

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS  
VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1984 EN COLIMA, COL.

---

M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO  
JEFE DE LA OFICINA DE GEOTECNIA  
DE LA DIRECCION GRAL. DE CONSER-  
VACION DE OBRAS PUBLICAS S.C.T  
INSURGENTES SUR No. 664-9o. PISO  
TEL. 687-59-80

ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL  
JEFE DEL DEPTO. DE ESTUDIOS GEOTERMICOS  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS TECNICOS  
S.C.T  
XOLA Y AV. UNIVERSIDAD  
TEL. 530-46-77

1950  
MAY 10 1950  
DAIRY



# EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

1

**CURSO:** GETECNIA PLICADA A LAS VIAS TERRESTRES.

**FECHA:** 5 AL 9 DE NOVIEMBRE  
COLIMA, COL.

CONFERENCISTA		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIO VISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD
1.	M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO				
2.	ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL				
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

DATE	DESCRIPTION	AMOUNT	CHECK NO.	BANK
1/15/20	...	...	...	...
1/22/20	...	...	...	...
1/29/20	...	...	...	...
2/5/20	...	...	...	...
2/12/20	...	...	...	...
2/19/20	...	...	...	...
2/26/20	...	...	...	...
3/5/20	...	...	...	...
3/12/20	...	...	...	...
3/19/20	...	...	...	...
3/26/20	...	...	...	...
4/2/20	...	...	...	...
4/9/20	...	...	...	...
4/16/20	...	...	...	...
4/23/20	...	...	...	...
4/30/20	...	...	...	...
5/7/20	...	...	...	...
5/14/20	...	...	...	...
5/21/20	...	...	...	...
5/28/20	...	...	...	...
6/4/20	...	...	...	...
6/11/20	...	...	...	...
6/18/20	...	...	...	...
6/25/20	...	...	...	...
7/2/20	...	...	...	...
7/9/20	...	...	...	...
7/16/20	...	...	...	...
7/23/20	...	...	...	...
7/30/20	...	...	...	...
8/6/20	...	...	...	...
8/13/20	...	...	...	...
8/20/20	...	...	...	...
8/27/20	...	...	...	...
9/3/20	...	...	...	...
9/10/20	...	...	...	...
9/17/20	...	...	...	...
9/24/20	...	...	...	...
10/1/20	...	...	...	...
10/8/20	...	...	...	...
10/15/20	...	...	...	...
10/22/20	...	...	...	...
10/29/20	...	...	...	...
11/5/20	...	...	...	...
11/12/20	...	...	...	...
11/19/20	...	...	...	...
11/26/20	...	...	...	...
12/3/20	...	...	...	...
12/10/20	...	...	...	...
12/17/20	...	...	...	...
12/24/20	...	...	...	...
12/31/20	...	...	...	...

TOTAL  
 BALANCE  
 ...

## EVALUACION DEL CURSO

3

	CONCEPTO	EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

1. ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE	AGRADABLE	DESAGRADABLE

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR ANUNCIO TITULADO DI VISION DE EDUCACION CONTINUA	PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DI VISION DE EDUCACION CONTINUA	FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL	RADIO UNIVERSIDAD	COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS	FOLLETO ANUAL	CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY"	GACETA UNAM

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR	METRO	OTRO MEDIO

4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

---



---



---

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI	NO

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

---

---

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 A 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

---

---

10. Otras sugerencias:

---

---

---



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE , COLIMA, COLIMA**

**INTALACIONES TIPO PARA INSTALAR  
GEOTEXTILES**

**M. EN I. GABRIEL GARCIA A.**

**OCTUBRE 9 1984.**



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TEMAS GENERALES DEL CURSO GEOTECNIA APLI-  
CADA A LAS VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE  
NOVIEMBRE EN COLIMA, COL.

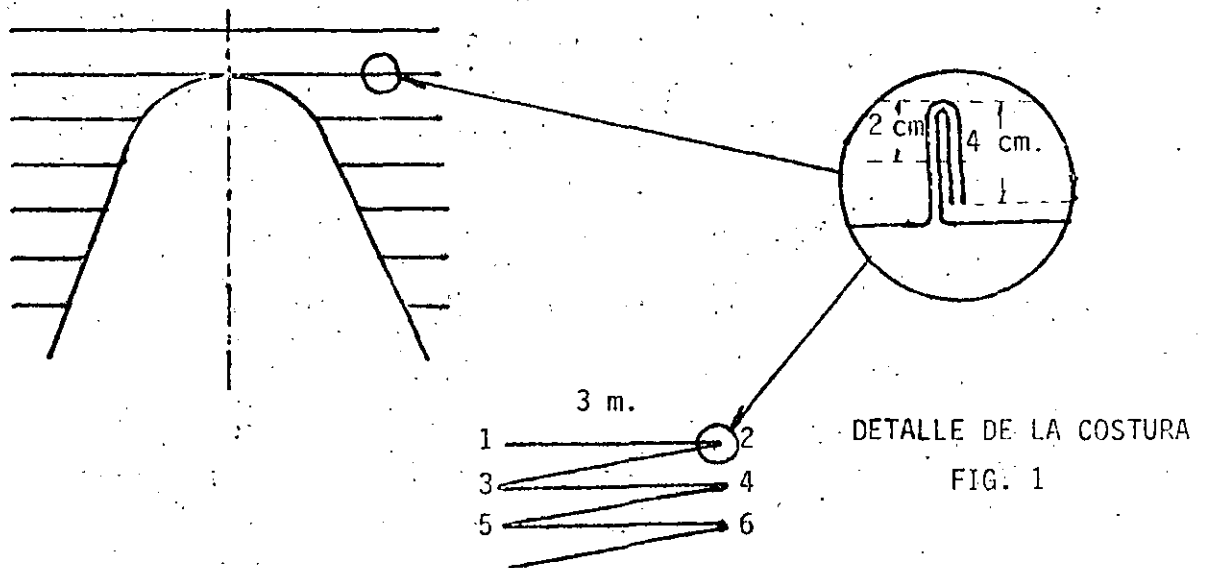
- INTRODUCCION
- SUBDRENAJE
- ESTABILIDAD DE TALUDES
- TERRACERIAS EN TERRENOS BLANDOS
- COMPACTACION
- BANCOS DE MATERIALES
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- MESA REDONDA

## ESPECIFICACIONES "TIPO" PARA INSTALAR GEOTEXTILES

1. Los terraplenes y las bermas indicadas en el proyecto se construirán sobre un Geotextil Fijasol CE-M.300, o similar, fabricado en México, el cual deberá instalarse en el terreno, después de haber preparado éste removiendo toda vegetación que tenga 2.5 cm. de diámetro o mayor, conforme a lo indicado a continuación:

1.1 En un lugar sin tirante de agua, se colocarán base contra base 6 rollos de Geotextil, de 3.00 m. de ancho y 100 m. de longitud cada uno, desenrollando la longitud total, o la que equivalga al ancho del terraplen y bermas más un 25% aproximadamente.

1.2 Cósanse los 6 rollos de Geotextil a lo largo de los 100 m., con el hilo de poliéster suministrado junto con el Geotextil, empleando una cosedora de sacos (Fischben Modelo D(CC12-24), o similar). Para coser los geotextiles deberán voltearse los bordes de los tramos a unir, empalmándolos 4 cm. como se muestra en el detalle de la Fig. 1, realizando la costura a la mitad de los empalmes, es decir, a 2 cm. del borde.



1.3 La tira formada con los 6 rollos de geotextil se doblará a lo ancho, de modo semejante a un acordeón, con el objeto de que pueda manejarse con facilidad, pudiendo sujetarse con pinzas de presión o cualquier otro dispositivo semejante.



- 1.4 Doblada en la forma indicada, se llevará la tira hasta el lugar donde se iniciará la construcción del terraplen y se colocará centrada en ángulo recto con respecto al eje del trazo. Fijando el principio de la tira sobre terreno firme, se extenderá una cuarta parte de ella (hasta donde aparezca la primera costura) y se descargará sobre la misma el material que formará la plantilla de trabajo, cuidando de extender éste desde el centro hacia los lados. El resto de la tira que aún no ha sido desdoblada, en posición más o menos vertical quedará como punta de avance.
  - 1.5 Continúese desdoblando la tira hasta que sólo quede al descubierto el último tramo del geotextil que se cosió.
  - 1.6 Repitánse los puntos 1.1, 1.2 y 1.3 y llévase la nueva tira formada hasta el sitio de trabajo, donde se coserá al borde de la lámina que quedó al descubierto, y continúese colocando el geotextil conforme a lo indicado en los puntos 1.4 y 1.5.
2. La parte inferior del terraplén (plantilla de trabajo), se construirá a volteo siguiendo el procedimiento conocido como "punta de flecha" hasta abarcar todo el ancho de la sección, con material procedente de las dunas ubicadas en la zona cercana. El material deberá bandearse con 7 pasadas de tractor D-6, ó similar, extendiéndolo simétricamente desde el centro hacia los lados. El tránsito de camiones sobre la plantilla en construcción, se permitirá hasta que ésta última haya sido bandeada.

Durante el proceso constructivo, en general se presentarán asentamientos y deformaciones, por lo que el material que se deposite en la - plantilla de trabajo se deberá acomodar, redistribuir y renivelar - constantemente hasta que la plantilla quede a la cota ordenada por el proyecto (aproximadamente 0.60 m. arriba del tirante de agua).

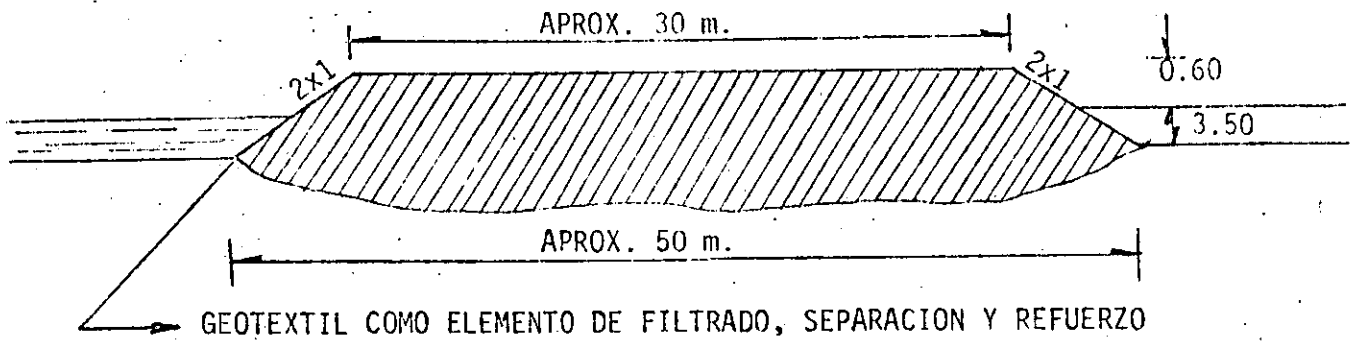


FIG. 2

3. A continuación, se procederá a la construcción de las bermas indicadas en el proyecto (con un ancho de 10.00 m. y talud de 4:1) hasta la altura de la plantilla de trabajo, con material de los bancos a ambos lados de la plantilla de trabajo, aplicándose un tratamiento de bandeado con 8 pasadas de tractor D-6 ó similar.

4. En este paso, se construirá el cuerpo del terraplén y simultáneamente se terminará la construcción de las bermas hasta su nivel de proyecto. Para la terminación de las bermas se seguirá empleando material de las dunas de arena antes indicadas. En la construcción del cuerpo del terraplén se utilizará material procedente de los bancos cercanos aprobados para tal fin, compactándolo por capas al 95%.

CORTE D - D'

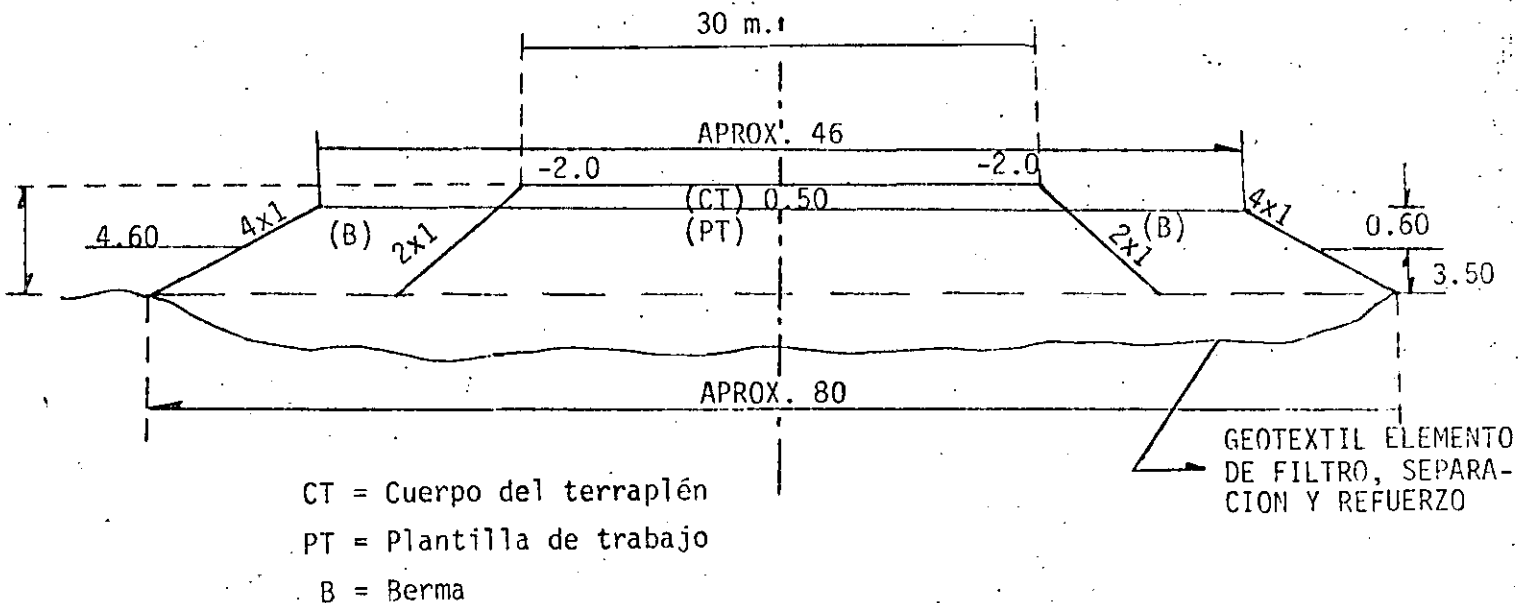
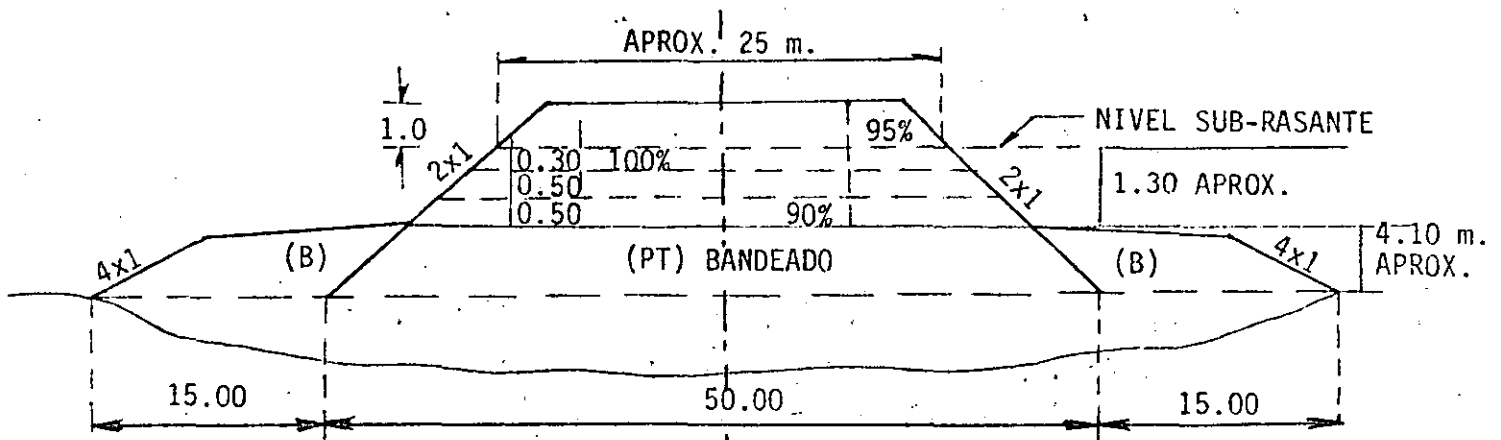


FIG. 3

5. Una vez construidas las bermas y el cuerpo del terraplén hasta el nivel, se continuará la construcción del terraplén en capas compactadas al 95% (incluyendo capa de transición, capa subrasante y una precarga con espesor de 1.00 m., medido a partir del nivel de la subrasante), empleando para ello material de los bancos indicados anteriormente.

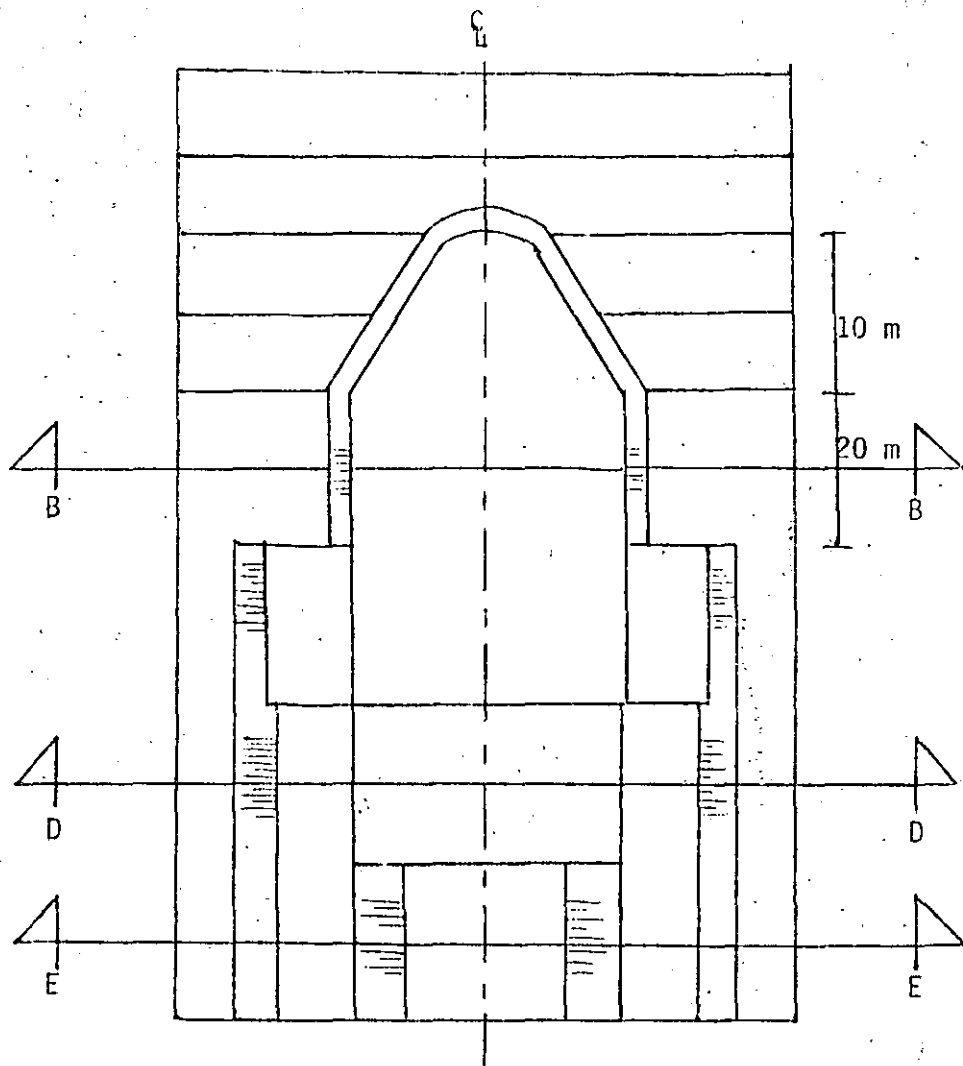
## CORTE E - E'



CT = Cuerpo del terraplén  
 PT = Plantilla de trabajo  
 B = Berma

FIG. 4

Los asentamientos y deformaciones que se observen en el terraplén, se corregirán de inmediato con material compactado al mismo grado, de acuerdo con las indicaciones que el Ingeniero haga al Contratista, hasta que el terraplén quede a la cota señalada por el proyecto.



## ETAPAS DE AVANCE

FIG. 5

6. Terminada la construcción del terraplén y corregidos los asentamientos y deformaciones observados, cuando el Ingeniero de Proyecto lo estime conveniente, se procederá a escarificar y remover el material de la precarga hasta el nivel de la sub-rasante a la cota especificada en el proyecto. El material escarificado se volteará sobre las bermas, extendiéndose en éstas con pendiente del 3% y conforme a las instrucciones del Ingeniero.

7. Posteriormente, los 30 cm. correspondientes a la capa subrasante se escarificarán para darle al material una compactación de 100%.

El Contratista encargado de la construcción de las obras, deberá ajustarse al ritmo y frentes de trabajo que le fije el Ingeniero.

#### OBRAS DE DRENAJE.

El Ingeniero ordenará la construcción de las obras de drenaje, posteriormente a la construcción de las terracerías, cuando éstas hayan alcanzado el 80% del asentamiento previsto y tomando en cuenta su comportamiento observado.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO "GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

INTRODUCCION A LOS GEOTEXILES Y SUS  
APLICACIONES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.

## INTRODUCCION A LOS GEOTEXTILES Y SUS APLICACIONES

El presente documento tiene por objeto definir el término GEOTEXTIL, enumerar los tipos que se conocen a la fecha y describir algunas de sus aplicaciones. Con el término geotextil definimos a las telas que se usan en la Geotecnia, existen diferentes tipos de geotextiles de acuerdo a su fabricación y al tipo de fibras que lo constituyen.

### TIPOS DE GEOTEXTILES

De acuerdo a su fabricación existen tres tipos distintos que son:

- a) Materiales entrelazados.- Son los que todo el mundo conoce y consisten en dos series de hilos y/o fibras y/o cables, generalmente entrelazados en forma perpendicular o poligonal constituyendo una verdadera malla.
- b) Materiales que constituyen una verdadera tela, también muy usados y son aquellos que están constituidos por fibras unidas mediante un verdadero tejido de punto.
- c) Materiales no tejidos. Consisten en fibras que se colocan al azar - estos tipos de geotextiles no son muy conocidos por lo que merecen la explicación que se da a continuación:

La etapa inicial de su fabricación consiste en colocar en la zona que se quiera reforzar, las fibras al azar formando una tela heterogénea sin resistencia; en una segunda etapa la resistencia de la tela se obtiene por alguno de los procedimientos de unión química, térmica o mecánica que se indica a continuación.

**UNION QUIMICA.** Se le agrega una sustancia química a las fibras para unir las y formar la tela.

UNION TERMICA. Con las fibras colocadas al azar son calentadas y comprimidas, lo que causa su fundición parcial y que se adhieran entre si.

UNION MECANICA. Por traslape y cosido de geotextiles de menor tamaño.

Los geotextiles no tejidos son relativamente gruesos ( de 2 a 5mm de espesor) mientras que los otros son más delgados (0.5 a 1mm).

En resumen un geotextil se puede obtener por la combinación de dos o más tipos de fabricación.

POLIMEROS. Los geotextiles difieren de los polímeros porque estos pasan a formar las fibras de los geotextiles entre los polimeros más empleados se cuentan el poliester, polipropileno, el polietileno, etc.

Con respecto al intemperismo químico y biológico propiciado por el terreno natural, se pueden esperar decenas de años en la vida util de los mismos en un ambiente normal. Pero en medios donde se encuentran combustibles como el diesel, ácidos altamente concentrados o las aguas alcalinas pueden tener un envejecimiento prematuro; por otra parte todos los polimeros son afectados por la luz, por lo que en su fabricación y colocación es necesario evitar su exposición a los rayos solares; sobre todo a tiempos de exposición muy largos de luz ultravioleta. En algunos casos el geotextil estará permanentemente expuesto a la luz, por lo que debe protegerse.

#### APLICACIONES DE LOS GEOTEXTILES.

En la práctica un geotextil puede tener una o varias aplicaciones; en este



artículo se describen algunas aplicaciones y se da un ejemplo en cada caso.

- 1.- Dren.- La tela geotextil se coloca en un suelo de baja permeabilidad, a través del cual fluye lentamente el agua; la función del geotextil será la de captar el agua y trasladarla al exterior. -  
Ejemplo: Un dren chimenea en el talud de aguas abajo del corazón impermeable de una presa de materiales graduados. Fig. 1.a
  
- 2.- Membrana impermeable.- La tela geotextil se impregna de un material aislante, en este caso a diferencia de los demás se tiene un geotextil modificado. El material aislante puede ser asfalto o el plástico su función, es detener los líquidos y gases.  
Ejemplo: Recubrimiento de un canal ( Fig. 1.b. )
  
- 3.- Subdrenes de zanja.- La tela geotextil forma parte del subdren y a manera de envoltura sirve para que capte y pase el agua a través de él, pero no permite que pase el suelo fino.  
Dos circunstancias deben distinguirse:
  - Se presenta un flujo laminar: como ejemplo se tiene un subdren de zanja. (Fig 1.c )
  - Flujo dinámico; como ejemplo se tiene la protección de un muelle en el que el geotextil se coloca entre el talud natural y el enrocamiento que forma al muelle. ( Fig. 1.d )
  
- 4.- Filtro.- La tela geotextil es colocada con el objeto de detener las partículas sólidas que contiene un fluido viscoso, dejando pasar solo el agua .  
Ejemplo: Pozo de decantación ( Fig. 1.e.)

5.- Soporte o apoyo.- La tela geotextil se coloca entre una membrana impermeable y un material agrietado con el fin de prevenir que se reviente la membrana.

Ejemplo: El fondo de un canal viejo agrietado y que es revestido o pavimentado. ( Fig. 1. f )

6.- Separador de materiales.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tiendan a mezclarse e incrustarse entre otras cosas por los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas o por peso propio; su función es mantener separados estos materiales o suelos y minimizar la incrustación.

Un ejemplo es la colocación de la geotextil sobre el terreno natural que soporta el balasto de una vía de F.F.C.C. ( Fig. 1. g )

7.- Superficie de rodamiento: La tela geotextil se coloca sobre el terreno natural para suministrar una superficie de rodamiento plana y limpia para el tránsito.

Ejemplo: Helipuerto sobre el terreno natural. ( Fig. 1.h. )

8.- Malla de contención.- La tela geotextil se coloca sobre un talud de una masa de roca y/o suelo, con el fin de prevenir caídos.

Ejemplo: Malla colocada sobre un talud. ( Fig. 2.a )

9.- Membrana.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tienen diferentes resistencias; su función es la de retener los esfuerzos que le produzca una carga en la capa de mayor resistencia.

Ejemplo: Camino revestido para impedir que las llantas de un vehículo se hundan sobre la capa subrasante formada por material de mala calidad. ( Fig. 2. b )

10.- Anclaje.- La tela geotextil une a dos masas de suelo y roca las -  
cuales tienden a moverse.

Ejemplo: Los anclajes de un muro de retención. ( Fig. 2. c )

11.- Fijadora.- La tela geotextil se coloca sobre un suelo cuyas partícu-  
las tienen tendencia a moverse.

Ejemplo.- Prevención de la erosión de un talud ( Fig. 2. d )

12.- Refuerzo.- La tela geotextil se coloca en un suelo que no es capaz  
de tomar los esfuerzos de tensión, su función es absorber dichos -  
esfuerzos.

Ejemplo: Masa de suelo armada con capas multiples de geotextiles.  
( Fig. 2. e )

13.- Amortiguador.- La tela geotextil se coloca sobre una masa de suelo  
sometida a impactos y vibraciones, su función es reducir la inten-  
sidad de los impactos y vibraciones transmitidas a la masa de suelo.

Ejemplo: El uso de un geotextil entre los durmientes y el balasto.  
( Fig. 2 . f )

14.- Refuerzo para evitar agrietamientos superficiales.- La tela geotex-  
til se colocará entre dos capas que tienen una tendencia a reflejar  
las grietas ; su función será evitar que se transmita el agrietamien-  
to de la capa inferior a la superior. ( Fig. 2. g )

Ejemplo: Prevenir que se refleje el agrietamiento sobre la superfi-  
cie de rodamiento, de un pavimento.

15.- Ligadura.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que no  
deben tener movimientos, su función será incrementar su resistencia  
( adherencia y fricción ) entre esos materiales ( Fig. 2. h. )

16. Lubricante.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales los -  
que se deben desplazar entre si; su función es reducir su resistencia  
en la superficie de contacto ( adherencia y fricción )

Ejemplo: Una capa multiple de concreto, geotextil, geomembrana y - -  
pavimento para un recubrimiento de un canal donde se esperan movimien  
tos diferenciales. ( Fig. 2. i )

México, D.F. 23 de Octubre de 1984.

M. en I. Gabriel García Altamirano.

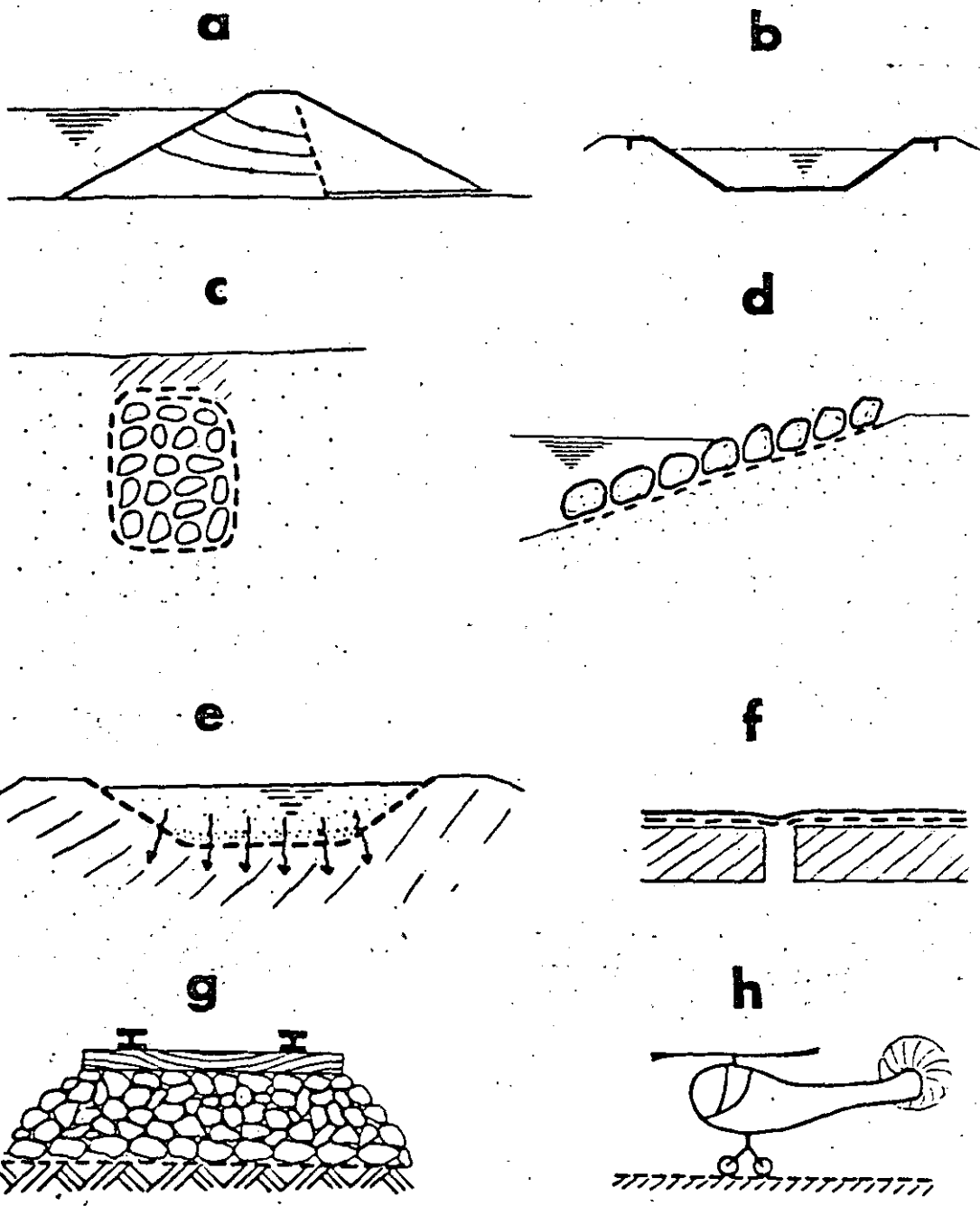


FIGURA No. 1.

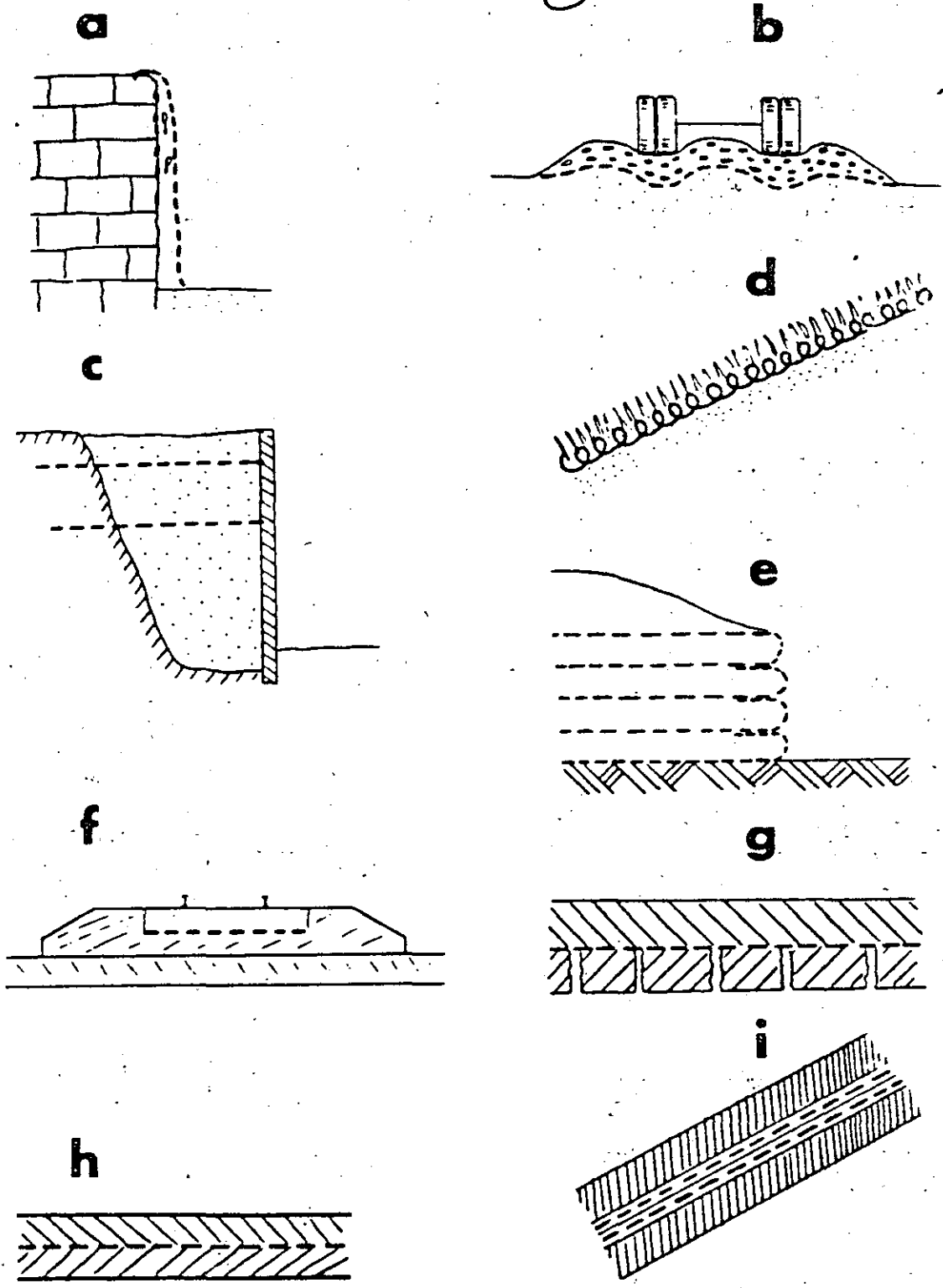


FIGURA No. 2



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

LA GEOTECNIA EN LOS PUERTOS INDUSTRIALES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984

## INTRODUCCION

El acelerado crecimiento alcanzado por nuestro país en los últimos años ha puesto de manifiesto la importancia del sistema portuario nacional en el desarrollo y consolidación de los sectores estratégicos de la economía. El transporte, el comercio, la pesca y la industria requieren de un sistema portuario integrado, moderno y eficientemente operado.

El programa de Puertos Industriales, iniciado en 1979 y actualmente en ejecución, tiene como objetivo principal fomentar el desarrollo económico y social mediante el establecimiento, en las áreas de cada puerto, de la industria pesada que el país requiere para su desarrollo futuro y de la industria mediana y pequeña que permitan la creación de nuevos empleos y la desconcentración de la actividad económica que tradicionalmente se ha asentado en el altiplano. En los sitios seleccionados para estos ambiciosos proyectos concurren factores favorables como la existencia de amplios recursos naturales y, en particular, energéticos. Dadas estas condiciones, está previsto que los puertos constituyan polos de atracción y de desarrollo regional.

La Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, atenta a los problemas prioritarios del país, ha seleccionado para la celebración de la XI Reunión Nacional en Veracruz, Ver., el análisis y discusión de los problemas de ingeniería geotécnica (cimentación de muelles, estabilidad de taludes de los canales de acceso) asociados al desarrollo de los puertos industriales. Con esta finalidad ha invitado a un grupo distinguido de sus miembros que han tenido participación en las diversas fases de estudios, proyecto y construcción en los puertos de Altamira, Tamps., El Ostión, Ver., Salina Cruz, Oax., Lázaro Cárdenas, Mich. y Dos Bocas, Tabasco.

Se espera que de la concurrencia y aportación de los ingenieros de suelos en este foro nacional se puedan definir aquellas áreas en las que se ha logrado avanzar y los problemas pendientes de solución y/o tratamiento.

Dada la magnitud de las inversiones asignadas y las expectativas que se han cifrado en los proyectos, se confía que los resultados de la reunión propicien el avance tecnológico del país y de la profesión, y permitan la ejecución de los proyectos logrando importantes ahorros en sus costos y tiempo de ejecución.

# XI REUNION NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS

LA GEOTECNICA  
EN LOS PUERTOS  
INDUSTRIALES



VERACRUZ, VER. 17 AL 20 DE NOVIEMBRE DE 1982





ING. JOSE OCHOA ZUÑIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORIA - CONTROL DE EROSION, S.A.

GEOREDES Y GEOTEXTILES, MATERIALES QUE OFRECEN NUEVAS ALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS

RESUMEN.- Los autores mencionan el interés de aplicar nuevos métodos en Ingeniería Marítima y Costera a raíz de los avances logrados en tecnología de materiales, mencionan antecedentes de que Georedes de Plástico, en muchos casos, mejoran al acero en el refuerzo de suelos, describen los diferentes Geotextiles y mencionan experiencias en México con estos nuevos materiales. Se hace una breve descripción de los métodos convencionales y se mencionan dos casos a base de alternativas desarrolladas en México: las fajinas del Puerto de Dos Bocas, en Tabasco, y el rompeolas sur del Puerto de Servicio, del Puerto Industrial Laguna del Ostión en Veracruz, haciendo una descripción de los procesos constructivos se dan rendimientos, equipos y personal requerido. En el análisis de resultados se indican las ventajas respecto a las soluciones tradicionales y se da una relación del empleo de tecnología mexicana en otros países. Se establecen una serie de conclusiones, respecto a la adecuación de la tecnología a las condiciones locales y al apoyo de instituciones para intentar por primera vez alternativas no convencionales; la necesidad de difundir estas experiencias exitosas o no para conjuntamente avanzar en las técnicas de aplicación recomendado que se incluyan algunas de estas ideas en las conclusiones finales del Congreso.

1. INTRODUCCION.

1.1 La utilización de materiales plásticos y textiles sintéticos ofrecen un reto a la imaginación, creatividad o ingenio de los especialistas en obras marítimas y de ingeniería civil, en general.

1.2 En el caso de los problemas específicos de mecánica de suelos y de las zonas costeras a desarrollar por los puertos industriales el empleo de soluciones no tradicionales que permitan resolverlos más racional, simple, rápida y económicamente, representan un interés especial, dar a conocer los resultados alcanzados y las experiencias logradas a la fecha.

2. ANTECEDENTES.

2.1 Con los avances logrados en tecnología de materiales, a la fecha existen materiales plásticos con características equiparables al acero y otras más que permiten superarlo en ciertos casos.

2.2 Como un ejemplo, se puede mencionar el caso de refuerzo de suelos en los que se requiere: adecuada resistencia, alta tenacidad, buena flexibilidad, no afectable por la corrosión y baja fragilidad. Dependerá del tipo de estructura y si es temporal o permanente para elegir entre el acero y el plástico como elementos de refuerzo del suelo.

2.3 En el caso de los Geotextiles, éstos pueden ser tejidos o no tejidos, y a partir de allí se deriva una amplia gama según el proceso de fabricación, termosoldado, picado de aguja, adhesión por resinas, etc; así como según el material, polipropileno, políester, nylon, etc., etc., el tipo de fibras largas, cortas, fibrilizadas, multifilamentos, etc., etc.

2.4 El empleo de Geotextiles en obras de ingeniería civil se ha incrementado entre 35 y 40% en los EE.UU. en los últimos 5 años previniéndose consumos del orden

de 12,000 tons/año para 1985.

2.5 La experiencia en México, de los Geotextiles, como elemento separador y filtrante ha sido interesante en el caso de los terraplenes del tramo Minatitlán al Puente Coatzacoalcos II, y según los especialistas de la SAHOP, los ahorros logrados en volúmenes de terracerías son superiores al 30%.

2.6 Por parte de PEMEX, desde 1981, se han realizado pruebas sistemáticas y continuas para utilizar las Georedes Plásticas como refuerzo y los Geotextiles (no tejidos) ambos de fabricación nacional en las zonas productoras de Veracruz, Tabasco y Chiapas.

2.7 Se pueden mencionar: reforzamiento de acceso al cactus 343; acceso y pera de perforación: Cárdenas 107, Magallanes 922, Mora 1, Jujo 24, entre otros. Dependiendo de los Distritos de Cárdenas, Agua Dulce, Villahermosa, las Choapas, Reforma de las Gerencias Sur y Sureste.

2.8 Con la SARH, también se han hecho pruebas con las Direcciones de: Conducción y Abastecimiento de Agua; de Distritos de Riego, de Investigación e Ingeniería Experimental (Tecamachalco), Comisión del Lago de Texcoco, de Grande Irrigación y otras. También con SAHOP a través de la Dirección General de Carreteras Federales; con la Secretaría de Marina; con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Obras Marítimas; Secretaría de Pesca y otras dependencias gubernamentales y particulares.

2.9 Respecto a Geotextiles (tejidos), permeables, especialistas mexicanos desarrollaron, patentaron y han aplicado con éxito en México y muchos otros países una serie de contenedores textiles, cimbras flexibles reforzadas, que permiten fabricar directamente in-situ elementos incrementando su peso de unos cuantos kilogramos a varias toneladas en cuestión de minutos. Lo atractivo del sistema es que requiere

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
 ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
 ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

un mínimo de equipo de construcción, utiliza en su mayoría materiales de construcción que existen prácticamente a pie de obra y emplea personal de la misma región que va capacitando durante la ejecución de los trabajos.

### 3. METODOS CONVENCIONALES.

3.1 Tradicionalmente, la ejecución de obras portuarias y marítimas requieren de una gran infraestructura de parte de los contratistas, por lo que siempre se programan inversiones considerables y se diseña con rigurosos márgenes de seguridad.

3.2 Los rompeolas de enrocamiento requieren elementos de coraza de un peso tal que resista los efectos de la ola de diseño; para lograr una adecuada explotación de las canteras se requiere planeación y un correcto plan de ataque, viene luego el transporte a la obra y su colocación en el lugar del proyecto.

3.3 En Europa, desde hace mucho tiempo, cuando se construyen estructuras en fondos arenosos para limitar la incrustación de la roca siempre costosa y la necesidad de obras de mantenimiento para reparar daños originados por asentamientos diferenciales que ocasionan socavaciones y erosiones de fondo al pie de los rompeolas han construido e instalado en el fondo del mar unas balsas de varas que denominamos "fajinas". Actualmente se les incorpora un Geotextil, que es el que evita precisamente que las partículas del fondo se desplacen por las corrientes inducidas y por otros efectos dinámicos al ocurrir condiciones oceánicas extremas.

### 4. ALTERNATIVAS CON GEOREDES Y GEOTEXTILES.

#### 4.1 Caso 1: Fajinas del Puerto de Dos Bocas, Tab.

4.1.1 El diseño constructivo de los rompeolas Este y Oeste realizado por Proyectos Marinos, S.C. y sus asesores incluyó la fabricación, lanzamiento, remolque, posicionamiento, hundir y dejar en el fondo en los lugares indicados en proyecto casi 300,000 m<sup>2</sup> de fajinas (15 x 30 m. y 15 x 60 m).

4.1.2 Los contratistas adquirieron un Geotextil tejido de fabricación holandesa que se indicaba en las especificaciones y procedieron a conseguir las varas de mangle para posteriormente fabricar los "torones" con los que se integró "la fajina" en un patio especialmente construido para este fin.

4.1.3 La primera fajina quedó lista en agosto de '81 pero existieron muchos problemas para lanzarla al mar. Posteriormente se modificó la rampa de lanzamiento con rodillos y otras facilidades y en octubre de 1981 finalmente, una fajina fue remolcada y posicionada lista para ser hundida, presentándose serios problemas en su control de posición durante la fase de hundimiento. Posteriormente, con ayuda de 4 pilotos hincados, se logró controlar tanto el hundimiento como su colocación en el fondo.

4.1.4 Considerando las dificultades antes mencionadas, se analizaron otras alternativas de solución entre las que se hicieron ensayos con las Georedes Plásticas. La función de los "torones" de Mangle es doble: mantener extendido al Geotextil en el fondo del mar y protegerlo del impacto de las rocas al caer sobre él.

4.1.5 Al tener éxito los ensayos preliminares de resistencia de la Geored al impacto de rocas, se procedió a diseñar un método constructivo que permitiera primeramente ligar la Geored al Geotextil (importado) lo cual se realizó en los mismos patios de fabricación, simplemente cosiendo con cordones y agujas de pescador ambos materiales, para, posteriormente, enrollarlo al ancho de diseño requerido (15 m.).

4.1.6 A bordo de un chalán, anclado en posición con cuatro malacates y con el rollo de la "fajina" Geored, Geotextil a bordo, se descendió el extremo de la fajina con un "tubo cabecero" para asegurarlo en el fondo y, posteriormente, al desplazar el chalán en la superficie que el rollo se fuera desenrollando coordinadamente al mismo tiempo que, periódicamente, la grúa de a bordo colocaba, bloques de concreto para asegurar que la fajina quedará extendida correctamente en el fondo. Esta operación se ha perfeccionado y actualmente tender una "fajina" de 15 x 60 m. requiere de menos de 3 horas a partir de que el chalán este en "posición".

4.1.7 La ubicación de la fajina en el fondo del mar queda definida, por lo menos, por 4 boyarines en sus extremos, lo cual facilita el posicionamiento del barco de descarga de fondo y la operación correspondiente.

4.1.8 Por la rapidez de las operaciones involucradas, se puede programar perfectamente para aprovechar al máximo la información meteorológica disponible y racionalizar estas actividades que se ven afectadas por el estado del mar.

#### 4.2 Caso 2: Rompeolas Temporal Puerto Laguna del Ostión, Veracruz.

4.2.1 El diseño del rompeolas Sur del Puerto de Servicio realizado también por Proyectos Marinos, S.C., consideraba la alternativa de utilizar contenedores textiles llenos de arena para su construcción, esto para facilitar su demolición una vez que su vida útil terminara, como ésta se establece de 3 años, el diseño incluyó el empleo de cimbras textiles para colar "in-situ" elementos de concreto, a manera de coraza de protección.

4.2.2 La empresa contratista adquirió los elementos textiles de Patente y fabricación nacional y procedieron a la construcción de la mencionada estructura.

4.2.3 Para los contenedores de arena el equipo que requiere es una simple motobomba (30 H.P.); uno o dos operadores en la succión a manera de cortador de draga, para mantener alto el porcentaje de sólidos, y dos o tres trabajadores anfibios manteniendo en posición el contenedor textil hasta que adquiere suficiente peso propio para que el mar no lo desplace.

4.2.4 El procedimiento no puede ser más simple, ya que se trata de confinar la arena de la playa con ayuda del agua de mar, esta última nos la transporta al ser bombeada la mezcla a través de tuberías y man gueras, nos la deposita dentro del contenedor textil, posteriormente, por la misma presión hidráulica la compacta, y, finalmente, abandona el contenedor ya que éste es permeable, el diseño de Patente mexicana incluye una válvula de auto-cierre, que facilita notablemente las operaciones y acelera los rendimientos de trabajo.

4

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

4.2.5 En el rompeolas Sur en los primeros 24 días de trabajo a pesar de que hubo que capacitar al personal del contratista, se colocaron un promedio de 30 unidades por bomba y por turno.

4.2.6 Los avances al 5 de octubre, según información del contratista, se han instalado "in-situ" 1,300 elementos de 2.8 ton cada uno. Cabe señalar que es muy importante la ordenada y correcta colocación, según un programa pre-establecido para lograr: traslapes, amarres, encajonamiento, y, en ocasiones, llenándolos sólo a un porcentaje de su capacidad para darles flexibilidad a los elementos "de faldón" al pie de ambos lagos de la estructura.

4.2.7 Como se indicó en 4.2.1, para proteger estos contenedores textiles llenos hidráulicamente de arena, de vandalismo, abrasión de la tela y los efectos de rayos ultravioleta y gamma, el diseño incluyó cimbras textiles impermeables, que permiten fabricar en el lugar bloques de mortero de 4 toneladas.

4.2.8 El equipo requerido también es sencillo, incluye dos unidades revolventoras y una bomba de concreto, "n" tramos de tubería rígida y varios tramos de mangueras flexibles al final. Las cimbras textiles cumplen con varias bocas de llenado y purga, de cierre manual, también de Patente y fabricación nacional. Se tiene previsto un dispositivo adicional para facilitar su estiba cuando se procede a desmantelar la estructura, dentro de 3 años.

4.2.9 En cuanto a rendimientos, el contratista indicó un promedio de 40 bloques BC-4 por turno y por bomba con un sobrestante, un mecánico, 12 peones, y 4 operadores anfibios.

4.2.10 En el rompeolas Sur del Ostión al 5 de octubre, se llevaban recubiertos aproximadamente 60 m. de los 160 m. de avance a esa fecha de la estructura.

4.2.11 Cabe indicar que los elementos que se encuentran en la zona de salpicaduras y bajo el agua rápidamente han sido recubiertos por vegetación marina lo cual actúa como una cubierta protectora, además de los bloques de mortero de la coraza antes indicados.

4.2.12 Podemos anotar que debido a ciertos problemas iniciales en el abastecimiento de enrocamiento para el rompeolas Norte del mismo puerto. PEMEX ordenó al contratista iniciar los trabajos con elementos BC-4 colocados en el lugar a partir del 19 de julio y hasta el 30 de septiembre se colocaron y colaron "in-situ" casi 1,700 unidades con un avance de 220 m (la corona a su cota final del orden de 180 m). Se trabajó con una sola bomba, 2 revolventoras de tambor y un sólo turno por día.

### 5. ANALISIS DE RESULTADOS.

5.1 Con relación a las fajinas de Georedes Plásticas y Geotextiles, creemos que superan con muchísimas ventajas a las convencionales de "torones de Mangle y Geotextil" por su sencillez de fabricación y bajo costo, su fácil manejo, tanto en tierra como en el chálán (un rollo de 15 m. de ancho y aprox. 1.0 de diámetro), su rápida instalación y la seguridad de que ha quedado correctamente ubicado en el fondo del mar, que ha sido y es verificada por los buzos dan como resultado que la tenacidad, entusiasmo y confianza de los ingenieros mexicanos (de PEMEX, del contratista,

de los Asesores Técnicos, del fabricante de las Georedes, y otros más) han visto coronados sus esfuerzos, con un desarrollo más simple, práctico y eficaz que la solución que originalmente se tenía prevista.

5.2 Respecto al uso de elementos textiles llenos hidráulicamente de arena, de cimbras textiles, para moldear mortero, que también son desarrollos mexicanos; éstos, sin embargo, a pesar de que no es la primera vez que son utilizados para obras temporales (caso 2). Existen estructuras con cerca de 12 años de construidas y que continúan sirviendo para el fin que fueron diseñadas.

5.3 Cabe indicar que no solo en México se han utilizado, con éxito, existen obras en Venezuela, Colombia, Brasil, Perú, Nicaragua, Guatemala, Curazao, Santa Cruz Islas Vírgenes, en Connecticut, Florida, Texas, California y Alaska. También en Africa del Norte y Medio Oriente, existiendo varios proyectos en las islas del Pacífico y el extremo Oriente.

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Podemos concluir que la capacidad de invención y desarrollo de los mexicanos, así como adecuación de soluciones a los recursos disponibles una vez más ha quedado demostrada en los dos casos aquí presentados ya que ambos ofrecen alternativas interesantes para resolver problemas de mecánica de suelos en regiones costeras y en el caso de Puertos Industriales, en particular.

Es importante resaltar que se requiere valor y audacia para intentar por primera vez soluciones diferentes a las convencionales y que sin el apoyo de PEMEX ni de los contratistas, hubiera sido muy difícil o casi imposible intentar la utilización de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y los Geotextiles. Así como el apoyo que la Dirección General de Obras Marítimas en los setentas brindó para el desarrollo de los contenedores y cimbras textiles. Esta tecnología mexicana es base para una alternativa seriamente analizada para la protección de taludes de las islas artificiales que las grandes empresas petroleras construyen en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Ártico.

6.2 Podemos decir que el empleo de Georedes y Geotextiles en Ingeniería Civil está dentro de una etapa inicial y que todos estamos cada día aprendiendo más de su comportamiento, de sus nuevas aplicaciones y de los límites a que podemos diseñar con la información que hasta ahora disponemos.

6.3 Por lo anterior, recomendamos que dentro de las Conclusiones del Congreso Nacional de Mecánica de Suelos se incluya, si es posible, un párrafo que se refiera al empleo de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y Geotextiles en soluciones no convencionales y que en futuras reuniones se informe de aplicaciones, ya sea que hayan tenido éxito o no, ya que es mediante la comunicación de experiencias que podremos avanzar en la tecnología y poco a poco mejorar, simplificándolos, los métodos de construcción convencionales.

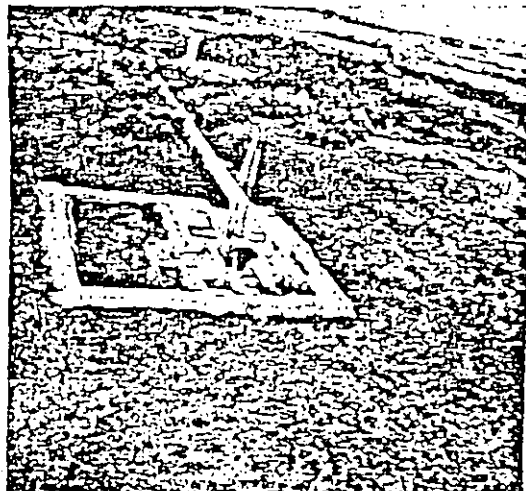
6.4 Los autores quieren expresar su reconocimiento a PEMEX, Coordinadora Dos Bocas, Dirección General de Obras Marítimas, Constructora General del Norte, S.A., Protexa, Estudios y Construcciones de Obras, S.A.,

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
 ING. VICTOR HARDY-MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
 ING. MAURICIO PORRAZ DIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

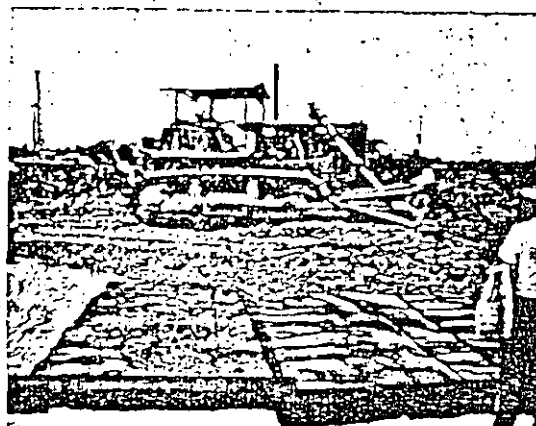
Polímeros y Derivados, S.A., Tubos Flexibles, S.A. y  
 Control de Erosión, S.A.

#### REFERENCIAS.

1. Brown and Root, Inc. (1977): Spoil Disposal at Quintana Beach, Feasibility Study for Dredge Spoil Containment Structure for the Brazos River Harbor Navigation District, Houston, Texas.
2. INPH: Instituto de Pesquisas Hidroviarias, Porto bras (1962): Estudo de Estabilidade dos Molhes Leste e Oeste do Passe Navegavel na Barra do Furado-Municipio de Campos, Rio de Janeiro, Brazil.
3. Maza, J.A., and M.A. Haces (1977): Estudio Sobre el Comportamiento de Elementos Bolsacreto, Instituto de Ingenieria, Ciudad Universitaria, Mexico, D.F.
4. Palacios, Molinet Ricardo Ing.: Comunicación Personal.
5. Patterson, D.R., A.T. Shak, and M.T. Czerniak (1982): "Inspection of Submerged Arctic Structures by Side Scan Sonar," Proceedings of 14th Offshore Technology Conference, pp. 705-712.
6. Pinter, Julio Ing.: Comunicación Personal.
7. Porraz M. (1975a): "Operational Designs Systems, Bolsaroca and Bolsacreto, Examples of Third World Technology," Second General Assembly of the Engineering Committee on Ocean Resources, Tokyo, Japan.
8. Porraz, M. (1975b): "Operational Designs Systems Technology for Developing Countries," Conference of the Institution of Engineers from India, New Delhi, India.
9. Porraz, M. (1975c): "Bolsacreto and Bolsaroca Technology for Third World Countries," Fifth General Assembly of the World Federation of Engineering Organizations, Tunis, Tunisia.
10. Porraz, M. (1976a): "Labor Intensive Construction for Shore Erosion Control," United National Interregional Seminar on Development and Management of Resources of Coastal Areas, Berlin, Hamburg, Kiel and Bremen, Germany.
11. Porraz, M. (1976b): "Textile Forms Slash Cost of Coastal Zone Structures," Ocean Industry, October, pp. 61-64.
12. Porraz, M. and R.R. Medina (1977): "Low Cost, Labor Intensive Coastal Development-Appropriate Technology-Simplicity is the key to Use in Developing Nations," Sea Technology, August.
13. Porraz, Mauricio Ing., Porta, Eduardo, Ing., Meuregh, Héctor, Ing.: "Empleo de Georedes Plásticas y Geotextiles en Diversos Proyectos y Estructuras de Ingeniería Civil," II Congreso Latinoamericano de Consultoría, 12-16 Julio '81, FELAC-AMEC, México, D.F.
14. Proyectos Marinos, S.C.: "Análisis Geotécnico Preliminar del Rompeolas Oriente del Puerto Petroquímico-Petrolero," Proyecto Dos Bocas, Tabasco, Reporte Técnico para PEMEX, Diciembre 1979.
15. Soto Yáñez, Eduardo Ing.: Comunicación Personal.



En los antecedentes de uso Georedes y Geotextiles se menciona el Pozo Magallanes 922, cuyo terraplen (pera) y camino de acceso están en el pantano, tal como lo muestra la foto Aérea No. 1, en la cual se han indicado los números de otra localización del mismo campo Magallanes dependiente del Distrito de Agua Dulce de la zona Sur de Pemex.



En el mismo Pozo Magallanes 922, Foto No. 2, con la instalación de un Geotextil (poliester no-tejido de color blanco Fijasol C-252) y una Geored (Redlon CE-121) de polietileno de alta densidad extruido mediante proceso axial rotativo patentado (color negro) se le coloca una capa de material friccionante arena, la cual una vez compactada actúa distribuyendo realmente las cargas y gracias al anclaje mecánico logrado entre Geored, con el material de revestimiento se limitan notablemente los asentamientos diferenciales.

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DE NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.



Un tramo del camino de acceso a ese Pozo, Magallanes 922, fue reforzado pudiendo tener un análisis comparativo con los tramos no reforzados en la Foto No. 3, se aprecia claramente la Geored y Geotextil con un revestimiento de cerca de 15 m. de arena compactada, su comportamiento ha sido muy satisfactorio.

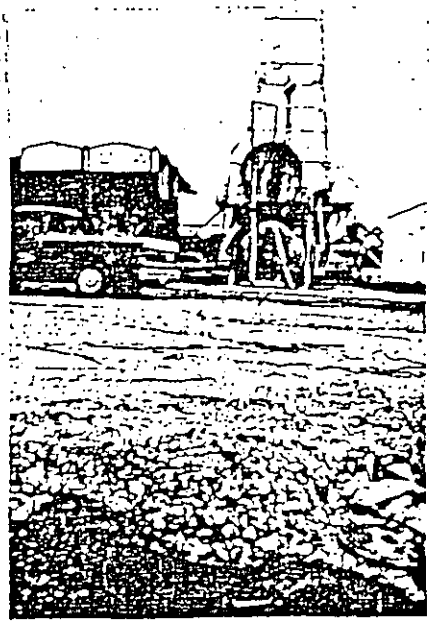


Foto No. 4, aspecto de la pera del Pozo Cárdenas 107, reforzado en Diciembre de 1981, con Geored CE-131 y grava en 20 cm. de espesor; después de terminado el pozo, la Superintendencia de Perforación en Villaher-

mosa, indicó ahorros de hasta 70% respecto al material de revestimiento, respecto a otros pozos en condiciones similares.

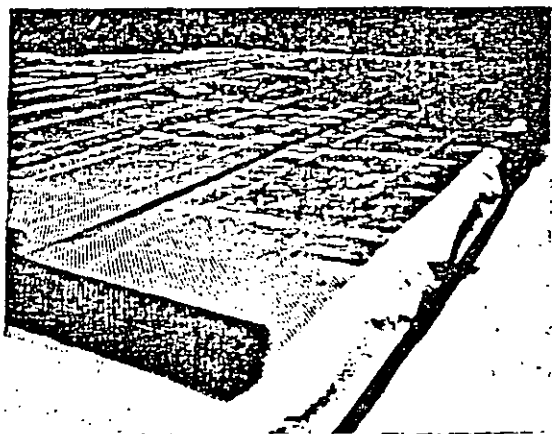


Foto No. 5, vista general de los trabajos realizados en el Pozo Jujo No. 24, en el cual se adicionaron al Geotextil (Fijasol T-135) de poliéster termo-soldado y la Geored (Redion CE-131) se instalaron una serie de Geodrenes (100 mm. Ø con canaleta), colocando relleno de grava previamente a la colocación del refuerzo.



Foto No. 6, aspecto general del rompeolas Oriente del Puerto Sanchez Magallanes de 700 m. aprox. de longitud, construido en 1972 con elementos colados "in-situ" (Bolsacret BC-6" como se aprecia, se encuentra en condiciones operacionales, no obstante el embate durante cerca de 10 años de condiciones oceánicas extremas.

7

ING. JOSE OCHOA ZUÑIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ UIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

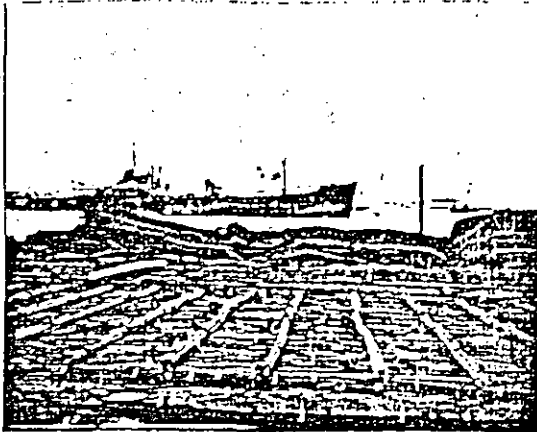


Foto No. 7, patio de fabricación de las fajinas en el Puerto de Dos Bocas, Tabasco.

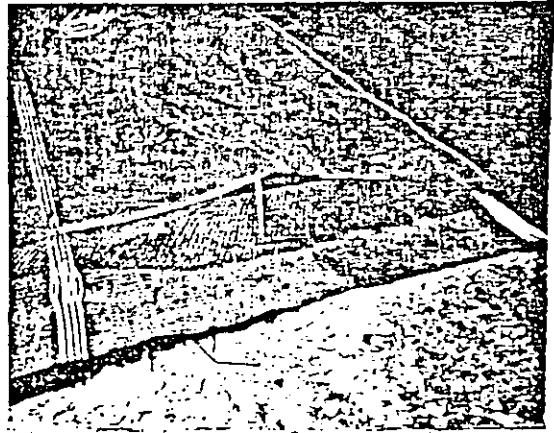


Foto No. 9, alternativa de substituir el Mangle por la Geored (Redlon [E-121]) tal como lo ilustra la fotografia.



Foto No. 8, Acercamiento a las fajinas convencionales de "torones" y vacas de Mangle.

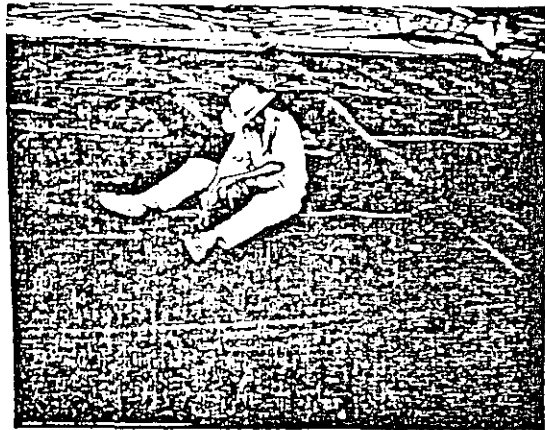


Foto No. 10, aspecto de las operaciones de incorporación de la Geored Plástica (fabricada en México) al Geotextil tejido (de importación). Las operaciones de cosido las realizan personal no especializado con cordel y aguja de pescador.

8

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY-MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

7

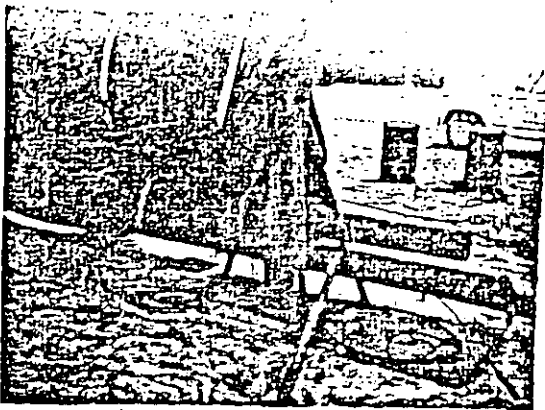


Foto No. 11, El Geotextil y la Geored Plástica se enrollan y se fijan en los extremos una serie de tubos: el "cabecero", "planchador", y el de rotación con frenos de ajuste para asegurar el control de tensión durante la operación de tendido en el fondo del mar.

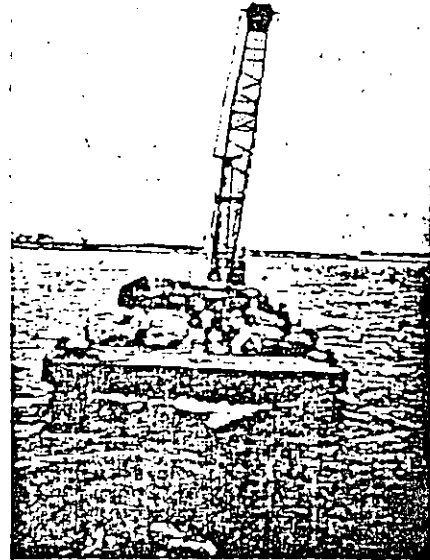


Foto No. 13, el chalán es remolcado a temprana hora a su posición correspondiente de acuerdo con el programa de tendido de las fajinas. Una vez bien anclado, gracias a sus cuatro malacates, se puede desplazar sin necesidad del remolcador.

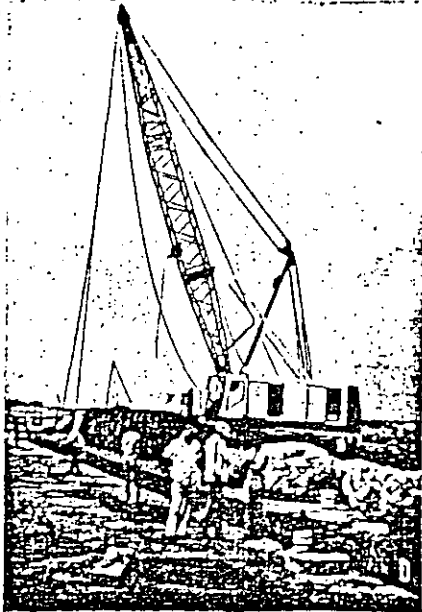
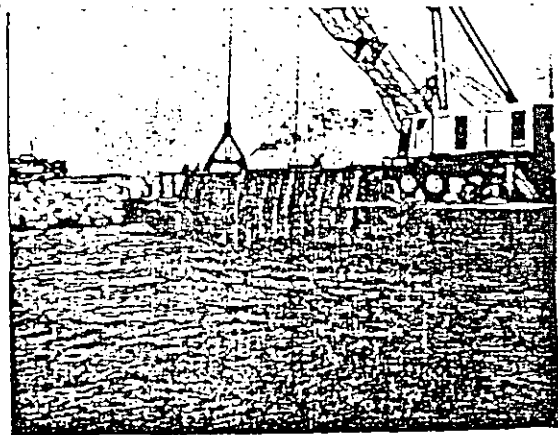


Foto No. 12, vista general del chalán con una fajina (Geored-Geotextil de 15 x 60 m) lista aparecen en la foto el Ing. Ricardo Palacios Molinet y el Ing. Enri que Guzman, de la empresa contratista con uno de los operadores del chalán.



La fajina prácticamente ya ha sido desenrollada e instalada adecuadamente en el fondo del mar en el trazo previsto en el diseño de la escollera. Esta operación requiere de aprox. 3 horas y es supervisada de manera periódica por los



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE. COLIMA, COLIMA

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA  
CIVIL DE GEOTEXTILES, GEOREDES, GEOMEMBRANAS-  
E HIDROSEMBRADO

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

9 DE OCTUBRE 1984



MEXICO, D.F.

12 DE AGOSTO 1981

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA CIVIL DE: GEOTEXILES, GEOREDES,  
GEOMEMBRANAS E HIDROSEMBRADO

1.- INTRODUCCION.

Con los últimos adelantos en la tecnología de materiales, muchos sistemas y métodos de construcción han podido aprovecharlos utilizando elementos fabricados con polímeros logrando en muchos casos útiles y racionales combinaciones de materiales plásticos con textiles, empleando al máximo los recursos disponibles en la zona de los trabajos tanto naturales como humanos.

Desde hace cerca de 11 años, Ingenieros Mexicanos han desarrollado y aplicado con éxito sistemas patentados para confinar hidráulicamente arena en contenedores textiles, cimbras flexibles de membranas impermeables para fabricar bajo el agua enormes bloques de concreto: tejido doble con tensores para revestir ríos y canales sin necesidad de que estén secos. Estas tecnologías se utilizan en la actualidad en México y prácticamente todo el mundo: en Kuwait, en el Golfo Árabe, en el Canal de Suez, en Africa del Norte, en Africa Occidental; en Brasil, Perú, Colombia, Venezuela, Curazao, Centro América y el Caribe; en EE.UU., en la Costa del Golfo de México, la Atlántica y la del Pacífico, incluyendo importantes trabajos en Alaska, en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Ártico.

El uso de los Geotextiles en México, ha sido estudiado desde 1971; el M. en I. Jesús Alberro del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. concluyó en su estudio: "De los Geotextiles analizados los más eficientes eran los fabricados 100% de poliéster, y recomendó que de querer utilizar los fabricados en México se debería mejorarles sus características físicas y mecánicas; también indicó que los Geotextiles "no tejidos" de poliéster tienen mejores características y ofrecen mayor uniformidad en el trabajo en ambos sentidos respecto a las muestras tejidas con las que se compararon".

Las aplicaciones de Geotextiles en México en los últimos 3 años se han realizado en poco más de media docena de proyectos en los que se ha utilizado un Geotextil de importación fabricado en EE.UU. a base de filamentos de polipropileno termofijados.

Respecto a las Georedes, han tenido un sinnúmero de aplicaciones en Inolaterra, Europa y en el extremo oriente, principalmente en el Japón. En México, apenas se están efectuando las pruebas iniciales, con la SAHOP y con PEMEX.

El Hidrosembrado es un procedimiento muy utilizado en EE.UU., y otros países, sin embargo, hace pocos años especialistas mexicanos y brasileños desarrollaron importantes mejoras en el sistema empleando bacterias y adecuando el aglutinante de índices de germinación y reducir drásticamente la necesidad de riegos periódicos. Se recomienda para la protección de taludes de cortes y terraplenes, restituyendo la ecología afectada por la obra pública construida.

## 2.- GEOTEXTILES.

En general, se puede decir que se han aplicado intensamente en la Industria de la Construcción en los últimos años, actuando como: cimbras, contenedores, moldes a los que se les inyecta mezclas fraguables o no que permanecen en su interior, constituyendo elementos de construcción en obras fluviales, hidráulicas y marítimas y, como ya se mencionó, las experiencias mexicanas han sido adoptadas y se emplean continuamente por los Ingenieros de otros países. Cabe señalar que la investigación y desarrollo ha continuado y constantemente se logran mejoras que incrementan la eficiencia, disminuyen los costos sin perder el concepto original de sencillez que permite construcciones rápidas y de manera muy práctica y lógica.

Ante el reto de resolver un proyecto especialmente complicado a mediados de 1980 los investigadores mexicanos, tuvieron que revisar a nivel mundial materiales y métodos más avanzados. Se trata de construir islas artificiales para plataformas de perforación petrolera en uno de los lugares donde las condiciones de las operaciones en el verano son cerca de 70 días, todavía reducidos a menos, por las tormentas, y el efecto del empuje de los hielos, el resto del año. Algo verdaderamente difícil y complicado.

De allí, surgieron en México nuevas soluciones que aplican racionalmente las Georedes plásticas y los Geotextiles para utilizar los materiales disponibles en zonas cercanas (Gravillas pequeñas empacada en arcilla roja).

Una empresa mexicana en Puebla manufacturó Geotextiles de poliéster reforzado con polipropileno tejido que pasó las pruebas y especificaciones de la EXXON, en Houston, Tex. Con ello hace tan sólo unas semanas, surgió la idea de mejorar aún los Geotextiles manufacturados en México, dándoles un refuerzo que mejorará sus características, lo cual se logró utilizando una Geored de polietileno de alta densidad con sus moléculas orientadas térmicamente.

Este nuevo Geotextil FIJASO1 325 tiene un gran número de ventajas respecto a otros productos ya que en principio puede ajustarse, aumentar su refuerzo, adecuarse según las condiciones de diseño del proyecto, ofreciendo ilimitadas posibilidades en la fabricación y en las aplicaciones.

En general, se puede decir que los Geotextiles actúan como elementos: separadores, filtrantes y, en algunos casos, de refuerzo.

## 3.- GEOREDES.

Las Georedes que también se fabrican en México, según un proceso especial patentado de origen inglés, Netlon, se elaboran mediante extrusión axial rotativa de polietileno de alta densidad en una muy amplia gama de formas y aberturas.

Tienen útiles aplicaciones en la construcción de carreteras y pistas de aeropuertos, distribuyendo cargas, evitando deformaciones. Se utiliza para estabilizar terraplenes, reforzamiento de suelos, protección de taludes, control de erosión y protección de costas.

También se utiliza como Eolipantalla, Captador Sumergido de Sedimentos, - Cubiertas contra el Sol, Redes anti-animales, jaulas, bardas y corrales, redes y trampas para mariscos y peces, bolsas de embalaje, protección industrial, -- etc...

Las Georedes Redlon permiten el refuerzo efectivo de subrasante con bajo valor de soporte al distribuir las cargas, absorbiéndolas gracias a su alta resistencia tensional, minimizando los asentamientos del conjunto y evitando las fallas por esfuerzo cortante en forma de cono truncado.

Su efecto favorable se debe a que confinan los granos del terraplén y el estrato subyacente, al lograrse un anclaje mecánico real entre la Geored-Agregado y condiciones de frontera, la acción de la Geored como refuerzo local, todo lo cual ofrece inegables atractivos para muchas obras públicas.

Cuando se ha definido un valor generalmente aceptable de la relación de - esfuerzos entre la carga vertical y la resistencia (a veces no consolidada y no drenada) del suelo, se puede determinar el espesor necesario de material pétreo, estableciendo los límites de deformación de la superficie de rodamiento y las pruebas en curso nos permitirán muy pronto conocer los índices en que mejora esa relación de esfuerzos al utilizar los diversos modelos de la Geored - Redlon, se espera con esos resultados tener los elementos necesarios para poder mejorar los diseños con muy importantes ahorros en tiempo, material pétreo y en especial en costos.

#### 4.- GEO-MEMBRANAS.

Se consideran aquellas que tienen características de impermeabilidad ya - sean tejidos impregnados, laminados o películas extruidas con y sin refuerzo.

Tienen también un amplio campo de aplicación en proyectos de ingeniería - como recubrimiento de lagos, estanques, canales, depósitos, etc... Para estructuras de protección, contra la lluvia, construcciones provisionales en los llamados drenes de aleta (Fin Drain), etc...

En estos materiales se deben considerar las dimensiones de fabricación, - ya que los empalmes y traslapes deben hacerse con bastante cuidado.

#### 5.- HIDROSEMBRADO.

La técnica de aplicar hidráulicamente semillas y fertilizantes para revertir y proteger taludes requiere previamente de una adecuada planeación y estudio para cada aplicación, ya que deben identificarse los problemas, según el tipo de suelo, orientación, pendiente, etc...

La adecuada preparación del terreno y la formulación correcta de fertilizantes, diversos tipos de semillas (gramíneas, leguminosas) elementos activadores, etc... son fundamentales para lograr los objetivos en el tiempo deseado.

Inmediatamente después del hidrosembrado se procede a la aplicación de una cubierta de material orgánico con un elemento aglutinante.

La función de esa cubierta protectora es múltiple, favoreciendo la formación de un cultivo de bacterias, protegiendo las semillas de los rayos ultravioleta y de los pájaros, sobre todo captando y conservando la humedad, con lo cual se elimina la necesidad de riegos continuos; con todo lo anterior, es posible garantizar elevados índices de germinación.

Cabe señalar que a pesar de que en México prácticamente no se ha aplicado este sistema, se debe tener conciencia de que casi en el 50% de los taludes de cortes y terraplenes de nuestras carreteras en construcción se tienen problemas de erosión y deslaves.

Los métodos de implantación manual, trasplante de "tepales" (pásto alfombra) y otros más se han usado por años, pero creemos que es tiempo de analizar las ventajas en rapidez, eficiencia y costo que ofrece una nueva alternativa.

## 6.- CONCLUSIONES.

Existen varios sistemas de cimbras textiles desarrollados en México que han probado su efectividad ampliamente en el mundo y que permiten construir obras de defensa en ríos, puentes y playas, utilizando racionalmente al máximo los materiales locales y dando empleo al personal de la región capacitándolos, durante los mismos trabajos.

Los Geotextiles son elementos comúnmente aplicados con éxito en muchos países, en México se están aplicando hace pocos años unos que son de importación, creemos que es el momento de darle oportunidad al producto fabricado en nuestro país y que además ofrece muchas otras ventajas adicionales.

Las Georedes plásticas se empiezan a conocer y con las experiencias satisfactorias de otros países y las pruebas ahora en curso será posible encontrar un sinnúmero de aplicaciones que resuelvan problemas de acceso al lugar de trabajo en zonas pantanosas, ahorro en terraplenes sobre suelos suaves, fabricación de elementos alambroca (Gabiones Redlon) cilíndricos o convencionales, sin problemas de corrosión, abrasión ni desgaste. Muros ligeros para contención de "suelo reforzado", mejores diseños de pavimentos, sobrecarpetas, drenes convencionales, de aleta, "lavaderos" de caminos a base de un enorme Alambroca o super Gabion Redlon, etc...

Las Geo-Membranas han tenido unas ciertas aplicaciones con película simple de polietileno pero sus posibilidades de empleo son más amplias cuando las Geo-Membranas son a base de combinar materiales y se logra la impermeabilidad con elementos de refuerzo.

El hidrosembado con cubierta orgánica protectora deberá tener un gran futuro en México, ya que además de lograr un control de la erosión se restituye la ecología que se afecta al construir obras públicas, lo cual tiene una importancia fundamental para las generaciones futuras.

5.

Se ha presentado una amplia gama de métodos, sistemas y materiales diversos, los cuales conjuntamente o separadamente si se analizan con una mentalidad positiva y espíritu constructivo, ingenieros con los conocimientos y la experiencia que indudablemente tienen sabrán aprovecharlos y lograr resolver problemas actuales y futuros con soluciones más racionales, rápidas y económicas, logrando al mismo tiempo aportar nuevos conceptos para la Ingeniería Civil de Obras Públicas.

ING. MAURICIO PORRAZ  
PRESIDENTE  
CONTROL DE EROSION, S. A.  
Bld. Adolfo López Mateos 1384 - 1er. Piso  
Mixcoac, México 19, D.F.  
Tels.- 598-0111  
598-0127

5/A



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA.

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA.

AVANCES EN LA TECNOLOGIA

9 DE OCTUBRE 1984.

## II CONGRESO LATINOAMERICANO DE CONSULTORIA

12 - 16 de Julio México D. F.

FELAC - AMEC

## TEMA I

## DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA

" AVANCES EN LA TECNOLOGÍA "

## TITULO:

" EMPLEO DE GEOREDES PLASTICAS Y GEOTEXILES EN DIVERSOS  
PROYECTOS Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA CIVIL "

Ing. Mauricio Porraz J. L. \*

Ing. Héctor Meuregh \*\*

Ing. Eduardo Porta

\* Presidente Control de Erosión S. A .  
Apartado Postal 60549  
México 18, D. F.\*\* Gerente Mercado  
REDLON  
T. F. México\*\*\* Gerente General  
Porta Felt.  
México.

El uso de Geotextiles en Obras de Ingenierfa Civil en los Estados Unidos se ha incrementado en los últimos años a un ritmo entre 30 y 40% anualmente y se espera que continúe así. En 1979 se vendieron y colocaron cerca de 50 millones de metros cuadrados de productos textiles representando 9 millones de Kilos de fibras y tejidos. Las Geo-mallas plásticas han tenido un desarrollo impresionante en Japón y grandes aplicaciones en Europa durante los pasados 8 años.

En Latinoamerica su empleo ha sido en menor escala, sin embargo consideramos que en un futuro próximo deberá incrementarse notablemente.

Los Ingenieros Consultores somos unos individuos poco comunes " No creemos nada de lo que está escrito en un folleto de un fabricante a menos que se encuentre soportado por un detallado reporte técnico" igualmente " Nos preocupamos por no tener una fórmula en la cual substituir las variables con la información existente" éstos entre otros pueden ser unos factores que pudieran restringir el uso de las Georedes plásticas y los Geotextiles.

1.- Georedes Plásticas.

El Dr. Brian Mercer Ingeniero Textil Inglés desarrolló un proceso de extrucción NETLON para producir mallas de Polietileno de alta densidad las cuales tienen infinidad de aplicaciones algunas de las cuales están dentro del Campo de Ingeniería Civil. Hace unas cuantas semanas en México se empezaron a fabricar Georedes bajo el sistema Netlon, por primera vez en nuestro Continente.

Al compactar un suelo sobre una superficie Geored, esta se traba con el material del suelo, en su lugar con lo cual no puede torcerse ni moverse. Siendo bastante rígida absorben más facilmente las cargas dinámicas, evitando asentamientos gracias al anclaje mecánico obtenido con el suelo mismo.

El nuevo Aeropuerto de Tokyo " Narita " se construyó en terrenos que fueron arrozales; reforzando el suelo con Georedes se pudo lograr una mejor distribución de las cargas.

En caminos de acceso temporales ó permanentes construídos en terrenos pantanosos es común los atascamientos de los caminos; los que pueden ser evitados instalando una Geored cubierta de material Granular.

*(4) Georedes 20.000*

*(8) Toluca  
(9) Camino  
(21) 5.000 m<sup>2</sup> para  
carreteras  
(18) Camino*



En cimentaciones en zonas donde el suelo es heterogéneo y se esperan asentamientos diferenciales se puede resolver el problema desenrollando geored la cual gracias a su rigidez tensional y al amarre mecánico con el suelo da mucho mayor soporte, mejor apoyo y reduciendo cualquier eventual deformación diferencial del terreno.

Las Georedes pueden jugar un papel muy importante en Terraplenes minimizando la necesidad de préstamos permitiendo trabajar en climas lluviosos, aumentando la pendiente de los taludes, al reforzar el suelo y dando el apoyo necesario en la base, con los adecuados sistemas de drenaje para reducir la humedad en el suelo. En un trabajo presentado en 1979 en EE.UU. por los Ingenieros de los Ferrocarriles Estatales del Japón indicaron que el uso de Georedes en us Terraplenes no solo les facilitó el procedimiento de construcción, mejoró los índices de estabilidad, redujo los volúmenes de Terracerías y también además aumentó la resistencia respecto al efecto de Temblores y Terremotos.

Con los avances en la Tecnología de Materiales, ahora es posible contar con georedes en que sus moléculas han sido orientadas dinámica y termicamente pudiendo alcanzar resistencias a la Tensión de hasta 8 Ton por metro de geored (TENSAR-SRI) con lo cual el horizonte de aplicaciones se extiende de manera impresionante.

El construir muros ó paredes verticales con refuerzos de Geored-Tensar dentro del relleno es una muy interesante aplicación al reforzar el suelo, de relleno.

Igualmente al construir Terraplenes sobre terrenos pantanosos, que al aumentar su dimensión actuaban como una cuña, incrustándose y provocando un buffamiento del suelo suave.

Utilizando una plataforma rígida de apoyo se consigue un diseño estable con un índice de asentamiento regular est se logra con una Colchoneta de Cimentación fabricada con Geored-Tensar.

Para reparar deslizamientos de tierra en taludes la Geored puede funcionar como un gigantesco gabión de malla plástica que una vez lleno de material granular se cierra la geored asegurándolo.

Este método también puede utilizarse en carreteras para substituir Vertederos, y otro tipo de Obras de Arte.

27 Fabrica  
29 ✓  
30 Vertederos  
31 Accesorios

35 Sección Jap.  
39 Sección Jap.

33 Cimentación  
40

41 Sección Jap.  
51 Cimentación  
75  
77  
78  
842

82 Fabricación  
85 Reparación

79 ✓

La Geored plástica por su flexibilidad puede ofrecer una solución para reducir deslaves y retener rocas sueltas en acantilados.

Para proteger Taludes contra la erosión existen una variedad de Georedes desde las ligeras para adherencia con el pasto y la vegetación hasta las redes pesadas de las ya mencionadas gabiones llenados "in-situ" además de las tuberías plásticas NETLON para Drenaje para estabilizar las pendientes donde la subpresión origina problemas.

Los Tubos Netlon son muy prácticos para fabricar Drenes-laminares ó de aleta con los cuales es posible bajar el nivel freático para estabilizar sitios de construcción. También se usan para sellar la presión de poro a través del terreno y de las más interesantes drenaje en la parte posterior de muros sólidos de mampostería ó concreto. Facilísimo de instalar con una simple Zanjadora angosta, dos hombres pueden instalar más de 200 m de dren-laminar por día.

Los Gabiones de geored compiten con ventajas respecto a los fabricados de acero. El Polietileno de alta densidad son anticorrosivos con una muy alta resistencia a la abrasión, son más ligeros, fáciles de transportar y de erigir, siendo más flexibles se acomodan mejor al Terreno. La abertura de la malla puede ajustarse a la granulometría de relleno a utilizar.

Los Gabiones de Geored plástica tubulares son sumamente rápidos y fáciles de llevar, manual ó mecánicamente.

Las Georedes Netlon se han utilizado mucho con éxito para proteger, el pie de los taludes en rios y canales.

Las Georedes pueden utilizarse también como cercas de nieve ó de arena para estabilizar dunas y como barreras antideslumbrante ó de limitación de grandes aplicaciones en áreas de Aeropuerto ya que no interfieren en el radar.

II.- Los Geotextiles.- También se refieren a una gran familia de productos en telas no tejidas que actúan como separadores.

Una de las mayores causas de degradación de las Carreteras Norteamericana es que el material de apoyo pasa a través de la base y la subbase contaminándolas. El Departamento Federal de Carreteras está investigando cómo actúan los Geotextiles y cómo pueden mejorar las características y funcionamiento en los caminos gracias a su función de separación.

Handwritten notes and diagrams on the right side of the page:

- Top right: A circled number "71" and some scribbles.
- Middle right: The text "Drenes" and "copias" with a box containing the number "21".
- Below that: A small diagram of a pipe or tube with a box containing the number "5".
- Further down: A series of boxes containing numbers: "6", "14", "18", "19", "21", "25", "31", "36", "37", "40", "53", "19", "70".

Respecto a los Tejidos, en 1975 en el Proyecto Delta en Holanda se utilizaron Geotextiles Tejidos; posteriormente el cuerpo de Ingenieros del Ejército Americano los han utilizado en numerosas obras Costeras.

En el Mar del Norte casi el 50% plataformas petroleras están protegidas contra la socavación y corrientes de fondo con Geotextiles Tejidos.

Respecto a los Materiales estos pueden ser; Poliester, Nylon, Polietileno, Polipropileno entre otros. Entre los no tejidos los geotextiles pueden ser simplemente pegados, ó ligados con picado de aguja, etc... En los Tejidos puede ser plano con diseño modificado. En el tejido pueden usarse monofilamentos, multifilamentos y fibras texturizadas.

Existen también Geotextiles a base de membranas impermeables para muy diversas aplicaciones, que son telas laminadas y reforzadas para almacenar productos, líquidos, impermeabilizar y proteger construcciones etc... etc...

En general para concluir el campo de aplicación de las Georedes Plásticas y los Geotextiles en muchos casos es complementando y se pueden aplicar conjunta ó separadamente.

Lo importante es saber que éstos productos son resultado de avances Tecnológicos, conocer que ya todos ellos se producen en México a precios accesibles y con una calidad garantizada y que el recomendar su empleo ó señalarlos como una alternativa posible en un proyecto representará un diseño de Ingeniería más moderno y apegado la realidad de nuestro tiempo.

Junio 1981.



Foto No. 1

La Geored siendo desenrollada sobre arillas suaves para permitir acceso.



Foto No. 2

La Geored colocada logra una distribución de las cargas dinámicas y logra un anclaje mecánico con el material granular de recubrimiento.

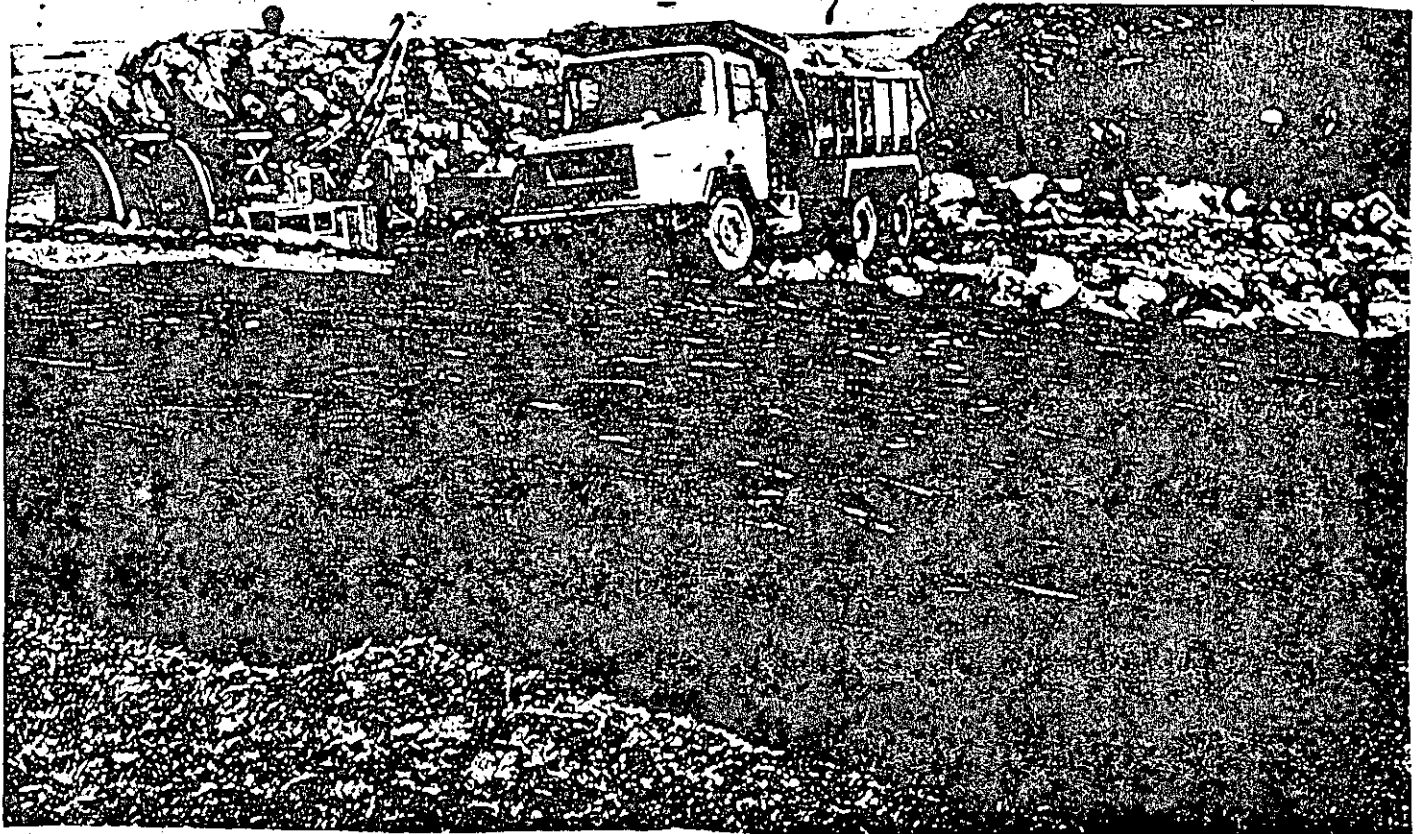


Foto No. 5

Construcción de una base firme de Apoyo sobre una zona pantanosa en Sullum Voe al Norte de Escocia.

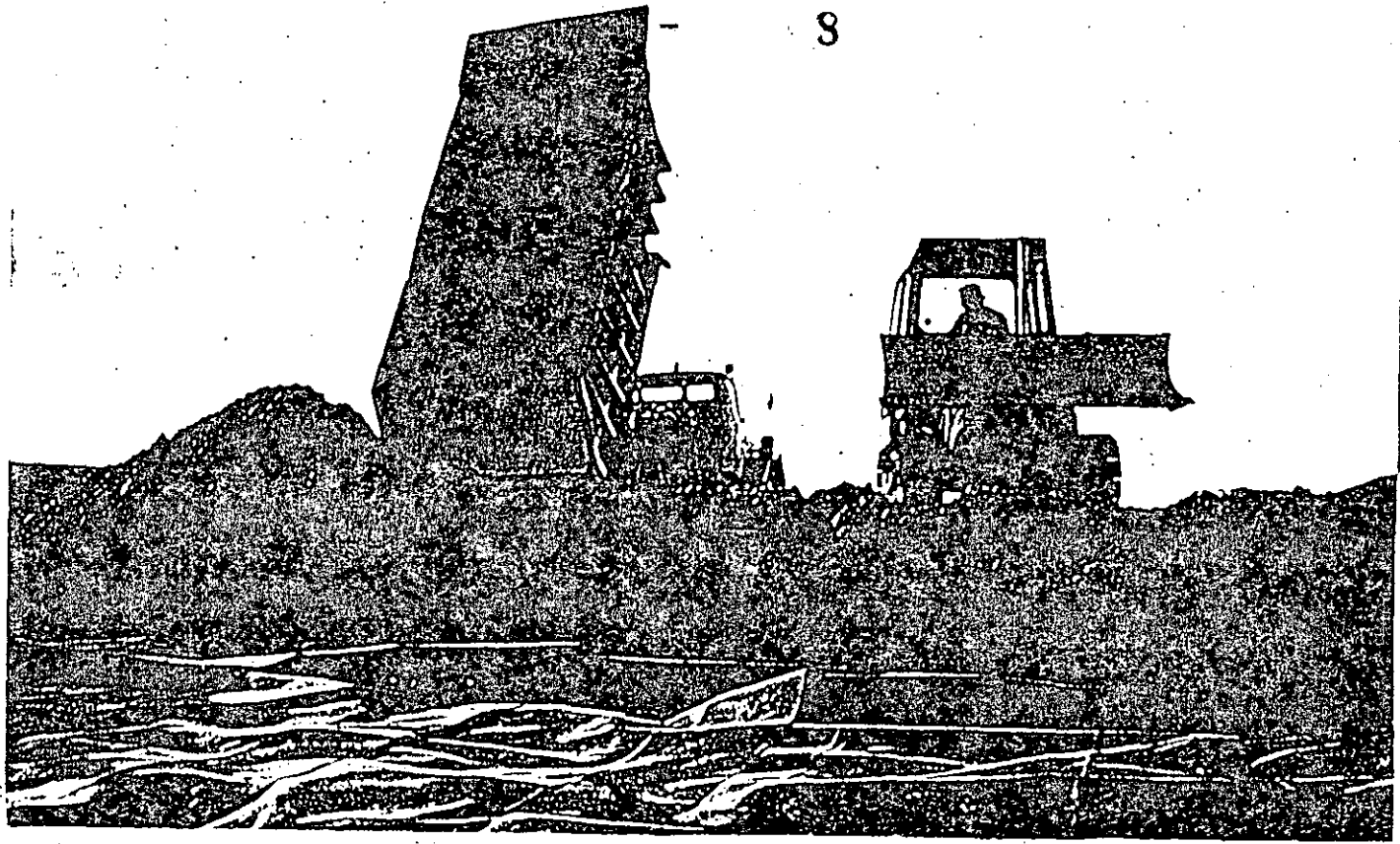


Foto No. 6

Protección de Taludes de un Canal con Geored después de la instalación.

Foto No. 7

El mismo sitio 3 meses después.



8

Foto No. 3

Construcción de Terraplenes sobre suelo muy comprensible utilizando Geored como refuerzo del Terreno de relleno.

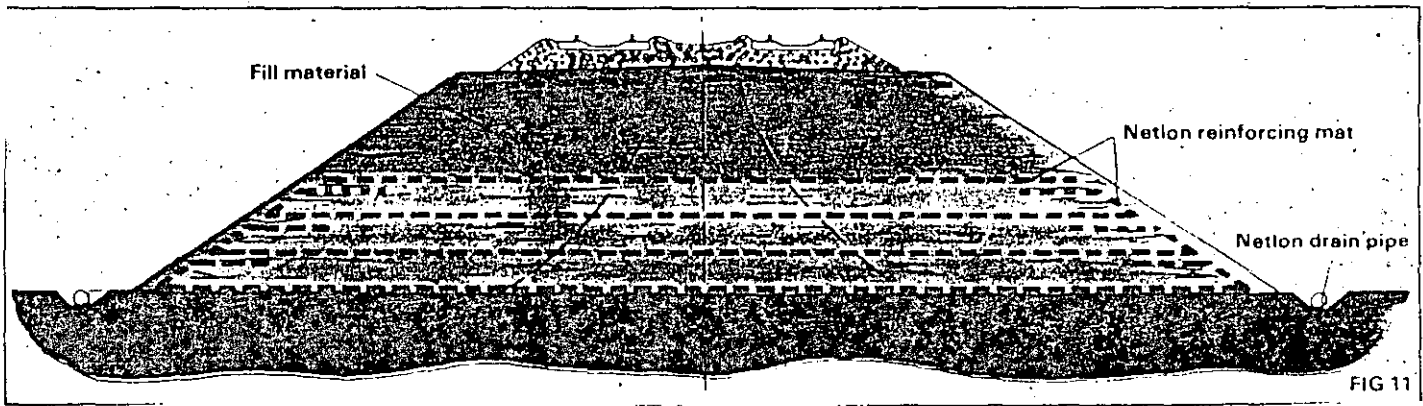


Foto No. 4

Sección Transversal de un Terraplén probado satisfactoriamente por los Ferrocarriles Nacionales del Japón.

# Geored Aedlon®

hecho en México con licencia

**NETLON**®

Netlon Ltd England



tubos flexibles s.a. de c.v.

boulevard toluca 40 - naucalpan, edo. de méxico - tel. 576 56 22 • telex 017 22 06 effime  
av. ciencia 11 cuauhtitlán tel. (91-591) 2 09 44, 2 07 93 y 2 08 82 telax. 017 73 856 ifirpa



Una cimentación estable es el punto de partida en el diseño de cualquier estructura, y la solución óptima, constructiva y económica, depende de las características del suelo y su capacidad para soportar el tipo de carga requerida.

El problema principal es la penetración del material de base en el suelo blando. La capacidad de carga de la carretera, disminuye notablemente y, a falta de un mantenimiento que resultaría tardado y costoso, el deterioro continúa y tarde o temprano se produce la falla.

Son bien conocidos los métodos de compactación, drenes adecuados y estabilización química para aumen-

tar la capacidad de carga del suelo. Últimamente, se ha dirigido la atención hacia el confinamiento del terreno por medio de membranas estructurales.

Esta idea no es nueva, durante siglos se han venido usando mallas de varas entrelazadas y se ha comprobado su eficacia en cimentación sobre una gran variedad de suelos.

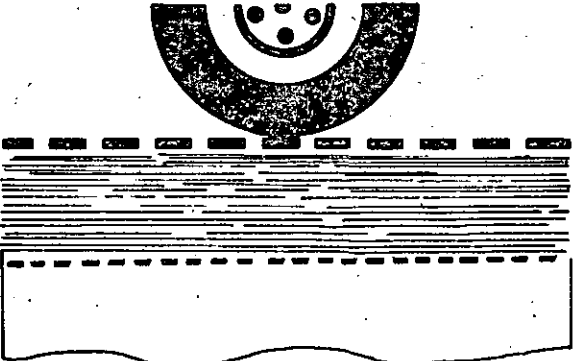
La Geored de refuerzo y contención de terreno Redlon® desempeña una función similar proporcionando una cimentación estable cuya aplicación tiene muchas ventajas.

B) Distribuye la carga uniformemente gracias a su escasa flexibilidad, reduciendo los hundimientos diferenciales.

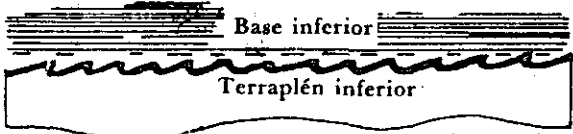
C) Incrementa la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, en virtud que su alta resistencia a la tensión se desarrolla por la fricción que opone la geored al deslizamiento debido a la forma de su sección transversal.

A) Previene la pérdida del material de base en el suelo natural.

D) Permite una disipación más rápida de la presión de poro.

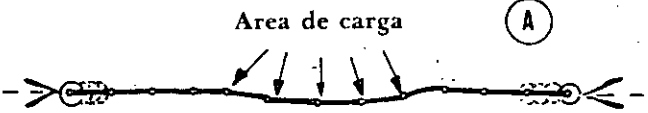


**FIG. 1** Refuerzo para controlar suelos en construcción de caminos o pistas de aeropuertos y en avenidas de tráfico intenso.



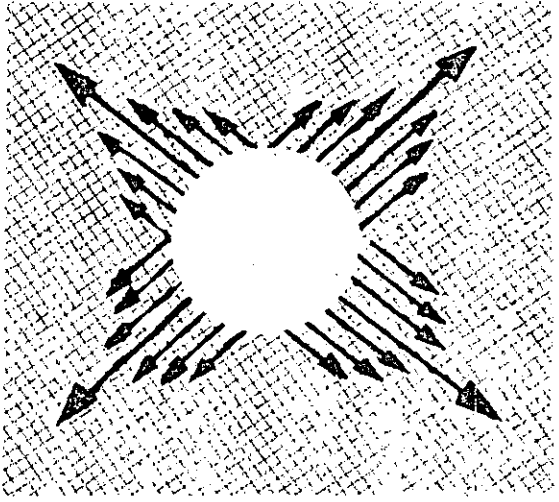
Base inferior  
Terraplén inferior

Amplificación de un corte transversal de la Geored de refuerzo.



Area de carga (A)

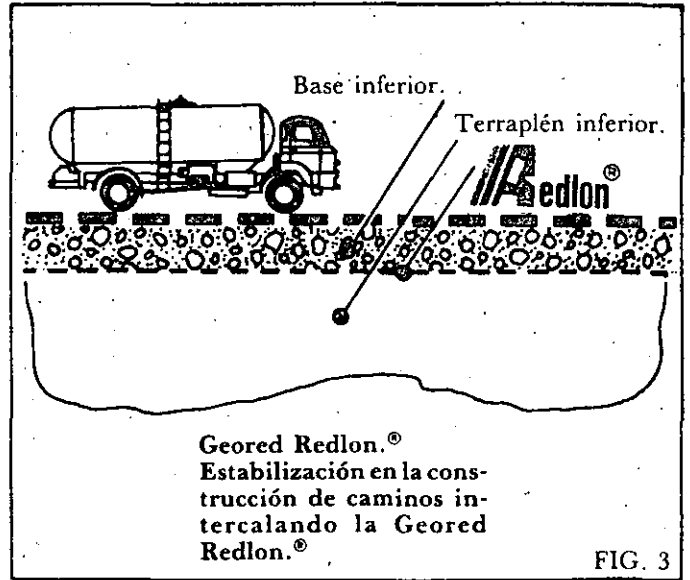
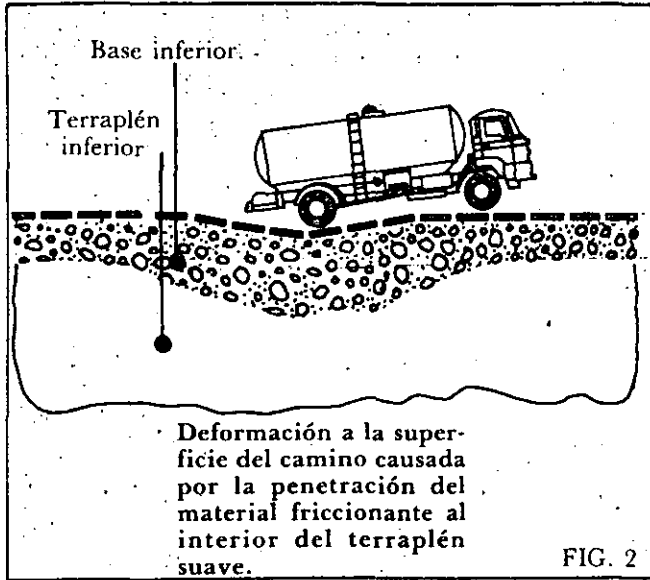
La resistencia a la tensión se desarrolla totalmente debido a la fricción que opone la geored al deslizamiento por la forma de su sección transversal.



(B)

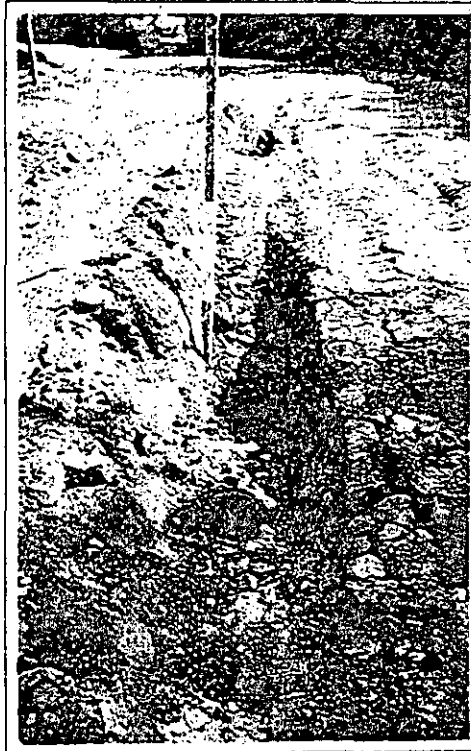
La Geored Redlon® proporciona un control multidireccional al hundimiento asegurando una distribución uniforme de la carga minimizando asentamientos diferenciales.





La penetración del material de la base en el suelo suave de la cimentación afecta seriamente la capacidad de carga y la geometría del camino, provocando un alto costo de mantenimiento y llegando en algunos casos a la falla (Fig. 2). Las fotografías de abajo ilustran el tipo de falla indicada que ocurrió a pesar del empleo de un geotexte.

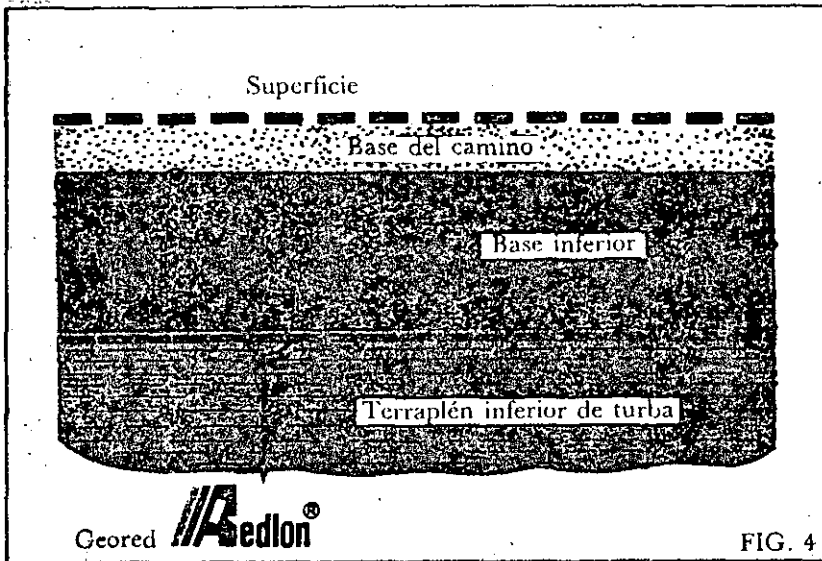
El empleo de una Geored Redlon® entre la base y el suelo de cimentación previene la penetración de la base y aumenta la capacidad de carga. Esto permite la reducción del espesor de la base.



**Redlon®**



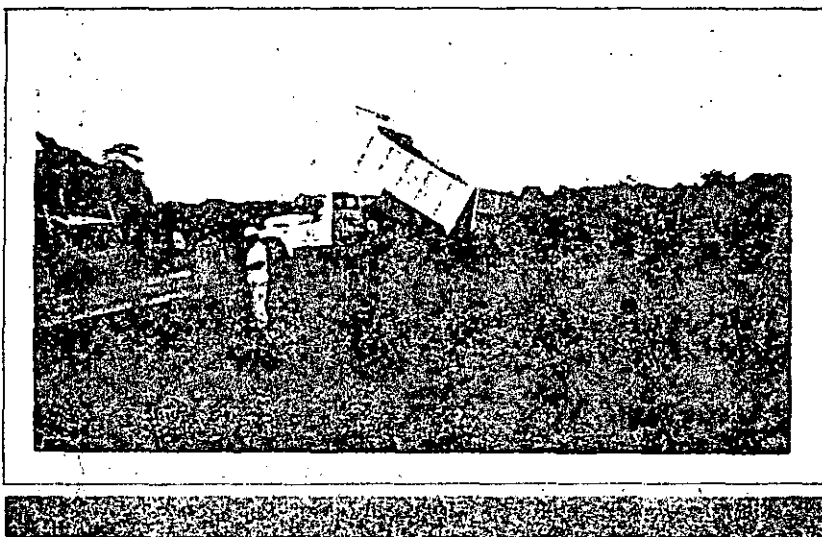
tubos flexibles s.a. de c.v.



La Geored Redlon® para controlar del suelo resulta particularmente efectiva para lograr adecuada cimentación sobre terrenos pantanosos y de turba. Puede colocarse directamente sobre el terraplén inferior sin preparación alguna de la superficie. Por su estructura, La Geored Redlon se fija al suelo evitando se formen surcos y la construcción del camino puede iniciarse de inmediato (ver Fig. 4).



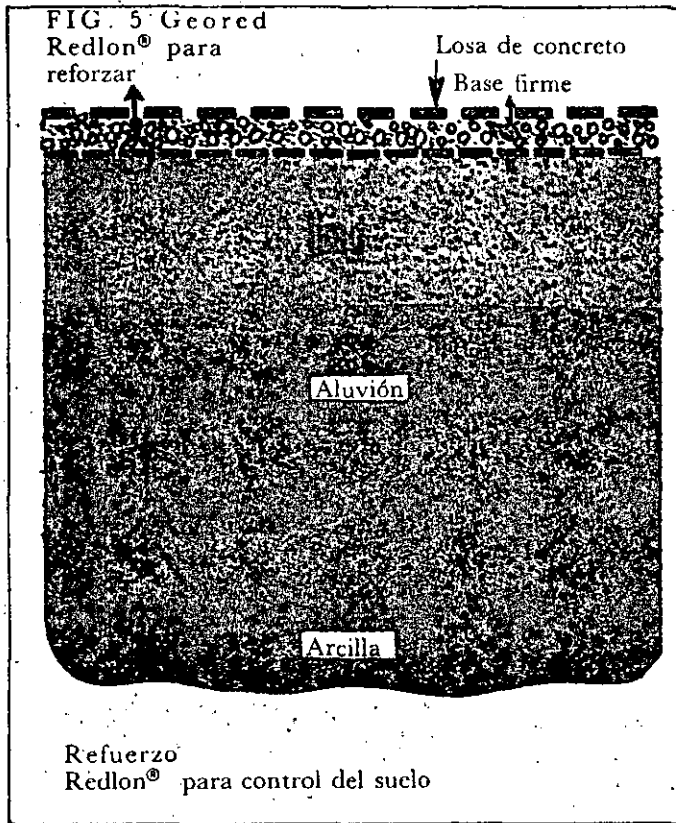
Colocación de la Geored Redlon en la construcción de un camino permanente sobre un terreno de turba. La turba tiene una profundidad variable entre 2 a 4 metros con contenidos de agua, en algunos casos, correspondientes al límite líquido.



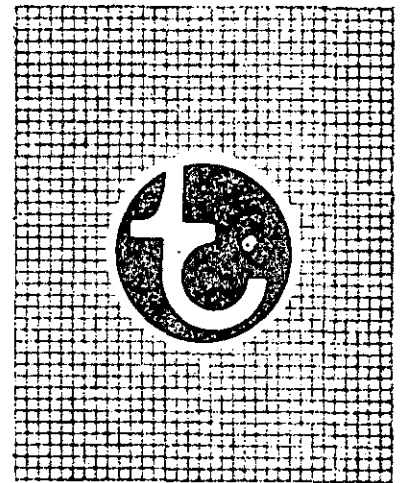
El empleo de la Geored Redlon® en la construcción de caminos para cargas grandes y en caminos de acceso con pendientes pronunciadas.



# Cimentación para fábricas

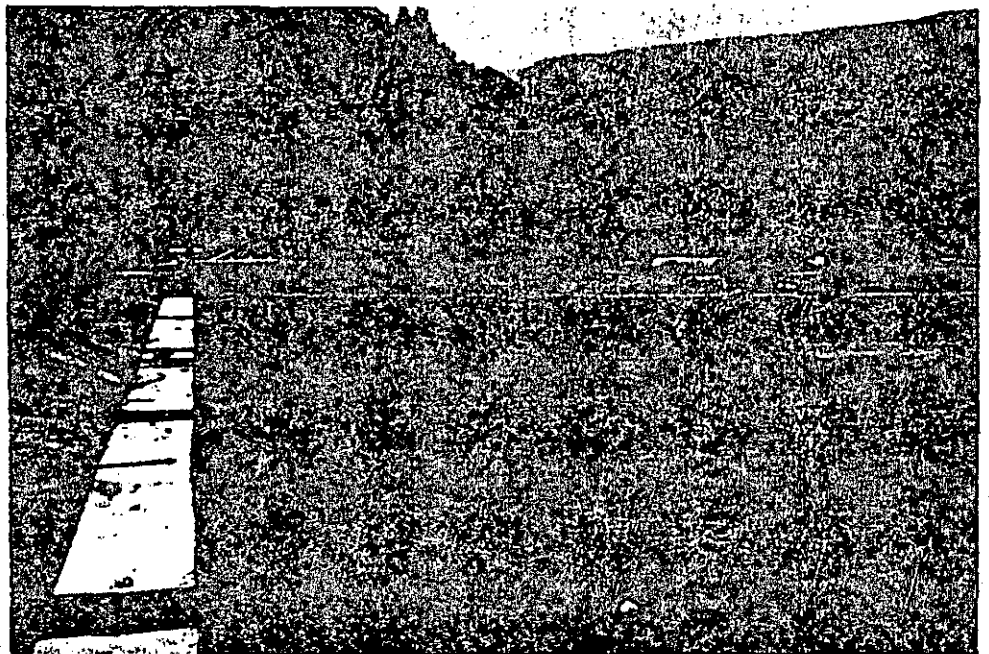


La Geored Redlon® ofrece un método efectivo y económico para mejorar la distribución de la carga sobre áreas que tengan que soportar grandes pesos en terrenos preparados. El diseño de la cimentación para grandes estructuras industriales se puede simplificar enormemente adoptando técnicas de refuerzo del suelo, para mejorar su capacidad para soportar cargas, evitando así la necesidad de emplear costosos sistemas de cimentación (ver Fig. 5).



Geored Redlon® en la construcción de cimentación para una fábrica sobre un terreno preparado.

Losas de concreto reforzado colocados sobre una base firme con refuerzo de Redlon®. Elimina asentamientos locales y mejora la distribución de cargas.



tubos flexibles s.a. de c.v.

La construcción de un terraplén elevado como base para caminos, vías de ferrocarril o para instalaciones industriales como un malecón o dique para proteger áreas contra posibles inundaciones tienen un factor en común: hacen falta grandes cantidades de material de relleno. Esto en sí puede plantear problemas respecto a la fuente, cantidad y calidad de los materiales que puedan obtenerse.

La explotación de bancos de préstamo y canteras para la obtención de los materiales en grandes cantidades, crean un problema por sí-mismos; por lo que es de desearse que las obras para crear un terraplén se mantengan al mínimo, tanto por motivos económicos como ambientales.

El diseño de un terraplén se hace de acuerdo al tipo de trabajo a que se someterá y adecuándolo a las propiedades mecánicas del material económicamente disponible y la capacidad de carga del suelo de la cimentación. Aunque existen diferentes criterios para calcular la pendiente de los taludes y alturas de los terraplenes, la falta de éstos generalmente se asume que ocurre a lo largo de superficies circulares.

Este tipo de falla provoca un bufamiento al pie del talud y un hundimiento de la corona (Fig. 6).

El diseño convencional de terraplenes estables de una altura dada, implica disminuir las pendientes de los taludes o emplear bermas, ambas acciones aumentan considerablemente el volumen de materiales, el tiempo de construcción y en ancho de la base del terraplén. Otros métodos tales como la mezcla de suelos y la estabilización química son costosos, dilatados y de difícil control.

Localizar material para relleno en la construcción de malecones o diques puede ser un problema y frecuentemente la única fuente de material disponible en cantidades económicas es tierra de propiedades muy variables. El ingeniero entonces se ve ante la necesidad de evaluar las opciones de mezclas al suelo, medios de estabilizar los suelos

o construir bermas o emplear taludes poco pronunciados.

El método de estabilizar terraple-

nes reforzándolos con tajinas (esteras de ranas entretejidas) colocadas en capas dentro de la construcción del terraplén es bien conocido, y durante la pasada década se han aplicado métodos similares empleando refuerzos de Geored Redlon® resistencia y buen anclaje mecánico.

Los refuerzos con Geored Redlon® dan solución práctica y permanente a los problemas de la estabilidad, permitiendo que se construyan terraplenes de corte sencillo y económico a las alturas requeridas. La malla se coloca horizontalmente en la base del terraplén y luego a diversas alturas al irse formando el terraplén, extendiéndose desde la cara de la pendiente lateral a todo el ancho transversal pasando el plano del deslizamiento calculado.

El refuerzo de Geored Redlon® añade una alta resistencia a la tensión a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Esta se desarrolla debido a la fricción entre el suelo y la geored (Fig. 8).

Las capas pueden ser continuas a todo lo ancho de la sección del terraplén o limitadas a un ancho que sobrepase el plano calculado de falla, según el análisis de estabilidad y situación de los planos de falla.

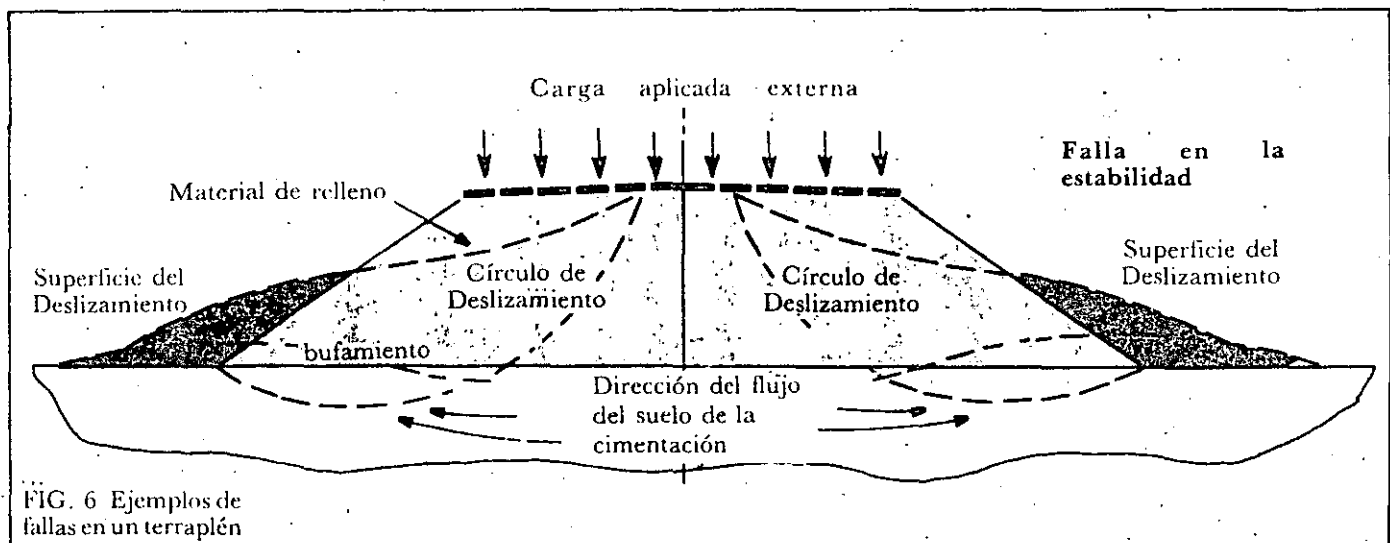


FIG. 6 Ejemplos de fallas en un terraplén

Redlon® permite contar con altos ángulos de pendientes laterales, reduciendo el volumen del terraplén y el área necesaria para tenderlo. Promueve una distribución uniforme de la carga y disipa más rápidamente la presión del agua por sus poros. Es de peso ligero, fácil de transportar y manejar así como de instalación sencilla y rápida.

Fig. 8

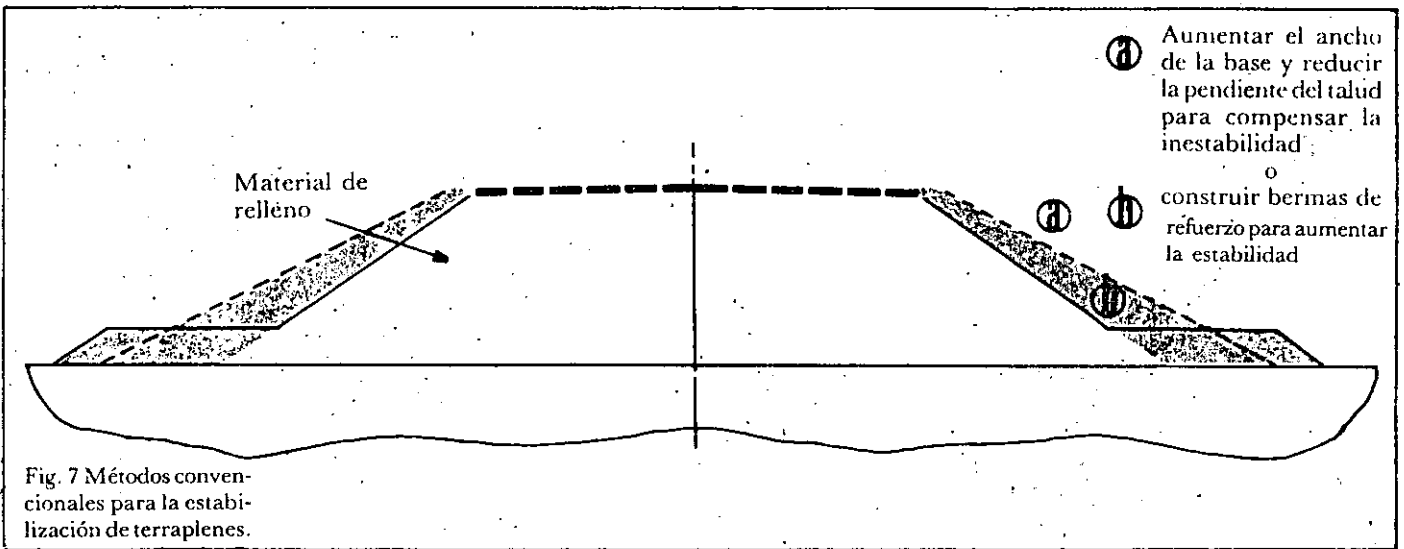
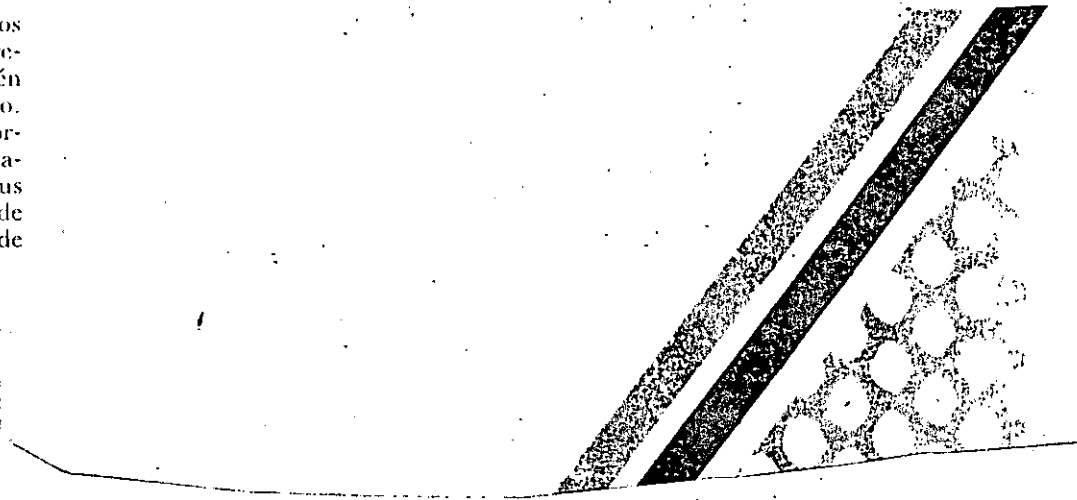


Fig. 7 Métodos convencionales para la estabilización de terraplenes.

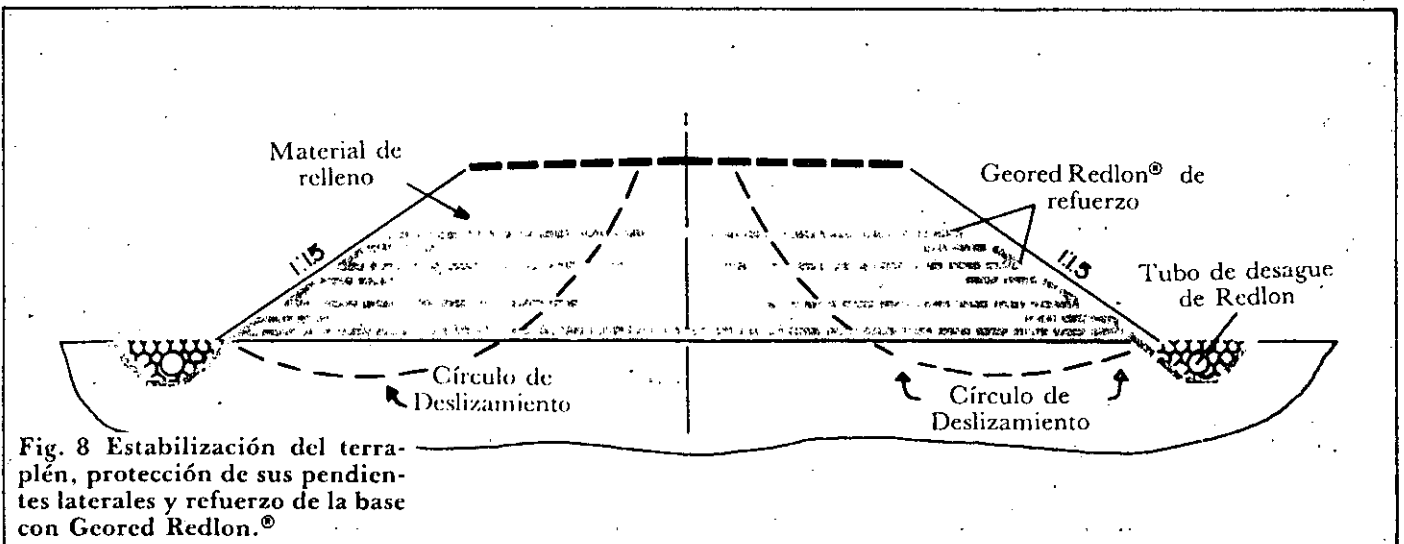


Fig. 8 Estabilización del terraplén, protección de sus pendientes laterales y refuerzo de la base con Geored Redlon®.

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

16

**NETLON**

PROJECT: THE CONSTRUCTION OF A BRICK FACED SOIL  
RETAINING WALL AT WHEELWRIGHT CLOSE  
LEEDS

DATE: SPRING '80

CLIENT: WEST YORKSHIRE METROPOLITAN C.C.

SPECIFIER: CLIENT

CONTRACTOR: DIRECT LABOUR

PRODUCT EMPLOYED: TENSAR SR2 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

After a brick built retaining wall had collapsed at Wheelwright Close, Lower Wortley, Leeds; The West Yorkshire Metropolitan County Council decided to replace it with a brick faced retaining wall reinforced with high tensile strength Tensar Geogrids. Designed by W.Y.M.C.C., it was felt that the reinforced wall as a concept, provided a highly competitive method of construction for walls up to 4m high compared with a conventional brick faced wall with counterfortes.

**DESIGN PHILOSOPHY**

The major prerequisites for the structure were that its appearance would blend in with that of the area and that it would provide the stability required for a turning head to be sited on top.

The simple and cost effective design utilised the high tensile properties of the Tensar Geogrids so that loads could be uniformly distributed, taking pressure off the vertical wall. The apertures within the grids also enabled the wall to be tied back into the soil mass, by cementing the grids into the brickwork (See Photograph 1).

/cont

## CONSTRUCTION

Prior to construction, approximately  $45\text{m}^3$  of soil was excavated to provide an area in which the reinforcing layers could be placed.

The design (See Photograph 2) called for a 215mm double skin, brick faced retaining wall 2.5m high, 9m wide; topped with a conventional brick wall 1.15m high.

Tensar SR2 grids (2.5 x 1.0m) were laid, full width, across every seventh brick course, with 40mm of a self compacting standard quarry crusher run, placed in between successive grids (See Photograph 3).

Weep pipes, at 3m centres, were set with porous blocks behind and at these points the polymer grids were simply cut to shape.

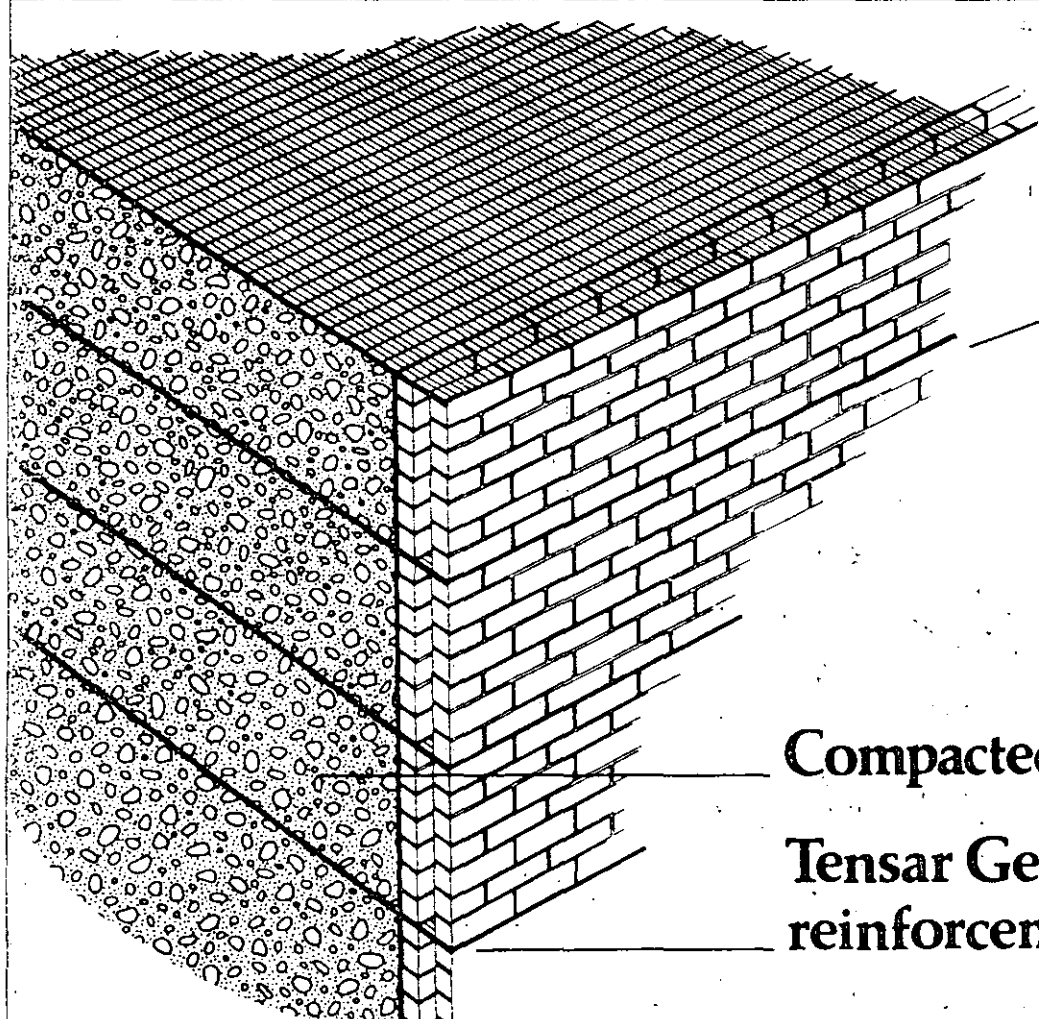
## OBSERVATIONS

1. The only skilled labour required to complete the construction was two bricklayers.
2. No overlapping of the grids was required.
3. The construction would have been equally successful with stone instead of bricks.

The completed wall (See Photograph 4) has been monitored over an 8 month period with no measurable movement.

The structure highlights a simple and innovative application for Tensar Geogrids which provides a relatively low cost solution to a recurring problem.

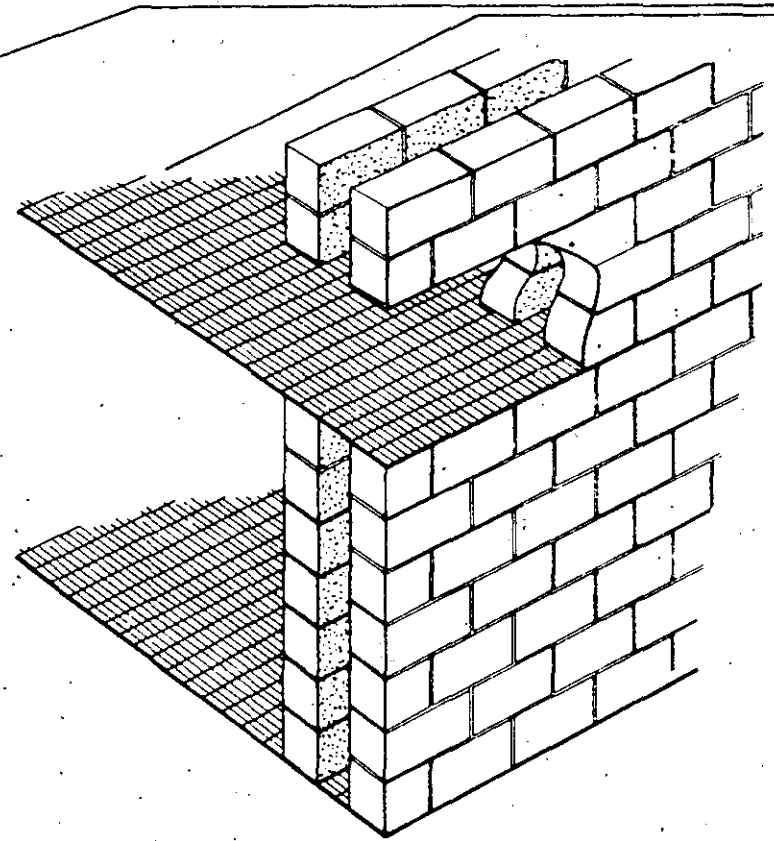
# Tensar brick faced reinforced oil retaining wall



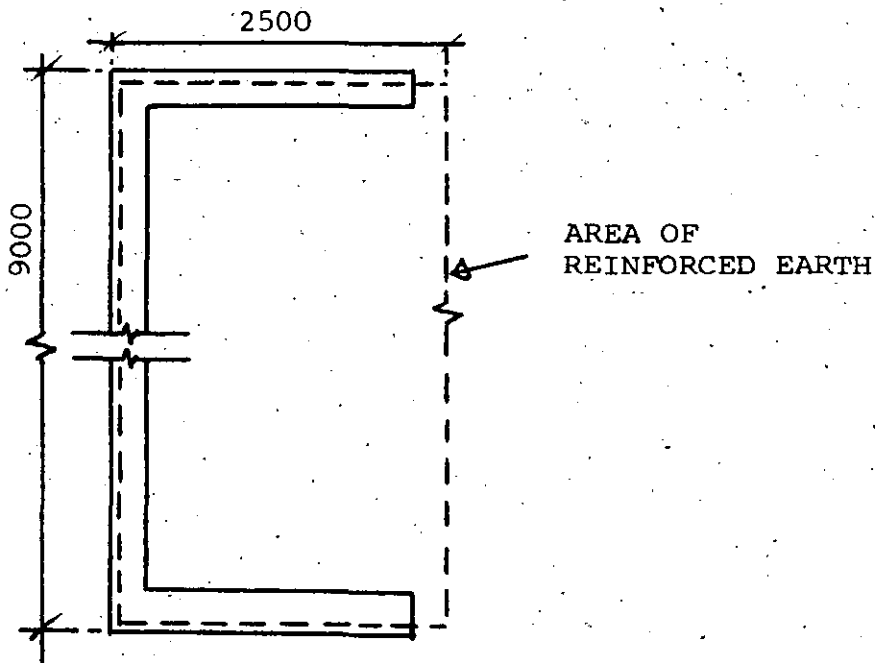
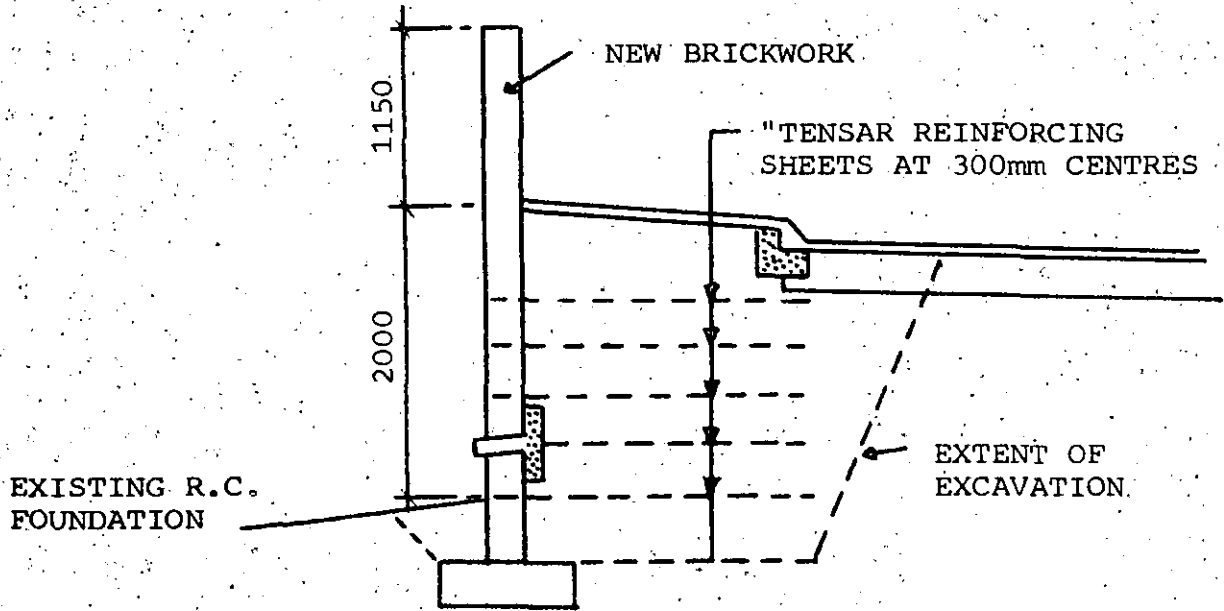
Compacted fill

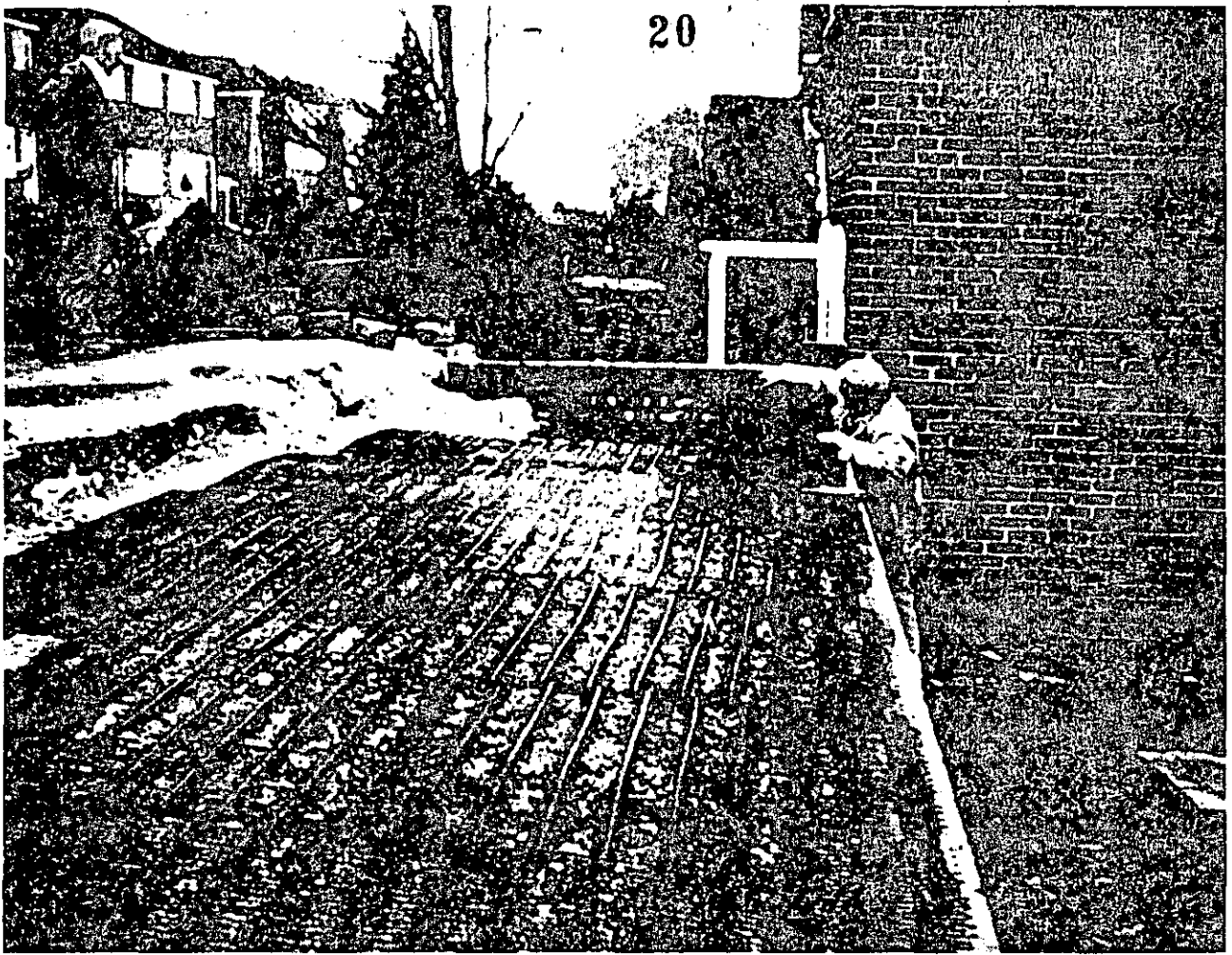
Tensar Geogrid  
reinforcement

Geogrids cemented  
through brick faces to  
act as ties.









Photograph 3



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

- 21

**NETLON**

---

PROJECT: COASTAL PROTECTION

DATE:

---

CLIENT: MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD  
LOOE - CORNWALL

---

SPECIFIER: REX FLACK, LISANDRA HOUSE  
FORE STREET, LOOE, CORNWALL

---

CONTRACTOR: R. M. DOUGLAS CONSTRUCTION LTD  
138 HED-Y-GAS, CWMBURLA, SWANSEA

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON GABIONS CONSTRUCTED  
FROM CE151

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR. WEST  
MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Millendreath Holiday Village is situated on a relatively narrow strip of land on the Cornish coast in the vicinity of Looe. In order to make optimum use of the available land, it was necessary to make up the slope down to the water and to install a retaining wall to a height of 4m affording protection against the scouring effects of severe wave attack as the soil in this area is predominantly sand. (See Photograph 1).

DESIGN PHILOSOPHY

The problems were of providing -

- a) Earth retention
- b) Scour resistance
- c) A system of absorbing wave energy without reflecting the waves

/cont

The solution -

A stepped retaining wall constructed of stone filled gabions designed to

- a) Satisfy the wall construction theory
- b) Provide a sufficient permeable mass of stone with sufficiently rough surfaces
- c) Ensure that the 'batter' of the stepped gabion wall would be sufficient to absorb wave run-up and minimise overtopping.

Gabions constructed from Netlon CE131 grids were selected because they offer

- a) The complete corrosion resistance of high density polyethylene from which Netlon CE151 is produced
- b) Flexibility, which allows settling and adaptation to the contours of the base and the adjacent cliff
- c) Sufficient flexing in the face of wave attack without deterioration
- d) Competitive prices compared with plastic coated steel mesh gabions

#### CONSTRUCTION

The ground in front of the Village was levelled and the lowest tier of the 2m Netlon gabions was erected by joining individual units using a 400 kilo breaking strength braided high density polyethylene cord.

Filling of the gabions was achieved, mainly, by mechanical means using a Massey Ferguson tracked hydraulic backacter equipped with a 1m wide shovel. By positioning the shovel at the top and the rear of the gabion and elevating the back of the shovel, it was possible to fill accurately and with minimal top-up by hand. The gabions were internally cross-tensioned at 330mm and 660mm high levels. (See Photograph 2).

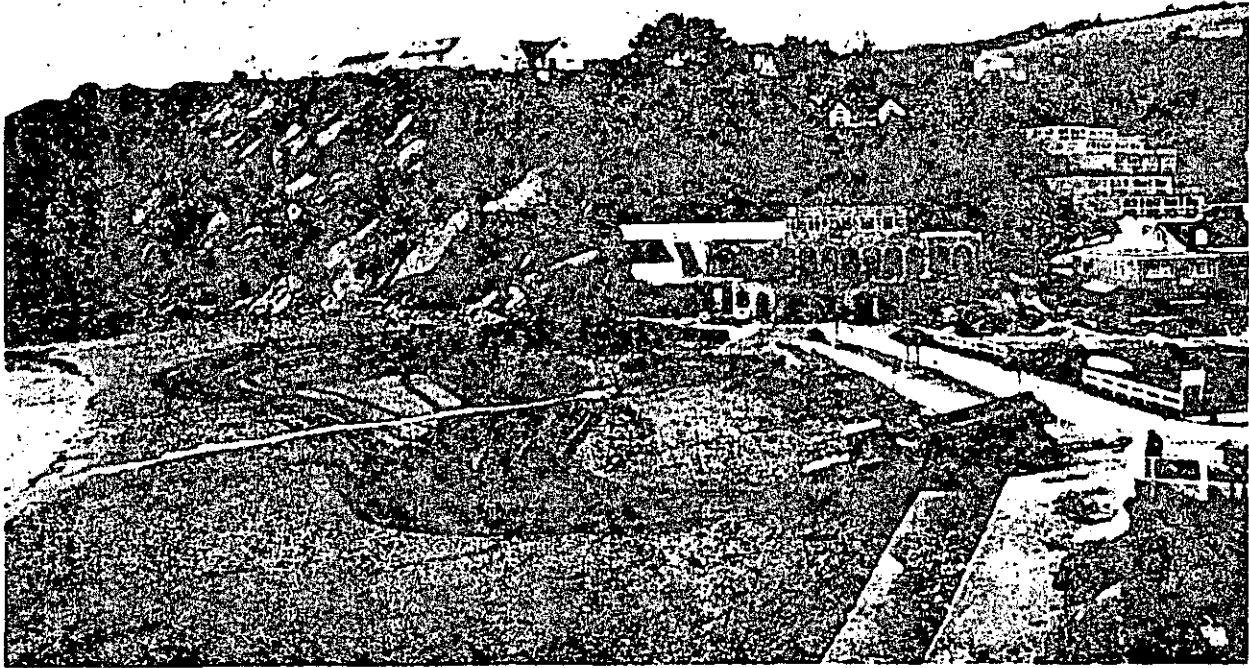
A similar procedure was used for the second and third tiers.

#### OBSERVATIONS

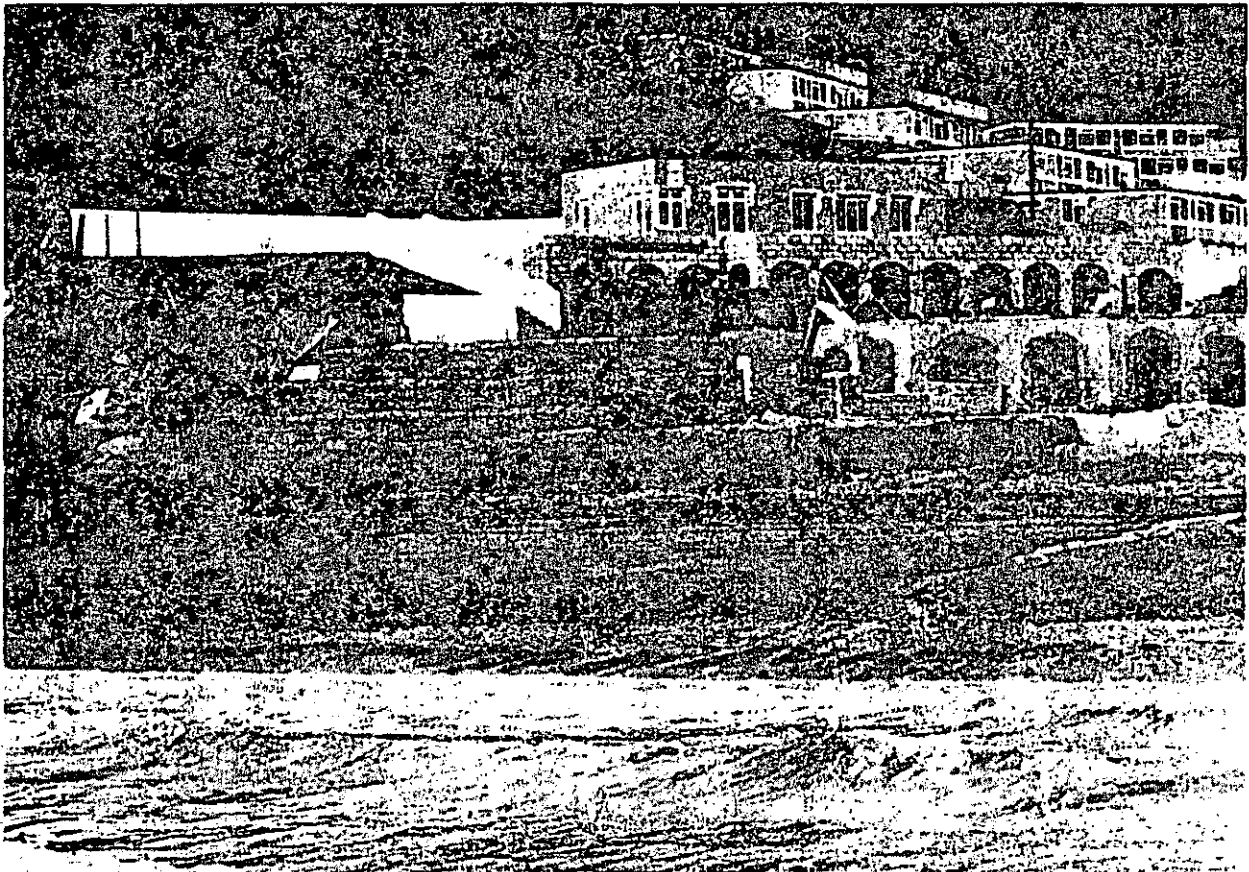
1. Netlon CE151 gabions have since been superseded by Tensar sided gabions which offer superior strength
2. The installation has withstood the effects of the 1980 Spring Tide without damage occurring.

CONCLUSIONS.

1. The Netlon polymer based gabion represents an important advance in coastal engineering work.
2. A track mounted hydraulic backacter fitted with a 0.5m to 1m shovel, and using a skilled operator, provides a highly efficient method of filling Netlon gabions.



Photograph 1



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

25

**NETLON**

PROJECT:

PROTECTION OF FACES & SLOPES

DATE: APRIL '79

CLIENT:

AVON COUNTY COUNCIL

SPECIFIER:

MANDER RAIKES & MARSHALL

CONTRACTOR:

NOTT BRODIE

PRODUCT EMPLOYED:

CE121 & CE152

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Following inspections of certain rock faces overlooking the A4 trunk road which passes through the Avon Gorge at Bristol, the dangerous nature of parts of these faces and slopes was brought to the attention of the Avon County Council. As a result the road was closed from February 1977 when remedial work began, terminating in April 1979 (see Photographs 1 & 2).

In addition to its importance as a route for the A4, known locally as Portway, the Gorge is an area of great natural beauty and provides a natural habitat for very rare plant species. In this respect the area is perhaps unique in Great Britain.

When preparing their proposals for the project, the consultants, Mander Raikes & Marshall, gave careful consideration to the choice of materials to be used on the face, in order that the visual appeal and the unique habitat should remain unimpaired. For this and other reasons, Netlon was selected to provide an unobtrusive stabilisation mesh to help contain rock falls (CE152) and prevent soil erosion (CE121).

/cont

Netlon CE152 and CE121 proved to be sufficiently strong, yet flexible enough to conform to the sharp angles (see Photograph 3) and hollows remaining after the very loose rock and a number of overhangs had been removed. Apart from the more obvious benefits, Netlon afforded protection from rain water run-off to seeds and seedlings. It has also retained soil, reduced weathering and protected both roots and rock face from frost damage. When the vegetation cover is fully developed it will also reinforce the root mat and the support plants.

Two different methods of top fixing were used. In areas where there was sufficient soil, the mesh was buried in a trench about 0.5m deep. In other more rocky areas, wooden posts of 100mm square section were driven into the cliff top at 1 metre centres. The mesh was holed at suitable intervals and fitted over the posts (see Photograph 4). Additional fixing was provided by plastic coated steel wire threaded through the mesh and bound to the posts.

Similar wire was also used to link the mesh lengths at the overlaps. In all sections, intermediate fixings to the vertical part of the face were of 450mm x 25mm diameter galvanised rock bolts and 75mm heavy square washers.

Minimal labour was required due to the lightweight nature of the Netlon mesh and it was considered much safer to work with than other mesh types - an important consideration where dangerous cliff faces are involved.

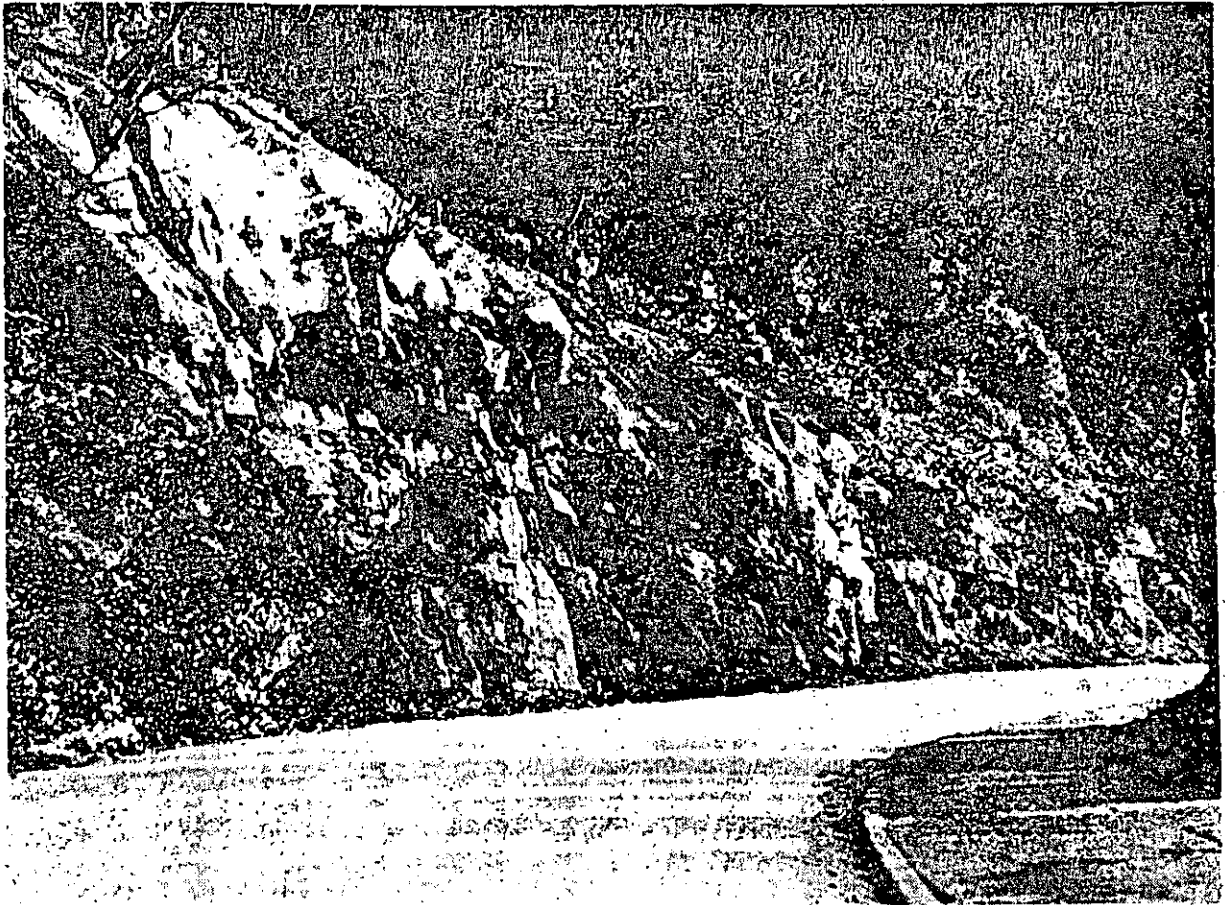
The part played by Netlon in the Avon Gorge project illustrates its effectiveness in providing long-term solutions to erosion and instability of rock faces.

Tests have indicated that the development of vegetation would enhance the durability of Netlon in such environments, as this would exclude the harmful ultra-violet light (see Photograph 5).

In areas of total exposure to sunlight, the inclusion of UV absorbers is sufficient to combat these adverse effects.

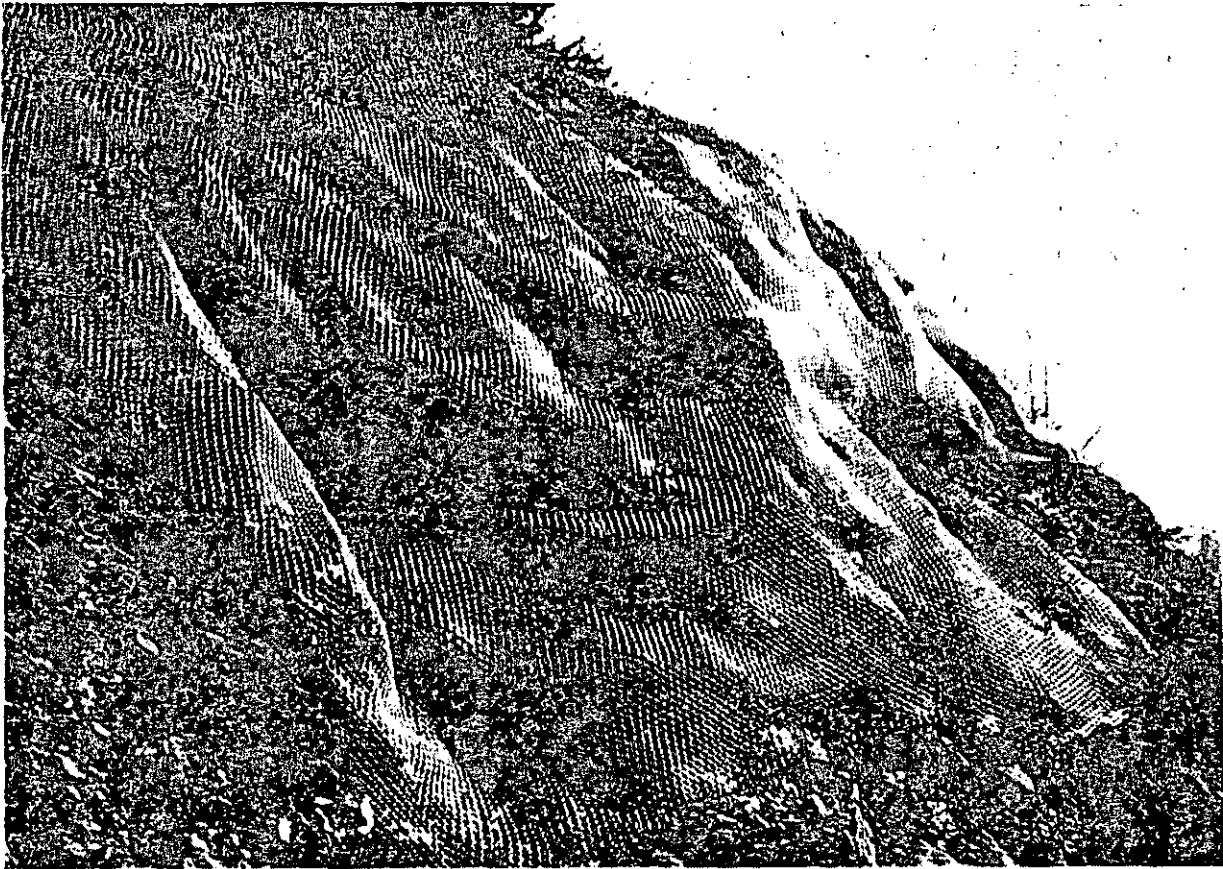
By February 1979 a large proportion of the Netlon was already obscured by new growth at Avon Gorge.



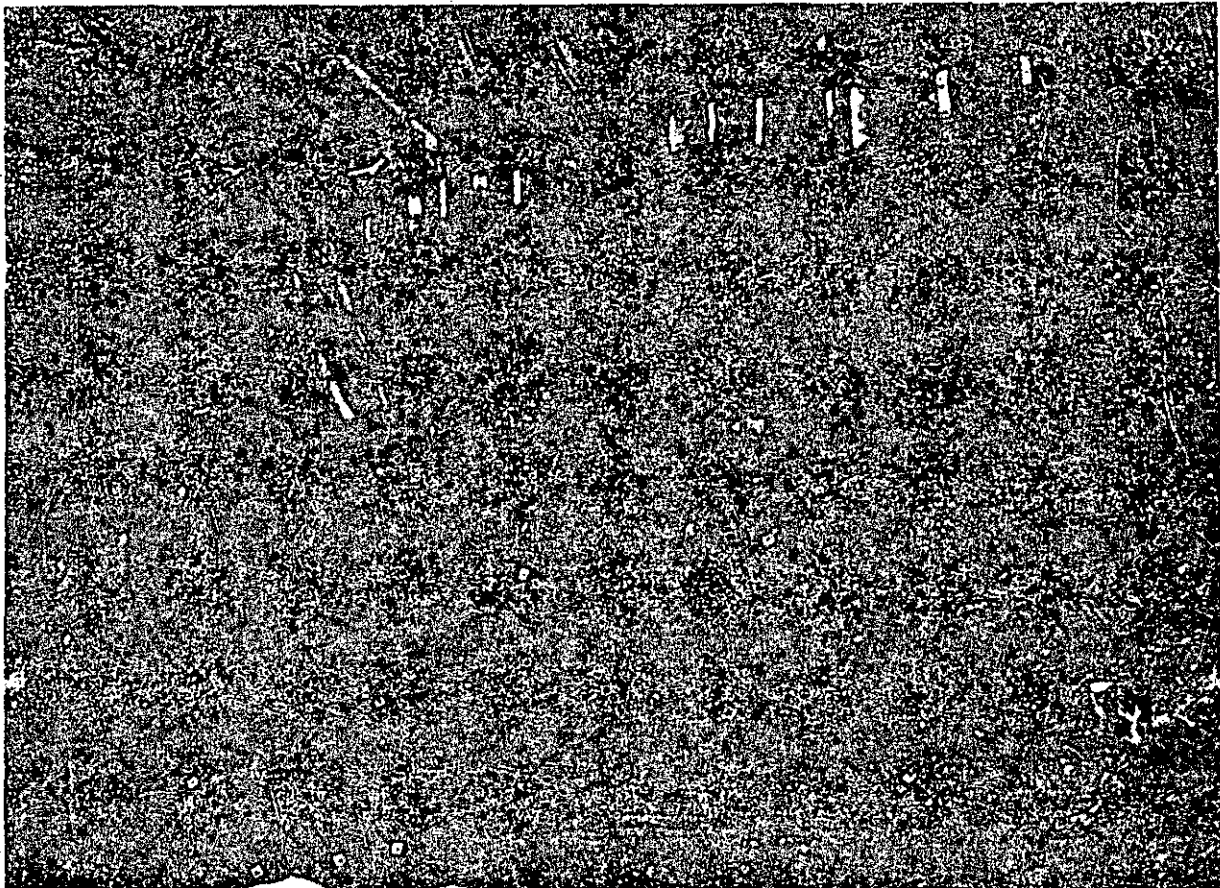


Photograph 1





Photograph 3





Photograph 5

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

30

**NETLON**

---

PROJECT:

CONSTRUCTION OF FACTORY FOUNDATIONS  
ON A FLOOD PLAIN AT TODMORDEN

DATE: NOV '75

---

CLIENT:

HEATHERDALE FABRICS LTD,  
DERDALE MILL, TODMORDEN

---

SPECIFIER:

THE BIRKETT STEVENS COLMAN PARTNERSHIP,  
BRAMHOPE, LEEDS

---

CONTRACTOR:

WILLIAM MALLINSON (YORKSHIRE) LTD  
HUDDERSFIELD

---

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE121 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS:

ABBAY HANSON ROWE & PARTNERS  
HUDDERSFIELD

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Boreholes at the site (See Photograph 1) on a flood plane between the River Calder and the Rochdale Canal, revealed that in general, a 2m thick layer of ash fill covered 4m of silt which overlaid a mixture of firm clay, sand and gravel.

Initially, vibro-compaction of the ash and silt was considered as a way of avoiding settlement of the ground slabs that were to be used. This was ruled out due to expense and a second, lower cost alternative of vibro-compacting the 2m layer of ash, was eliminated, as trial pits indicated that this layer was not consistent over the site.

Netlon Geogrids were employed to eliminate local settlement and reduce general settlement by improved load distribution.

/cont

CONSTRUCTION

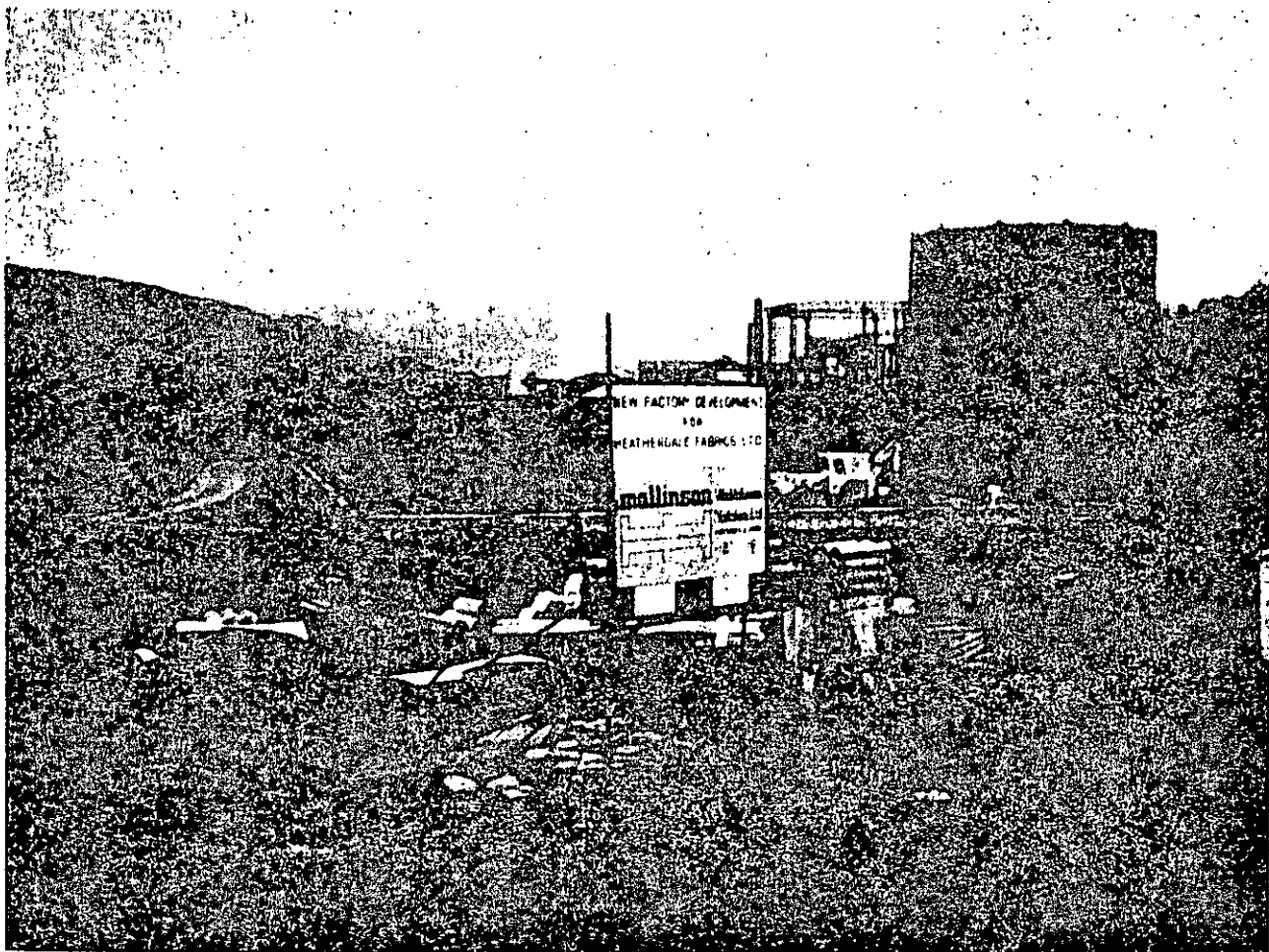
Ground slabs, produced by the "long-bay casting" method, 175mm and 150mm thick, reinforced with A252 mesh, were laid over a 600mm thick bed of compacted hardcore with Netlon CE121 Geogrids below (See Photograph 2). Construction joints in the slab were positioned so as to allow articulation between the edge and tie beams so that settlement could be accommodated.

Having completed the stable foundations, a mill was erected consisting of a single storey, two bay, steel portal frame (56m x 66m) with a two storey, two bay, steel framed office block (12m x 24m).

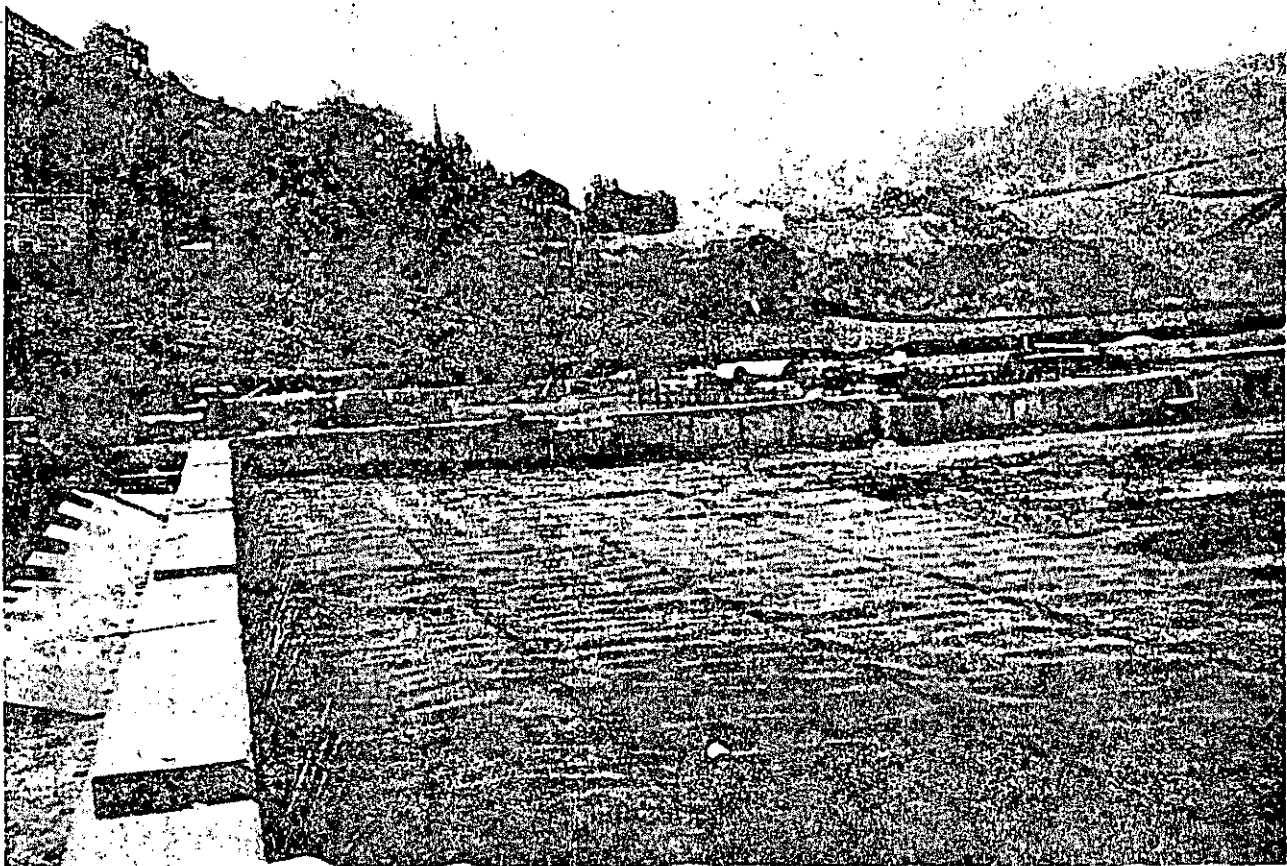
This design handled the vertical loads by utilising driven cast in-situ piles with average lengths of 11m. Horizontal thrusts would be distributed by r.c. edge beams between a system of transverse tie beams below the floor slab.

Finally, a power float finish was applied to the ground slabs after cladding of the structure had been completed.





Photograph 1



# Specification data for Netlon civil engineering products



Specification data	CE 111	CE 121	CE 131	CE 151	CE 152	CE 153
Form	Sheet	Sheet	Sheet	Layflat tube	Sheet	Sheet – mattresses
<b>Dimensions</b>						
Width	2 m	2 m	2 m	1 m layflat	2 m	1 m (1 m mattress)
Length	30 m	30 m	30 m	5 m	30 m	6 m
Mesh aperture size	8 x 6 mm	8 x 6 mm	27 x 27 mm	74 x 74 mm	74 x 74 mm	60 x 60 mm
Mesh thickness	2.9 mm	3.3 mm	5.2 mm	5.9 mm	5.9 mm	5.9 mm
Structural weight	425 g/m <sup>2</sup>	730 g/m <sup>2</sup>	660 g/m <sup>2</sup>	1100 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>
Colour	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Polymer	LD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene
<b>Mechanical properties</b>						
Tensile strength Max load kN/m	2.00	7.68	5.80	9.64 (double layer)	4.82	4.82
Extension at max load	41%	20.2%	16.5%	23.2%	23.2%	23.2%
Load at 10% extension kN/m	1.32	6.8	5.20	7.86	3.83	3.83
Elongation at $\frac{1}{2}$ peak strength %	6.1	3.2	3.7	4.4	4.4	4.4
* Flexural strength at maximum strain DIN 53452 MN/m <sup>2</sup>	n/a	35	35	35	35	35
* Shore hardness D DIN 53505	n/a	67	67	67	67	67
* Vicat softening point DIN 53460 °C	102	127	127	127	127	127
* Impact strength (notched Charpy) DIN 53453 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
* Tensile impact strength DIN 53448 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	400	400	400	400	400
* Abrasion resistance DIN 53754E (Taber) mm <sup>3</sup> /100 revs	n/a	10	10	10	10	10

\* Tests conducted on raw material

# Environmental behaviour

# Applications

## Chemical Composition

Netlon Civil Engineering nets are made from high density polyethylene with the exception of CE 111, which is made from low density polyethylene.

## Chemical Resistance

Alkali resistant to all naturally occurring soil alkalis.

Acid resistant to all naturally occurring soil acids (ie to < pH 2).

Netlon has excellent resistance to all chemical attack.

## Biological Resistance

Resistant to attack by bacteria, fungi etc.

Not attractive to rats or termites.

## Temperature Stability

Netlon is stable over a temperature range of -60°C to +100°C but with strength reduced at elevated temperatures — for long periods.

## Resistance to Sunlight

Netlon products which are designed to be used in conditions where they are subject to prolonged exposure to sunlight — contain 2½% finely divided carbon black.

In temperate climates a life of over 15 years without loss of more than 20% of the products strength may be expected.

Ground restraint products contain sufficient carbon black to protect the Netlon in outdoor storage and prior to use — even in areas subject to high UV radiation.

Netlon gabions have been used for sea protection work for periods of over ten years without any sign of deterioration.

## CE 111

Separator. To prevent buried objects rising to the surface. Suitable for sports and recreation amenities and landscape areas to be created on reclaimed moorland, waste ground, refuse tips, industrial and opencast mining areas.

## CE 121

Ground stabilisation — Reclaimed soft ground for subsequent construction. A structure of high tensile, impact, static and dynamic load bearing characteristics. Suitable for initial access to ground of low load bearing capacity CBR below 5 for heavy plant, piling work and wherever it is necessary to improve, quickly and economically, weak sub-soils or bogland for road construction, or subsequent development of airports, industrial areas and other installations.

## CE 131

Road bed and general stabilisation. An open structure for use in sandy sub-soils. To prevent rock-fill punching through into the base and to act as a restraint layer, replacing or reducing conventional labour and materials and time consuming methods, in rigid or flexible road construction.

## CE151

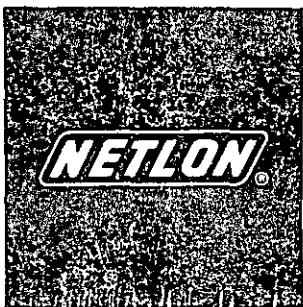
Settle Gabions. Layflat tubular structure 1 m wide. Sold in 5 m lengths which can be placed into position by crane and can be filled mechanically by gravity feed — when placed on a 'strongback'. They are designed to settle into the contours of the ground in which they are placed.

## CE 152

General Restraint. This is the same structure as the gabion tubes but available in 2 m single width on 15 m rolls. For general applications such as large section groynes in river and coastal work, embankment and rock face retention, forestry and moorland temporary tracks for equipment on wheels, tracks or runners.

## CE 153

A square net structure with heavy strands along edges — used in the construction of gabions and mattress — and for use in waterway — coastal and slope protection. Mattresses and gabions are sold in an assembled collapsed form in standard sizes:  
6 m length x 1 m width x 17, 23 or 30 cms  
2 m length x 1 m width x 50 cms



Netlon Limited

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ  
Telephone 0254 62431 Telex 63313

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

Designed and printed in England by  
Revel & George Limited Manchester M4 6JD

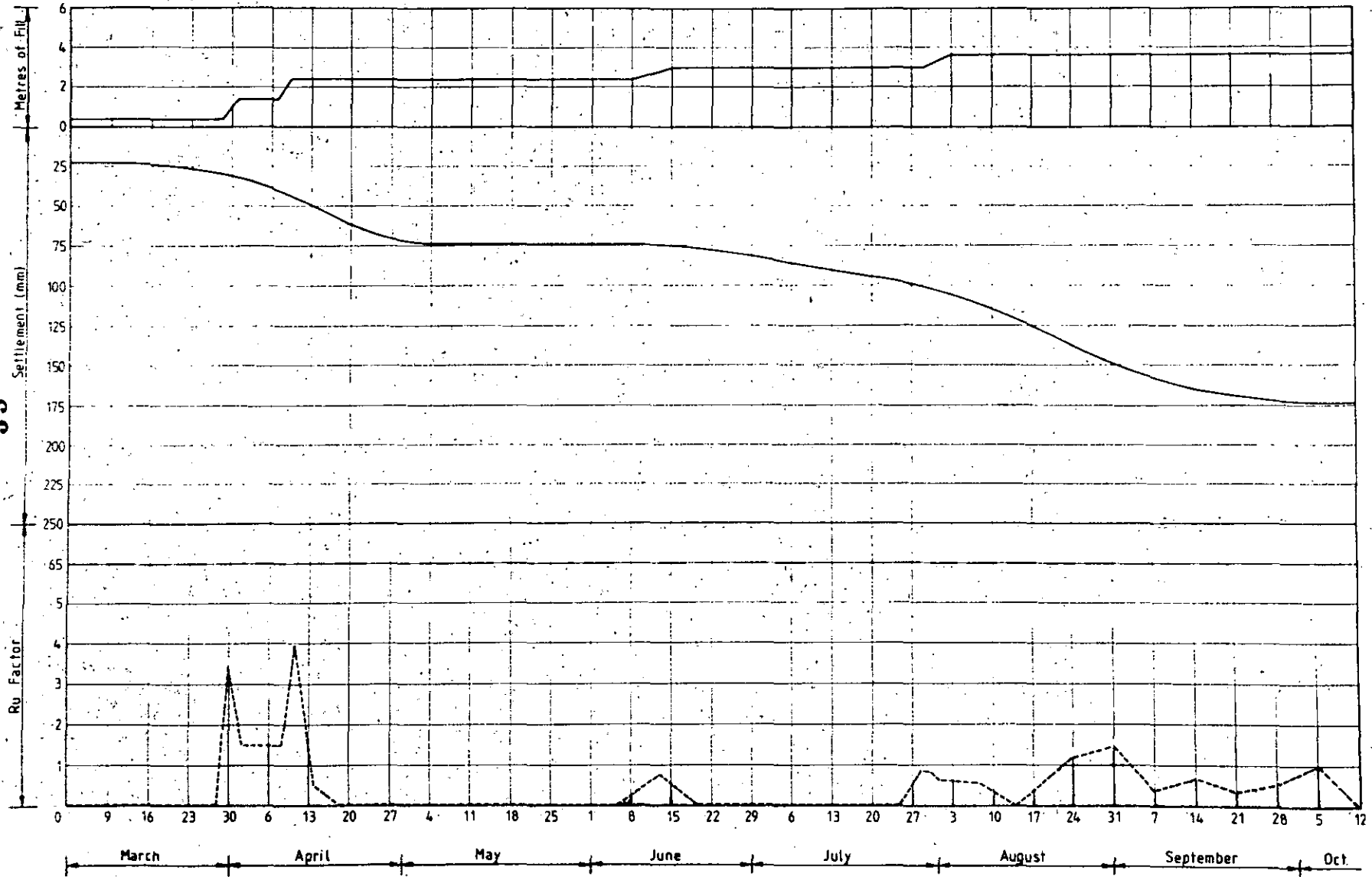


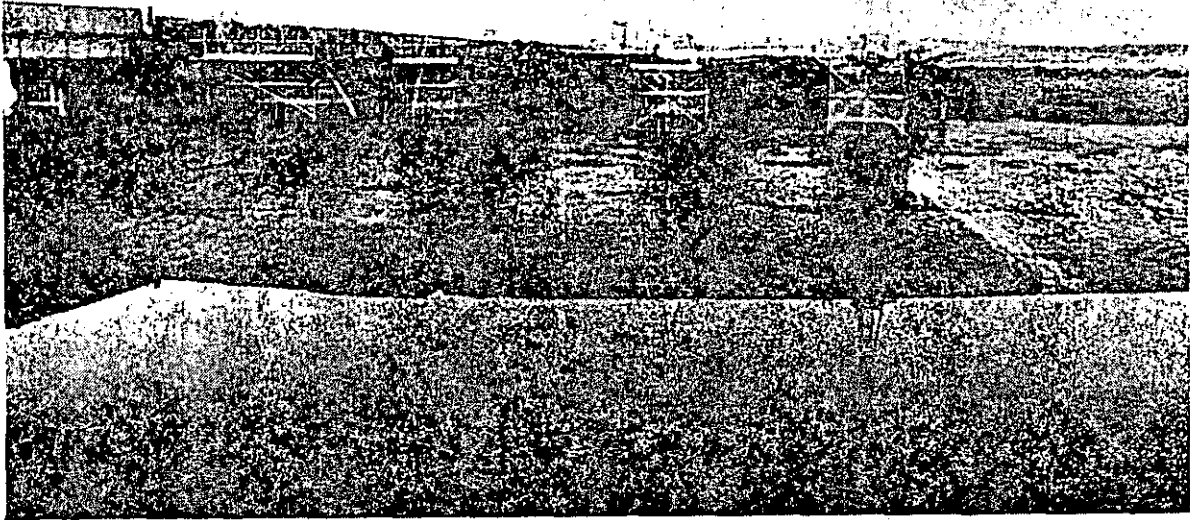
<b>0000</b>		DEPARTMENT OF THE COUNTY SURVEYOR & ENGINEER
A178		
Greatham Creek Bridge Improvement		
By	Checked	G.M.W. Drapole COUNTY SURVEYOR ENGINEER
Date	Scale	
Project	Sheet	
Drawn	Revised	
D.		Engineer

## TOTAL SETTLEMENT BENEATH EMBANKMENT

317 INC 2

35  
- .10 -





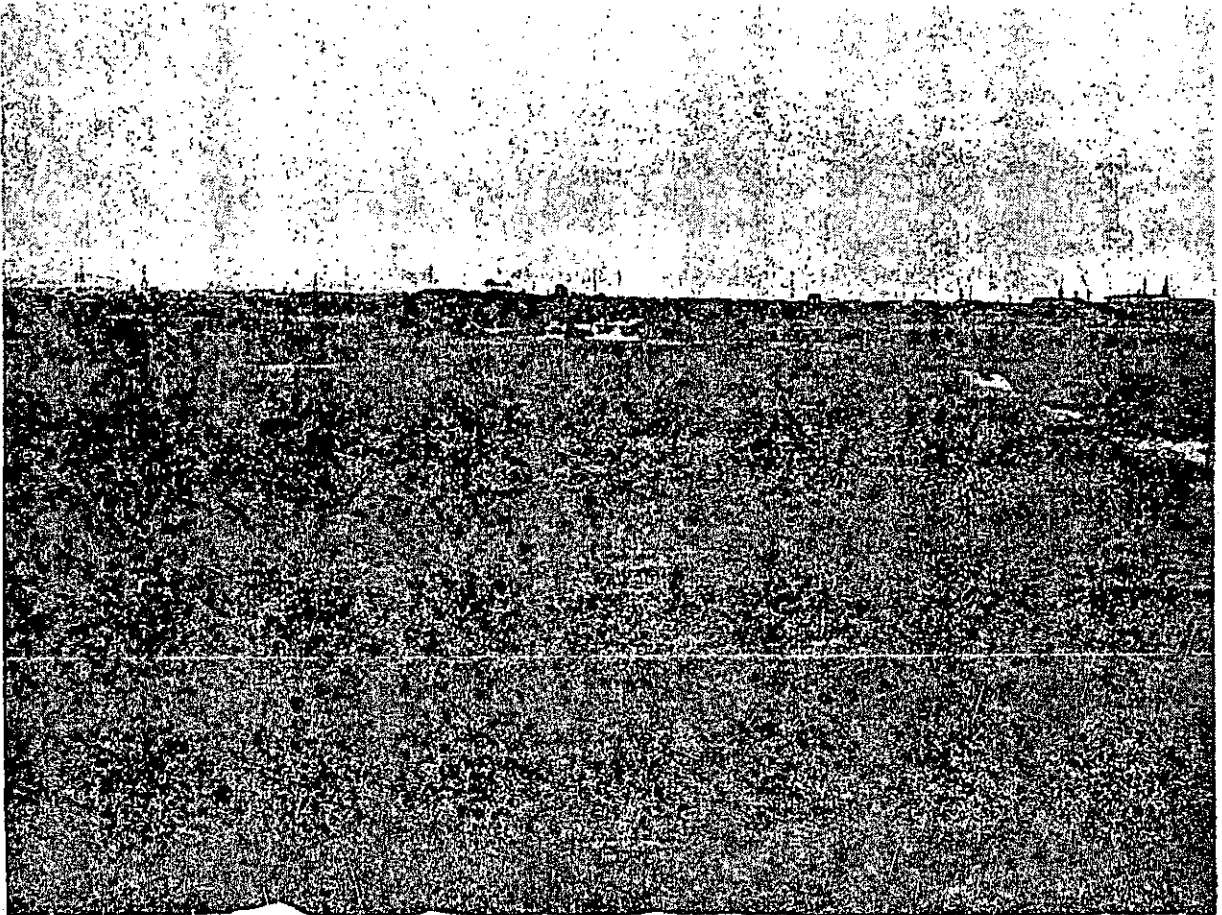
Photograph 6

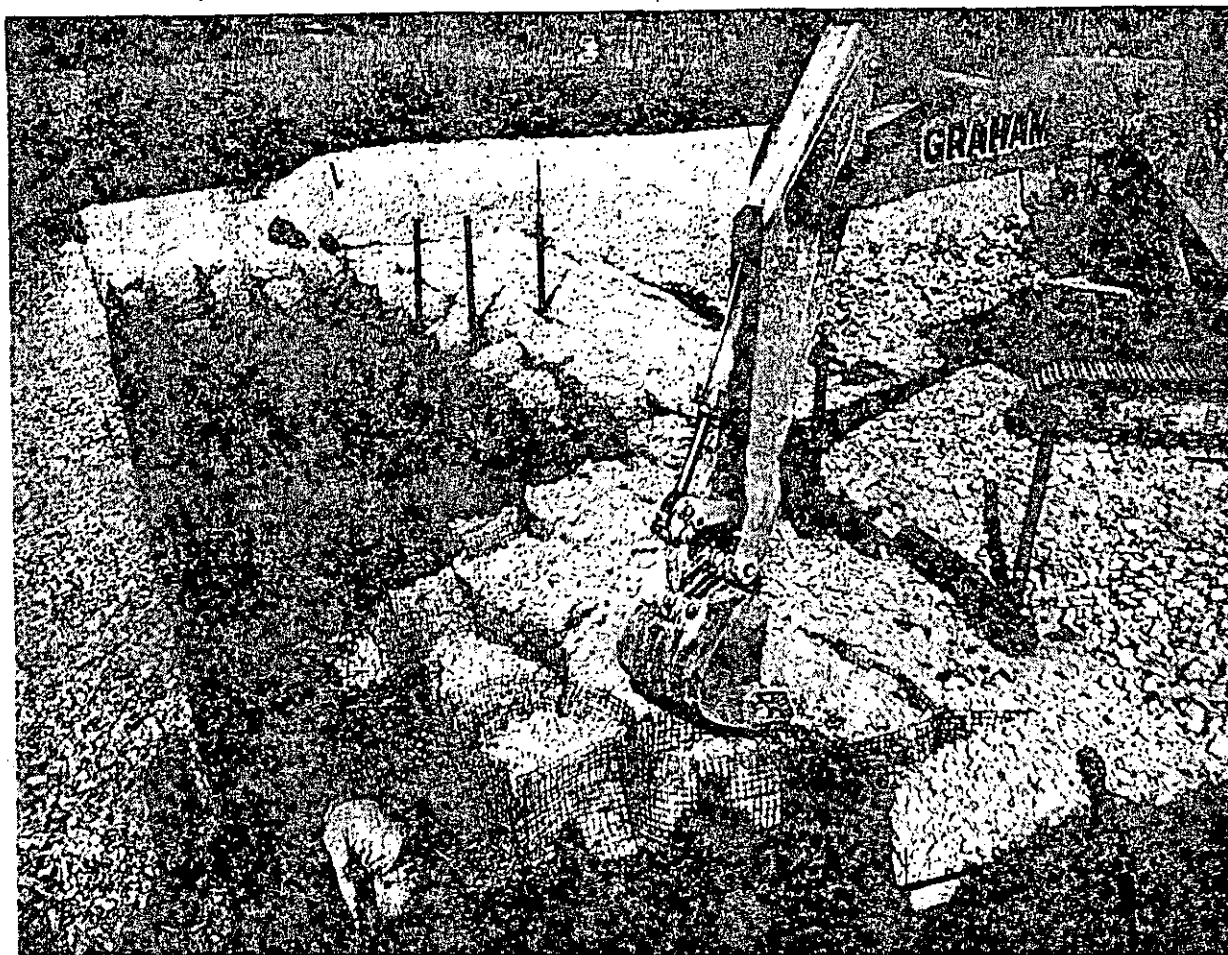


Photograph 7

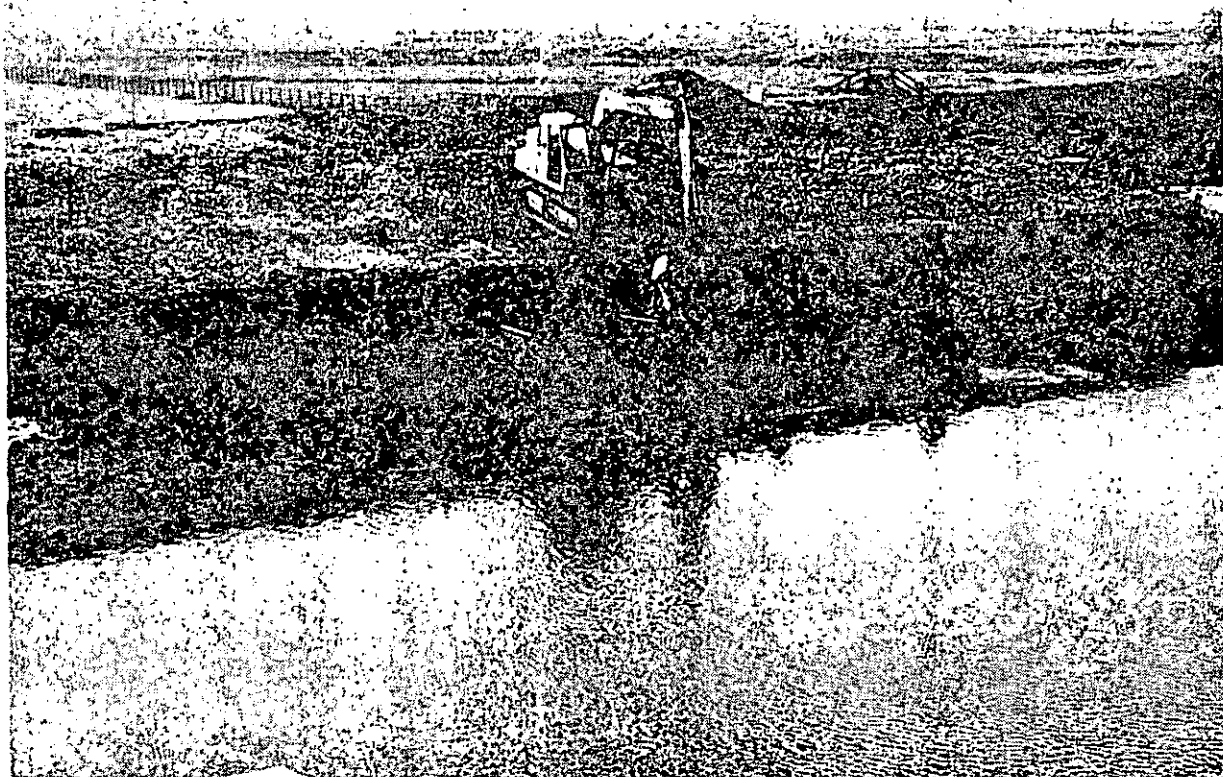


Photograph 4

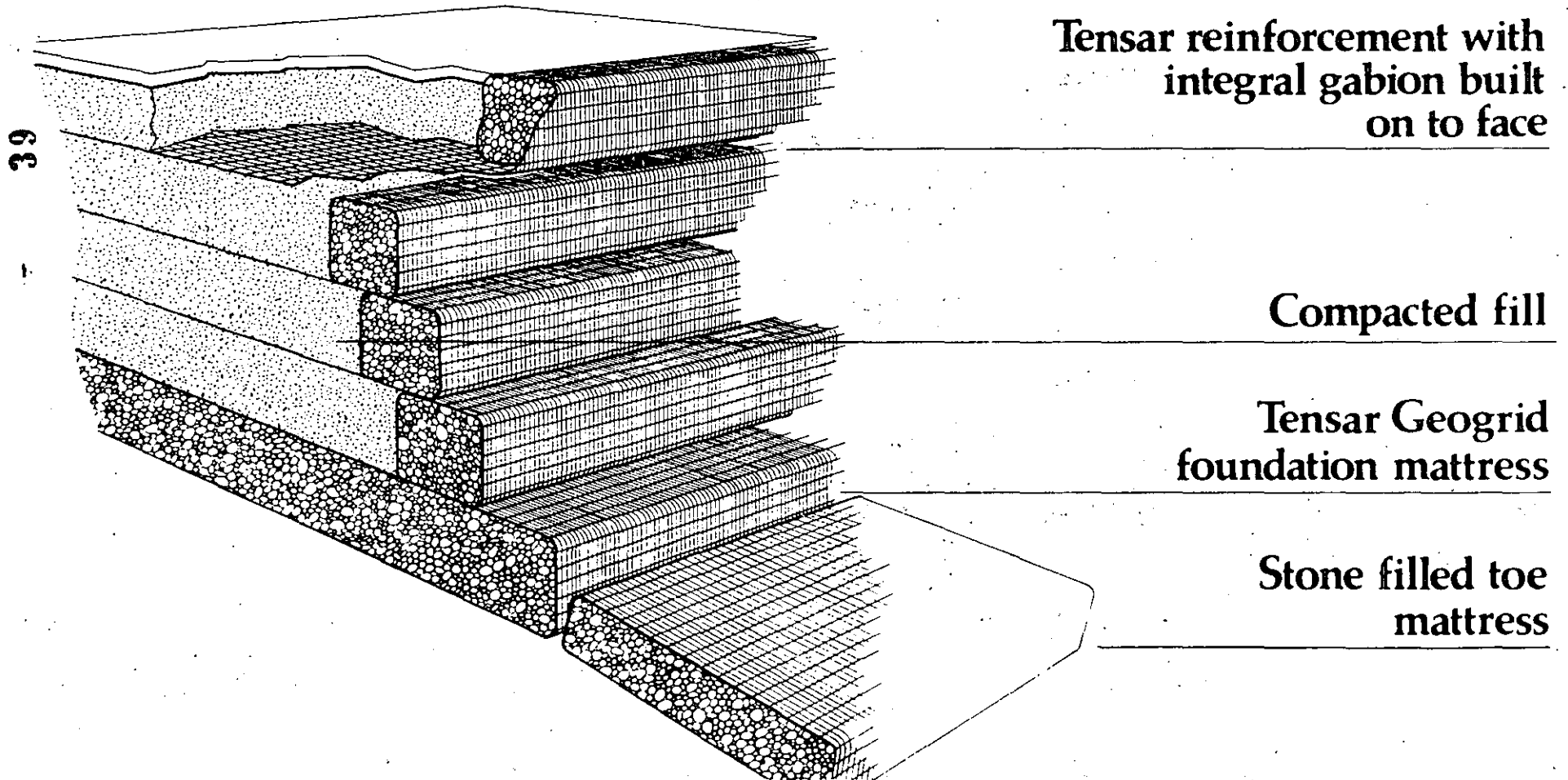




Photograph 2



# Gabion faced reinforced soil marine wall with foundation mattress & self regulating toe protection



Tensar reinforcement with  
integral gabion built  
on to face

Compacted fill

Tensar Geogrid  
foundation mattress

Stone filled toe  
mattress



3. Construction of steep slopes in marine environments with scour protection and construction access from one side - a reinforced soil retaining wall system constructed using facing units and reinforcement as one integral unit based on Tensar SRI Geogrids.
4. Durable, corrosion resistant and flexible scour protection in marine environments - Netlon CE151 stone filled toe mattress with self-regulating adjustment to accommodate movement.

\*\*\*\*\*

GEOGRIDS PROVIDE THE CIVIL ENGINEER  
WITH COST-EFFECTIVE AND LONG TERM  
SOLUTIONS TO GEOTECHNICAL, COASTAL  
ENGINEERING AND WATERWAY PROBLEMS

\*\*\*\*\*

All design and construction under the  
direction of G M W Drabble B.Sc, Dip.T.P.,  
C.Eng, F.I.C.E., F.I.H.E.

PROJECT MANAGER	P Elwell, M.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
BRIDGE ENGINEER	J E Johnson, B.Sc, C.Eng, M.I.C.E.
RESIDENT ENGINEER	D J McGloin, B.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
CONSTRUCTION ENGINEER	J L Lonsdale, C.Eng, M.I.Mun.E, M.I.H.E.

the legs, was more than sufficient (see Photograph 7).

Once the instruments were installed, the scaffolding was removed and a layer of 300mm of stone blinding was laid over the CE121 to provide the basis for the construction.

#### OBSERVATIONS

1. Savings against the estimated cost of conventional reinforced wing walls were over £80,000. There was, however, some doubt about the feasibility of the other alternatives even though estimated costs were much higher.
2. The construction method was simple and straightforward, placing no reliance on specialist skills other than a high level of supervision and workmanship at certain stages such as filling of the gabions. Attention would be required to ensure the correct degree of compaction.
3. Mechanical filling was efficiently achieved using a tracked hydraulic backactor rather than a Drot, which was used at the early stages.
4. The 'tailed' gabions were supplied, as standard, in a prefabricated layflat format.
5. The slight tendency for the top tier of gabions to move forward could have been prevented by securing the top of the fourth tier into the earth mass.
6. The filling of the toe mattress on the weak silt of the embankment proved to be an easier task than was originally imagined.

#### CONCLUSIONS

The Greatham Creek Bridge Abutment and Wing Wall project highlights four major applications for Tensar and Netlon Geogrids.

1. The improvement of the load bearing characteristics of poor terrain such as estuarine silt - Netlon CE121 provided support for extensive scaffolding and enabled access.
2. The capacity to extend the zone of influence and distribute load intensities in embankment construction - Tensar SR1 foundation mattress.

42

N.B. Prior to final assembly on site, sections of the mattress were prefabricated at the County of Cleveland Workshops.

Filling was achieved by the use of a tracked hydraulic backactor utilising a 1m bucket (see Photograph 2), enabling the stone to be carefully placed in the mattress.

2. The toe mattress was laid on the bank and was filled using a hydraulic backactor operating with its tracks positioned on the foundation mattress (see Photograph 3).
3. The 70° and 45° slopes were achieved by the use of 'tailed' gabions which consisted of extended bases to conventional box-shaped gabions manufactured from Tensar SRL. The first tier of gabions was positioned above the face of the foundation mattress with the Tensar tails extending back over it. After filling with 150mm to 50mm carboniferous limestone, the gabion lids were closed and secured with pvc coated wire. An embankment, 1m high, was achieved by backfilling over the tails, providing a base for the second tier laid in a staggered formation to give a stepped effect (see Photograph 4).

The procedure was repeated until four successive tiers and levels of fill were placed (see Photograph 5).

Due to the compressible nature of the soils in the area under the embankments, a certain degree of movement was anticipated in both the horizontal and vertical directions, so it was considered essential that all such movements should be completed before the second phase of the project was started, i.e. the installation of piles to support the structure.

In order to monitor this, instrumentation valued at over £40,000 was installed, consisting of

- pneumatic piezometers to measure pore water pressure
- inclinometers to measure horizontal movement
- settlement gauges to measure vertical movement

#### INSTALLATION OF INSTRUMENTS

The majority of the instruments were located in bore holes; sunk, using portable drilling rigs, to depths indicated by earlier soil investigations.

A layer of CE121 was laid over the bank in order to gain access over the mobile silt and to provide support for the scaffolding (see Photograph 6). This innovation generated interest with the scaffolding erectors as the conventional procedure involves the use of the more expensive plywood. In this case CE121, in conjunction with the standard scaffold boards immediately below



However, none of these appeared to be as economical or as practical as the design that was adopted.

#### DESIGN PHILOSOPHY

The general equations used to establish the design are depicted in Netlon's booklet 'Designing with Tensar'\*, which employs equations based on classical soil mechanics' principles (pages 4/5 - foundation mattresses and pages 8/9 - gabion faced reinforced soil structure).

Calculations indicated that a semi-rigid base, constructed from a Tensar foundation mattress 1m thick, filled with stone, would extend the zone of influence and would effectively reduce the intensity of the applied load on the sub soil.

The design called for full loading of the embankment area to the rear of the abutment, prior to the piling operation taking place.

The use of the Tensar gabion reinforced soil retaining wall allowed a slope of  $70^{\circ}$  to be attained at the interface with the bridge, whilst the wing walls were designed in a similar manner to have a stepped slope with an effective gradient of  $45^{\circ}$ .

The stone filled gabion face provided a permeable and permanent structure, avoiding the inducement of forces caused by differential hydraulic heads (due to tidal movement) which would have otherwise occurred with a conventional reinforced concrete wall.

The design system is also sufficiently flexible to allow adjustment in the height of the embankment if settlement is less than anticipated.

The front toe of the South foundation mattress was protected, from scour, by a 300mm deep stone filled mattress constructed from Netlon CE153 as this grid's flexibility allows the mattress to rotate downwards, producing a self-regulating toe protector (see Photograph 1).

One of the major advantages with Netlon and Tensar grids is their inherent resistance to marine environments, as they are manufactured from high density polyethylene, a corrosion resistant polymer, which means longevity in marine constructions.

#### CONSTRUCTION

1. The foundation mattress was constructed using Tensar SR1 geogrids for the bottom and top, with Netlon CE153 sides and diaphragms to create 2m x 1m cells within the overall structure.

# CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

## A CASE STUDY

44

# NETLON

PROJECT: ADVANCE WORKS FOR BRIDGE ABUTMENTS AND  
WING WALLS WITH TOE PROTECTION AT  
GREATHAM CREEK ON THE A178

DATE: SUMMER '80

CLIENT:  
COUNTY OF CLEVELAND

SPECIFIER:  
COUNTY SURVEYOR & ENGINEER

CONTRACTOR:  
COUNTY OF CLEVELAND  
DIRECT LABOUR CONSTRUCTION UNIT

PRODUCT EMPLOYED: CE121, TENSAR SR1 GEOGRIDS &  
NETLON MATTRESSES CONSTRUCTED  
FROM CE153

ACKNOWLEDGEMENTS: COUNTY OF CLEVELAND -  
SURVEYOR & ENGINEER'S  
DEPARTMENT (see Page 5)

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1884

MEXICO 19, D. F.

APDO. POSTAL 60-549 Z. P. 10

Tels. 598-01-27 y 598-01-41

### DESCRIPTION OF PROJECT:

With the substantial volume of traffic on the A178 between Port Clarence and Hartlepool, coupled with the increase in the weight of unit loads, the corrosion taking place on the existing bridge at Greatham Creek (installed in 1914) necessitated the construction of a newer version.

The new bridge was sited alongside the existing one so that the road, at this section, could be straightened at the same time. Abutments and wing walls had to be placed on mobile estuarine silt and it had been noted that the deep water channel under the old bridge had been migrating from the North to the South side of the Creek, giving rise to a steep slope on the Southern bank.

Bore hole tests had indicated that the soils were soft to very soft, dark grey, very silty clay with traces of both black sand and organic matter present to depths of 7m.

A number of alternative constructions were considered, e.g.

- i) increasing the span of the bridge to clear the mud flats, and
- ii) sheet piling to enclose area of embankment
- iii) tipping stone on the silt to allow it to displace the silt, until finally stable

# Netlon in river and canal protection works

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1284

MEXICO 19, D. F.

APDO. POSTAL 60-549 Z. P. 18

Tels. 598-01-27 y 598-01-11



45



Netlon riverbank protection mat



# Gabions and mattresses

46

Lining of waterways to prevent scour has become a very costly exercise and therefore is required to be as permanent as possible.

Netlon have in the introduction of their mattresses and gabions, provided a cost saving and permanent solution.

The corrosion resistance of the high strength polyethylene mesh structure ensures that it far outlasts any conventional metal mesh.

Ease of handling and mechanical methods of filling, dramatically save installation costs.

Tubular gabions, manufactured from CE152 mesh are supplied in circular, square and rectangular forms (fig 1).

Long lengths of Netlon tubular gabions are mechanically filled by standing the tubes in a near-vertical position, and gravity-filling stones into the gabion tubes.

Where mechanical means are not available stones can be inserted through slits in the tube wall.

Netlon tubular gabions are supplied in Layflat form, 5 metres in length by a width of 1 metre with apertures of 74 x 74 mm.

## Tubular gabion mattresses

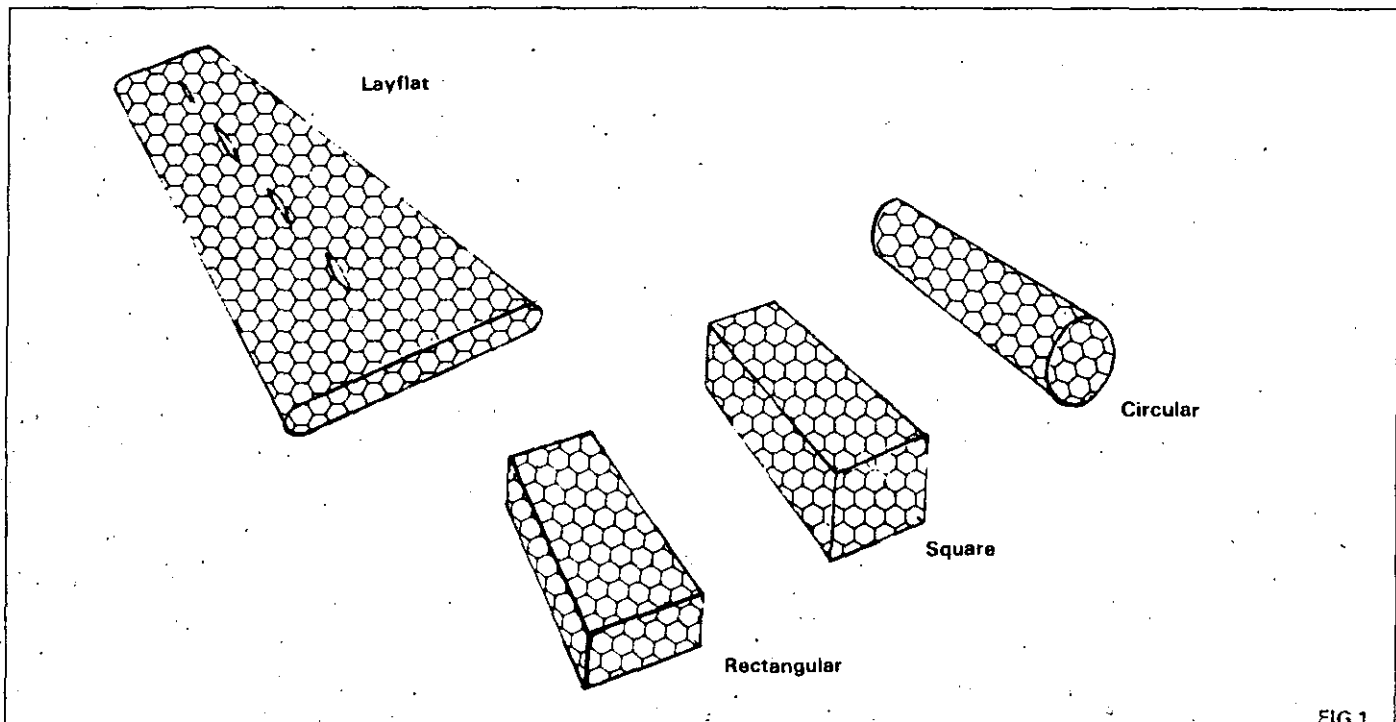


FIG 1

### Sizes available

Netlon mattresses are manufactured from CE153 structure and are available, up to 6 metres in length, with or without lids, in standard heights of 170 mm, 230 mm and 300 mm and a width of 1000 mm.

The aperture size of CE153 is 60 x 60 mm. Mattresses can be supplied as non-standard with the base made from mesh of aperture size 27 x 27 mm or 6 x 6 mm.

Netlon mattresses are supplied in collapsed form (figs 2 and 3) with compartment separators attached at 1 m spacings. Lids are supplied separately.

The CE153 structure is a heavy square mesh structure with thicker strands situated at 1 metre spacing, and along all edges of the mesh panels.

Erection of the mattresses on site, binding them together, and fastening on of lids is made easy because of the design of the square mesh panels 'framed' with thicker strands.

### Rectangular gabion — mattress unit

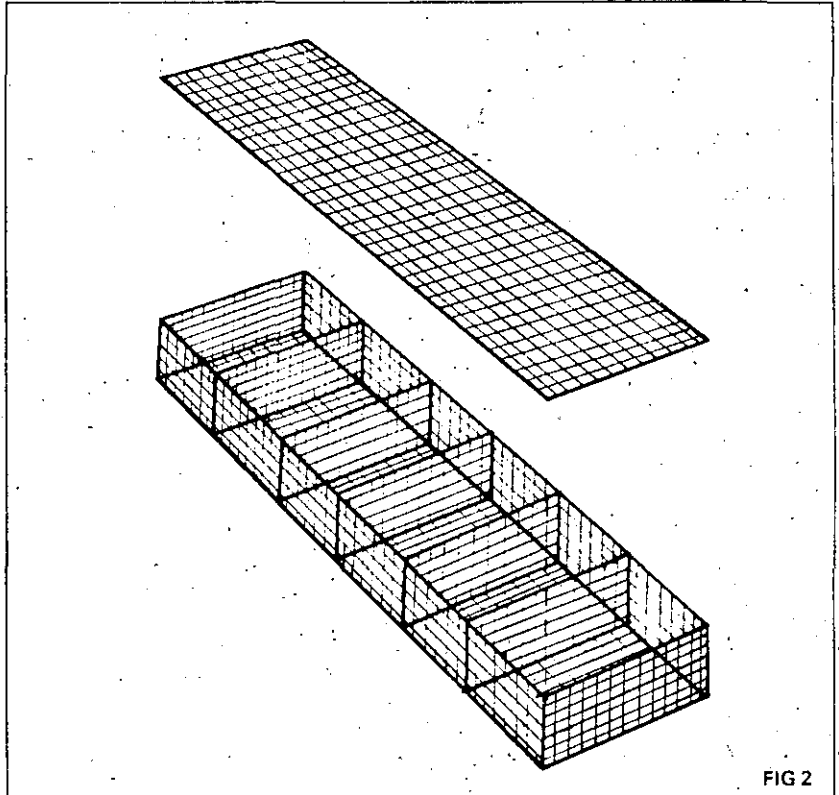


FIG 2

Overall size 6 m in length x 1 m wide and up to 300 mm depth

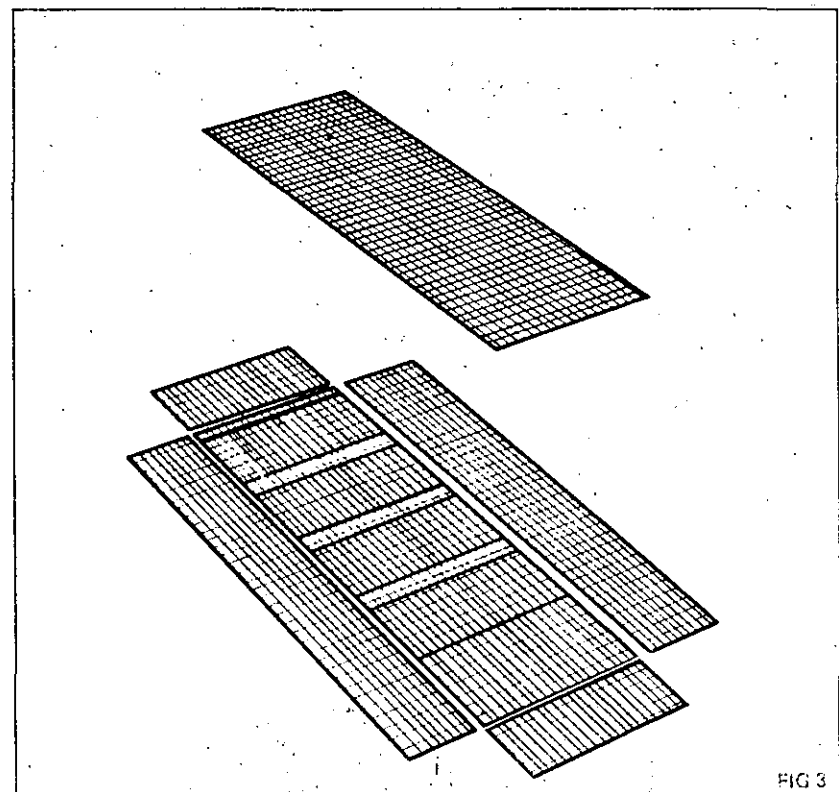


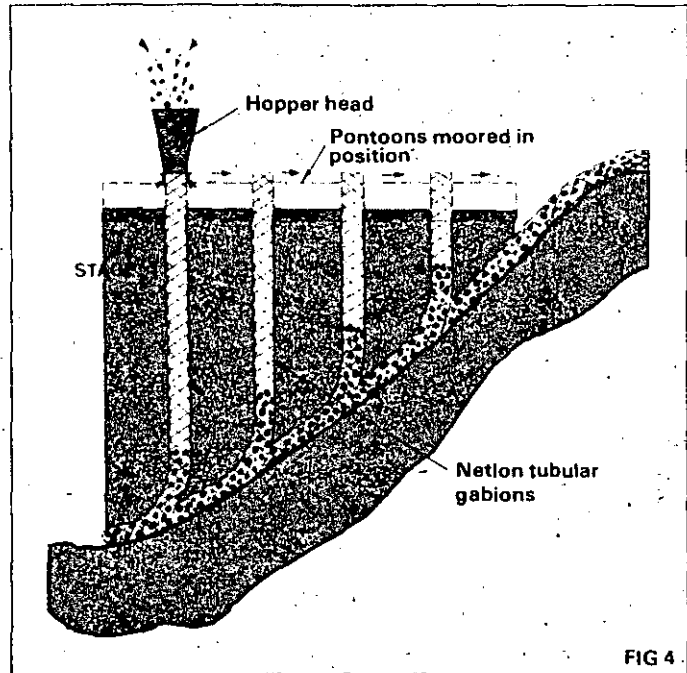
FIG 3

# Gabion protection works

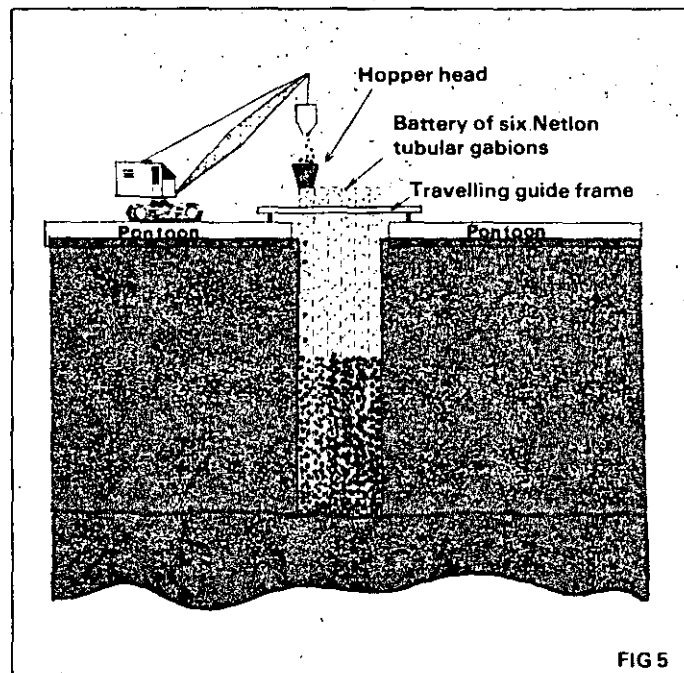
48

## Method of laying Netlon tubular gabions in deep water

Netlon tubular gabions approx 636 mm diameter, of any desired length, erected in batteries of 4, 6 or 8 units, are suspended from a travelling guide framework which spans between two pontoons or barges anchored in position. Broken stone is placed in the gabions initially to provide ballast to sink the gabions in position. The gabions are then filled, progressively, through a hopper head and the guide frame moved in stages as shown (figs 4 and 5) towards the bank to allow the stone filled sections of the gabions to settle in position on the river bed/bank surface. As each battery is filled and laid, the pontoons are repositioned and the procedure repeated.



Netlon gabions can be produced in any length, and can be joined on site to give a continuous unit. As the gabions are filled, additional lengths are added and the filled portion allowed to settle on to the bed/bank profile. Locating rings can be used to hold the gabion units firmly in position.

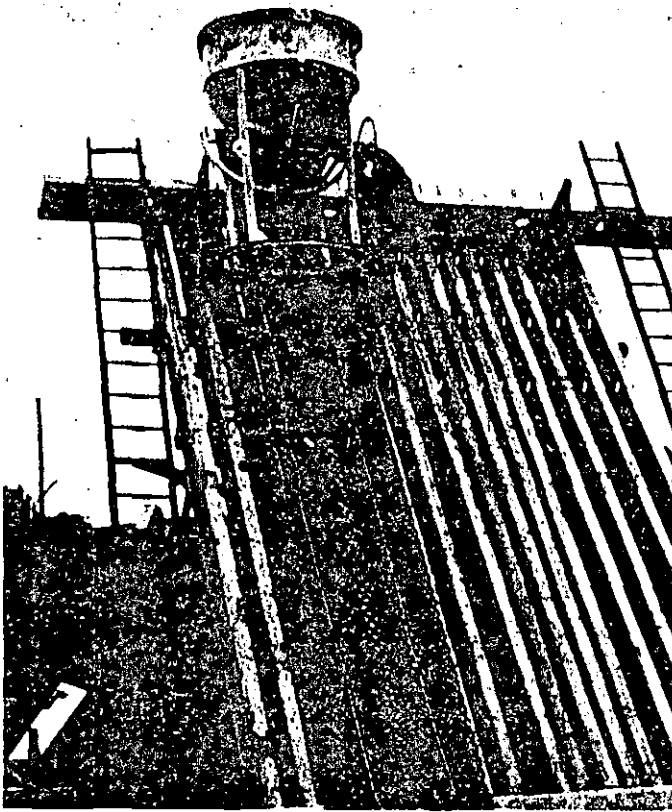


# Construction on shore

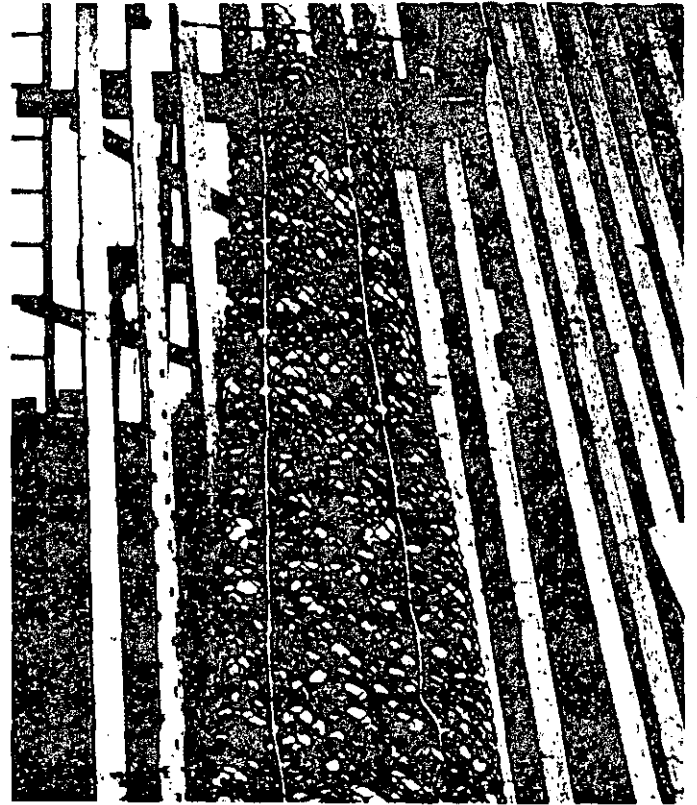
49

## Mechanized filling of Netlon tubular gabions

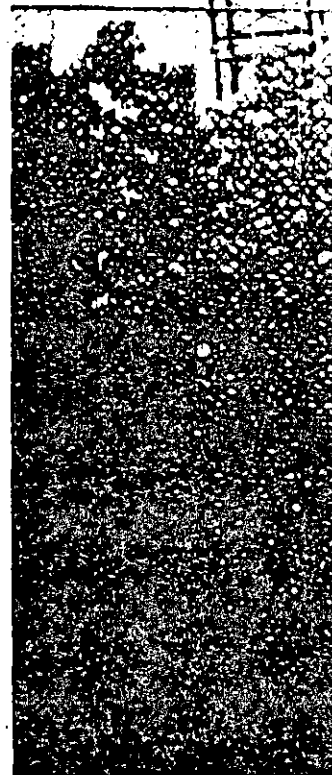
Tubular gabions are shown being filled while held against a sloping platform.



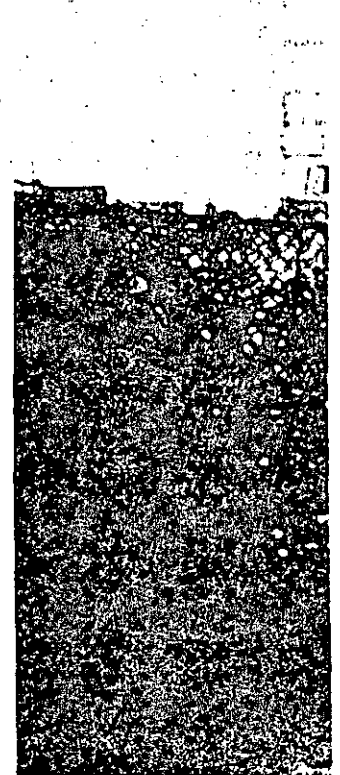
Filling — by means of a crane and bucket



Partly filled gabions



Filled tubular gabions being lifted into position



A battery of tubular gabions being installed

# River bed and bank protection

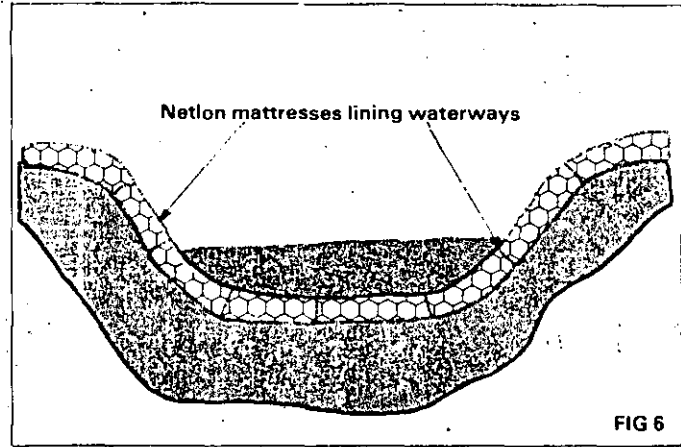
50

## Mattresses for river training works, slope and bed protection

Stone filled tubular gabions, in single or multi-unit form, can be constructed in continuous lengths to provide heavy duty protection against scour and erosion of navigable and fast flowing waterways.

Being flexible they follow the bank and bed profile (figs 6 and 8) and being of permeable construction they obviate the need for pressure relief.

They can be stone filled by mechanical means in situ, or prefilled and lifted into position.

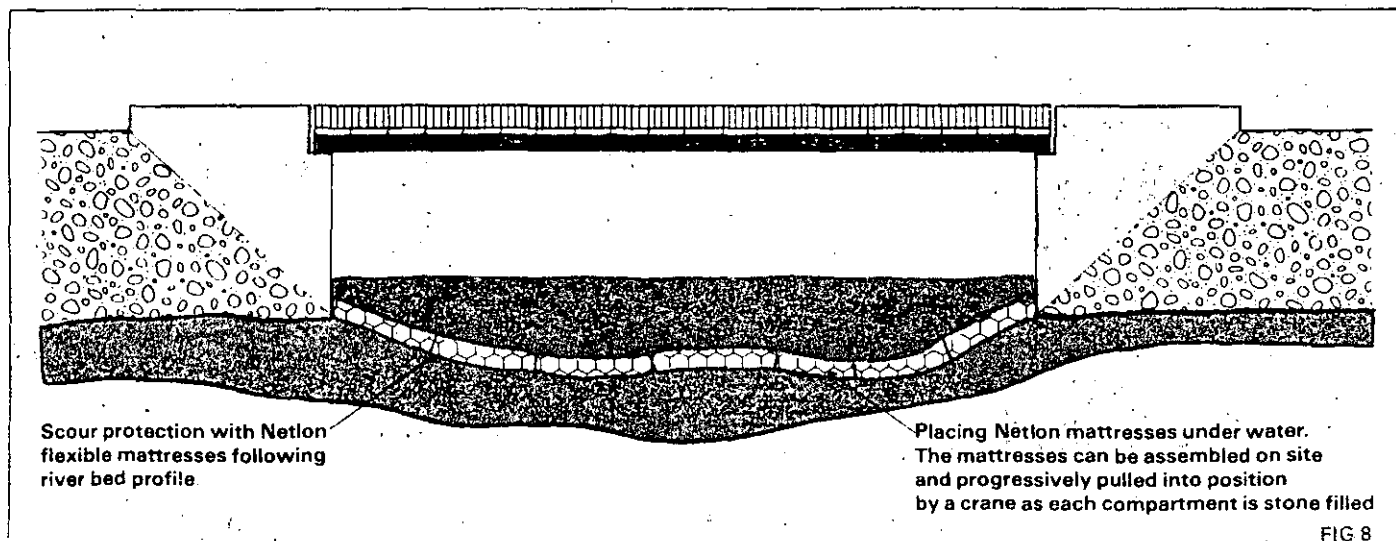
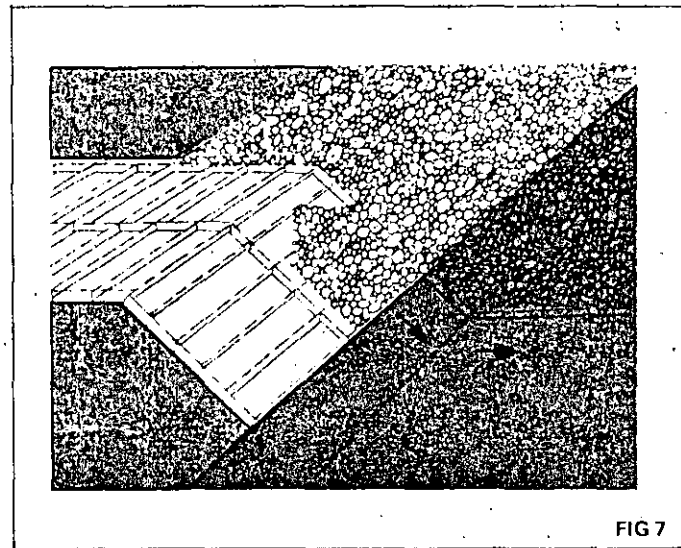


## Mattress installation

Rectangular mattresses of open construction provide a simple but effective lining for banks and shallow waterways where the greater depth and heavier protection of the tubular gabions is not required.

They can be stone filled by manual or mechanical means and lifted, or pulled, into position progressively as each compartment is filled and covered (fig 7).

Whilst providing protection against scour, their permeable construction does not prevent vegetation growth.





# Coast and bank erosion

51

## Linmat flexible mat on bank slope

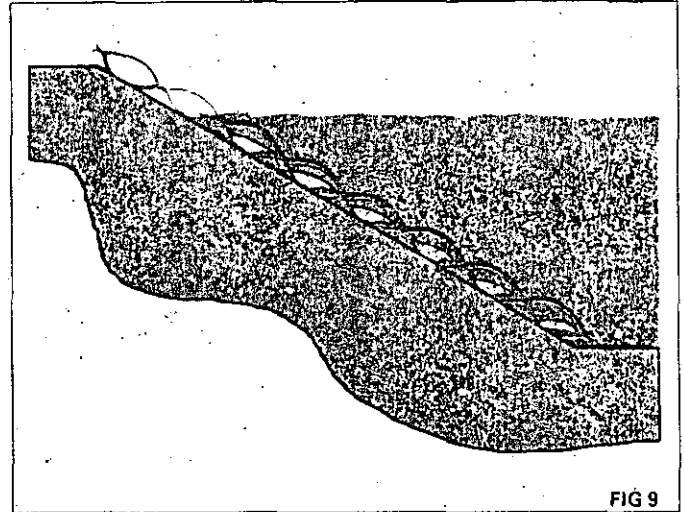
Linmat is a flexible mat system for controlling coast and bank erosion using Netlon tubing of oval profile.

It operates by creating an artificial boundary layer which slows the current to a speed at which scouring ceases and waterborne material is deposited.

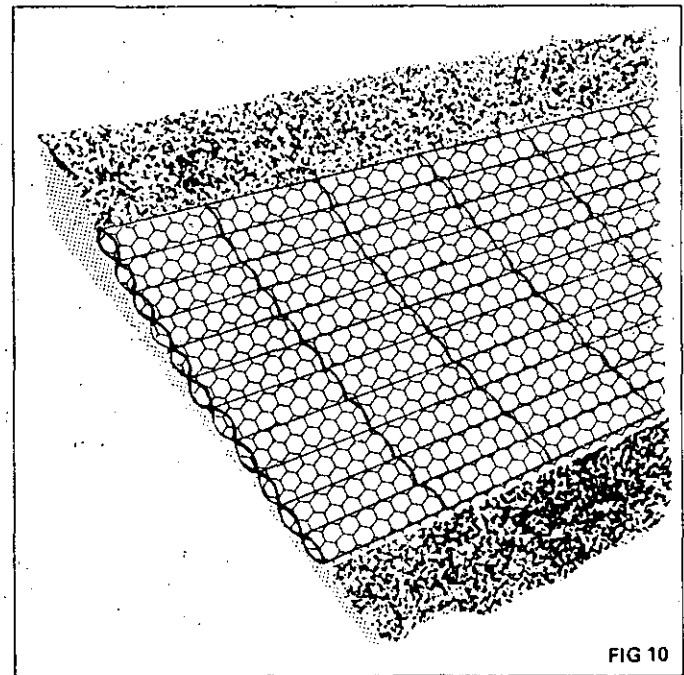
By this means the mat gradually fills to its overall depth with sand or silt. The upper surface mesh allows entry of the material in suspension, and also prevents deposited material from being washed away (figs 9 and 10).

If undercutting occurs the flexible mat settles to the new profile to protect the eroded area, and the process of siltation continues as before.

Because the mat follows the natural line of the coast, or bank, no spurious turbulence is created and the existing natural regime remains unaffected.



Progressive sand deposition



Installation of Linmat flexible mat on bank slope

# Access over waterlogged terrain

52

Access to areas where breaches have occurred in river banks, can prove difficult in the presence of large areas of alluvial plains and mud flats, particularly when these areas have to be traversed for transporting materials and carrying out remedial works.

Netlon ground retention matting laid directly over the silt performs two functions. It provides a stable platform enabling inspection work to be undertaken in safety, and also serves as a foundation for more permanent access ways, and for remedial work to river banks.

The light weight of Netlon mattress, gabions, Linmat etc are of major advantage in this type of remedial work because of the ease with which they can be transported to site, even over waterlogged terrain.

More permanent access ways can be constructed using a combination of Netlon matting and tubing.



Netlon ground retention matting being laid over silt



**Netlon Limited**

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

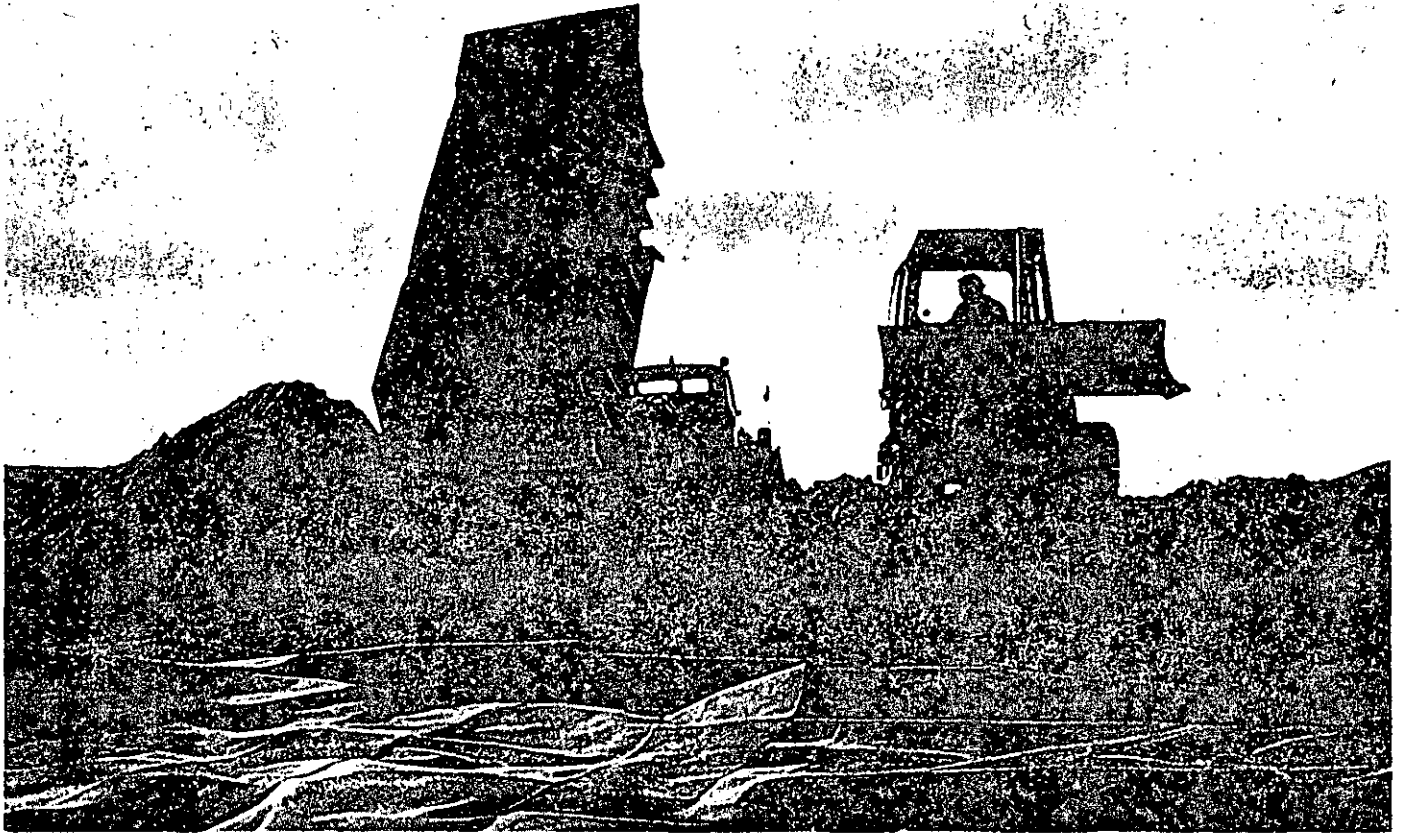
Telephone 0254 62431 Telex 63213

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

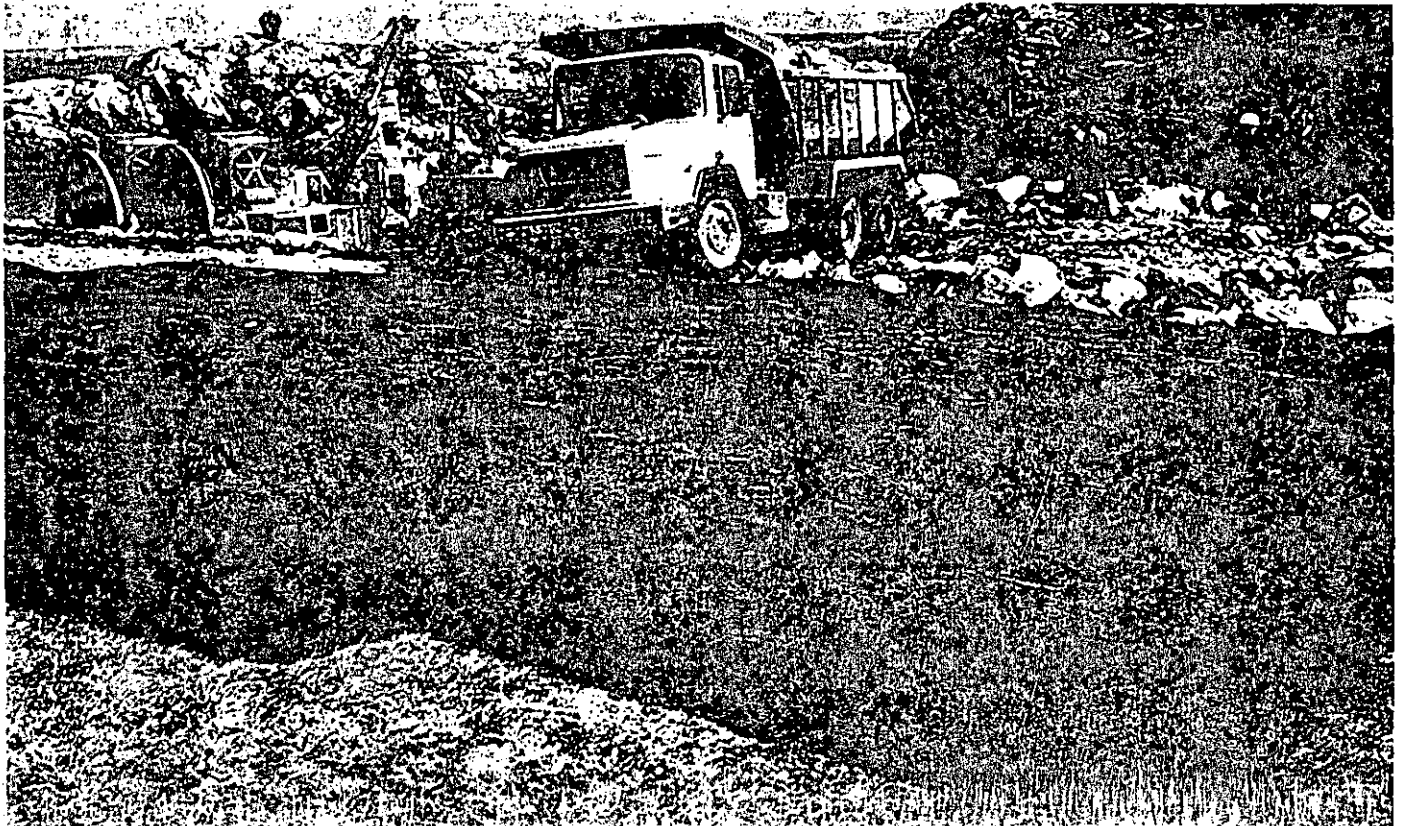
Designed and printed in England by

# Netlon in ground restraint and soil reinforcement

53



Road construction over soft ground



# Ground restraint

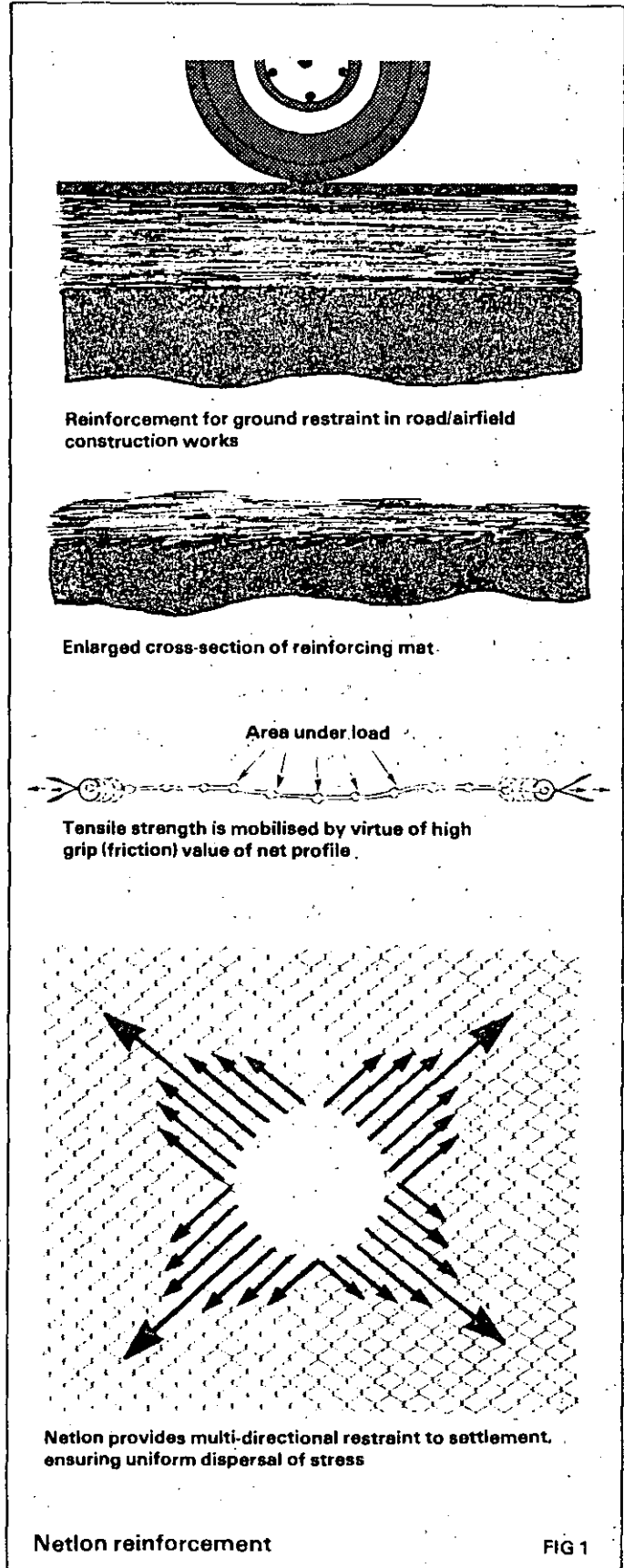
A stable foundation is the starting point for the design and construction of any structure, and the optimum solution in terms of both engineering and economic consideration is ultimately dependent on the soil characteristics and its capacity to accept the required load pattern.

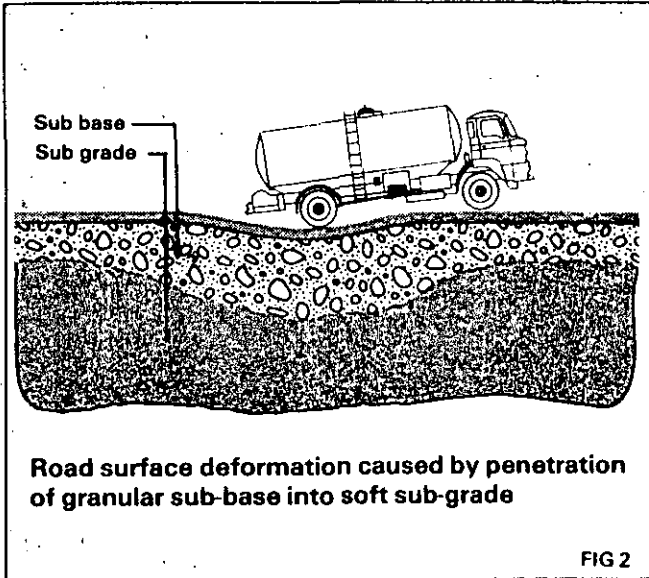
Methods of increasing the bearing capacity of soils by compaction, drainage, or chemical stabilization are well known, and in recent years interest has been shown throughout the world in the method of ground restraint using structural membranes. Ground restraint is not a new concept. It has been in use in the form of fascines (woven brushwood matting) for centuries, and has proved successful in providing a stable foundation for earthworks over indifferent ground conditions.

Netlon ground restraint netting performs a similar function in providing a stable foundation with many applications and advantages:

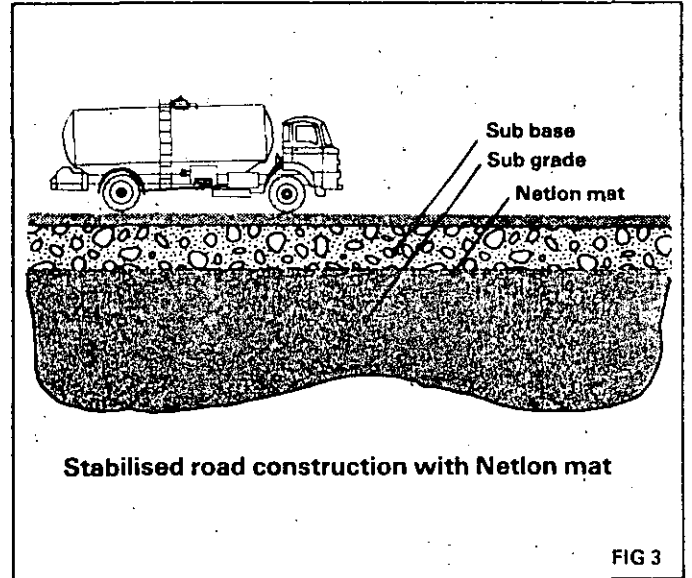
- a) It prevents loss of sub-base material into the sub-grade.
- b) It distributes load uniformly over a wide area by virtue of its stiffness, and thereby reduces differential settlement.
- c) It adds to the shear strength of the soil by virtue of its high tensile strength fully mobilised by the high friction value of the net profile (fig 1).
- d) Its net structure allows more rapid dissipation of pore water pressure.

The following pages describe some of the applications for which Netlon reinforcement is particularly suitable and illustrates its successful use.

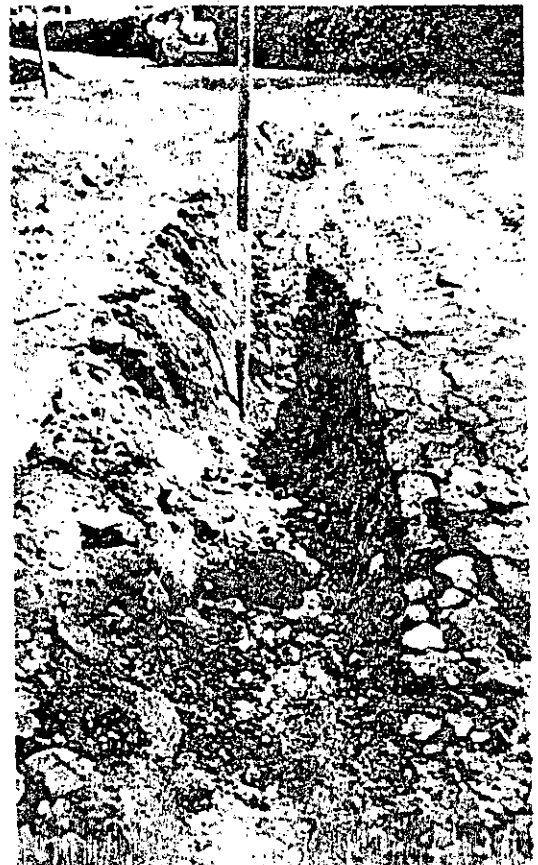




The loss of sub-base material into a soft sub-grade seriously affects the load bearing capacity of the road construction, and in the absence of timely and costly maintenance, deterioration increases until ultimately failure occurs (fig 2). The photographs below illustrate the type of failure shown in fig 2, (which occurred in spite of the use of a non-woven textile membrane).



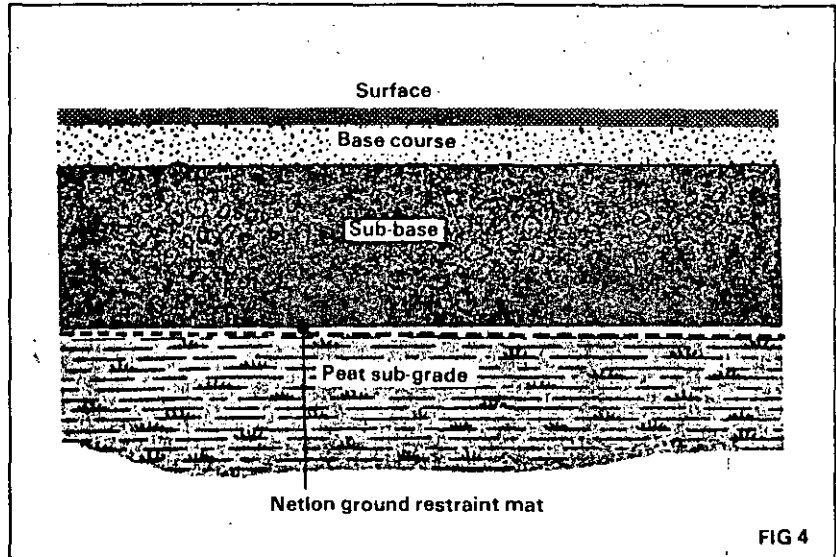
Netlon ground restraint netting laid at the sub-grade/sub-base interface prevents the penetration of sub-base material into the sub-grade, and increases the bearing capacity of the sub-grade thereby reducing the design thickness of the road base construction (fig 3).



# Road construction

56

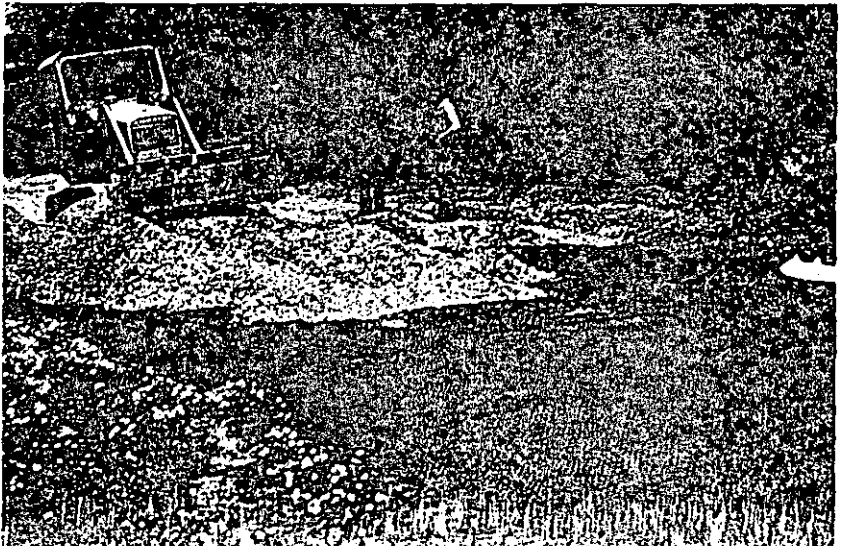
Netlon ground restraint mat is particularly effective as a foundation medium on marshlands and peat. It can be laid directly on the sub-grade without any surface preparation. Because of its net structure, Netlon settles on the ground without 'rutting' and road construction can be commenced immediately (fig 4).



Netlon in the construction of a permanent carriageway over peat. The peat varied in depth between 2m — 4m and in areas of greatest depth it was in a highly mobile, almost liquid, condition.



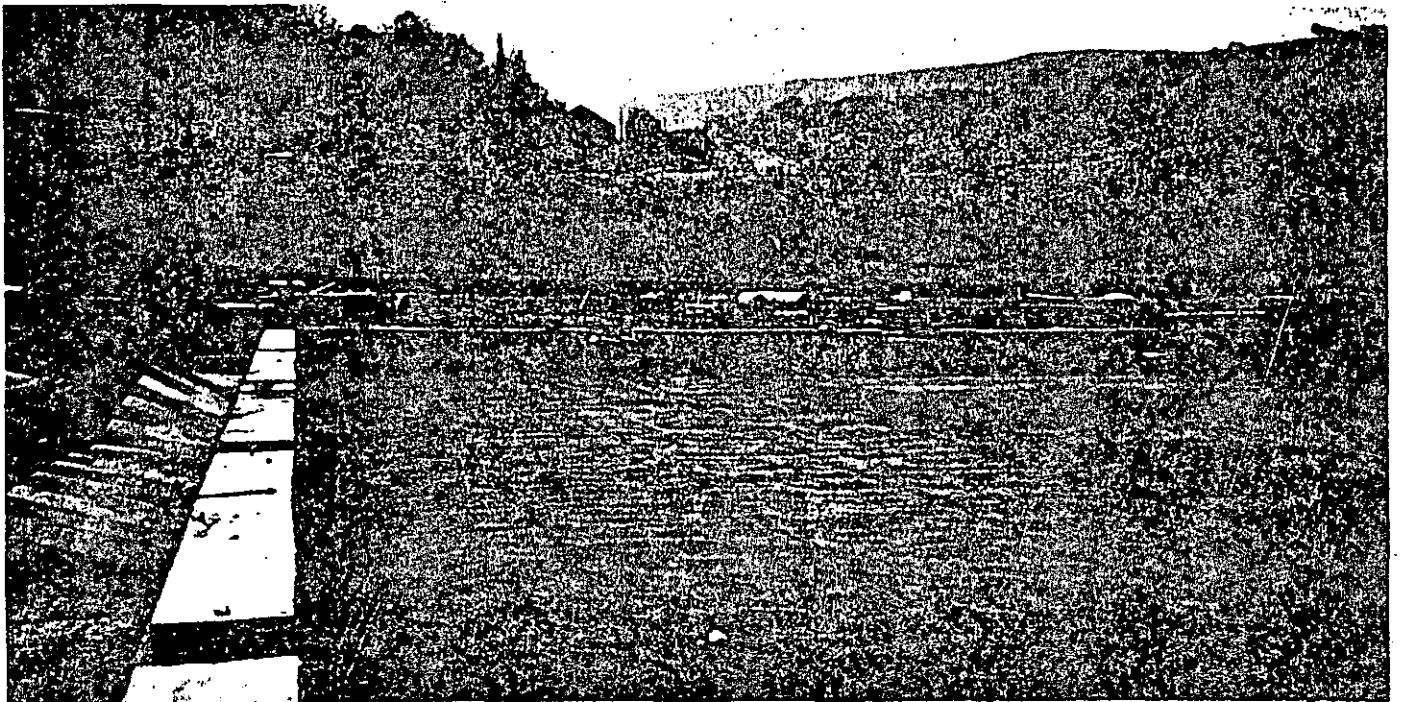
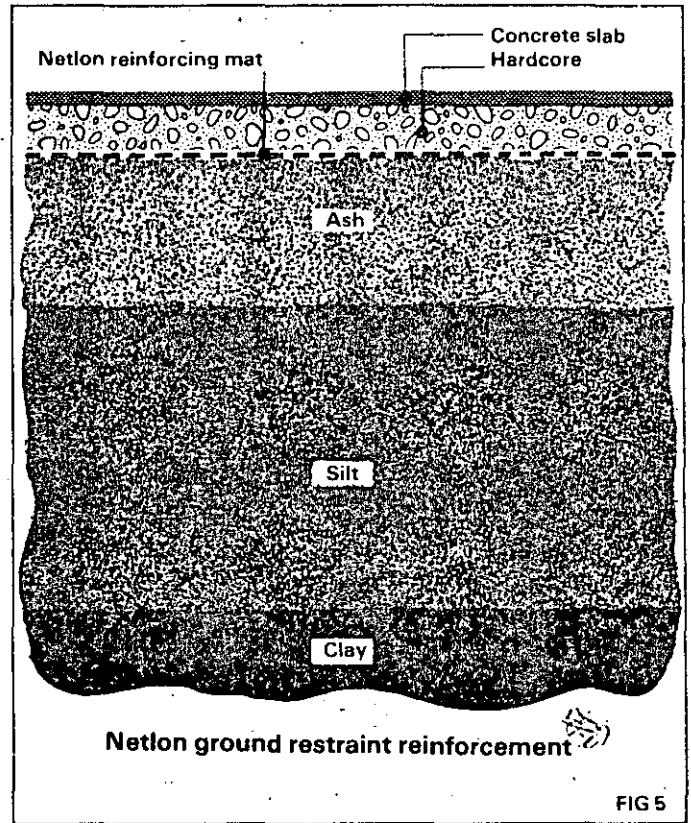
Netlon in the construction of hardstandage and access roads, cut into a steeply sloping embankment.





# Factory foundations

Netlon provides an effective and economical method of improving load distribution over large heavily loaded areas of made up ground. Foundation design of industrial structures can be greatly simplified by the adoption of ground restraint techniques, to improve the bearing capacity of the soil, thus obviating the need for expensive foundation systems (fig 5).



Netlon in the construction of factory foundations on made up ground

Reinforced concrete slabs, supported on a bed of hardcore reinforced with Netlon to eliminate local settlement, and improve load distribution.

# Earthworks Stabilisation

59

The construction of elevated earthworks as foundations for highways, railways or industrial developments or as protective bunds in flood areas have a common factor — they all require large quantities of fill material. This in itself can pose problems, with regard to the source, the quantity and the quality available.

The creation of borrow pits and quarry faces by the excavation of large quantities of soil create problems of their own. It is therefore both economically and environmentally desirable to keep earthworks to a minimum.

The conventional method of constructing to a stable slope for a given height, or adding berms to the toe, can involve considerable expense in materials, plant, construction time and extension to the base area of the embankment (fig 7). Other methods including soil admixture, sandwich construction and chemical stabilization, can be equally costly in time, materials and supervision.

The method of stabilisation of embankments by soil reinforcement in the form of 'fascines' (woven brushwood matting) arranged in layers within the bank construction is well known, and during the past decade similar methods have been applied using a high strength, high grip Netlon mesh reinforcement.

Netlon mesh reinforcement provides a practical and permanent solution to the problems of stability, enabling banks of simple and economical cross section to be constructed to the required heights. The mesh is placed horizontally at the base of the embankment, and thereafter in layers at calculated heights as construction proceeds, extending from the face of the slope to a grip length beyond the calculated slip plane. Netlon mesh reinforcement adds a high tensile resistance to the shear strength of the soil. This resistance is achieved by virtue of

Formation widths and heights are usually dictated by design requirements and local topography, and the steepness of the slopes by the mechanical properties of the fill material and bearing capacity of the foundation. While different criteria are used to calculate (a) the slope angles and (b) the heights of embankments made respectively from sandy and clay soils, failure of earth slopes is generally assumed to occur along a circular plane. A portion of the bank slips downwards and heave occurs at the toe (fig 6).

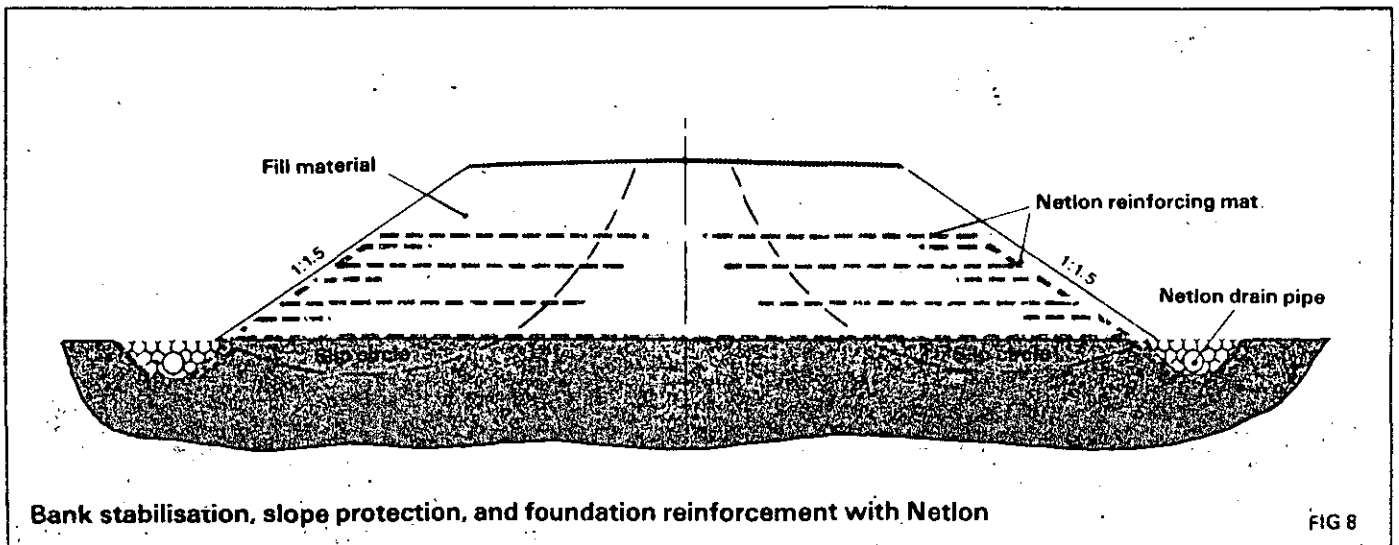
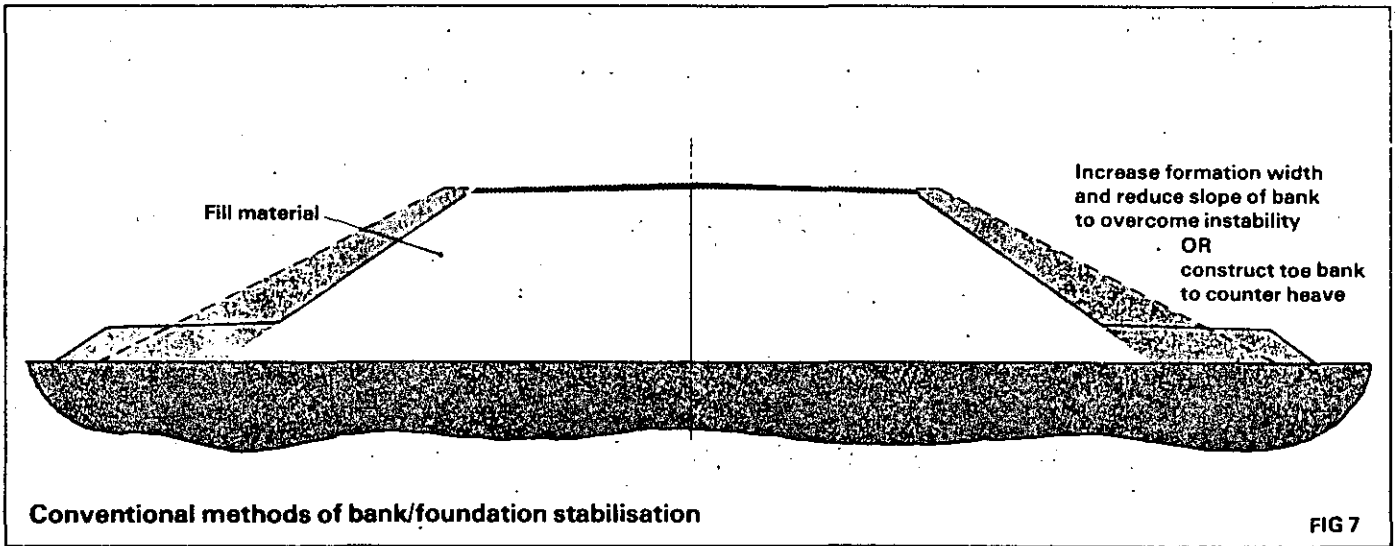
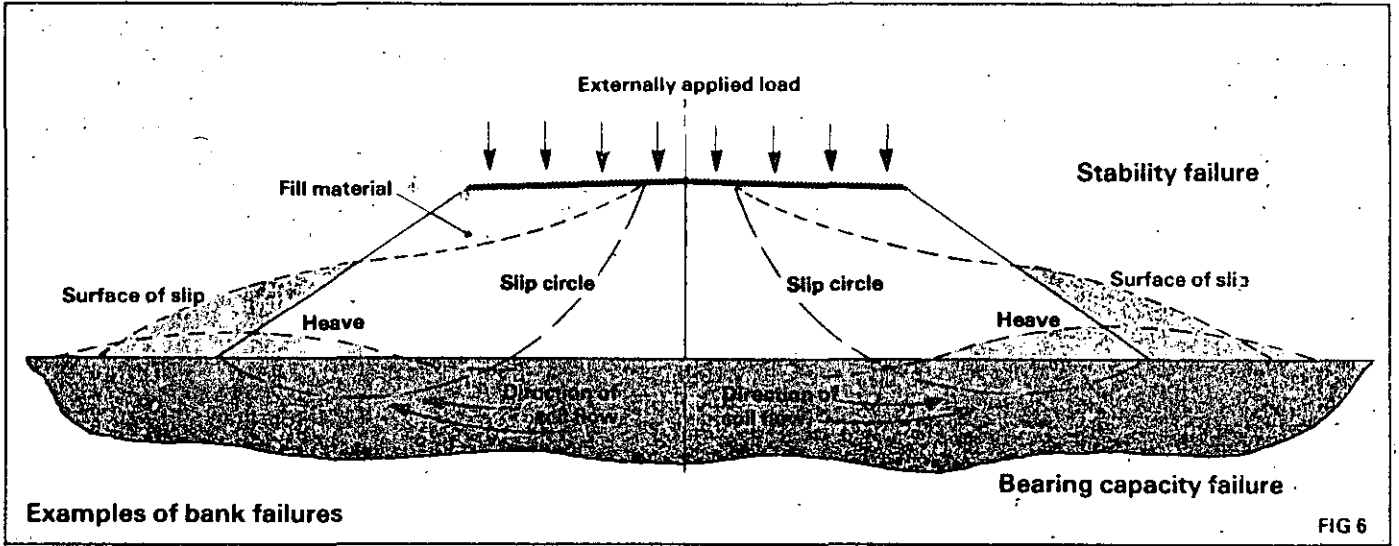
Locating fill material for the construction of embankments can be a problem and frequently the only source of material available in economic quantities is soil of widely different properties. The Engineer is then faced with evaluating the options of soil admixtures, means of soil stabilisation, or the construction of berms or low angles of slope.

the friction developed between the net structure and the soil (fig 8).

The layers may be continuous throughout the width of the bank cross section or curtailed a grip length beyond the calculated plane of failure, dependent upon the stability analysis and location of failure planes.

**Netlon** enables high angles of slope to be achieved, reduces earthworks volume and land-take areas. It encourages uniform load distribution, and dissipates pore water pressure more quickly. It is lightweight, easy to transport and handle and is simple and quick to install.





# Railway construction

60

With the increased dynamic forces resulting from the trend towards higher speeds, there is a need to improve and maintain track to a higher standard. To achieve the design objectives of track stability under high vertical and lateral forces, passenger comfort and ease of maintenance, consideration must be given not only to the geometry and composition of the track and its sub-structure, but also to the earth works below, which must ultimately bear the applied load.

Problems caused by differential settlement or penetration of the ballast in to the sub-grade (fig 9), affect the life of the track components, passenger comfort and traffic safety. Netlon laid at the sub-ballast/sub-grade interface prevents ballast loss, distributes loads uniformly over a greater area, thus reducing stresses and strains in the soil, and protects against tension cracks in the sub-grade (fig 10).

Embankment stability is governed by the ratio of the restoring moment, a function of soil strength, to the disturbing moment, which is the function of the dead and imposed loads. For safety, the ratio must be significantly greater than unity, and the possibility of future increases in live load should not be overlooked. Netlon provides an effective means of increasing the factor of safety, by virtue of the friction induced tensile resistance mobilised under load, without additional earthworks.

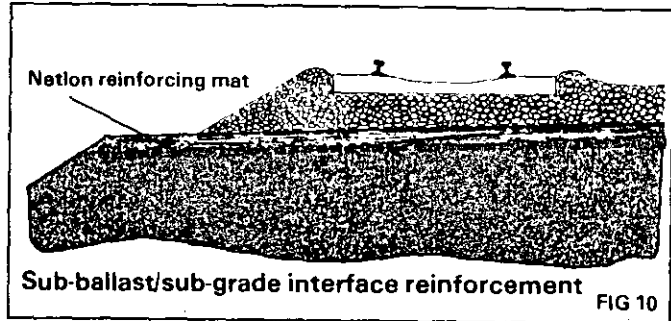
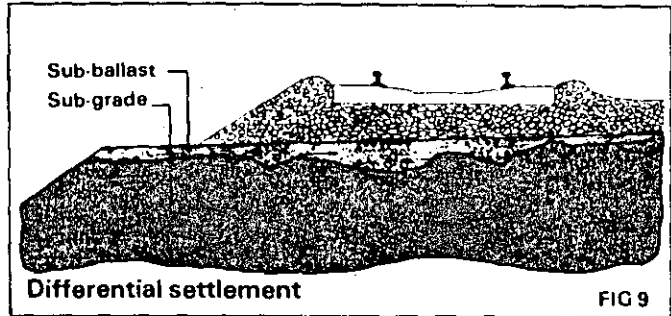
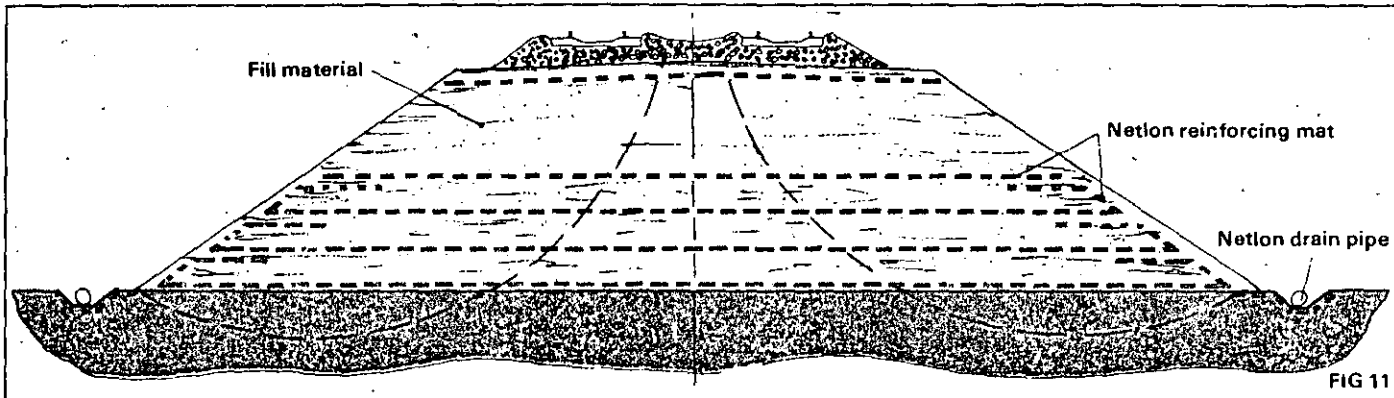


Fig 11 illustrates a similar concept, with the top unreinforced section of optimum height supported by a reinforced section below. The reinforcement may be continuous, or curtailed a grip length beyond the slip circle, and either straight ended or returned up the slope depending on the relative positions of the slip circle for each side of the bank, and the possibility of slope erosion.



Netlon Limited  
Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

61

**NETLON**

**PROJECT:**

NEW ROAD CONSTRUCTION OVER POOR LOAD  
BEARING GROUND IN THE SHETLAND ISLANDS DATE: SPRING '75

**CLIENT:**

THE DIRECTOR OF CONSTRUCTION,  
SHETLAND ISLANDS COUNCIL, LERWICK,  
SHETLAND

**SPECIFIER:**

THE CLIENT

**CONTRACTOR:**

THE CLIENT

**PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE121 GEOGRIDS

**ACKNOWLEDGEMENTS:**

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

The project involved the construction of three sections of permanent roads over peat deposits varying between 2m and 4m in depth.

The first was to form part of the A970 (Sandwater to Voe) at Long Kames, eighteen miles north of Lerwick. The section would be 400m of 6.3m wide carriageway bounded by 2m verges on either side.

The second was to form part of the A968 (Basta to Yell), which would be 200m long, 6m wide with a.5m verges, and the third section being on the same route at Sandwater.

**CONTROL DE KROSTON, S. A.**

/cont

Blvd. Adolfo L. Mateos No. 1384  
Col. Mixcoac 03910 México, D. F.  
TEL. 598-01-11 Y 598-01-27  
Apdo. Postal 60-549 Méx - 03800

CONSTRUCTION

62

As the 400m stretch of the A970 would effectively run over ground with a gradient from north to south, to make this an acceptable gradient, it was necessary to excavate at the northern end and construct a supporting embankment to the south.

Where excavation was undertaken, Netlon CE121 Geogrids were laid as a sub base restraint layer and a road base of locally available moraine sand was placed over the grids to a compacted depth of 1.2m. A 300mm course of crushed stone road metal was constructed over this, and the formation was dressed with chippings prior to the application of a two course flexible surfacing. (See Photograph 1).

At the southern end CE121 Geogrids were laid over virgin ground, without any preparation, to form a stable base for construction of the embankment.

\* \* \* \* \*

Construction of the 200m section of the A968 between Basta and Yell was made more difficult by the presence of surface water and soft ground conditions making plant operation very difficult.

Once again, CE121 Geogrids were laid directly over the peat acting as a restraint layer for the sub base (See Photograph 2). A road base of high rock content moraine sand was placed over the Geogrids and compacted to a depth of 900mm. A 200mm base course was constructed from crushed stone road metal and this was covered with a wearing course of quarried fines followed by flexible surfacing.

\* \* \* \* \*

The third section, at Sandwater, was constructed over peat with underlying hard granular moraine deposits and in areas of its greatest depth, the peat was in a highly mobile, almost liquid condition.

Where the peat was only 2m deep, it was found practical to excavate and use the moraine deposit at the sub-grade.

In all other areas, the CE121 Geogrids were laid directly over the peat and no other preparation was necessary.

OBSERVATIONS

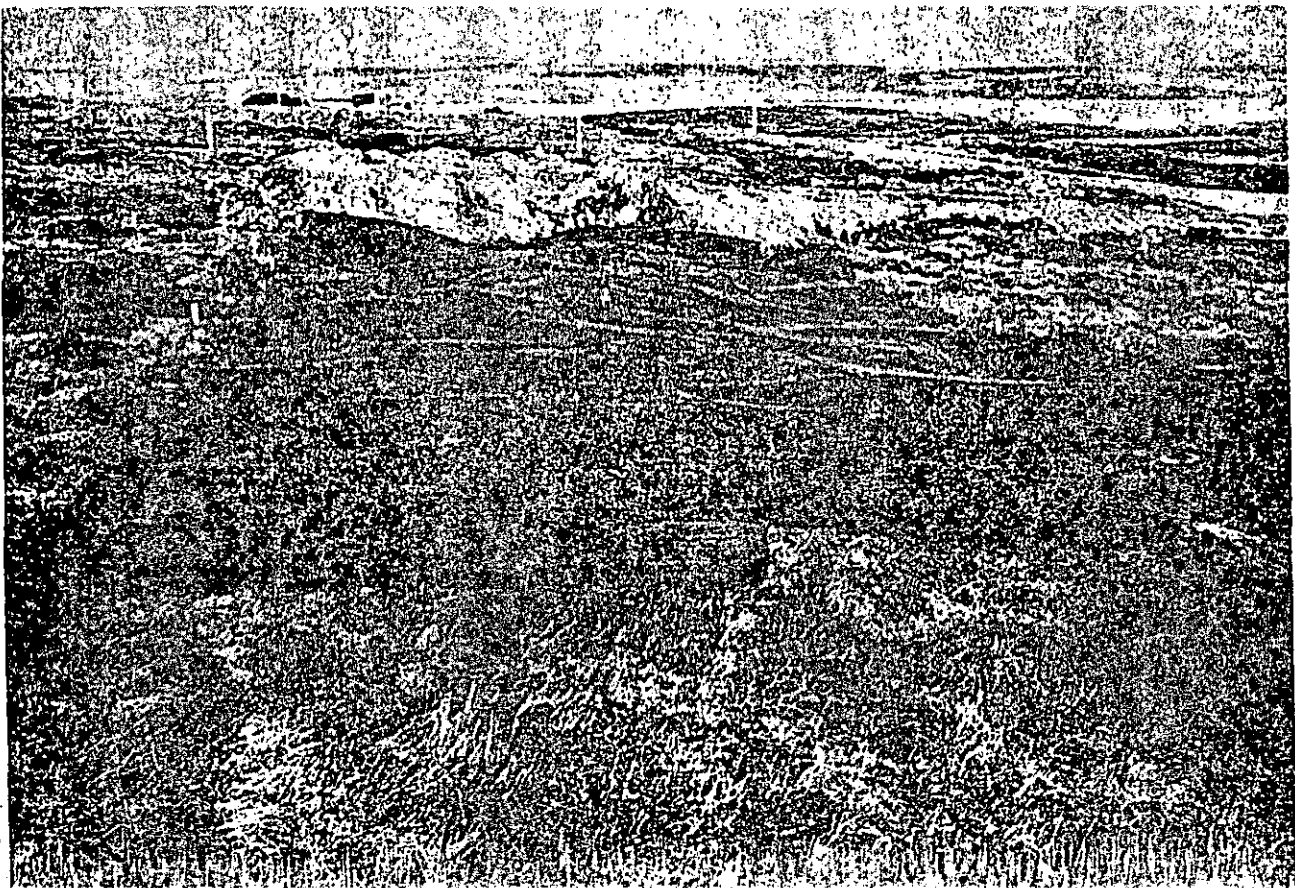
63

- i) All three sections were completed with considerable reductions in labour and materials when compared with the alternative methods that were considered.
- ii) Placing of the Geogrids was easily handled by two men so much so that excavation (where necessary), placing of mesh and construction of the road base became a continuous process.

The construction of these three sections of road demonstrates the effectiveness of Netlon's Geogrids in distributing loads especially over weak ground such as peat.



Photograph 1



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

65

**NETLON**

---

PROJECT: STABILISATION OF A SLIP FAILURE IN A  
CUTTING ON THE M4 AT YATTENDON

DATE: SUMMER '80

---

CLIENT: ROYAL BERKSHIRE COUNTY COUNCIL

---

SPECIFIER: SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT  
ASSISTED BY TRANSPORT ROAD RESEARCH  
LABORATORY

---

CONTRACTOR: THE CLIENT

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON CE131 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR R BURT, ROYAL BERKSHIRE CC  
MR MURRAY, TRANSPORT ROAD RESEARCH LABORATORIES (TRL)  
MR WRIGHTMAN, SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

A slip failure had occurred on the slopes of the M4 at a cutting in the Yattendon area and soil had slid on to the hard shoulder of the motorway itself.

The banking at this point was over 20 metres in height and the slip was some 70 metres in width.

The soil consisted of London clays of various hues.

DESIGN PHILOSOPHY

Rather than excavate the clay, transport it, and replace the clay with imported granular material, it was decided to reinstate the clay and to increase the factor of safety by

- a) Providing better drainage
- b) Reinforcing the clay with Netlon CE131 Geogrids

/cont

## 66

Calculations carried out by Mr R Murray of the TRRL showed that improving the drainage and layering the replaced soil with Netlon CE131 would increase the factor of safety from less than 1.0 to 1.5.

The calculations also indicated that near the base of the embankment it would be necessary to space the layers of Netlon 0.5m apart, but at higher levels 1m spacing would be adequate.

Drainage layers consisting of stone, between two layers of Netlon CE131, were installed at three levels (See Illustration).

### CONSTRUCTION

Over 8,000 cubic metres of clay was excavated, using a Mustang shovel, and was placed in a field at the rear of the slope.

Clay at the base of the slip was stabilised, to provide a working surface, by spreading finely divided quicklime. 2 metre wide sheets of Netlon CE131 were laid with their overlaps laced with polypropylene strapping.

The clay soil was placed with a Mustang machine (See Photograph 1) and was compacted with a T182 vibrating roller. The Netlon CE131 in each layer was extended up the face over the clay lifts, and joined to the base of the next CE131 grid immediately above it (See Photograph 2).

A layer of top soil was then spread over the resulting Netlon CE131 face (See Photograph 3) of the slope which was finally seeded with grass.

Drainage layers were incorporated by using 100mm stone instead of the clay, in three positions up the slope (See Illustration).

### OBSERVATIONS

The slope has shown no sign of movement since completion of the work in August 1980.



Grassing of the slope has been very effective with the grass mat looking plusher over the reconstituted slip area when compared with the adjacent areas (See Photograph 4).

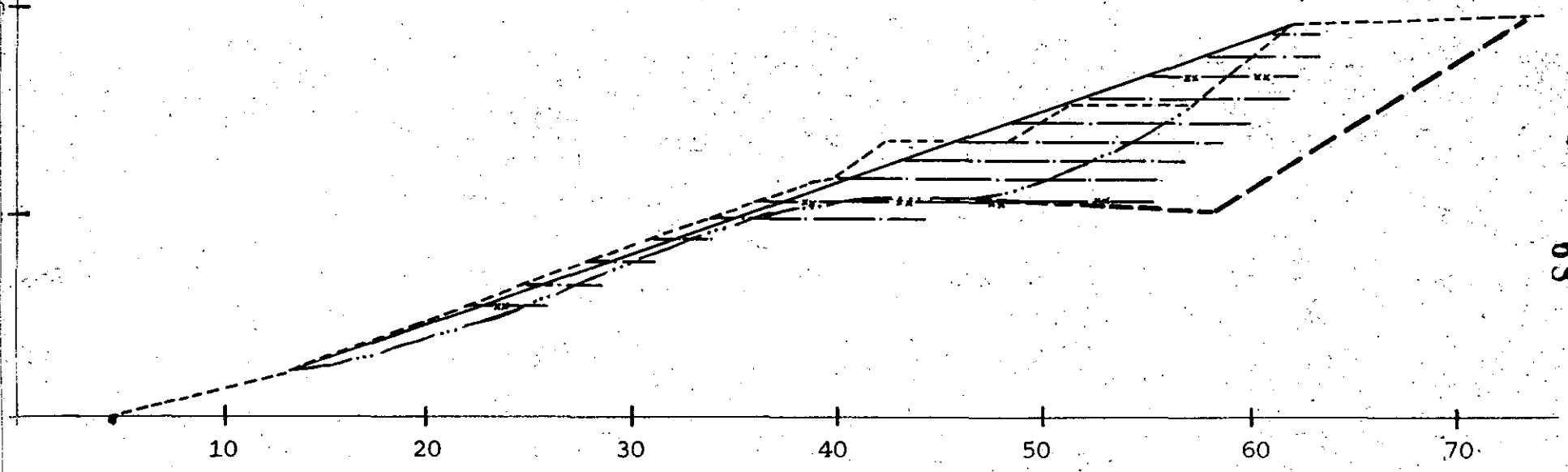
Royal Berkshire County Council estimate that the use of Netlon Geogrids represented a saving of over £70,000 or approximately 40% of what the repair would have cost if the London clay had been replaced with a granular material.

\* \* \* \* \*

The use of the higher tensile strength Tensar Geogrids which are now available, would lead to even greater efficiencies. This is possible as the reinforcing layers can be spaced at wider intervals to give the required factor of safety.

SCALE: 1 : 300

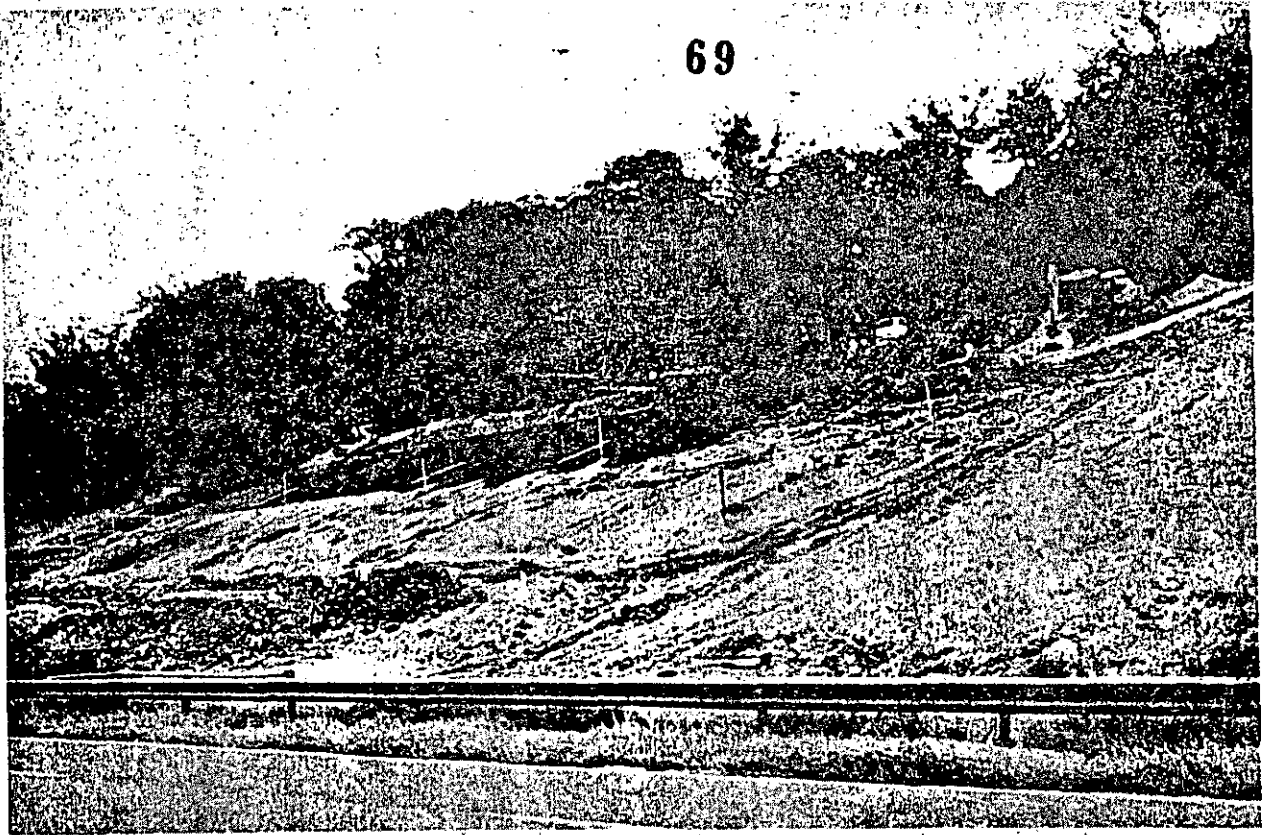
- EXISTING GROUND LEVEL
- ORIGINAL GROUND LEVEL TO BE RECOVERED
- ..... SLIP PLANE
- - - - EXCAVATION LINE
- · - · - NETLON
- x - x - NETLON PLUS 100mm STONE



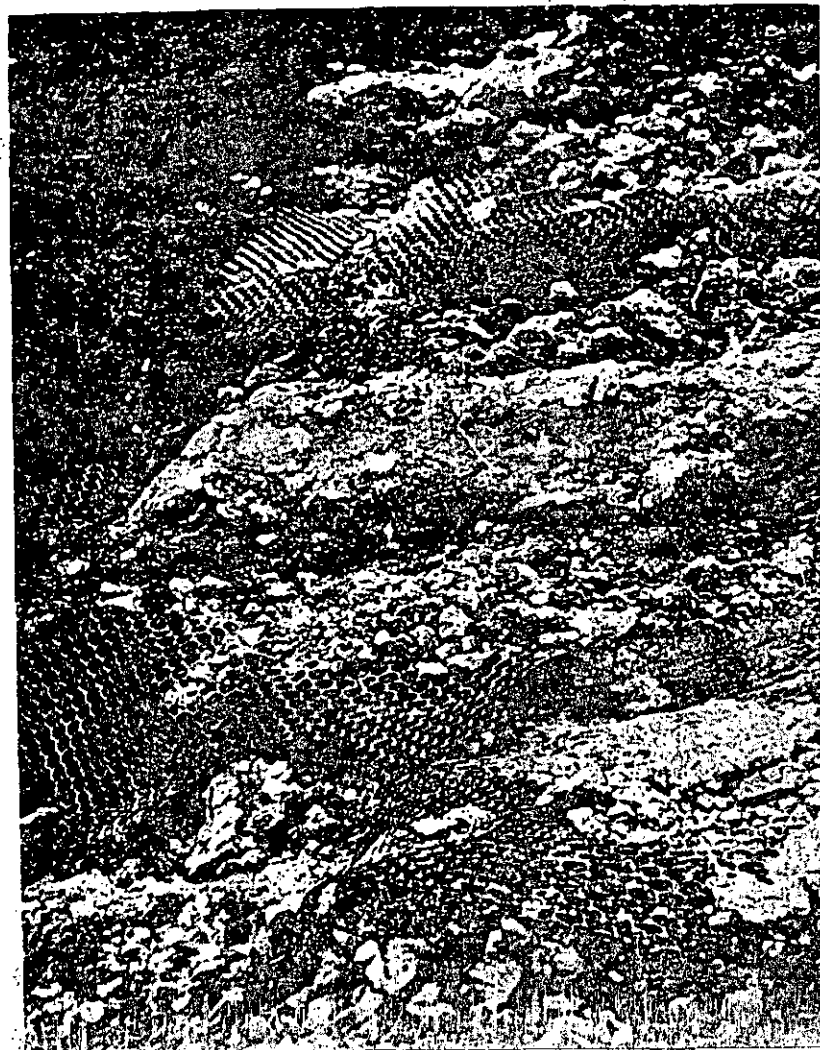
SECTION D-D

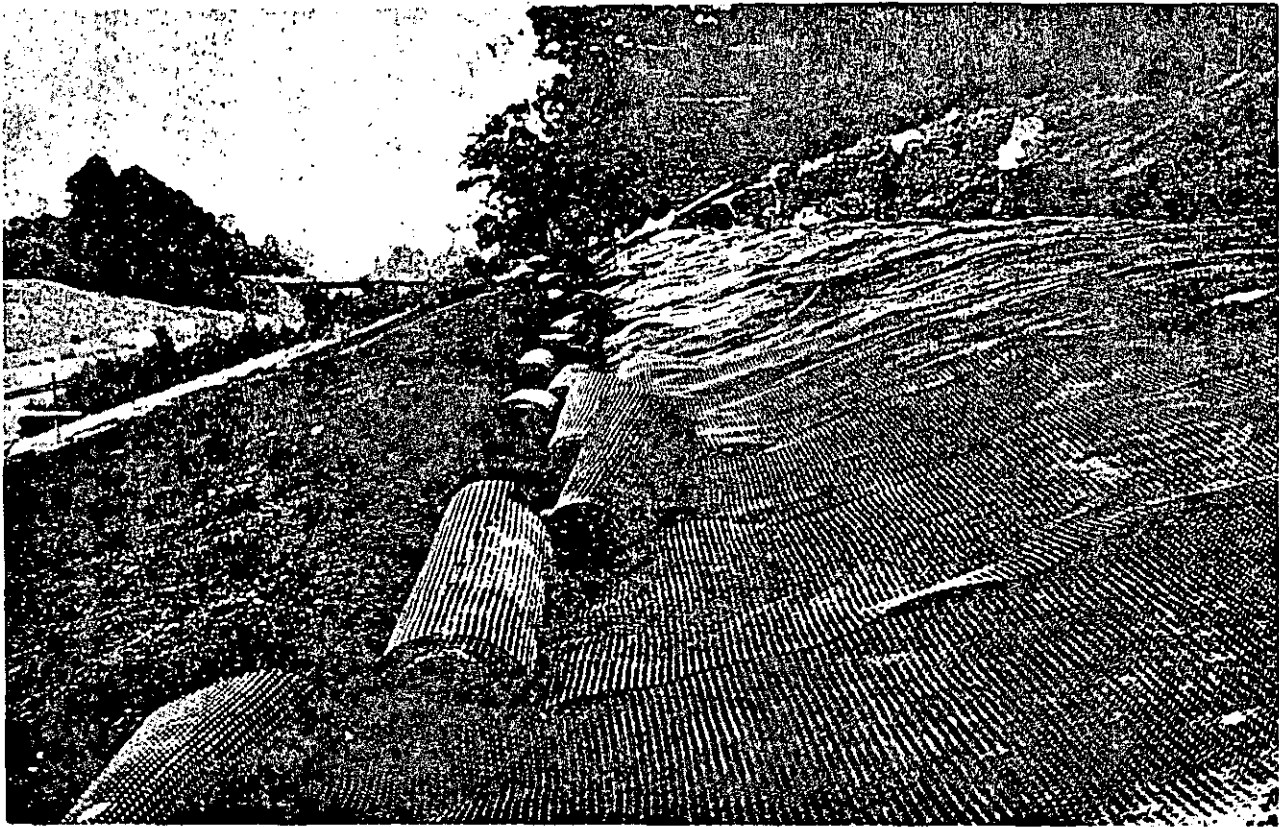
69

YATTENDON BANK SLIP  
CROSS SECTION D-D



Photograph 1





**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

71

**NETLON**

**PROJECT:**

THE CONSTRUCTION OF SERVICE ROADS & CAR  
PARKS ON POOR QUALITY GROUND

DATE: NOV 1979

**CLIENT:**

LONDON & MANCHESTER ASSURANCE COMPANY LTD

**SPECIFIER:**

OVE ARUP & PARTNERS

**CONTRACTOR:**

SLEEMAN CONSTRUCTION LTD

**PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE131

**ACKNOWLEDGEMENTS:**

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Due to the poor condition of the ground on which the client required roads and car parks built to service a new block of offices, it was found that the use of Netlon grids, rather than any other products, proved to be more successful in overcoming the problem.

The initial soil survey revealed a dense layer of red/brown silty, fine sand to a depth of 3m with water present at approximately 2.5m - suggesting a perched water table. It was initially thought that these conditions would preclude construction work. However, a start was made by stripping 600mm of top soil and a layer of 300mm of hardcore was laid, but as compaction was applied it was found that the hardcore was being punched into the formation. It was concluded that the shear strength of the soil was inversely proportional to the depth. This determined the policy to be adopted for the remainder of the road, which was to leave the existing ground undisturbed, apart from the removal of 150mm of topsoil, and build up the construction thicknesses from there. Fortunately, finished levels were able to be raised to suit.

/cont

Despite the use of a permeable fabric separator on a trial length of road, rutting still occurred (see Photograph 1). However, when Netlon CE131 was used, an immediate improvement was apparent due to its inherent superior frictional properties when placed, providing a positive mechanical lock between the sub-base and the sub-grade - thus restraining any anticipated lateral movement of the sub-base.

The formation was shaped and rolled using a pedestrian roller and Netlon CE131 was laid with 150mm overlaps (see Photograph 2). This proved to be a simple task as the lightweight nature of Netlon made it easy to handle and manipulate even in windy conditions. Initially an attempt was made to spread the sub-base material by dozer. Due to the ground conditions this proved too disruptive to the formation and to the Netlon. An alternative procedure using a crane and a skip was adopted (see Photograph 3) - the spreading of the material being carried out by hand. This method proved to be the most successful and is recommended where adverse ground conditions prevail.

A crusher-run of 75mm down was then laid to a thickness of approximately 100mm and compacted by light rolling. This was followed by a further 200mm of crusher-run and similarly rolled until no further compaction could be achieved. A loaded lorry weighing 13 tons was driven onto the treated area and no rutting occurred (see Photograph 4). 50mm of Type 1 material was then vibrated into the surface. In order to increase the factor of safety in consideration of the heavy construction traffic still to be carried by the road, lean concrete was then laid as a sub-base.

The final specification was as follows:

Surfacing	:	55mm DBM surface dressed
Road-base	:	175mm lean concrete
Sub-base	:	200mm crusher-run on Netlon CE131

Without Netlon the sub-base thickness would have been increased to 500mm minimum. Following the success of the trial section, and mindful of the cost savings achieved, it was decided that Netlon would be employed in the construction of two large car parks at the same site.



Photograph 1





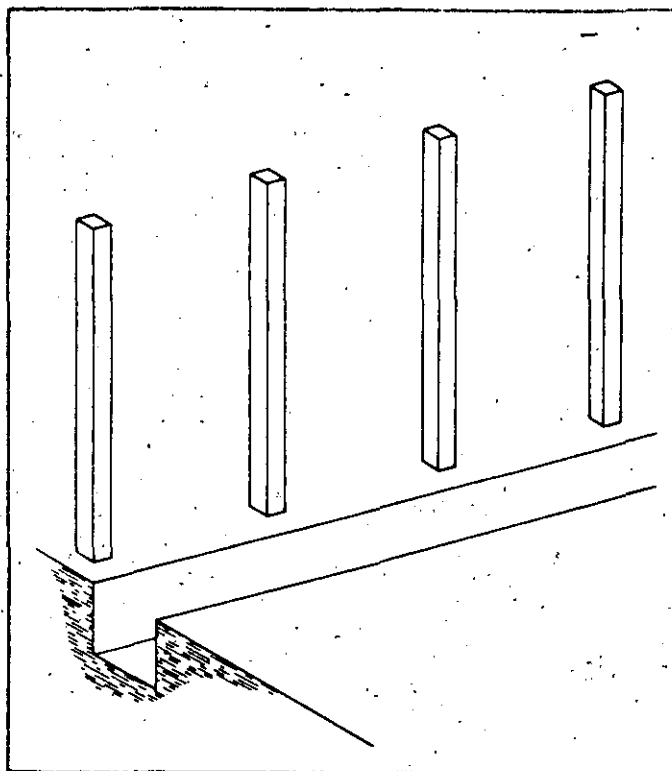


Photograph 3



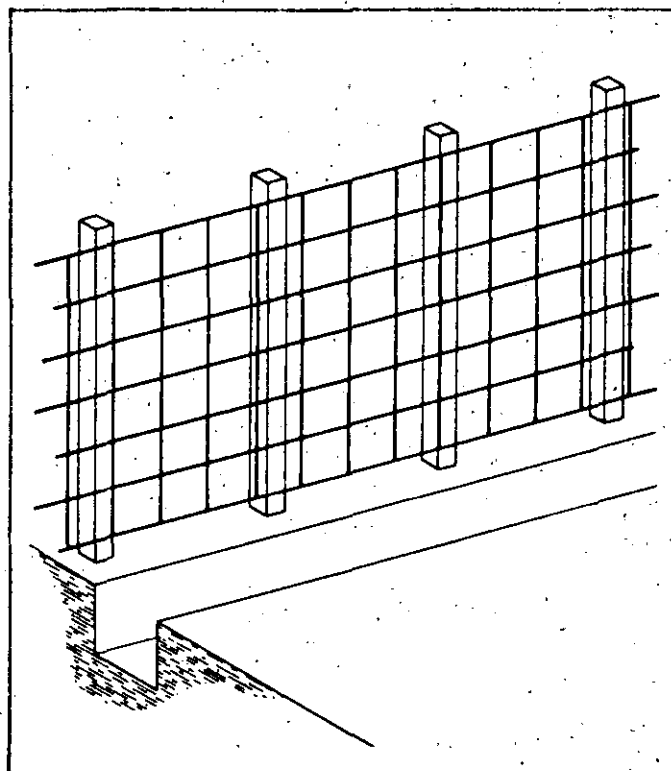


# Construcción de Protecciones contra el Azolvamiento, Utilizando TYPAR®, Membrana Filtrante.

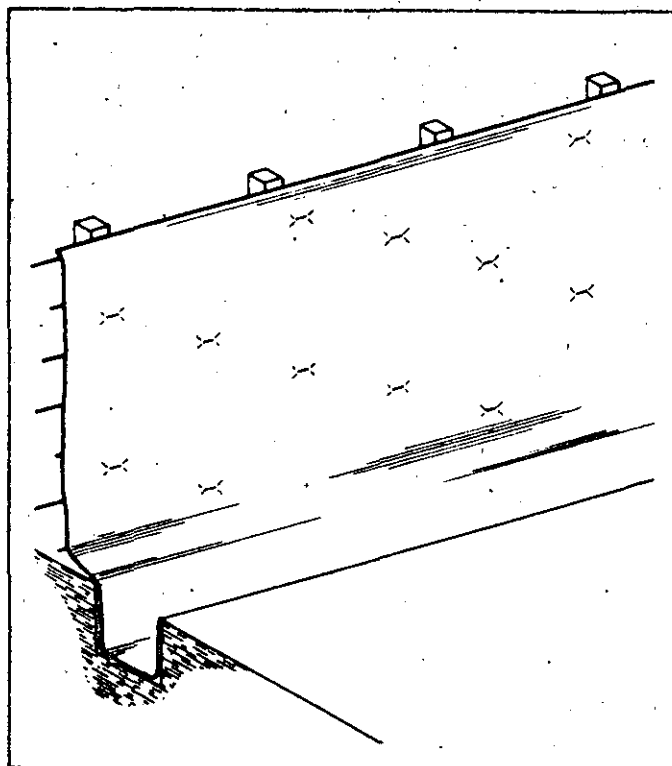


1. Se instalan postes de soporte y se cava una zanja de 15 cms., para reducir la velocidad del agua corriente y evitar arrastre de sedimentos.

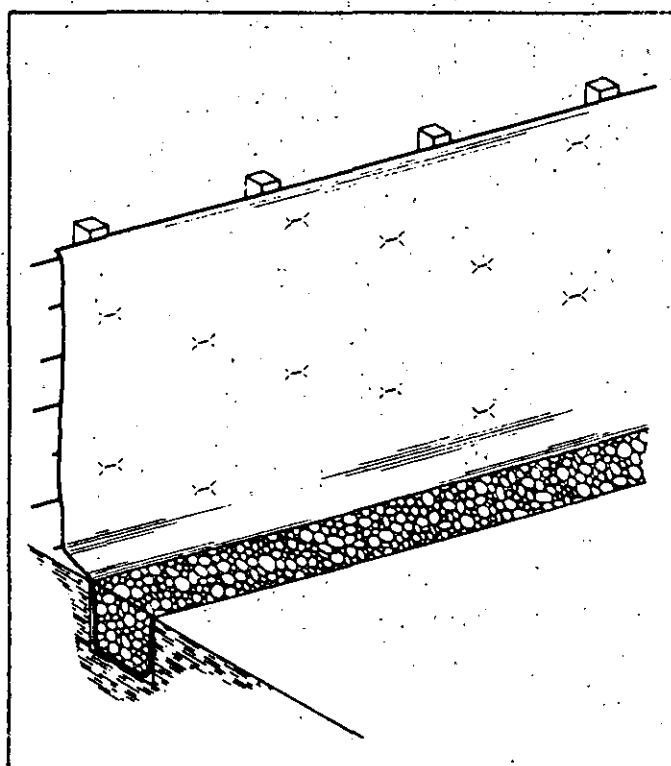
75



2. Se construye un armazón de malla de alambre o de tablas de madera, que servirá de tablero para sostener la membrana



3. Posteriormente, se coloca una tira de TYPAR de 0.90 - 1.20 m. de ancho sobre el armazón, utilizando grapas o alambres para fijarlo. Deje 30-45 cms. adicionales de TYPAR para revestir la zanja de 15 cms.



4. Por último, rellene la zanja con piedras para completar el sistema de anclaje. La membrana tiene una duración de varios meses estando expuesta al sol. En áreas sombreadas durará mucho más.

Si se buscan soluciones prácticas a los problemas de Erosión de Suelos y Asqueamiento, entonces la necesidad de la membrana filtrante de Du Pont TYPAR para las estructuras de protección TYPAR simplifica la construcción, proporciona mayor flexibilidad de diseño, contribuye a la mayor duración de la estructura y representa sólo una pequeña parte del costo de construcción. Los beneficios económicos de las puntas anteriores son obvios, especialmente donde los materiales convencionales son escasos y se van a transportar grandes distancias.

Los hechos que sustentan estas conclusiones recomendadas son que TYPAR está basada en un diseño propio, investigación y la de otros períodos. Se diseñan en costo y se construyen exactos. No se garantiza exactitud de diseño y los productos resultantes no difieren en tiempo de operación (en caso de mal uso) con respecto a los materiales que se proponen para ser utilizados. La calidad de los materiales se basa en sus características particulares.

Además, los datos de construcción y los resultados de nuestro producto de TYPAR en un período de 10 años de uso en el mundo indican que el producto de TYPAR es el más duradero y confiable de Du Pont Co. Corp.

**DU PONT, S.A. de C.V.**  
**DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS**  
 Homero No. 206 - 9o. Piso  
 Tel. 250-9033  
 México 5, D.F.  
 TELEX DU PONT MEX 017 71-910  
 MEXICO



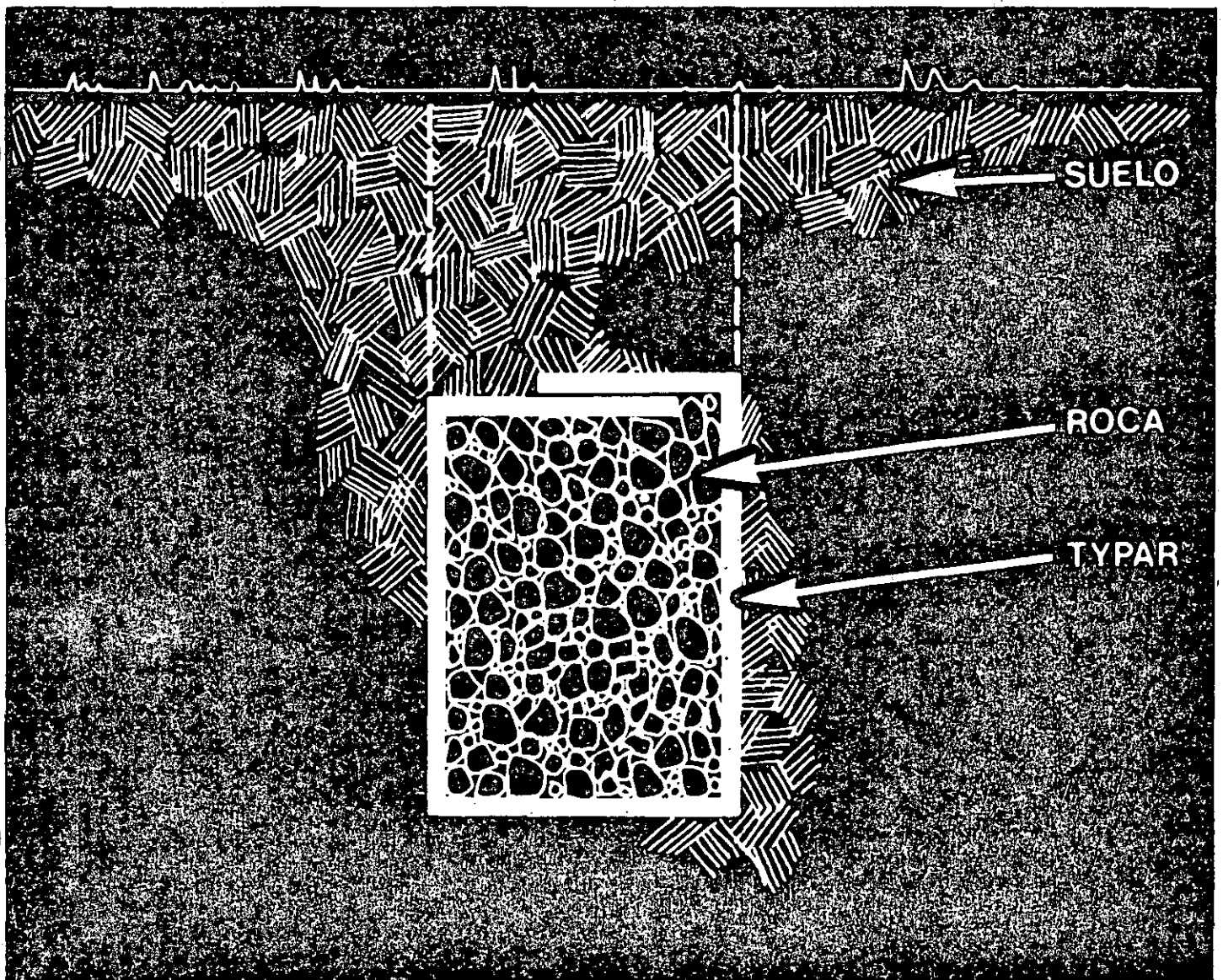
**TYPAR®**

membrana ultrarápida

# Un método más simple para la construcción de drenajes subterráneos

77

Razones para emplear la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, como sustituto de filtros de arena y de agregados graduados.



# TYPAR trabaja como un filtro de arena y agregados, a menor costo.

Los ingenieros que valúan la importancia de los costos, están empleando la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, en la construcción de sistemas de drenaje más económicos.

TYPAR es una lámina filtrante, no tejida, muy resistente y tenaz, fabricada 100% de polipropileno, con filamentos continuos, orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la hoja, y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR no se descompone, resiste el moho, los insectos y los agentes químicos comunes.

TYPAR no se encoge, ni crece, ni deshila, y es muy resistente a la perforación y al rasgado. **78**

Tradicionalmente, los drenajes subterráneos se han diseñado usando una combinación de arena, piedra y en algunos casos, tubos perforados. (Fig. 1)

Los sistemas de filtración convencionales son efectivos para retener partículas que pueden ocluir el sistema, pero son complicados y a menudo muy caros. La arena y la piedra son difíciles de colocar y en ocasiones, deben ser transportadas a considerables distancias.

TYPAR se usa como filtro en drenajes subterráneos, porque 1) permite el paso del agua, reteniendo la mayor parte de sólidos con tamaño mayor a 150 micrones 2) simplifica la construcción y 3) es estructuralmente estable. El uso de TYPAR como filtro (Figs. 2 y 3), elimina la mayoría

de las desventajas de los sistemas convencionales, ofreciendo en cambio la ventaja de la larga duración de la envoltura filtrante.

Las paredes de la zanja se pueden construir con la verticalidad que la estabilidad del suelo permita. (Foto 1)

Debido a que todo el trabajo se efectúa desde el nivel del suelo, se elimina el tablaestacado.

Es ideal el uso de TYPAR como filtro en una gran variedad de suelos con menor permeabilidad que la de la membrana.

Estos tipos de suelos son:

- Arcillosos, de alta plasticidad.
- Arcillosos, de baja plasticidad.
- Limos, de plasticidad media.
- Gravas arcillosas, plásticas.
- Arenas arcillosas, plásticas.
- Arcillas orgánicas, plásticas.
- Turba y fango.

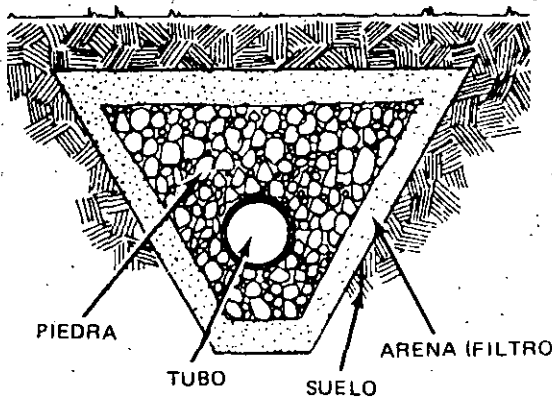


FIGURA 1

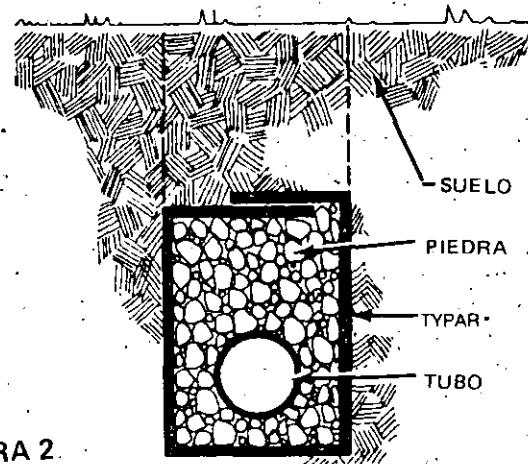


FIGURA 2

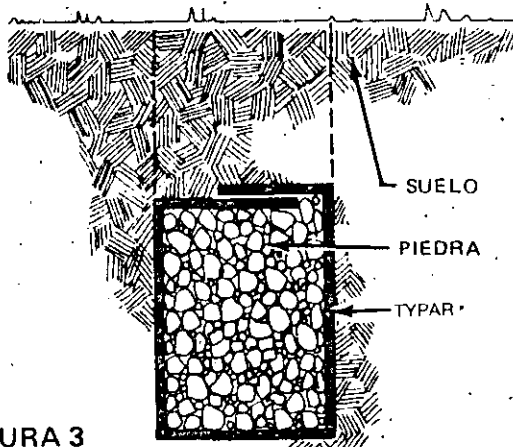


FIGURA 3

FIGURA 1  
SISTEMA DE SUBDRENAJE CONVENCIONAL,  
CON TUBO PERFORADO

FIGURA 2  
SUBDREN CON TYPAR Y TUBO PERFORADO.

FIGURA 3

SUBDREN CON TYPAR SIN TUBO PERFORADO



## CONSTRUCCION DE UN DRENAJE.

Se emplean tres componentes en la construcción de drenajes en los suelos antes descritos:

**TYPAR** - De la longitud y ancho as conveniente para el trabajo.

● **PIEDRA** - Con TYPAR como filtro, se pueden reemplazar los tubos perforados, con agregados gruesos y altamente permeables, en drenajes con moderada o baja descarga. En drenajes con alta descarga donde se utilicen tubos perforados, la piedra no debe contener partículas finas.

● **TUBO** - La selección del tipo de tubo depende de los requerimientos del uso y de aspectos económicos. Tubos de cemento, acero galvanizado o plástico, se pueden combinar con TYPAR.

### INSTALACION.

Si el ancho de TYPAR es suficiente

para envolver completamente la piedra, el canal puede cubrirse longitudinalmente (Foto 2).

El agregado se descarga hasta cierta profundidad, para posteriormente colocar el tubo (Foto 3), después de lo cual se descarga el resto del agregado (Foto 4); entonces se dobla la pestaña de TYPAR sobre la piedra, cuidando que el traslape de las láminas sea al menos 30 cms. Finalmente, se cierra la instalación.

Cuando las dimensiones del sistema son demasiado grandes para colocar longitudinalmente la membrana, ésta se tiende perpendicularmente al canal y a lo largo de toda la instalación, cuidando que el traslape sea de unos 30 cms.. Este método se prefiere en canales profundos, para que la operación de tendido del TYPAR no se adelante demasiado a la de cierre del canal.

En el remoto caso que el TYPAR se rasgara durante la operación, colóquese un parche del mismo material sobre el orificio. El parche debe ser aproximadamente 30 cms. más grande que el orificio.

### DIMENSIONES DEL TYPAR

TYPAR se surte normalmente en dos anchos: 3.84 y 5.00 m. y en dos tamaños de rollo: 91.4, y 274.3 m. Los rollos de 91.4m pueden ser cargados fácilmente por dos hombres.

### RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO.

No obstante que TYPAR no es degradado por los agentes químicos normalmente encontrados en un sistema de drenaje, se debe evitar exponerlo prolongadamente a la luz directa del sol. Para mejores resultados debe conservarse en su envoltura hasta el momento de usarse.



FOTO 1



FOTO 2

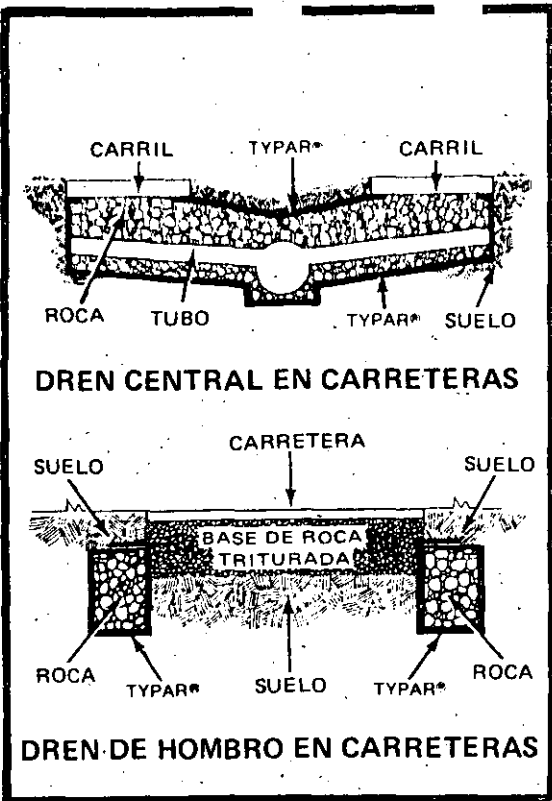


FOTO 3



FOTO 4

FOTO 1 Zanja con paredes verticales  
FOTO 2 Colocación del TYPAR  
FOTO 3 Tubo y roca colocados  
FOTO 4 Subdren a punto de cubrirse



Los hechos aquí consignados así como las recomendaciones que se hacen, están basados en nuestra propia investigación y la de otras personas. Se ofrecen sin costo y se consideran exactos. No se garantiza su exactitud sin embargo, y los productos mencionados se distribuyen asimismo sin garantía expresa o implícita condicionados a que los receptores hagan sus propias pruebas para determinar la adecuación de tales productos para sus fines particulares.

Asimismo, las declaraciones relativas a los posibles usos de nuestro producto no llevan la intención de recomendarlo para ser usado infringiendo alguna patente propiedad de Du Pont o de otros.

**80** TYPAR MEMBRANA 100 % POLIPROPILENO PARA LA INGENIERIA CIVIL

**PROPIEDADES FISICAS - ESTILO 3401**

**APLICACIONES COMO SOPORTE DE CAMINOS, ESTABILIZADOR DE SUELOS Y TEJIDO FILTRANTE**

Peso	134 gms/m <sup>2</sup> (4.0 oz./yd. <sup>2</sup> )	ASTM D1910
Espesor	40 milésimas (15 mils)	ASTM D1777
Resistencia Tensil	59 Kgs (130 lbs)	ASTM D1682
Estiramiento hasta falla	62 %	ASTM D1682
Rotura trapezoidal	32 Kgs (70 lbs)	ASTM D2263
Falla de Mullen	12 Kg/cm <sup>2</sup> (170 psi)	ASTM D774-46
Peso específico	0.95	
Abertura equivalente		
EOS	Malla 70 a 100 (U.S.Std)	ASTM D422
Flujo	9370 lts/m <sup>2</sup> /min con 25 cms. de tirante de agua (230 gal/ft /min con 10 plgs. tirante agua)	EURM-100*
Coef. de Permeabilidad de Agua (K)	2 X 10 <sup>-2</sup> cm/seg	EURM-100*
Módulo	545 Kgs. (1200 lbs)	ASTM D1682
<b>Resistencia Deformante</b>		

Elongación %	Carga		Deformación Kgs/cm/gm/m (lbs/plg/oz./yd.)
	Kgs/cm	(lbs/plg)	
5	4	(22.8)	0.043 (5.7)
10	5	(29.2)	0.055 (7.3)
15	6	(32.4)	0.061 (8.1)
<b>Encogimiento</b>			
	132 C	(270 F)	1 %
	149 C	(300 F)	3 %
	171 C	(340 F)	Se funde

**Descripción Idónea:** Estructura laminada compuesta totalmente de filamentos isotácticos ininterrumpidos de polipropileno, orientados y unidos por calor generalmente en los puntos de cruce, con peso de 134 ± 18 gms/m (4. ± 0.5 oz/yd).

\* Procedimiento de prueba de E. I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)

Para mayor información sobre el uso de TYPAR en subdrenajes, póngase en contacto con nosotros.

Du Pont, S.A. de C.V.  
 Departamento de Explosivos  
 Homero 206 - 9o. Piso  
 México 5, D.F.  
 Tel. 250-90-33  
 México

TELEX DU PONT MEX 017-71-310



# SOLUCIONES

81

LOS PROBLEMAS DE  
EROSION DE SUELOS  
Y AZOLVAMIENTO

con

# TYPAR®

membrana filtrante

Las instalaciones de Control de Erosión quedan comprendidas dentro de dos grandes clasificaciones: (1) Estructuras para la protección de costas y (2) Estructuras terrestres.

Existen tres tipos de estructuras para la protección de costas:

## 1. REVESTIMIENTOS.

- o ENROCAMIENTOS
- o GAVIONES.
- o LOZAS DE CONCRETO, MALLAS Y CUBIERTAS.
- o COSTALERAS DE CONCRETO O DE ARENA.

## 2. MUROS DE CONTENCION

- o PILOTES DE ACERO O DE MADERA.
- o HUACALES DE MADERA CON RELLENO DE PIEDRA.
- o PILOTES DE MADERA Y MALLA DE ALAMBRE RELLENOS DE PIEDRA.
- o MUROS DE SACOS DE ARENA.

## 3. DISPOSITIVOS PARA GANAR TIERRA AL MAR.

- o ARISTAS DE CHOQUE.
- o ROMPEOLAS, ESPOLONES.

La función básica de las estructuras protectoras de costas, es la de minimizar la erosión del suelo inducida por la acción del oleaje y de las corrientes a lo largo de la costa, que son provocadas por tormentas o por inundaciones, así como absorber y disipar las fuerzas inducidas por el agua.

Generalmente, las estructuras protectoras de costas tienen un alto costo de instalación, pero son necesarias para conservar y proteger terrenos costeros de gran valor económico.

Las estructuras terrestres incluyen diferentes revestimientos y tipos de contención, así como instalaciones temporales, como los muros contra azolvamiento y las barreras de maleza.

## ¿Por qué usar membranas filtrantes?

En las instalaciones contra la erosión de suelos, el usar membranas filtrantes ofrece grandes ventajas estructurales, ya que:

- o Simplifican la construcción.
- o Proporcionan mayor flexibilidad de diseño.
- o Contribuyen grandemente a la mayor duración de la estructura.

Las importantes implicaciones económicas de tales ventajas, han contribuido a su rápida aceptación mundial.

Además, las membranas filtrantes:

- o Son fáciles de instalar.
- o Efectivamente retienen las partículas finas, minimizando el deslave y arrastre del suelo protegido.
- o Permiten que el agua fluya a través de ellas, liberando la presión hidrostática.

## ¿Por qué usar la membrana filtrante TYPAR®, de Du Pont?

La membrana filtrante TYPAR® es una solución práctica y económica a problemas de erosión de suelos, ya que:

- o TYPAR® posee la combinación adecuada de resistencia mecánica, resistencia química, abertura y permeabilidad.
- o TYPAR® conserva sus propiedades estando seco o mojado.

Adicionalmente, TYPAR® es una membrana 100% poli-propileno, muy resistente y tenaz, no tejida con filamentos continuos orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la lámina y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR® no se descompone ni le afectan los insectos ni los agentes químicos normalmente encontrados.

TYPAR® es muy resistente a la perforación, rasgado, deshilado, encogimiento y elongación.

# Uso de TYPAR<sup>®</sup>, Membrana Filtrante, en Instalaciones de Control de Erosión de Suelos.



**1. APLICACIÓN DE LA MEMBRANA TYPAR** debajo de la capa que previene la erosión del suelo. Se coloca un colchón de arena sobre la membrana para protegerla durante la construcción.



**2. MUROS DE CONTENCIÓN** - Bandas de unión de la membrana se vuelven a cubrir con material TYPAR para evitar el desmoronamiento de la zona que se encuentra detrás del muro.



**3. AVIONES** - Su colocación mantiene cerca del muro el agua que se filtra a través de la membrana, permitiendo su liberación por el drenaje de la zona de la membrana.



**4. TYPAR** cubre el espacio entre el muro y el talud, evitando la erosión del suelo.

## Recomendaciones para la Instalación de TYPAR<sup>®</sup> en el Control de la Erosión de Suelos.

- 1. Generalmente un espesor de 60-80 cm es suficiente, pero en estructuras de gran peso como puentes, torres, etc., puede ser necesario un espesor de 1.20 a 1.50 m. Se deben utilizar aviones para fijar la membrana durante la construcción.
- 2. No debe haber contacto entre el TYPAR y el suelo y la estructura de protección. El grosor mínimo de la membrana es mínimo el movimiento del suelo. Manténgase la membrana en contacto con la base.
- 3. Antes de descargar materiales pesados se debe cubrir la superficie de la membrana con un colchón de 10-15 cm de arena, grava o tierra. Una vez hecho lo anterior se deposita el material pesado, comenzando por la parte inferior del banco y continuando hacia la parte superior.

- 4. No se debe conectar el TYPAR a la pared directa de las cunetas, especialmente si el talud es grande o difícil de manejar. Si no se aplica correctamente la membrana, ésta puede desmoronarse y la estructura las cunetas dañará.
- 5. Siempre que sea posible, debe protegerse la base del talud para minimizar el riesgo de deslizamiento. La instalación por socavamiento. Antes de instalar el TYPAR en la parte superior del banco asegure que una parte de la membrana quede cubierto por el suelo. Coloque tierra para permitir que la instalación cruce sobre el talud.
- 6. En lugares donde haya inundaciones se necesitará un anclaje más firme, por lo tanto, cuando la corriente se meta dentro de la membrana y la desplace, removiendo la roca fuera de su lugar.



DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS  
VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1984 EN COLIMA, COL.

---

M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO  
JEFE DE LA OFICINA DE GEOTECNIA  
DE LA DIRECCION GRAL. DE CONSER-  
VACION DE OBRAS PUBLICAS S.C.T  
INSURGENTES SUR No. 664-90. PISO  
TEL. 687-59-80

ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL  
JEFE DEL DEPTO. DE ESTUDIOS GEOTERMICOS  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS TECNICOS  
S.C.T  
XOLA Y AV. UNIVERSIDAD  
TEL. 530-46-77

# EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

①

**CURSO:** GETECNIA PLICADA A LAS VIAS TERRESTRES.

**FECHA:** 5 AL 9 DE NOVIEMBRE  
COLIMA, COL.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIO VISUALES	MANTENIMIENTO-DEL INTERES.(COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
<b>CONFERENCISTA</b>						
1.	M.EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO					
2.	ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL					
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
<b>ESCALA DE EVALUACION : 1 a 10</b>						

# EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

2

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES. DEL 5 AL 9 DE NOV. COLIMA, COL.

TEMA		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA
	INTRODUCCION				
	SUBDRENAJE				
	ESTABILIDAD DE TALUDES				
	TERRACERIAS EN TERRENOS BLANDOS				
	COMPACTACION				
	BANCOS DE MATERIALES				
	ESTUDIOS GEOTECNICOS				
	MESA REDONDA				
ESCALA DE EVALUACION 1 a 10					

## EVALUACION DEL CURSO

3

CONCEPTO		EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10



6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

---

---

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 a 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

---

---

10. Otras sugerencias:

---

---

---

---

En el curso de la presente se efectuaron las siguientes actividades:

FECHA	ACTIVIDAD	TIPO	VALOR

El presente informe fue elaborado en la ciudad de Bogotá, D.C., el día 15 de mayo de 2014.

CONCEPTO	VALOR	TOTAL
Salarios		
Alquileres		
Impuestos		
Seguros		
Transporte		
Comunicaciones		
Alimentación		
Reparaciones		
Otros		
<b>Total</b>		

DESCRIPCION	VALOR	FECHA

El presente informe fue elaborado en la ciudad de Bogotá, D.C., el día 15 de mayo de 2014.

El presente informe fue elaborado en la ciudad de Bogotá, D.C., el día 15 de mayo de 2014.

El presente informe fue elaborado en la ciudad de Bogotá, D.C., el día 15 de mayo de 2014.

El presente informe fue elaborado en la ciudad de Bogotá, D.C., el día 15 de mayo de 2014.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE , COLIMA, COLIMA

INTALACIONES TIPO PARA INSTALAR  
GEOTEXTILES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TEMAS GENERALES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE EN COLIMA, COL.

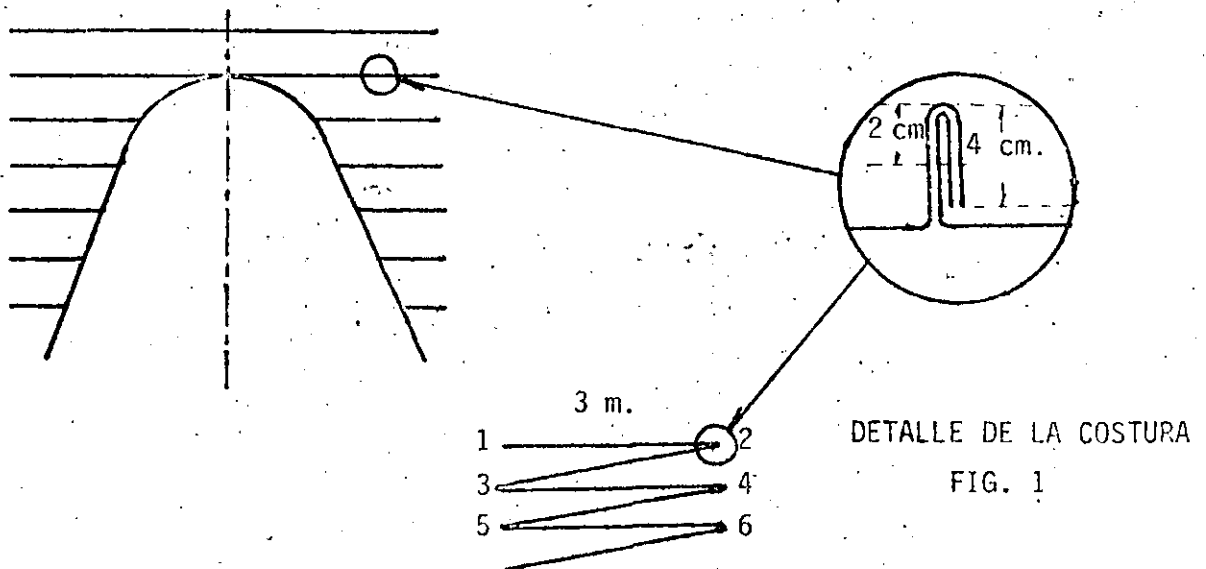
- INTRODUCCION
- SUBDRENAJE
- ESTABILIDAD DE TALUDES
- TERRACERIAS EN TERRENOS BLANDOS
- COMPACTACION
- BANCOS DE MATERIALES
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- MESA REDONDA

## ESPECIFICACIONES "TIPO" PARA INSTALAR GEOTEXTILES

1. Los terraplenes y las bermas indicadas en el proyecto se construirán sobre un Geotextil Fijaso1 CE-M.300, o similar, fabricado en México, el cual deberá instalarse en el terreno, después de haber preparado éste removiendo toda vegetación que tenga 2.5 cm. de diámetro o mayor, conforme a lo indicado a continuación:

1.1 En un lugar sin tirante de agua, se colocarán base contra base 6 rollos de Geotextil, de 3.00 m. de ancho y 100 m. de longitud, cada uno, desenrollando la longitud total, o la que equivalga al ancho del terraplen y bermas más un 25% aproximadamente.

1.2 Cósanse los 6 rollos de Geotextil a lo largo de los 100 m., con el hilo de poliéster suministrado junto con el Geotextil, empleando una cosedora de sacos (Fischben Modelo D(CC12-24), o similar). Para coser los geotextiles deberán voltearse los bordes de los tramos a unir, empalmándolos 4 cm. como se muestra en el detalle de la Fig. 1, realizando la costura a la mitad de los empalmes, es decir, a 2 cm. del borde.



1.3 La tira formada con los 6 rollos de geotextil se doblará a lo ancho, de modo semejante a un acordeón, con el objeto de que pueda manejarse con facilidad, pudiendo sujetarse con pinzas de presión o cualquier otro dispositivo semejante.

- 1.4 Doblada en la forma indicada, se llevará la tira hasta el lugar donde se iniciará la construcción del terraplen y se colocará centrada en ángulo recto con respecto al eje del trazo. Fijando el principio de la tira sobre terreno firme, se extenderá una cuarta parte de ella (hasta donde aparezca la primera costura) y se descargará sobre la misma el material que formará la plantilla de trabajo, cuidando de extender éste desde el centro hacia los lados. El resto de la tira que aún no ha sido desdoblada, en posición más o menos vertical quedará como punta de avance.
  - 1.5 Continúese desdoblando la tira hasta que sólo quede al descubierto el último tramo del geotextil que se cosió.
  - 1.6 Repitáanse los puntos 1.1, 1.2 y 1.3 y llévase la nueva tira formada hasta el sitio de trabajo, donde se coserá al borde de la lámina que quedó al descubierto, y continúese colocando el geotextil conforme a lo indicado en los puntos 1.4 y 1.5.
2. La parte inferior del terraplén (plantilla de trabajo), se construirá a volteo siguiendo el procedimiento conocido como "punta de flecha" hasta abarcar todo el ancho de la sección, con material procedente de las dunas ubicadas en la zona cercana. El material deberá bandearse con 7 pasadas de tractor D-6, ó similar, extendiéndolo simétricamente desde el centro hacia los lados. El tránsito de camiones sobre la plantilla en construcción, se permitirá hasta que ésta última haya sido bandeada.

Durante el proceso constructivo, en general se presentarán asentamientos y deformaciones, por lo que el material que se deposite en la - plantilla de trabajo se deberá acomodar, redistribuir y renivelar - constantemente hasta que la plantilla quede a la cota ordenada por el proyecto (aproximadamente 0.60 m. arriba del tirante de agua).

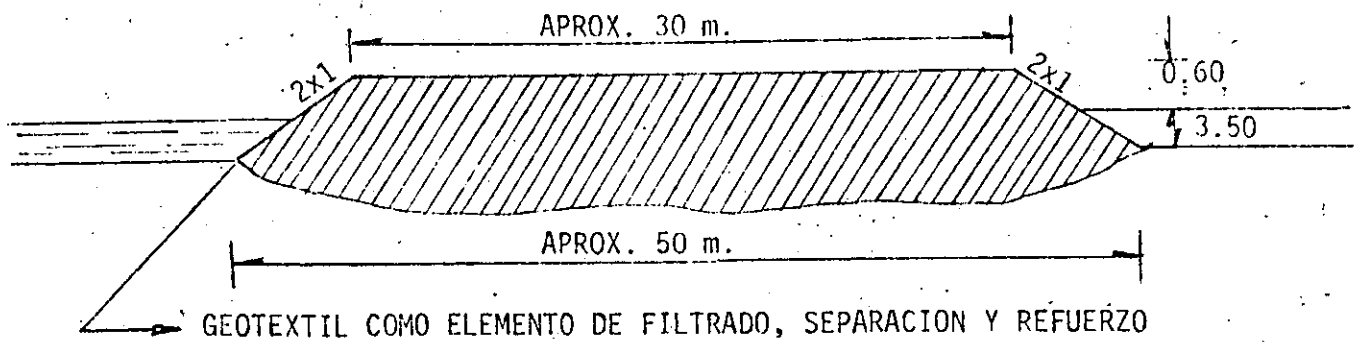


FIG. 2.

3. A continuación, se procederá a la construcción de las bermas indicadas en el proyecto (con un ancho de 10.00 m. y talud de 4:1) hasta la altura de la plantilla de trabajo, con material de los bancos a ambos lados de la plantilla de trabajo, aplicándose un tratamiento de bandeado con 8 pasadas de tractor D-6 ó similar.
4. En este paso, se construirá el cuerpo del terraplén y simultáneamente se terminará la construcción de las bermas hasta su nivel de proyecto. Para la terminación de las bermas se seguirá empleando material de las dunas de arena antes indicadas. En la construcción del cuerpo del terraplén se utilizará material procedente de los bancos cercanos aprobados para tal fin, compactándolo por capas al 95%.

CORTE D - D'

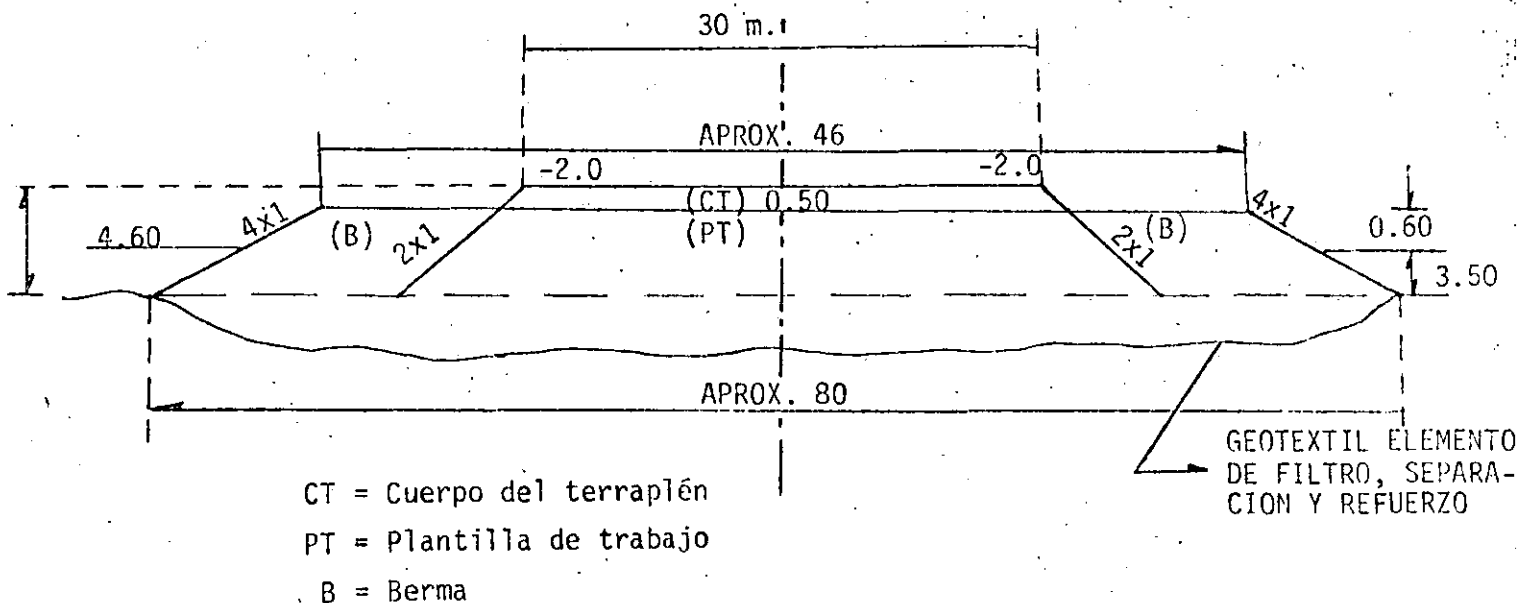
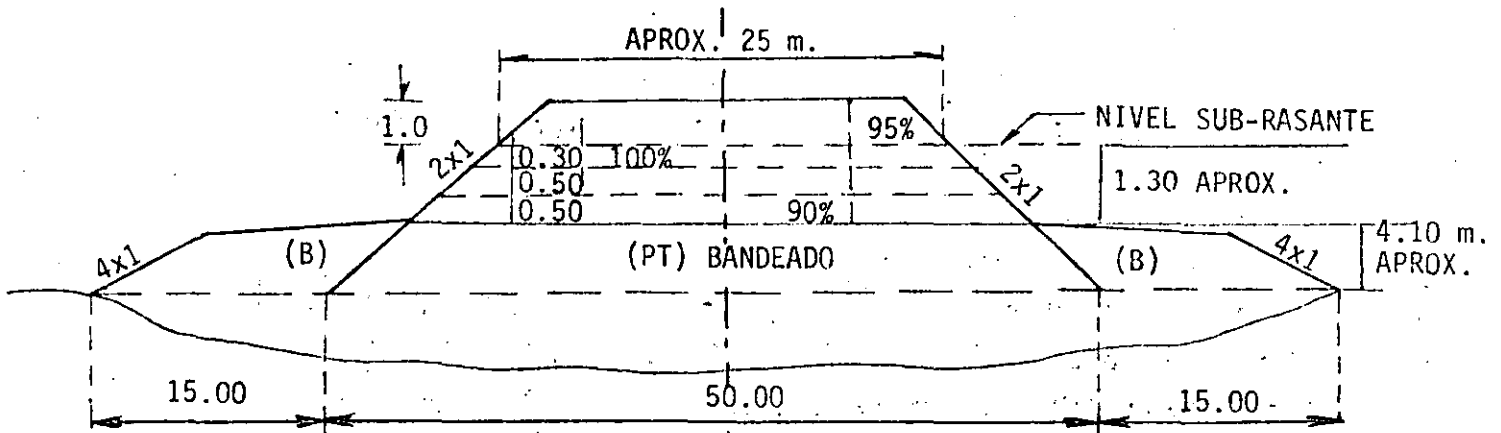


FIG. 3

5. Una vez construidas las bermas y el cuerpo del terraplén hasta el nivel, se continuará la construcción del terraplén en capas compactadas al 95% (incluyendo capa de transición, capa subrasante y una precarga con espesor de 1.00 m., medido a partir del nivel de la subrasante), empleando para ello material de los bancos indicados anteriormente.

## CORTE E - E'



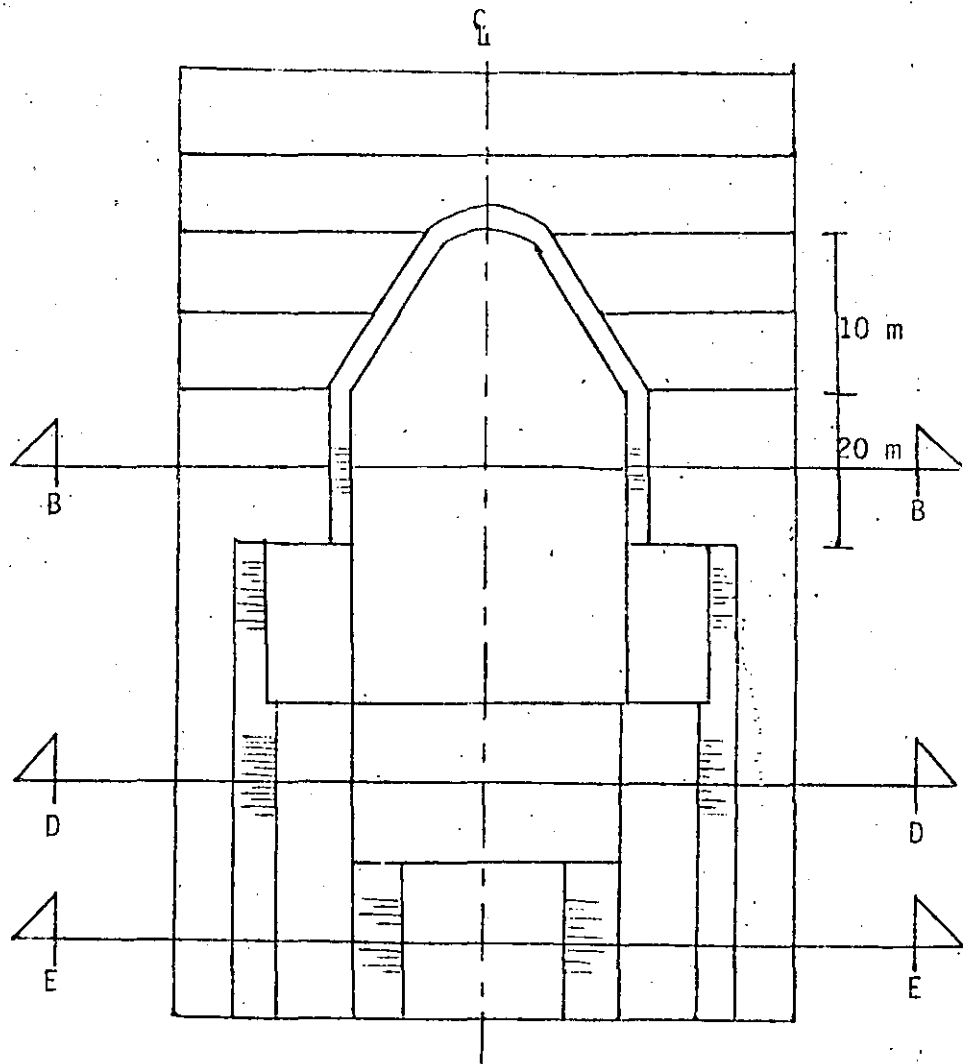
CT = Cuerpo del terraplén

PT = Plantilla de trabajo

B = Berma

FIG. 4

Los asentamientos y deformaciones que se observen en el terraplén, se corregirán de inmediato con material compactado al mismo grado, de acuerdo con las indicaciones que el Ingeniero haga al Contratista, hasta que el terraplén quede a la cota señalada por el proyecto.



ETAPAS DE AVANCE

FIG. 5

6. Terminada la construcción del terraplén y corregidos los asentamientos y deformaciones observados, cuando el Ingeniero de Proyecto lo estime conveniente, se procederá a escarificar y remover el material de la precarga hasta el nivel de la sub-rasante a la cota especificada en el proyecto. El material escarificado se volteará sobre las bermas, extendiéndose en éstas con pendiente del 3% y conforme a las instrucciones del Ingeniero.

7. Posteriormente, los 30 cm. correspondientes a la capa subrasante se escarificarán para darle al material una compactación de 100%.

El Contratista encargado de la construcción de las obras, deberá ajustarse al ritmo y frentes de trabajo que le fije el Ingeniero.

#### OBRAS DE DRENAJE.

El Ingeniero ordenará la construcción de las obras de drenaje, posteriormente a la construcción de las terracerías, cuando éstas hayan alcanzado el 80% del asentamiento previsto y tomando en cuenta su comportamiento observado.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO "GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES,  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

INTRODUCCION A LOS GEOTEXILES Y SUS  
APLICACIONES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.



## INTRODUCCION A LOS GEOTEXTILES Y SUS APLICACIONES

El presente documento tiene por objeto definir el término GEOTEXTIL, enumerar los tipos que se conocen a la fecha y describir algunas de sus aplicaciones. Con el término geotextil definimos a las telas que se usan en la Geotecnia, existen diferentes tipos de geotextiles de acuerdo a su fabricación y al tipo de fibras que lo constituyen.

### TIPOS DE GEOTEXTILES

De acuerdo a su fabricación existen tres tipos distintos que son:

- a) **Materiales entrelazados.**— Son los que todo el mundo conoce y consisten en dos series de hilos y/o fibras y/o cables, generalmente entrelazados en forma perpendicular o poligonal constituyendo una verdadera malla.
- b) **Materiales que constituyen una verdadera tela,** también muy usados y son aquellos que están constituidos por fibras unidas mediante un verdadero tejido de punto.
- c) **Materiales no tejidos.** Consisten en fibras que se colocan al azar — estos tipos de geotextiles no son muy conocidos por lo que merecen la explicación que se da a continuación:

La etapa inicial de su fabricación consiste en colocar en la zona que se quiera reforzar, las fibras al azar formando una tela heterogénea sin resistencia; en una segunda etapa la resistencia de la tela se obtiene por alguno de los procedimientos de unión química, térmica o mecánica que se indica a continuación.

**UNION QUIMICA.** Se le agrega una sustancia química a las fibras para unir las y formar la tela.

UNION TERMICA. Con las fibras colocadas al azar son calentadas y comprimidas, lo que causa su fundición parcial y que se adhieran entre si.

UNION MECANICA. Por traslape y cosido de geotextiles de menor tamaño.

Los geotextiles no tejidos son relativamente gruesos ( de 2 a 5mm de espesor) mientras que los otros son más delgados (0.5 a 1mm).

En resumen un geotextil se puede obtener por la combinación de dos o más tipos de fabricación.

POLIMEROS. Los geotextiles difieren de los polímeros porque estos pasan a formar las fibras de los geotextiles entre los polimeros más empleados se cuentan el poliester, polipropileno, el polietileno, etc.

Con respecto al intemperismo químico y biológico propiciado por el terreno natural, se pueden esperar decenas de años en la vida util de los mismos en un ambiente normal. Pero en medios donde se encuentran combustibles como el diesel, ácidos altamente concentrados o las aguas alcalinas pueden tener un envejecimiento prematuro; por otra parte todos los polímeros son afectados por la luz, por lo que en su fabricación y colocación es necesario evitar su exposición a los rayos solares; sobre todo a tiempos de exposición muy largos de luz ultravioleta. En algunos casos el geotextil estará permanentemente expuesto a la luz, por lo que debe protegerse.

#### APLICACIONES DE LOS GEOTEXTILES

En la práctica un geotextil puede tener una o varias aplicaciones; en este

artículo se describen algunas aplicaciones y se da un ejemplo en cada caso.

1.- Dren.- La tela geotextil se coloca en un suelo de baja permeabilidad, a través del cual fluye lentamente el agua; la función del geotextil será la de captar el agua y trasladarla al exterior. -  
Ejemplo: Un dren chimenea en el talud de aguas abajo del corazón impermeable de una presa de materiales graduados. Fig. 1.a

2.- Membrana impermeable.- La tela geotextil se impregna de un material aislante, en este caso a diferencia de los demás se tiene un geotextil modificado. El material aislante puede ser asfalto o el plástico su función, es detener los líquidos y gases.

Ejemplo: Recubrimiento de un canal ( Fig. 1.b. )

3.- Subdrenes de zanja.- La tela geotextil forma parte del subdren y a manera de envoltura sirve para que capte y pase el agua a través de él, pero no permite que pase el suelo fino.

Dos circunstancias deben distinguirse:

- Se presenta un flujo laminar: como ejemplo se tiene un subdren de zanja. (Fig 1.c )

- Flujo dinámico; como ejemplo se tiene la protección de un muelle en el que el geotextil se coloca entre el talud natural y el enrocamiento que forma al muelle. ( Fig. 1.d )

4.- Filtro.- La tela geotextil es colocada con el objeto de detener las partículas sólidas que contiene un fluido viscoso, dejando pasar solo el agua .

Ejemplo: Pozo de decantación ( Fig. 1.e.)

5.- Soporte o apoyo.- La tela geotextil se coloca entre una membrana impermeable y un material agrietado con el fin de prevenir que se reviente la membrana.

Ejemplo: El fondo de un canal viejo agrietado y que es revestido o pavimentado. ( Fig. 1. f )

6.- Separador de materiales.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tiendan a mezclarse e incrustarse entre otras cosas por los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas o por peso propio; su función es mantener separados estos materiales o suelos y minimizar la incrustación.

Un ejemplo es la colocación de la geotextil sobre el terreno natural que soporta el balasto de una vía de F.F.C.C. ( Fig. 1. g )

7.- Superficie de rodamiento: La tela geotextil se coloca sobre el terreno natural para suministrar una superficie de rodamiento plana y limpia para el tránsito.

Ejemplo: Helipuerto sobre el terreno natural. ( Fig. 1.h. )

8.- Malla de contención.- La tela geotextil se coloca sobre un talud de una masa de roca y/o suelo, con el fin de prevenir caídos.

Ejemplo: Malla colocada sobre un talud. ( Fig. 2.a )

9.- Membrana.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tienen diferentes resistencias; su función es la de retener los esfuerzos que le produzca una carga en la capa de mayor resistencia.

Ejemplo: Camino revestido para impedir que las llantas de un vehículo se hundan sobre la capa subrasante formada por material de mala calidad. ( Fig. 2. b )

10.- Anclaje.- La tela geotextil une a dos masas de suelo y roca las -  
cuales tienden a moverse.

Ejemplo: Los anclajes de un muro de retención. ( Fig. 2. c )

11.- Fijadora.- La tela geotextil se coloca sobre un suelo cuyas partícu-  
las tienen tendencia a moverse.

Ejemplo.- Prevención de la erosión de un talud ( Fig. 2. d )

12.- Refuerzo.- La tela geotextil se coloca en un suelo que no es capaz  
de tomar los esfuerzos de tensión, su función es absorber dichos -  
esfuerzos.

Ejemplo: Masa de suelo armada con capas multiples de geotextiles.  
( Fig. 2. e )

13.- Amortiguador.- La tela geotextil se coloca sobre una masa de suelo  
sometida a impactos y vibraciones, su función es reducir la inten-  
sidad de los impactos y vibraciones transmitidas a la masa de suelo.

Ejemplo: El uso de un geotextil entre los durmientes y el balasto.  
( Fig. 2 . f )

14.- Refuerzo para evitar agrietamientos superficiales.- La tela geotex-  
til se colocará entre dos capas que tienen una tendencia a reflejar  
las grietas ; su función será evitar que se transmita el agrietamien-  
to de la capa inferior a la superior. ( Fig. 2. g )

Ejemplo: Prevenir que se refleje el agrietamiento sobre la superfi-  
cie de rodamiento, de un pavimento.

15.- Ligadura.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que no  
deben tener movimientos, su función será incrementar su resistencia  
( adherencia y fricción ) entre esos materiales ( Fig. 2. h. )

16. Lubricante.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales los -  
que se deben desplazar entre si; su función es reducir su resistencia  
en la superficie de contacto ( adherencia y fricción )

Ejemplo: Una capa multiple de concreto, geotextil, geomembrana y - -  
pavimento para un recubrimiento de un canal donde se esperan movimien  
tos diferenciales. ( Fig. 2. i )

México, D.F. 23 de Octubre de 1984.

M. en I. Gabriel García Altamirano.

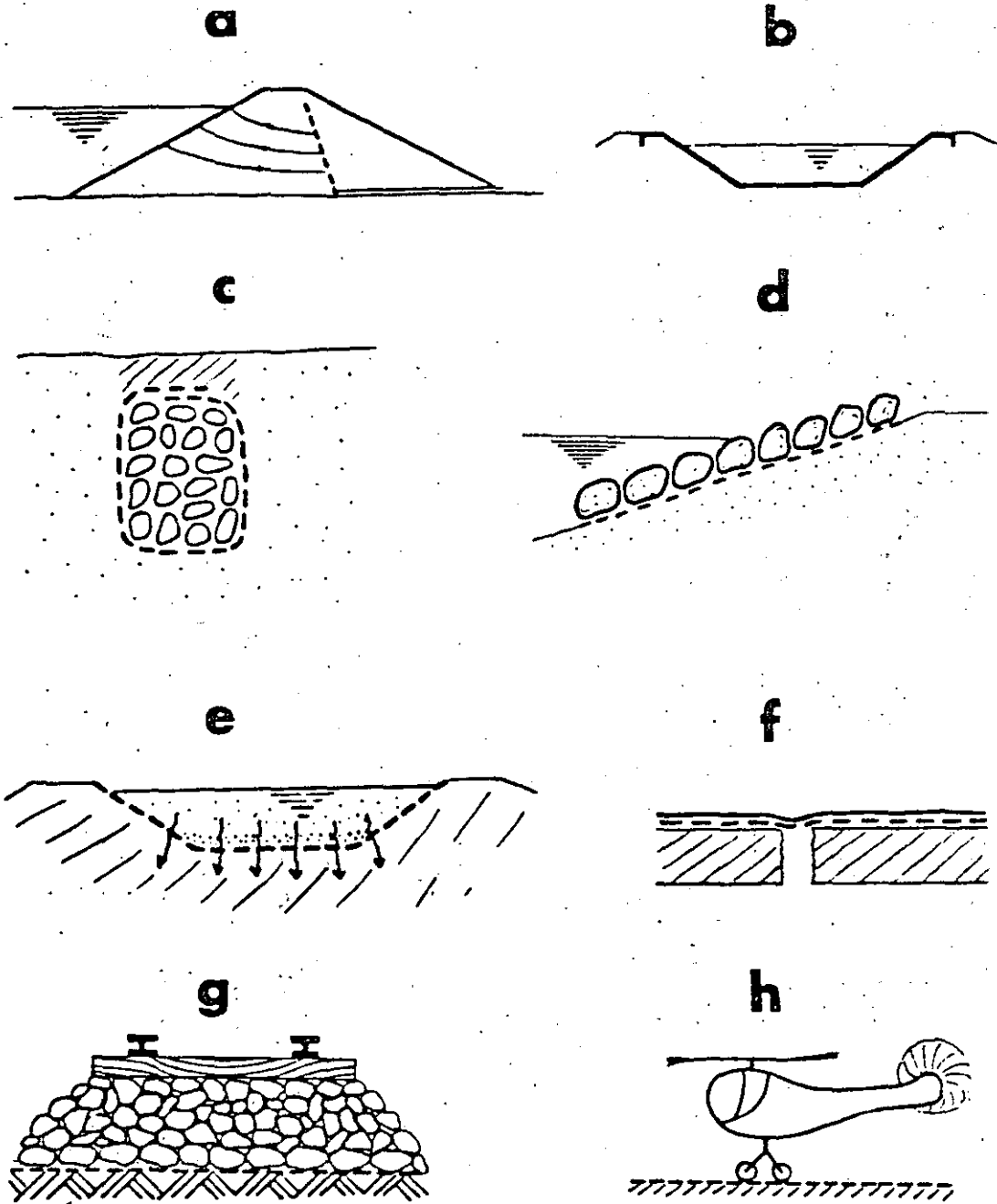


FIGURA No. 1.

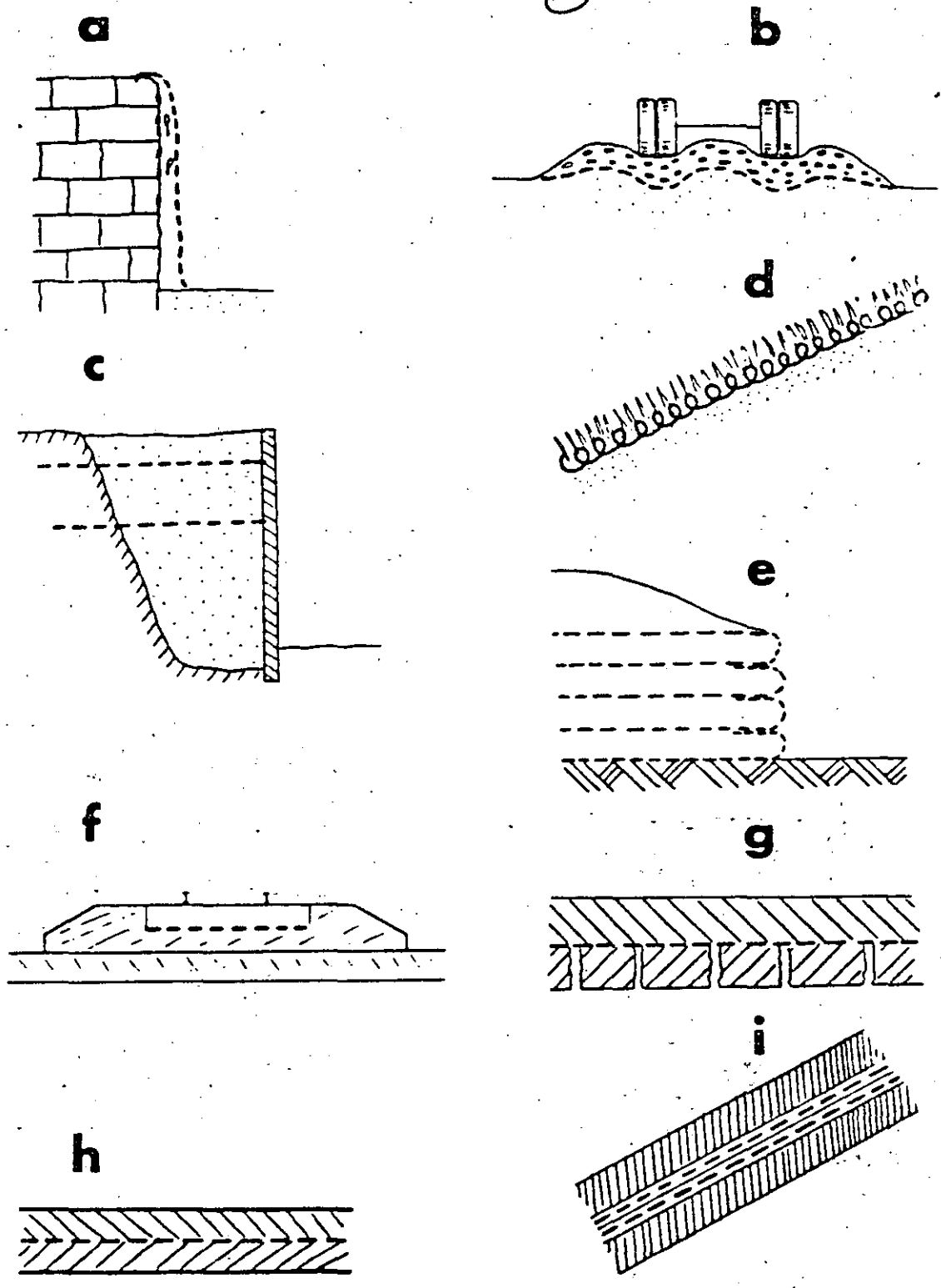


FIGURA No. 2





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

LA GEOTECNIA EN LOS PUERTOS INDUSTRIALES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984

## INTRODUCCION

El acelerado crecimiento alcanzado por nuestro país en los últimos años ha puesto de manifiesto la importancia del sistema portuario nacional en el desarrollo y consolidación de los sectores estratégicos de la economía. El transporte, el comercio, la pesca y la industria requieren de un sistema portuario integrado, moderno y eficientemente operado.

El programa de Puertos Industriales, iniciado en 1979 y actualmente en ejecución, tiene como objetivo principal fomentar el desarrollo económico y social mediante el establecimiento, en las áreas de cada puerto, de la industria pesada que el país requiere para su desarrollo futuro y de la industria mediana y pequeña que permitan la creación de nuevos empleos y la desconcentración de la actividad económica que tradicionalmente se ha asentado en el altiplano. En los sitios seleccionados para estos ambiciosos proyectos concurren factores favorables como la existencia de amplios recursos naturales y, en particular, energéticos. Dadas estas condiciones, está previsto que los puertos constituyan polos de atracción y de desarrollo regional.

La Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, atenta a los problemas prioritarios del país, ha seleccionado para la celebración de la XI Reunión Nacional en Veracruz, Ver., el análisis y discusión de los problemas de ingeniería geotécnica (cimentación de muelles, estabilidad de taludes de los canales de acceso) asociados al desarrollo de los puertos industriales. Con esta finalidad ha invitado a un grupo distinguido de sus miembros que han tenido participación en las diversas fases de estudios, proyecto y construcción en los puertos de Altamira, Tamps., El Ostión, Ver., Salina Cruz, Oax., Lázaro Cárdenas, Mich. y Dos Bocas, Tabasco.

Se espera que de la concurrencia y aportación de los ingenieros de suelos en este foro nacional se puedan definir aquellas áreas en las que se ha logrado avanzar y los problemas pendientes de solución y/o tratamiento.

Dada la magnitud de las inversiones asignadas y las expectativas que se han cifrado en los proyectos, se confía que los resultados de la reunión propicien el avance tecnológico del país y de la profesión, y permitan la ejecución de los proyectos logrando importantes ahorros en sus costos y tiempo de ejecución.

# XI REUNION NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS

## LA GEOTECNICA EN LOS PUERTOS INDUSTRIALES

VERACRUZ, VER. 17 AL 20 DE NOVIEMBRE DE 1982

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR KARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

GEOREDES Y GEOTEXTILES, MATERIALES QUE OFRECEN NUEVAS ALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS

RESUMEN.- Los autores mencionan el interés de aplicar nuevos métodos en Ingeniería Marítima y Costera a raíz de los avances logrados en tecnología de materiales, mencionan antecedentes de que Georedes de Plástico, en muchos casos, mejoran al acero en el refuerzo de suelos, describen los diferentes Geotextiles y mencionan experiencias en México con estos nuevos materiales. Se hace una breve descripción de los métodos convencionales y se mencionan dos casos a base de alternativas desarrolladas en México: las fajinas del Puerto de Dos Bocas, en Tabasco, y el rompeolas sur del Puerto de Servicio, del Puerto Industrial Laguna del Ostión en Veracruz, haciendo una descripción de los procesos constructivos se dan rendimientos, equipos y personal requerido. En el análisis de resultados se indican las ventajas respecto a las soluciones tradicionales y se da una relación del empleo de tecnología mexicana en otros países. Se establecen una serie de conclusiones, respecto a la adecuación de la tecnología a las condiciones locales y al apoyo de instituciones para intentar por primera vez alternativas no-convenientes; la necesidad de difundir estas experiencias exitosas o no para conjuntamente avanzar en las técnicas de aplicación recomendado que se incluyan algunas de estas ideas en las conclusiones finales del Congreso.

1. INTRODUCCION.

1.1 La utilización de materiales plásticos y textiles sintéticos ofrecen un reto a la imaginación, creatividad y de ingeniería civil, en general.

1.2 En el caso de los problemas específicos de mecánica de suelos y de las zonas costeras a desarrollar por los puertos industriales el empleo de soluciones no tradicionales que permitan resolverlos más racional, simple, rápida y económicamente, representan un interés especial, dar a conocer los resultados alcanzados y las experiencias logradas a la fecha.

2. ANTECEDENTES.

2.1 Con los avances logrados en tecnología de materiales, a la fecha existen materiales plásticos con características equiparables al acero y otras más que permiten superarlo en ciertos casos.

2.2 Como un ejemplo, se puede mencionar el caso de refuerzo de suelos en los que se requiere: adecuada resistencia, alta tenacidad, buena flexibilidad, no afectable por la corrosión y baja fragilidad. Dependerá del tipo de estructura y si es temporal o permanente para elegir entre el acero y el plástico como elementos de refuerzo del suelo.

2.3 En el caso de los Geotextiles, éstos pueden ser tejidos o no tejidos, y a partir de allí se deriva una amplia gama según el proceso de fabricación, termosoldado, picado de aguja, adhesión por resinas, etc. así como según el material, polipropileno, políester, nylon, etc., etc., el tipo de fibras largas, cortas, fibrilizadas, multifilamentos, etc., etc.

2.4 El empleo de Geotextiles en obras de ingeniería civil se ha incrementado entre 35 y 40% en los EE.UU. en los últimos 5 años previniéndose consumos del orden

de 12,000 tons/año para 1985.

2.5 La experiencia en México, de los Geotextiles, como elemento separador y filtrante ha sido interesante en el caso de los terraplenes del tramo Minatitlán al Puente Coatzacoalcos II, y según los especialistas de la SAHOP, los ahorros logrados en volúmenes de terracerías son superiores al 30%.

2.6 Por parte de PEMEX, desde 1981, se han realizado pruebas sistemáticas y continuadas para utilizar las Georedes Plásticas como refuerzo y los Geotextiles (no tejidos) ambos de fabricación nacional en las zonas productoras de Veracruz, Tabasco y Chiapas.

2.7 Se pueden mencionar: reforzamiento de acceso al cactus 343; acceso y pera de perforación: Cárdenas 107, Magallanes 922, Mora 1, Jujo 24, entre otros. Dependiendo de los Distritos de Cárdenas, Agua Dulce, Villahermosa, las Choapas, Reforma de las Gerencias Sur y Sureste.

2.8 Con la SARH, también se han hecho pruebas con las Direcciones de: Conducción y Abastecimiento de Agua; de Distritos de Riego, de Investigación e Ingeniería Experimental (Tecamachalco), Comisión del Lago de Texcoco, de Grande Irrigación y otras. También con SAHOP a través de la Dirección General de Carreteras Federales; con la Secretaría de Marina; con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Obras Marítimas; Secretaría de Pesca y otras dependencias gubernamentales y particulares.

2.9 Respecto a Geotextiles (tejidos), permeables, especialistas mexicanos desarrollaron, patentaron y han aplicado con éxito en México y muchos otros países una serie de contenedores textiles, cimbras flexibles reforzadas, que permiten fabricar directamente in-situ elementos incrementando su peso de unos cuantos kilogramos a varias toneladas en cuestión de minutos. Lo atractivo del sistema es que requiere

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

un mínimo de equipo de construcción, utiliza en su mayoría materiales de construcción que existen prácticamente a pie de obra y emplea personal de la misma región que va capacitando durante la ejecución de los trabajos.

3: METODOS CONVENCIONALES.

3.1 Tradicionalmente, la ejecución de obras portuarias y marítimas requieren de una gran infraestructura de parte de los contratistas, por lo que siempre se programan inversiones considerables y se diseña con rigurosos márgenes de seguridad.

3.2 Los rompeolas de enrocamiento requieren elementos de coraza de un peso tal que resista los efectos de la ola de diseño; para lograr una adecuada explotación de las canteras se requiere planeación y un correcto plan de ataque, viene luego el transporte a la obra y su colocación en el lugar del proyecto.

3.3 En Europa, desde hace mucho tiempo, cuando se construyen estructuras en fondos arenosos para limitar la incrustación de la roca siempre costosa y la necesidad de obras de mantenimiento para reparar daños originados por asentamientos diferenciales que ocasionan socavaciones y erosiones de fondo al pie de los rompeolas han construido e instalado en el fondo del mar unas balsas de varas que denominamos "fajinas". Actualmente se les incorpora un Geotextil, que es el que evita precisamente que las partículas del fondo se desplacen por las corrientes inducidas y por otros efectos dinámicos al ocurrir condiciones oceánicas extremas.

4. ALTERNATIVAS CON GEOREDES Y GEOTEXTILES.

4.1 Caso I: Fajinas del Puerto de Dos Bocas, Tab.

4.1.1 El diseño constructivo de los rompeolas Este y Oeste realizado por Proyectos Marinos, S.C. y sus asesores incluyó la fabricación, lanzamiento, remolque, posicionamiento, hundir y dejar en el fondo en los lugares indicados en proyecto casi 300,000 m<sup>2</sup> de fajinas (15 x 30 m. y 15 x 60 m).

4.1.2 Los contratistas adquirieron un Geotextil tejido de fabricación holandesa que se indicaba en las especificaciones y procedieron a conseguir las varas de mangle para posteriormente fabricar los "torones" con los que se integró "la fajina" en un patio especialmente construido para este fin.

4.1.3 La primera fajina quedó lista en agosto de '81 pero existieron muchos problemas para lanzarla al mar. Posteriormente se modificó la rampa de lanzamiento con rodillos y otras facilidades y en octubre de 1981 finalmente, una fajina fue remolcada y posicionada lista para ser hundida, presentándose serios problemas en su control de posición durante la fase de hundimiento. Posteriormente, con ayuda de 4 pilotos hincados, se logró controlar tanto el hundimiento como su colocación en el fondo.

4.1.4 Considerando las dificultades antes mencionadas, se analizaron otras alternativas de solución entre las que se hicieron ensayos con las Georedes Plásticas. La función de los "torones" de Mangle es doble: mantener extendido al Geotextil en el fondo del mar y protegerlo del impacto de las rocas al caer sobre él.

4.1.5 Al tener éxito los ensayos preliminares de resistencia de la Geored al impacto de rocas, se procedió a diseñar un método constructivo que permitiera primeramente ligar la Geored al Geotextil (importado) lo cual se realizó en los mismos patios de fabricación, simplemente cosiendo con cordeles y agujas de pescador ambos materiales, para, posteriormente, enrollarlo al ancho de diseño requerido (15 m.).

4.1.6 A bordo de un chalán, anclado en posición con cuatro malacates y con el rollo de la "fajina" Geored, Geotextil a bordo, se descendió el extremo de la fajina con un "tubo cabecero" para asegurarlo en el fondo y, posteriormente, al desplazar el chalán en la superficie que el rollo se fuera desenrollando coordinadamente al mismo tiempo que, periódicamente, la grúa de a bordo colocaba bloques de concreto para asegurar que la fajina quedará extendida correctamente en el fondo. Esta operación se ha perfeccionado y actualmente tender una "fajina" de 15 x 60 m. requiere de menos de 3 horas a partir de que el chalán este en "posición".

4.1.7 La ubicación de la fajina en el fondo del mar queda definida, por lo menos, por 4 boyarines en sus extremos, lo cual facilita el posicionamiento del barco de descarga de fondo y la operación correspondiente.

4.1.8 Por la rapidez de las operaciones involucradas, se puede programar perfectamente para aprovechar al máximo la información meteorológica disponible y racionalizar estas actividades que se ven afectadas por el estado del mar.

4.2 Caso 2: Rompeolas Temporal Puerto Laguna del Ostión, Veracruz.

4.2.1 El diseño del rompeolas Sur del Puerto de Servicio realizado también por Proyectos Marinos, S.C., consideraba la alternativa de utilizar contenedores textiles llenos de arena para su construcción, esto para facilitar su demolición una vez que su vida útil terminara, como ésta se establece de 3 años, el diseño incluyó el empleo de cimbras textiles para colar "in-situ" elementos de concreto, a manera de coraza de protección.

4.2.2 La empresa contratista adquirió los elementos textiles de Patente y fabricación nacional y procedieron a la construcción de la mencionada estructura.

4.2.3 Para los contenedores de arena el equipo que requiere es una simple motobomba (30 H.P.); uno o dos operadores en la succión a manera de cortador de draga, para mantener alto el porcentaje de sólidos, y dos o tres trabajadores anfibios manteniendo en posición el contenedor textil hasta que adquiere suficiente peso propio para que el mar no lo desplace.

4.2.4 El procedimiento no puede ser más simple, ya que se trata de confinar la arena de la playa con ayuda del agua de mar, esta última nos la transporta al ser bombeada la mezcla a través de tuberías y man gueras, nos la deposita dentro del contenedor textil, posteriormente, por la misma presión hidráulica la compacta, y, finalmente, abandona el contenedor ya que éste es permeable, el diseño de Patente mexicana incluye una válvula de auto-cierre, que facilita notablemente las operaciones y acelera los rendimientos de trabajo.

4

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

4.2.5 En el rompeolas Sur en los primeros 24 días de trabajo a pesar de que hubo que capacitar al personal del contratista, se colocaron un promedio de 30 unidades por bomba y por turno.

4.2.6 Los avances al 5 de octubre, según información del contratista, se han instalado "in-situ" 1,300 elementos de 2.8 ton cada uno. Cabe señalar que es muy importante la ordenada y correcta colocación, según un programa pre-establecido para lograr: traslapes, amarres, encajonamiento, y, en ocasiones, llenándolos sólo a un porcentaje de su capacidad para darles flexibilidad a los elementos "de faldón" al pie de ambos lagos de la estructura.

4.2.7 Como se indicó en 4.2.1, para proteger estos contenedores textiles llenos hidráulicamente de arena, de vandalismo, abrasión de la tela y los efectos de rayos ultravioleta y gamma, el diseño incluyó cimbras textiles impermeables, que permiten fabricar en el lugar bloques de mortero de 4 toneladas.

4.2.8 El equipo requerido también es sencillo, incluye dos unidades revolventoras y una bomba de concreto, "n" tramos de tubería rígida y varios tramos de mangueras flexibles al final. Las cimbras textiles cuentan con varias bocas de llenado y purga, de cierre manual, también de Patente y fabricación nacional. Se tiene previsto un dispositivo adicional para facilitar su estiba cuando se proceda a desmantelar la estructura, dentro de 3 años.

4.2.9 En cuanto a rendimientos, el contratista indicó un promedio de 40 bloques BC-4 por turno y por bomba con un sobrestante, un mecánico, 12 peones, y 4 operadores anfíbios.

4.2.10 En el rompeolas Sur del Ostión al 5 de octubre, se llevaban recubiertos aproximadamente 60 m. de los 160 m. de avance a esa fecha de la estructura.

4.2.11 Cabe indicar que los elementos que se encuentran en la zona de salpicaduras y bajo el agua rápidamente han sido recubiertos por vegetación marina lo cual actúa como una cubierta protectora, además de los bloques de mortero de la coraza antes indicados.

4.2.12 Podemos anotar que debido a ciertos problemas iniciales en el abastecimiento de enrocamiento para el rompeolas Norte del mismo puerto. PEMEX ordenó al contratista iniciar los trabajos con elementos BC-4 colocados en el lugar a partir del 19 de julio y hasta el 30 de septiembre se colocaron y colaron "in-situ" casi 1,700 unidades con un avance de 220 m (la corona a su cota final del orden de 180 m). Se trabajó con una sola bomba, 2 revolventoras de tambor y un sólo turno por día.

5. ANALISIS DE RESULTADOS.

5.1 Con relación a las fajinas de Georedes Plásticas y Geotextiles, creemos que superan con muchísimas ventajas a las convencionales de "torones de Mangle y Geotextil" por su sencillez de fabricación y bajo costo, su fácil manejo, tanto en tierra como en el chalán (un rollo de 15 m. de ancho y aprox. 1.0 de diámetro), su rápida instalación y la seguridad de que ha quedado correctamente ubicado en el fondo del mar, que ha sido y es verificada por los buzos dan como resultado que la tenacidad, entusiasmo y confianza de los ingenieros mexicanos (de PEMEX, del contratista,

de los Asesores Técnicos, del fabricante de las Georedes, y otros más) han visto coronados sus esfuerzos, con un desarrollo más simple, práctico y eficaz que la solución que originalmente se tenía prevista.

5.2 Respecto al uso de elementos textiles llenos hidráulicamente de arena, de cimbras textiles, para moldear mortero, que también son desarrollos mexicanos; éstos, sin embargo, a pesar de que no es la primera vez que son utilizados para obras temporales (caso 2). Existen estructuras con cerca de 12 años de construidas y que continúan sirviendo para el fin que fueron diseñadas.

5.3 Cabe indicar que no solo en México se han utilizado, con éxito, existen obras en Venezuela, Colombia, Brasil, Perú, Nicaragua, Guatemala, Curazao, Santa Cruz Islas Vírgenes, en Connecticut, Florida, Texas, California y Alaska. También en Africa del Norte y Medio Oriente, existiendo varios proyectos en las islas del Pacífico y el extremo Oriente.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Podemos concluir que la capacidad de invención y desarrollo de los mexicanos, así como adecuación de soluciones a los recursos disponibles una vez más ha quedado demostrada en los dos casos aquí presentados ya que ambos ofrecen alternativas interesantes para resolver problemas de mecánica de suelos en regiones costeras y en el caso de Puertos Industriales, en particular.

Es importante resaltar que se requiere valor y audacia para intentar por primera vez soluciones diferentes a las convencionales y que sin el apoyo de PEMEX ni de los contratistas, hubiera sido muy difícil o casi imposible intentar la utilización de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y los Geotextiles. Así como el apoyo que la Dirección General de Obras Marítimas en los setentas brindó para el desarrollo de los contenedores y cimbras textiles. Esta tecnología mexicana es base para una alternativa seriamente analizada para la protección de taludes de las islas artificiales que las grandes empresas petroleras construyen en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Ártico.

6.2 Podemos decir que el empleo de Georedes y Geotextiles en Ingeniería Civil está dentro de una etapa inicial y que todos estamos cada día aprendiendo más de su comportamiento, de sus nuevas aplicaciones y de los límites a que podemos diseñar con la información que hasta ahora disponemos.

6.3 Por lo anterior, recomendamos que dentro de las Conclusiones del Congreso Nacional de Mecánica de Suelos se incluya, si es posible, un párrafo que se refiera al empleo de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y Geotextiles en soluciones no convencionales y que en futuras reuniones se informe de aplicaciones, ya sea que hayan tenido éxito o no, ya que es mediante la comunicación de experiencias que podremos avanzar en la tecnología y poco a poco mejorar, simplificándolos, los métodos de construcción convencionales.

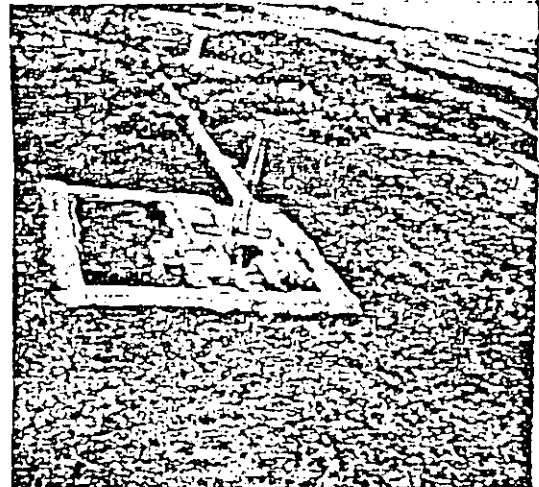
6.4 Los autores quieren expresar su reconocimiento a PEMEX, Coordinadora Dos Bocas, Dirección General de Obras Marítimas, Constructora General del Norte, S.A., Protexa, Estudios y Construcciones de Obras, S.A.,

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ GIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

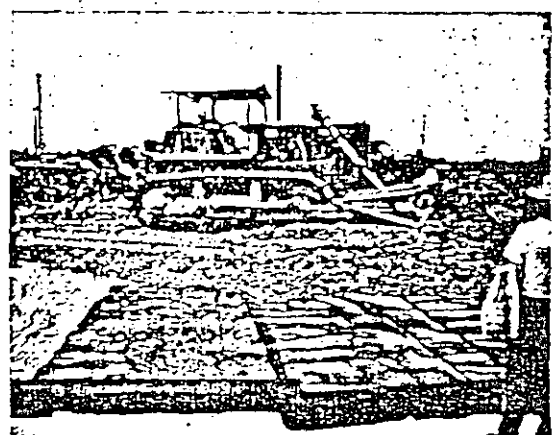
Polímeros y Derivados, S.A., Tubos Flexibles, S.A. y  
Control de Erosión, S.A.

REFERENCIAS.

1. Brown and Root, Inc. (1977): Spoil Disposal at Quintana Beach, Feasibility Study for Dredge Spoil Containment Structure for the Brazos River Harbor Navigation District, Houston, Texas.
2. INPH: Instituto de Pesquisas Hidroviarias, Porto bras (1982): Estudo de Estabilidade dos Molhes Leste e Oeste do Passe Navegavel na Barra do Furado-Município de Campos, Rio de Janeiro, Brazil.
3. Maza, J.A., and M.A. Haces (1977): Estudio Sobre el Comportamiento de Elementos Bolsacreto, Instituto de Ingeniería, Ciudad Universitaria, Mexico, D.F.
4. Palacios, Molinet Ricardo Ing.: Comunicación Personal.
5. Patterson, D.R., A.Y. Shak, and M.T. Czerniak (1982): "Inspection of Submerged Arctic Structures by Side Scan Sonar," Proceedings of 14th Offshore Technology Conference, pp. 705-712.
6. Pinter, Julio Ing.: Comunicación Personal.
7. Porraz M. (1975a): "Operational Designs Systems, Bolsaroca and Bolsacreto, Examples of Third World Technology," Second General Assembly of the Engineering Committee on Ocean Resources, Tokyo, Japan.
8. Porraz, M. (1975b): "Operational Designs Systems Technology for Developing Countries," Conference of the Institution of Engineers from India, New Delhi, India.
9. Porraz, M. (1975c): "Bolsacreto and Bolsaroca Technology for Third World Countries," Fifth General Assembly of the World Federation of Engineering Organizations, Tunis, Tunisia.
10. Porraz, M. (1976a): "Labor Intensive Construction for Shore Erosion Control," United National Interregional Seminar on Development and Management of Resources of Coastal Areas, Berlin, Hamburg, Kiel and Bremen, Germany.
11. Porraz, M. (1976b): "Textile Forms Slash Cost of Coastal Zone Structures," Ocean Industry, October, pp. 61-64.
12. Porraz, M. and R.R. Medina (1977): "Low Cost, Labor Intensive Coastal Development-Appropriate Technology-Simplicity is the Key to Use in Developing Nations," Sea Technology, August.
13. Porraz, Mauricio Ing., Porta, Eduardo, Ing., Meuregh Héctor, Ing.: "Empleo de Georedes Plásticas y Geotextiles en Diversos Proyectos y Estructuras de Ingeniería Civil," II Congreso Latinoamericano de Consultoría, 12-16 Julio '81, FELAC-AMEC, México, D.F.
14. Proyectos Marinos, S.C.: "Análisis Geotécnico Preliminar del Rompeolas Oriente del Puerto Petroquímico-Petrolero," Proyecto Dos Bocas, Tabasco, Reporte Técnico para PEMEX, Diciembre 1979.
15. Soto Yáñez, Eduardo Ing.: Comunicación Personal.



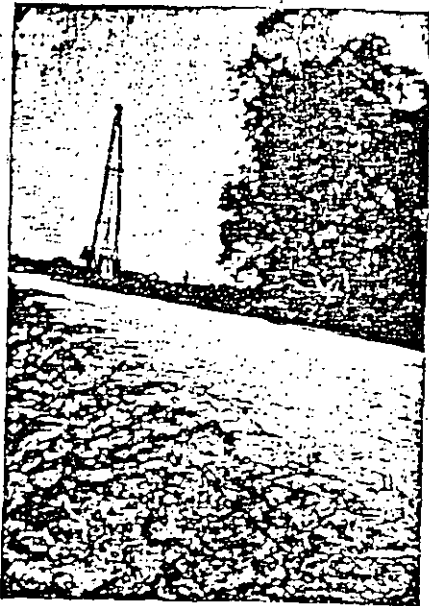
En los antecedentes de uso Georedes y Geotextiles se menciona el Pozo Magallanes 922, cuyo terrapien (pera) y camino de acceso están en el pantano, tal como lo muestra la foto Aérea No.1, en la cual se han indicado los números de otra localizaciones del mismo campo Magallanes dependiente del Distrito de Agua Dulce de la zona Sur de Pemex.



En el mismo Pozo Magallanes 922, Foto No. 2, con la instalación de un Geotextil (poliester no-tejido de color blanco Fijasol C-252) y una Geored (Redlon CE-121) de polietileno de alta densidad extruido mediante proceso axial rotativo patentado (color negro) se le coloca una capa de material friccionante arena, la cual una vez compactada actúa distribuyendo realmente las cargas y gracias al anclaje mecánico logrado entre Geored, con el material de revestimiento se limitan notablemente los asentamientos diferenciales.

6

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DE NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.



Un tramo del camino de acceso a ese Pozo, Magallanes 922, fue reforzado pudiendo tener un análisis comparativo con los tramos no reforzados en la Foto No. 3, se aprecia claramente la Geored y Geotextil con un revestimiento de cerca de 15 m. de arena compactada, su comportamiento ha sido muy satisfactorio.

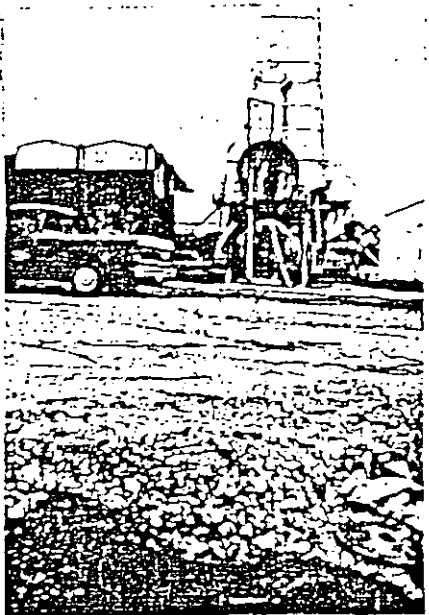


Foto No. 4, aspecto de la pera del Pozo Cárdenas 107, reforzado en Diciembre de 1981, con Geored CE-131 y grava en 20 cm. de espesor; después de terminado el pozo, la Superintendencia de Perforación en Villaher-

mosa, indicó ahorros de hasta 70% respecto al material de revestimiento, respecto a otros pozos en condiciones similares.

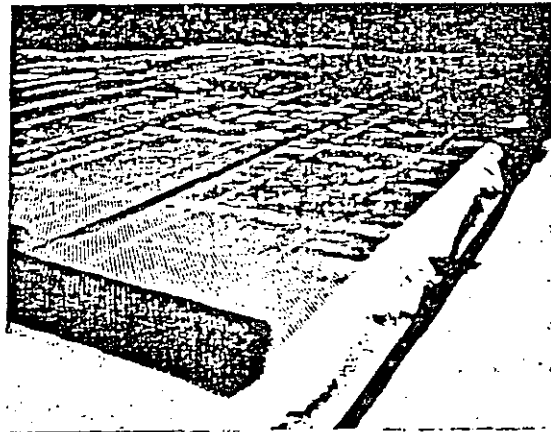


Foto No. 5, vista general de los trabajos realizados en el Pozo Jujo No. 24, en el cual se adicionaron al Geotextil (Fijasol T-135) de poliéster termo-soldado y la Geored (Redlon CE-131) se instalaron una serie de Geodrenes (100 mm. Ø con canaleta), colocando relleno de grava previamente a la colocación del refuerzo.



Foto No. 6, aspecto general del rompeolas Oriente del Puerto Sanchez Magallanes de 700 m. aprox. de longitud, construido en 1972 con elementos colados "in-situ" (Bolsácret BC-6" como se aprecia, se encuentra en condiciones operacionales, no obstante el embate durante cerca de 10 años de condiciones oceánicas extremas.

ING. JOSE OCHOA ZUÑIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ DIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

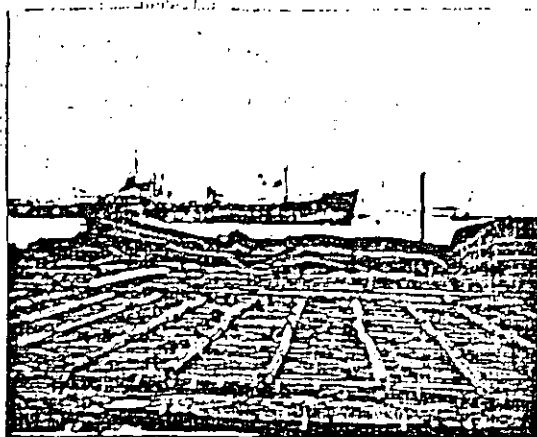


Foto No. 7, patio de fabricación de las fajinas en el Puerto de Dos Bocas, Tabasco.



Foto No. 9, alternativa de substituir el Mangle por la Geored (Redlon CE-121) tal como lo ilustra la fotografia.



Foto No. 8, Acercamiento a las fajinas convencionales de "torones" y vacas de Mangle.



Foto No. 10, aspecto de las operaciones de incorporación de la Geored Plástica (fabricada en México) al Geotextil tejido (de importación). Las operaciones de cosido las realizan personal no especializado con cordel y aguja de pescador.



8

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY-MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE,  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

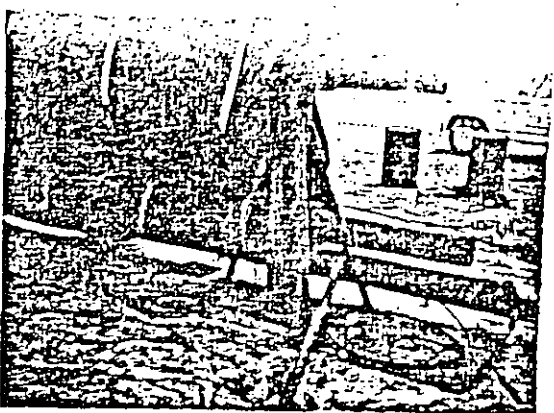


Foto No. 11, El Geotextil y la Geored Plástica se enrollan y se fijan en los extremos una serie de tubos: el "cabecero", "planchador", y el de rotación con frenos de ajuste para asegurar el control de tensión durante la operación de tendido en el fondo del mar.

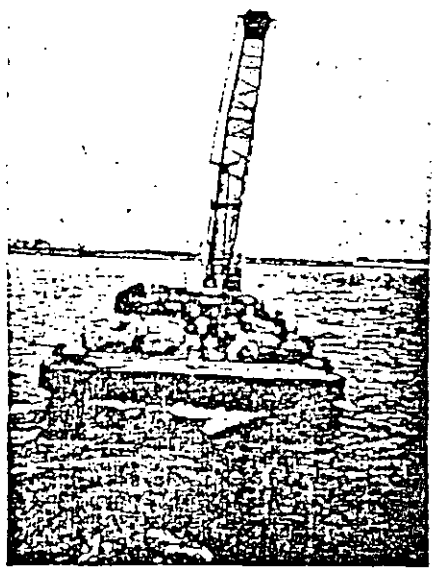


Foto No. 13, el chalán es remolcado a temprana hora a su posición correspondiente de acuerdo con el programa de tendido de las fajinas. Una vez bien anclado, gracias a sus cuatro malacates, se puede desplazar sin necesidad del remolcador.

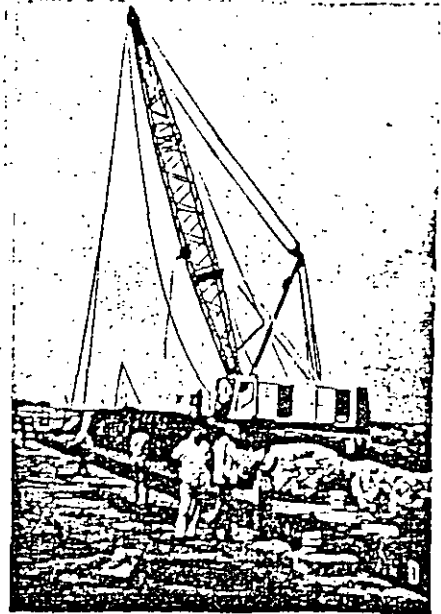
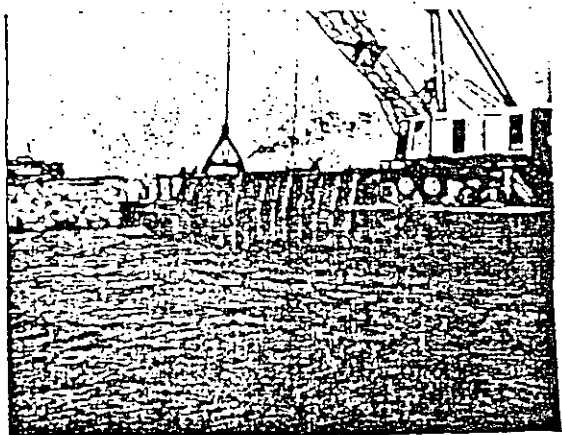


Foto No. 12, vista general del chalán con una fajina (Geored-Geotextil de 15 x 60 m) lista aparecen en la foto el Ing. Ricardo Palacios Molinet y el Ing. Enri que Guzman de la empresa contratista con uno de los operadores del chalán.



La fajina prácticamente ya ha sido desenrollada e instalada adecuadamente en el fondo del mar en el trazo previsto en el diseño de la escollera. Esta operación requiere de aprox. 3 horas y es supervisada de manera periódica por buzos.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA  
CIVIL DE GEOTEXILES, GEOREDES, GEOMEMBRANAS-  
E HIDROSEMBRADO

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

9 DE OCTUBRE 1984

MEXICO, D.F.

12 DE AGOSTO 1981

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA CIVIL DE: GEOTEXILES, GEOREDES,  
GEOMEMBRANAS E HIDROSEMBRADO

1.- INTRODUCCION.

Con los últimos adelantos en la tecnología de materiales, muchos sistemas y métodos de construcción han podido aprovecharlos utilizando elementos fabricados con polímeros logrando en muchos casos útiles y racionales combinaciones de materiales plásticos con textiles, empleando al máximo los recursos disponibles en la zona de los trabajos tanto naturales como humanos.

Desde hace cerca de 11 años, Ingenieros Mexicanos han desarrollado y aplicado con éxito sistemas patentados para confinar hidráulicamente arena en contenedores textiles, cimbras flexibles de membranas impermeables para fabricar bajo el agua enormes bloques de concreto: tejido doble con tensores para revestir ríos y canales sin necesidad de que estén secos. Estas tecnologías se utilizan en la actualidad en México y prácticamente todo el mundo: en Kuwait, en el Golfo Arabe, en el Canal de Suez, en Africa del Norte, en Africa Occidental; en Brasil, Perú, Colombia, Venezuela, Curazao, Centro América y el Caribe; en EE.UU., en la Costa del Golfo de México, la Atlántica y la del Pacífico, incluyendo importantes trabajos en Alaska, en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Artico.

El uso de los Geotextiles en México, ha sido estudiado desde 1971; el M. en I. Jesús Alberro del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. concluyó en su estudio: "De los Geotextiles analizados los más eficientes eran los fabricados 100% de poliéster, y recomendó que de querer utilizar los fabricados en México se debería mejorarlos sus características físicas y mecánicas; también indicó que los Geotextiles "no tejidos" de poliéster tienen mejores características y ofrecen mayor uniformidad en el trabajo en ambos sentidos respecto a las muestras tejidas con las que se compararon".

Las aplicaciones de Geotextiles en México en los últimos 3 años se han realizado en poco más de media docena de proyectos en los que se ha utilizado un Geotextil de importación fabricado en EE.UU. a base de filamentos de polipropileno termofijados.

Respecto a las Georedes, han tenido un sinnúmero de aplicaciones en Italia, Europa y en el extremo oriente, principalmente en el Japón. En México, apenas se están efectuando las pruebas iniciales, con la SAHOP y con PEMEX.

El Hidrosembrado es un procedimiento muy utilizado en EE.UU., y otros países, sin embargo, hace pocos años especialistas mexicanos y brasileños desarrollaron importantes mejoras en el sistema empleando bacterias y adecuando el aglutinante de índices de germinación y reducir drásticamente la necesidad de riegos periódicos. Se recomienda para la protección de taludes de cortes y terraplenes, restituyendo la ecología afectada por la obra pública construida.

## 2.- GEOTEXTILES.

En general, se puede decir que se han aplicado intensamente en la Industria de la Construcción en los últimos años, actuando como: cimbras, contenedores, moldes a los que se les inyecta mezclas fraguables o no que permanecen en su interior, constituyendo elementos de construcción en obras fluviales, hidráulicas y marítimas y, como ya se mencionó, las experiencias mexicanas han sido adoptadas y se emplean continuamente por los Ingenieros de otros países. Cabe señalar que la investigación y desarrollo ha continuado y constantemente se logran mejoras que incrementan la eficiencia, disminuyen los costos sin perder el concepto original de sencillez que permite construcciones rápidas y de manera muy práctica y lógica.

Ante el reto de resolver un proyecto especialmente complicado a mediados de 1980 los investigadores mexicanos, tuvieron que revisar a nivel mundial materiales y métodos más avanzados. Se trata de construir islas artificiales para plataformas de perforación petrolera en uno de los lugares donde las condiciones de las operaciones en el verano son cerca de 70 días, todavía reducidos a menos, por las tormentas, y el efecto del empuje de los hielos, el resto del año. Algo verdaderamente difícil y complicado.

De allí, surgieron en México nuevas soluciones que aplican racionalmente las Georedes plásticas y los Geotextiles para utilizar los materiales disponibles en zonas cercanas (Gravillas pequeñas empacada en arcilla roja).

Una empresa mexicana en Puebla manufacturó Geotextiles de poliéster reforzado con polipropileno tejido que pasó las pruebas y especificaciones de la EXXON, en Houston, Tex. Con ello hace tan sólo unas semanas, surgió la idea de mejorar aún los Geotextiles manufacturados en México, dándoles un refuerzo que mejorará sus características, lo cual se logró utilizando una Geored de polietileno de alta densidad con sus moléculas orientadas térmicamente.

Este nuevo Geotextil FIJASO1 325 tiene un gran número de ventajas respecto a otros productos ya que en principio puede ajustarse, aumentar su refuerzo, adecuarse según las condiciones de diseño del proyecto, ofreciendo ilimitadas posibilidades en la fabricación y en las aplicaciones.

En general, se puede decir que los Geotextiles actúan como elementos: separadores, filtrantes y, en algunos casos, de refuerzo.

## 3.- GEOREDES.

Las Georedes que también se fabrican en México, según un proceso especial patentado de origen inglés, Netlon, se elaboran mediante extrusión axial rotativa de polietileno de alta densidad en una muy amplia gama de formas y aberturas.

Tienen útiles aplicaciones en la construcción de carreteras y pistas de aeropuertos, distribuyendo cargas, evitando deformaciones. Se utiliza para estabilizar terraplenes, reforzamiento de suelos, protección de taludes, control de erosión y protección de costas.

También se utiliza como Eolipantalla, Captador Sumergido de Sedimentos, - Cubiertas contra el Sol, Redes anti-animales, jaulas, bardas y corrales, redes y trampas para mariscos y peces, bolsas de embalaje, protección industrial, -- etc...

Las Georedes Redlon permiten el refuerzo efectivo de subrasante con bajo valor de soporte al distribuir las cargas, absorbiéndolas gracias a su alta resistencia tensional, minimizando los asentamientos del conjunto y evitando las fallas por esfuerzo cortante en forma de cono truncado.

Su efecto favorable se debe a que confinan los granos del terraplen y el estrato subyacente, al lograrse un anclaje mecánico real entre la Geored-Agregado y condiciones de frontera, la acción de la Geored como refuerzo local, todo lo cual ofrece inegables atractivos para muchas obras públicas.

Cuando se ha definido un valor generalmente aceptable de la relación de - esfuerzos entre la carga vertical y la resistencia ( a veces no consolidada y no drenada) del suelo, se puede determinar el espesor necesario de material pétreo, estableciendo los límites de deformación de la superficie de rodamiento y las pruebas en curso nos permitirán muy pronto conocer los índices en que mejora esa relación de esfuerzos al utilizar los diversos modelos de la Geored - Redlon; se espera con esos resultados tener los elementos necesarios para poder mejorar los diseños con muy importantes ahorros en tiempo, material pétreo y en especial en costos.

#### 4.- GEO-MEMBRANAS.

Se consideran aquellas que tienen características de impermeabilidad ya - sean tejidos impregnados, laminados o películas extruidas con y sin refuerzo.

Tienen también un amplio campo de aplicación en proyectos de ingeniería - como recubrimiento de lagos, estanques, canales, depósitos, etc... Para estructuras de protección, contra la lluvia, construcciones provisionales en los llamados drenes de aleta (Finn Drains), etc...

En estos materiales se deben considerar las dimensiones de fabricación, - ya que los empalmes y traslapes deben hacerse con bastante cuidado.

#### 5.- HIDROSEMBRADO.

La técnica de aplicar hidráulicamente semillas y fertilizantes para recuperar y proteger taludes requiere previamente de una adecuada planeación y estudio para cada aplicación, ya que deben identificarse los problemas, según el tipo de suelo, orientación, pendiente, etc...

La adecuada preparación del terreno y la formulación correcta de fertilizantes, diversos tipos de semillas (gramíneas, leguminosas) elementos activados, etc... son fundamentales para lograr los objetivos en el tiempo deseado.

Inmediatamente después del hidrosembrado se procede a la aplicación de una cubierta de material orgánico con un elemento aglutinante.

La función de esa cubierta protectora es múltiple, favoreciendo la formación de un cultivo de bacterias, protegiendo las semillas de los rayos ultravioleta y de los pájaros, sobre todo captando y conservando la humedad, con lo cual se elimina la necesidad de riegos continuos: con todo lo anterior, es posible garantizar elevados índices de germinación.

Cabe señalar que a pesar de que en México prácticamente no se ha aplicado este sistema, se debe tener conciencia de que casi en el 50% de los taludes de cortes y terraplenes de nuestras carreteras en construcción se tienen problemas de erosión y deslaves.

Los métodos de implantación manual, trasplante de "tepos" (pasto alfombra) y otros más se han usado por años, pero creemos que es tiempo de analizar las ventajas en rapidez, eficiencia y costo que ofrece una nueva alternativa.

## 6.- CONCLUSIONES.

Existen varios sistemas de cimbras textiles desarrollados en México que han probado su efectividad ampliamente en el mundo y que permiten construir obras de defensa en ríos, puentes y playas, utilizando racionalmente al máximo los materiales locales y dando empleo al personal de la región capacitándolos, durante los mismos trabajos.

Los Geotextiles son elementos comúnmente aplicados con éxito en muchos países, en México se están aplicando hace pocos años unos que son de importación, creemos que es el momento de darle oportunidad al producto fabricado en nuestro país y que además ofrece muchas otras ventajas adicionales.

Las Georedes plásticas se empiezan a conocer y con las experiencias satisfactorias de otros países y las pruebas ahora en curso será posible encontrar un sinnúmero de aplicaciones que resuelvan problemas de acceso al lugar de trabajo en zonas pantanosas, ahorro en terraplenes sobre suelos suaves, fabricación de elementos alambroca (Gabiones Redlon) cilíndricos o convencionales, sin problemas de corrosión, abrasión ni desgaste. Muros ligeros para contención de "suelo reforzado", mejores diseños de pavimentos, sobrecarpetas, drenes convencionales, de aleta, "lavaderos" de caminos a base de un enorme Alambroca o super Gabion Redlon, etc...

Las Geo-Membranas han tenido unas ciertas aplicaciones con película simple de polietileno pero sus posibilidades de empleo son más amplias cuando las Geo-Membranas son a base de combinar materiales y se logra la impermeabilidad con elementos de refuerzo.

El hidrosebrado con cubierta orgánica protectora deberá tener un gran futuro en México, ya que además de lograr un control de la erosión se restituye la ecología que se afecta al construir obras públicas, lo cual tiene una importancia fundamental para las generaciones futuras.

Se ha presentado una amplia gama de métodos, sistemas y materiales diversos, los cuales conjunta o separadamente si se analizan con una mentalidad positiva y espíritu constructivo, ingenieros con los conocimientos y la experiencia que indudablemente tienen sabrán aprovecharlos y lograr resolver problemas actuales y futuros con soluciones más racionales, rápidas y económicas, logrando al mismo tiempo aportar nuevos conceptos para la Ingeniería Civil de Obras Públicas.

ING. MAURICIO PORRAZ  
PRESIDENTE  
CONTROL DE EROSION, S. A.  
Blvd. Adolfo López Mateos 1384 - 1er. Piso  
Mixcoac, México 19, D.F.  
Tels.- 598-0111  
598-0127



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA.

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA.  
AVANCES EN LA TECNOLOGIA

9 DE OCTUBRE 1984.



## II CONGRESO LATINOAMERICANO DE CONSULTORIA

12 - 16 de Julio México D. F.

FELAC - AMEC

## TEMA I

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA

" AVANCES EN LA TECNOLOGIA "

## TITULO:

" EMPLEO DE GEOREDES PLASTICAS Y GEOTEXILES EN DIVERSOS  
PROYECTOS Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA CIVIL "

Ing. Mauricio Porraz J.-L. \*

Ing. Héctor Meuregh \*\*

Ing. Eduardo Porta

\* Presidente Control de Erosión S. A .  
Apartado Postal 60549  
México 18, D. F.\*\* Gerente Mercado  
REDLON  
T. F. México\*\*\* Gerente General  
Porta Felt.  
México.

El uso de Geotextiles en Obras de Ingenierfa Civil en los Estados Unidos se ha incrementado en los últimos años a un ritmo entre 30 y 40% anualmente y se espera que continúe así. En 1979 se vendieron y colocaron cerca de 50 millones de metros cuadrados de productos textiles representando 9 millones de Kilos de fibras y tejidos. Las Geo-mallas plásticas han tenido un desarrollo impresionante en Japón y grandes aplicaciones en Europa durante los pasados 8 años.

En Latinoamerica su empleo ha sido en menor escala, sin embargo consideramos que en un futuro próximo deberá incrementarse notablemente.

Los Ingenieros Consultores somos unos individuos poco comunes " No creemos nada de lo que está escrito en un folleto de un fabricante a menos que se encuentre soportado por un detallado reporte técnico" igualmente " Nos preocupamos por no tener una fórmula en la cual substituir las variables con la información existente" éstos entre otros pueden ser unos factores que pudieran restringir el uso de las Georedes plásticas y los Geotextiles.

1.- Georedes Plásticas.

El Dr. Brian Mercer Ingeniero Textil Inglés desarrolló un proceso de extrucción NETLON para producir mallas de Polietileno de alta densidad las cuales tienen infinidad de aplicaciones algunas de las cuales están dentro del Campo de Ingeniería Civil. Hace unas cuantas semanas en México se empezaron a fabricar Georedes bajo el sistema Netlon, por primera vez en nuestro Continente.

*(6) Georedes 20.000*

Al compactar un suelo sobre una superficie Geored, esta se traba con el material del suelo, en su lugar con lo cual no puede torcerse ni moverse. Siendo bastante rígida absorven más facilmente las cargas dinámicas, evitando asentamientos gracias al anclaje mecánico obtenido con el suelo mismo.

El nuevo Aeropuerto de Tokyo " Narita " se construyó en terrenos que fueron arrozales; reforzando el suelo con Georedes se pudo lograr una mejor distribución de las cargas.

*(8) Toluca  
(9) Casamun*

En caminos de acceso temporales ó permanentes construidos en terrenos pantanosos es común los atascamientos de los caminos, los que pueden ser evitados instalando una Geored cubierta de material Granular.

*(10) Toluca  
(11) Casamun  
(12) Casamun*

En cimentaciones en zonas donde el suelo es heterogéneo y se esperan asentamientos diferenciales se puede resolver el problema desenrollando geored la cual gracias a su rigidez tensional y al amarre mecánico con el suelo da mucho mayor soporte, mejor apoyo y reduciendo cualquier eventual deformación diferencial del terreno.

27 Faltan  
29 ✓  
30 Alcantaral  
31 Alcantaral

Las Georedes pueden jugar un papel muy importante en Terraplenes minimizando la necesidad de préstamos permitiendo trabajar en climas lluviosos, aumentando la pendiente de los taludes, al reforzar el suelo y dando el apoyo necesario en la base, con los adecuados sistemas de drenaje para reducir la humedad en el suelo. En un trabajo presentado en 1979 en EE.UU. por los Ingenieros de los Ferrocarriles Estatales del Japón indicaron que el uso de Georedes en us Terraplenes no solo les facilitó el procedimiento de construcción, mejoró los índices de estabilidad, redujo los volúmenes de Terracerías y también además aumentó la resistencia respecto al efecto de Temblores y Terremotos.

35 Sección Jap.  
39 Sección Jap.  
33 Curvas Terreno

Con los avances en la Tecnología de Materiales, ahora es posible contar con georedes en que sus moléculas han sido orientadas dinámicamente y térmicamente pudiendo alcanzar resistencias a la Tensión de hasta 8 Ton por metro de geored (TENSAR-SRI) con lo cual el horizonte de aplicaciones se extiende de manera impresionante.

40

El construir muros ó paredes verticales con refuerzos de Geored-Tensar dentro del relleno es una muy interesante aplicación al reforzar el suelo, de relleno.

41 Microfilm SRI  
51 Tensar SRI 75  
77  
78  
79  
80

Igualmente al construir Terraplenes sobre terrenos pantanosos, que al aumentar su dimensión actuaban como una cuña, incrustándose y provocando un buffamiento del suelo suave.

Utilizando una plataforma rígida de apoyo se consigue un diseño estable con un índice de asentamiento regular est se logra con una Colchoneta de Cimentación fabricada con Geored-Tensar.

Para reparar deslizamientos de tierra en taludes la Geored puede funcionar como un gigantesco gabión de malla plástica que una vez lleno de material granular se cierra la geored asegurándolo.

82 Faltan Terreno  
83 Curvas Terreno

Este método también puede utilizarse en carreteras para substituir Vertederos, y otro tipo de Obras de Arte.

79 ✓

La Geored plástica por su flexibilidad puede ofrecer una solución para reducir deslaves y retener rocas sueltas, en acantilados.

Para proteger Taludes contra la erosión existen una variedad de Georedes desde las ligeras para adherencia con el pasto y la vegetación hasta las redes pesadas de las ya mencionadas gabiones llenados "in-situ" además de las tuberías plásticas NETLON para Drenaje para estabilizar las pendientes donde la subpresión origina problemas.

Los Tubos Netlon son muy prácticos para fabricar Drenes laminares ó de aleta con los cuales es posible bajar el nivel freático para estabilizar sitios de construcción. También se usan para sellar la presión de poro a través del terreno y de las más interesantes drenaje en la parte posterior de muros sólidos de mampostería ó concreto. Facilísimo de instalar con una simple Zanjadora angosta, dos hombres pueden instalar más de 200 m de dren-laminar por día.

Los Gabiones de geored compiten con ventajas respecto a los fabricados de acero. El Polietileno de alta densidad son anticorrosivos con una muy alta resistencia a la abrasión, son más ligeros, fáciles de transportar y de eregir, siendo más flexibles se acomodan mejor al Terreno. La abertura de la malla puede ajustarse a la granulometría de relleno a utilizar.

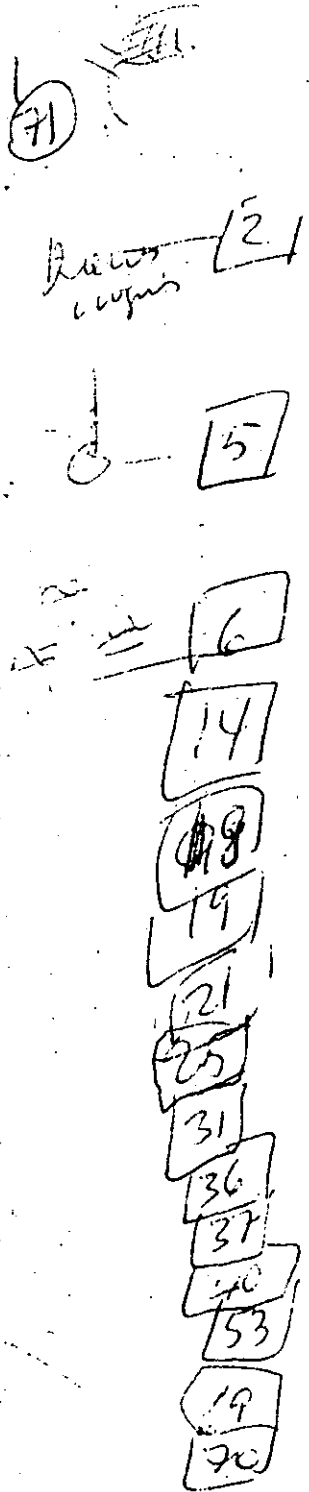
Los Gabiones de Geored plástica tubulares son sumamente rápidos y fáciles de llevar, manual ó mecánicamente.

Las Georedes Netlon se han utilizado mucho con éxito para proteger, el pie de los taludes en rios y canales.

Las Georedes pueden utilizarse también como cercas de nieve ó de arena para estabilizar dunas y como barreras antideslumbrante ó de limitación de grandes aplicaciones en áreas de Aeropuerto ya que no interfieren en el radar.

II.- Los Geotextiles.- También se refieren a una gran familia de productos en telas no tejidas que actúan como separadores.

Una de las mayores causas de degradación de las Carreteras Norteamericana es que el material de apoyo pasa a través de la base y la subbase contaminándolas. El Departamento Federal de Carreteras está investigando cómo actúan los Geotextiles y cómo pueden mejorar las características y funcionamiento en los caminos gracias a su función de separación.



Respecto a los Tejidos, en 1975 en el Proyecto Delta en Holanda se utilizaron Geotextiles Tejidos; posteriormente el cuerpo de Ingenieros del Ejército Americano los han utilizado en numerosas obras Costeras.

En el Mar del Norte casi el 50% plataformas petroleras están protegidas contra la socavación y corrientes de fondo con Geotextiles Tejidos.

Respecto a los Materiales estos pueden ser, Poliester, Nylon, Polietileno, Polipropileno entre otros. Entre los no tejidos los geotextiles pueden ser simplemente pegados, ó ligados con picado de aguja, etc... En los Tejidos puede ser plano con diseño modificado. En el tejido pueden usarse monofilamentos, multifilamentos y fibras texturizadas.

Existen también Geotextiles a base de membranas impermeables para muy diversas aplicaciones, que son telas laminadas y reforzadas para almacenar productos, líquidos, impermeabilizar y proteger construcciones etc... etc...

En general para concluir el campo de aplicación de las Georedes Plásticas y los Geotextiles en muchos casos es complementando y se pueden aplicar conjunta ó separadamente.

Lo importante es saber que éstos productos son resultado de avances Tecnológicos, conocer que ya todos ellos se producen en México a precios accesibles y con una calidad garantizada y que el recomendar su empleo ó señalarlos como una alternativa posible en un proyecto representará un diseño de Ingeniería más moderno y apegado la realidad de nuestro tiempo.

Junio 1981.



Foto No. 1

La Geored siendo desenrollada sobre arillas suaves para permitir acceso.

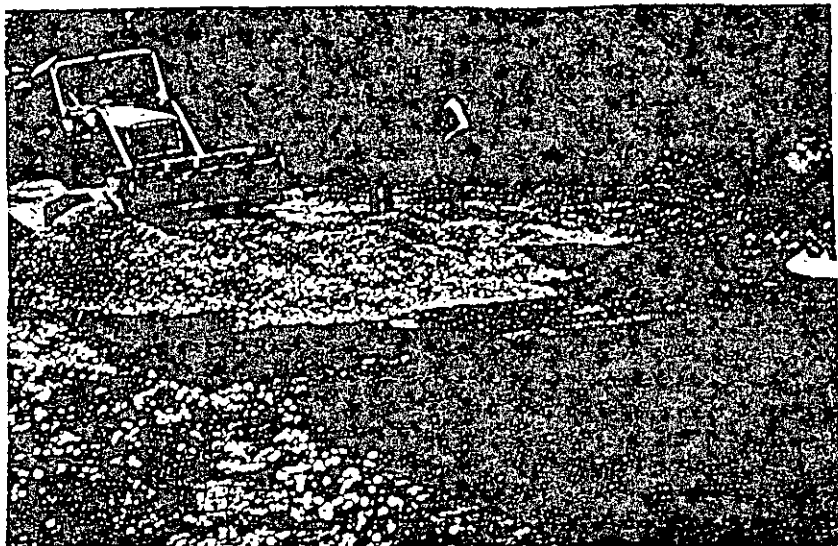


Foto No. 2

La Geored colocada logra una distribución de las cargas dinámicas y logra un anclaje mecánico con el material granular de recubrimiento.



Foto No. 5

Construcción de una base firme de Apoyo sobre una zona pantanosa en Sullum Voe al Norte e Escocia.

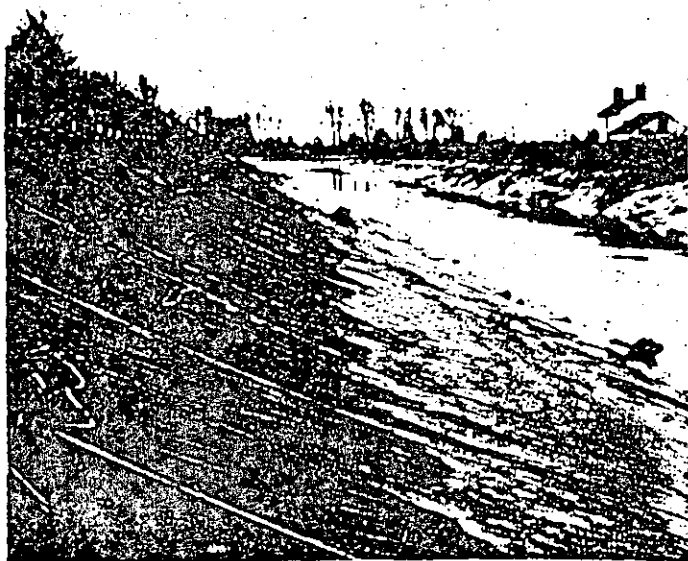


Foto No. 6

Protección de Taludes de un Canal con Geored después de la instalación.

Foto No. 7

El mismo sitio 3 meses después.

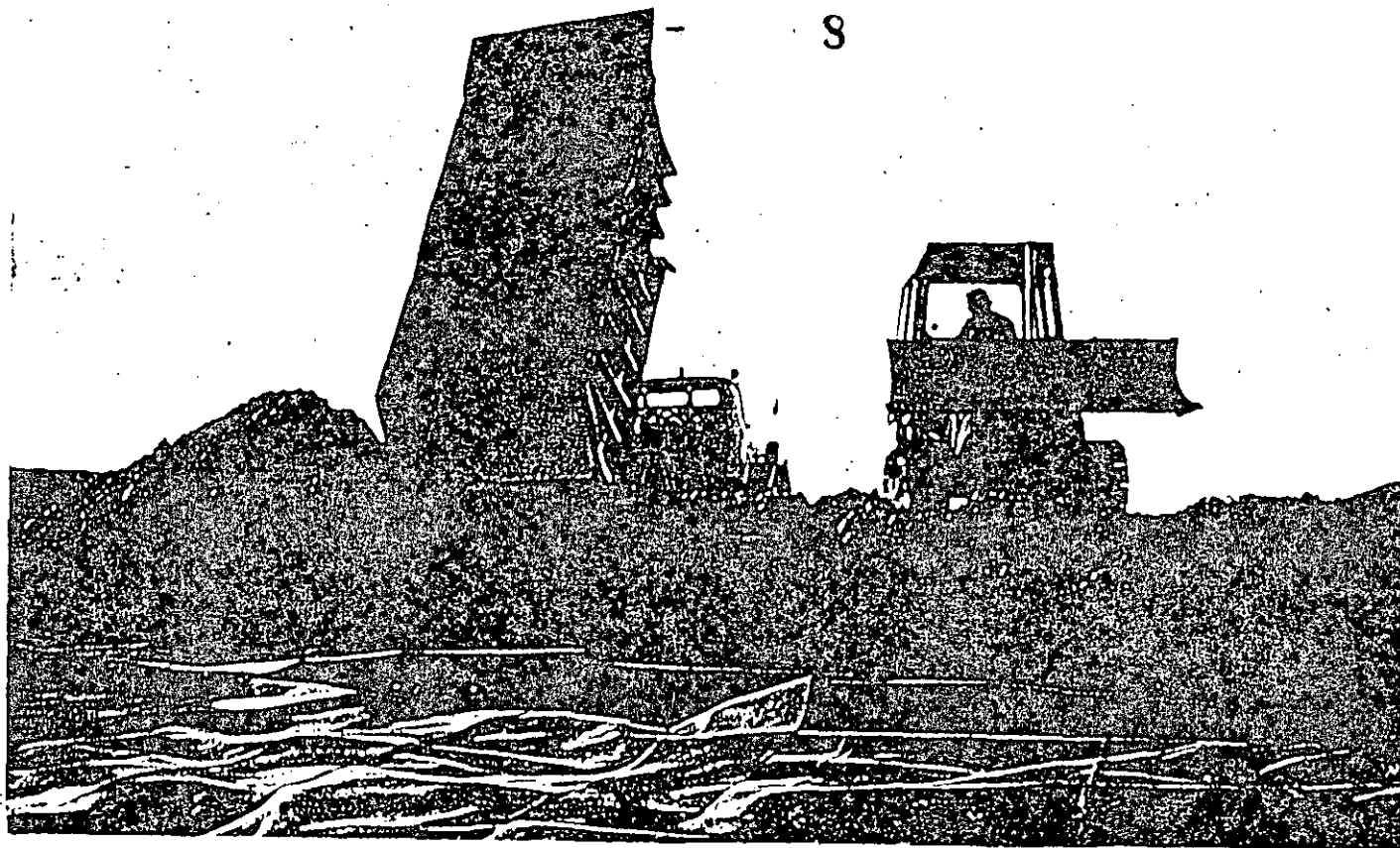


Foto No. 3

Construcción de Terraplenes sobre suelo muy comprensible utilizando Geored como refuerzo del Terreno de relleno.

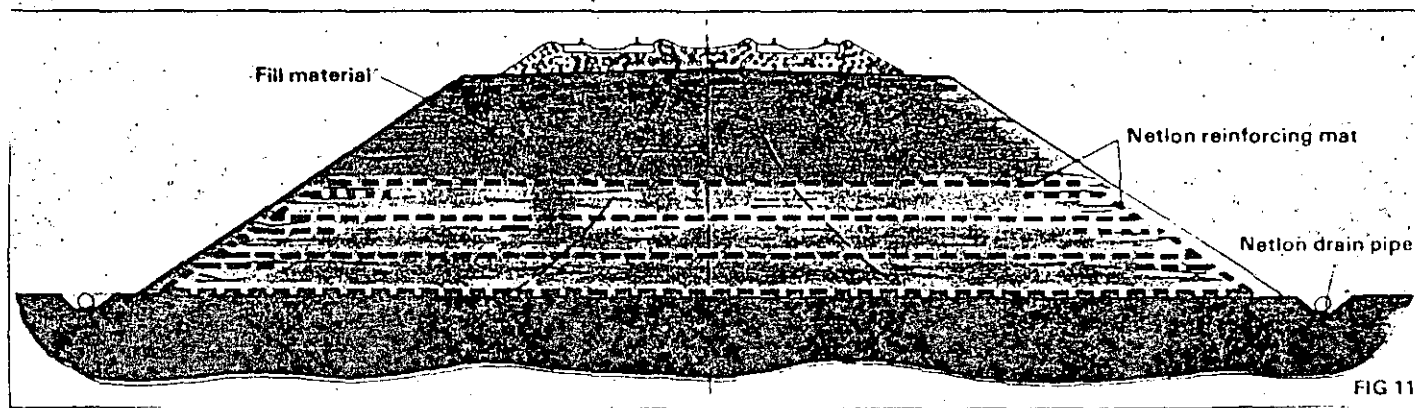


Foto No. 4

Sección Transversal de un Terraplén probado satisfactoriamente por los Ferrocarriles Nacionales del Japón.



# Geored edlon®

hecho en México con licencia

**NETLON®**

Netlon Ltd. England



**tubas flexibles s.a. de c.v.**

boulevard toluca 40 - naucalpan, edo. de méxico - tel. 576 56 22 • telex 017 22 06 sflame  
av. ciencia 11 cuautitlán tel. (91-591) 2 09 44, 2 07 93 y 2 08 82 telex. 017 73 896 tflmex

Una cimentación estable es el punto de partida en el diseño de cualquier estructura, y la solución óptima, constructiva y económica, depende de las características del suelo y su capacidad para soportar el tipo de carga requerida.

El problema principal es la penetración del material de base en el suelo blando. La capacidad de carga de la carretera, disminuye notablemente y, a falta de un mantenimiento que resultaría tardado y costoso, el deterioro continúa y tarde o temprano se produce la falla.

Son bien conocidos los métodos de compactación, drenes adecuados y estabilización química para aumen-

tar la capacidad de carga del suelo. Ultimamente, se ha dirigido la atención hacia el confinamiento del terreno por medio de membranas estructurales.

Esta idea no es nueva, durante siglos se han venido usando mallas de varas entrelazadas y se ha comprobado su eficacia en cimentación sobre una gran variedad de suelos.

La Geored de refuerzo y contención de terreno Redlon® desempeña una función similar proporcionando una cimentación estable cuya aplicación tiene muchas ventajas.

B) Distribuye la carga uniformemente gracias a su escasa flexibilidad, reduciendo los hundimientos diferenciales.

C) Incrementa la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, en virtud que su alta resistencia a la tensión se desarrolla por la fricción que opone la geored al deslizamiento debido a la forma de su sección transversal.

A) Previene la pérdida del material de base en el suelo natural.

D) Permite una disipación más rápida de la presión de poro.

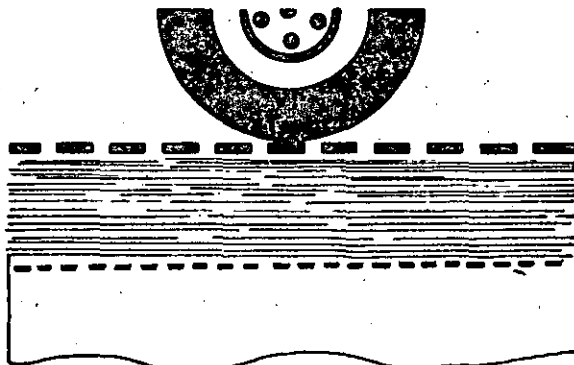
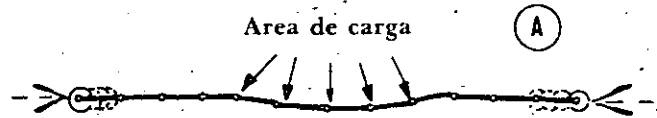


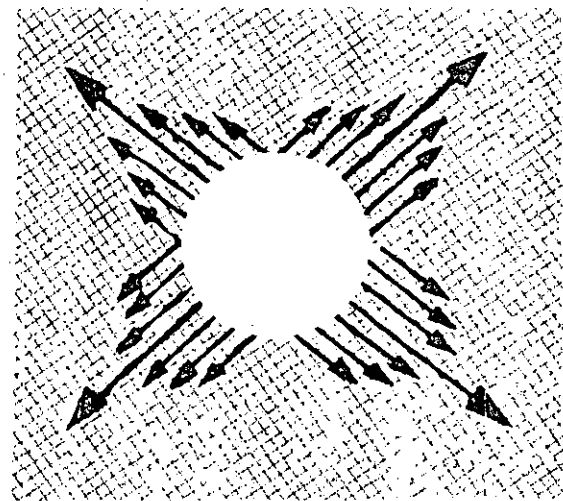
FIG. 1 Refuerzo para controlar suelos en construcción de caminos o pistas de aeropuertos y en avenidas de tráfico intenso.



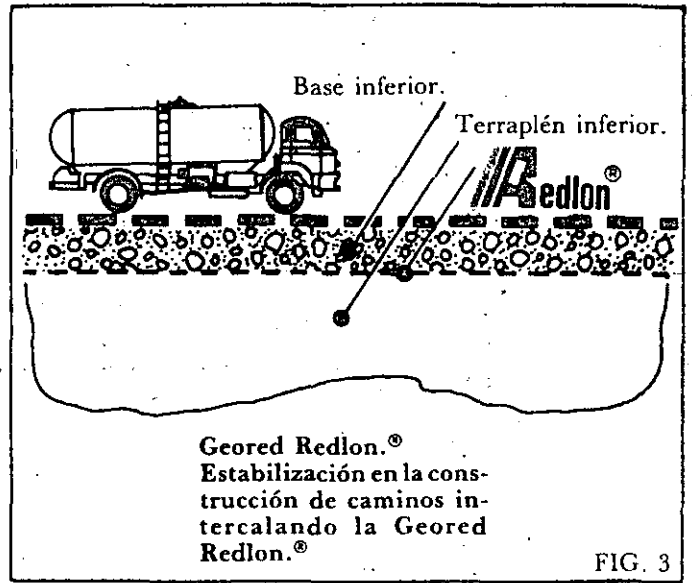
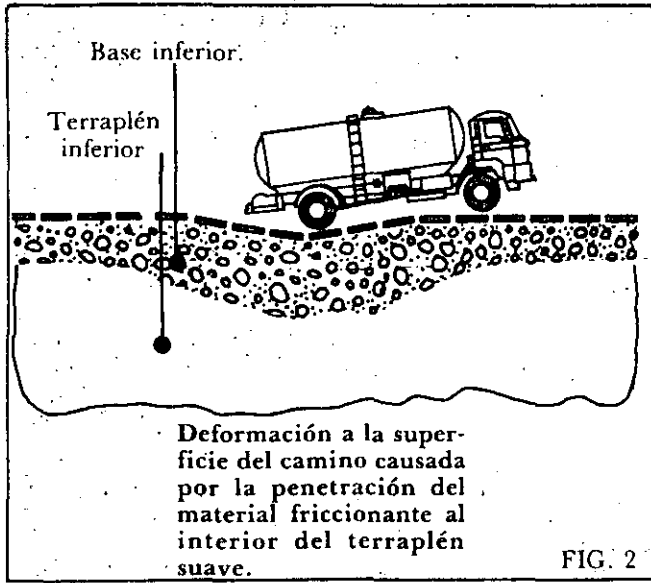
Ampliación de un corte transversal de la Geored de refuerzo.



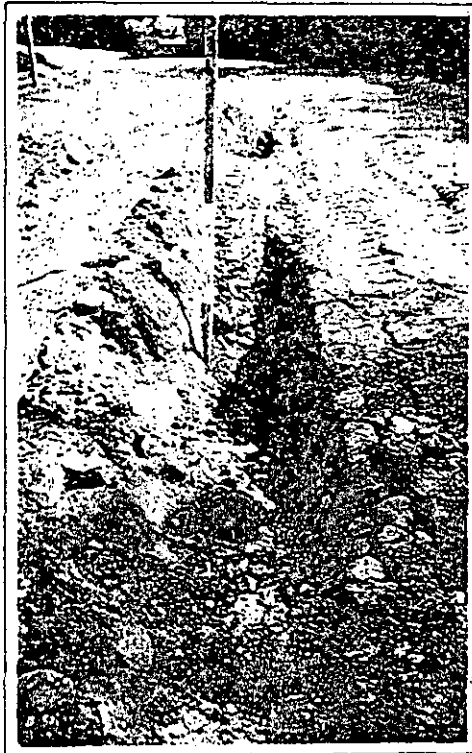
La resistencia a la tensión se desarrolla totalmente debido a la fricción que opone la geored al deslizamiento por la forma de su sección transversal.



La Geored Redlon® proporciona un control multidireccional al hundimiento asegurando una distribución uniforme de la carga minimizando asentamientos diferenciales.



La penetración del material de la base en el suelo suave de la cimentación afecta seriamente la capacidad de carga y la geometría del camino, provocando un alto costo de mantenimiento y llegando en algunos casos a la falla (Fig. 2). Las fotografías de abajo ilustran el tipo de falla indicada que ocurrió a pesar del empleo de un geotexte.

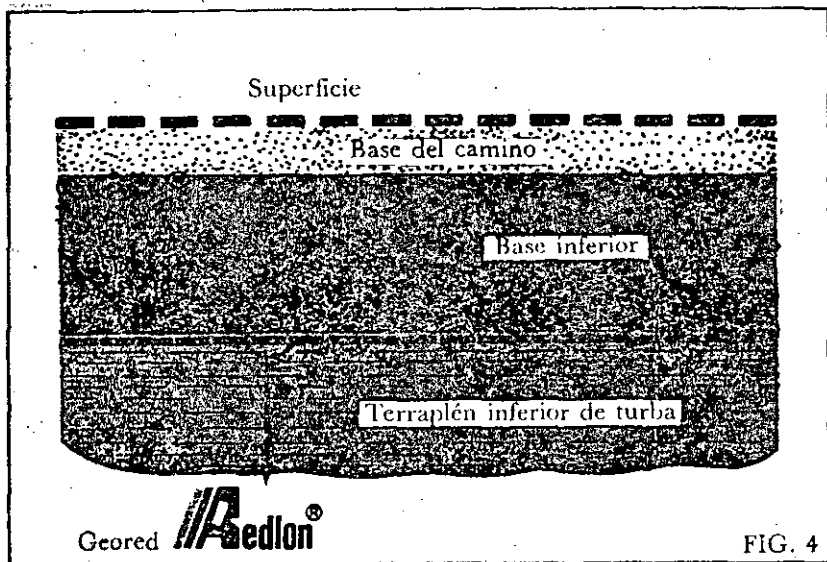


El empleo de una Geored Redlon.® entre la base y el suelo de cimentación previene la penetración de la base y aumenta la capacidad de carga. Esto permite la reducción del espesor de la base.

**Redlon**®



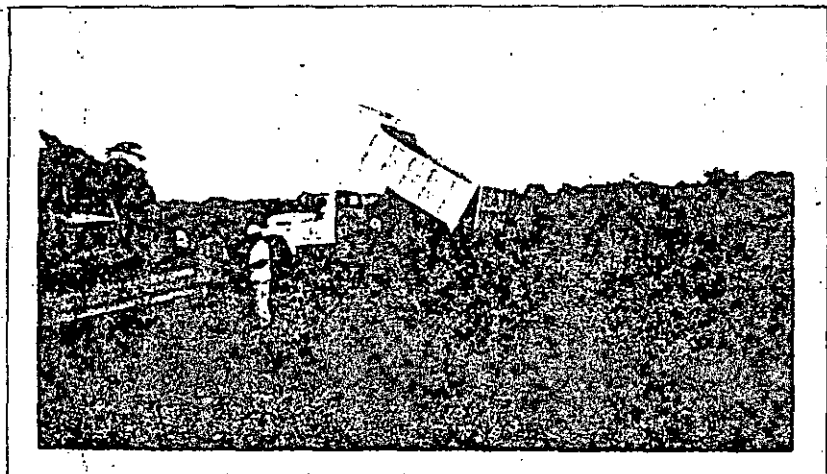
tubos flexibles s.a. de c.v.



La Geored Redlon<sup>®</sup> para controlar del suelo resulta particularmente efectiva para lograr adecuada cimentación sobre terrenos pantanosos y de turba. Puede colocarse directamente sobre el terraplén inferior sin preparación alguna de la superficie. Por su estructura, La Geored Redlon se fija al suelo evitando se formen surcos y la construcción del camino puede iniciarse de inmediato (ver Fig. 4).

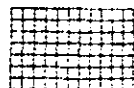


Colocación de la Geored Redlon en la construcción de un camino permanente sobre un terreno de turba. La turba tiene una profundidad variable entre 2 a 4 metros con contenidos de agua, en algunos casos, correspondientes al límite líquido.

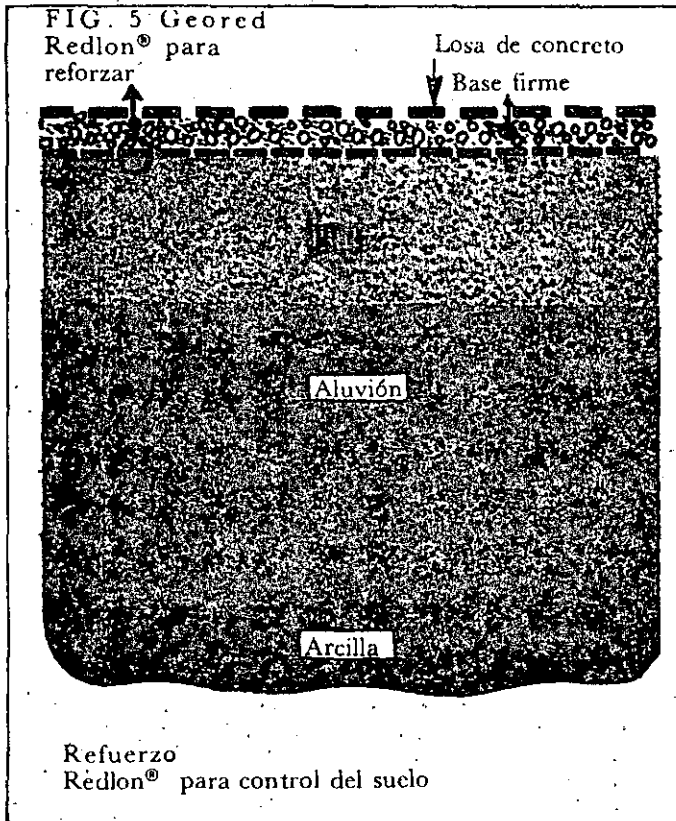


El empleo de la Geored Redlon<sup>®</sup> en la construcción de caminos para cargas grandes y en caminos de acceso con pendientes pronunciadas.

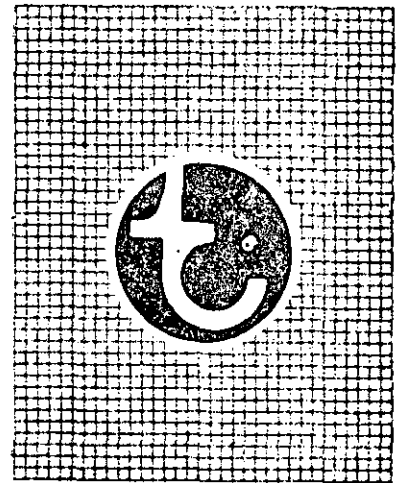
**Redlon**<sup>®</sup>



# Cimentación para fábricas

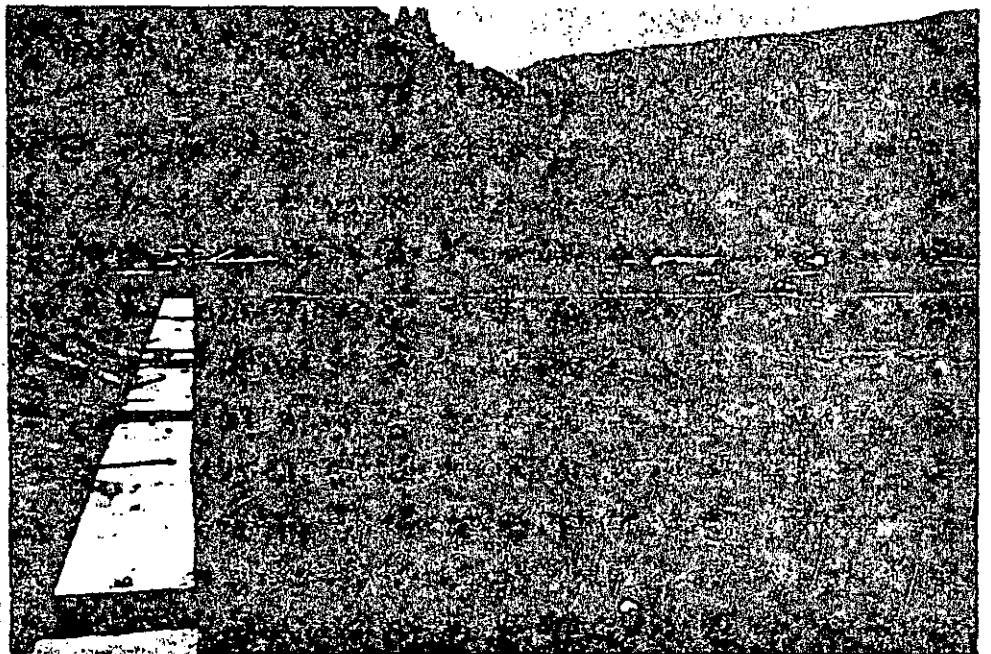


La Geored Redlon® ofrece un método efectivo y económico para mejorar la distribución de la carga sobre áreas que tengan que soportar grandes pesos en terrenos preparados. El diseño de la cimentación para grandes estructuras industriales se puede simplificar enormemente adoptando técnicas de refuerzo del suelo, para mejorar su capacidad para soportar cargas, evitando así la necesidad de emplear costosos sistemas de cimentación (ver Fig. 5).



Geored Redlon® en la construcción de cimentación para una fábrica sobre un terreno preparado.

Losas de concreto reforzado colocados sobre una base firme con refuerzo de Redlon®. Elimina asentamientos locales y mejora la distribución de cargas.



La construcción de un terraplén elevado como base para caminos, vías de ferrocarril o para instalaciones industriales como un malecón o dique para proteger áreas contra posibles inundaciones tienen un factor en común: hacen falta grandes cantidades de material de relleno. Esto en sí puede plantear problemas respecto a la fuente, cantidad y calidad de los materiales que puedan obtenerse.

La explotación de bancos de préstamo y canteras para la obtención de los materiales en grandes cantidades, crean un problema por sí mismos; por lo que es de desearse que las obras para crear un terraplén se mantengan al mínimo, tanto por motivos económicos como ambientales.

El diseño de un terraplén se hace de acuerdo al tipo de trabajo a que se someterá y adecuándolo a las propiedades mecánicas del material económicamente disponible y la capacidad de carga del suelo de la cimentación. Aunque existen diferentes criterios para calcular la pendiente de los taludes y alturas de los terraplenes, la falla a de éstos generalmente se asume que ocurre a lo largo de superficies circulares.

Este tipo de falla provoca un hundimiento al pie del talud y un hundimiento de la corona (Fig. 6).

El diseño convencional de terraplenes estables de una altura dada, implica disminuir las pendientes de los taludes o emplear bermas, ambas acciones aumentan considerablemente el volumen de materiales, el tiempo de construcción y en ancho de la base del terraplén. Otros métodos tales como la mezcla de suelos y la estabilización química son costosos, dilatados y de difícil control.

Localizar material para relleno en la construcción de malecones o diques puede ser un problema y frecuentemente la única fuente de material disponible en cantidades económicas es tierra de propiedades muy variables. El ingeniero entonces se ve ante la necesidad de evaluar las opciones de mezclas al suelo, medios de estabilizar los suelos

o construir bermas o emplear taludes poco pronunciados.

El método de estabilizar terraplenes

reforzándolos con fajas (esteras de ramas entrelazadas) colocadas en capas dentro de la construcción del terraplén es bien conocido, y durante la pasada década se han aplicado métodos similares empleando refuerzos de Geored Redlon® resistencia y buen anclaje mecánico.

Los refuerzos con Geored Redlon® dan solución práctica y permanente a los problemas de la estabilidad, permitiendo que se construyan terraplenes de corte sencillo y económico a las alturas requeridas. La malla se coloca horizontalmente en la base del terraplén y luego a diversas alturas al irse formando el terraplén, extendiéndose desde la cara de la pendiente lateral a todo el ancho transversal pasando el plano del deslizamiento calculado.

El refuerzo de Geored Redlon® añade una alta resistencia a la tensión a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Esta se desarrolla debido a la fricción entre el suelo y la geored (Fig. 8).

Las capas pueden ser continuas a todo lo ancho de la sección del terraplén o limitadas a un ancho que sobrepase el plano calculado de falla, según el análisis de estabilidad y situación de los planos de falla.

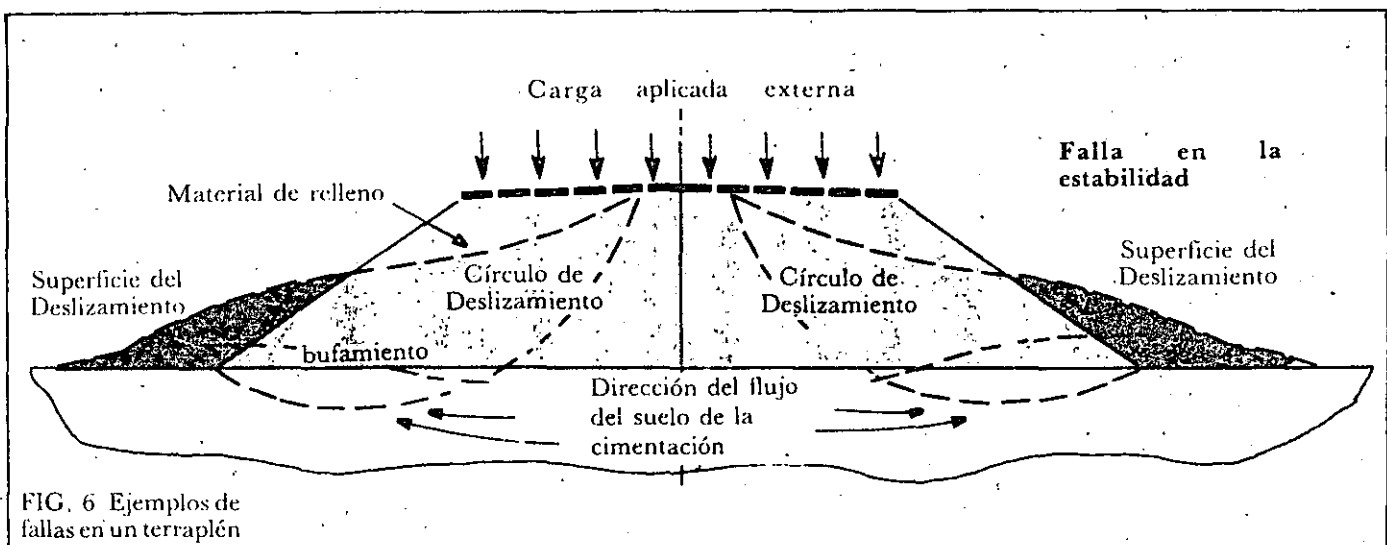


FIG. 6 Ejemplos de fallas en un terraplén

Redlon® permite contar con altos ángulos de pendientes laterales, reduciendo el volumen del terraplén y el área necesaria para tenderlo. Promueve una distribución uniforme de la carga y disipa más rápidamente la presión del agua por sus poros. Es de peso ligero, fácil de transportar y manejar así como de instalación sencilla y rápida.

Fig. 8

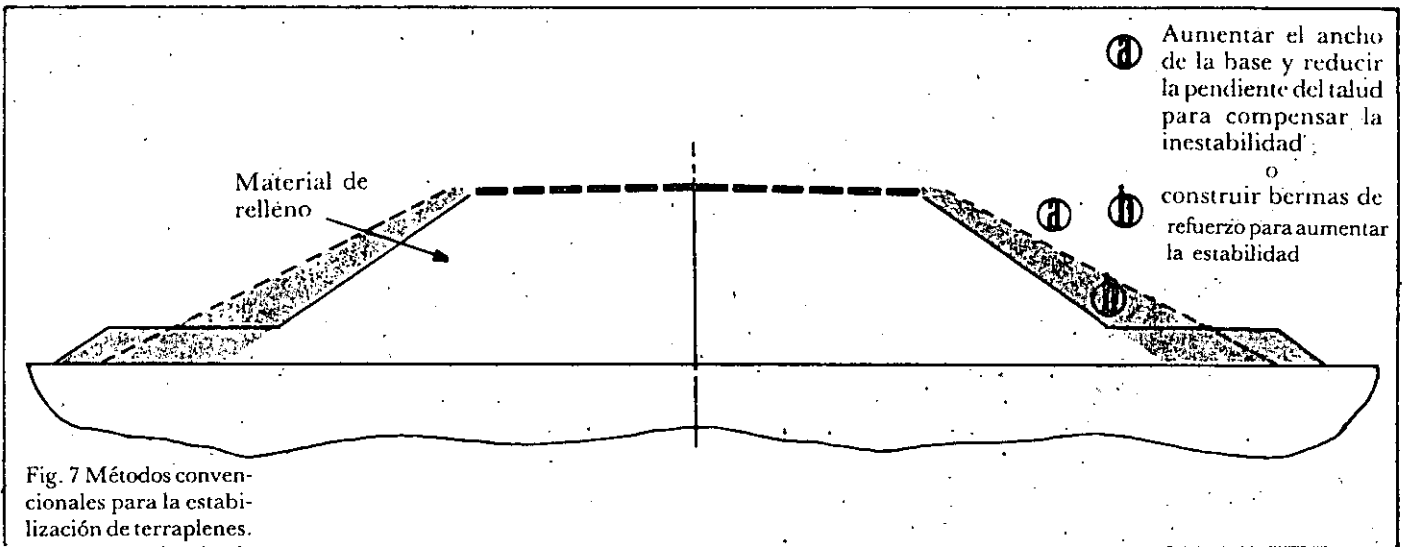


Fig. 7 Métodos convencionales para la estabilización de terraplenes.

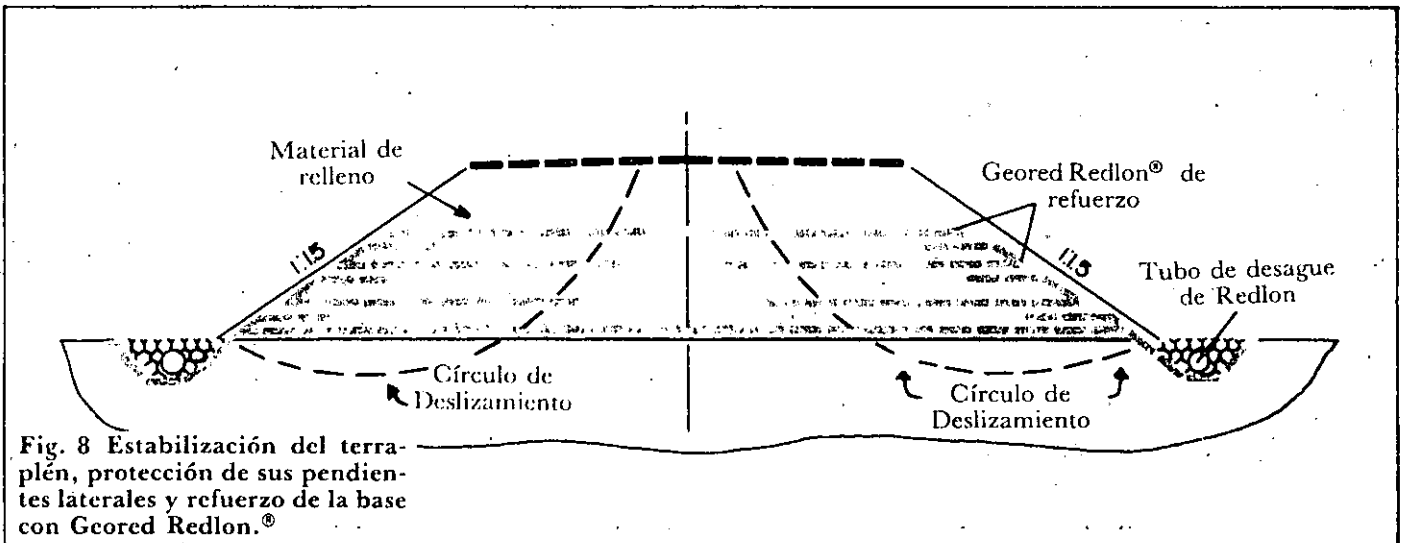


Fig. 8 Estabilización del terraplén, protección de sus pendientes laterales y refuerzo de la base con Geored Redlon.®

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

16

**NETLON**

PROJECT: THE CONSTRUCTION OF A BRICK FACED SOIL  
RETAINING WALL AT WHEELWRIGHT CLOSE  
LEEDS

DATE: SPRING '80

CLIENT:  
WEST YORKSHIRE METROPOLITAN C.C.

SPECIFIER:  
CLIENT

CONTRACTOR:  
DIRECT LABOUR

PRODUCT EMPLOYED:  
TENSAR SR2 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

After a brick built retaining wall had collapsed at Wheelwright Close, Lower Wortley, Leeds; The West Yorkshire Metropolitan County Council decided to replace it with a brick faced retaining wall reinforced with high tensile strength Tensar Geogrids. Designed by W.Y.M.C.C., it was felt that the reinforced wall as a concept, provided a highly competitive method of construction for walls up to 4m high compared with a conventional brick faced wall with counterfortes.

**DESIGN PHILOSOPHY**

The major prerequisites for the structure were that its appearance would blend in with that of the area and that it would provide the stability required for a turning head to be sited on top.

The simple and cost effective design utilised the high tensile properties of the Tensar Geogrids so that loads could be uniformly distributed, taking pressure off the vertical wall. The apertures within the grids also enabled the wall to be tied back into the soil mass, by cementing the grids into the brickwork (See Photograph 1).

/cont



## CONSTRUCTION

Prior to construction, approximately  $45\text{m}^3$  of soil was excavated to provide an area in which the reinforcing layers could be placed.

The design (See Photograph 2) called for a 215mm double skin, brick faced retaining wall 2.5m high, 9m wide; topped with a conventional brick wall 1.15m high.

Tensar SR2 grids (2.5 x 1.0m) were laid, full width, across every seventh brick course, with 40mm of a self compacting standard quarry crusher run, placed in between successive grids (See Photograph 3).

Weep pipes, at 3m centres, were set with porous blocks behind and at these points the polymer grids were simply cut to shape.

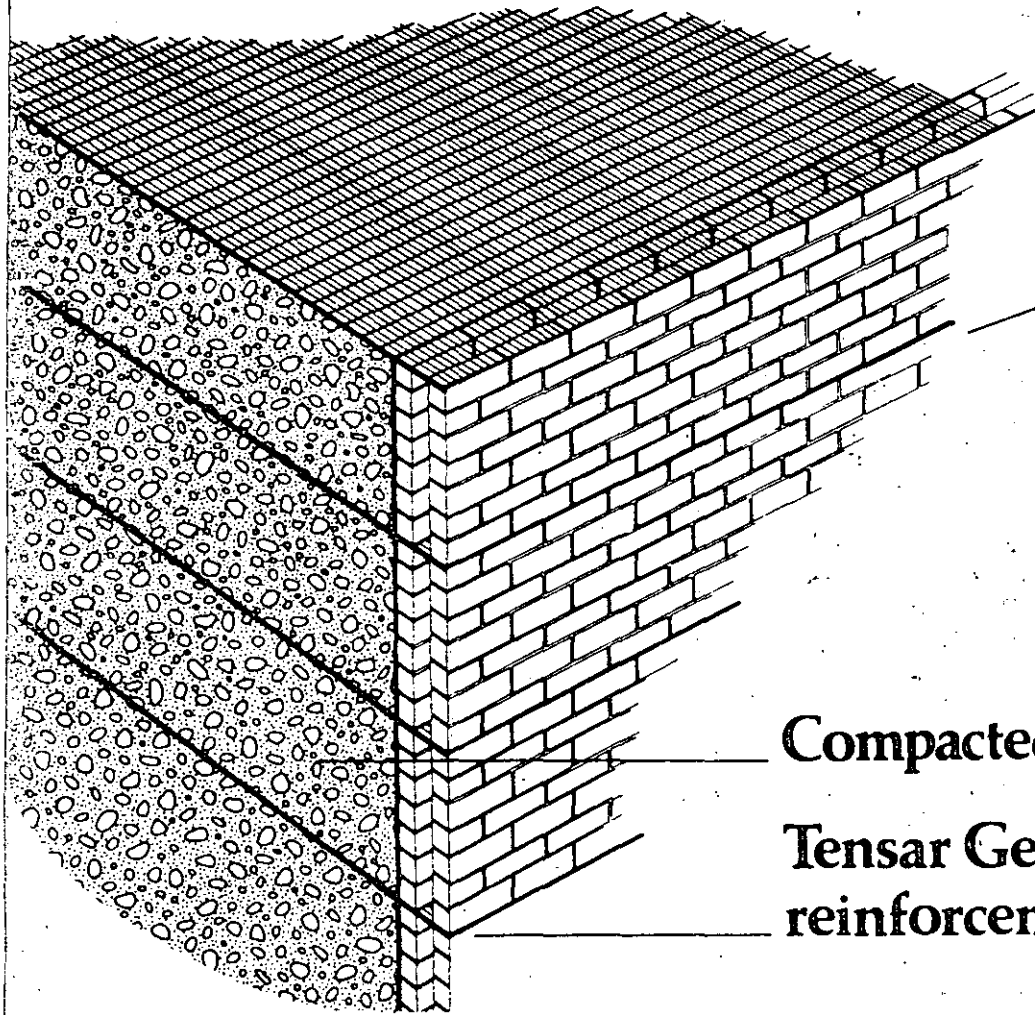
## OBSERVATIONS

1. The only skilled labour required to complete the construction was two bricklayers.
2. No overlapping of the grids was required.
3. The construction would have been equally successful with stone instead of bricks.

The completed wall (See Photograph 4) has been monitored over an 8 month period with no measurable movement.

The structure highlights a simple and innovative application for Tensar Geogrids which provides a relatively low cost solution to a recurring problem.

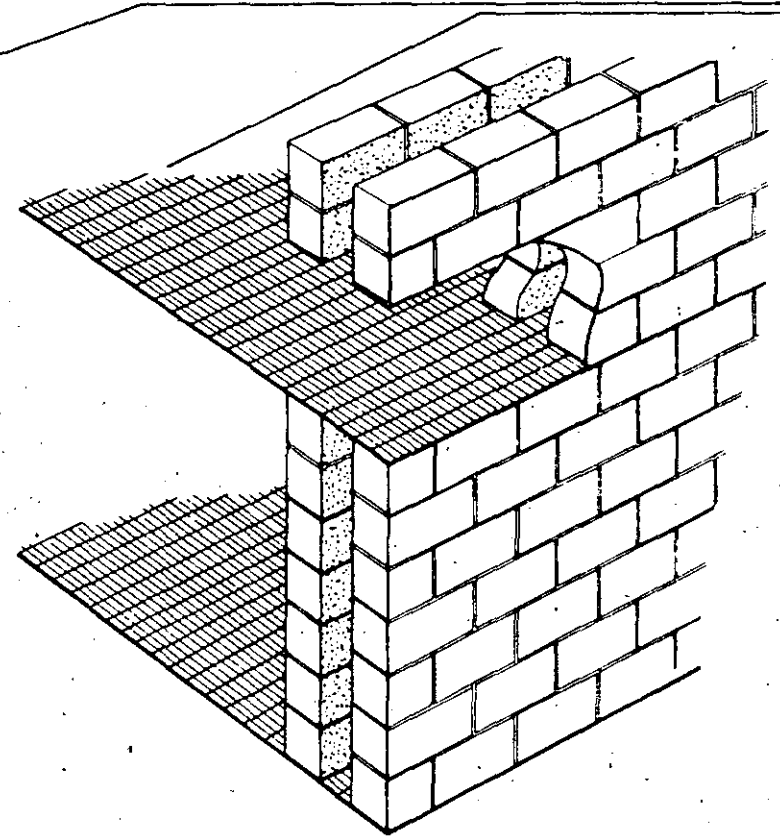
# Tensar brick faced reinforced oil retaining wall

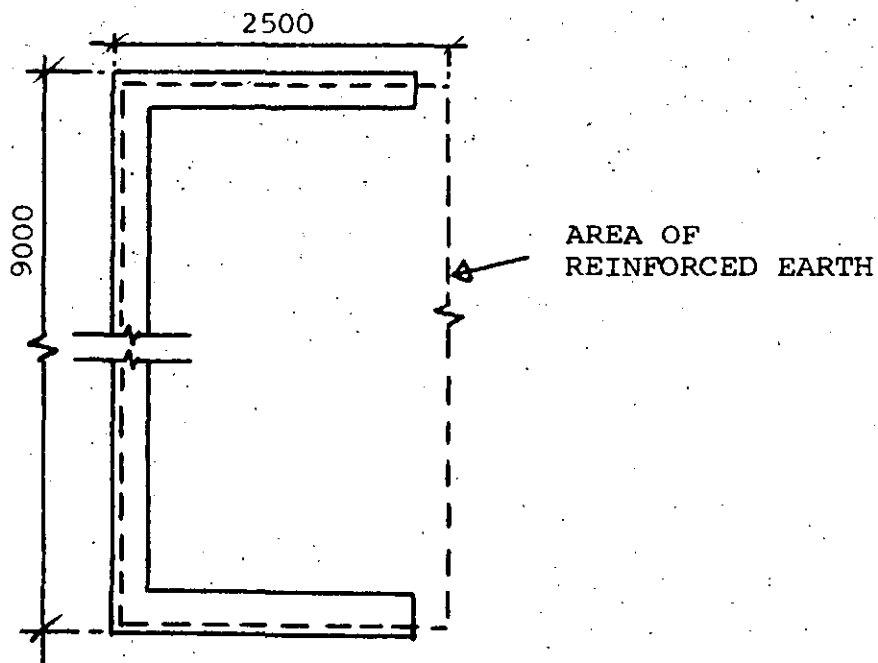
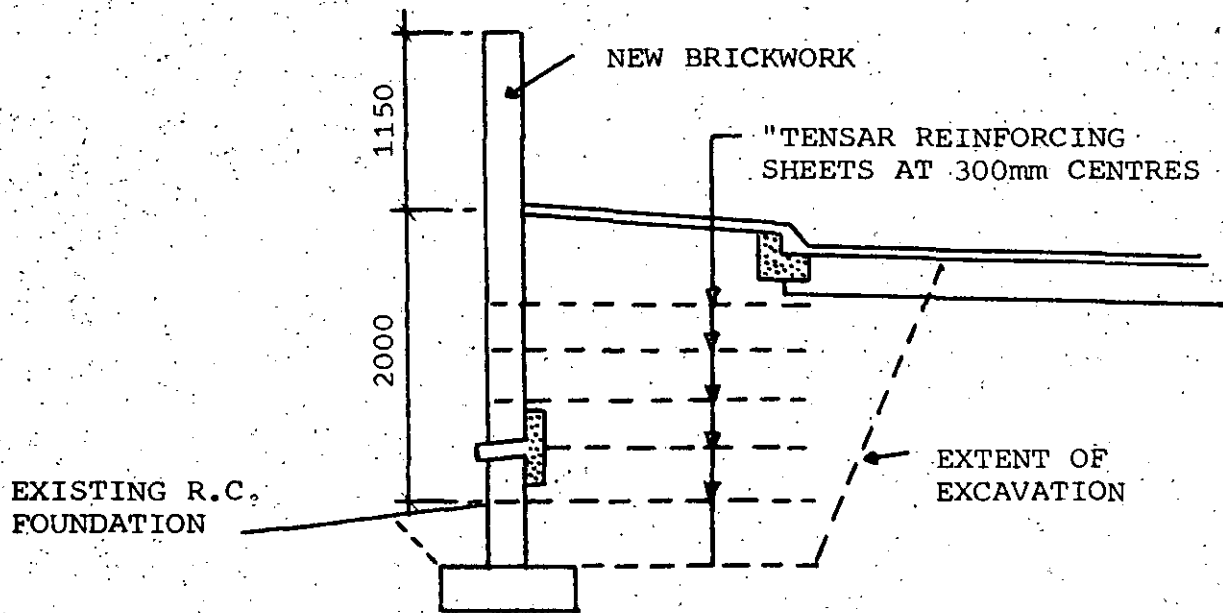


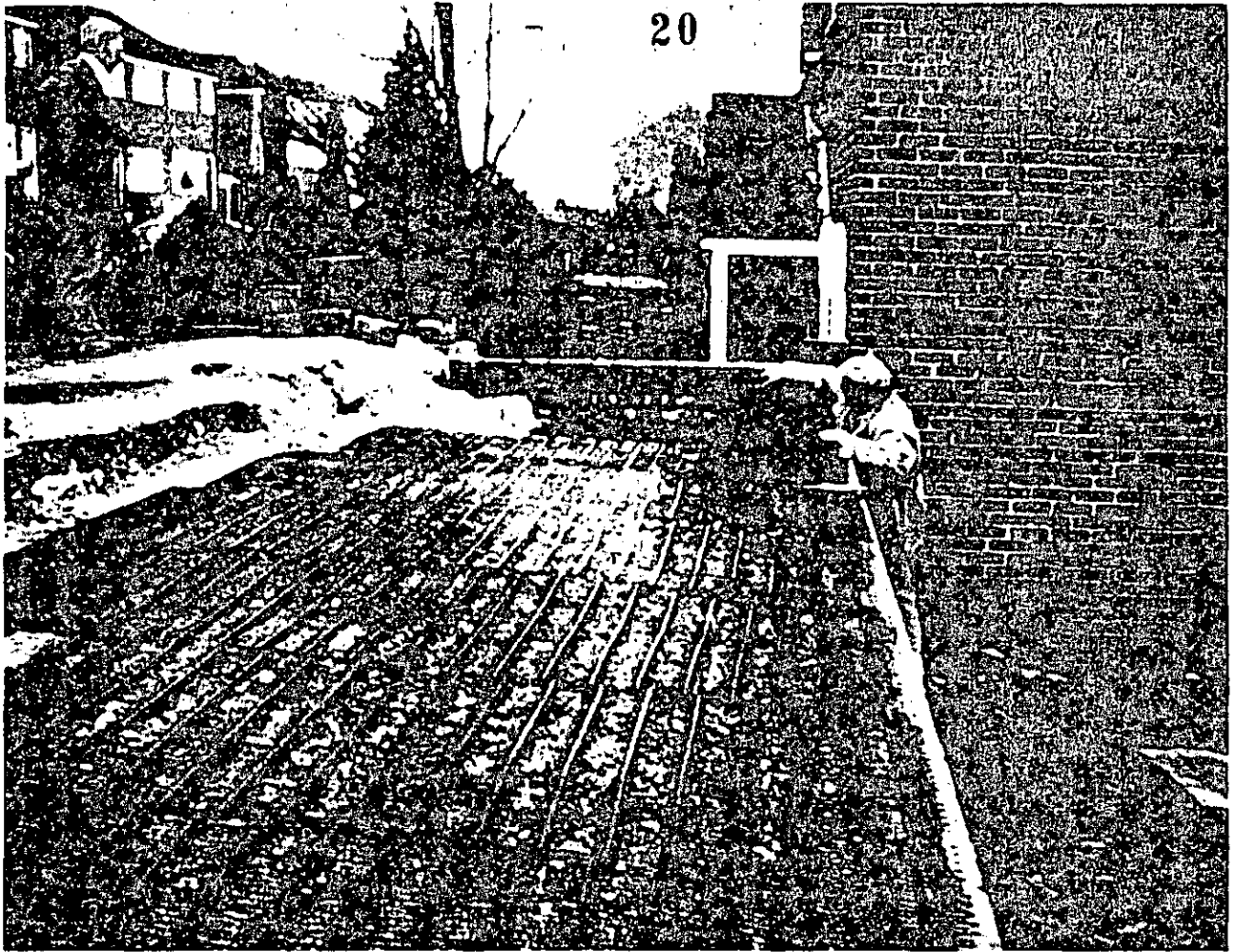
Compacted fill

Tensar Geogrid  
reinforcement

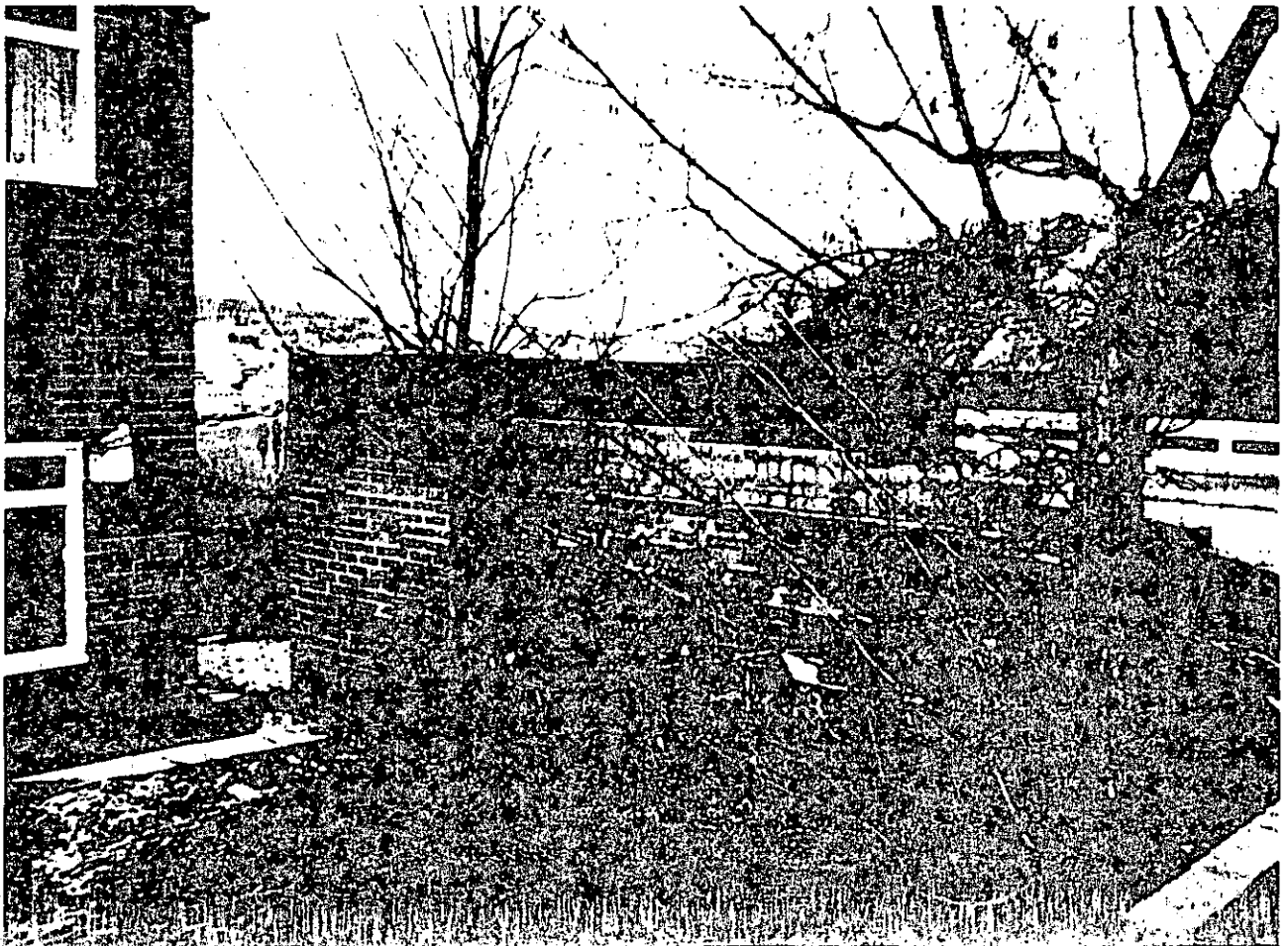
Geogrids cemented  
through brick faces to  
act as ties.







Photograph 3



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

- 21

**NETLON**

---

PROJECT: COASTAL PROTECTION

DATE:

---

CLIENT: -MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD  
LOOE - CORNWALL

---

SPECIFIER: REX FLACK, LISANDRA HOUSE  
FORE STREET, LOOE, CORNWALL

---

CONTRACTOR: R. M. DOUGLAS CONSTRUCTION LTD  
138 HED-Y-GAS, CWMBURLA, SWANSEA

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON GABIONS CONSTRUCTED  
FROM CE151

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR. WEST  
MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Millendreath Holiday Village is situated on a relatively narrow strip of land on the Cornish coast in the vicinity of Looe. In order to make optimum use of the available land, it was necessary to make up the slope down to the water and to install a retaining wall to a height of 4m affording protection against the scouring effects of severe wave attack as the soil in this area is predominantly sand. (See Photograph 1).

DESIGN PHILOSOPHY

The problems were of providing -

- a) Earth retention
- b) Scour resistance
- c) A system of absorbing wave energy without reflecting the waves

/cont

The solution -

A stepped retaining wall constructed of stone filled gabions designed to

- a) Satisfy the wall construction theory
- b) Provide a sufficient permeable mass of stone with sufficiently rough surfaces
- c) Ensure that the 'batter' of the stepped gabion wall would be sufficient to absorb wave run-up and minimise overtopping.

Gabions constructed from Netlon CE131 grids were selected because they offer

- a) The complete corrosion resistance of high density polyethylene from which Netlon CE151 is produced
- b) Flexibility, which allows settling and adaptation to the contours of the base and the adjacent cliff
- c) Sufficient flexing in the face of wave attack without deterioration
- d) Competitive prices compared with plastic coated steel mesh gabions

#### CONSTRUCTION

The ground in front of the Village was levelled and the lowest tier of the 2m Netlon gabions was erected by joining individual units using a 400 kilo breaking strength braided high density polyethylene cord.

Filling of the gabions was achieved, mainly, by mechanical means using a Massey Ferguson tracked hydraulic backacter equipped with a 1m wide shovel. By positioning the shovel at the top and the rear of the gabion and elevating the back of the shovel, it was possible to fill accurately and with minimal top-up by hand. The gabions were internally cross-tensioned at 330mm and 660mm high levels. (See Photograph 2).

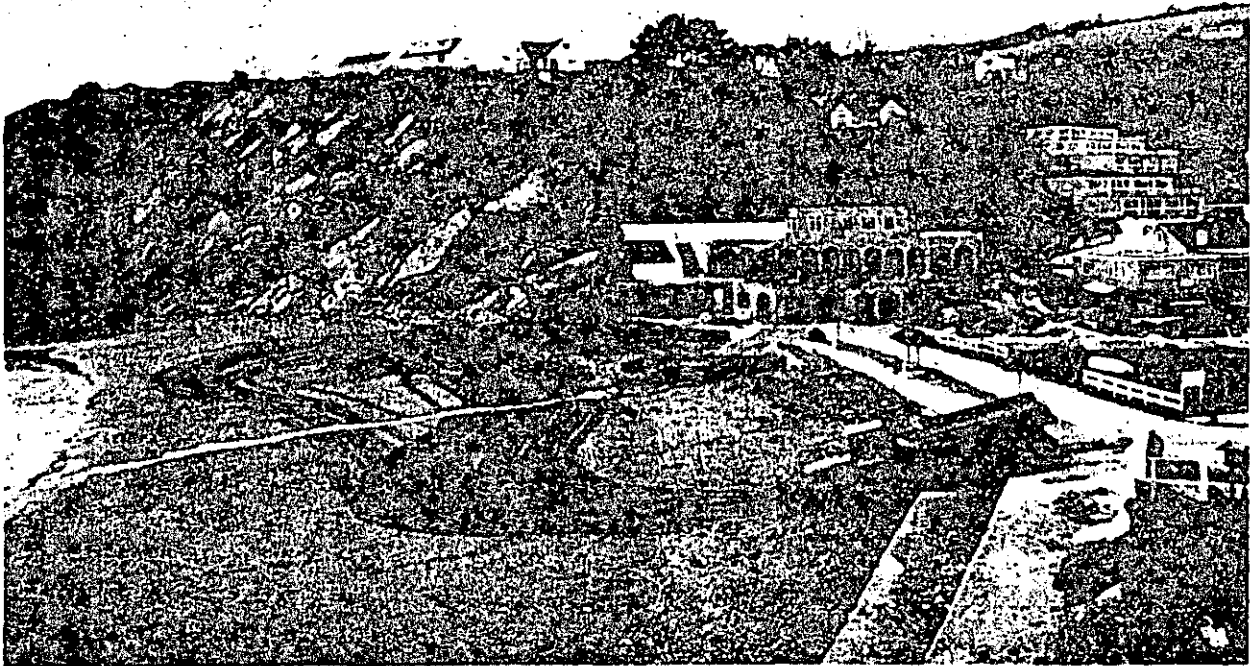
A similar procedure was used for the second and third tiers.

#### OBSERVATIONS

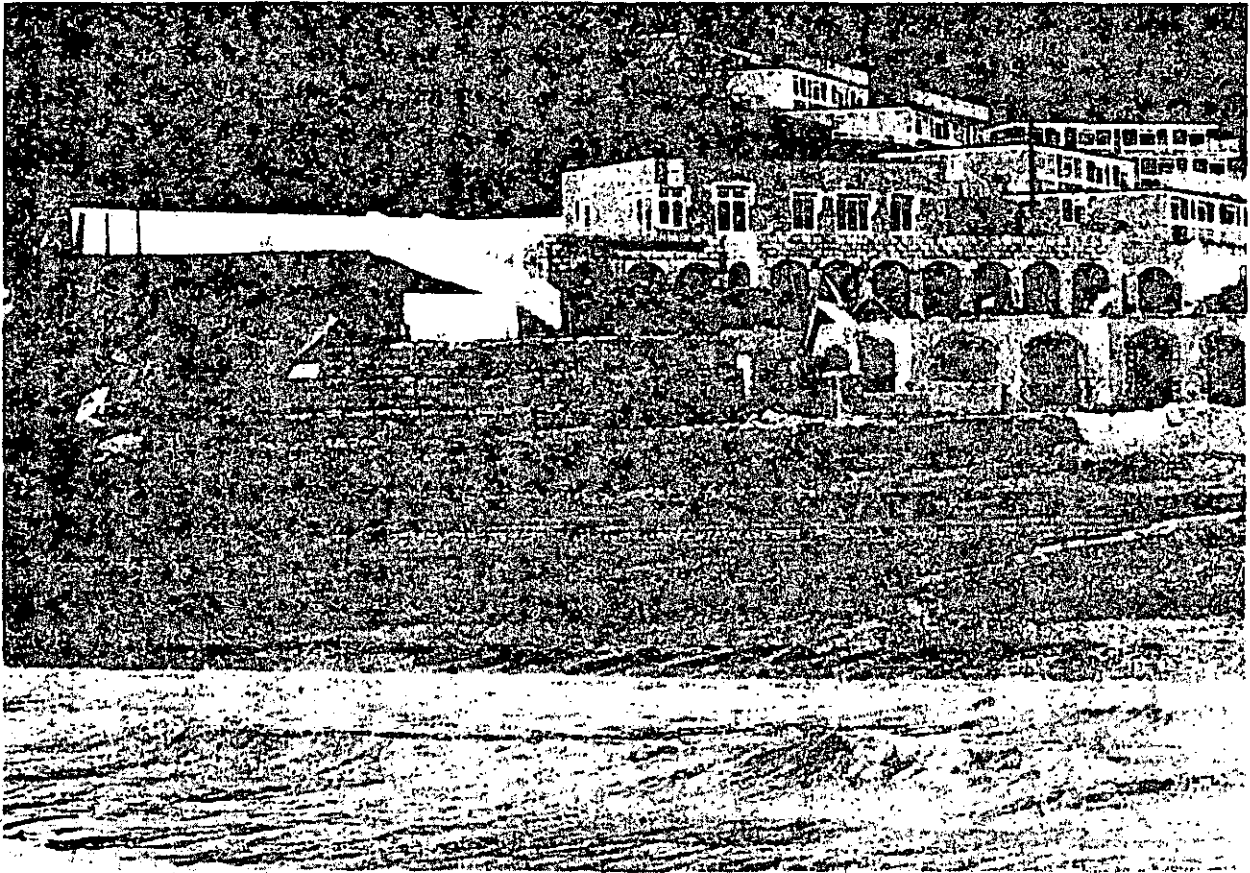
1. Netlon CE151 gabions have since been superseded by Tensar sided gabions which offer superior strength
2. The installation has withstood the effects of the 1980 Spring Tide without damage occurring.

CONCLUSIONS

1. The Netlon polymer based gabion represents an important advance in coastal engineering work.
2. A track mounted hydraulic backacter fitted with a 0.5m to 1m shovel, and using a skilled operator, provides a highly efficient method of filling Netlon gabions.



Photograph 1





**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

25

**NETLON**

PROJECT:

PROTECTION OF FACES & SLOPES

DATE: APRIL '79

CLIENT:

AVON COUNTY COUNCIL

SPECIFIER:

MANDER RAIKES & MARSHALL

CONTRACTOR:

NOTT BRODIE

PRODUCT EMPLOYED:

CE121 & CE152

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Following inspections of certain rock faces overlooking the A4 trunk road which passes through the Avon Gorge at Bristol, the dangerous nature of parts of these faces and slopes was brought to the attention of the Avon County Council. As a result the road was closed from February 1977 when remedial work began, terminating in April 1979 (see Photographs 1 & 2).

In addition to its importance as a route for the A4, known locally as Portway, the Gorge is an area of great natural beauty and provides a natural habitat for very rare plant species. In this respect the area is perhaps unique in Great Britain.

When preparing their proposals for the project, the consultants, Mander Raikes & Marshall, gave careful consideration to the choice of materials to be used on the face, in order that the visual appeal and the unique habitat should remain unimpaired. For this and other reasons, Netlon was selected to provide an unobtrusive stabilisation mesh to help contain rock falls (CE152) and prevent soil erosion (CE121).

/cont

Netlon CE152 and CE121 proved to be sufficiently strong, yet flexible enough to conform to the sharp angles (see Photograph 3) and hollows remaining after the very loose rock and a number of overhangs had been removed. Apart from the more obvious benefits, Netlon afforded protection from rain water run-off to seeds and seedlings. It has also retained soil, reduced weathering and protected both roots and rock face from frost damage. When the vegetation cover is fully developed it will also reinforce the root mat and the support plants.

Two different methods of top fixing were used. In areas where there was sufficient soil, the mesh was buried in a trench about 0.5m deep. In other more rocky areas, wooden posts of 100mm square section were driven into the cliff top at 1 metre centres. The mesh was holed at suitable intervals and fitted over the posts (see Photograph 4). Additional fixing was provided by plastic coated steel wire threaded through the mesh and bound to the posts.

Similar wire was also used to link the mesh lengths at the overlaps. In all sections, intermediate fixings to the vertical part of the face were of 450mm x 25mm diameter galvanised rock bolts and 75mm heavy square washers.

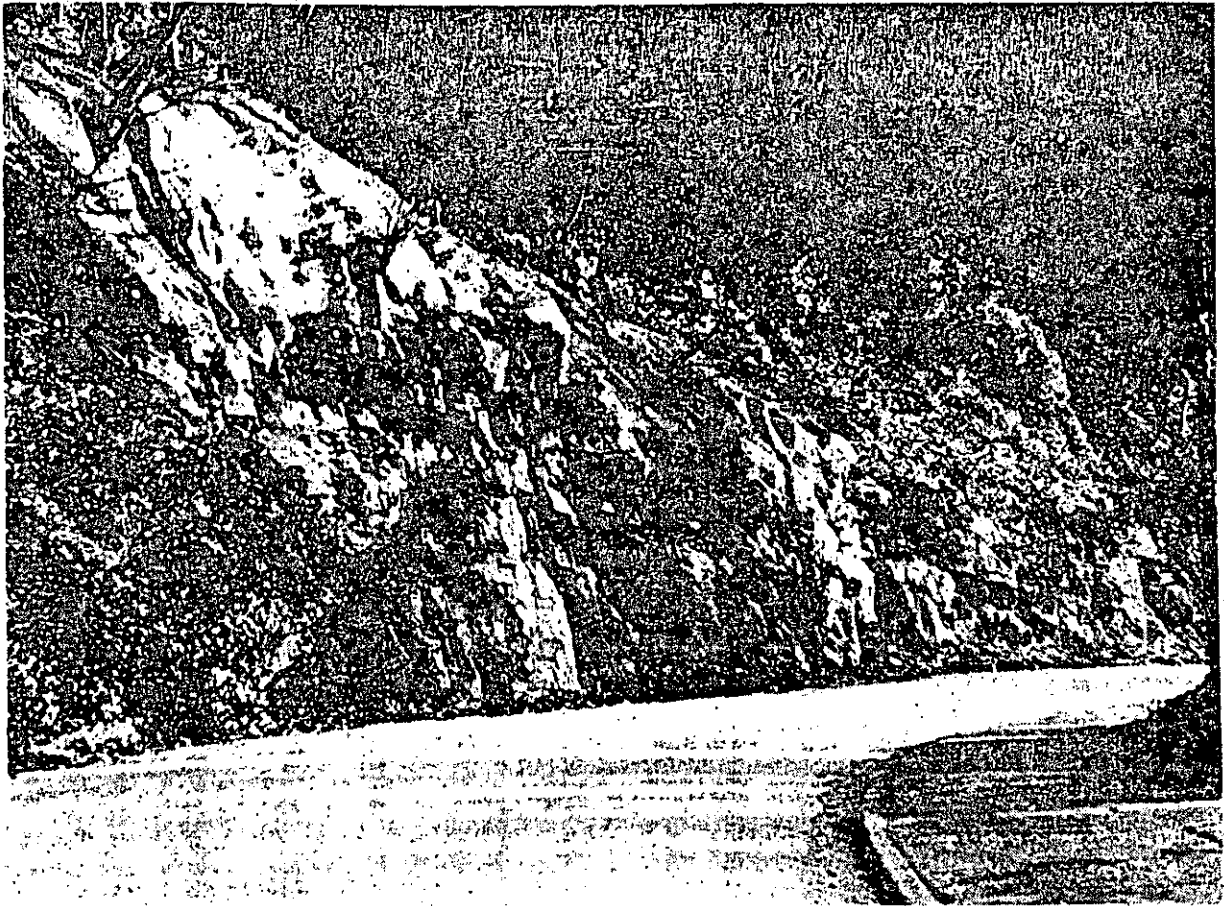
Minimal labour was required due to the lightweight nature of the Netlon mesh and it was considered much safer to work with than other mesh types - an important consideration where dangerous cliff faces are involved.

The part played by Netlon in the Avon Gorge project illustrates its effectiveness in providing long-term solutions to erosion and instability of rock faces.

Tests have indicated that the development of vegetation would enhance the durability of Netlon in such environments, as this would exclude the harmful ultra-violet light (see Photograph 5).

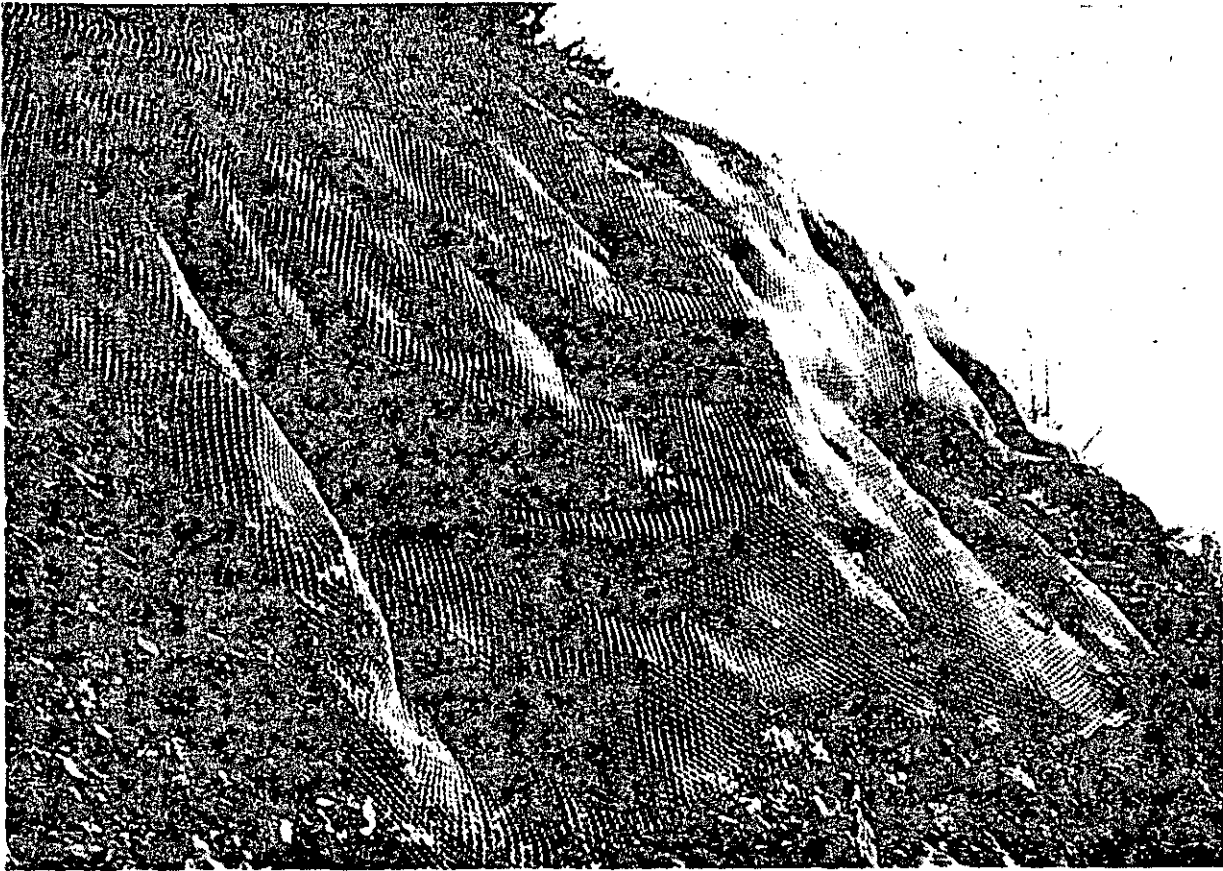
In areas of total exposure to sunlight, the inclusion of UV absorbers is sufficient to combat these adverse effects.

By February 1979 a large proportion of the Netlon was already obscured by new growth at Avon Gorge.

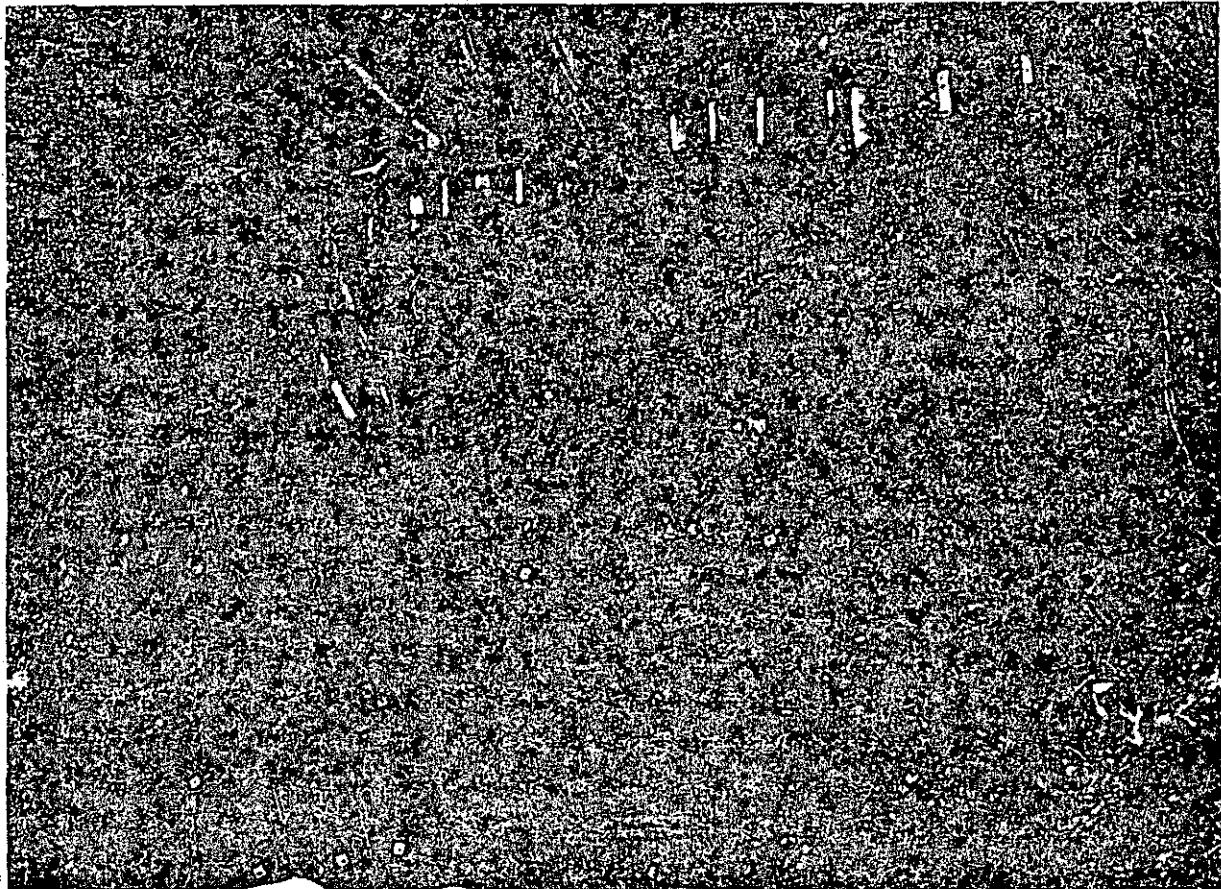


Photograph 1





Photograph 3





Photograph 5

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

30

**NETLON**

PROJECT:

CONSTRUCTION OF FACTORY FOUNDATIONS  
ON A FLOOD PLAIN AT TODMORDEN

DATE: NOV '75

CLIENT:

HEATHERDALE FABRICS LTD,  
DERDALE MILL, TODMORDEN

SPECIFIER:

THE BIRKETT STEVENS COLMAN PARTNERSHIP,  
BRAMHOPE, LEEDS

CONTRACTOR:

WILLIAM MALLINSON (YORKSHIRE) LTD  
HUDDERSFIELD

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE121 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

ABBAY HANSON ROWE & PARTNERS  
HUDDERSFIELD

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Boreholes at the site (See Photograph 1) on a flood plane between the River Calder and the Rochdale Canal, revealed that in general, a 2m thick layer of ash fill covered 4m of silt which overlaid a mixture of firm clay, sand and gravel.

Initially, vibro-compaction of the ash and silt was considered as a way of avoiding settlement of the ground slabs that were to be used. This was ruled out due to expense and a second, lower cost alternative of vibro-compacting the 2m layer of ash, was eliminated, as trial pits indicated that this layer was not consistent over the site.

Netlon Geogrids were employed to eliminate local settlement and reduce general settlement by improved load distribution.

/cont

## CONSTRUCTION

31

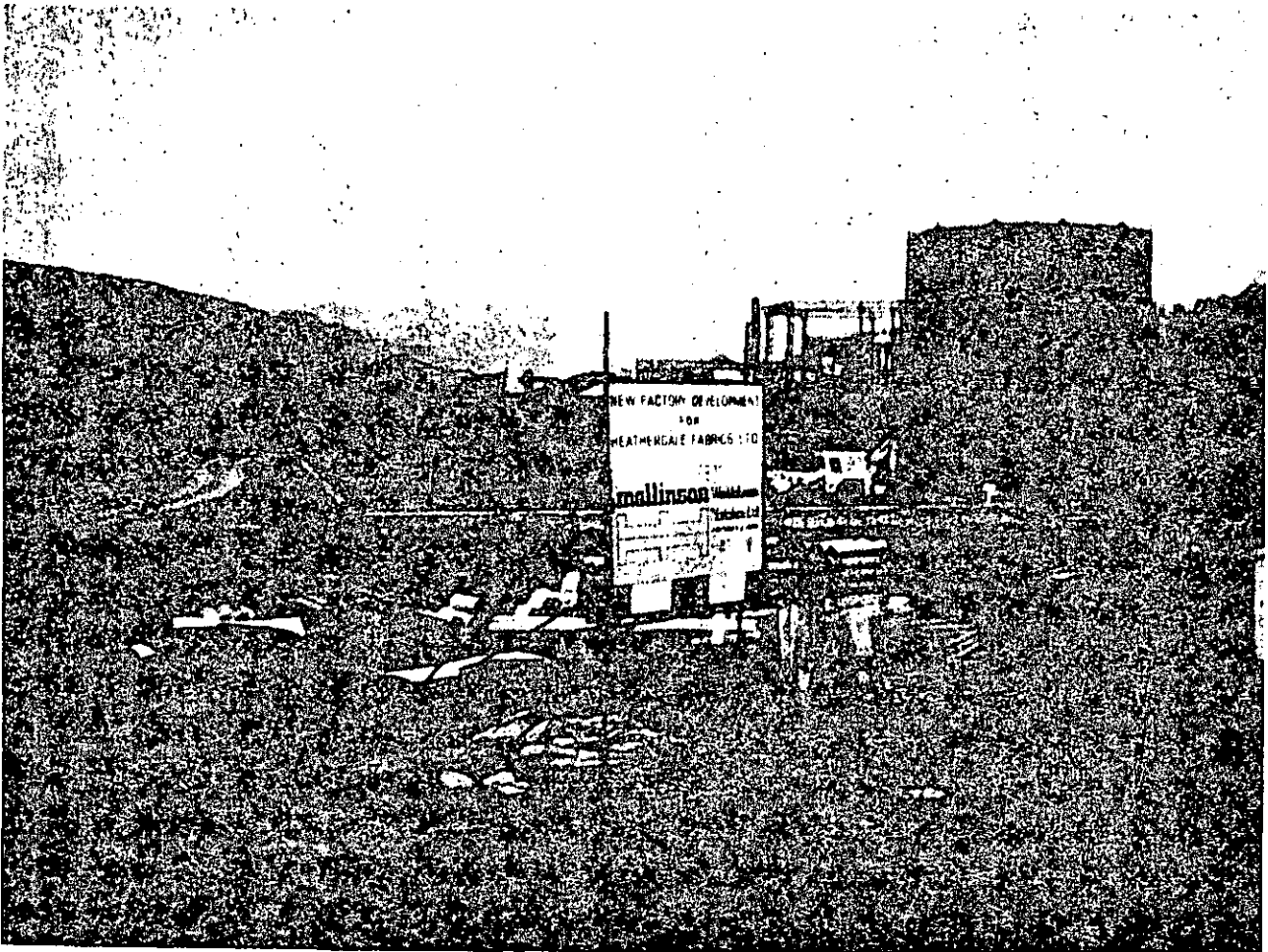
Ground slabs, produced by the "long-bay casting" method, 175mm and 150mm thick, reinforced with A252 mesh, were laid over a 600mm thick bed of compacted hardcore with Netlon CE121 Geogrids below (See Photograph 2). Construction joints in the slab were positioned so as to allow articulation between the edge and tie beams so that settlement could be accommodated.

Having completed the stable foundations, a mill was erected consisting of a single storey, two bay, steel portal frame (56m x 66m) with a two storey, two bay, steel framed office block (12m x 24m).

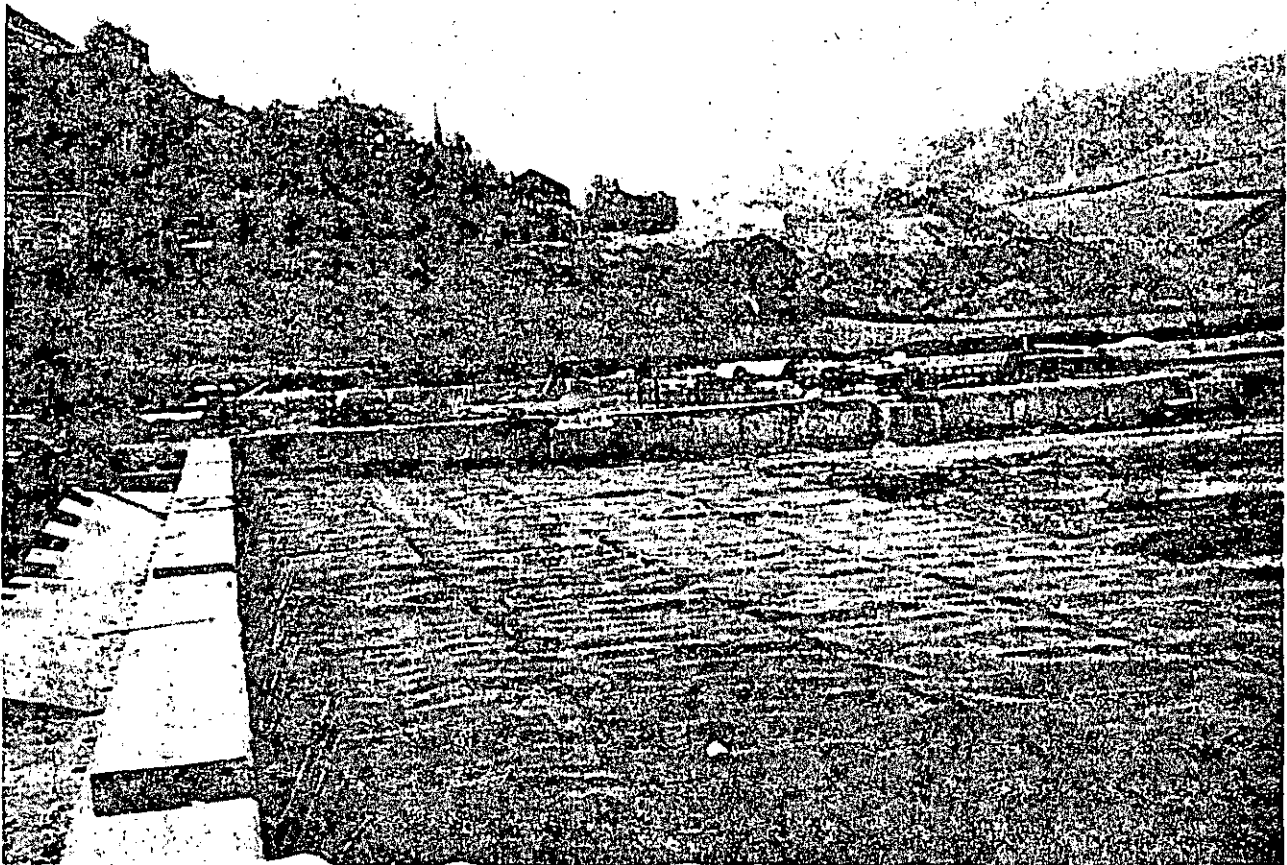
This design handled the vertical loads by utilising driven cast in-situ piles with average lengths of 11m. Horizontal thrusts would be distributed by r.c. edge beams between a system of transverse tie beams below the floor slab.

Finally, a power float finish was applied to the ground slabs after cladding of the structure had been completed.



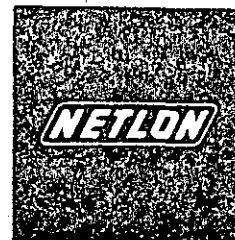


Photograph 1





# Specification data for Netlon civil engineering products



Specification data	CE 111	CE 121	CE 131	CE 151	CE 152	CE 153
Form	Sheet	Sheet	Sheet	Layflat tube	Sheet	Sheet – mattresses
<b>Dimensions</b>						
Width	2 m	2 m	2 m	1 m layflat	2 m	1 m (1 m mattress)
Length	30 m	30 m	30 m	5 m	30 m	6 m
Mesh aperture size	8 x 6 mm	8 x 6 mm	27 x 27 mm	74 x 74 mm	74 x 74 mm	60 x 60 mm
Mesh thickness	2.9 mm	3.3 mm	5.2 mm	5.9 mm	5.9 mm	5.9 mm
Structural weight	425 g/m <sup>2</sup>	730 g/m <sup>2</sup>	660 g/m <sup>2</sup>	1100 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>
Colour	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Polymer	LD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene
<b>Mechanical properties</b>						
Tensile strength Max load kN/m	2.00	7.68	5.80	9.64 (double layer)	4.82	4.82
Extension at max load	41%	20.2%	16.5%	23.2%	23.2%	23.2%
Load at 10% extension kN/m	1.32	6.8	5.20	7.86	3.83	3.83
Elongation at ½ peak strength %	6.1	3.2	3.7	4.4	4.4	4.4
* Flexural strength at maximum strain DIN 53452 MN/m <sup>2</sup>	n/a	35	35	35	35	35
* Shore hardness D DIN 53505	n/a	67	67	67	67	67
* Vicat softening point DIN 53460 °C	102	127	127	127	127	127
* Impact strength (notched Charpy) DIN 53453 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
* Tensile impact strength DIN 53448 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	400	400	400	400	400
* Abrasion resistance DIN 53754E (Taber) mm <sup>3</sup> /100 revs	n/a	10	10	10	10	10

\* Tests conducted on raw material

# Environmental behaviour

## Chemical Composition

Netlon Civil Engineering nets are made from high density polyethylene with the exception of CE 111, which is made from low density polyethylene.

## Chemical Resistance

Alkali resistant to all naturally occurring soil alkalis.

Acid resistant to all naturally occurring soil acids (ie to < pH 2).

Netlon has excellent resistance to all chemical attack.

## Biological Resistance

Resistant to attack by bacteria, fungi etc.

Not attractive to rats or termites.

## Temperature Stability

Netlon is stable over a temperature range of -60°C to +100°C but with strength reduced at elevated temperatures — for long periods.

## Resistance to Sunlight

Netlon products which are designed to be used in conditions where they are subject to prolonged exposure to sunlight — contain 2½% finely divided carbon black.

In temperate climates a life of over 15 years without loss of more than 20% of the products strength may be expected.

Ground restraint products contain sufficient carbon black to protect the Netlon in outdoor storage and prior to use — even in areas subject to high UV radiation.

Netlon gabions have been used for sea protection work for periods of over ten years without any sign of deterioration.



**Netlon Limited**

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

Telephone 0254 62431 Telex 63313

# Applications

## CE 111

Separator. To prevent buried objects rising to the surface. Suitable for sports and recreation amenities and landscape areas to be created on reclaimed moorland, waste ground, refuse tips, industrial and opencast mining areas.

## CE 121

Ground stabilisation — Reclaimed soft ground for subsequent construction. A structure of high tensile, impact, static and dynamic load bearing characteristics. Suitable for initial access to ground of low load bearing capacity CBR below 5 for heavy plant, piling work and wherever it is necessary to improve, quickly and economically, weak sub-soils or bogland for road construction, or subsequent development of airports, industrial areas and other installations.

## CE 131

Road bed and general stabilisation. An open structure for use in sandy sub-soils. To prevent rock-fill punching through into the base and to act as a restraint layer, replacing or reducing conventional labour and materials and time consuming methods, in rigid or flexible road construction.

## CE151

Settle Gabions. Layflat tubular structure 1 m wide. Sold in 5 m lengths which can be placed into position by crane and can be filled mechanically by gravity feed — when placed on a 'strongback'. They are designed to settle into the contours of the ground in which they are placed.

## CE 152

General Restraint. This is the same structure as the gabion tubes but available in 2 m single width on 15 m rolls. For general applications such as large section groynes in river and coastal work, embankment and rock face retention, forestry and moorland temporary tracks for equipment on wheels, tracks or runners.

## CE 153

A square net structure with heavy strands along edges — used in the construction of gabions and mattress — and for use in waterway — coastal and slope protection.


Mattresses and gabions are sold in an assembled collapsed form in standard sizes:

6 m length x 1 m width x 17, 23 or 30 cms

2 m length x 1 m width x 50 cms

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

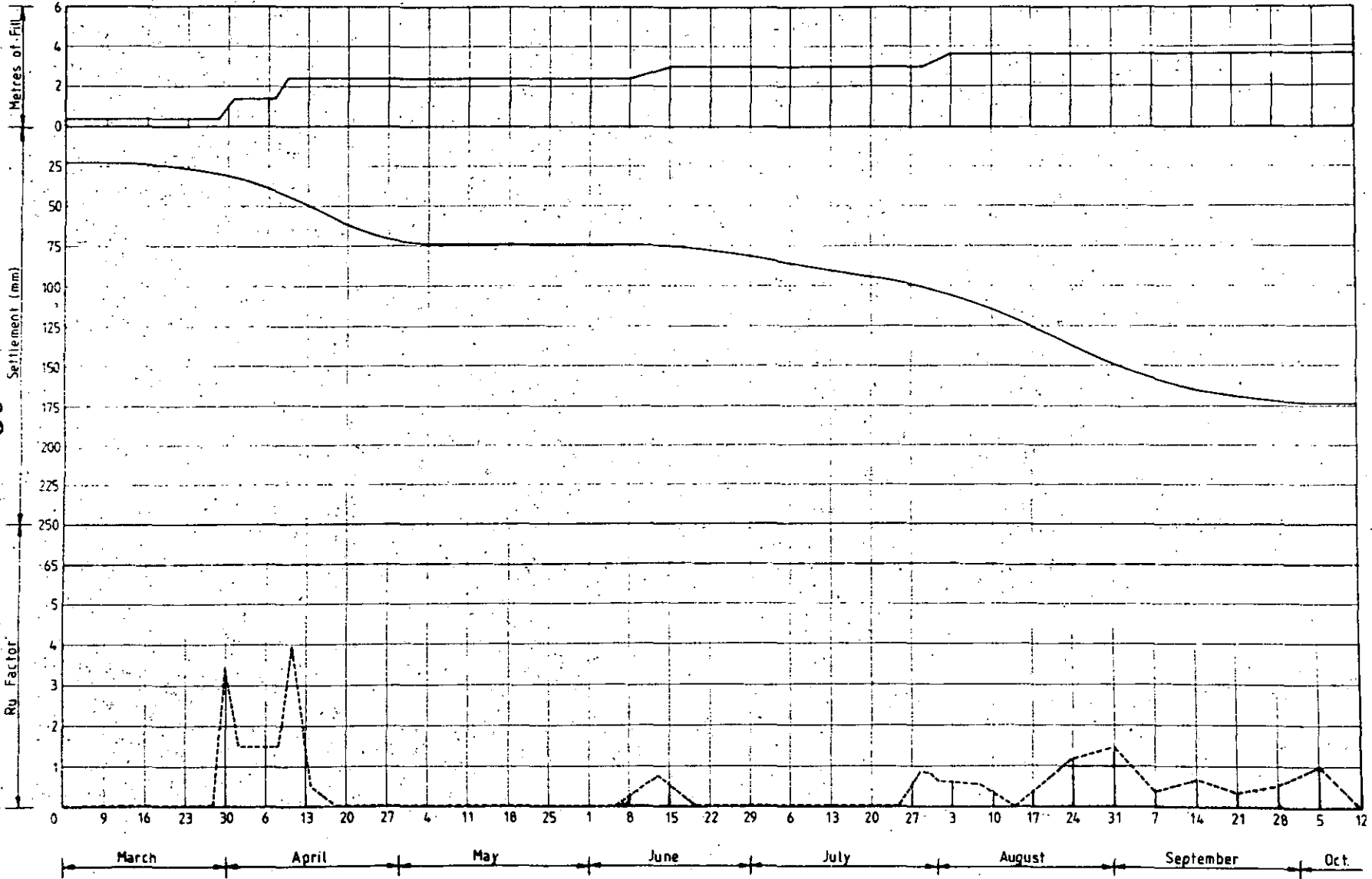
Designed and printed in England by  
Revell & George Limited Manchester M4 6JD

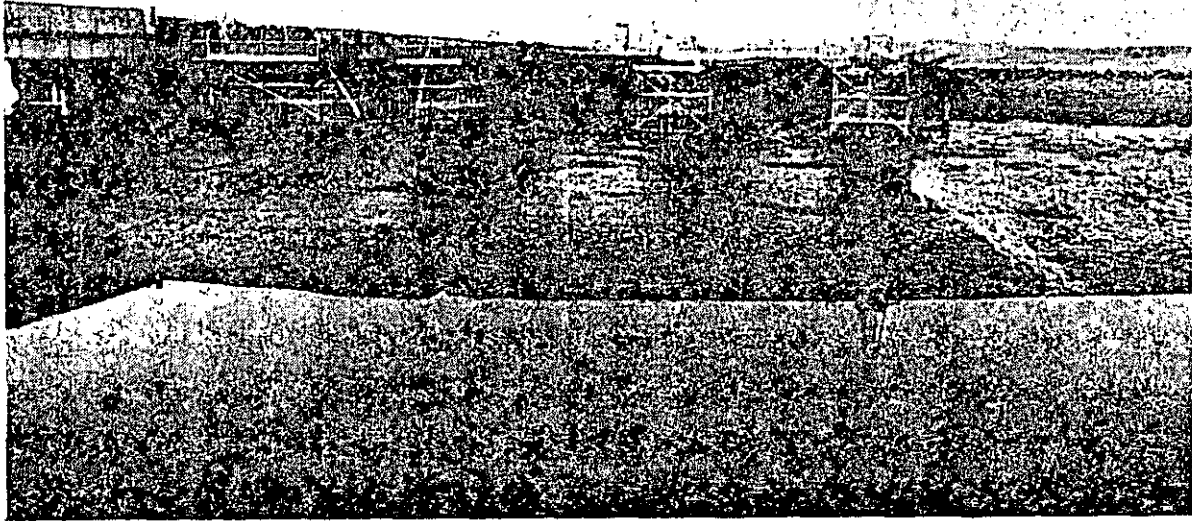
		DEPARTMENT OF THE COUNTY SURVEYOR & ENGINEER
A178		
Greatham Creek Bridge Improvement		
Date User Title	Date User Title	G.M.W. Drabbe COUNTY SURVEYOR & ENGINEER
D		Engineer

## TOTAL SETTLEMENT BENEATH EMBANKMENT

317 INC 2

35 - 10 -





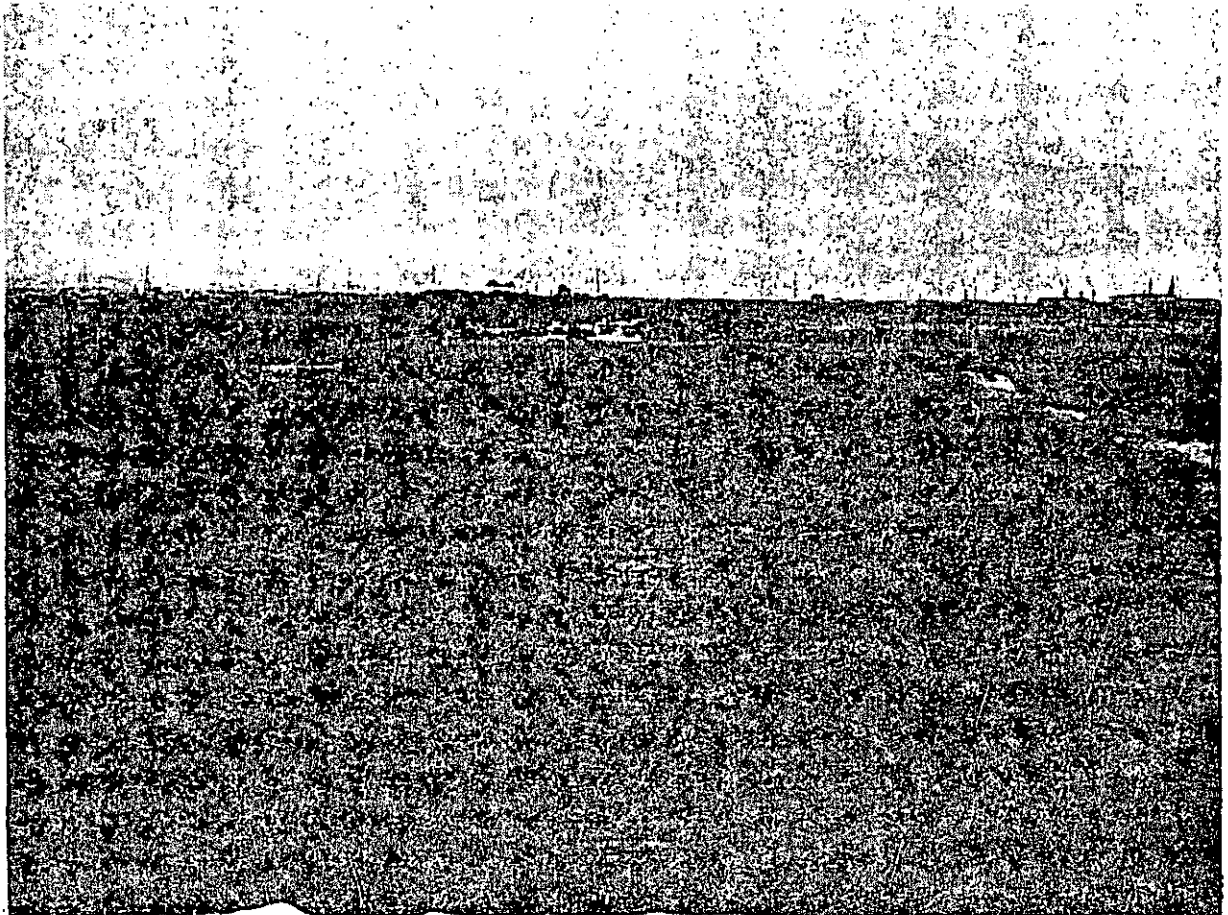
Photograph 6



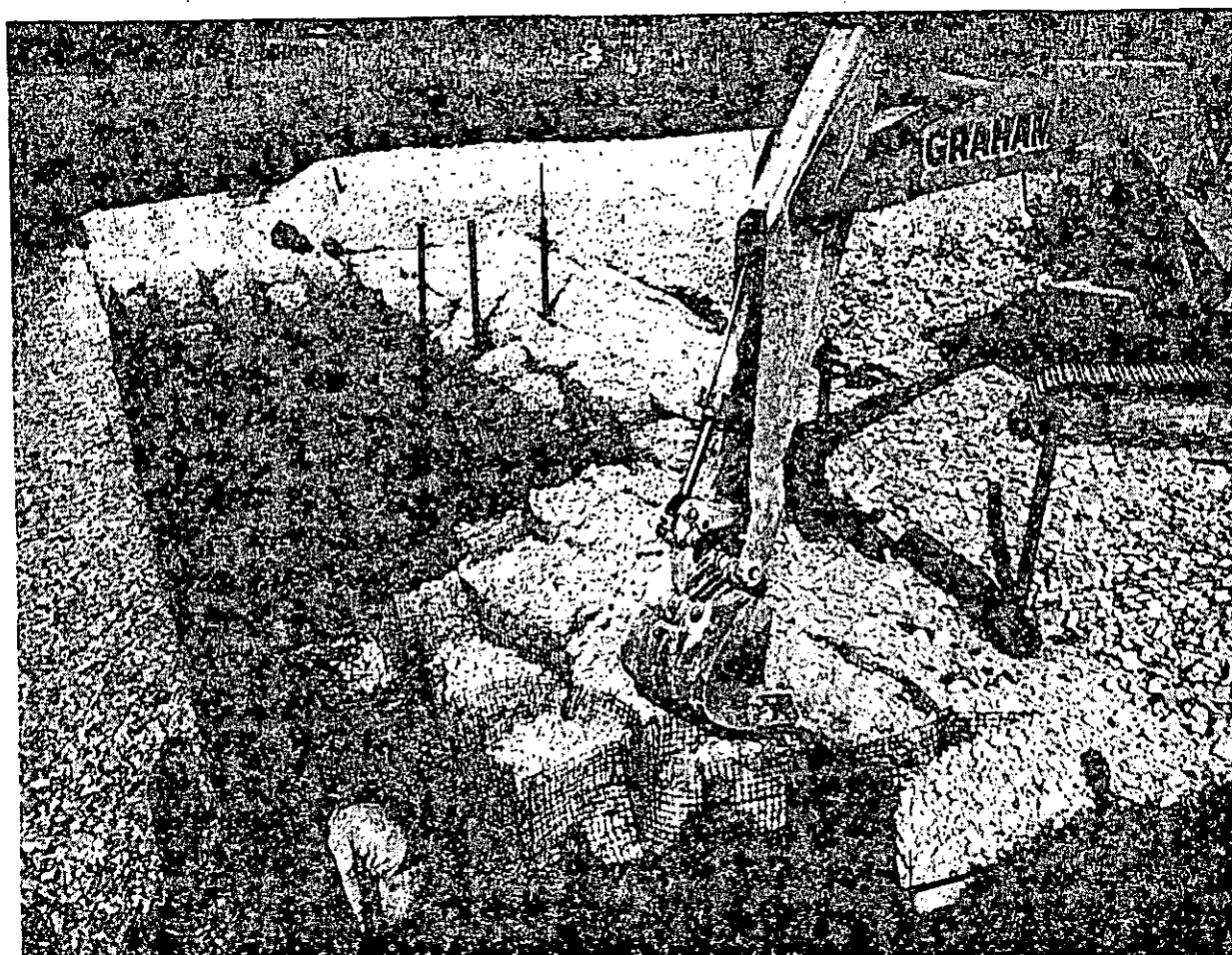
Photograph 7



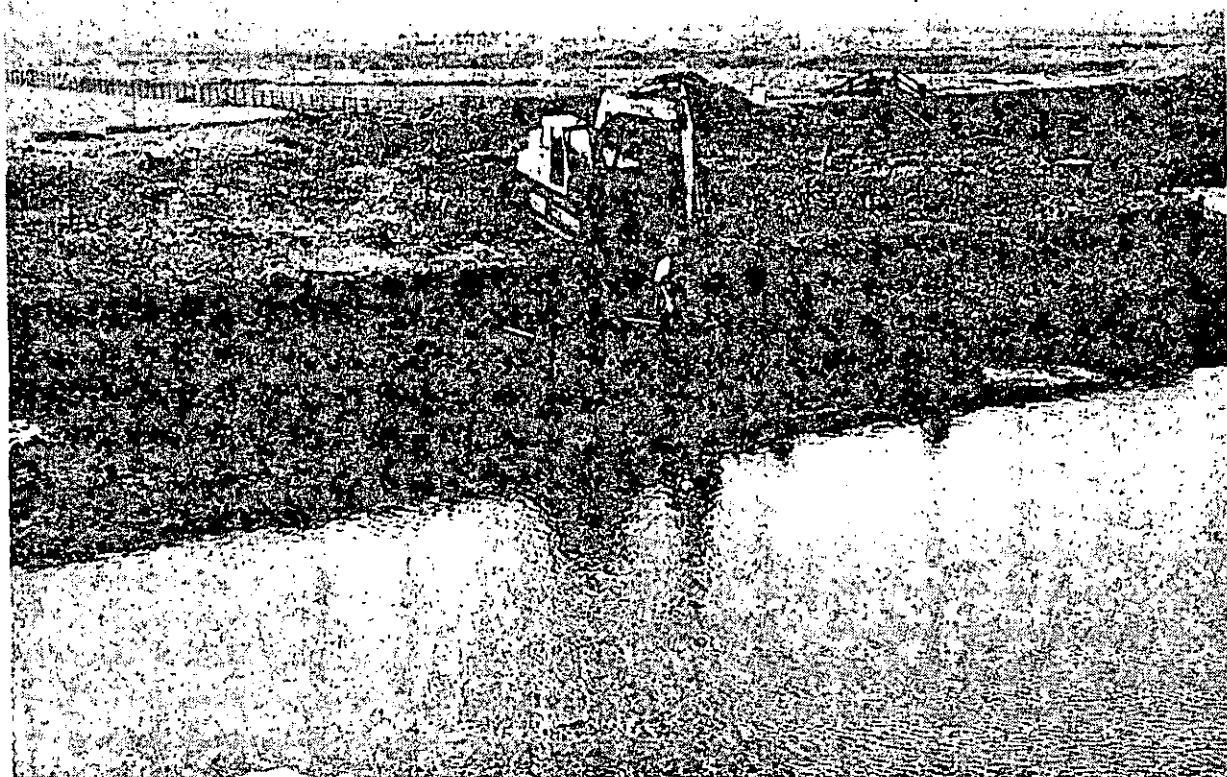
Photograph 4



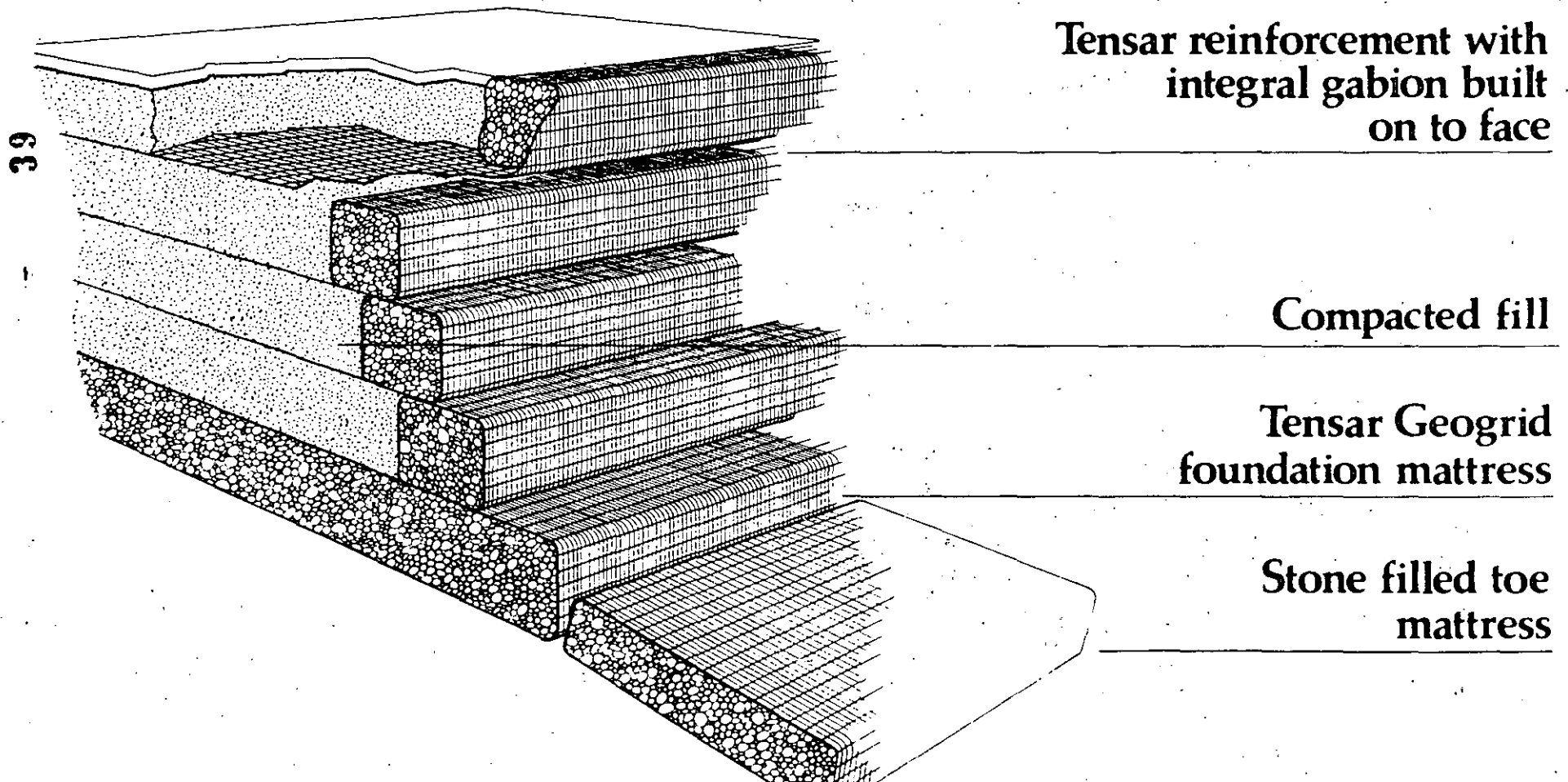




Photograph 2



# Gabion faced reinforced soil marine wall with foundation mattress & self regulating toe protection



Tensar reinforcement with  
integral gabion built  
on to face

Compacted fill

Tensar Geogrid  
foundation mattress

Stone filled toe  
mattress

39

- 6 -

3. Construction of steep slopes in marine environments with scour protection and construction access from one side - a reinforced soil retaining wall system constructed using facing units and reinforcement as one integral unit based on Tensar SR1 Geogrids.
4. Durable, corrosion resistant and flexible scour protection in marine environments - Netlon CE151 stone filled toe mattress with self-regulating adjustment to accommodate movement.

\*\*\*\*\*

GEOGRIDS PROVIDE THE CIVIL ENGINEER  
WITH COST-EFFECTIVE AND LONG TERM  
SOLUTIONS TO GEOTECHNICAL, COASTAL  
ENGINEERING AND WATERWAY PROBLEMS

\*\*\*\*\*

All design and construction under the  
direction of G M W Drabble B.Sc, Dip.T.P.,  
C.Eng, F.I.C.E., F.I.H.E.

PROJECT MANAGER	P Elwell, M.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
BRIDGE ENGINEER	J E Johnson, B.Sc, C.Eng, M.I.C.E.
RESIDENT ENGINEER	D J McGloin, B.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
CONSTRUCTION ENGINEER	J L Lonsdale, C.Eng, M.I.Mun.E, M.I.H.E.



the legs, was more than sufficient (see Photograph 7).

Once the instruments were installed, the scaffolding was removed and a layer of 300mm of stone blinding was laid over the CE121 to provide the basis for the construction.

#### OBSERVATIONS

1. Savings against the estimated cost of conventional reinforced wing walls were over £80,000. There was, however, some doubt about the feasibility of the other alternatives even though estimated costs were much higher.
2. The construction method was simple and straightforward, placing no reliance on specialist skills other than a high level of supervision and workmanship at certain stages such as filling of the gabions. Attention would be required to ensure the correct degree of compaction.
3. Mechanical filling was efficiently achieved using a tracked hydraulic backactor rather than a Drot, which was used at the early stages.
4. The 'tailed' gabions were supplied, as standard, in a prefabricated layflat format.
5. The slight tendency for the top tier of gabions to move forward could have been prevented by securing the top of the fourth tier into the earth mass.
6. The filling of the toe mattress on the weak silt of the embankment proved to be an easier task than was originally imagined.

#### CONCLUSIONS

The Greatham Creek Bridge Abutment and Wing Wall project highlights four major applications for Tensar and Netlon Geogrids.

1. The improvement of the load bearing characteristics of poor terrain such as estuarine silt - Netlon CE121 provided support for extensive scaffolding and enabled access.
2. The capacity to extend the zone of influence and distribute load intensities in embankment construction - Tensar SR1 foundation mattress.

42

N.B. Prior to final assembly on site, sections of the mattress were prefabricated at the County of Cleveland Workshops.

Filling was achieved by the use of a tracked hydraulic backactor utilising a 1m bucket (see Photograph 2), enabling the stone to be carefully placed in the mattress.

2. The toe mattress was laid on the bank and was filled using a hydraulic backactor operating with its tracks positioned on the foundation mattress (see Photograph 3).
3. The 70° and 45° slopes were achieved by the use of 'tailed' gabions which consisted of extended bases to conventional box-shaped gabions manufactured from Tensar SRL. The first tier of gabions was positioned above the face of the foundation mattress with the Tensar tails extending back over it. After filling with 150mm to 50mm carboniferous limestone, the gabion lids were closed and secured with pvc coated wire. An embankment, 1m high, was achieved by backfilling over the tails, providing a base for the second tier laid in a staggered formation to give a stepped effect (see Photograph 4).

The procedure was repeated until four successive tiers and levels of fill were placed (see Photograph 5).

Due to the compressible nature of the soils in the area under the embankments, a certain degree of movement was anticipated in both the horizontal and vertical directions, so it was considered essential that all such movements should be completed before the second phase of the project was started, i.e. the installation of piles to support the structure.

In order to monitor this, instrumentation valued at over £40,000 was installed, consisting of

- pneumatic piezometers to measure pore water pressure
- inclinometers to measure horizontal movement
- settlement gauges to measure vertical movement

#### INSTALLATION OF INSTRUMENTS

The majority of the instruments were located in bore holes; sunk, using portable drilling rigs, to depths indicated by earlier soil investigations.

A layer of CE121 was laid over the bank in order to gain access over the mobile silt and to provide support for the scaffolding (see Photograph 6). This innovation generated interest with the scaffolding erectors as the conventional procedure involves the use of the more expensive plywood. In this case CE121, in conjunction with the standard scaffold boards immediately below

However, none of these appeared to be as economical or as practical as the design that was adopted.

#### DESIGN PHILOSOPHY

The general equations used to establish the design are depicted in Netlon's booklet 'Designing with Tensar'\*, which employs equations based on classical soil mechanics' principles (pages 4/5 - foundation mattresses and pages 8/9 - gabion faced reinforced soil structure).

Calculations indicated that a semi-rigid base, constructed from a Tensar foundation mattress 1m thick, filled with stone, would extend the zone of influence and would effectively reduce the intensity of the applied load on the sub soil.

The design called for full loading of the embankment area to the rear of the abutment, prior to the piling operation taking place.

The use of the Tensar gabion reinforced soil retaining wall allowed a slope of  $70^{\circ}$  to be attained at the interface with the bridge, whilst the wing walls were designed in a similar manner to have a stepped slope with an effective gradient of  $45^{\circ}$ .

The stone filled gabion face provided a permeable and permanent structure, avoiding the inducement of forces caused by differential hydraulic heads (due to tidal movement) which would have otherwise occurred with a conventional reinforced concrete wall.

The design system is also sufficiently flexible to allow adjustment in the height of the embankment if settlement is less than anticipated.

The front toe of the South foundation mattress was protected, from scour, by a 300mm deep stone filled mattress constructed from Netlon CE153 as this grid's flexibility allows the mattress to rotate downwards, producing a self-regulating toe protector (see Photograph 1).

One of the major advantages with Netlon and Tensar grids is their inherent resistance to marine environments, as they are manufactured from high density polyethylene, a corrosion resistant polymer, which means longevity in marine constructions.

#### CONSTRUCTION

1. The foundation mattress was constructed using Tensar SR1 geogrids for the bottom and top, with Netlon CE153 sides and diaphragms to create 2m x 1m cells within the overall structure.

# CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

## A CASE STUDY

44

# NETLON

PROJECT: ADVANCE WORKS FOR BRIDGE ABUTMENTS AND  
WING WALLS WITH TOE PROTECTION AT  
GREATHAM CREEK ON THE A178

DATE: SUMMER '80

CLIENT:

COUNTY OF CLEVELAND

SPECIFIER:

COUNTY SURVEYOR & ENGINEER

CONTRACTOR:

COUNTY OF CLEVELAND  
DIRECT LABOUR CONSTRUCTION UNIT

PRODUCT EMPLOYED: CE121, TENSAR SR1 GEOGRIDS &  
NETLON MATTRESSES CONSTRUCTED  
FROM CE153

ACKNOWLEDGEMENTS: COUNTY OF CLEVELAND -  
SURVEYOR & ENGINEER'S  
DEPARTMENT (see Page 5)

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1804

MEXICO 19, D. F.

APDO. POSTAL 60-549 Z. P. 18

Tels. 598-01-27 y 598-01-11

### DESCRIPTION OF PROJECT:

With the substantial volume of traffic on the A178 between Port Clarence and Hartlepool, coupled with the increase in the weight of unit loads, the corrosion taking place on the existing bridge at Greatham Creek (installed in 1914) necessitated the construction of a newer version.

The new bridge was sited alongside the existing one so that the road, at this section, could be straightened at the same time. Abutments and wing walls had to be placed on mobile estuarine silt and it had been noted that the deep water channel under the old bridge had been migrating from the North to the South side of the Creek, giving rise to a steep slope on the Southern bank.

Bore hole tests had indicated that the soils were soft to very soft, dark grey, very silty clay with traces of both black sand and organic matter present to depths of 7m.

A number of alternative constructions were considered, e.g.

- i) increasing the span of the bridge to clear the mud flats, and
- ii) sheet piling to enclose area of embankment
- iii) tipping stone on the silt to allow it to displace the silt, until finally stable

# Netlon in river and canal protection works

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1204

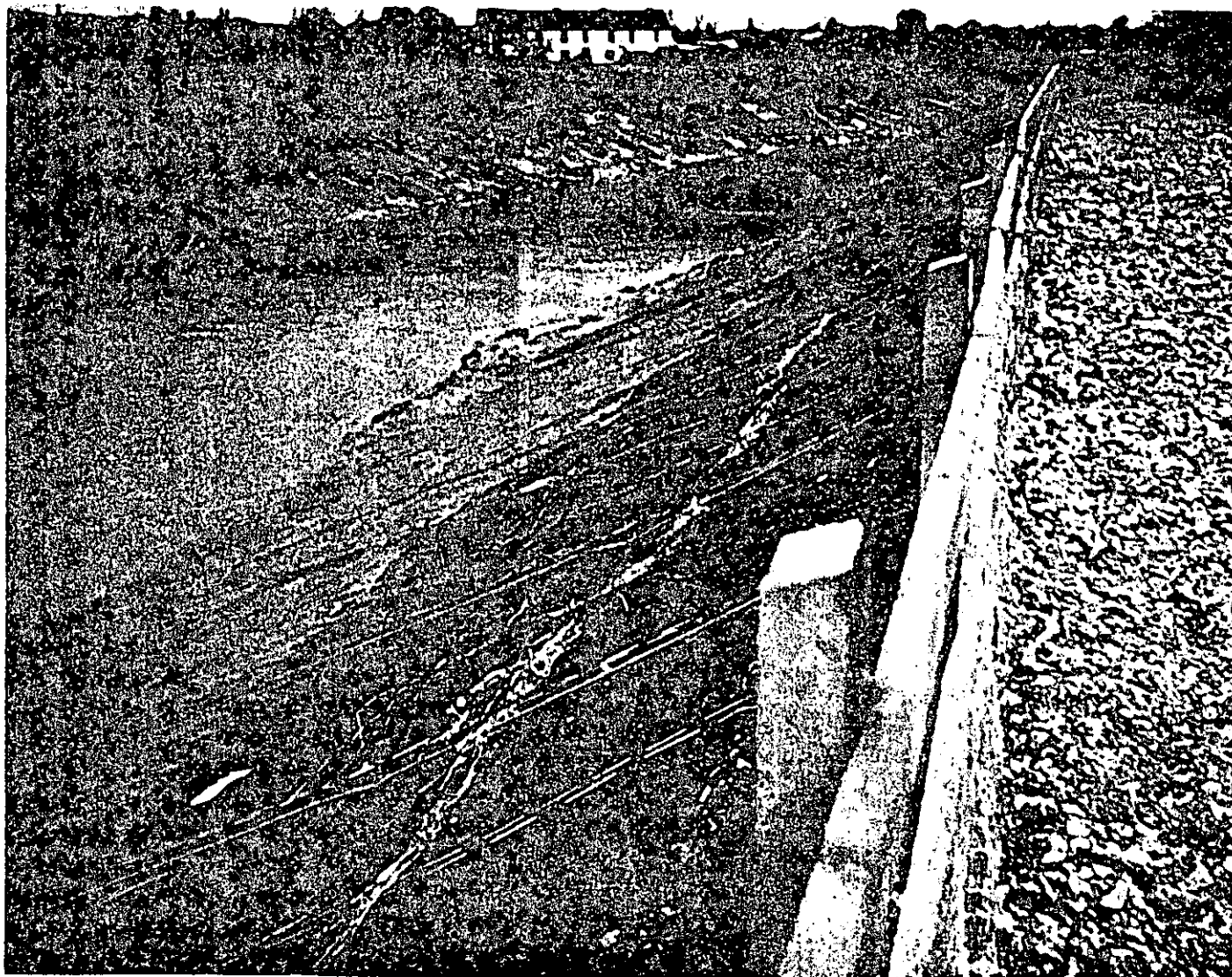
MEXICO 19, D. F.

APDO. POSTAL 60-549 Z. P. 18

Tels. 598-01-27 y 598-01-11



45



Netlon riverbank protection mat



# Gabions and mattresses

46

Lining of waterways to prevent scour has become a very costly exercise and therefore is required to be as permanent as possible.

Netlon have in the introduction of their mattresses and gabions, provided a cost saving and permanent solution.

The corrosion resistance of the high strength polyethylene mesh structure ensures that it far outlasts any conventional metal mesh.

Ease of handling and mechanical methods of filling, dramatically save installation costs.

Tubular gabions, manufactured from CE152 mesh are supplied in circular, square and rectangular forms (fig 1).

Long lengths of Netlon tubular gabions are mechanically filled by standing the tubes in a near-vertical position, and gravity-filling stones into the gabion tubes.

Where mechanical means are not available stones can be inserted through slits in the tube wall.

Netlon tubular gabions are supplied in Layflat form, 5 metres in length by a width of 1 metre with apertures of 74 x 74 mm.

## Tubular gabion mattresses

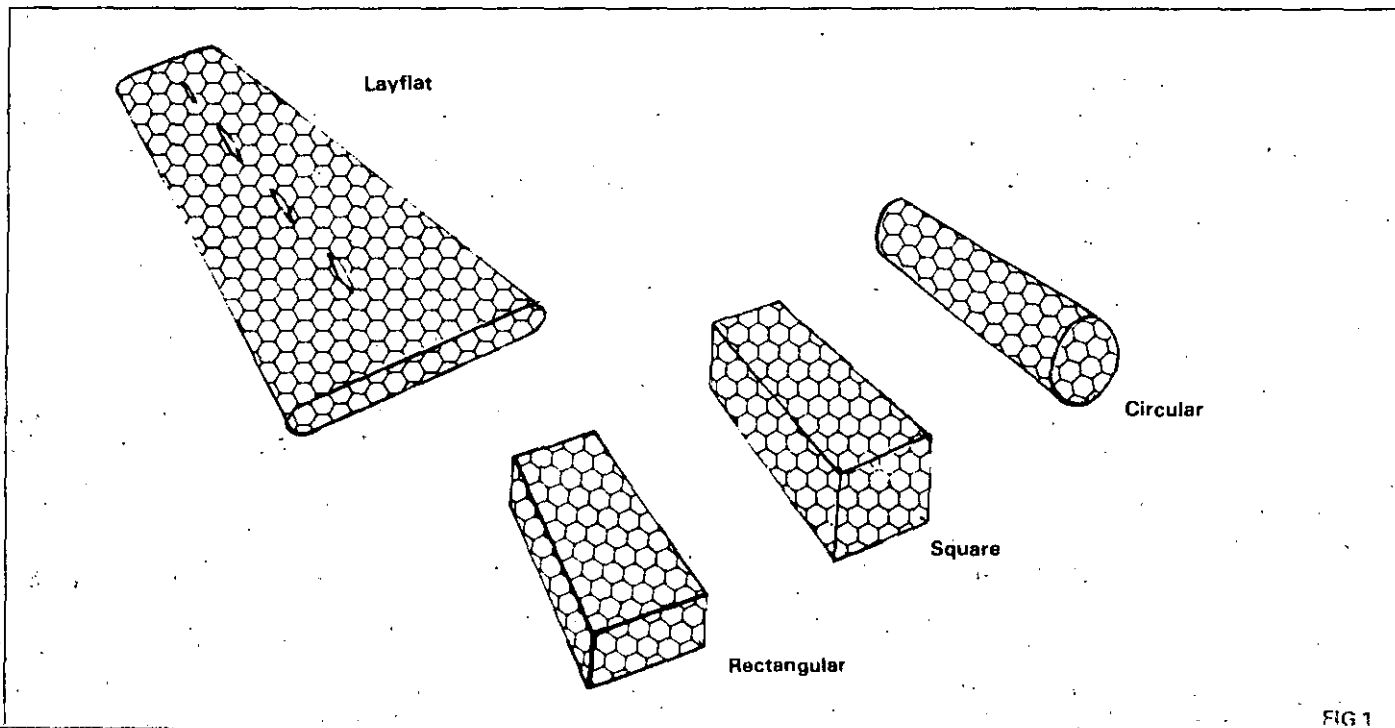


FIG 1

### Sizes available

Netlon mattresses are manufactured from CE153 structure and are available, up to 6 metres in length, with or without lids, in standard heights of 170 mm, 230 mm and 300 mm and a width of 1000 mm.

The aperture size of CE153 is 60 x 60 mm. Mattresses can be supplied as non-standard with the base made from mesh of aperture size 27 x 27 mm or 6 x 6 mm.

Netlon mattresses are supplied in collapsed form (figs 2 and 3) with compartment separators attached at 1 m spacings. Lids are supplied separately.

The CE153 structure is a heavy square mesh structure with thicker strands situated at 1 metre spacing, and along all edges of the mesh panels.

Erection of the mattresses on site, binding them together, and fastening on of lids is made easy because of the design of the square mesh panels 'framed' with thicker strands.

### Rectangular gabion – mattress unit

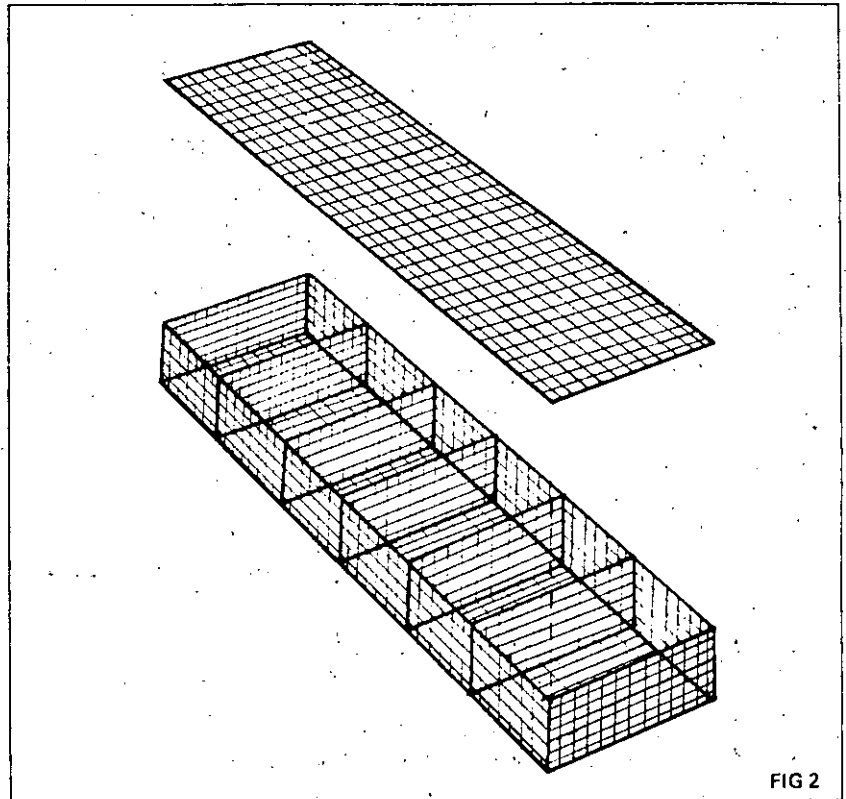


FIG 2

Overall size 6 m in length x 1 m wide and up to 300 mm depth

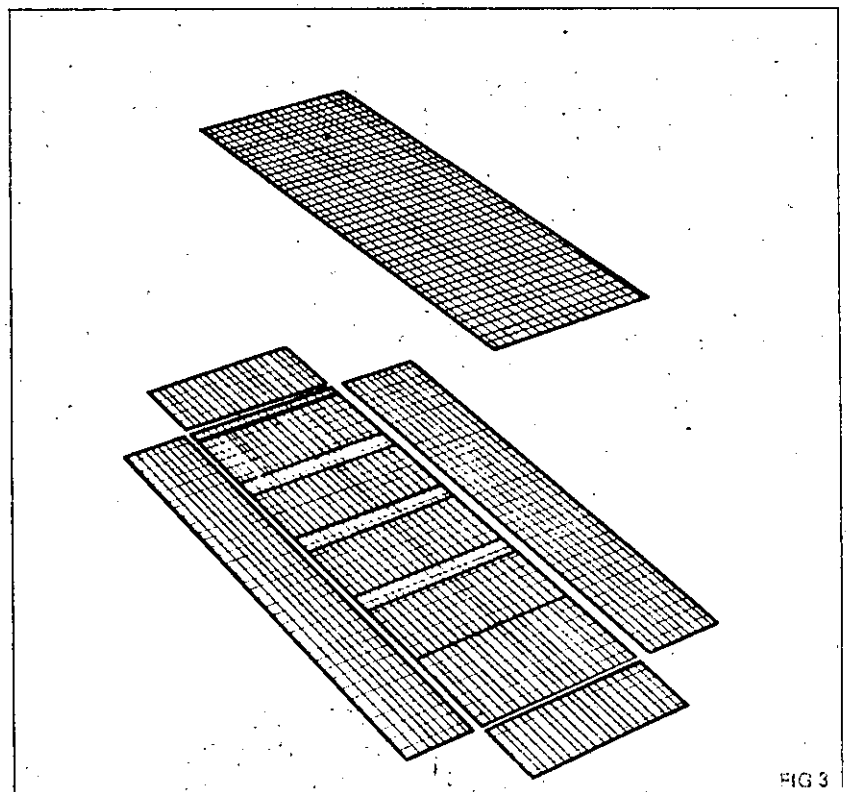


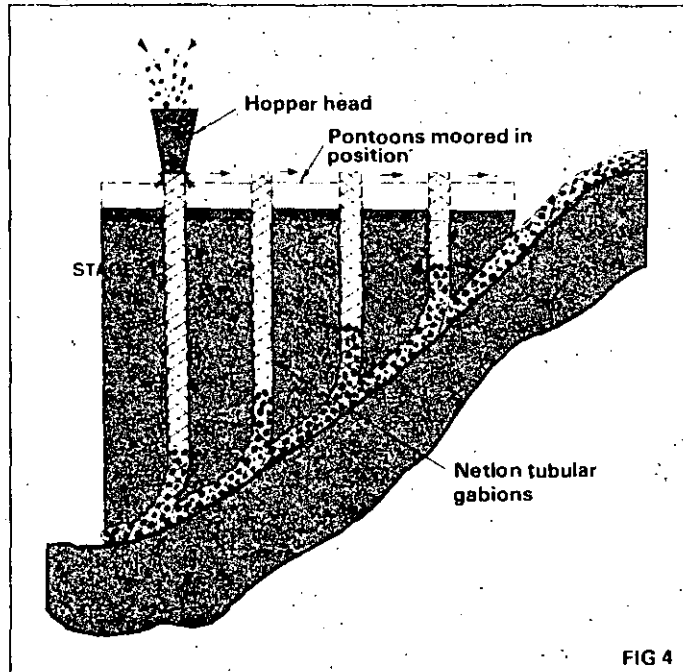
FIG 3

# Gabion protection works

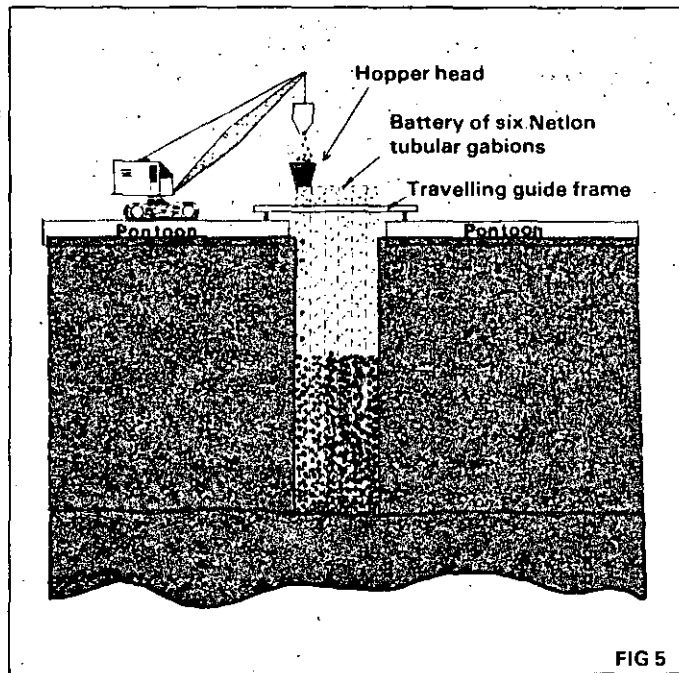
48

## Method of laying Netlon tubular gabions in deep water

Netlon tubular gabions approx 636 mm diameter, of any desired length, erected in batteries of 4, 6 or 8 units, are suspended from a travelling guide framework which spans between two pontoons or barges anchored in position. Broken stone is placed in the gabions initially to provide ballast to sink the gabions in position. The gabions are then filled, progressively, through a hopper head and the guide frame moved in stages as shown (figs 4 and 5) towards the bank to allow the stone filled sections of the gabions to settle in position on the river bed/bank surface. As each battery is filled and laid, the pontoons are repositioned and the procedure repeated.



Netlon gabions can be produced in any length, and can be joined on site to give a continuous unit. As the gabions are filled, additional lengths are added and the filled portion allowed to settle on to the bed/bank profile. Locating rings can be used to hold the gabion units firmly in position.



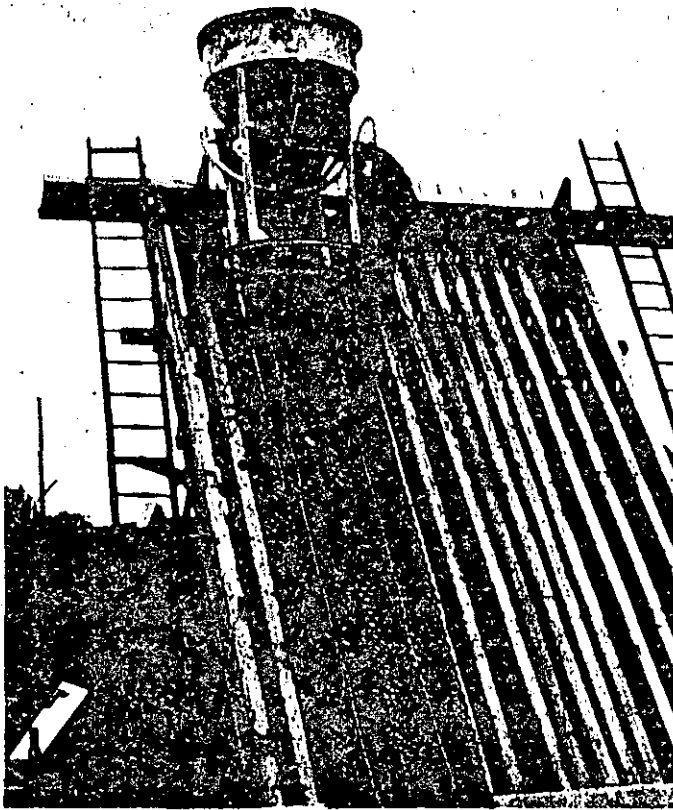


# Construction on shore

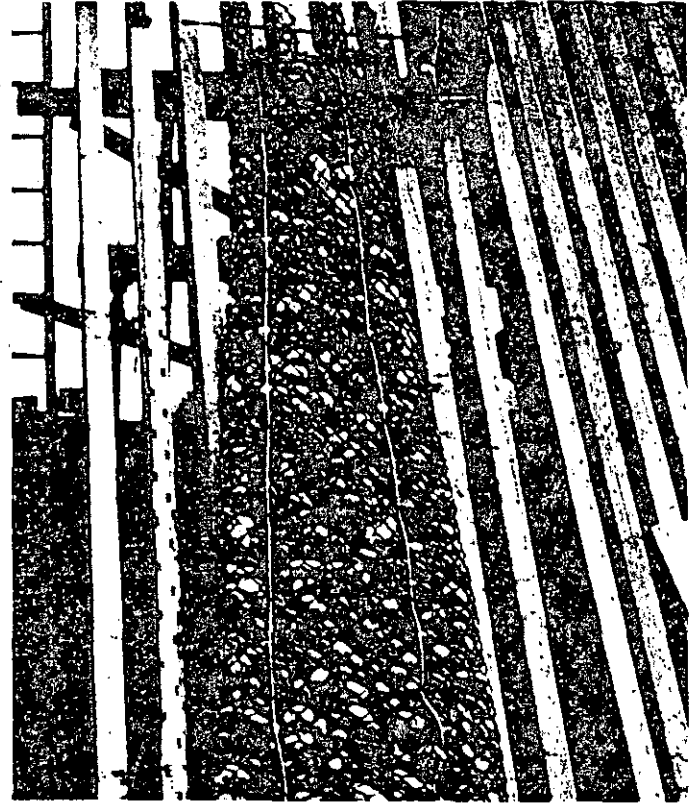
49

## Mechanized filling of Netlon tubular gabions

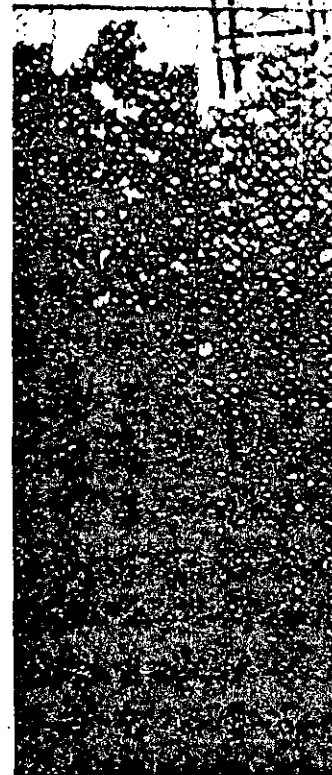
Tubular gabions are shown being filled while held against a sloping platform.



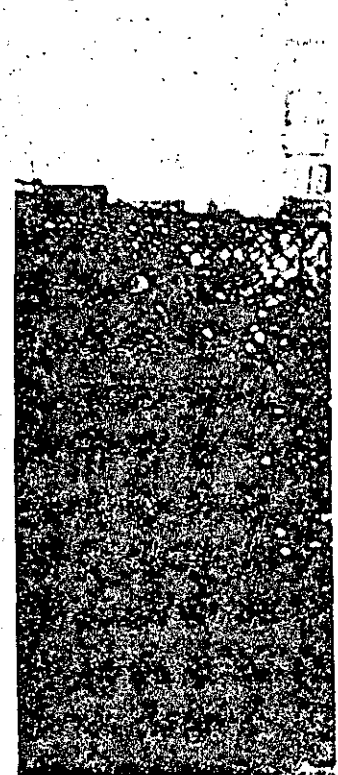
Filling — by means of a crane and bucket



Partly filled gabions



Filled tubular gabions being lifted into position



A battery of tubular gabions being installed

# River bed and bank protection

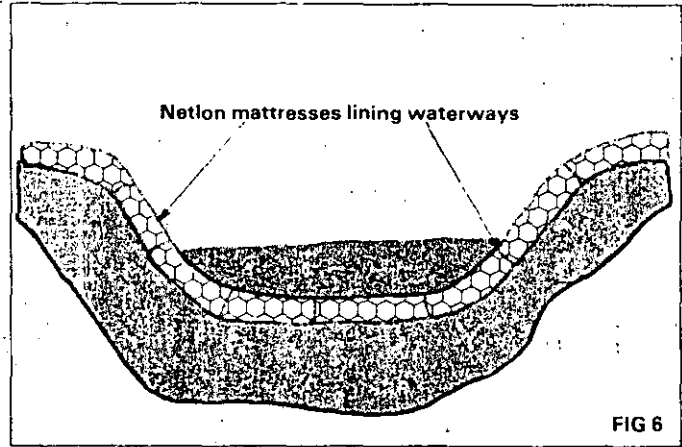
50

## Mattresses for river training works, slope and bed protection

Stone filled tubular gabions, in single or multi-unit form, can be constructed in continuous lengths to provide heavy duty protection against scour and erosion of navigable and fast flowing waterways.

Being flexible they follow the bank and bed profile (figs 6 and 8) and being of permeable construction they obviate the need for pressure relief.

They can be stone filled by mechanical means in situ, or prefilled and lifted into position.

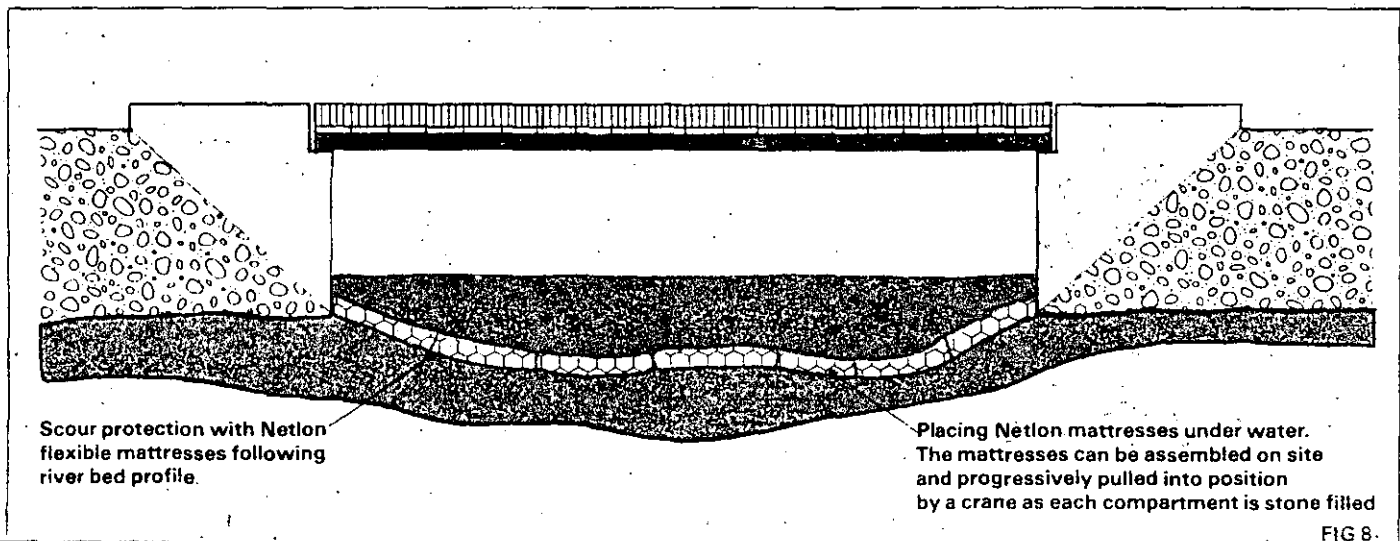
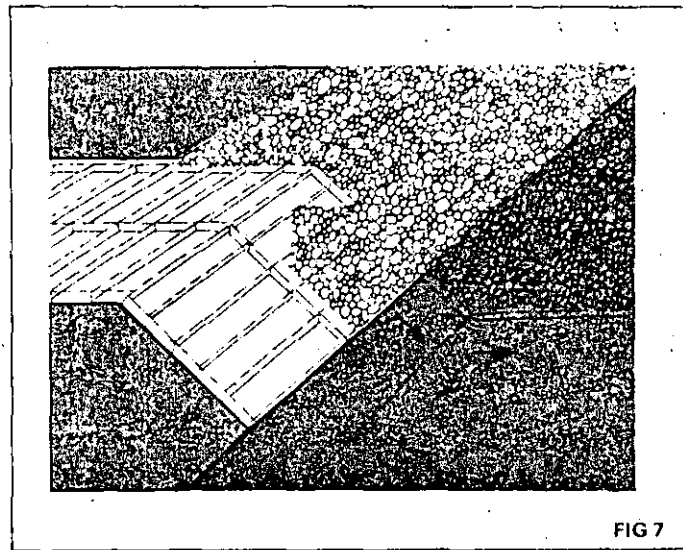


## Mattress installation

Rectangular mattresses of open construction provide a simple but effective lining for banks and shallow waterways where the greater depth and heavier protection of the tubular gabions is not required.

They can be stone filled by manual or mechanical means and lifted, or pulled, into position progressively as each compartment is filled and covered (fig 7).

Whilst providing protection against scour, their permeable construction does not prevent vegetation growth.



# Coast and bank erosion

51

## Linmat flexible mat on bank slope

Linmat is a flexible mat system for controlling coast and bank erosion using Netlon tubing of oval profile.

It operates by creating an artificial boundary layer which slows the current to a speed at which scouring ceases and waterborne material is deposited.

By this means the mat gradually fills to its overall depth with sand or silt. The upper surface mesh allows entry of the material in suspension, and also prevents deposited material from being washed away (figs 9 and 10).

If undercutting occurs the flexible mat settles to the new profile to protect the eroded area, and the process of siltation continues as before.

Because the mat follows the natural line of the coast, or bank, no spurious turbulence is created and the existing natural regime remains unaffected.

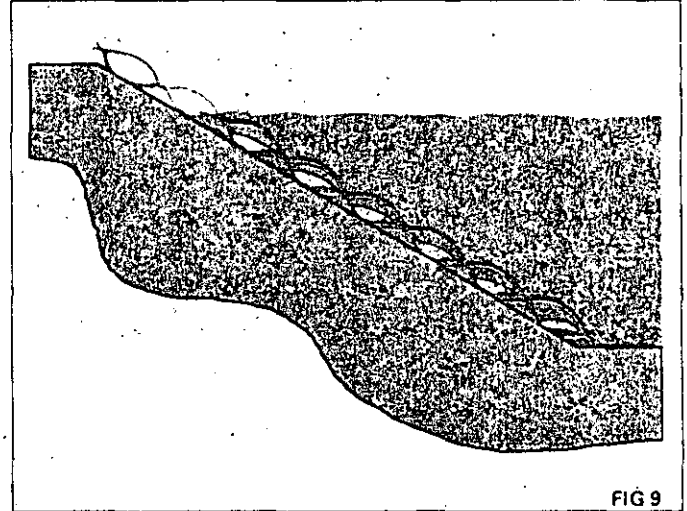


FIG 9

Progressive sand deposition

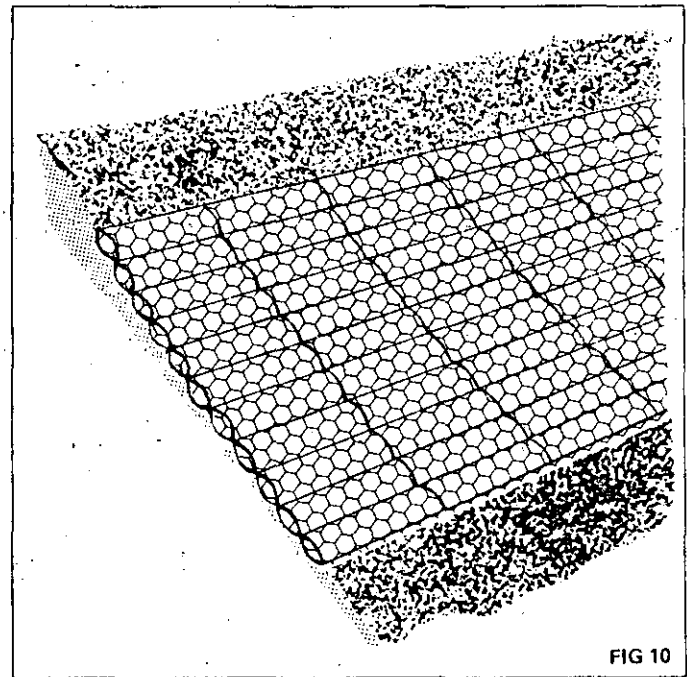


FIG 10

Installation of Linmat flexible mat on bank slope

# Access over waterlogged terrain

52

Access to areas where breaches have occurred in river banks, can prove difficult in the presence of large areas of alluvial plains and mud flats, particularly when these areas have to be traversed for transporting materials and carrying out remedial works.

Netlon ground retention matting laid directly over the silt performs two functions. It provides a stable platform enabling inspection work to be undertaken in safety, and also serves as a foundation for more permanent access ways, and for remedial work to river banks.

The light weight of Netlon mattress, gabions, Linmat etc are of major advantage in this type of remedial work because of the ease with which they can be transported to site, even over waterlogged terrain.

More permanent access ways can be constructed using a combination of Netlon matting and tubing.



Netlon ground retention matting being laid over silt



**Netlon Limited**

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

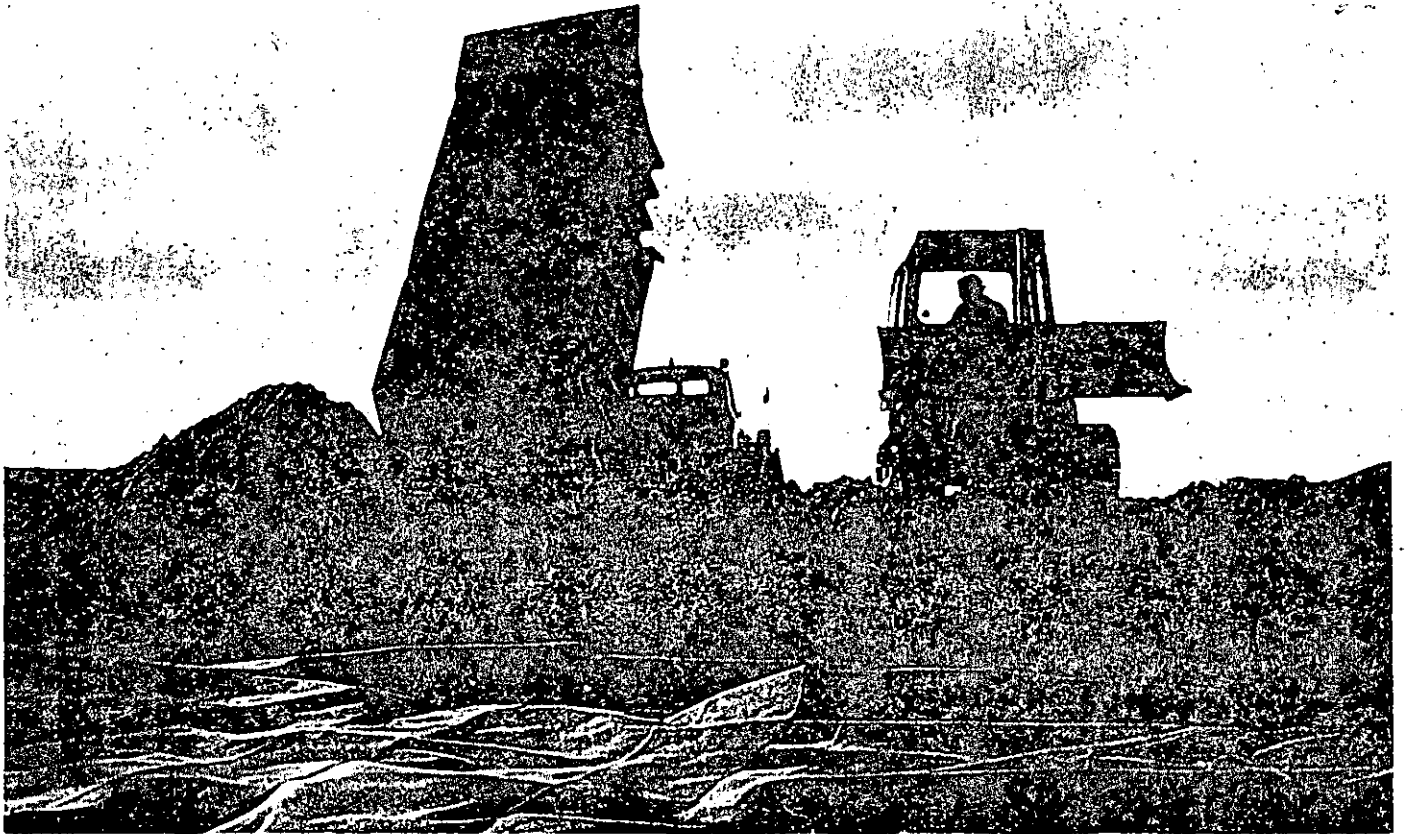
Telephone 0254 62431 Telex 63213

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

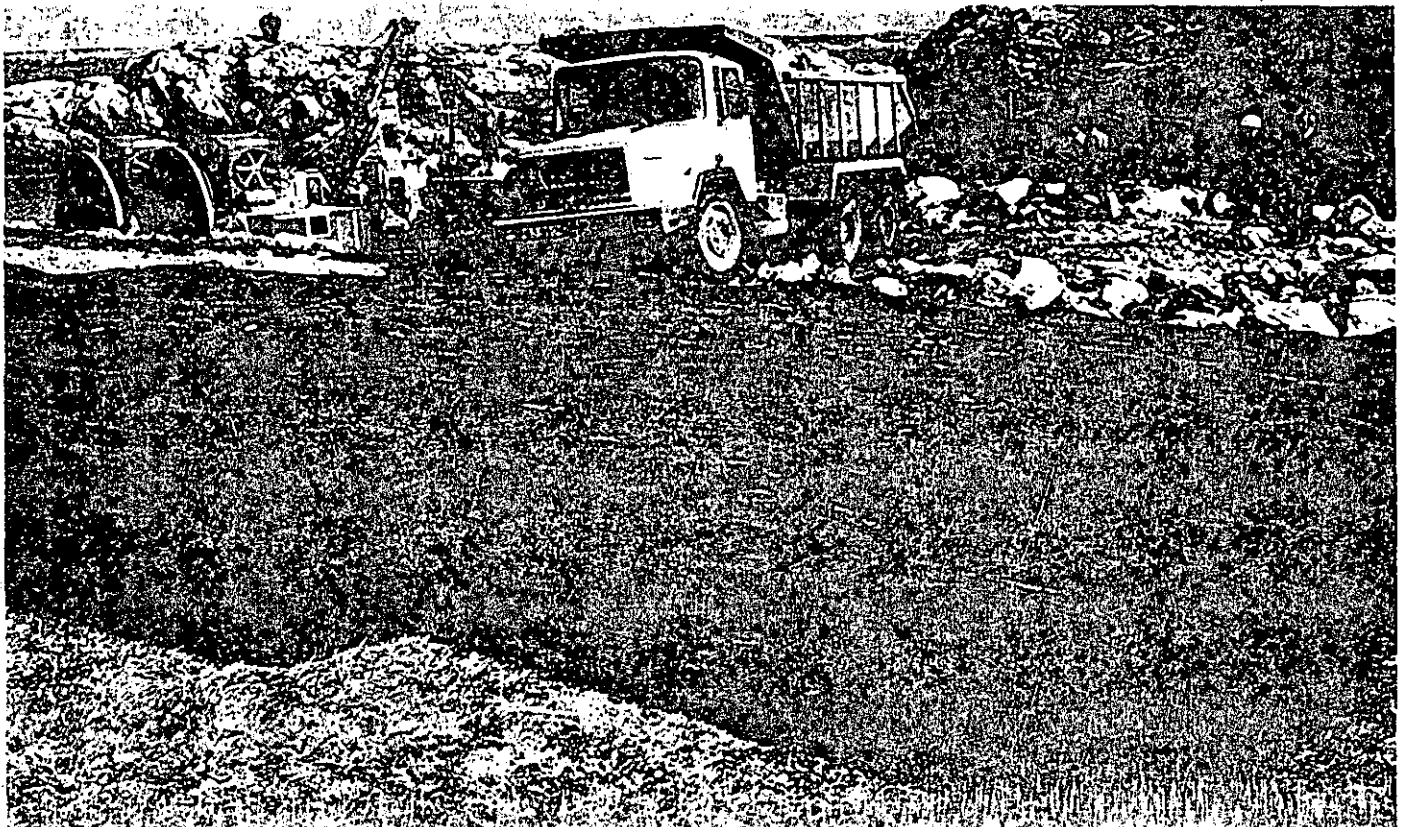
Designed and printed in England by

# Netlon in ground restraint and soil reinforcement

53



Road construction over soft ground



# Ground restraint

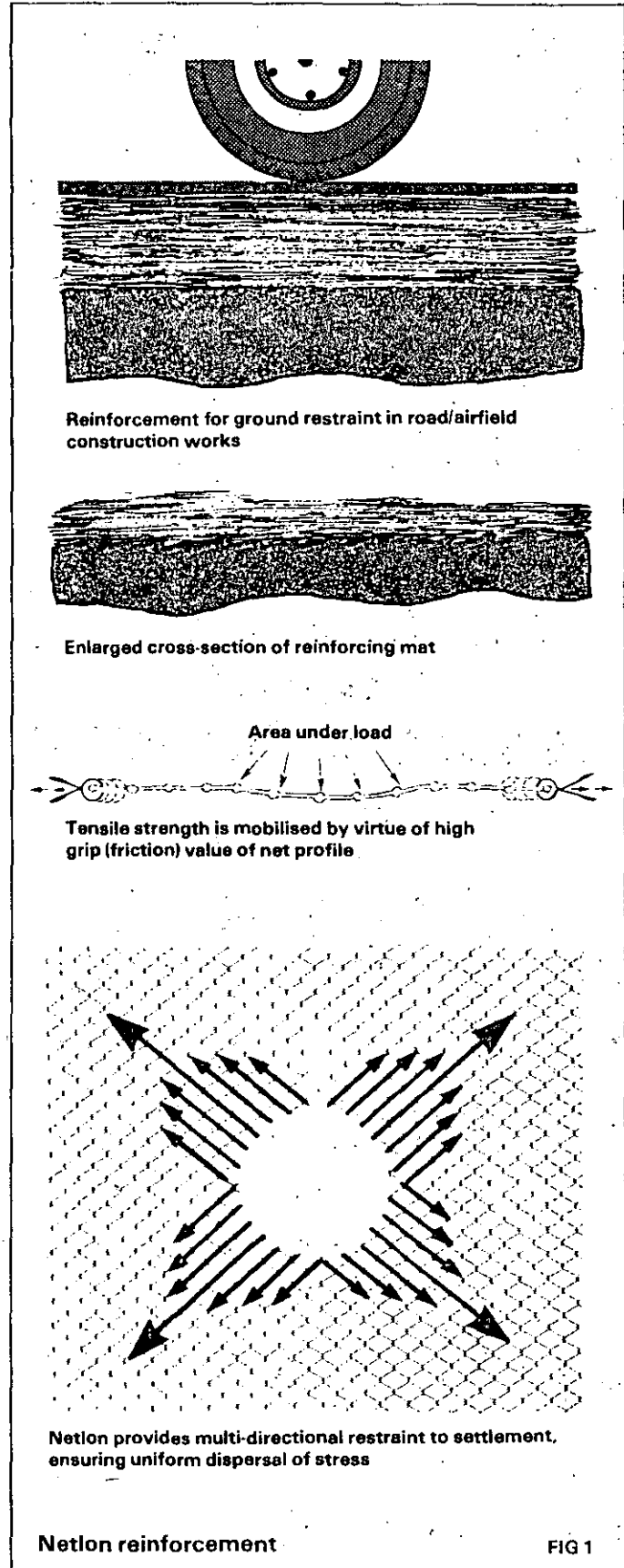
A stable foundation is the starting point for the design and construction of any structure, and the optimum solution in terms of both engineering and economic consideration is ultimately dependent on the soil characteristics and its capacity to accept the required load pattern.

Methods of increasing the bearing capacity of soils by compaction, drainage, or chemical stabilization are well known, and in recent years interest has been shown throughout the world in the method of ground restraint using structural membranes. Ground restraint is not a new concept. It has been in use in the form of fascines (woven brushwood matting) for centuries, and has proved successful in providing a stable foundation for earthworks over indifferent ground conditions.

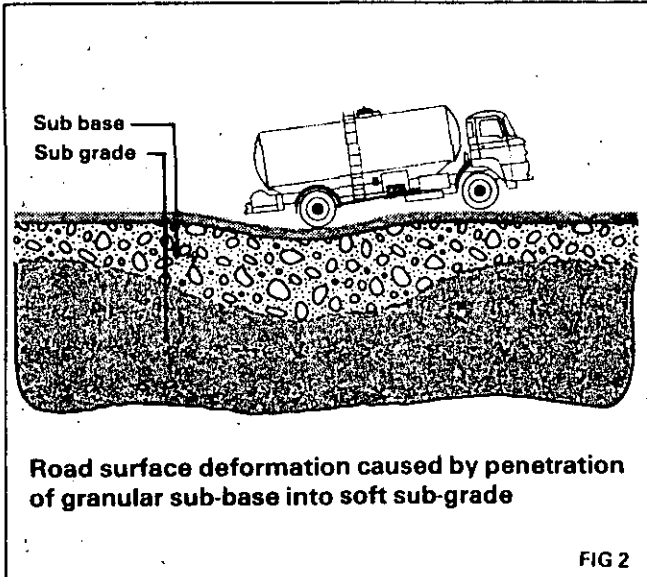
Netlon ground restraint netting performs a similar function in providing a stable foundation with many applications and advantages:

- a) It prevents loss of sub-base material into the sub-grade.
- b) It distributes load uniformly over a wide area by virtue of its stiffness, and thereby reduces differential settlement.
- c) It adds to the shear strength of the soil by virtue of its high tensile strength fully mobilised by the high friction value of the net profile (fig 1).
- d) Its net structure allows more rapid dissipation of pore water pressure.

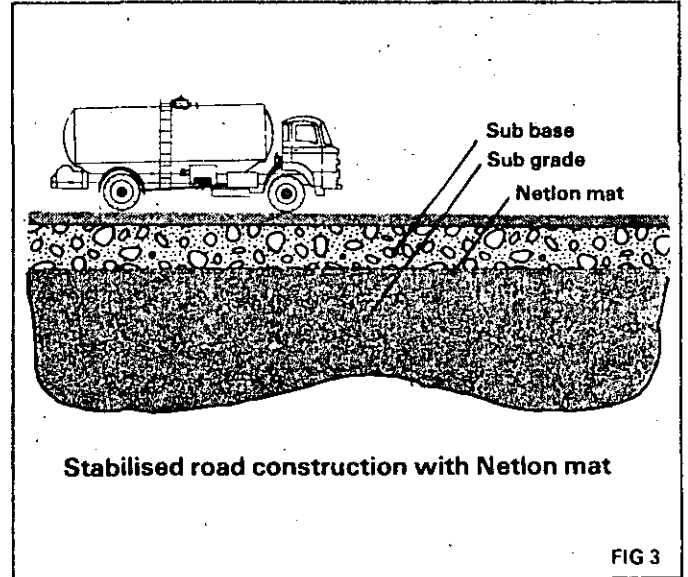
The following pages describe some of the applications for which Netlon reinforcement is particularly suitable and illustrates its successful use.



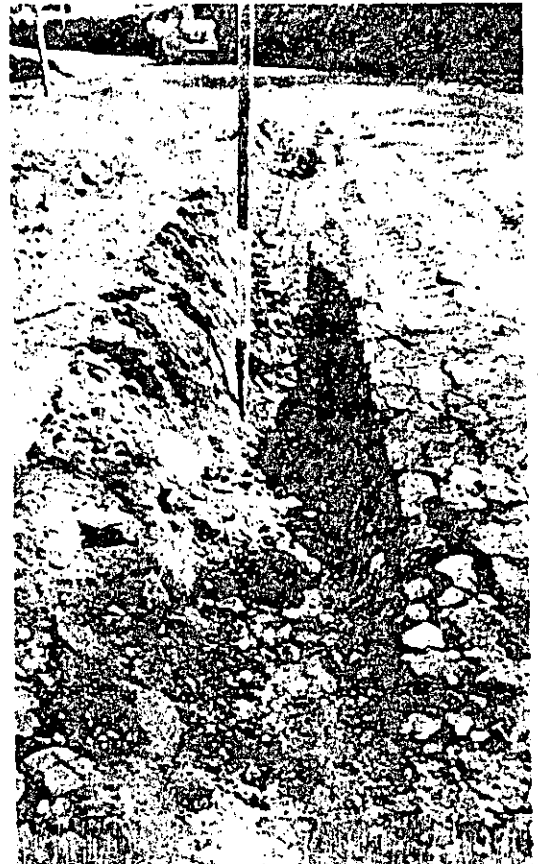




The loss of sub-base material into a soft sub-grade seriously affects the load bearing capacity of the road construction, and in the absence of timely and costly maintenance, deterioration increases until ultimately failure occurs (fig 2). The photographs below illustrate the type of failure shown in fig 2, (which occurred in spite of the use of a non-woven textile membrane).



Netlon ground restraint netting laid at the sub-grade/sub-base interface prevents the penetration of sub-base material into the sub-grade, and increases the bearing capacity of the sub-grade thereby reducing the design thickness of the road base construction (fig 3).



# Road construction

56

Netlon ground restraint mat is particularly effective as a foundation medium on marshlands and peat. It can be laid directly on the sub-grade without any surface preparation. Because of its net structure, Netlon settles on the ground without 'rutting' and road construction can be commenced immediately (fig 4).

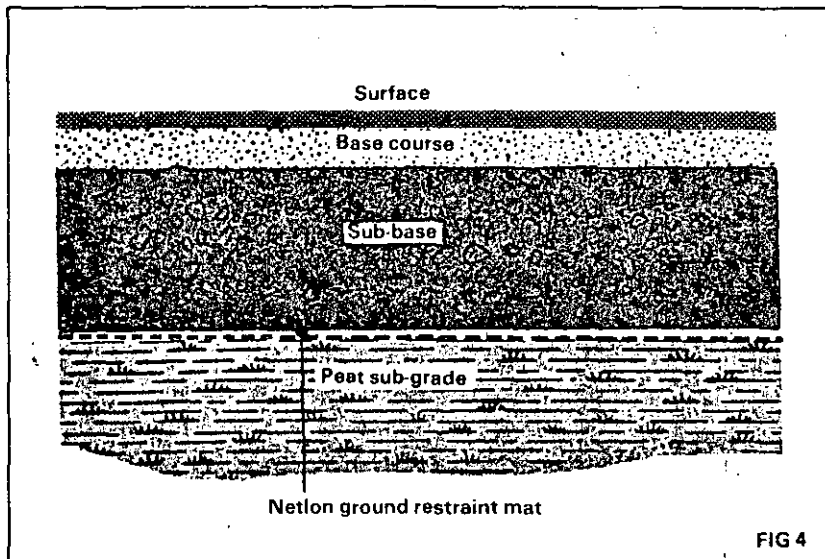
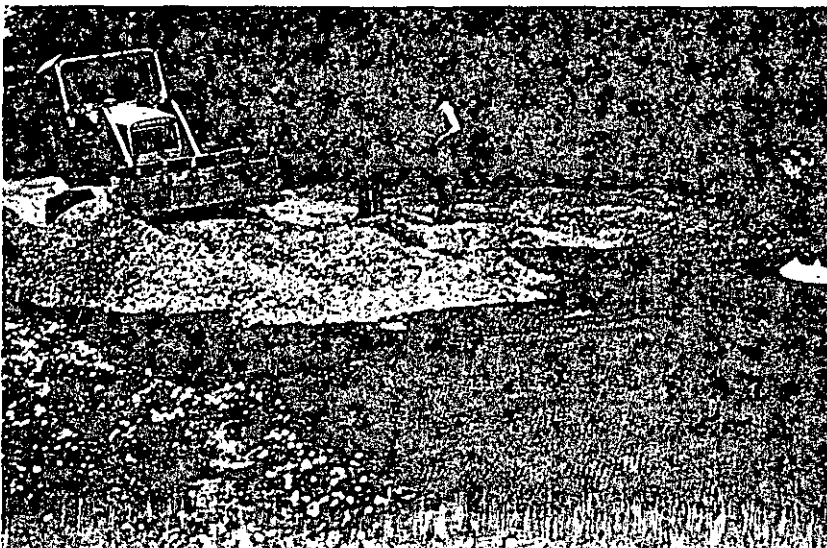


FIG 4

Netlon in the construction of a permanent carriageway over peat. The peat varied in depth between 2m — 4m and in areas of greatest depth it was in a highly mobile, almost liquid, condition.



Netlon in the construction of hardstandage and access roads, cut into a steeply sloping embankment.

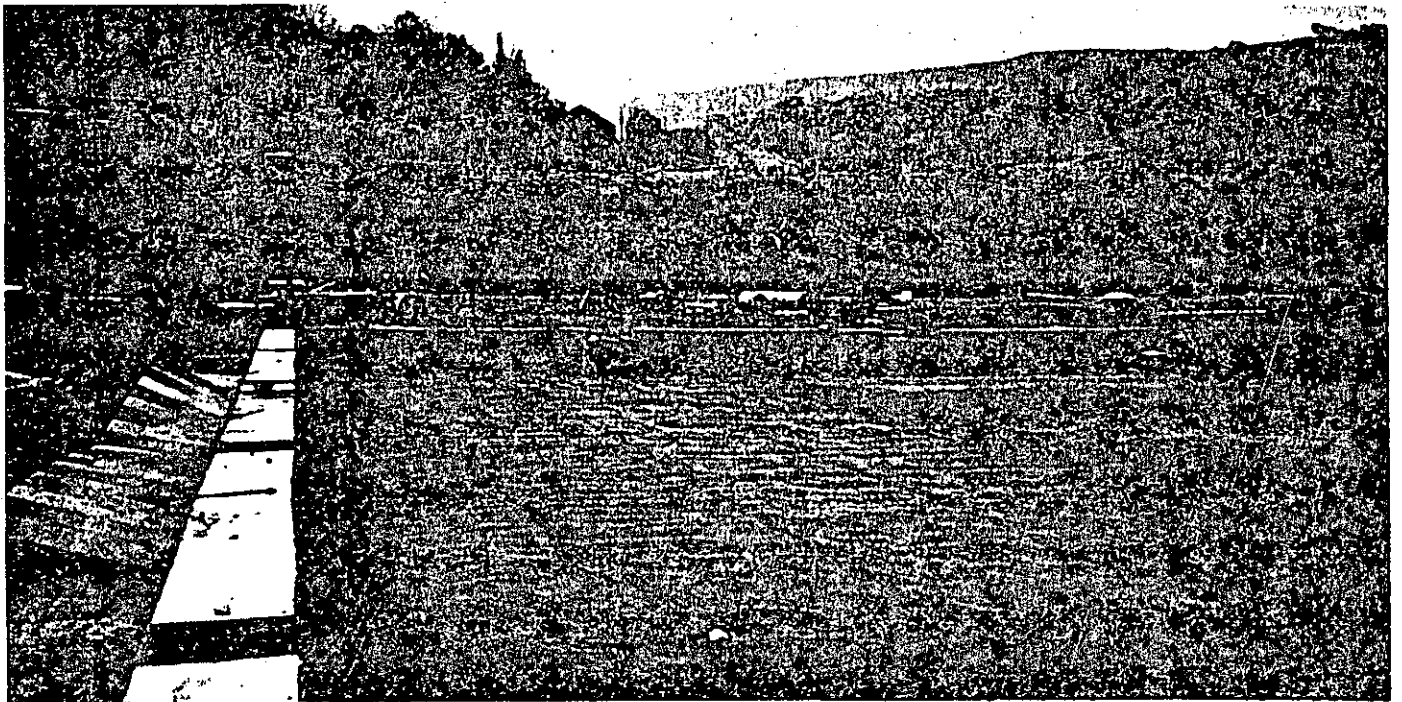
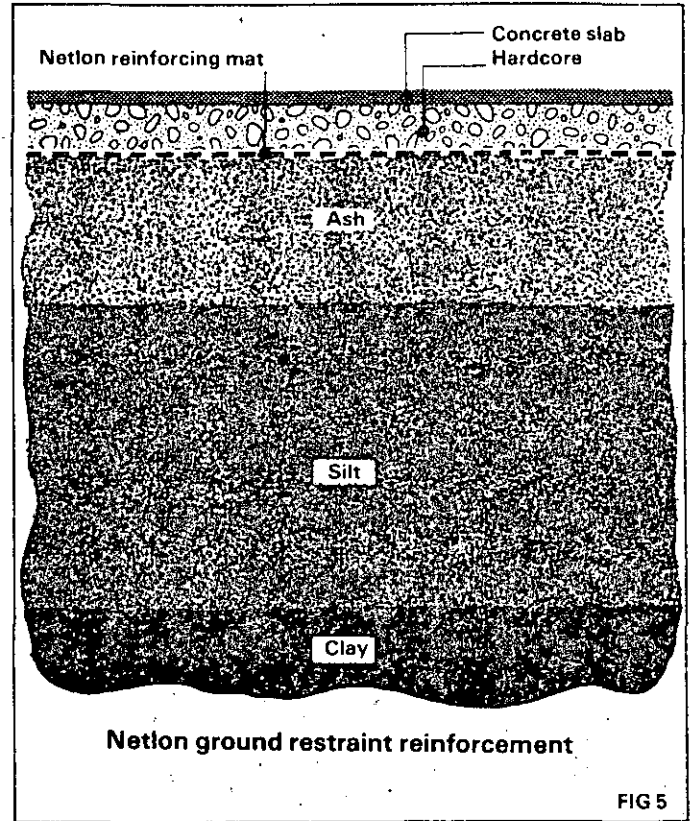




# Factory foundations

57

Netlon provides an effective and economical method of improving load distribution over large heavily loaded areas of made up ground. Foundation design of industrial structures can be greatly simplified by the adoption of ground restraint techniques, to improve the bearing capacity of the soil, thus obviating the need for expensive foundation systems (fig 5).



Netlon in the construction of factory foundations on made up ground

Reinforced concrete slabs, supported on a bed of hardcore reinforced with Netlon to eliminate local settlement, and improve load distribution.

# Earthworks Stabilisation

58

The construction of elevated earthworks as foundations for highways, railways or industrial developments or as protective bunds in flood areas have a common factor — they all require large quantities of fill material. This in itself can pose problems, with regard to the source, the quantity and the quality available.

The creation of borrow pits and quarry faces by the excavation of large quantities of soil create problems of their own. It is therefore both economically and environmentally desirable to keep earthworks to a minimum.

The conventional method of constructing to a stable slope for a given height, or adding berms to the toe, can involve considerable expense in materials, plant, construction time and extension to the base area of the embankment (fig 7). Other methods including soil admixture, sandwich construction and chemical stabilization, can be equally costly in time, materials and supervision.

The method of stabilisation of embankments by soil reinforcement in the form of 'fascines' (woven brushwood matting) arranged in layers within the bank construction is well known, and during the past decade similar methods have been applied using a high strength, high grip Netlon mesh reinforcement.

Netlon mesh reinforcement provides a practical and permanent solution to the problems of stability, enabling banks of simple and economical cross section to be constructed to the required heights. The mesh is placed horizontally at the base of the embankment, and thereafter in layers at calculated heights as construction proceeds, extending from the face of the slope to a grip length beyond the calculated slip plane. Netlon mesh reinforcement adds a high tensile resistance to the shear strength of the soil. This resistance is achieved by virtue of

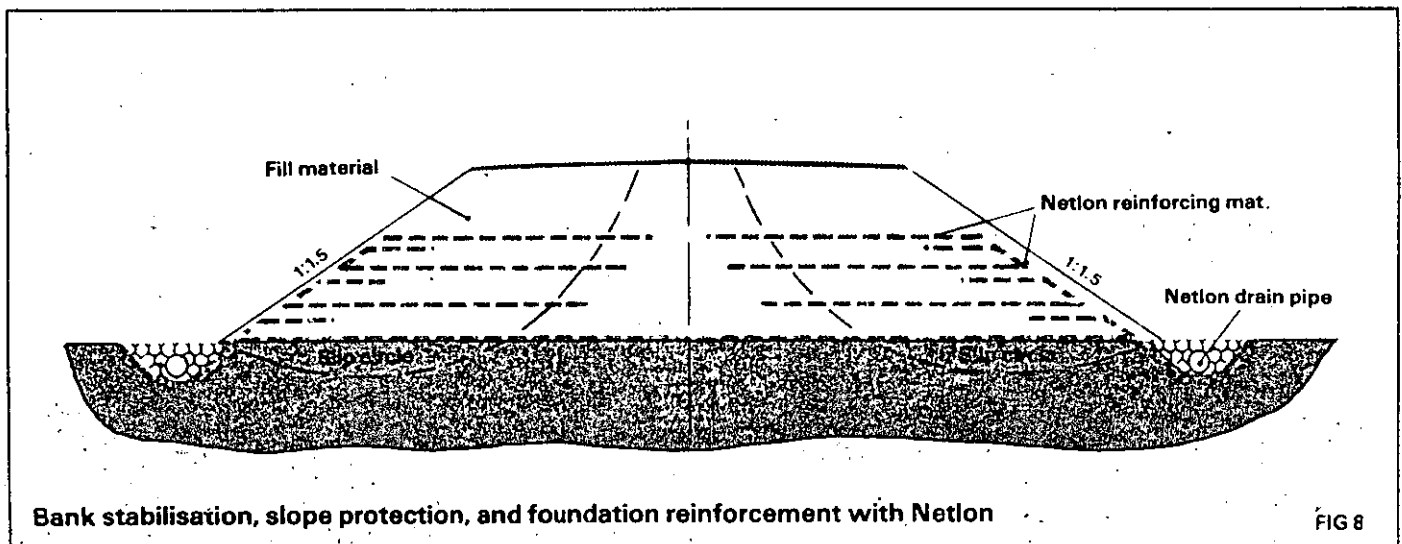
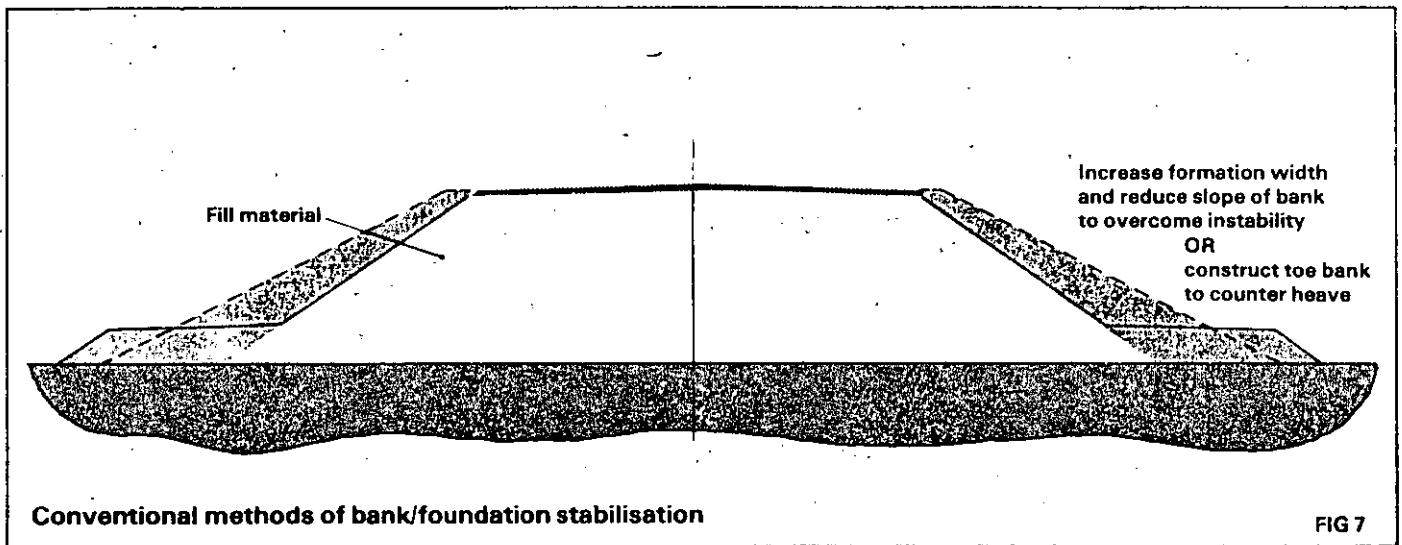
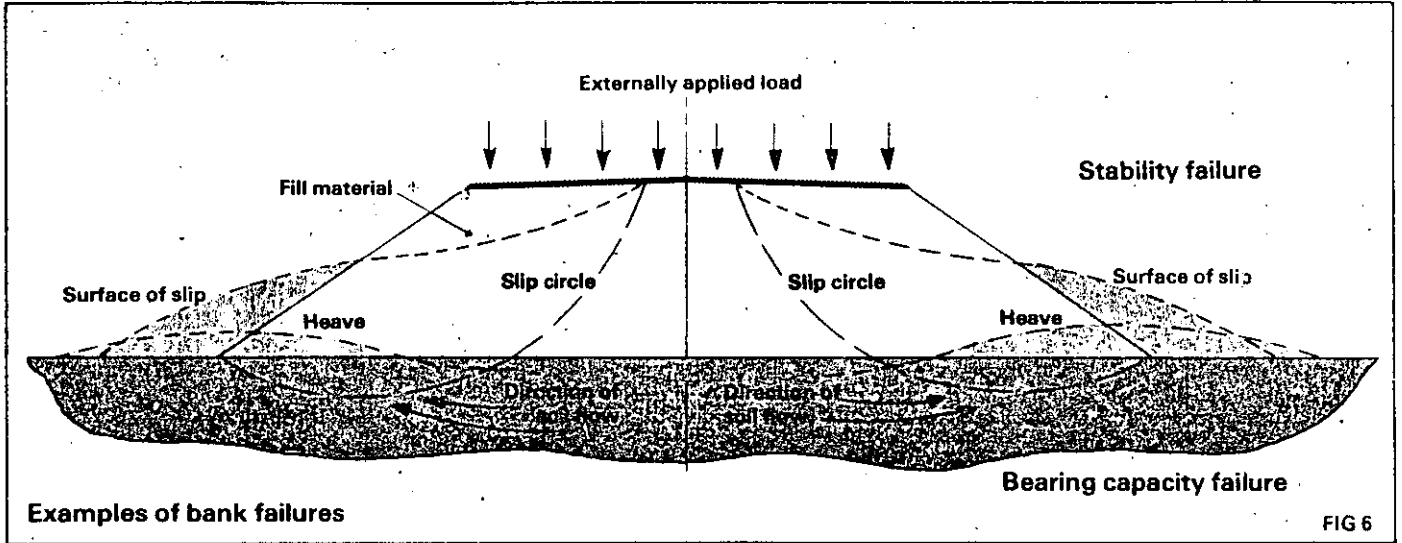
Formation widths and heights are usually dictated by design requirements and local topography, and the steepness of the slopes by the mechanical properties of the fill material and bearing capacity of the foundation. While different criteria are used to calculate (a) the slope angles and (b) the heights of embankments made respectively from sandy and clay soils, failure of earth slopes is generally assumed to occur along a circular plane. A portion of the bank slips downwards and heave occurs at the toe (fig 6).

Locating fill material for the construction of embankments can be a problem and frequently the only source of material available in economic quantities is soil of widely different properties. The Engineer is then faced with evaluating the options of soil admixtures, means of soil stabilisation, or the construction of berms or low angles of slope.

the friction developed between the net structure and the soil (fig 8).

The layers may be continuous throughout the width of the bank cross section or curtailed a grip length beyond the calculated plane of failure, dependent upon the stability analysis and location of failure planes.

Netlon enables high angles of slope to be achieved, reduces earthworks volume and land-take areas. It encourages uniform load distribution, and dissipates pore water pressure more quickly. It is lightweight, easy to transport and handle and is simple and quick to install.



# Railway construction

60

With the increased dynamic forces resulting from the trend towards higher speeds, there is a need to improve and maintain track to a higher standard. To achieve the design objectives of track stability under high vertical and lateral forces, passenger comfort and ease of maintenance, consideration must be given not only to the geometry and composition of the track and its sub-structure, but also to the earth works below, which must ultimately bear the applied load.

Problems caused by differential settlement or penetration of the ballast in to the sub-grade (fig 9), affect the life of the track components, passenger comfort and traffic safety. Netlon laid at the sub-ballast/sub-grade interface prevents ballast loss, distributes loads uniformly over a greater area, thus reducing stresses and strains in the soil, and protects against tension cracks in the sub-grade (fig 10).

Embankment stability is governed by the ratio of the restoring moment, a function of soil strength, to the disturbing moment, which is the function of the dead and imposed loads. For safety, the ratio must be significantly greater than unity, and the possibility of future increases in live load should not be overlooked. Netlon provides an effective means of increasing the factor of safety, by virtue of the friction induced tensile resistance mobilised under load, without additional earthworks.

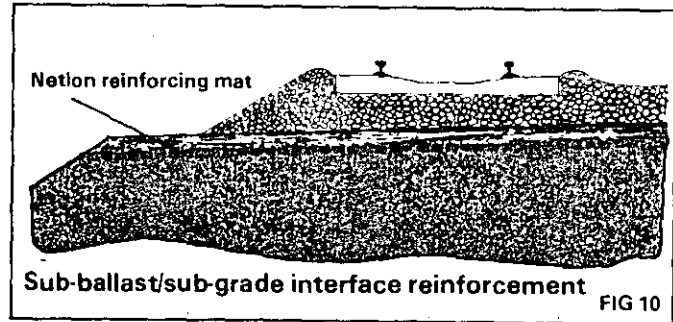
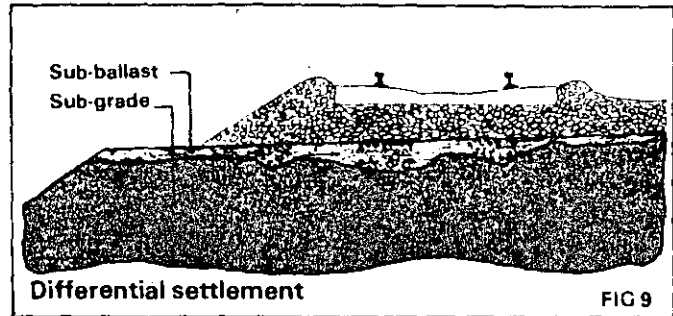
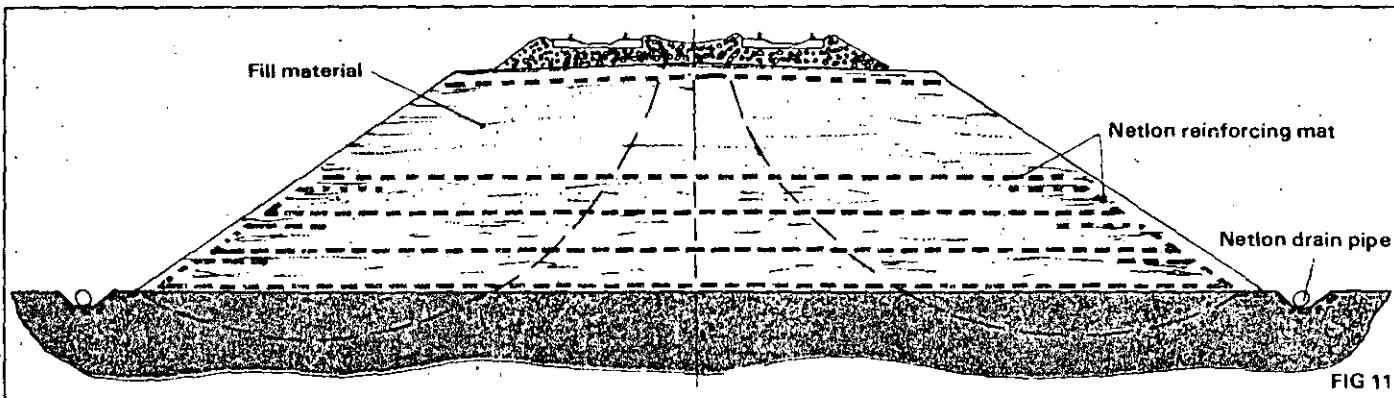


Fig 11 illustrates a similar concept, with the top unreinforced section of optimum height supported by a reinforced section below. The reinforcement may be continuous, or curtailed a grip length beyond the slip circle, and either straight ended or returned up the slope depending on the relative positions of the slip circle for each side of the bank, and the possibility of slope erosion.



Prevention of slope erosion



Netlon Limited

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

61

**NETLON**

PROJECT:

NEW ROAD CONSTRUCTION OVER POOR LOAD  
BEARING GROUND IN THE SHETLAND ISLANDS

DATE: SPRING '75

CLIENT:

THE DIRECTOR OF CONSTRUCTION,  
SHETLAND ISLANDS COUNCIL, LERWICK,  
SHETLAND

SPECIFIER:

THE CLIENT

CONTRACTOR:

THE CLIENT

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE121 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

The project involved the construction of three sections of permanent roads over peat deposits varying between 2m and 4m in depth.

The first was to form part of the A970 (Sandwater to Voe) at Long Kames, eighteen miles north of Lerwick. The section would be 400m of 6.3m wide carriageway bounded by 2m verges on either side.

The second was to form part of the A968 (Basta to Yell), which would be 200m long, 6m wide with a.5m verges, and the third section being on the same route at Sandwater.

**CONTROL DE EROSION, S. A.**

/cont

Bldv. Adolfo L. Mateos No. 1384

Col. Mixcoac 03910 Méx. D. F.

TEL. 598-01-11 Y 598-01-27

Apdo. Postal 60-549 Méx - 03800

CONSTRUCTION

62

As the 400m stretch of the A970 would effectively run over ground with a gradient from north to south, to make this an acceptable gradient, it was necessary to excavate at the northern end and construct a supporting embankment to the south.

Where excavation was undertaken, Netlon CE121 Geogrids were laid as a sub base restraint layer and a road base of locally available moraine sand was placed over the grids to a compacted depth of 1.2m. A 300mm course of crushed stone road metal was constructed over this, and the formation was dressed with chippings prior to the application of a two course flexible surfacing. (See Photograph 1).

At the southern end CE121 Geogrids were laid over virgin ground, without any preparation, to form a stable base for construction of the embankment.

\* \* \* \* \*

Construction of the 200m section of the A968 between Basta and Yell was made more difficult by the presence of surface water and soft ground conditions making plant operation very difficult.

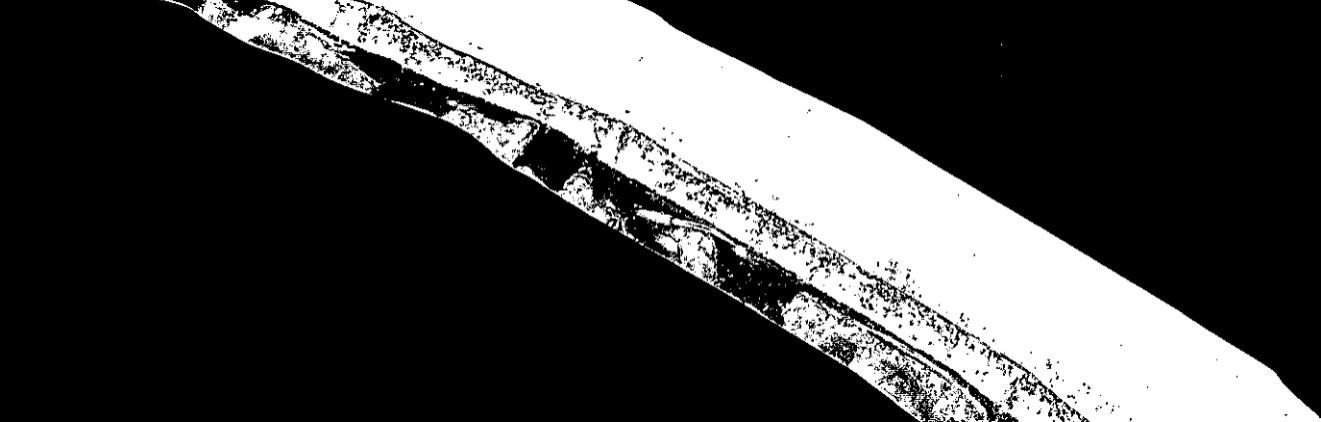
Once again, CE121 Geogrids were laid directly over the peat acting as a restraint layer for the sub base (See Photograph 2). A road base of high rock content moraine sand was placed over the Geogrids and compacted to a depth of 900mm. A 200mm base course was constructed from crushed stone road metal and this was covered with a wearing course of quarried fines followed by flexible surfacing.

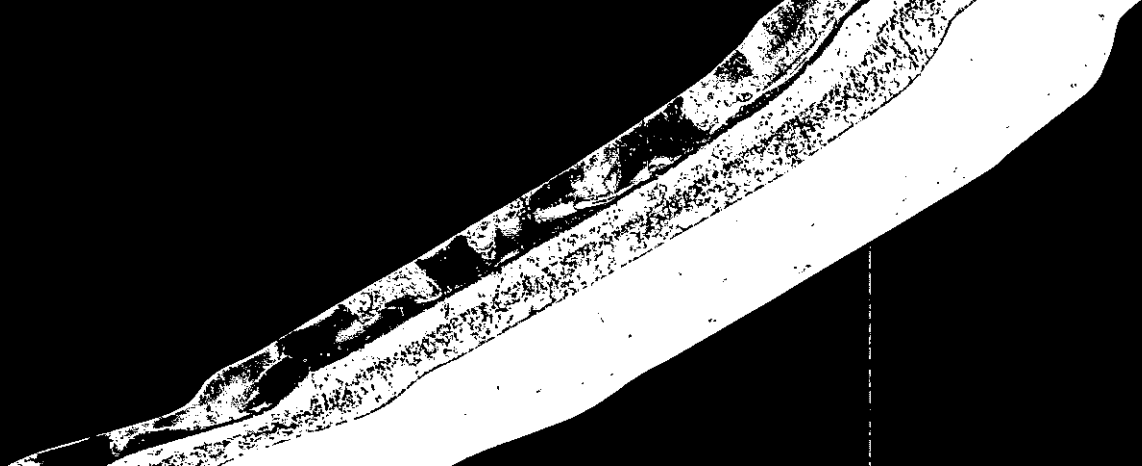
\* \* \* \* \*

The third section, at Sandwater, was constructed over peat with underlying hard granular moraine deposits and in areas of its greatest depth, the peat was in a highly mobile, almost liquid condition.

Where the peat was only 2m deep, it was found practical to excavate and use the moraine deposit at the sub-grade.

In all other areas, the CE121 Geogrids were laid directly over the peat and no other preparation was necessary.







OBSERVATIONS

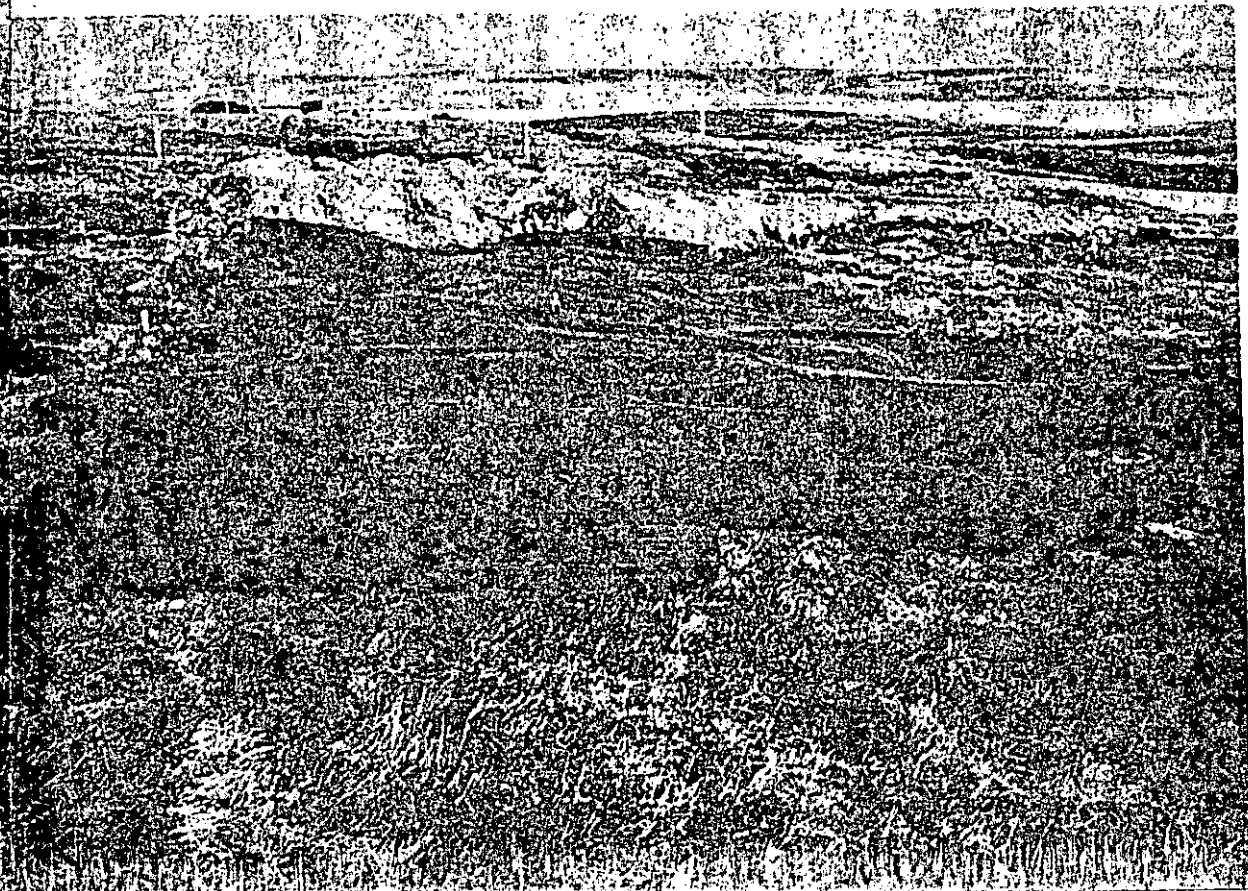
63

- i) All three sections were completed with considerable reductions in labour and materials when compared with the alternative methods that were considered.
- ii) Placing of the Geogrids was easily handled by two men so much so that excavation (where necessary), placing of mesh and construction of the road base became a continuous process.

The construction of these three sections of road demonstrate the effectiveness of Netlon's Geogrids in distributing load especially over weak ground such as peat.



Photograph 1



# **CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**

## **A CASE STUDY**

65

**NETLON**

---

PROJECT: STABILISATION OF A SLIP FAILURE IN A  
CUTTING ON THE M4 AT YATTENDON

DATE: SUMMER '80

---

CLIENT: ROYAL BERKSHIRE COUNTY COUNCIL

---

SPECIFIER: SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT  
ASSISTED BY TRANSPORT ROAD RESEARCH  
LABORATORY

---

CONTRACTOR: THE CLIENT

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON CE131 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR R BURT, ROYAL BERKSHIRE CC  
MR MURRAY, TRANSPORT ROAD RESEARCH LABORATORIES (TRRL)  
MR WRIGHTMAN, SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT

---

### **DESCRIPTION OF PROJECT:**

A slip failure had occurred on the slopes of the M4 at a cutting in the Yattendon area and soil had slid on to the hard shoulder of the motorway itself.

The banking at this point was over 20 metres in height and the slip was some 70 metres in width.

The soil consisted of London clays of various hues.

### **DESIGN PHILOSOPHY**

Rather than excavate the clay, transport it, and replace the clay with imported granular material, it was decided to reinstate the clay and to increase the factor of safety by

- a) Providing better drainage
- b) Reinforcing the clay with Netlon CE131 Geogrids

/cont.

## 66

Calculations carried out by Mr R Murray of the TRRL showed that improving the drainage and layering the replaced soil with Netlon CE131 would increase the factor of safety from less than 1.0 to 1.5.

The calculations also indicated that near the base of the embankment it would be necessary to space the layers of Netlon 0.5m apart, but at higher levels 1m spacing would be adequate.

Drainage layers consisting of stone, between two layers of Netlon CE131, were installed at three levels (See Illustration).

### CONSTRUCTION

Over 8,000 cubic metres of clay was excavated, using a Mustang shovel, and was placed in a field at the rear of the slope.

Clay at the base of the slip was stabilised, to provide a working surface, by spreading finely divided quicklime. 2 metre wide sheets of Netlon CE131 were laid with their overlaps laced with polypropylene strapping.

The clay soil was placed with a Mustang machine (See Photograph 1) and was compacted with a T182 vibrating roller. The Netlon CE131 in each layer was extended up the face over the clay lifts, and joined to the base of the next CE131 grid immediately above it (See Photograph 2).

A layer of top soil was then spread over the resulting Netlon CE131 face (See Photograph 3) of the slope which was finally seeded with grass.

Drainage layers were incorporated by using 100mm stone instead of the clay, in three positions up the slope (See Illustration).

### OBSERVATIONS

The slope has shown no sign of movement since completion of the work in August 1980.

Grassing of the slope has been very effective with the grass mat looking plusher over the reconstituted slip area when compared with the adjacent areas (See Photograph 4).

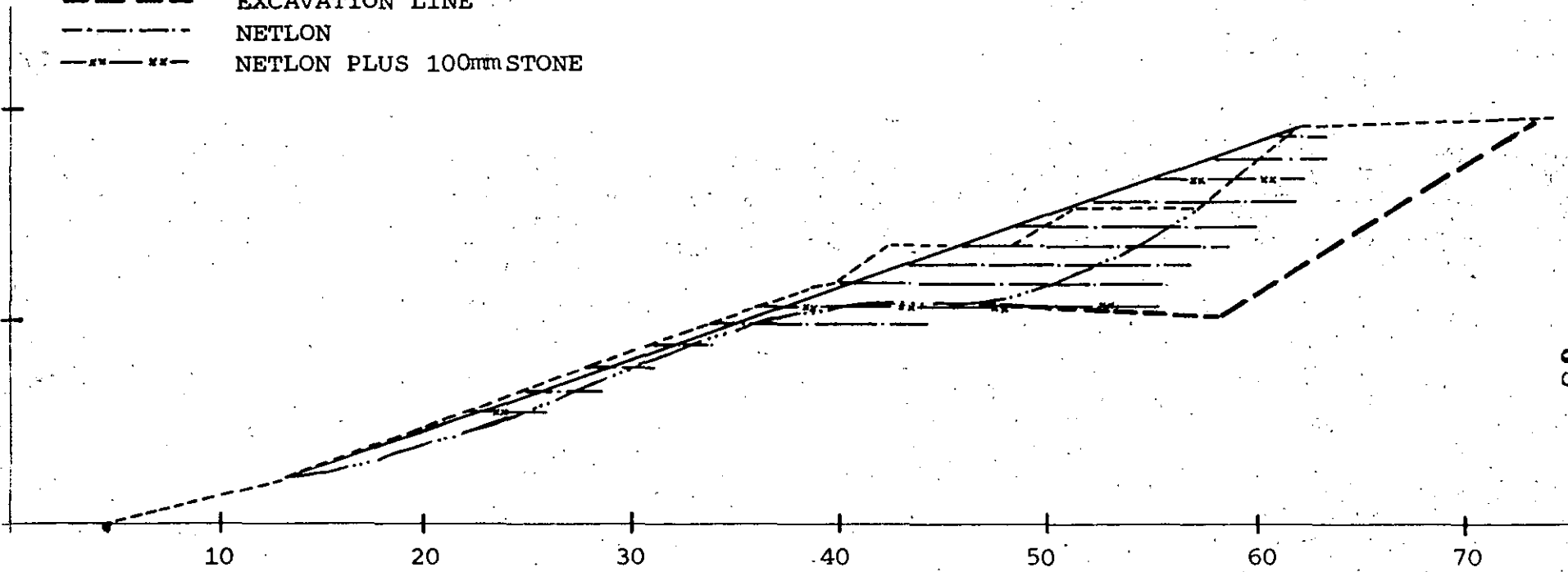
Royal Berkshire County Council estimate that the use of Netlon Geogrids represented a saving of over £70,000 or approximately 40% of what the repair would have cost if the London clay had been replaced with a granular material.

\* \* \* \* \*

The use of the higher tensile strength Tensar Geogrids which are now available, would lead to even greater efficiencies. This is possible as the reinforcing layers can be spaced at wider intervals to give the required factor of safety.

- EXISTING GROUND LEVEL
- ORIGINAL GROUND LEVEL TO BE RECOVERED
- ..... SLIP PLANE
- EXCAVATION LINE
- NETLON
- \*\*--- NETLON PLUS 100mm STONE

SCALE: 1 : 300

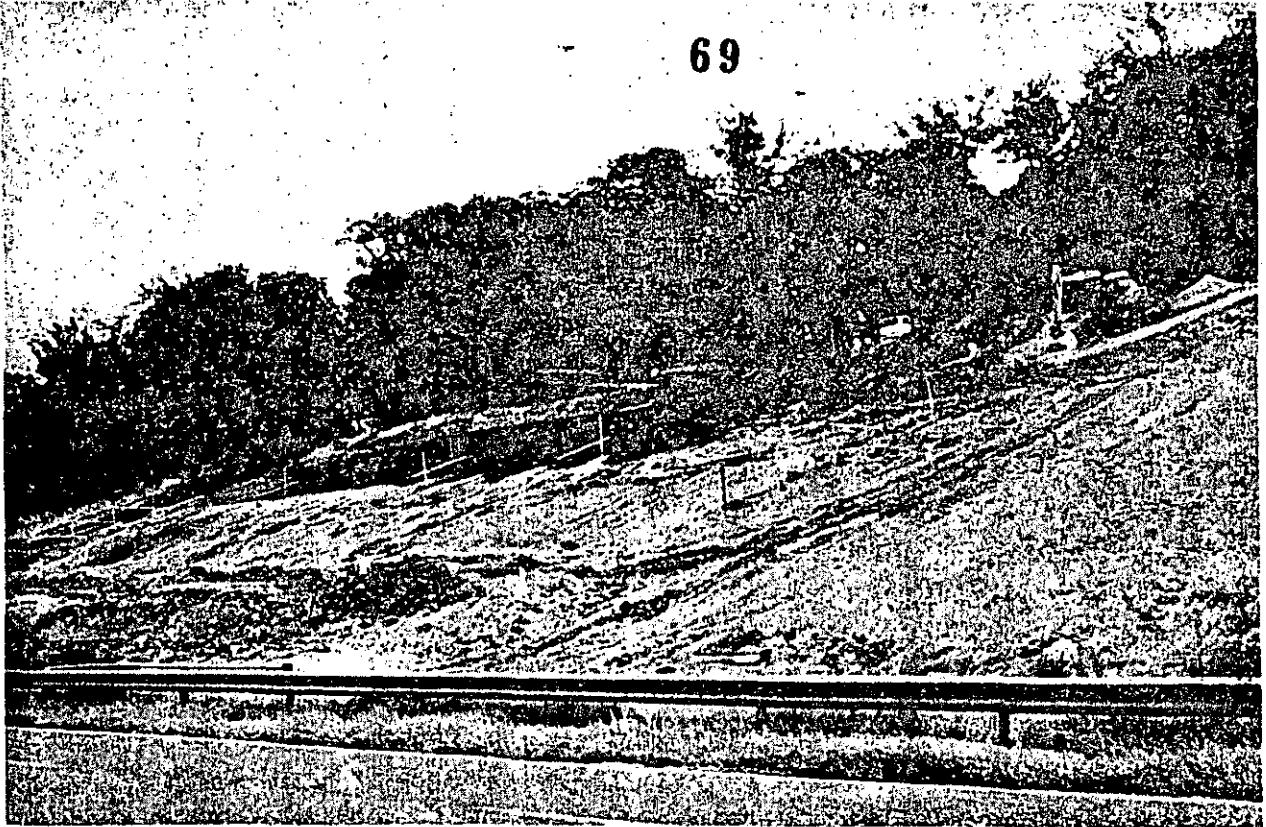


69

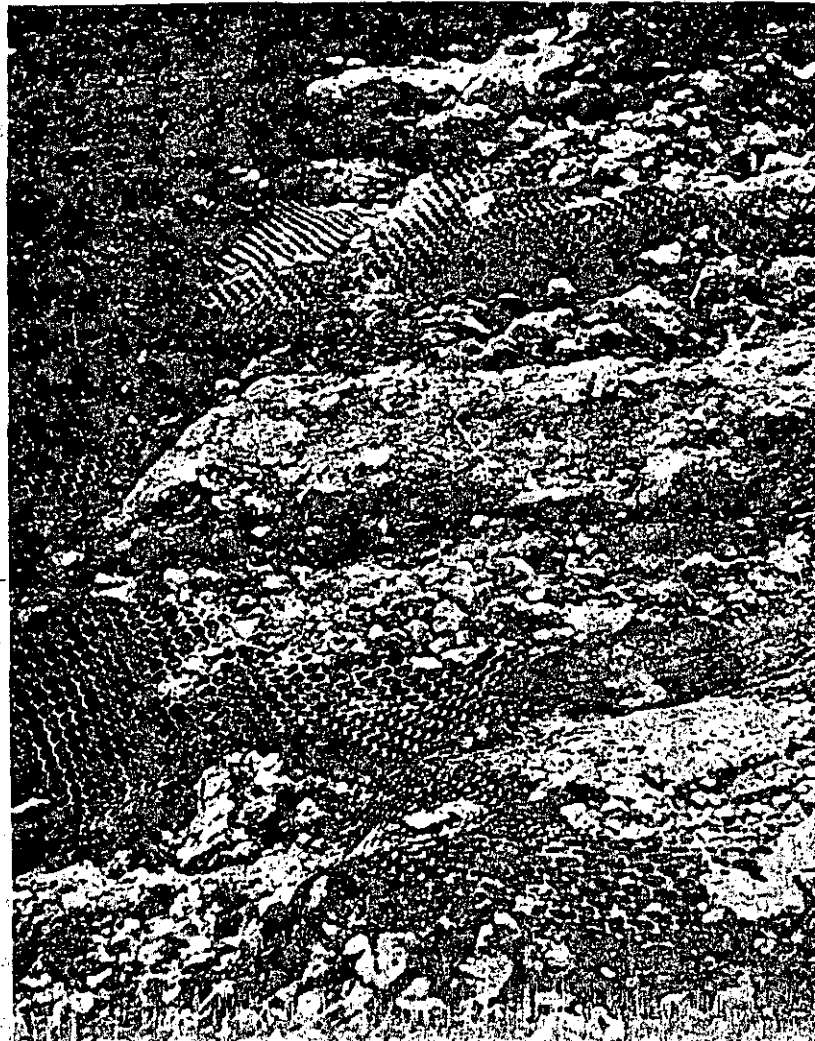
SECTION D-D

YATTENDON BANK SLIP  
CROSS SECTION D-D

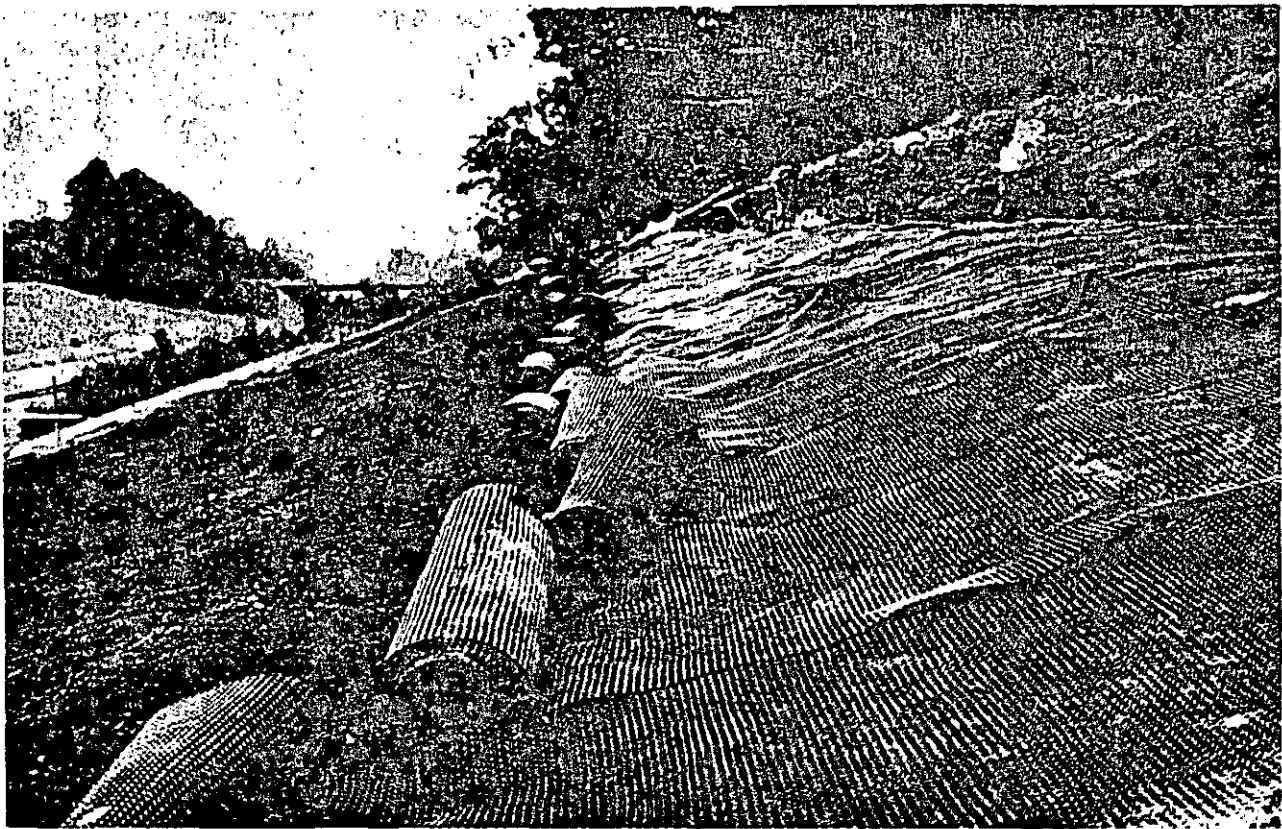
69



Photograph 1







Photograph 4



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

- 71

**NETLON**

PROJECT:

THE CONSTRUCTION OF SERVICE ROADS & CAR  
PARKS ON POOR QUALITY GROUND

DATE: NOV 1979

CLIENT:

LONDON & MANCHESTER ASSURANCE COMPANY LTD

SPECIFIER:

OVE ARUP & PARTNERS

CONTRACTOR:

SLEEMAN CONSTRUCTION LTD

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE131

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Due to the poor condition of the ground on which the client required roads and car parks built to service a new block of offices, it was found that the use of Netlon grids, rather than any other products, proved to be more successful in overcoming the problem.

The initial soil survey revealed a dense layer of red/brown silty, fine sand to a depth of 3m with water present at approximately 2.5m - suggesting a perched water table. It was initially thought that these conditions would preclude construction work. However, a start was made by stripping 600mm of top soil and a layer of 300mm of hardcore was laid, but as compaction was applied it was found that the hardcore was being punched into the formation. It was concluded that the shear strength of the soil was inversely proportional to the depth. This determined the policy to be adopted for the remainder of the road, which was to leave the existing ground undisturbed, apart from the removal of 150mm of topsoil, and build up the construction thicknesses from there. Fortunately, finished levels were able to be raised to suit.

/cont

Despite the use of a permeable fabric separator on a trial length of road, rutting still occurred (see Photograph 1). However, when Netlon CE131 was used, an immediate improvement was apparent due to its inherent superior frictional properties when placed, providing a positive mechanical lock between the sub-base and the sub-grade - thus restraining any anticipated lateral movement of the sub-base.

The formation was shaped and rolled using a pedestrian roller and Netlon CE131 was laid with 150mm overlaps (see Photograph 2). This proved to be a simple task as the lightweight nature of Netlon made it easy to handle and manipulate even in windy conditions. Initially an attempt was made to spread the sub-base material by dozer. Due to the ground conditions this proved too disruptive to the formation and to the Netlon. An alternative procedure using a crane and a skip was adopted (see Photograph 3) - the spreading of the material being carried out by hand. This method proved to be the most successful and is recommended where adverse ground conditions prevail.

A crusher-run of 75mm down was then laid to a thickness of approximately 100mm and compacted by light rolling. This was followed by a further 200mm of crusher-run and similarly rolled until no further compaction could be achieved. A loaded lorry weighing 13 tons was driven onto the treated area and no rutting occurred (see Photograph 4). 50mm of Type 1 material was then vibrated into the surface. In order to increase the factor of safety in consideration of the heavy construction traffic still to be carried by the road, lean concrete was then laid as a sub-base.

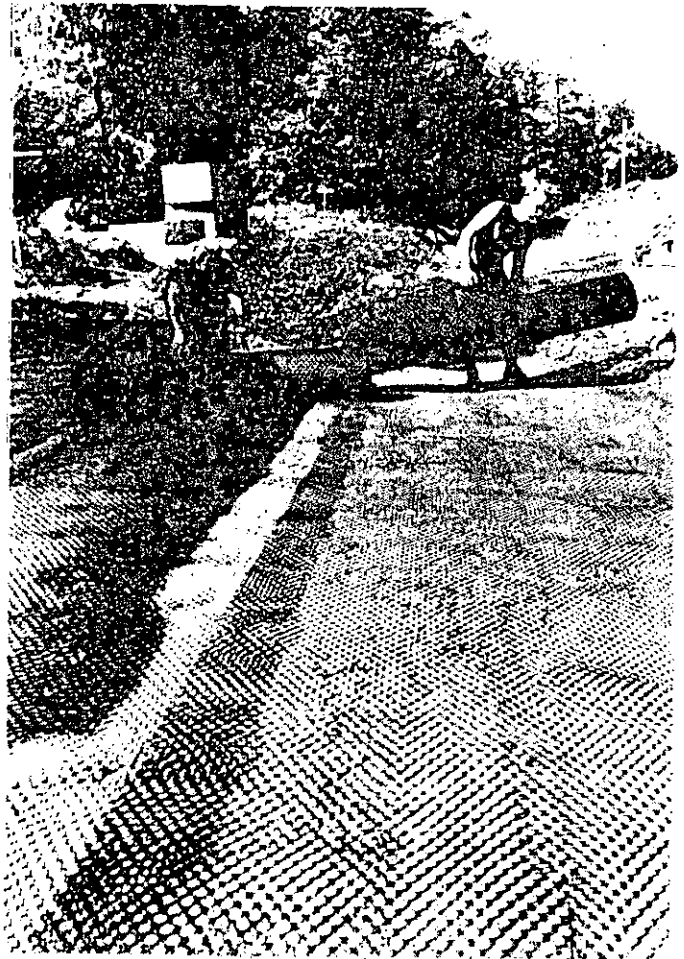
The final specification was as follows:

Surfacing	:	55mm DBM surface dressed
Road-base	:	175mm lean concrete
Sub-base	:	200mm crusher-run on Netlon CE131

Without Netlon the sub-base thickness would have been increased to 500mm minimum. Following the success of the trial section, and mindful of the cost savings achieved, it was decided that Netlon would be employed in the construction of two large car parks at the same site.



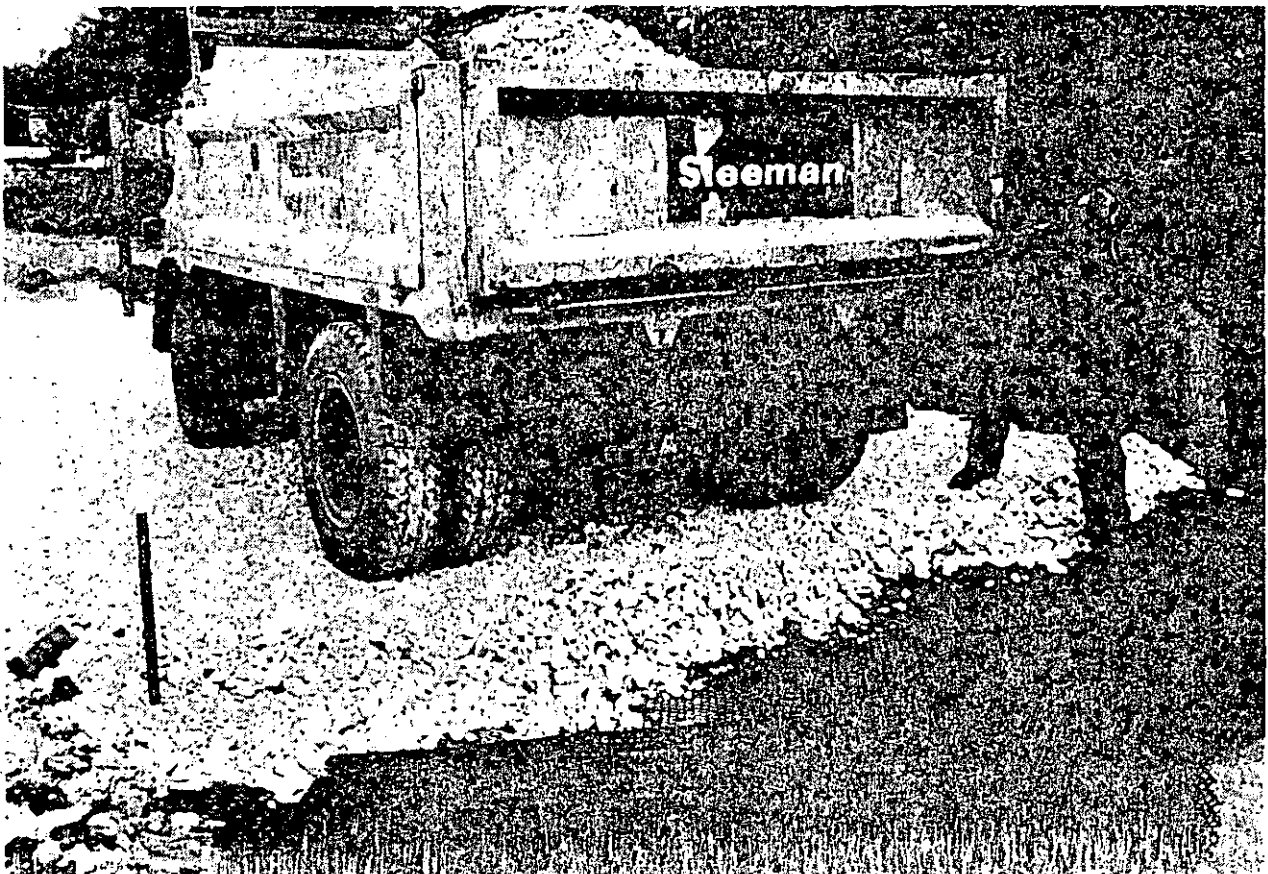
Photograph 1



74

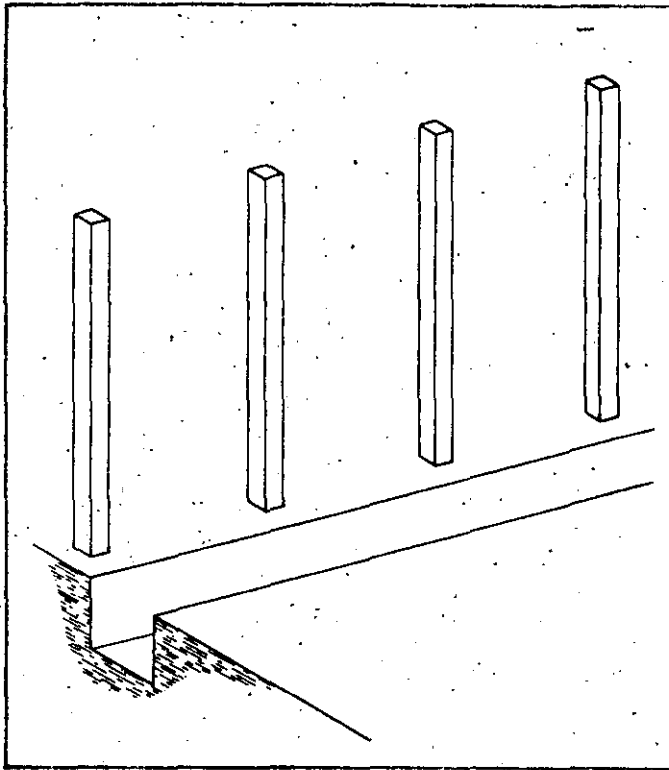


Photograph 3

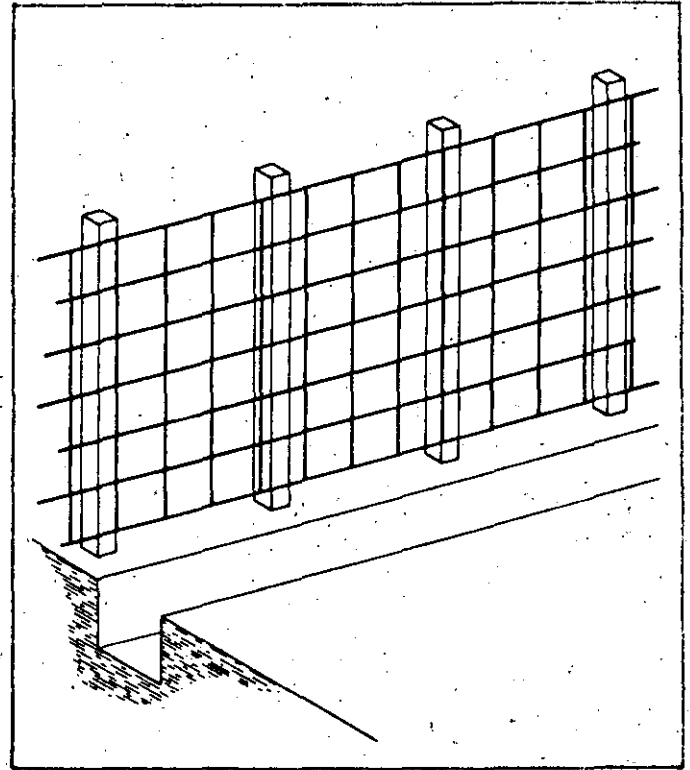


# Construcción de Protecciones contra el Azolvamiento, Utilizando TYPAR®, Membrana Filtrante.

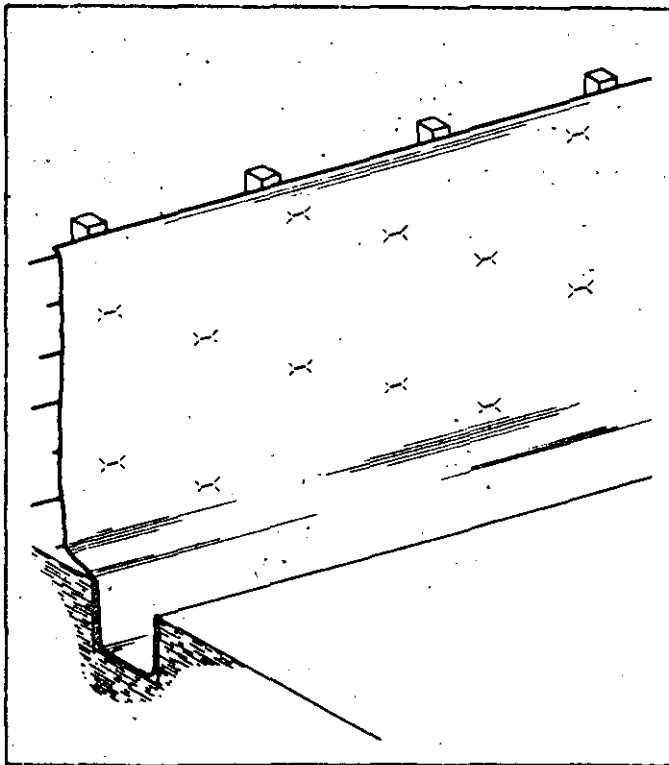
75



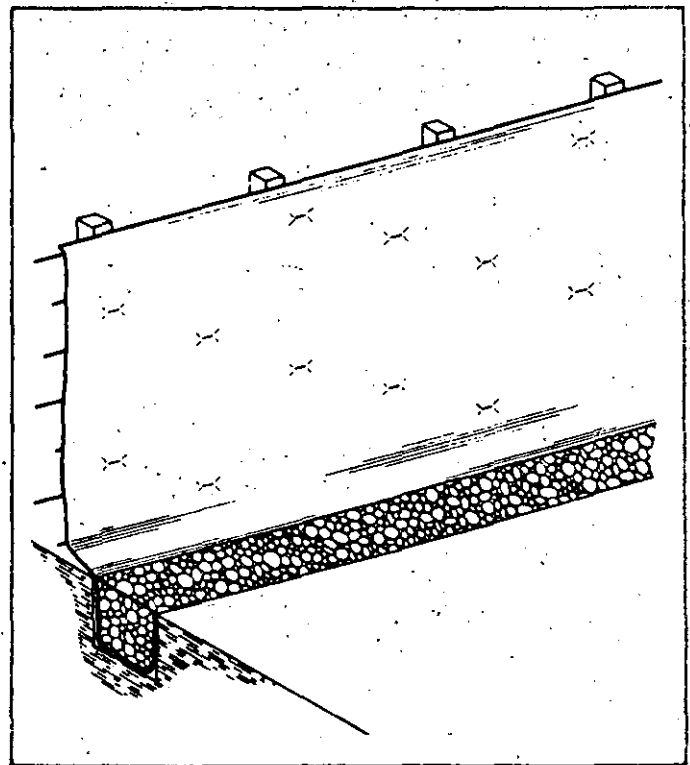
1. Se instalan postes de soporte y se cava una zanja de 15 cms., para reducir la velocidad del agua corriente y evitar arrastre de sedimentos.



2. Se construye un armazón de malla de alambre o de tablas de madera, que servirá de tablero para sostener la membrana



3. Posteriormente, se coloca una tira de TYPAR de 0.90 - 1.20 m. de ancho sobre el armazón, utilizando grapas o alambres para fijarlo. Deje 30-45 cms. adicionales de TYPAR para revestir la zanja de 15 cms.



4. Por último, rellene la zanja con piedras para completar el sistema de anclaje. La membrana tiene una duración de varios meses estando expuesta al sol. En áreas sombreadas durará mucho más.



Si se buscan soluciones prácticas a los problemas de Erosión de Suelos y Azolvamiento, entonces el desarrollo de una membrana filtrante de Du Pont TYPAR para las estructuras de protección TYPAR simplifica la construcción, proporciona mayor flexibilidad de diseño, contribuye a la mayor duración de la estructura y representa solo una pequeña parte del costo de construcción. Los beneficios económicos de los puntos anteriores son obvios, especialmente donde los materiales convencionales son escasos y deben ser transportados grandes distancias.

Los hechos aquí consignados en forma de información no constituyen un contrato ni representan una oferta de inversión. Se ofrecen sin costo y como información general. No se garantiza exactitud en el tiempo y se prohíben relaciones financieras en cualquier forma de garantía, préstamo, inversión, condonación, etc. Los riesgos de cualquier proyecto personal, profesional o empresarial, en cualquier forma, son responsabilidad del participante.

Además, los derechos de propiedad intelectual de los productos de Du Pont TYPAR no se otorgan a los participantes de este programa. Solo se otorgan los derechos de propiedad intelectual de Du Pont TYPAR.

**DU PONT, S.A. de C.V.**  
**DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS**  
 Homero No. 206 - 9o. Piso  
 Tel: 250-90-33  
 México 5, D.F.  
 TELEX DU PONT MEX 017-71-910  
 MEXICO



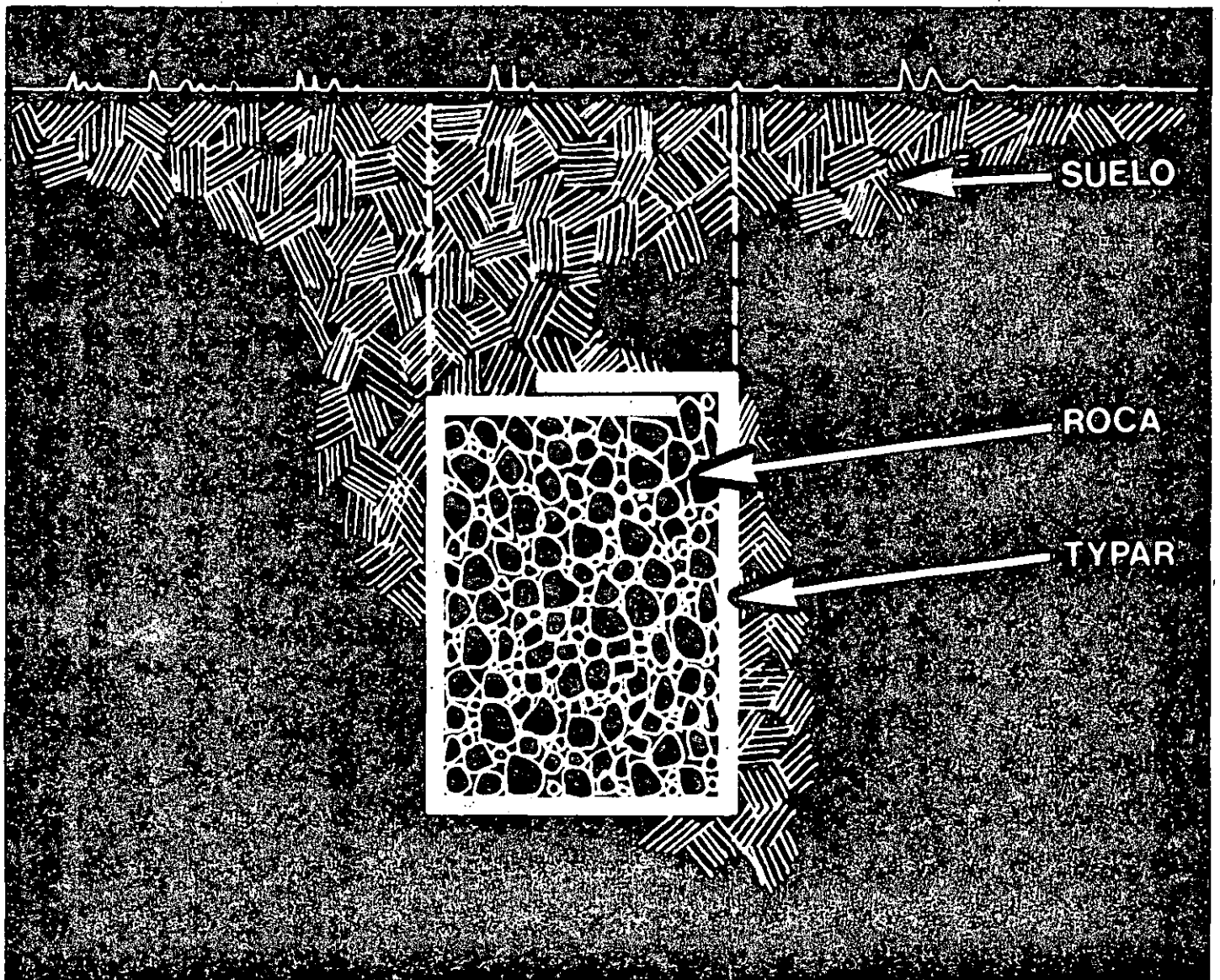
**TYPAR®**

membrana filtrante

# Un método más simple para la construcción de drenajes subterráneos

77

Razones para emplear la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, como sustituto de filtros de arena y de agregados graduados.



# TYPAR trabaja como un filtro de arena y agregados, a menor costo.

Los ingenieros que valúan la importancia de los costos, están empleando la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, en la construcción de sistemas de drenaje más económicos.

TYPAR es una lámina filtrante, no tejida, muy resistente y tenaz, fabricada 100 % de polipropileno, con filamentos continuos, orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la hoja, y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR no se descompone, resiste el moho, los insectos y los agentes químicos comunes.

TYPAR no se encoge, ni crece, ni deshila, y es muy resistente a la perforación y al rasgado. **78**

Tradicionalmente, los drenajes subterráneos se han diseñado usando una combinación de arena, piedra y en algunos casos, tubos perforados. (Fig. 1)

Los sistemas de filtración convencionales son efectivos para retener partículas que pueden ocluir el sistema, pero son complicados y a menudo muy caros. La arena y la piedra son difíciles de colocar y en ocasiones, deben ser transportadas a considerables distancias.

TYPAR se usa como filtro en drenajes subterráneos, porque 1) permite el paso del agua, reteniendo la mayor parte de sólidos con tamaño mayor a 150 micrones 2) simplifica la construcción y 3) es estructuralmente estable. El uso de TYPAR como filtro (Figs. 2 y 3), elimina la mayoría

de las desventajas de los sistemas convencionales, ofreciendo en cambio la ventaja de la larga duración de la envoltura filtrante.

Las paredes de la zanja se pueden construir con la verticalidad que la estabilidad del suelo permita. (Foto 1)

Debido a que todo el trabajo se efectúa desde el nivel del suelo, se elimina el tablaestacado. Es ideal el uso de TYPAR como filtro en una gran variedad de suelos con menor permeabilidad que la de la membrana.

Estos tipos de suelos son:

- Arcillosos, de alta plasticidad.
- Arcillosos, de baja plasticidad.
- Limos, de plasticidad media.
- Gravas arcillosas, plásticas.
- Arenas arcillosas, plásticas.
- Arcillas orgánicas, plásticas.
- Turba y fango.

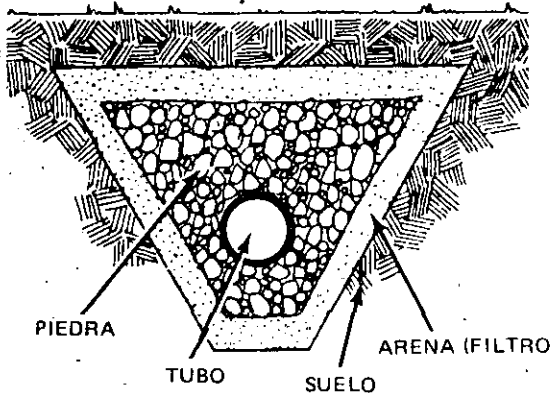


FIGURA 1

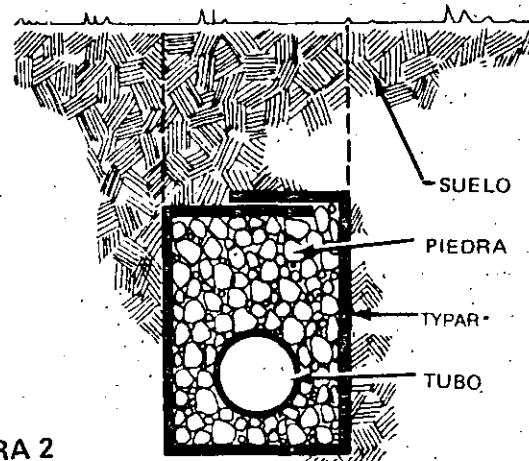


FIGURA 2

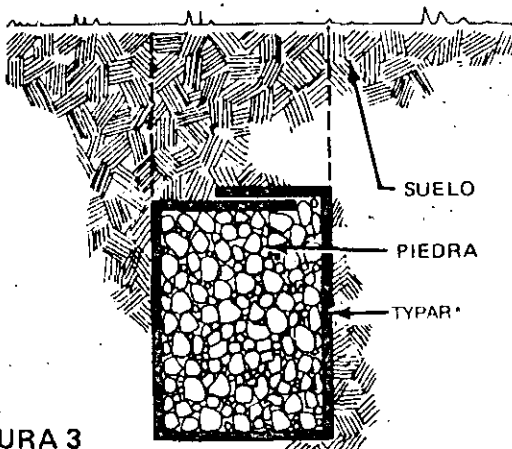


FIGURA 3

FIGURA 1  
SISTEMA DE SUBDRENAJE CONVENCIONAL,  
CON TUBO PERFORADO

FIGURA 2  
SUBDREN CON TYPAR Y TUBO PERFORADO.

FIGURA 3

SUBDREN CON TYPAR SIN TUBO PERFORADO



## CONSTRUCCION DE UN DRENAJE.

Se emplean tres componentes en la construcción de drenajes en los suelos antes descritos:

**TYPAR** - De la longitud y ancho as conveniente para el trabajo.

● **PIEDRA** - Con TYPAR como filtro, se pueden reemplazar los tubos perforados, con agregados gruesos y altamente permeables, en drenajes con moderada o baja descarga. En drenajes con alta descarga donde se utilicen tubos perforados, la piedra no debe contener partículas finas.

● **TUBO** - La selección del tipo de tubo depende de los requerimientos del uso y de aspectos económicos. Tubos de cemento, acero galvanizado o plástico, se pueden combinar con TYPAR.

### INSTALACION.

Si el ancho de TYPAR es suficiente

para envolver completamente la piedra, el canal puede cubrirse longitudinalmente (Foto 2).

El agregado se descarga hasta cierta profundidad, para posteriormente colocar el tubo (Foto 3), después de lo cual se descarga el resto del agregado (Foto 4); entonces se dobla la pestaña de TYPAR sobre la piedra, cuidando que el traslape de las láminas sea al menos 30 cms. Finalmente, se cierra la instalación.

Cuando las dimensiones del sistema son demasiado grandes para colocar longitudinalmente la membrana, ésta se tiende perpendicularmente al canal y a lo largo de toda la instalación, cuidando que el traslape sea de unos 30 cms.. Este método se prefiere en canales profundos, para que la operación de tendido del TYPAR no se adelante demasiado a la de cierre del canal.

En el remoto caso que el TYPAR se rasgara durante la operación, colóquese un parche del mismo material sobre el orificio. El parche debe ser aproximadamente 30 cms. más grande que el orificio.

### DIMENSIONES DEL TYPAR

TYPAR se surte normalmente en dos anchos: 3.84 y 5.00 m. y en dos tamaños de rollo: 91.4, y 274.3 m. Los rollos de 91.4m pueden ser cargados fácilmente por dos hombres.

### RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO.

No obstante que TYPAR no es degradado por los agentes químicos normalmente encontrados en un sistema de drenaje, se debe evitar exponerlo prolongadamente a la luz directa del sol. Para mejores resultados debe conservarse en su envoltura hasta el momento de usarse.



FOTO 2

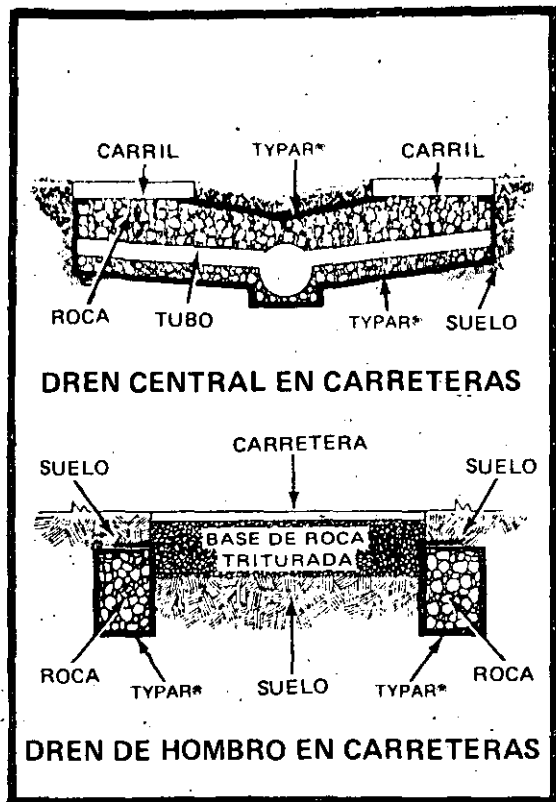


FOTO 3



FOTO 4

- FOTO 1 Zanja con paredes verticales  
FOTO 2 Colocación del TYPAR  
FOTO 3 Tubo y roca colocados  
FOTO 4 Subdren a punto de cubrirse



Los hechos aquí consignados así como las recomendaciones que se hacen, están basados en nuestra propia investigación y la de otras personas. Se ofrecen sin costo y se consideran exactas. No se garantiza su exactitud; sin embargo, y los productos mencionados se distribuyen asimismo sin garantía expresa o implícita condicionados a que los receptores hagan sus propias pruebas para determinar la adecuación de tales productos para sus fines particulares.

Asimismo, las declaraciones relativas a los posibles usos de nuestro producto no llevan la intención de recomendarlo para ser usado infringiendo alguna patente propiedad de Du Pont o de otros.

**TYPAR, MEMBRANA 100 % POLIPROPILENO PARA LA INGENIERIA CIVIL**

**80**

**PROPIEDADES FISICAS - ESTILO 3401**

**APLICACIONES COMO SOPORTE DE CAMINOS, ESTABILIZADOR DE SUELOS Y TEJIDO FILTRANTE**

Peso	134 gms/m <sup>2</sup> (4.0 oz./yd. <sup>2</sup> )	ASTM D1910
Espesor	40 milésimas (15 mils)	ASTM D1777
Resistencia Tensil	59 Kgs (130 lbs)	ASTM D1682
Estiramiento hasta falla	62 %	ASTM D1682
Rotura trapezoidal	32 Kgs (70 lbs)	ASTM D2263
Falla de Mullen	12 Kg/cm <sup>2</sup> (170 psi)	ASTM D774-46
Peso específico	0.95	
Abertura equivalente		
EOS	Malla 70 a 100 (U.S. Std)	ASTM D422
Flujo	9370 lts/m <sup>2</sup> /min con 25 cms. de tirante de agua (230 gal/ft /min con 10 plgs. tirante agua)	EURM-100*
Coef. de Permeabilidad de Agua (K)	2 X 10 <sup>-2</sup> cm/seg	EURM-100*
Módulo	545 Kgs. (1200 lbs)	ASTM D1682
<b>Resistencia Deformante</b>		

Elongación %	Carga		Deformación	
	Kgs/cm	(lbs/plg)	Kgs/cm, gm/m (lbs/plg/oz./yd.)	
5	4	(22.8)	0.043	(5.7) 0.0
10	5	(29.2)	0.055	(7.3) 1.2
15	6	(32.4)	0.061	(8.1) 1.9

Encogimiento		
132 C	(270 F)	1 %
149 C	(300 F)	3 %
171 C	(340 F)	Se funde

**Descripción Idónea:** Estructura laminada compuesta totalmente de filamentos isotácticos ininterrumpidos de polipropileno, orientados y unidos por calor generalmente en los puntos de cruce, con peso de 134 ± 18 gms/m (4. ± 0.5 oz./yd).

\* Procedimiento de prueba de E.J. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)

Para mayor información sobre el uso de TYPAR\* en subdrenajes, póngase en contacto con nosotros.

Du Pont, S.A. de C.V.  
Departamento de Explosivos  
Homero 206 - 9o. Piso  
México 5, D.F.  
Tel. 250-90-33  
México

TELEX DU PONT MEX 017-71-310



MARCA REGISTRADA

**TYPAR**

# SOLUCIONES

81

LOS PROBLEMAS DE  
EROSIÓN DE SUELOS  
Y AZOLVAMIENTO

con

**TYPAR®**

membrana filtrante

Las instalaciones de Control de Erosión quedan comprendidas dentro de dos grandes clasificaciones: (1) Estructuras para la protección de costas y (2) Estructuras terrestres.

Existen tres tipos de estructuras para la protección de costas:

## 1. REVESTIMIENTOS.

- ENROCAMIENTOS
- GAVIONES.
- LOZAS DE CONCRETO, MALLAS Y CUBIERTAS.
- COSTALERAS DE CONCRETO O DE ARENA.

## 2. MUROS DE CONTENCIÓN

- PILOTES DE ACERO O DE MADERA.
- HUACALES DE MADERA CON RELLENO DE PIEDRA.
- PILOTES DE MADERA Y MALLA DE ALAMBRE. RELLENOS DE PIEDRA.
- MUROS DE SACOS DE ARENA.

## 3. DISPOSITIVOS PARA GANAR TIERRA AL MAR.

- ARISTAS DE CHOQUE.
- ROMPEGLAS, ESPOLONÉS.

La función básica de las estructuras protectoras de costas, es la de minimizar la erosión del suelo inducida por la acción del oleaje y de las corrientes a lo largo de la costa, que son provocadas por tormentas o por inundaciones, así como absorber y disipar las fuerzas inducidas por el agua.

Generalmente, las estructuras protectoras de costas tienen un alto costo de instalación, pero son necesarias para conservar y proteger terrenos costeros de gran valor económico.

Las estructuras terrestres incluyen diferentes revestimientos y tipos de contención, así como instalaciones temporales, como los muros contra azolvamiento y las barreras de maleza.

## ¿Por qué usar membranas filtrantes?

En las instalaciones contra la erosión de suelos, el usar membranas filtrantes ofrece grandes ventajas estructurales, ya que:

- Simplifican la construcción.
- Proporcionan mayor flexibilidad de diseño.
- Contribuyen grandemente a la mayor duración de la estructura.

Las importantes implicaciones económicas de tales ventajas, han contribuido a su rápida aceptación mundial.

Además, las membranas filtrantes:

- Son fáciles de instalar.
- Efectivamente retienen las partículas finas, minimizando el deslave y arrastre del suelo protegido.
- Permiten que el agua fluya a través de ellas, liberando la presión hidrostática.

## ¿Por qué usar la membrana filtrante TYPAR®, de Du Pont?

La membrana filtrante TYPAR® es una solución práctica y económica a problemas de erosión de suelos, ya que:

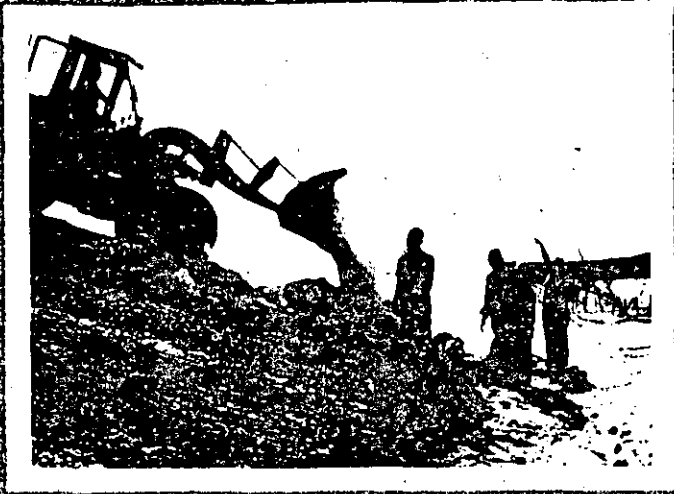
- TYPAR® posee la combinación adecuada de resistencia mecánica, resistencia química, abertura y permeabilidad.
- TYPAR® conserva sus propiedades estando seco o mojado.

Adicionalmente, TYPAR® es una membrana 100 % polipropileno, muy resistente y tenaz, no tejida con filamentos continuos orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la lámina y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR® no se descompone ni le afectan los insectos ni los agentes químicos normalmente encontrados.

TYPAR® es muy resistente a la perforación, rasgado, deshilado, encogimiento y elongación.

# Uso de TYPAR®, Membrana Filtrante, en Instalaciones de Control de Erosión de Suelos



**1. ENDOCAMIENTOS:** Se emplea TYPAR® debajo de la coque para prevenir la erosión del suelo. Se coloca un conchón de arena sobre la membrana, para protegerla durante la descarga de la coque.



**2. MUROS DE CONTENCION:** Después de que el suelo sea nivelado con material TYPAR®, se evita el deslave con la coque que se acumula detrás del muro.



**3. GAVIONES:** Se coloca la membrana detrás del muro de gavión para impedir la erosión del suelo y proporcionar la protección adecuada tras del muro.



**4. TYPAR®:** Colocado en un conchón de arena, en caso de erosión, el conchón de arena se convierte en un filtro que evita el deslave.

## Recomendaciones para la Instalación de TYPAR® en el Control de la Erosión de Suelos.

- o Generalmente, un trasape de 60-80 cms. es suficiente, pero en el caso de estructuras pesadas, como gaviones, no basta, es necesario trasapar de 120-150 cms. Se pueden utilizar bloques o rocas para fijar la membrana durante la construcción.
- o No deben darse vacíos entre el TYPAR®, el suelo y las estructuras de protección, ya que el objetivo de la membrana es minimizar el movimiento del suelo. Manténgase la membrana en contacto con la base.
- o Antes de descargar materiales pesados, se debe proteger la superficie de la membrana con un conchón de 10-15 cms. de arena, grava o tierra. Una vez hecho lo anterior, se deposita el material pesado, comenzando con la parte inferior del conchón y continuando hacia la parte superior.

- o No se debe exponer al TYPAR® a un impacto de las rocas, especialmente en el borde superior o inferior de un talud. Si se expone directamente la membrana, ésta puede desgarrarse y la estructura no podrá tener éxito.
- o Siempre que sea posible, se deberá proteger la base del talud para minimizar el trasape de la vida por debajo por deslizamiento. Sobre el talud, la TYPAR® debe cubrir el superior del talud y fijarse en una parte de la membrana que debe estar siempre en contacto con el talud, que se va desmenuzando sobre el conchón.
- o En taludes con fallas y hundimientos, se requerirá un anclaje adicional que se extienda por la corriente se meta dentro de la membrana y se desplace, removiendo la roca fuera de su lugar.

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS  
VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1984 EN COLIMA, COL.

---

M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO  
JEFE DE LA OFICINA DE GEOTECNIA  
DE LA DIRECCION GRAL. DE CONSER-  
VACION DE OBRAS PUBLICAS S.C.T  
INSURGENTES SUR No. 664-9o. PISO  
TEL. 687-59-80

ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL  
JEFE DEL DEPTO. DE ESTUDIOS GEOTERMICOS  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS TECNICOS  
S.C.T  
XOLA Y AV. UNIVERSIDAD  
TEL. 530-46-77

# EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

1

**CURSO:** GETECNIA PLICADA A LAS VIAS TERRESTRES.

**FECHA:** 5 AL 9 DE NOVIEMBRE  
COLIMA, COL.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIO VISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES.(COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
<b>CONFERENCISTA</b>						
1.	M.EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO					
2.	ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL					
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
<b>ESCALA DE EVALUACION : 1 a 10</b>						



## EVALUACION DEL CURSO

③

CONCEPTO		EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10



1. ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE	AGRADABLE	DESAGRADABLE

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR ANUNCIO TITULADO DE VISION DE EDUCACION CONTINUA	PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DE VISION DE EDUCACION CONTINUA	FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL	RADIO UNIVERSIDAD	COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS	FOLLETO ANUAL	CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY"	GACETA UNAM

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR	METRO	OTRO MEDIO

4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

---



---



---

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI	NO

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

---



---

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIERCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 a 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

---

10. Otras sugerencias:

---



---



---



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE , COLIMA, COLIMA

INTALACIONES TIPO PARA INSTALAR  
GEOTEXTILES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TEMAS GENERALES DEL CURSO GEOTECNIA APLI-  
CADA A LAS VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE  
NOVIEMBRE EN COLIMA, COL.

- INTRODUCCION
- SUBDRENAJE
- ESTABILIDAD DE TALUDES
- TERRACERIAS EN TERRENOS BLANDOS
- COMPACTACION
- BANCOS DE MATERIALES
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- MESA REDONDA



- 1.4 Doblada en la forma indicada, se llevará la tira hasta el lugar donde se iniciará la construcción del terraplén y se colocará centrada en ángulo recto con respecto al eje del trazo. Fijando el principio de la tira sobre terreno firme, se extenderá una cuarta parte de ella (hasta donde aparezca la primera costura) y se descargará sobre la misma el material que formará la plantilla de trabajo, cuidando de extender éste desde el centro hacia los lados. El resto de la tira que aún no ha sido desdoblada, en posición más o menos vertical quedará como punta de avance.
  - 1.5 Continúese desdoblando la tira hasta que sólo quede al descubierto el último tramo del geotextil que se cosió.
  - 1.6 Repitáanse los puntos 1.1, 1.2 y 1.3 y llévase la nueva tira formada hasta el sitio de trabajo, donde se coserá al borde de la lámina que quedó al descubierto, y continúese colocando el geotextil conforme a lo indicado en los puntos 1.4 y 1.5.
2. La parte inferior del terraplén (plantilla de trabajo), se construirá a volteo siguiendo el procedimiento conocido como "punta de flecha" hasta abarcar todo el ancho de la sección, con material procedente de las dunas ubicadas en la zona cercana; El material deberá bandearse con 7 pasadas de tractor D-6, ó similar, extendiéndolo simétricamente desde el centro hacia los lados. El tránsito de camiones sobre la plantilla en construcción, se permitirá hasta que ésta última haya sido bandeada.

Durante el proceso constructivo, en general se presentarán asentamientos y deformaciones, por lo que el material que se deposite en la - plantilla de trabajo se deberá acomodar, redistribuir y renivelar - constantemente hasta que la plantilla quede a la cota ordenada por el proyecto (aproximadamente 0.60 m. arriba del tirante de agua).

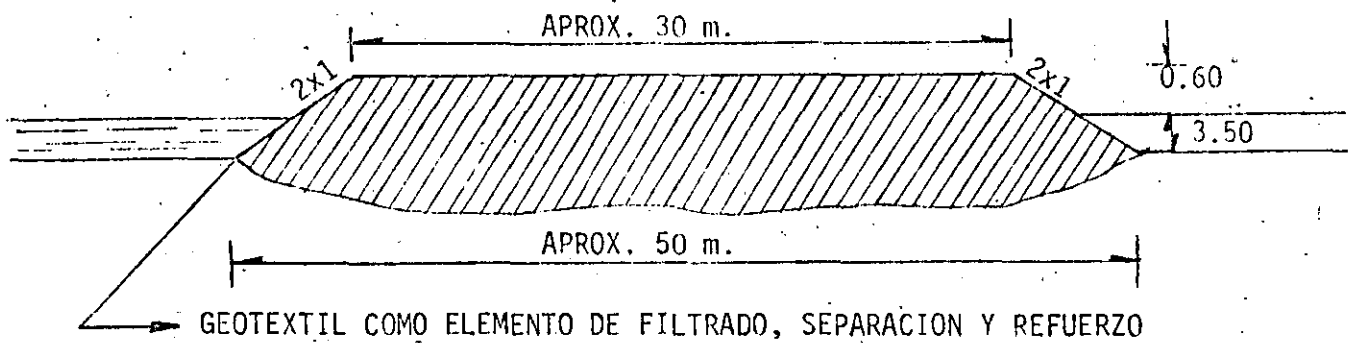


FIG. 2

3. A continuación, se procederá a la construcción de las bermas indicadas en el proyecto (con un ancho de 10.00 m. y talud de 4:1) hasta la altura de la plantilla de trabajo, con material de los bancos a ambos lados de la plantilla de trabajo, aplicándose un tratamiento de bandeado con 8 pasadas de tractor D-6 ó similar.
4. En este paso, se construirá el cuerpo del terraplén y simultáneamente se terminará la construcción de las bermas hasta su nivel de proyecto. Para la terminación de las bermas se seguirá empleando material de las dunas de arena antes indicadas. En la construcción del cuerpo del terraplén se utilizará material procedente de los bancos cercanos aprobados para tal fin, compactándolo por capas al 95%.

## CORTE D - D'

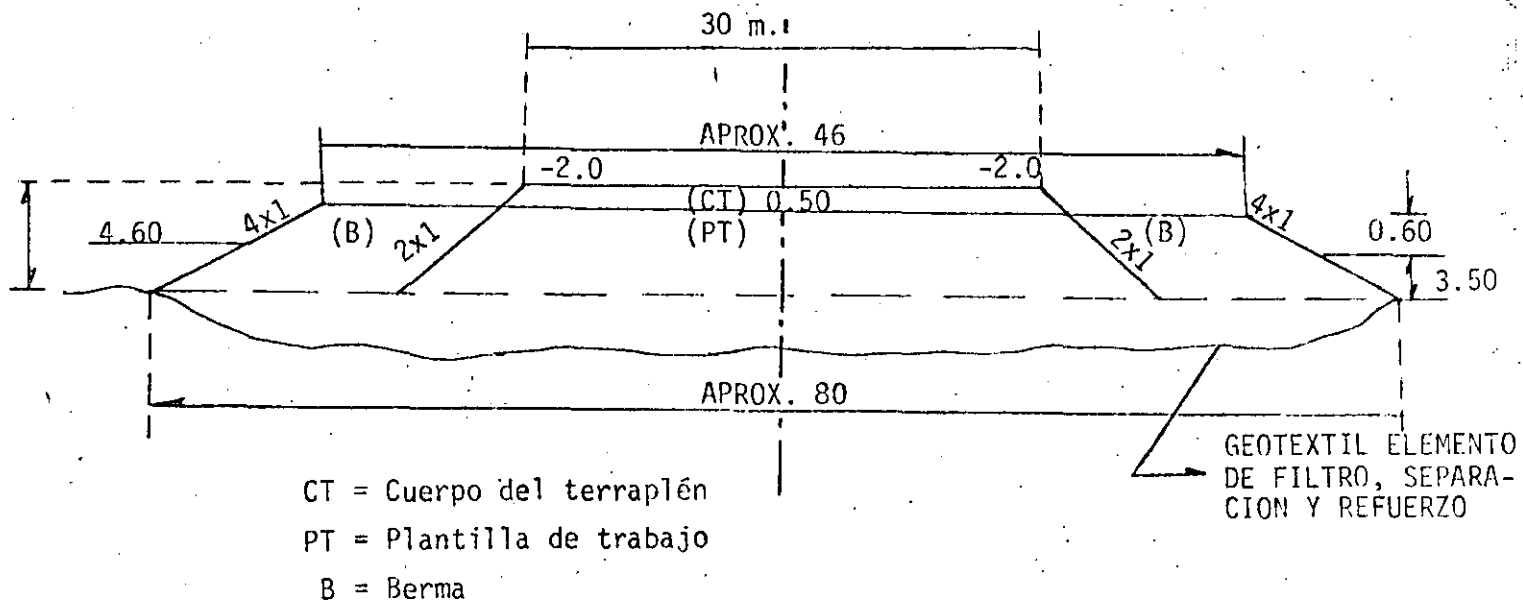
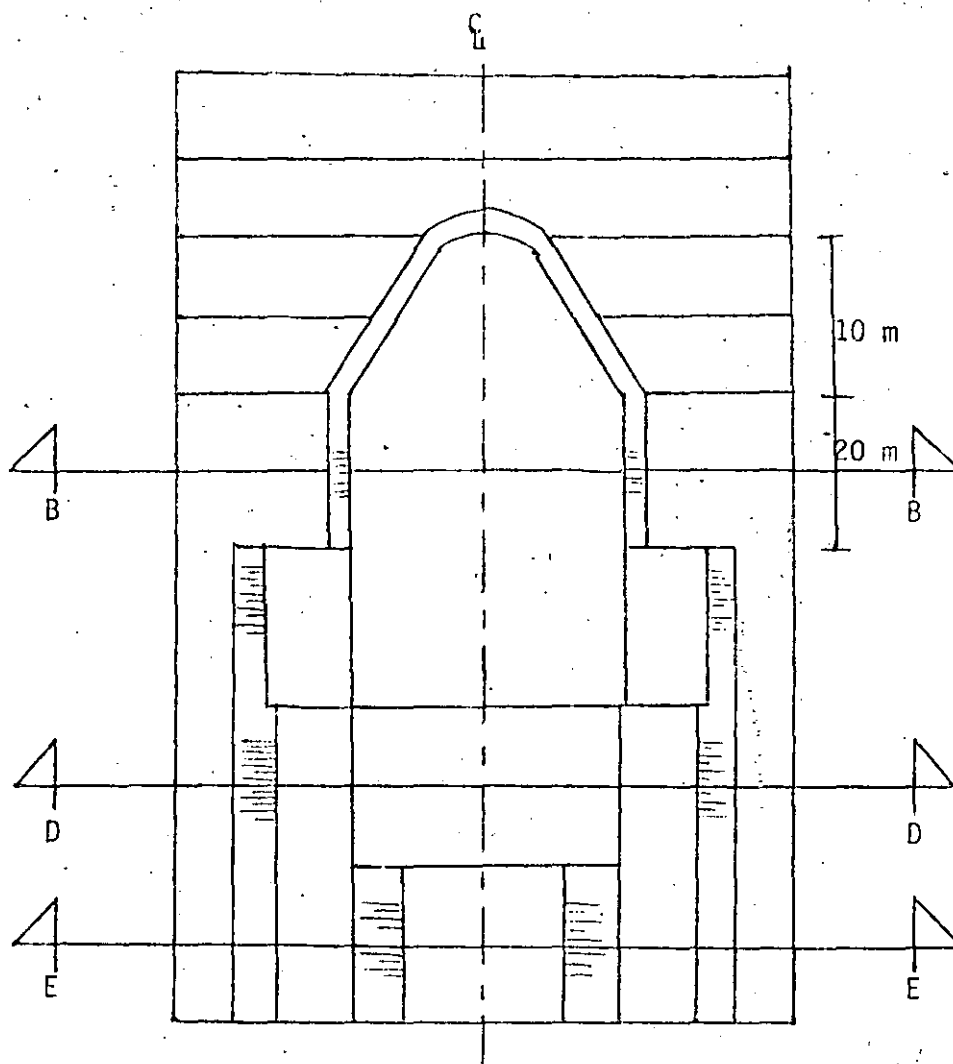


FIG. 3.







ETAPAS DE AVANCE

FIG. 5

6. Terminada la construcción del terraplén y corregidos los asentamientos y deformaciones observados, cuando el Ingeniero de Proyecto lo estime conveniente, se procederá a escarificar y remover el material de la precarga hasta el nivel de la sub-rasante a la cota especificada en el proyecto. El material escarificado se volteará sobre las bermas, extendiéndose en éstas con pendiente del 3% y conforme a las instrucciones del Ingeniero.

7. Posteriormente, los 30 cm. correspondientes a la capa subrasante se escarificarán para darle al material una compactación de 100%.

El Contratista encargado de la construcción de las obras, deberá ajustarse al ritmo y frentes de trabajo que le fije el Ingeniero.

#### OBRAS DE DRENAJE.

El Ingeniero ordenará la construcción de las obras de drenaje, posteriormente a la construcción de las terracerías, cuando éstas hayan alcanzado el 80% del asentamiento previsto y tomando en cuenta su comportamiento observado.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO "GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

INTRODUCCION A LOS GEOTEXILES Y SUS  
APLICACIONES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.

## INTRODUCCION A LOS GEOTEXTILES Y SUS APLICACIONES

El presente documento tiene por objeto definir el término GEOTEXTIL, enumerar los tipos que se conocen a la fecha y describir algunas de sus aplicaciones. Con el término geotextil definimos a las telas que se usan en la Geotecnia, existen diferentes tipos de geotextiles de acuerdo a su fabricación y al tipo de fibras que lo constituyen.

### TIPOS DE GEOTEXTILES

De acuerdo a su fabricación existen tres tipos distintos que son:

- a) Materiales entrelazados.- Son los que todo el mundo conoce y consisten en dos series de hilos y/o fibras y/o cables, generalmente entrelazados en forma perpendicular o poligonal constituyendo una verdadera malla.
- b) Materiales que constituyen una verdadera tela, también muy usados y son aquellos que están constituidos por fibras unidas mediante un verdadero tejido de punto.
- c) Materiales no tejidos. Consisten en fibras que se colocan al azar - estos tipos de geotextiles no son muy conocidos por lo que merecen la explicación que se da a continuación:

La etapa inicial de su fabricación consiste en colocar en la zona que se quiera reforzar, las fibras al azar formando una tela heterogénea sin resistencia; en una segunda etapa la resistencia de la tela se obtiene por alguno de los procedimientos de unión química, térmica o mecánica que se indica a continuación.

**UNION QUIMICA.** Se le agrega una sustancia química a las fibras para unir las y formar la tela.

UNION TERMICA. Con las fibras colocadas al azar son calentadas y comprimidas, lo que causa su fundición parcial y que se adhieran entre si.

UNION MECANICA. Por traslape y cosido de geotextiles de menor tamaño.

Los geotextiles no tejidos son relativamente gruesos ( de 2 a 5mm de espesor) mientras que los otros son más delgados (0.5 a 1mm).

En resumen un geotextil se puede obtener por la combinación de dos o más tipos de fabricación.

POLIMEROS. Los geotextiles difieren de los polímeros porque estos pasan a formar las fibras de los geotextiles entre los polimeros más empleados se cuentan el poliester, polipropileno, el polietileno, etc.

Con respecto al intemperismo químico y biológico propiciado por el terreno natural, se pueden esperar decenas de años en la vida util de los mismos en un ambiente normal. Pero en medios donde se encuentran combustibles como el diesel, ácidos altamente concentrados o las aguas alcalinas pueden tener un envejecimiento prematuro; por otra parte todos los polímeros son afectados por la luz, por lo que en su fabricación y colocación es necesario evitar su exposición a los rayos solares; sobre todo a tiempos de exposición muy largos de luz ultravioleta. En algunos casos el geotextil estará permanentemente expuesto a la luz, por lo que debe protegerse.

#### APLICACIONES DE LOS GEOTEXTILES

En la práctica un geotextil puede tener una o varias aplicaciones; en este

artículo se describen algunas aplicaciones y se da un ejemplo en cada caso.

1.- Dren.- La tela geotextil se coloca en un suelo de baja permeabilidad, a través del cual fluye lentamente el agua; la función del geotextil será la de captar el agua y trasladarla al exterior.

Ejemplo: Un dren chimenea en el talud de aguas abajo del corazón impermeable de una presa de materiales graduados. Fig. 1.a

2.- Membrana impermeable.- La tela geotextil se impregna de un material aislante, en este caso a diferencia de los demás se tiene un geotextil modificado. El material aislante puede ser asfalto o el plástico su función, es detener los líquidos y gases.

Ejemplo: Recubrimiento de un canal ( Fig. 1.b. )

3.- Subdrenes de zanja.- La tela geotextil forma parte del subdren y a manera de envoltura sirve para que capte y pase el agua a través de él, pero no permite que pase el suelo fino.

Dos circunstancias deben distinguirse:

• Se presenta un flujo laminar: como ejemplo se tiene un subdren de zanja. ( Fig 1.c )

• Flujo dinámico; como ejemplo se tiene la protección de un muelle en el que el geotextil se coloca entre el talud natural y el enrocamiento que forma el muelle. ( Fig. 1.d )

4.- Filtro.- La tela geotextil es colocada con el objeto de detener las partículas sólidas que contiene un fluido viscoso, dejando pasar solo el agua .

Ejemplo: Pozo de decantación ( Fig. 1.e.)

5.- Soporte o apoyo.- La tela geotextil se coloca entre una membrana impermeable y un material agrietado con el fin de prevenir que se reviente la membrana.

Ejemplo: El fondo de un canal viejo agrietado y que es revestido o pavimentado. ( Fig. 1. f )

6.- Separador de materiales.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tiendan a mezclarse e incrustarse entre otras cosas por los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas o por peso propio; su función es mantener separados estos materiales o suelos y minimizar la incrustación.

Un ejemplo es la colocación de la geotextil sobre el terreno natural que soporta el balasto de una vía de F.F.C.C. ( Fig. 1. g )

7.- Superficie de rodamiento: La tela geotextil se coloca sobre el terreno natural para suministrar una superficie de rodamiento plana y limpia para el tránsito.

Ejemplo: Helipuerto sobre el terreno natural. ( Fig. 1.h. )

8.- Malla de contención.- La tela geotextil se coloca sobre un talud de una masa de roca y/o suelo, con el fin de prevenir caídos.

Ejemplo: Malla colocada sobre un talud. ( Fig. 2.a )

9.- Membrana.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tienen diferentes resistencias; su función es la de retener los esfuerzos que le produzca una carga en la capa de mayor resistencia.

Ejemplo: Camino revestido para impedir que las llantas de un vehículo se hundan sobre la capa subrasante formada por material de mala calidad. ( Fig. 2. b )

10.- Anclaje.- La tela geotextil une a dos masas de suelo y roca las -  
cuales tienden a moverse.

Ejemplo: Los anclajes de un muro de retención. ( Fig. 2. c )

11.- Fijadora.- La tela geotextil se coloca sobre un suelo cuyas partícu-  
las tienen tendencia a moverse.

Ejemplo.- Prevención de la erosión de un talud ( Fig. 2. d )

12.- Refuerzo.- La tela geotextil se coloca en un suelo que no es capaz  
de tomar los esfuerzos de tensión, su función es absorber dichos -  
esfuerzos.

Ejemplo: Masa de suelo armada con capas multiples de geotextiles.  
( Fig. 2. e )

13.- Amortiguador.- La tela geotextil se coloca sobre una masa de suelo  
sometida a impactos y vibraciones, su función es reducir la inten-  
sidad de los impactos y vibraciones transmitidas a la masa de suelo.

Ejemplo: El uso de un geotextil entre los durmientes y el balasto.  
( Fig. 2 . f )

14.- Refuerzo para evitar agrietamientos superficiales.- La tela geotex-  
til se colocará entre dos capas que tienen una tendencia a reflejar  
las grietas ; su función será evitar que se transmita el agrietamien-  
to de la capa inferior a la superior. ( Fig. 2. g )

Ejemplo: Prevenir que se refleje el agrietamiento sobre la superfi-  
cie de rodamiento, de un pavimento.

15.- Ligadura.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que no  
deben tener movimientos, su función será incrementar su resistencia  
( adherencia y fricción ) entre esos materiales ( Fig. 2. h. )



16. Lubricante.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales los -  
que se deben desplazar entre si; su función es reducir su resistencia  
en la superficie de contacto ( adherencia y fricción )

Ejemplo: Una capa multiple de concreto, geotextil, geomembrana y - -  
pavimento para un recubrimiento de un canal donde se esperan movimien  
tos diferenciales. ( Fig. 2. i )

México,D.F. 23 de Octubre de 1984.

M. en I. Gabriel García Altamirano.

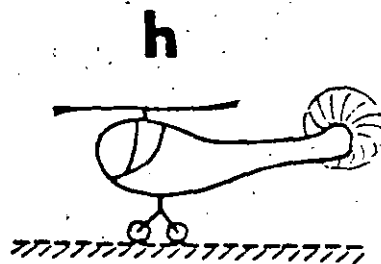
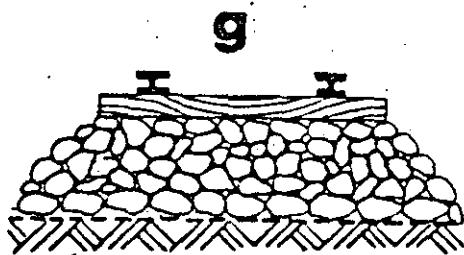
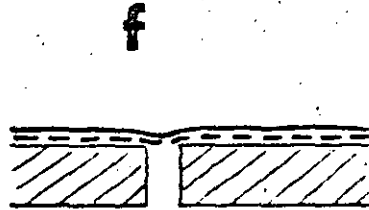
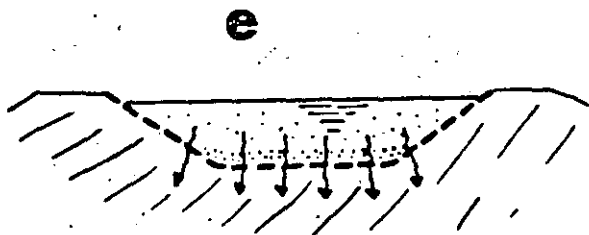
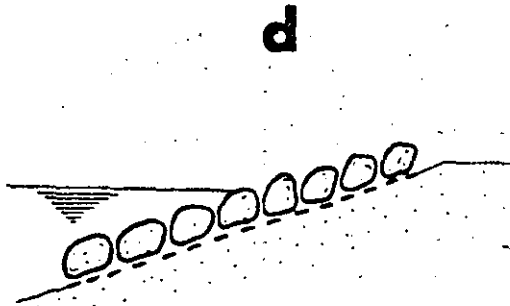
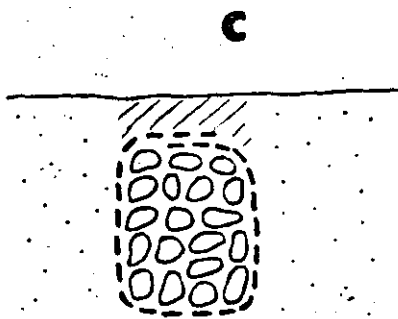
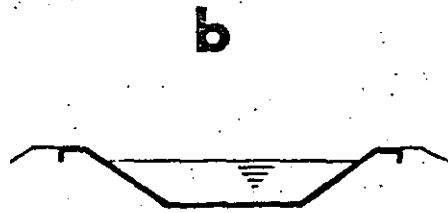
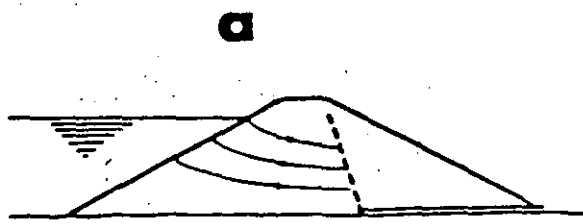


FIGURA No. 1.

8

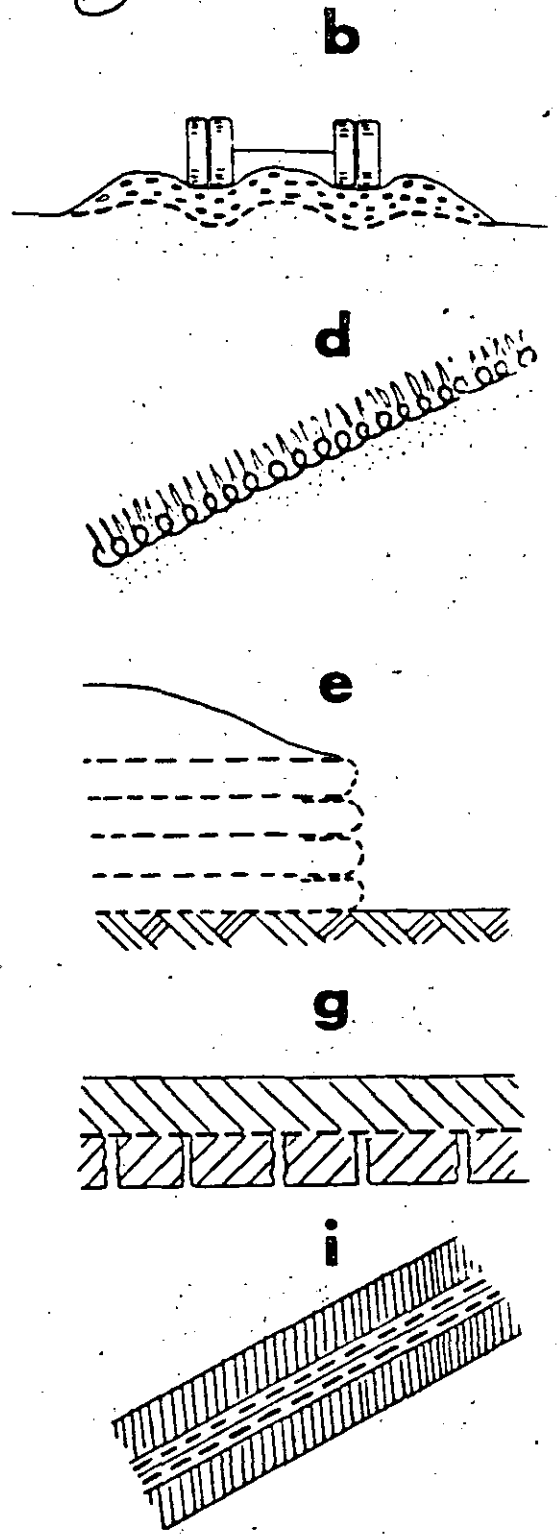
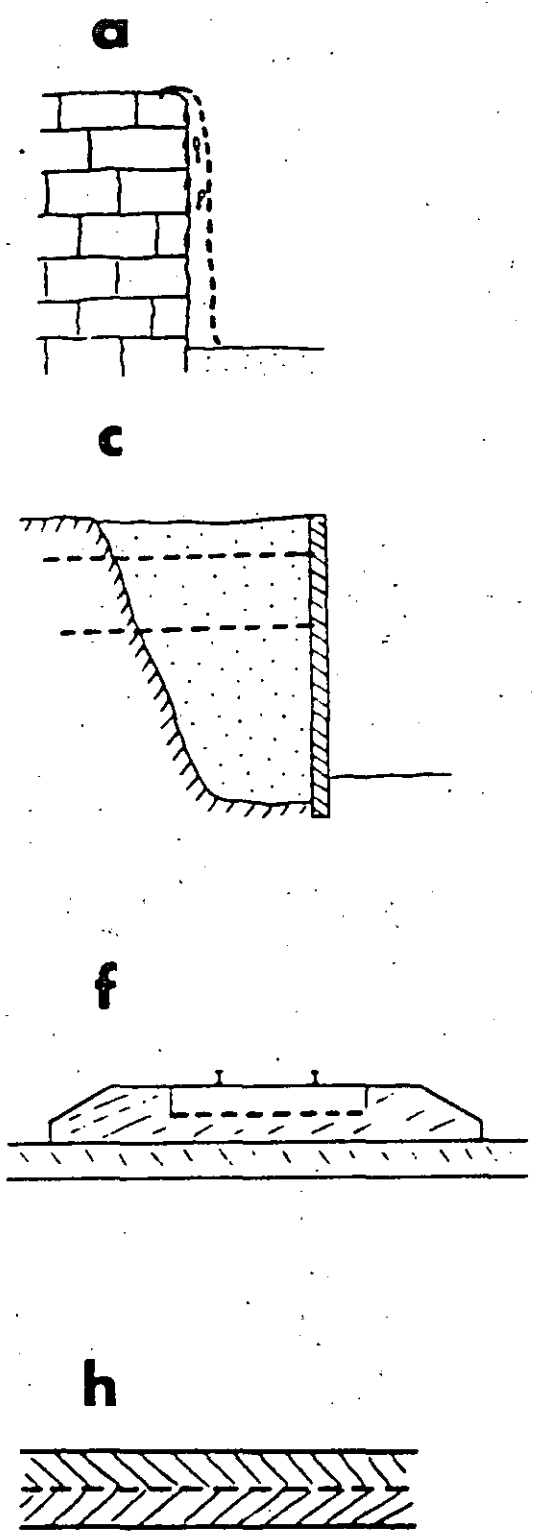


FIGURA No. 2



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

LA GEOTECNIA EN LOS PUERTOS INDUSTRIALES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984

## INTRODUCCION

El acelerado crecimiento alcanzado por nuestro país en los últimos años ha puesto de manifiesto la importancia del sistema portuario nacional en el desarrollo y consolidación de los sectores estratégicos de la economía. El transporte, el comercio, la pesca y la industria requieren de un sistema portuario integrado, moderno y eficientemente operado.

El programa de Puertos Industriales, iniciado en 1979 y actualmente en ejecución, tiene como objetivo principal fomentar el desarrollo económico y social mediante el establecimiento, en las áreas de cada puerto, de la industria pesada que el país requiere para su desarrollo futuro y de la industria mediana y pequeña que permitan la creación de nuevos empleos y la desconcentración de la actividad económica que tradicionalmente se ha asentado en el altiplano. En los sitios seleccionados para estos ambiciosos proyectos concurren factores favorables como la existencia de amplios recursos naturales y, en particular, energéticos. Dadas estas condiciones, está previsto que los puertos constituyen polos de atracción y de desarrollo regional.

La Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, atenta a los problemas prioritarios del país, ha seleccionado para la celebración de la XI Reunión Nacional en Veracruz, Ver., el análisis y discusión de los problemas de ingeniería geotécnica (cimentación de muelles, estabilidad de taludes de los canales de acceso) asociados al desarrollo de los puertos industriales. Con esta finalidad ha invitado a un grupo distinguido de sus miembros que han tenido participación en las diversas fases de estudios, proyecto y construcción, en los puertos de Altamira, Tamps., El Estión, Ver., Salina Cruz, Oax., Lázaro Cárdenas, Mich. y Dos Bocas, Tabasco.

Se espera que de la concurrencia y aportación de los ingenieros de suelos en este foro nacional se puedan definir aquellas áreas en las que se ha logrado avanzar y los problemas pendientes de solución y/o tratamiento.

Dada la magnitud de las inversiones asignadas y las expectativas que se han cifrado en los proyectos, se confía que los resultados de la reunión propician el avance tecnológico del país y de la profesión, y permitan la ejecución de los proyectos logrando importantes ahorros en sus costos y tiempo de ejecución.

2

# XI REUNION NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS

LA GEOTECA  
EN LOS PUERTOS  
INDUSTRIALES



VERACRUZ, VER. 17 AL 20 DE NOVIEMBRE DE 1982



ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

GEOREDES Y GEOTEXTILES, MATERIALES QUE OFRECEN NUEVAS ALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS

RESUMEN.- Los autores mencionan el interés de aplicar nuevos métodos en Ingeniería Marítima y Costera a raíz de los avances logrados en tecnología de materiales, mencionan antecedentes de que Georedes de Plástico, en muchos casos, mejoran al acero en el refuerzo de suelos, describen los diferentes Geotextiles y mencionan experiencias en México con estos nuevos materiales. Se hace una breve descripción de los métodos convencionales y se mencionan dos casos a base de alternativas desarrolladas en México: las fajinas del Puerto de Dos Bocas, en Tabasco, y el rompeolas sur del Puerto de Servicio, del Puerto Industrial Laguna del Ostión en Veracruz, haciendo una descripción de los procesos constructivos se dan rendimientos, equipos y personal requerido. En el análisis de resultados se indican las ventajas respecto a las soluciones tradicionales y se da una relación del empleo de tecnología mexicana en otros países. Se establecen una serie de conclusiones, respecto a la adecuación de la tecnología a las condiciones locales y al apoyo de instituciones para intentar por primera vez alternativas no convencionales; la necesidad de difundir estas experiencias exitosas o no para conjuntamente avanzar en las técnicas de aplicación recomendado que se incluyan algunas de estas ideas en las conclusiones finales del Congreso.

1. INTRODUCCION.

1.1 La utilización de materiales plásticos y textiles sintéticos ofrecen un reto a la imaginación, creatividad o ingenio de los especialistas en obras marítimas y de ingeniería civil, en general.

1.2 En el caso de los problemas específicos de mecánica de suelos y de las zonas costeras a desarrollar por los puertos industriales el empleo de soluciones no tradicionales que permitan resolverlos más racional, simple, rápida y económicamente, representan un interés especial, dar a conocer los resultados alcanzados y las experiencias logradas a la fecha.

2. ANTECEDENTES.

2.1 Con los avances logrados en tecnología de materiales, a la fecha existen materiales plásticos con características equiparables al acero y otras más que permiten superarlo en ciertos casos.

2.2 Como un ejemplo, se puede mencionar el caso de refuerzo de suelos en los que se requiere: adecuada resistencia, alta tenacidad, buena flexibilidad, no afectable por la corrosión y baja fragilidad. Dependerá del tipo de estructura y si es temporal o permanente para elegir entre el acero y el plástico como elementos de refuerzo del suelo.

2.3 En el caso de los Geotextiles, éstos pueden ser tejidos o no tejidos, y a partir de allí se deriva una amplia gama según el proceso de fabricación, termosoldado, picado de aguja, adhesión por resinas, etc. así como según el material, polipropileno, políester, nylon, etc., etc., el tipo de fibras largas, cortas, fibrilizadas, multifilamentos, etc., etc.

2.4 El empleo de Geotextiles en obras de ingeniería civil se ha incrementado entre 35 y 40% en los EE.UU. en los últimos 5 años previniéndose consumos del orden

de 12,000 tons/año para 1985.

2.5 La experiencia en México, de los Geotextiles, como elemento separador y filtrante ha sido interesante en el caso de los terraplenes del tramo Minatitlán al Puente Coatzacoalcos II, y según los especialistas de la SAHOP, los ahorros logrados en volúmenes de terracerías son superiores al 30%.

2.6 Por parte de PEMEX, desde 1981, se han realizado pruebas sistemáticas y continuadas para utilizar las Georedes Plásticas como refuerzo y los Geotextiles (no tejidos) ambos de fabricación nacional en las zonas productoras de Veracruz, Tabasco y Chiapas.

2.7 Se pueden mencionar: reforzamiento de acceso al cactus 343; acceso y pera de perforación: Cárdenas 107, Magallanes 922, Mora 1, Jujo 24, entre otros. Dependiendo de los Distritos de Cárdenas, Agua Dulce, Villahermosa, las Choapas, Reforma de las Gerencias Sur y Sureste.

2.8 Con la SARH, también se han hecho pruebas con las Direcciones de: Conducción y Abastecimiento de Agua; de Distritos de Riego, de Investigación e Ingeniería Experimental (Tecamachalco), Comisión del Lago de Texcoco, de Grande Irrigación y otras. También con SAHOP a través de la Dirección General de Carreteras Federales; con la Secretaría de Marina; con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Obras Marítimas; Secretaría de Pesca y otras dependencias gubernamentales y particulares.

2.9 Respecto a Geotextiles (tejidos), permeables, especialistas mexicanos desarrollaron, patentaron y han aplicado con éxito en México y muchos otros países una serie de contenedores textiles, cimbras flexibles reforzadas, que permiten fabricar directamente in-situ elementos incrementando su peso de unos cuantos kilogramos a varias toneladas en cuestión de minutos. Lo atractivo del sistema es que requiere

ING. JOSE OCHOA ZUÑIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

un mínimo de equipo de construcción, utiliza en su mayoría materiales de construcción que existen prácticamente a pie de obra y emplea personal de la misma región que va capacitando durante la ejecución de los trabajos.

3. METODOS CONVENCIONALES.

3.1 Tradicionalmente, la ejecución de obras portuarias y marítimas requieren de una gran infraestructura de parte de los contratistas, por lo que siempre se programan inversiones considerables y se diseña con rigurosos márgenes de seguridad.

3.2 Los rompeolas de enrocamiento requieren elementos de coraza de un peso tal que resista los efectos de la ola de diseño; para lograr una adecuada explotación de las canteras se requiere planeación y un correcto plan de ataque, viene luego el transporte a la obra y su colocación en el lugar del proyecto.

3.3 En Europa, desde hace mucho tiempo, cuando se construyen estructuras en fondos arenosos para limitar la incrustación de la roca siempre costosa y la necesidad de obras de mantenimiento para reparar daños originados por asentamientos diferenciales que ocasionan socavaciones y erosiones de fondo al pie de los rompeolas han construido e instalado en el fondo del mar unas balsas de varas que denominamos "fajinas". Actualmente se les incorpora un Geotextil, que es el que evita precisamente que las partículas del fondo se desplacen por las corrientes inducidas y por otros efectos dinámicos al ocurrir condiciones oceánicas extremas.

4. ALTERNATIVAS CON GEOREDES Y GEOTEXTILES.

4.1 Caso 1: Fajinas del Puerto de Dos Bocas, Tab.

4.1.1 El diseño constructivo de los rompeolas Este y Oeste realizado por Proyectos Marinos, S.C. y sus asesores incluyó la fabricación, lanzamiento, remolque, posicionamiento, hundir y dejar en el fondo en los lugares indicados en proyecto casi 300,000 m<sup>2</sup> de fajinas (15 x 30 m. y 15 x 60 m).

4.1.2 Los contratistas adquirieron un Geotextil tejido de fabricación holandesa que se indicaba en las especificaciones y procedieron a conseguir las varas de mangle para posteriormente fabricar los "torones" con los que se integró "la fajina" en un patio especialmente construido para este fin.

4.1.3 La primera fajina quedó lista en agosto de '81 pero existieron muchos problemas para lanzarla al mar. Posteriormente se modificó la rampa de lanzamiento con rodillos y otras facilidades y en octubre de 1981 finalmente, una fajina fue remolcada y posicionada lista para ser hundida, presentándose serios problemas en su control de posición durante la fase de hundimiento. Posteriormente, con ayuda de 4 pilotes hundidos, se logró controlar tanto el hundimiento como su colocación en el fondo.

4.1.4 Considerando las dificultades antes mencionadas, se analizaron otras alternativas de solución entre las que se hicieron ensayos con las Georedes Pías. La función de los "torones" de Mangle es doble: mantener extendido al Geotextil en el fondo del mar y protegerlo del impacto de las rocas al caer sobre él.

4.1.5 Al tener éxito los ensayos preliminares de resistencia de la Geored al impacto de rocas, se procedió a diseñar un método constructivo que permitiera primeramente ligar la Geored al Geotextil (importado) lo cual se realizó en los mismos patios de fabricación, simplemente cosiendo con cordeles y agujas de pescador ambos materiales, para posteriormente, enrollarlo al ancho de diseño requerido (15 m.).

4.1.6 A bordo de un chalán, anclado en posición con cuatro malacates y con el rollo de la "fajina" Geored Geotextil a bordo, se descendió el extremo de la fajina con un "tubo cabecero" para asegurarlo en el fondo y, posteriormente, al desplazar el chalán en la superficie que el rollo se fuera desenrollando coordinadamente al mismo tiempo que, periódicamente, la grúa de a bordo colocaba bloques de concreto para asegurar que la fajina quedará extendida correctamente en el fondo. Esta operación se ha perfeccionado y actualmente tender una "fajina" de 15 x 60 m. requiere de menos de 3 horas a partir de que el chalán este en "posición".

4.1.7 La ubicación de la fajina en el fondo del mar queda definida, por lo menos, por 4 boyarines en sus extremos, lo cual facilita el posicionamiento del barco de descarga de fondo y la operación correspondiente.

4.1.8 Por la rapidez de las operaciones involucradas, se puede programar perfectamente para aprovechar al máximo la información meteorológica disponible y racionalizar estas actividades que se ven afectadas por el estado del mar.

4.2 Caso 2: Rompeolas Temporal Puerto Laguna del Ostión, Veracruz.

4.2.1 El diseño del rompeolas Sur del Puerto de Servicio realizado también por Proyectos Marinos, S.C., consideraba la alternativa de utilizar contenedores textiles llenos de arena para su construcción, esto para facilitar su demolición una vez que su vida útil terminara, como ésta se establece de 3 años, el diseño incluyó el empleo de cimbras textiles para colar "in-situ" elementos de concreto, a manera de coraza de protección.

4.2.2 La empresa contratista adquirió los elementos textiles de Patente y fabricación nacional y procedieron a la construcción de la mencionada estructura.

4.2.3 Para los contenedores de arena el equipo que requiere es una simple motobomba (30 H.P.); uno o dos operadores en la succión a manera de cortador de draga, para mantener alto el porcentaje de sólidos, y dos o tres trabajadores anfibios manteniendo en posición el contenedor textil hasta que adquiere suficiente peso propio para que el mar no lo desplace.

4.2.4 El procedimiento no puede ser más simple, ya que se trata de confinar la arena de la playa con ayuda del agua de mar, esta última nos la transporta al ser bombeada la mezcla a través de tuberías y manguas, nos la deposita dentro del contenedor textil, posteriormente, por la misma presión hidráulica la compacta, y, finalmente, abandona el contenedor ya que éste es permeable, el diseño de Patente mexicana incluye una válvula de auto-cierre, que facilita notablemente las operaciones y acelera los rendimientos de trabajo.

4

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

4.2.5 En el rompeolas Sur en los primeros 24 días de trabajo a pesar de que hubo que capacitar al personal del contratista, se colocaron un promedio de 30 unidades por bomba y por turno.

4.2.6 Los avances al 5 de octubre, según información del contratista, se han instalado "in-situ" 1,300 elementos de 2.8 ton cada uno. Cabe señalar que es muy importante la ordenada y correcta colocación, según un programa pre-establecido para lograr: traslapes, amarres, encajonamiento, y, en ocasiones, llenándolos sólo a un porcentaje de su capacidad para darles flexibilidad a los elementos "de faldón" al pie de ambos lagos de la estructura.

4.2.7 Como se indicó en 4.2.1, para proteger estos contenedores textiles llenos hidráulicamente de arena, de vandalismo, abrasión de la tela y los efectos de rayos ultravioleta y gamma, el diseño incluyó cimbras textiles impermeables, que permiten fabricar en el lugar bloques de mortero de 4 toneladas.

4.2.8 El equipo requerido también es sencillo, incluye dos unidades revolventoras y una bomba de concreto, "n" tramos de tubería rígida y varios tramos de mangueras flexibles al final. Las cimbras textiles cuentan con varias bocas de llenado y purga, de cierre manual, también de Patente y fabricación nacional. Se tiene previsto un dispositivo adicional para facilitar su estiba cuando se proceda a desmantelar la estructura, dentro de 3 años.

4.2.9 En cuanto a rendimientos, el contratista indicó un promedio de 40 bloques BC-4 por turno y por bomba con un sobrestante, un mecánico, 12 peones, y 4 operadores anfibios.

4.2.10 En el rompeolas Sur del Ostión al 5 de octubre, se llevaban recubiertos aproximadamente 60 m. de los 160 m. de avance a esa fecha de la estructura.

4.2.11 Cabe indicar que los elementos que se encuentran en la zona de salpicaduras y bajo el agua rápidamente han sido recubiertos por vegetación marina lo cual actúa como una cubierta protectora, además de los bloques de mortero de la coraza antes indicados.

4.2.12 Podemos anotar que debido a ciertos problemas iniciales en el abastecimiento de enrocamiento para el rompeolas Norte del mismo puerto, PEMEX ordenó al contratista iniciar los trabajos con elementos BC-4 colocados en el lugar a partir del 19 de julio y hasta el 30 de septiembre se colocaron y colaron "in-situ" casi 1,700 unidades con un avance de 220 m (la corona a su cota final del orden de 180 m). Se trabajó con una sola bomba, 2 revolventoras de tambor y un sólo turno por día.

### 5. ANALISIS DE RESULTADOS.

5.1 Con relación a las fajinas de Georedes Plásticas y Geotextiles, creemos que superan con muchísimas ventajas a las convencionales de "Lorones de Mangle y Geotextil" por su sencillez de fabricación y bajo costo, su fácil manejo, tanto en tierra como en el chálán (un rollo de 15 m. de ancho y aprox. 1.0 de diámetro), su rápida instalación y la seguridad de que ha quedado correctamente ubicado en el fondo del mar, que ha sido y es verificada por los buzos dan como resultado que la tenacidad, entusiasmo y confianza de los ingenieros mexicanos (de PEMEX, del contratista,

de los Asesores Técnicos, del fabricante de las Georedes, y otros más) han visto coronados sus esfuerzos, con un desarrollo más simple, práctico y eficaz que la solución que originalmente se tenía prevista.

5.2 Respecto al uso de elementos textiles llenos hidráulicamente de arena, de cimbras textiles, para moldear mortero, que también son desarrollos mexicanos; éstos, sin embargo, a pesar de que no es la primera vez que son utilizados para obras temporales (caso 2). Existen estructuras con cerca de 12 años de construidas y que continúan sirviendo para el fin que fueron diseñadas.

5.3 Cabe indicar que no solo en México se han utilizado, con éxito, existen obras en Venezuela, Colombia, Brasil, Perú, Nicaragua, Guatemala, Curazao, Santa Cruz Islas Vírgenes, en Connecticut, Florida, Texas, California y Alaska. También en Africa del Norte y Medio Oriente, existiendo varios proyectos en las islas del Pacífico y el extremo Oriente.

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Podemos concluir que la capacidad de invención y desarrollo de los mexicanos, así como adecuación de soluciones a los recursos disponibles una vez más ha quedado demostrada en los dos casos aquí presentados ya que ambos ofrecen alternativas interesantes para resolver problemas de mecánica de suelos en regiones costeras y en el caso de Puertos Industriales, en particular.

Es importante resaltar que se requiere valor y audacia para intentar por primera vez soluciones diferentes a las convencionales y que sin el apoyo de PEMEX ni de los contratistas, hubiera sido muy difícil o casi imposible intentar la utilización de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y los Geotextiles. Así como el apoyo que la Dirección General de Obras Marítimas en los setentas brindó para el desarrollo de los contenedores y cimbras textiles. Esta tecnología mexicana es base para una alternativas seriamente analizada para la protección de taludes de las islas artificiales que las grandes empresas petroleras construyen en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Ártico.

6.2 Podemos decir que el empleo de Georedes y Geotextiles en Ingeniería Civil está dentro de una etapa inicial y que todos estamos cada día aprendiendo más de su comportamiento, de sus nuevas aplicaciones y de los límites a que podemos diseñar con la información que hasta ahora disponemos.

6.3 Por lo anterior, recomendamos que dentro de las Conclusiones del Congreso Nacional de Mecánica de Suelos se incluya, si es posible, un párrafo que se refiera al empleo de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y Geotextiles en soluciones no convencionales y que en futuras reuniones se informe de aplicaciones, ya sea que hayan tenido éxito o no, ya que es mediante la comunicación de experiencias que podremos avanzar en la tecnología y poco a poco mejorar, simplificándolos, los métodos de construcción convencionales.

6.4 Los autores quieren expresar su reconocimiento a PEMEX, Coordinadora Dos Bocas, Dirección General de Obras Marítimas, Constructora General del Norte, S.A., Protexa, Estudios y Construcciones de Obras, S.A..

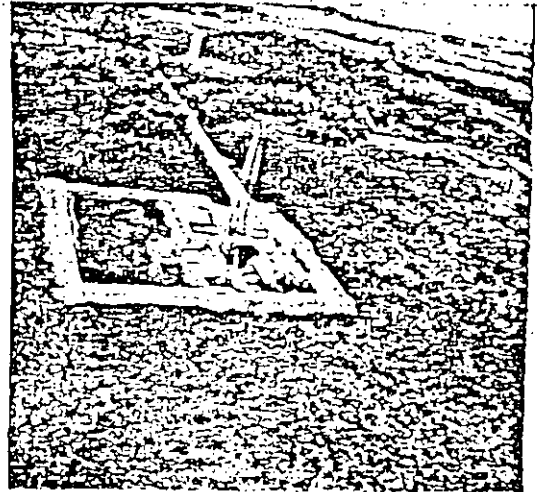


ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY-MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ DIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

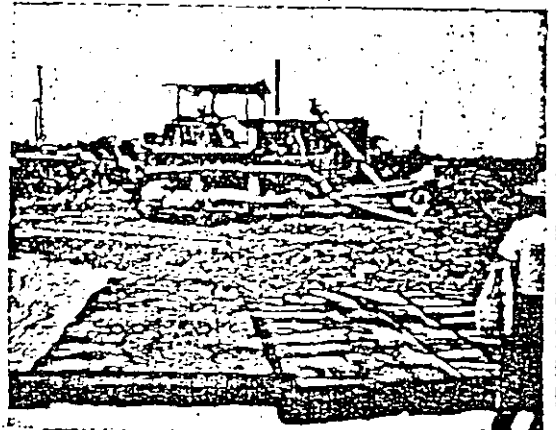
Polímeros y Derivados, S.A., Tubos Flexibles, S.A. y Control de Erosión, S.A.

REFERENCIAS.

1. Brown and Root, Inc. (1977): Spoil Disposal at Quintana Beach, Feasibility Study for Dredge Spoil Containment Structure for the Brazos River Harbor Navigation District, Houston, Texas.
2. INPH: Instituto de Pesquisas Hidroviarias, Portobras (1982): Estudo de Estabilidade dos Molhes Leste e Oeste do Passe Navegavel na Barra do Furado-Município de Campos, Rio de Janeiro, Brazil.
3. Maza, J.A., and M.A. Haces (1977): Estudio Sobre el Comportamiento de Elementos Bolsacreto, Instituto de Ingeniería, Ciudad Universitaria, Mexico, D.F.
4. Palacios, Molinet Ricardo Ing.: Comunicación Personal.
5. Patterson, D.R., A.T. Shak, and M.T. Czerniak (1982): "Inspection of Submerged Arctic Structures by Side Scan Sonar," Proceedings of 14th Offshore Technology Conference, pp. 705-712.
6. Pinter, Julio Ing.: Comunicación Personal.
7. Porraz M. (1975a): "Operational Designs Systems, Bolsaroca and Bolsacreto, Examples of Third World Technology", Second General Assembly of the Engineering Committee on Ocean Resources, Tokyo, Japan.
8. Porraz, M. (1975b): "Operational Designs Systems Technology for Developing Countries", Conference of the Institution of Engineers from India, New Delhi, India.
9. Porraz, M. (1975c): "Bolsacreto and Bolsaroca Technology for Third World Countries", Fifth General Assembly of the World Federation of Engineering Organizations, Tunis, Tunisia.
10. Porraz, M. (1976a): "Labor Intensive Construction for Shore Erosion Control", United National Interregional Seminar on Development and Management of Resources of Coastal Areas, Berlin, Hamburg, Kiel and Bremen, Germany.
11. Porraz, M. (1976b): "Textile Forms Slash Cost of Coastal Zone Structures", Ocean Industry, October, pp. 61-64.
12. Porraz, M. and R.R. Medina (1977): "Low Cost, Labor Intensive Coastal Development-Appropriate Technology-Simplicity is the Key to Use in Developing Nations", Sea Technology, August.
13. Porraz, Mauricio Ing., Porta, Eduardo, Ing., Meuregh Hécctor, Ing.: "Empleo de Georedes Plásticas y Geotextiles en Diversos Proyectos y Estructuras de Ingeniería Civil", II Congreso Latinoamericano de Consultoría, 12-16 Julio '81, FELAC-AMEC, México, D.F.
14. Proyectos Marinos, S.C.: "Análisis Geotécnico Preliminar del Rompeolas Oriente del Puerto Petroquímico-Petrolero, Proyecto Dos Bocas, Tabasco, Reporte Técnico para PEMEX, Diciembre 1979.
15. Soto Yáñez, Eduardo Ing.: Comunicación Personal.

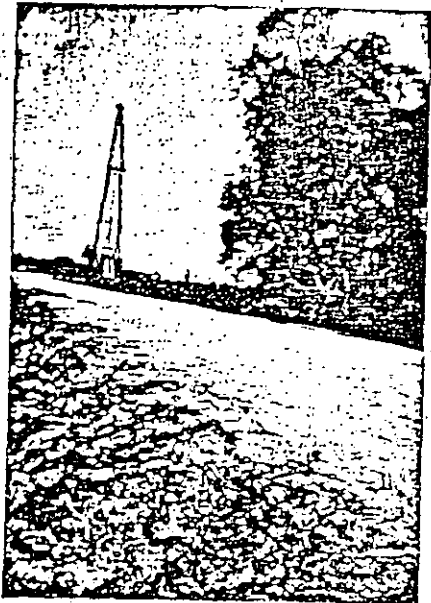


En los antecedentes de uso Georedes y Geotextiles se menciona el Pozo Magallanes 922, cuyo terrapien (pava) y camino de acceso están en el pantano, tal como lo muestra la Foto Aérea No.1, en la cual se han indicado los números de otra localizaciones del mismo campo Magallanes dependiente del Distrito de Agua Dulce de la zona Sur de Pemex.



En el mismo Pozo Magallanes 922, Foto No. 2, con la instalación de un Geotextil (poliester no-tejido de color blanco Fijasol C-252) y una Geored (Redlon CI-121) de polietileno de alta densidad extruido mediante proceso axial rotativo patentado (color negro) se le coloca una capa de material friccionante arena, la cual una vez compactada actúa distribuyendo realmente las cargas y gracias al anclaje mecánico logrado entre Geored, con el material de revestimiento se limitan notablemente los asentamientos diferenciales.

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DE NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.



Un tramo del camino de acceso a ese Pozo, Magallanes 922, fue reforzado pudiendo tener un análisis comparativo con los tramos no reforzados en la Foto No. 3, se aprecia claramente la Geored y Geotextil con un revestimiento de cerca de 15 m. de arena compactada, su comportamiento ha sido muy satisfactorio.

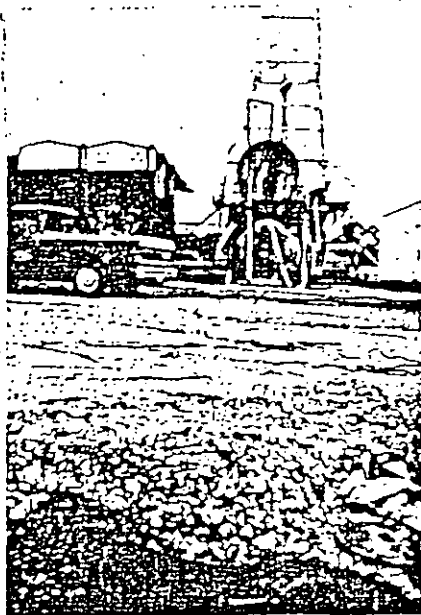


Foto No. 4, aspecto de la pera del Pozo Cárdenas 107, reforzado en Diciembre de 1981, con Geored CE-131 y grava en 20 cm. de espesor; después de terminado el pozo, la Superintendencia de Perforación en Villaher-

mosa, indicó ahorros de hasta 70% respecto al material de revestimiento, respecto a otros pozos en condiciones similares.

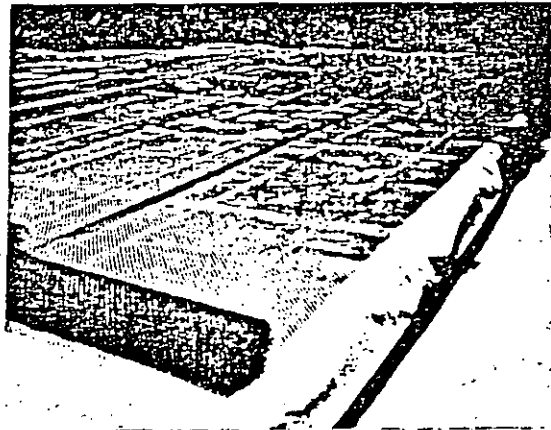


Foto No. 5, vista general de los trabajos realizados en el Pozo Jujo No. 24, en el cual se adicionaron al Geotextil (Fijasol T-135) de poliéster termo-soldado y la Geored (Redion CE-131) se instalaron una serie de Geodrenes (100 mm. Ø con canaleta), colocando relleno de grava previamente a la colocación del refuerzo.



Foto No. 6, aspecto general del rompeolas Oriente del Puerto Sanchez Magallanes de 700 m. aprox. de longitud, construido en 1972 con elementos colados "in-situ" (Bolsácreti BC-6" como se aprecia, se encuentra en condiciones operacionales, no obstante el embate durante cerca de 10 años de condiciones oceánicas extremas.

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ UIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

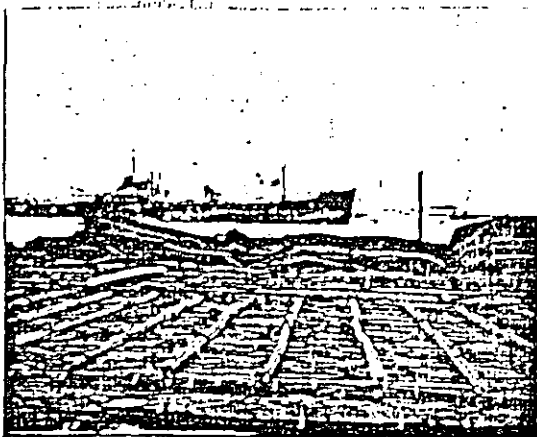


Foto No. 7, patio de fabricación de las fajinas en el Puerto de Dos Bocas, Tabasco.

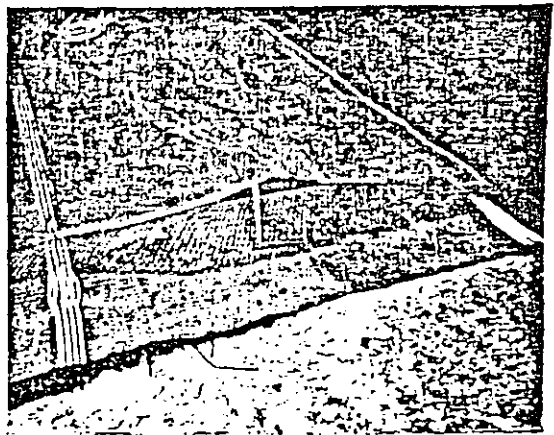


Foto No. 9, alternativa de substituir el Mangle por la Geored (Redlon CE-121) tal como lo ilustra la fotografía.



Foto No. 8, Acercamiento a las fajinas convencionales de "toronés" y vacas de Mangle.



Foto No. 10, aspecto de las operaciones de incorporación de la Geored Plástica (fabricada en México) al Geotextil tejido (de importación). Las operaciones de cosido las realizan personal no especializado con cordel y aguja de pescador.

8

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX,  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE,  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

7

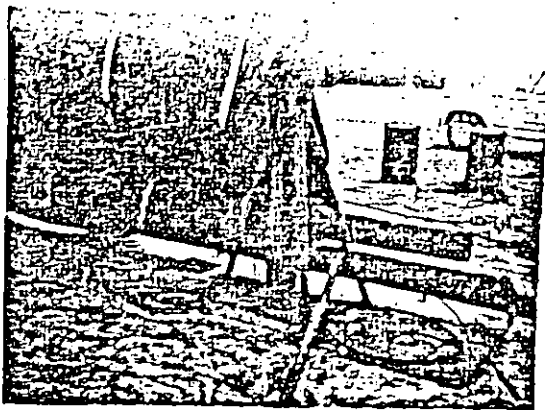


Foto No. 11, El Geotextil y la Geored Plástica se enrollan y se fijan en los extremos una serie de tubos: el "cabecero", "planchador", y el de rotación con frenos de ajuste para asegurar el control de tensión durante la operación de tendido en el fondo del mar.

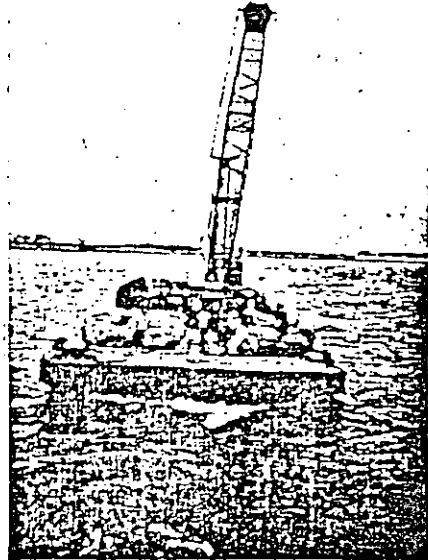


Foto No. 13, el chalán es remolcado a temprana hora a su posición correspondiente de acuerdo con el programa de tendido de las fajinas. Una vez bien anclado, gracias a sus cuatro malacates, se puede deslazar sin necesidad del remolcador.

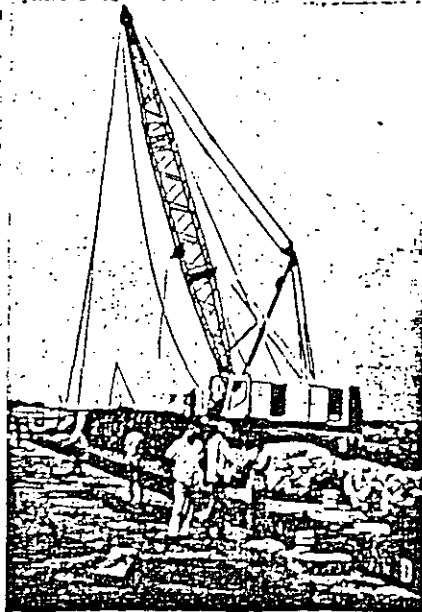
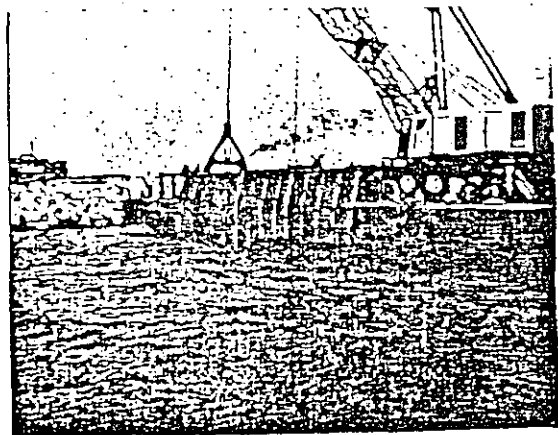


Foto No. 12, vista general del chalán con una fajina (Geored-Geotextil de 15 x 60 m) lista aparecen en la foto el Ing. Ricardo Palacios Molinet y el Ing. Enrique Guzman de la empresa contratista con uno de los operadores del chalán.



La fajina prácticamente ya ha sido desenrollada e instalada adecuadamente en el fondo del mar en el trazo previsto en el diseño de la escollera. Esta operación requiere de aprox. 3 horas y es supervisada de manera periódica por buzos.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE. COLIMA, COLIMA

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA  
CIVIL DE GEOTEXILES, GEOREDES, GEOMEMBRANAS-  
E HIDROSEMBRADO

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

9 DE OCTUBRE 1984

A

MEXICO, D.F.

12 DE AGOSTO 1981

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA CIVIL DE: GEOTEXILES, GEOREDES,  
GEOMEMBRANAS E HIDROSEMBRADO

1.- INTRODUCCION.

Con los últimos adelantos en la tecnología de materiales, muchos sistemas y métodos de construcción han podido aprovecharlos utilizando elementos fabricados con polímeros logrando en muchos casos útiles y racionales combinaciones de materiales plásticos con textiles, empleando al máximo los recursos disponibles en la zona de los trabajos tanto naturales como humanos.

Desde hace cerca de 11 años, Ingenieros Mexicanos han desarrollado y aplicado con éxito sistemas patentados para confinar hidráulicamente arena en contenedores textiles, cimbras flexibles de membranas impermeables para fabricar bajo el agua enormes bloques de concreto: tejido doble con tensores para revestir ríos y canales sin necesidad de que estén secos. Estas tecnologías se utilizan en la actualidad en México y prácticamente todo el mundo: en Kuwait, en el Golfo Arabe, en el Canal de Suez, en Africa del Norte, en Africa Occidental; en Brasil, Perú, Colombia, Venezuela, Curazao, Centro América y el Caribe; en EE.UU., en la Costa del Golfo de México, la Atlántica y la del Pacífico, incluyendo importantes trabajos en Alaska, en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Artico.

El uso de los Geotextiles en México, ha sido estudiado desde 1971; el M. en I. Jesús Alberro del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. concluyó en su estudio: "De los Geotextiles analizados los más eficientes eran los fabricados 100% de poliéster, y recomendó que de querer utilizar los fabricados en México se debería mejorarles sus características físicas y mecánicas; también indicó que los Geotextiles "no tejidos" de poliéster tienen mejores características y ofrecen mayor uniformidad en el trabajo en ambos sentidos respecto a las muestras tejidas con las que se compararon".

Las aplicaciones de Geotextiles en México en los últimos 3 años se han realizado en poco más de media docena de proyectos en los que se ha utilizado un Geotextil de importación fabricado en EE.UU. a base de filamentos de polipropileno termofijados.

Respecto a las Georedes, han tenido un sinnúmero de aplicaciones en India, Europa y en el extremo oriente, principalmente en el Japón. En México, apenas se están efectuando las pruebas iniciales, con la SAHOP y con PEMEX.

El Hidrosembrado es un procedimiento muy utilizado en EE.UU., y otros países, sin embargo, hace pocos años especialistas mexicanos y brasileños desarrollaron importantes mejoras en el sistema empleando bacterias y adecuando el aglutinante de índices de germinación y reducir drásticamente la necesidad de riegos periódicos. Se recomienda para la protección de taludes de cortes y terraplenes, restituyendo la ecología afectada por la obra pública construida.

## 2.- GEOTEXTILES.

En general, se puede decir que se han aplicado intensamente en la Industria de la Construcción en los últimos años, actuando como: cimbras, contenedores, moldes a los que se les inyecta mezclas fraguables o no que permanecen en su interior, constituyendo elementos de construcción en obras fluviales, hidráulicas y marítimas y, como ya se mencionó, las experiencias mexicanas han sido adoptadas y se emplean continuamente por los Ingenieros de otros países. Cabe señalar que la investigación y desarrollo ha continuado y constantemente se logran mejoras que incrementan la eficiencia, disminuyen los costos sin perder el concepto original de sencillez que permite construcciones rápidas y de manera muy práctica y lógica.

Ante el reto de resolver un proyecto especialmente complicado a mediados de 1980 los investigadores mexicanos, tuvieron que revisar a nivel mundial materiales y métodos más avanzados. Se trata de construir islas artificiales para plataformas de perforación petrolera en uno de los lugares donde las condiciones de las operaciones en el verano son cerca de 70 días, todavía reducidos a menos, por las tormentas, y el efecto del empuje de los hielos, el resto del año. Algo verdaderamente difícil y complicado.

De allí, surgieron en México nuevas soluciones que aplican racionalmente las Georedes plásticas y los Geotextiles para utilizar los materiales disponibles en zonas cercanas (Gravillas pequeñas empacada en arcilla roja).

Una empresa mexicana en Puebla manufacturó Geotextiles de poliéster reforzado con polipropileno tejido que pasó las pruebas y especificaciones de la EXXON, en Houston, Tex. Con ello hace tan sólo unas semanas, surgió la idea de mejorar aún los Geotextiles manufacturados en México, dándoles un refuerzo que mejorará sus características, lo cual se logró utilizando una Geored de polietileno de alta densidad con sus moléculas orientadas térmicamente.

Este nuevo Geotextil FIJASO1 325 tiene un gran número de ventajas respecto a otros productos ya que en principio puede ajustarse, aumentar su refuerzo, adecuarse según las condiciones de diseño del proyecto, ofreciendo ilimitadas posibilidades en la fabricación y en las aplicaciones.

En general, se puede decir que los Geotextiles actúan como elementos: separadores, filtrantes y, en algunos casos, de refuerzo.

## 3.- GEOREDES.

Las Georedes que también se fabrican en México, según un proceso especial patentado de origen inglés, Netlon, se elaboran mediante extrusión axial rotativa de polietileno de alta densidad en una muy amplia gama de formas y aberturas.

Tienen útiles aplicaciones en la construcción de carreteras y pistas de aeropuertos, distribuyendo cargas, evitando deformaciones. Se utiliza para estabilizar terraplenes, reforzamiento de suelos, protección de taludes, control de erosión y protección de costas.



También se utiliza como Eolipantalla, Captador Sumergido de Sedimentos, - Cubiertas contra el Sol, Redes anti-animales, jaulas, bardas y corrales, redes y trampas para mariscos y peces, bolsas de embalaje, protección industrial, -- etc...

Las Georedes Redlon permiten el refuerzo efectivo de subrasante con bajo valor de soporte al distribuir las cargas, absorbiéndolas gracias a su alta resistencia tensional, minimizando los asentamientos del conjunto y evitando las fallas por esfuerzo cortante en forma de cono truncado.

Su efecto favorable se debe a que confinan los granos del terraplén y el estrato subyacente, al lograrse un anclaje mecánico real entre la Geored-Agregado y condiciones de frontera, la acción de la Geored como refuerzo local, todo lo cual ofrece innegables atractivos para muchas obras públicas.

Cuando se ha definido un valor generalmente aceptable de la relación de esfuerzos entre la carga vertical y la resistencia (a veces no consolidada y no drenada) del suelo, se puede determinar el espesor necesario de material pétreo, estableciendo los límites de deformación de la superficie de rodamiento y las pruebas en curso nos permitirán muy pronto conocer los índices en que mejora esa relación de esfuerzos al utilizar los diversos modelos de la Geored - Redlon; se espera con esos resultados tener los elementos necesarios para poder mejorar los diseños con muy importantes ahorros en tiempo, material pétreo y en especial en costos.

#### 4.- GEO-MEMBRANAS.

Se consideran aquellas que tienen características de impermeabilidad ya sean tejidos impregnados, laminados o películas extruidas con y sin refuerzo.

Tienen también un amplio campo de aplicación en proyectos de ingeniería - como recubrimiento de lagos, estanques, canales, depósitos, etc... Para estructuras de protección, contra la lluvia, construcciones provisionales en los llamados drenes de aleta (Finn Drains), etc...

En estos materiales se deben considerar las dimensiones de fabricación, ya que los empalmes y traslapes deben hacerse con bastante cuidado.

#### 5.- HIDROSEMBRADO.

La técnica de aplicar hidráulicamente semillas y fertilizantes para revegetar y proteger taludes requiere previamente de una adecuada planeación y estudio para cada aplicación, ya que deben identificarse los problemas, según el tipo de suelo, orientación, pendiente, etc...

La adecuada preparación del terreno y la formulación correcta de fertilizantes, diversos tipos de semillas (gramíneas, leguminosas) elementos activados, etc... son fundamentales para lograr los objetivos en el tiempo deseado.

Inmediatamente después del hidrosembado se procede a la aplicación de una cubierta de material orgánico con un elemento aglutinante.

La función de esa cubierta protectora es múltiple, favoreciendo la formación de un cultivo de bacterias, protegiendo las semillas de los rayos ultravioleta y de los pájaros, sobre todo captando y conservando la humedad, con lo cual se elimina la necesidad de riegos continuos: con todo lo anterior, es posible garantizar elevados índices de germinación.

Cabe señalar que a pesar de que en México prácticamente no se ha aplicado este sistema, se debe tener conciencia de que casi en el 50% de los taludes de cortes y terraplenes de nuestras carreteras en construcción se tienen problemas de erosión y deslaves.

Los métodos de implantación manual, trasplante de "tepos" (pasto alfombra) y otros más se han usado por años, pero creemos que es tiempo de analizar las ventajas en rapidez, eficiencia y costo que ofrece una nueva alternativa.

## 6.- CONCLUSIONES.

Existen varios sistemas de cimbras textiles desarrollados en México que han probado su efectividad ampliamente en el mundo y que permiten construir obras de defensa en ríos, puentes y playas, utilizando racionalmente al máximo los materiales locales y dando empleo al personal de la región capacitándolos, durante los mismos trabajos.

Los Geotextiles son elementos comúnmente aplicados con éxito en muchos países, en México se están aplicando hace pocos años unos que son de importación, creemos que es el momento de darle oportunidad al producto fabricado en nuestro país y que además ofrece muchas otras ventajas adicionales.

Las Georedes plásticas se empiezan a conocer y con las experiencias satisfactorias de otros países y las pruebas ahora en curso será posible encontrar un sinnúmero de aplicaciones que resuelvan problemas de acceso al lugar de trabajo en zonas pantanosas, ahorro en terraplenes sobre suelos suaves, fabricación de elementos alambroca (Gabiones Redlon) cilíndricos o convencionales, sin problemas de corrosión, abrasión ni desgaste. Muros ligeros para contención de "suelo reforzado", mejores diseños de pavimentos, sobrecarpetas, drenes convencionales, de aleta, "lavaderos" de caminos a base de un enorme Alambroca o super Gabion Redlon, etc...

Las Geo-Membranas han tenido unas ciertas aplicaciones con película simple de polietileno pero sus posibilidades de empleo son más amplias cuando las Geo-Membranas son a base de combinar materiales y se logra la impermeabilidad con elementos de refuerzo.

El hidrosembrado con cubierta orgánica protectora deberá tener un gran futuro en México, ya que además de lograr un control de la erosión se restituye la ecología que se afecta al construir obras públicas, lo cual tiene una importancia fundamental para las generaciones futuras.

Se ha presentado una amplia gama de métodos, sistemas y materiales diversos, los cuales conjuntamente o separadamente si se analizan con una mentalidad positiva y espíritu constructivo, ingenieros con los conocimientos y la experiencia que indudablemente tienen sabrán aprovecharlos y lograr resolver problemas actuales y futuros con soluciones más racionales, rápidas y económicas, logrando al mismo tiempo aportar nuevos conceptos para la Ingeniería Civil de Obras Públicas.

ING. MAURICIO PORRAZ  
PRESIDENTE  
CONTROL DE EROSION, S. A.  
Bld. Adolfo López Mateos 1384 - 1er. Piso  
Mixcoac, México 19, D.F.  
Tels.- 598-0111  
598-0127



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA.

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA.

AVANCES EN LA TECNOLOGIA

9 DE OCTUBRE 1984.

## II CONGRESO LATINOAMERICANO DE CONSULTORIA

12 - 16 de Julio México D. F.

FELAC - AMEC

## TEMA I

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA

" AVANCES EN LA TECNOLOGIA "

## TITULO:

" EMPLEO DE GEOREDES PLASTICAS Y GEOTEXILES EN DIVERSOS  
PROYECTOS Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA CIVIL "

Ing. Mauricio Porraz J. L. \*

Ing. Héctor Meuregh \*\*

Ing. Eduardo Porta

\* Presidente Control de Erosión S. A .  
Apartado Postal 60549  
México 18, D. F.\*\* Gerente Mercado  
REDLON  
T. F. México\*\*\* Gerente General  
Porta Felt.  
México.

El uso de Geotextiles en Obras de Ingeniería Civil en los Estados Unidos se ha incrementado en los últimos años a un ritmo entre 30 y 40% anualmente y se espera que continúe así. En 1979 se vendieron y colocaron cerca de 50 millones de metros cuadrados de productos textiles representando 9 millones de Kilos de fibras y tejidos. Las Geo-mallas plásticas han tenido un desarrollo impresionante en Japón y grandes aplicaciones en Europa durante los pasados 8 años.

En Latinoamérica su empleo ha sido en menor escala, sin embargo consideramos que en un futuro próximo deberá incrementarse notablemente.

Los Ingenieros Consultores somos unos individuos poco comunes "No creemos nada de lo que está escrito en un folleto de un fabricante a menos que se encuentre soportado por un detallado reporte técnico" igualmente "Nos preocupamos por no tener una fórmula en la cual substituir las variables con la información existente" éstos entre otros pueden ser unos factores que pudieran restringir el uso de las Georedes plásticas y los Geotextiles.

1.- Georedes Plásticas.

El Dr. Brian Mercer Ingeniero Textil Inglés desarrolló un proceso de extrucción NETLON para producir mallas de Polietileno de alta densidad las cuales tienen infinidad de aplicaciones algunas de las cuales están dentro del Campo de Ingeniería Civil. Hace unas cuantas semanas en México se empezaron a fabricar Georedes bajo el sistema Netlon, por primera vez en nuestro Continente.

Al compactar un suelo sobre una superficie Geored, esta se traba con el material del suelo, en su lugar con lo cual no puede torcerse ni moverse. Siendo bastante rígida absorben más fácilmente las cargas dinámicas, evitando asentamientos gracias al anclaje mecánico obtenido con el suelo mismo.

El nuevo Aeropuerto de Tokyo " Narita " se construyó en terrenos que fueron arrozales; reforzando el suelo con Georedes se pudo lograr una mejor distribución de las cargas.

En caminos de acceso temporales ó permanentes construidos en terrenos pantanosos es común los atascamientos de los camiones, los que pueden ser evitados instalando una Geored cubierta de material Granular.

*(64) 2000000*  
*(8) Tokyo*  
*(9) Camión*  
*(10) Camión*  
*(11) Camión*  
*(12) Camión*

En cimentaciones en zonas donde el suelo es heterogéneo y se esperan asentamientos diferenciales se puede resolver el problema desenrollando geored la cual gracias a su rigidez tensional y al amarre mecánico con el suelo da mucho mayor soporte, mejor apoyo y reduciendo cualquier eventual deformación diferencial del terreno.

Las Georedes pueden jugar un papel muy importante en Terraplenes minimizando la necesidad de préstamos permitiendo trabajar en climas lluviosos, aumentando la pendiente de los taludes, al reforzar el suelo y dando el apoyo necesario en la base, con los adecuados sistemas de drenaje para reducir la humedad en el suelo. En un trabajo presentado en 1979 en EE.UU. por los Ingenieros de los Ferrocarriles Estatales del Japón indicaron que el uso de Georedes en us Terraplenes no solo les facilitó el procedimiento de construcción, mejoró los índices de estabilidad, redujo los volúmenes de Terracerías y también además aumentó la resistencia respecto al efecto de Temblores y Terremotos.

Con los avances en la Tecnología de Materiales, ahora es posible contar con georedes en que sus moléculas han sido orientadas dinámicamente y térmicamente pudiendo alcanzar resistencias a la Tensión de hasta 8 Ton por metro de geored (TENSAR-SRI) con lo cual el horizonte de aplicaciones se extiende de manera impresionante.

El construir muros ó paredes verticales con refuerzos de Geored-Tensar dentro del relleno es una muy interesante aplicación al reforzar el suelo, de relleno.

Igualmente al construir Terraplenes sobre terrenos pantanosos, que al aumentar su dimensión actuaban como una cuña, incrustándose y provocando un buffamiento del suelo suave.

Utilizando una plataforma rígida de apoyo se consigue un diseño estable con un índice de asentamiento regular esto se logra con una Colchoneta de Cimentación fabricada con Geored-Tensar.

Para reparar deslizamientos de tierra en taludes la Geored puede funcionar como un gigantesco gabión de malla plástica que una vez lleno de material granular se cierra la geored asegurándolo.

Este método también puede utilizarse en carreteras para substituir Vertederos, y otro tipo de Obras de Arte.

(27) Fabrica  
(29) ✓  
(30) Abundante  
(31) Accesorios

(35) Sección Jap.

(39) Sección Jap.

(33) Cimentación

(40)

(41) Cimentación  
(51) Cimentación  
75  
77  
78  
79  
74

(72) fabrica  
(73) fabrica

(79) ✓

La Geored plástica por su flexibilidad puede ofrecer una solución para reducir deslaves y retener rocas sueltas en acantilados.

Para proteger Taludes contra la erosión existen una variedad de Georedes desde las ligeras para adherencia con el pasto y la vegetación hasta las redes pesadas de las ya mencionadas gabiones llenados "in-situ" además de las tuberías plásticas NETLON para Drenaje para estabilizar las pendientes donde la subpresión origina problemas.

Los Tubos Netlon son muy prácticos para fabricar Drenes-laminares ó de aleta con los cuales es posible bajar el nivel freático para estabilizar sitios de construcción. También se usan para sellar la presión de poro a través del terreno y de las más interesantes drenaje en la parte posterior de muros sólidos de mampostería ó concreto. Facilísimo de instalar con una simple Zanjadora angosta, dos hombres pueden instalar más de 200 m de dren-laminar por día.

Los Gabiones de geored compiten con ventajas respecto a los fabricados de acero. El Polietileno de alta densidad son anticorrosivos con una muy alta resistencia a la abrasión, son más ligeros, fáciles de transportar y de eregir, siendo más flexibles se acomodan mejor al Terreno. La abertura de la malla puede ajustarse a la granulometría de relleno a utilizar.

Los Gabiones de Geored plástica tubulares son sumamente rápidos y fáciles de llevar, manual ó mecánicamente.

Las Georedes Netlon se han utilizado mucho con éxito para proteger, el pie de los taludes en rios y canales.

Las Georedes pueden utilizarse también como cercas de nieve ó de arena para estabilizar dunas y como barreras antideslumbrante ó de limitación de grandes aplicaciones en áreas de Aeropuerto ya que no interfieren en el radar.

II.- Los Geotextiles.- También se refieren a una gran familia de productos en telas no tejidas que actúan como separadores.

Una de las mayores causas de degradación de las Carreteras Norteamericana es que el material de apoyo pasa a través de la base y la subbase contaminándolas. El Departamento Federal de Carreteras está investigando cómo actúan los Geotextiles y cómo pueden mejorar las características y funcionamiento en los caminos gracias a su función de separación.

71

Antes  
cargas [2]

5

6

14

18

19

21

25

31

36

37

40

53

19

20



Respecto a los Tejidos, en 1975 en el Proyecto Delta en Holanda se utilizaron Geotextiles Tejidos; posteriormente el cuerpo de Ingenieros del Ejército Americano los han utilizado en numerosas obras Costeras.

En el Mar del Norte casi el 50% plataformas petroleras están protegidas contra la socavación y corrientes de fondo con Geotextiles Tejidos.

Respecto a los Materiales estos pueden ser, Poliéster, Nylon, Polietileno, Polipropileno entre otros. Entre los no tejidos los geotextiles pueden ser simplemente pegados, ó ligados con picado de aguja, etc... En los Tejidos puede ser plano con diseño modificado. En el tejido pueden usarse monofilamentos, multifilamentos y fibras texturizadas.

Existen también Geotextiles a base de membranas impermeables para muy diversas aplicaciones, que son telas laminadas y reforzadas para almacenar productos, líquidos, impermeabilizar y proteger construcciones etc... etc...

En general para concluir el campo de aplicación de las Georedes Plásticas y los Geotextiles en muchos casos es complementando y se pueden aplicar conjunta ó separadamente.

Lo importante es saber que éstos productos son resultado de avances Tecnológicos, conocer que ya todos ellos se producen en México a precios accesibles y con una calidad garantizada y que el recomendar su empleo ó señalarlos como una alternativa posible en un proyecto representará un diseño de Ingeniería más moderno y apegado la realidad de nuestro tiempo.

Junio 1981.



Foto No. 1

La Geored siendo desenrollada sobre arcillas suaves para permitir acceso.

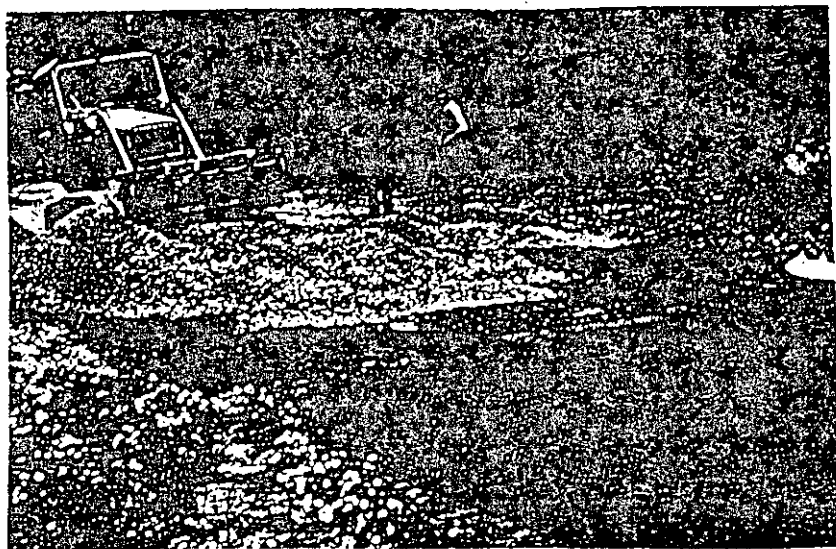


Foto No. 2

La Geored colocada logra una distribución de las cargas dinámicas y logra un anclaje mecánico con el material granular de recubrimiento.

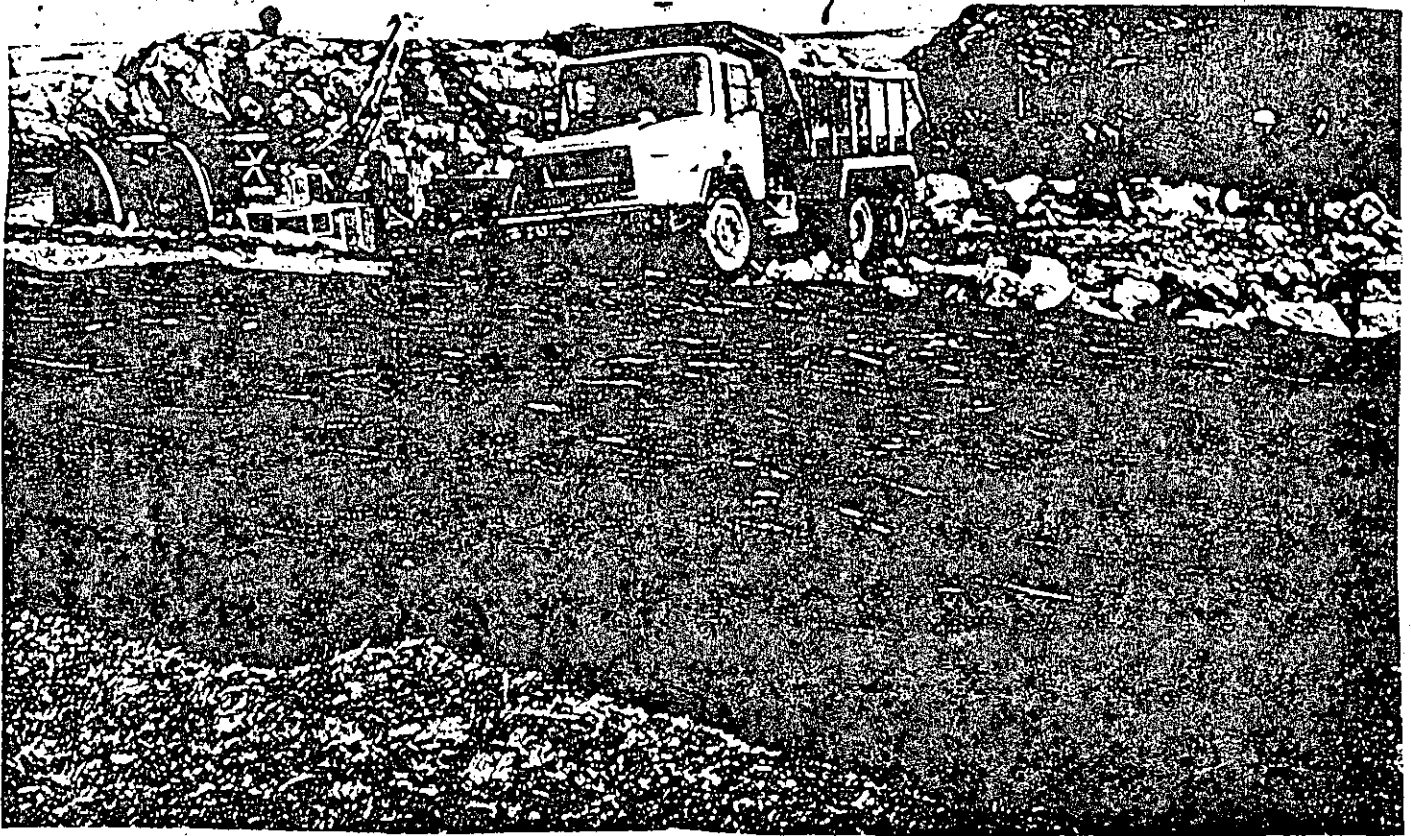


Foto No. 5

Construcción de una base firme de Apoyo sobre una zona pantanosa en Sullum Voe al Norte de Escocia.

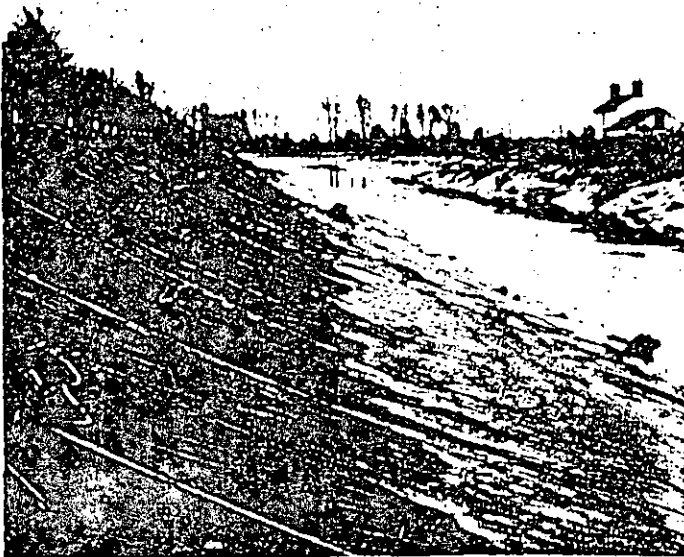


Foto No. 6

Protección de Taludes de un Canal con Geored después de la instalación.

Foto No. 7

El mismo sitio 3 meses después.

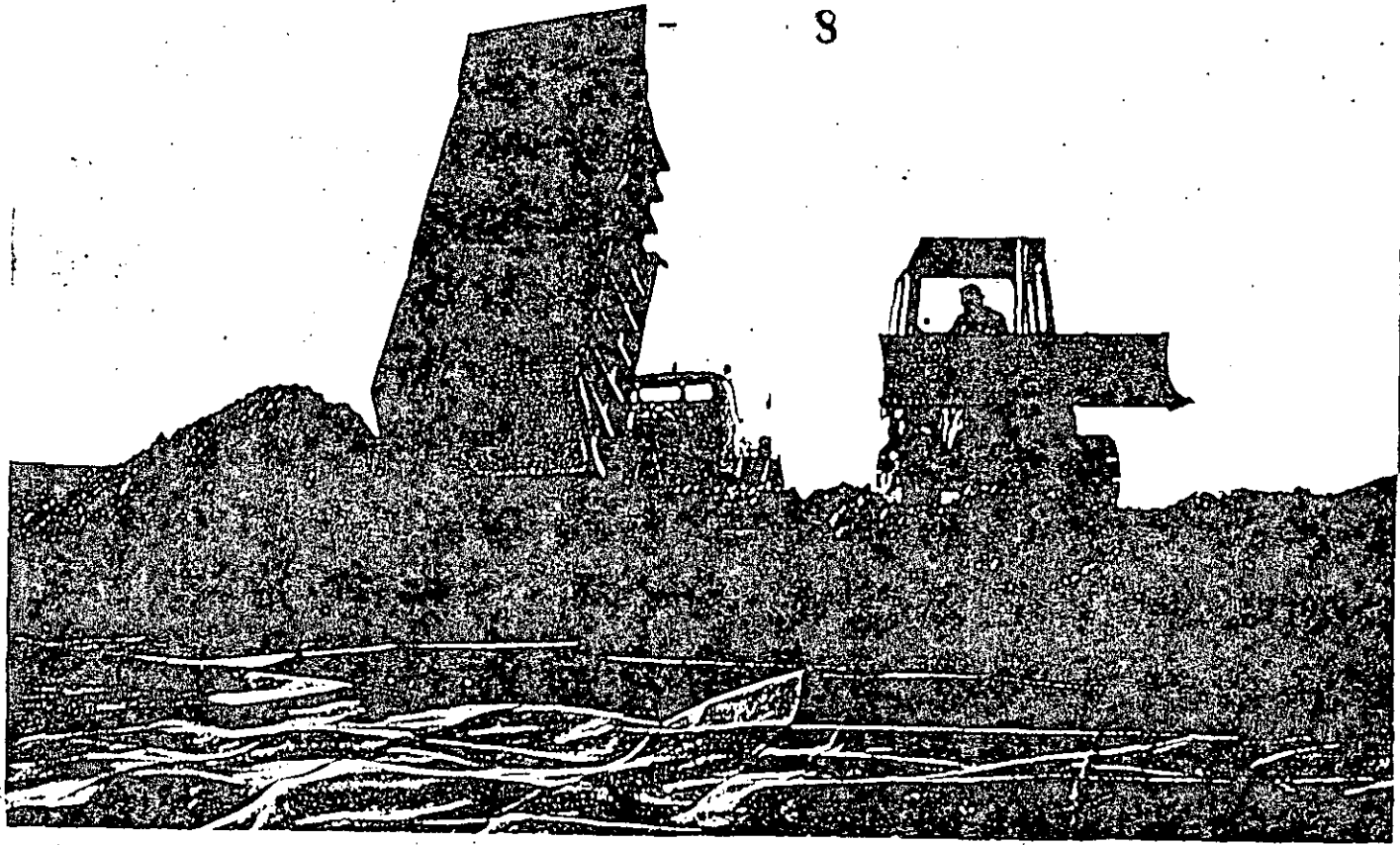


Foto No. 3

Construcción de Terraplenes sobre suelo muy comprensible utilizando Geored como refuerzo del Terreno de relleno.

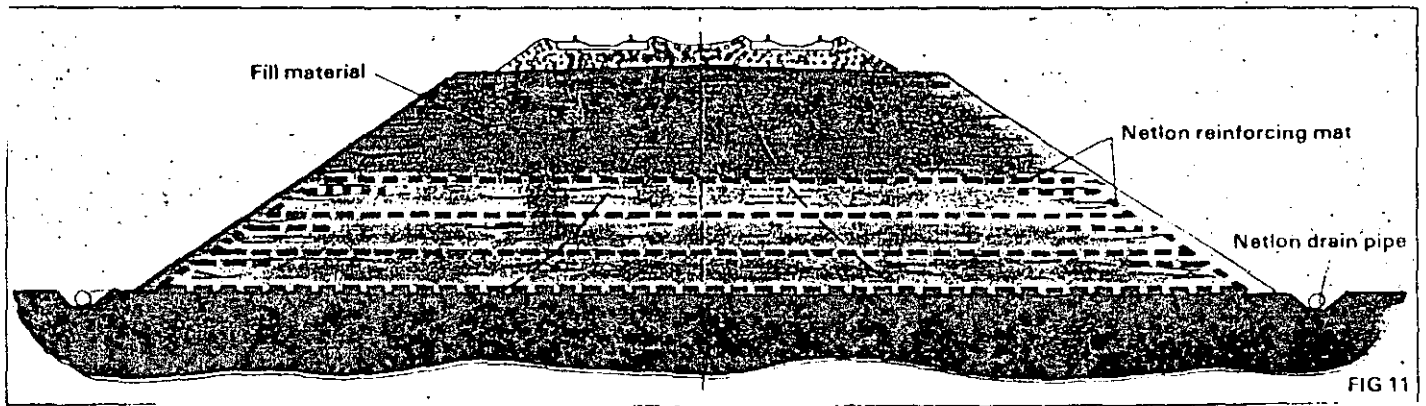


Foto No. 4

Sección Transversal de un Terraplén probado satisfactoriamente por los Ferrocarriles Nacionales del Japón.

# **A** Geored **edlon**®

hecho en México con licencia

**NETLON**®

Netlon Ltd England



**tubos flexibles s.a. de c.v.**

bolevard toluca 40 - naucalpan, edo. de méxico - tel. 576 56 22 • telex 017 22 064 ffxme  
av. ciencia 11 cuautitlán tel. (91-591) 2 09 44, 2 07 93, y 2 08 82 telex. 017 73 856 ffxme

Una cimentación estable es el punto de partida en el diseño de cualquier estructura, y la solución óptima, constructiva y económica, depende de las características del suelo y su capacidad para soportar el tipo de carga requerida.

El problema principal es la penetración del material de base en el suelo blando. La capacidad de carga de la carretera, disminuye notablemente y, a falta de un mantenimiento que resultaría tardado y costoso, el deterioro continúa y tarde o temprano se produce la falla.

Son bien conocidos los métodos de compactación, drenes adecuados y estabilización química para aumen-

tar la capacidad de carga del suelo. Ultimamente, se ha dirigido la atención hacia el confinamiento del terreno por medio de membranas estructurales.

Esta idea no es nueva, durante siglos se han venido usando mallas de varas entrelazadas y se ha comprobado su eficacia en cimentación sobre una gran variedad de suelos.

La Geored de refuerzo y contención de terreno Redlon® desempeña una función similar proporcionando una cimentación estable cuya aplicación tiene muchas ventajas.

A) Previene la pérdida del material de base en el suelo natural.

B) Distribuye la carga uniformemente gracias a su escasa flexibilidad, reduciendo los hundimientos diferenciales.

C) Incrementa la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, en virtud que su alta resistencia a la tensión se desarrolla por la fricción que opone la geored al deslizamiento debido a la forma de su sección transversal.

D) Permite una disipación más rápida de la presión de poro.

**FIG. 1** Refuerzo para controlar suelos en construcción de caminos o pistas de aeropuertos y en avenidas de tráfico intenso.

Base inferior  
Terraplén inferior

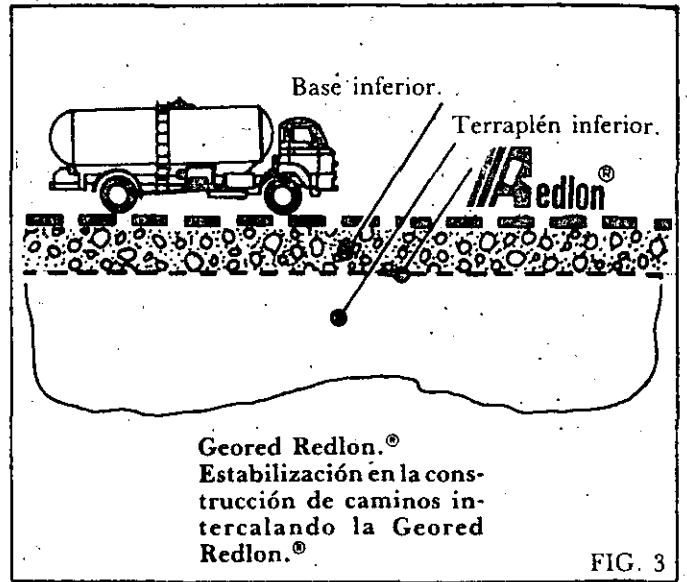
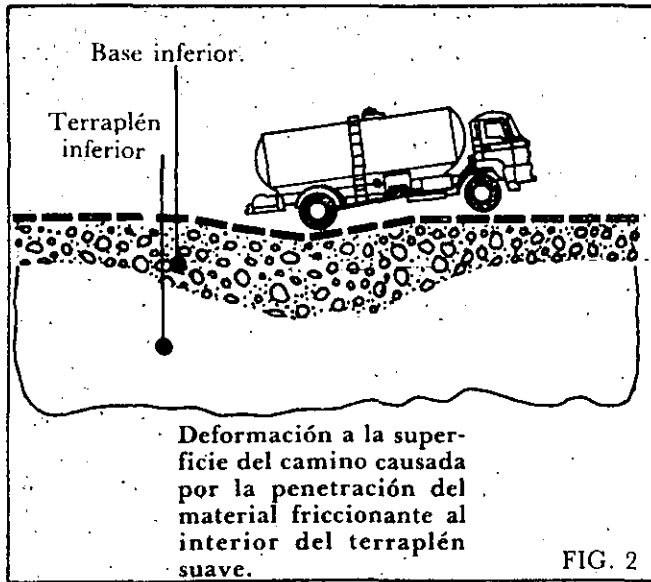
Area de carga (A)

La resistencia a la tensión se desarrolla totalmente debido a la fricción que opone la geored al deslizamiento por la forma de su sección transversal.

La Geored Redlon® proporciona un control multidireccional al hundimiento asegurando una distribución uniforme de la carga minimizando asentamientos diferenciales. (B)

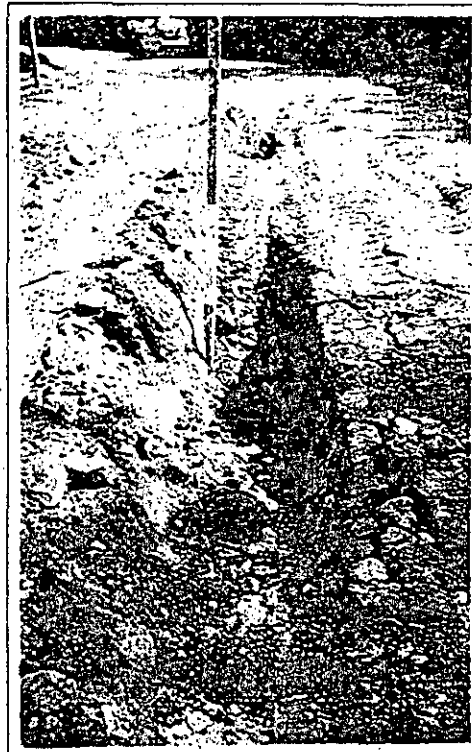
Amplificación de un corte transversal de la Geored de refuerzo.

Marca Reg. (R) tubos flexibles s.a. de c.v.

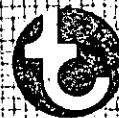


La penetración del material de la base en el suelo suave de la cimentación afecta seriamente la capacidad de carga y la geometría del camino, provocando un alto costo de mantenimiento y llegando en algunos casos a la falla (Fig. 2). Las fotografías de abajo ilustran el tipo de falla indicada que ocurrió a pesar del empleo de un geotextie.

El empleo de una Geored Redlon® entre la base y el suelo de cimentación previene la penetración de la base y aumenta la capacidad de carga. Esto permite la reducción del espesor de la base.

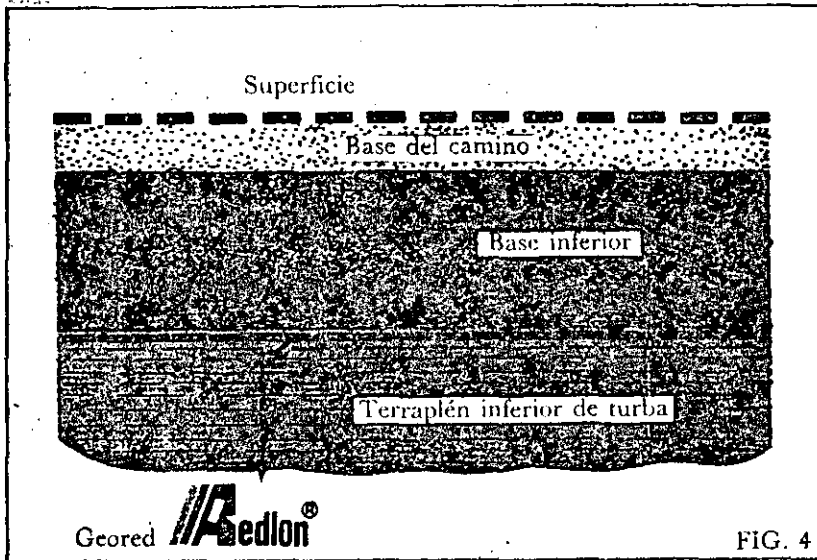


**Redlon®**



tubos flexibles s.a. de c.v.

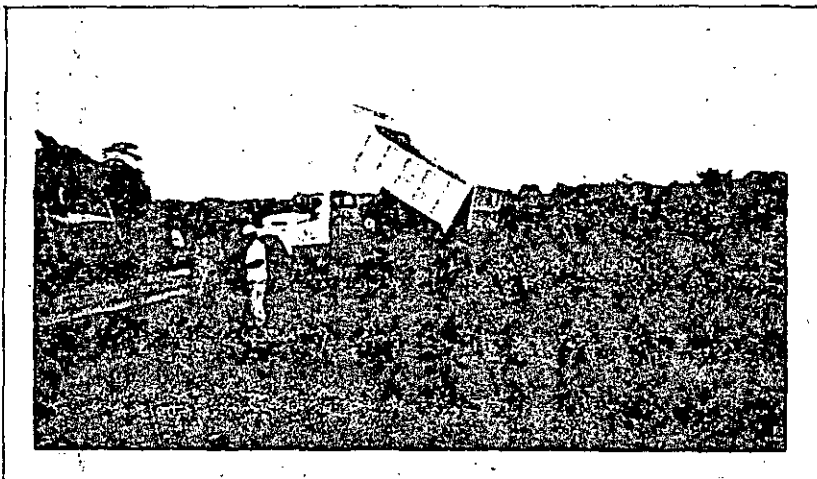




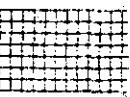
La Geored Redlon® para controlar del suelo resulta particularmente efectiva para lograr adecuada cimentación sobre terrenos pantanosos y de turba. Puede colocarse directamente sobre el terraplén inferior sin preparación alguna de la superficie. Por su estructura, La Geored Redlon se fija al suelo evitando se formen surcos y la construcción del camino puede iniciarse de inmediato (ver Fig. 4).



Colocación de la Geored Redlon en la construcción de un camino permanente sobre un terreno de turba. La turba tiene una profundidad variable entre 2 a 4 metros con contenidos de agua, en algunos casos, correspondientes al límite líquido.

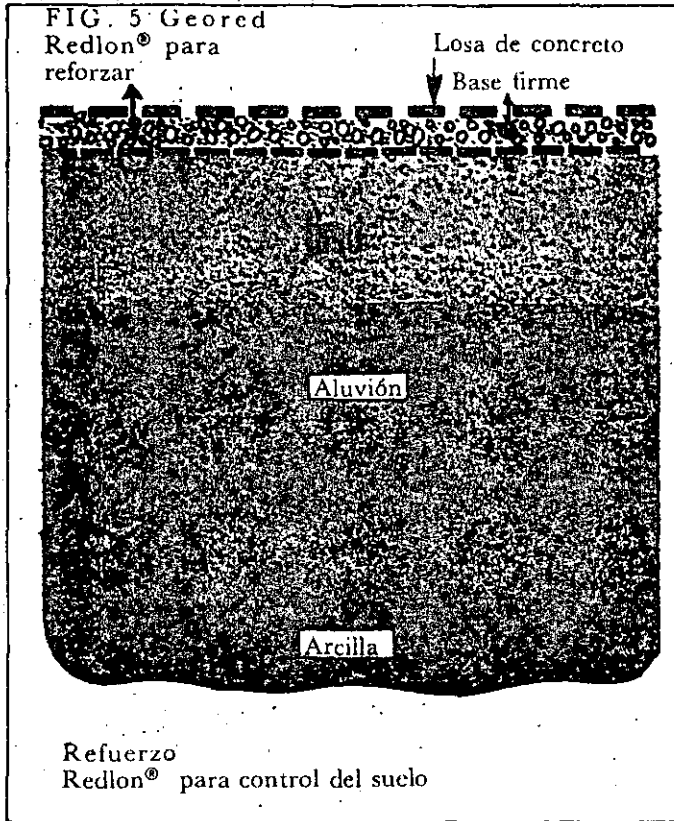


El empleo de la Geored Redlon® en la construcción de caminos para cargas grandes y en caminos de acceso con pendientes pronunciadas.

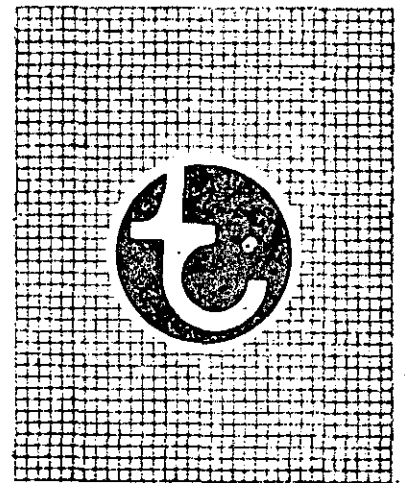




# Cimentación para fábricas

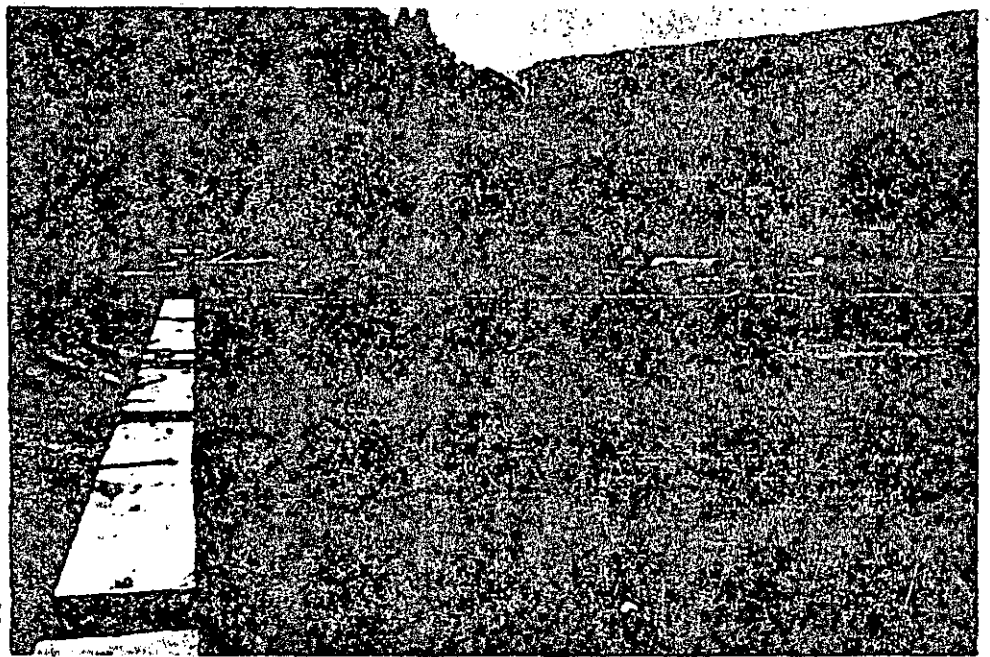


La Geored Redlon® ofrece un método efectivo y económico para mejorar la distribución de la carga sobre áreas que tengan que soportar grandes pesos en terrenos preparados. El diseño de la cimentación para grandes estructuras industriales se puede simplificar enormemente adoptando técnicas de refuerzo del suelo, para mejorar su capacidad para soportar cargas, evitando así la necesidad de emplear costosos sistemas de cimentación (ver Fig. 5).



Geored Redlon® en la construcción de cimentación para una fábrica sobre un terreno preparado.

Losas de concreto reforzado colocados sobre una base firme con refuerzo de Redlon®. Elimina asentamientos locales y mejora la distribución de cargas.



La construcción de un terraplén elevado como base para caminos, vías de ferrocarril o para instalaciones industriales como un malecón o dique para proteger áreas contra posibles inundaciones tienen un factor en común: hacen falta grandes cantidades de material de relleno. Esto en sí puede plantear problemas respecto a la fuente, cantidad y calidad de los materiales que puedan obtenerse.

La explotación de bancos de préstamo y canteras para la obtención de los materiales en grandes cantidades, crean un problema por sí mismos; por lo que es de desearse que las obras para crear un terraplén se mantengan al mínimo, tanto por motivos económicos como ambientales.

El diseño de un terraplén se hace de acuerdo al tipo de trabajo a que se someterá y adecuándolo a las propiedades mecánicas del material económicamente disponible y la capacidad de carga del suelo de la cimentación. Aunque existen diferentes criterios para calcular la pendiente de los taludes y alturas de los terraplenes, la falla de éstos generalmente se asume que ocurre a lo largo de superficies circulares.

Este tipo de falla provoca un hundimiento al pie del talud y un hundimiento de la corona (Fig. 6).

El diseño convencional de terraplenes estables de una altura dada, implica disminuir las pendientes de los taludes o emplear bermas, ambas acciones aumentan considerablemente el volumen de materiales, el tiempo de construcción y en ancho de la base del terraplén. Otros métodos tales como la mezcla de suelos y la estabilización química son costosos, dilatados y de difícil control.

Localizar material para relleno en la construcción de malecones o diques puede ser un problema y frecuentemente la única fuente de material disponible en cantidades económicas es tierra de propiedades muy variables. El ingeniero entonces se ve ante la necesidad de evaluar las opciones de mezclas al suelo, medios de estabilizar los suelos

o construir bermas o emplear taludes poco pronunciados.

El método de estabilizar terraple-

nes reforzándolos con láminas (esteras de ramas entrelazadas) colocadas en capas dentro de la construcción del terraplén es bien conocido, y durante la pasada década se han aplicado métodos similares empleando refuerzos de Geored Redlon® resistencia y buen anclaje mecánico.

Los refuerzos con Geored Redlon® dan solución práctica y permanente a los problemas de la estabilidad, permitiendo que se construyan terraplenes de corte sencillo y económico a las alturas requeridas. La malla se coloca horizontalmente en la base del terraplén y luego a diversas alturas al irse formando el terraplén, extendiéndose desde la cara de la pendiente lateral a todo el ancho transversal pasando el plano del deslizamiento calculado.

El refuerzo de Geored Redlon® añade una alta resistencia a la tensión a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Esta se desarrolla debido a la fricción entre el suelo y la geored (Fig. 8).

Las capas pueden ser continuas a todo lo ancho de la sección del terraplén o limitadas a un ancho que sobrepase el plano calculado de falla, según el análisis de estabilidad y situación de los planos de falla.

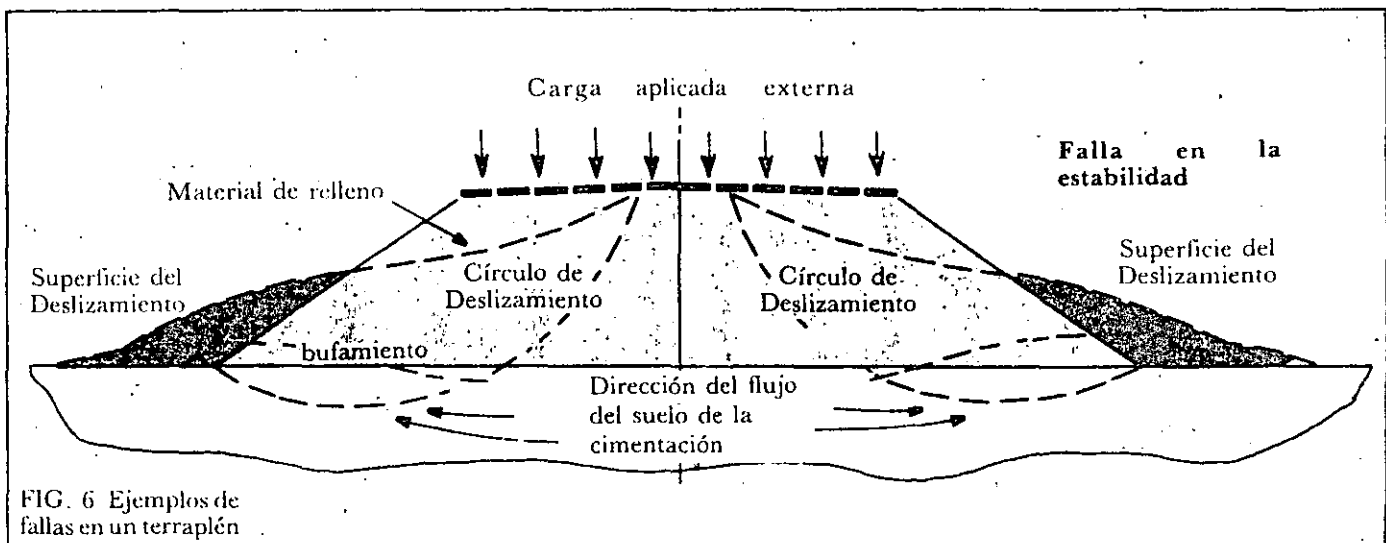
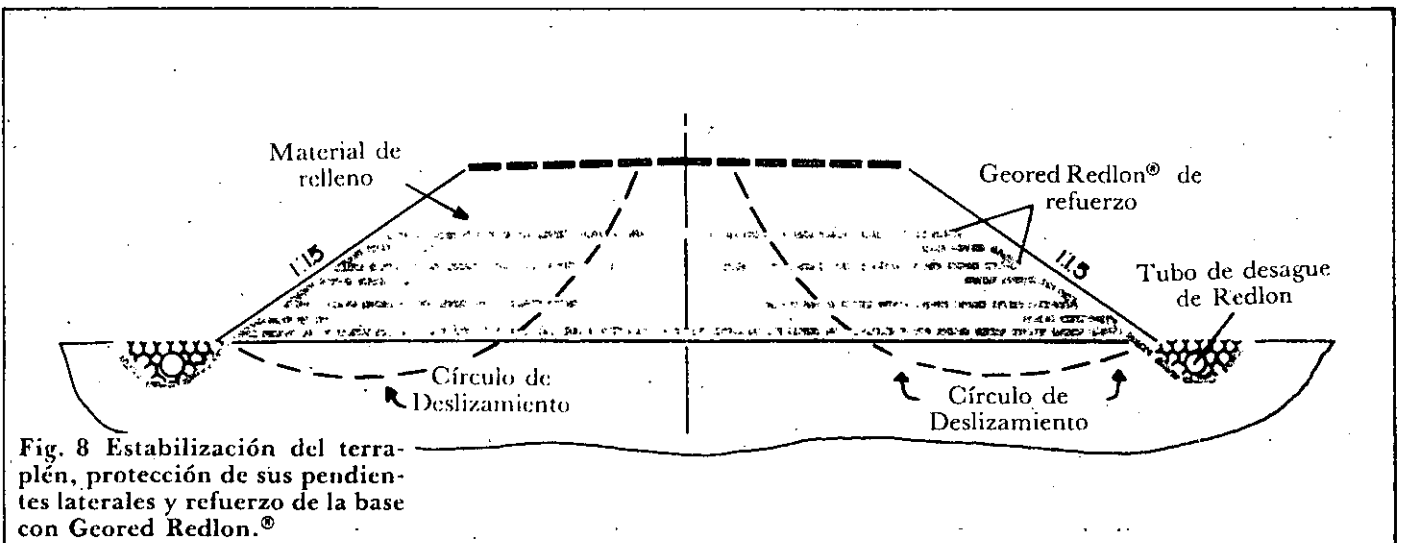
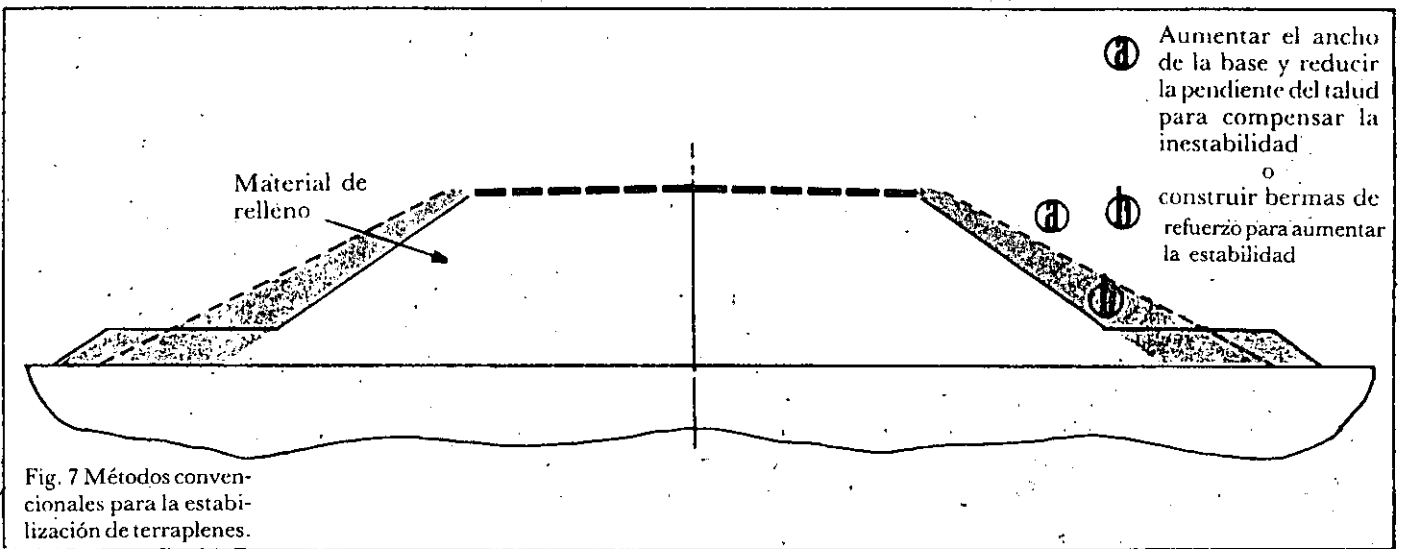
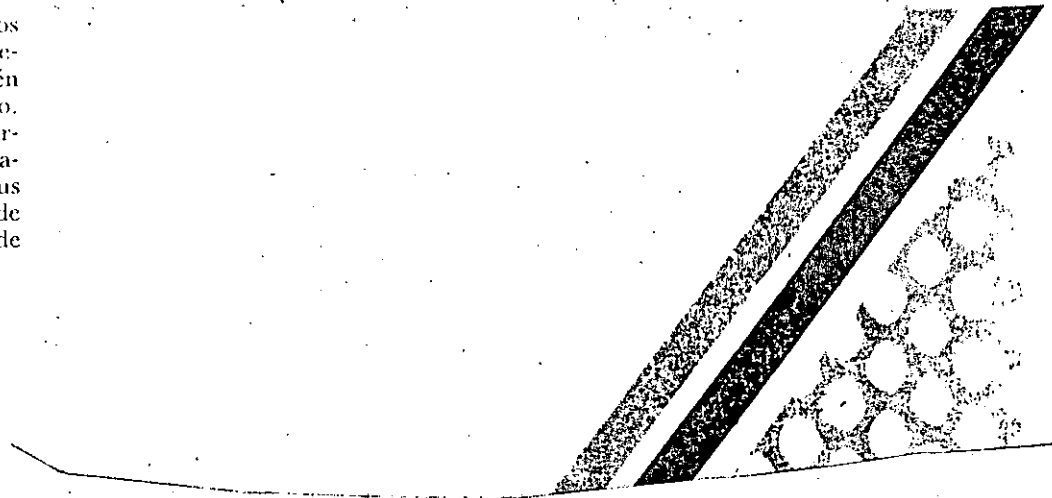
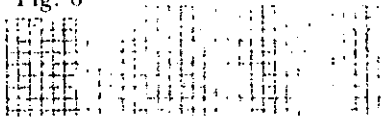


FIG. 6 Ejemplos de fallas en un terraplén

**Redlon®** permite contar con altos ángulos de pendientes laterales, reduciendo el volumen del terraplén y el área necesaria para tenderlo. Promueve una distribución uniforme de la carga y disipa más rápidamente la presión del agua por sus poros. Es de peso ligero, fácil de transportar y manejar así como de instalación sencilla y rápida.

Fig. 8



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

- 16

**NETLON**

---

PROJECT: THE CONSTRUCTION OF A BRICK FACED SOIL  
RETAINING WALL AT WHEELWRIGHT CLOSE  
LEEDS

DATE: SPRING '80

---

CLIENT: WEST YORKSHIRE METROPOLITAN C.C.

---

SPECIFIER: CLIENT

---

CONTRACTOR: DIRECT LABOUR

---

PRODUCT EMPLOYED: TENSAR SR2 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS:

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

After a brick built retaining wall had collapsed at Wheelwright Close, Lower Wortley, Leeds; The West Yorkshire Metropolitan County Council decided to replace it with a brick faced retaining wall reinforced with high tensile strength Tensar Geogrids. Designed by W.Y.M.C.C., it was felt that the reinforced wall as a concept, provided a highly competitive method of construction for walls up to 4m high compared with a conventional brick faced wall with counterfortes.

**DESIGN PHILOSOPHY**

The major prerequisites for the structure were that its appearance would blend in with that of the area and that it would provide the stability required for a turning head to be sited on top.

The simple and cost effective design utilised the high tensile properties of the Tensar Geogrids so that loads could be uniformly distributed, taking pressure off the vertical wall. The apertures within the grids also enabled the wall to be tied back into the soil mass, by cementing the grids into the brickwork (See Photograph 1).

/cont

## CONSTRUCTION

Prior to construction, approximately  $45\text{m}^3$  of soil was excavated to provide an area in which the reinforcing layers could be placed.

The design (See Photograph 2) called for a 215mm double skin, brick faced retaining wall 2.5m high, 9m wide; topped with a conventional brick wall 1.15m high.

Tensar SR2 grids (2.5 x 1.0m) were laid, full width, across every seventh brick course, with 40mm of a self compacting standard quarry crusher run, placed in between successive grids (See Photograph 3).

Weep pipes, at 3m centres, were set with porous blocks behind and at these points the polymer grids were simply cut to shape.

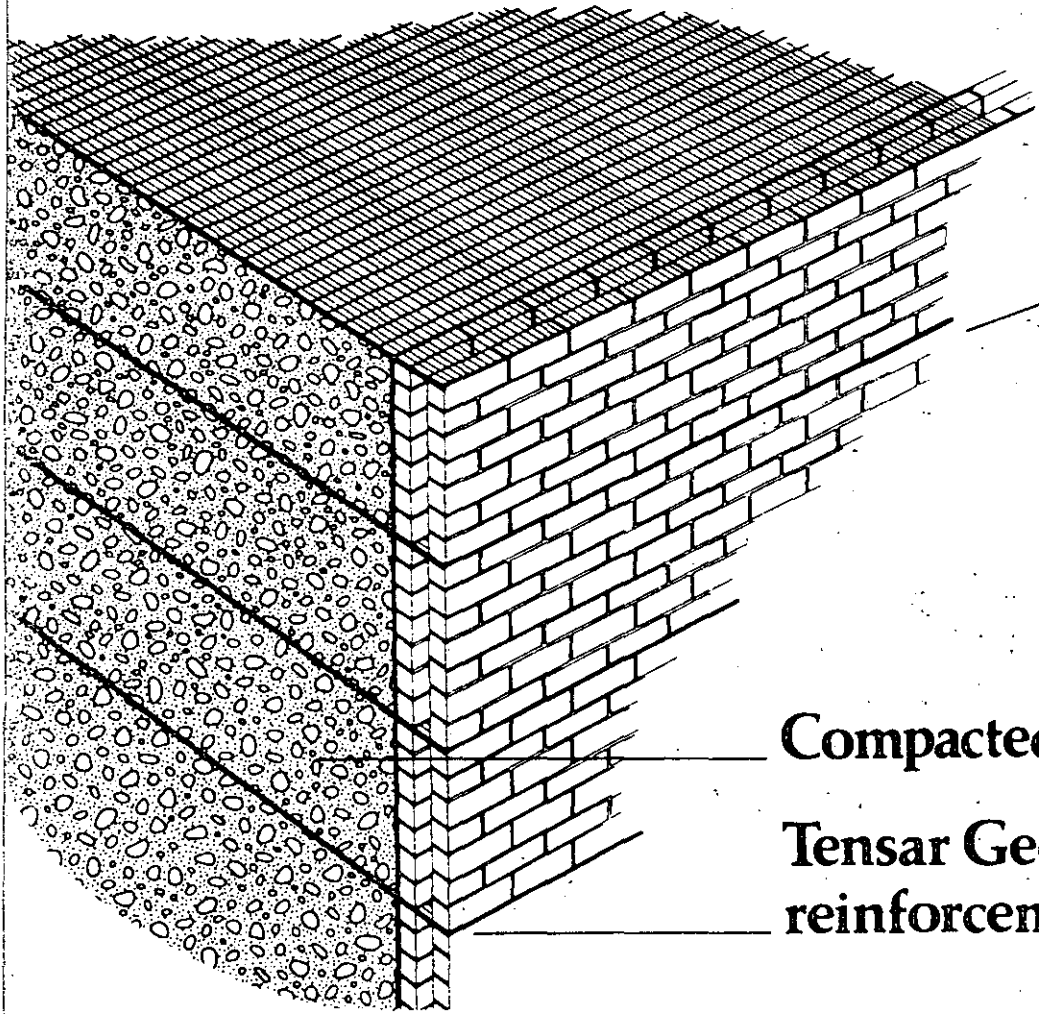
## OBSERVATIONS

1. The only skilled labour required to complete the construction was two bricklayers.
2. No overlapping of the grids was required.
3. The construction would have been equally successful with stone instead of bricks.

The completed wall (See Photograph 4) has been monitored over an 8 month period with no measurable movement.

The structure highlights a simple and innovative application for Tensar Geogrids which provides a relatively low cost solution to a recurring problem.

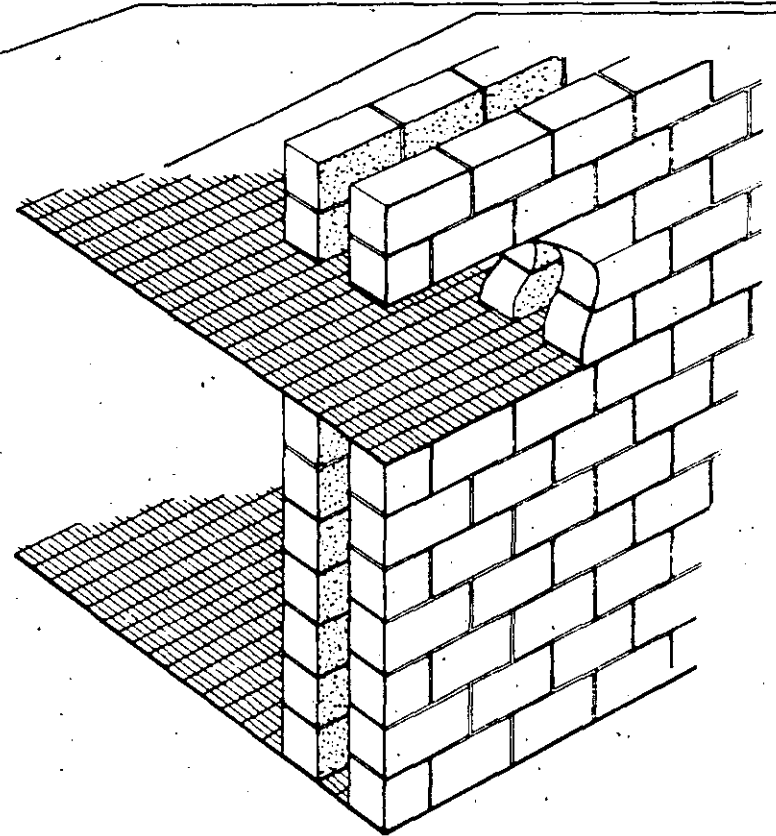
# Tensor brick faced reinforced oil retaining wall

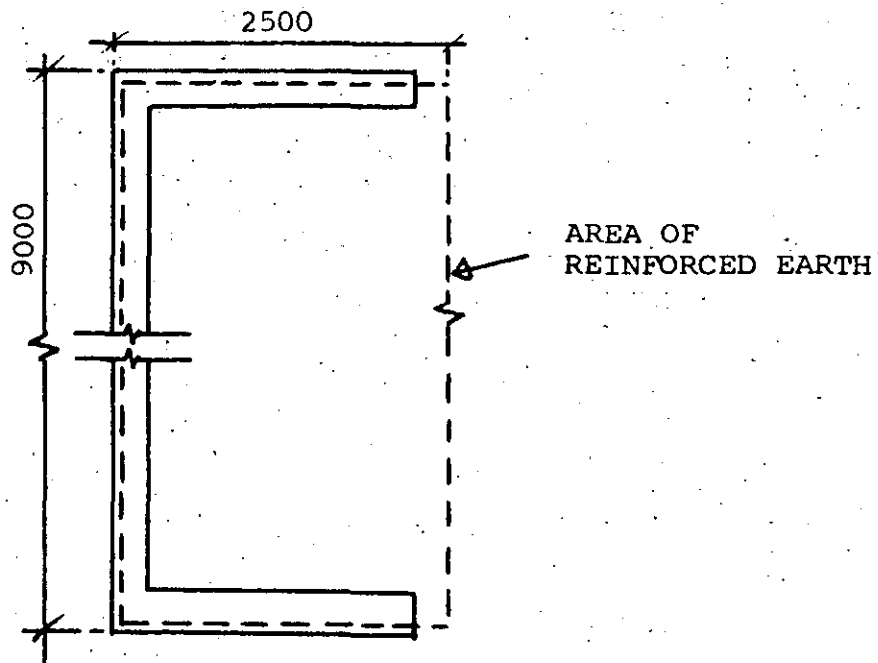
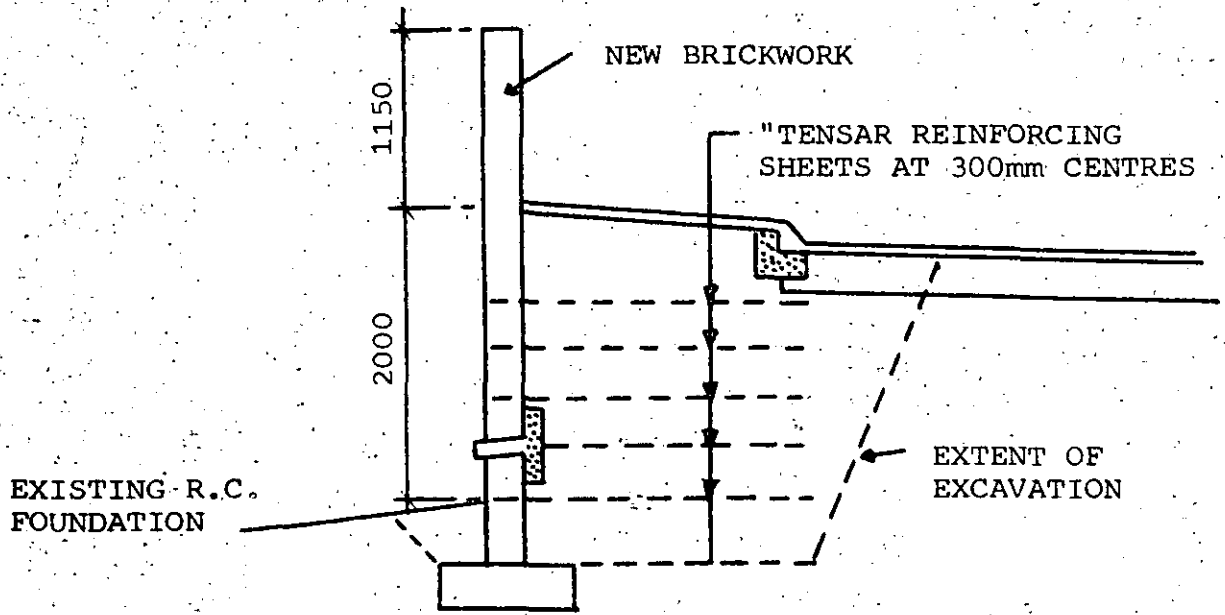


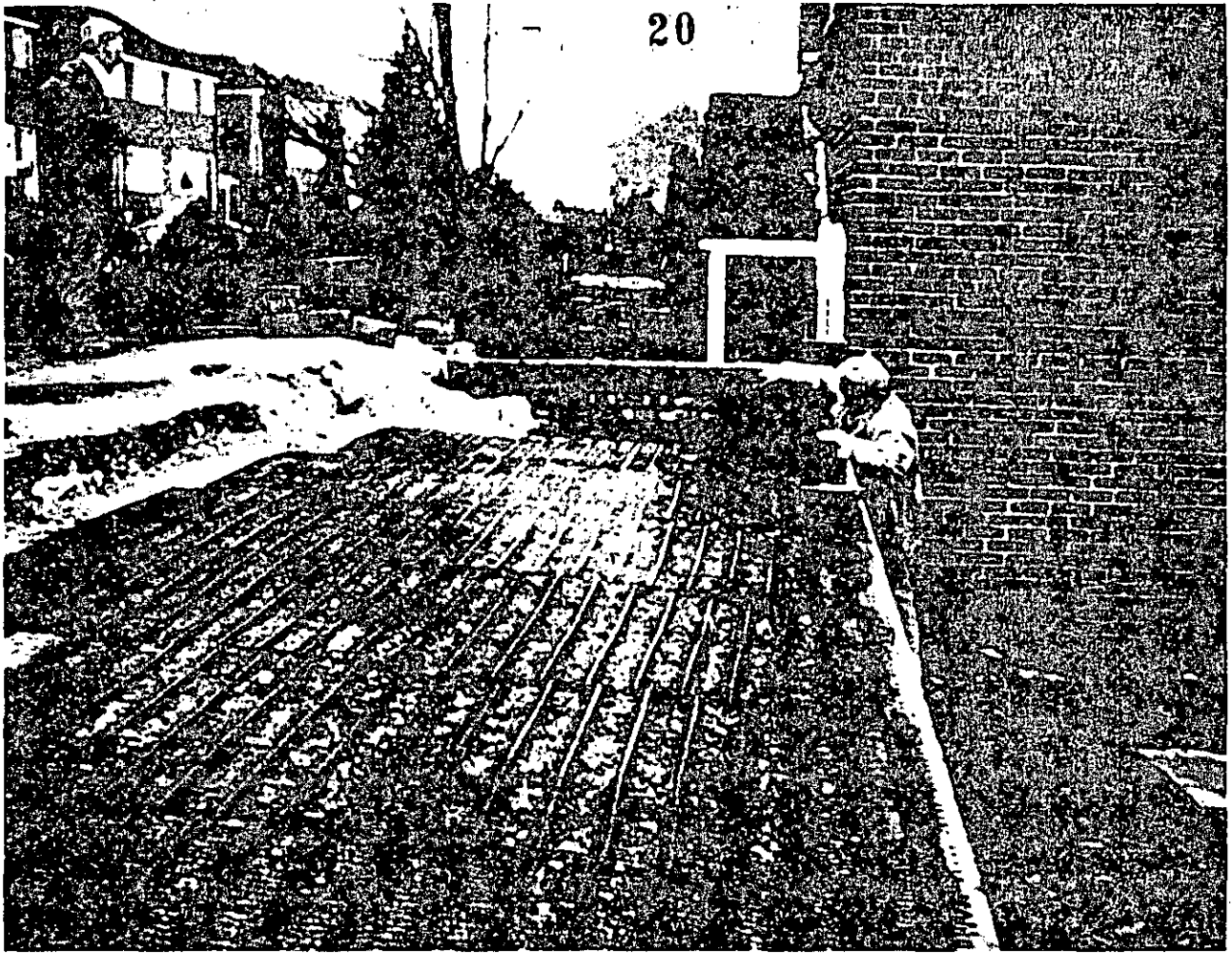
Compacted fill

Tensor Geogrid  
reinforcement

Geogrids cemented  
through brick faces to  
act as ties.







Photograph 3





**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

21

**NETLON**

---

PROJECT: COASTAL PROTECTION

DATE:

---

CLIENT: MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD  
LOOE - CORNWALL

---

SPECIFIER: REX FLACK, LISANDRA HOUSE  
FORE STREET, LOOE, CORNWALL

---

CONTRACTOR: R. M. DOUGLAS CONSTRUCTION LTD  
138 HED-Y-GAS, CWMBURLA, SWANSEA

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON GABIONS CONSTRUCTED  
FROM CE151

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR. WEST  
MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Millendreath Holiday Village is situated on a relatively narrow strip of land on the Cornish coast in the vicinity of Looe. In order to make optimum use of the available land, it was necessary to make up the slope down to the water and to install a retaining wall to a height of 4m affording protection against the scouring effects of severe wave attack as the soil in this area is predominantly sand. (See Photograph 1).

DESIGN PHILOSOPHY

The problems were of providing -

- a) Earth retention
- b) Scour resistance
- c) A system of absorbing wave energy without reflecting the waves

/cont

The solution -

A stepped retaining wall constructed of stone filled gabions designed to

- a) Satisfy the wall construction theory
- b) Provide a sufficient permeable mass of stone with sufficiently rough surfaces
- c) Ensure that the 'batter' of the stepped gabion wall would be sufficient to absorb wave run-up and minimise overtopping.

Gabions constructed from Netlon CE131 grids were selected because they offer

- a) The complete corrosion resistance of high density polyethylene from which Netlon CE151 is produced
- b) Flexibility; which allows settling and adaptation to the contours of the base and the adjacent cliff
- c) Sufficient flexing in the face of wave attack without deterioration
- d) Competitive prices compared with plastic coated steel mesh gabions

#### CONSTRUCTION

The ground in front of the Village was levelled and the lowest tier of the 2m Netlon gabions was erected by joining individual units using a 400 kilo breaking strength braided high density polyethylene cord.

Filling of the gabions was achieved, mainly, by mechanical means using a Massey Ferguson tracked hydraulic backacter equipped with a 1m wide shovel. By positioning the shovel at the top and the rear of the gabion and elevating the back of the shovel, it was possible to fill accurately and with minimal top-up by hand. The gabions were internally cross-tensioned at 330mm and 660mm high levels. (See Photograph 2).

A similar procedure was used for the second and third tiers.

#### OBSERVATIONS

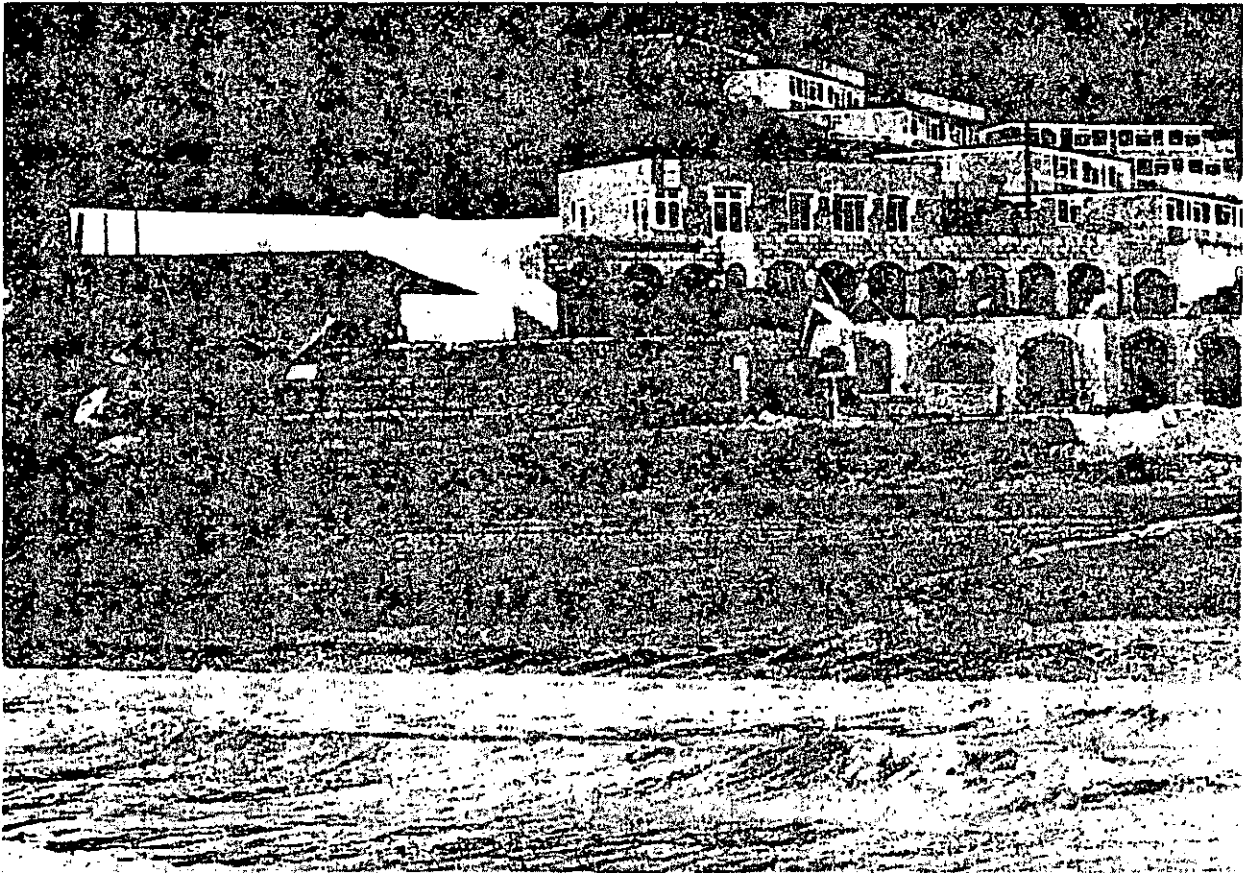
1. Netlon CE151 gabions have since been superseded by Tensar sided gabions which offer superior strength
2. The installation has withstood the effects of the 1980 Spring Tide without damage occurring.

CONCLUSIONS.

1. The Netlon polymer based gabion represents an important advance in coastal engineering work.
2. A track mounted hydraulic backacter fitted with a 0.5m to 1m shovel, and using a skilled operator, provides a highly efficient method of filling Netlon gabions.



Photograph 1



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

25

**NETLON**

PROJECT:

PROTECTION OF FACES & SLOPES

DATE: APRIL '79

CLIENT:

AVON COUNTY COUNCIL

SPECIFIER:

MANDER RAIKES & MARSHALL

CONTRACTOR:

NOTT BRODIE

PRODUCT EMPLOYED:

CE121 & CE152

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Following inspections of certain rock faces overlooking the A4 trunk road which passes through the Avon Gorge at Bristol, the dangerous nature of parts of these faces and slopes was brought to the attention of the Avon County Council. As a result the road was closed from February 1977 when remedial work began, terminating in April 1979 (see Photographs 1 & 2).

In addition to its importance as a route for the A4, known locally as Portway, the Gorge is an area of great natural beauty and provides a natural habitat for very rare plant species. In this respect the area is perhaps unique in Great Britain.

When preparing their proposals for the project, the consultants, Mander Raikes & Marshall, gave careful consideration to the choice of materials to be used on the face, in order that the visual appeal and the unique habitat should remain unimpaired. For this and other reasons, Netlon was selected to provide an unobtrusive stabilisation mesh to help contain rock falls (CE152) and prevent soil erosion (CE121).

/cont

Netlon CE152 and CE121 proved to be sufficiently strong, yet flexible enough to conform to the sharp angles (see Photograph 3) and hollows remaining after the very loose rock and a number of overhangs had been removed. Apart from the more obvious benefits, Netlon afforded protection from rain water run-off to seeds and seedlings. It has also retained soil, reduced weathering and protected both roots and rock face from frost damage. When the vegetation cover is fully developed it will also reinforce the root mat and the support plants.

Two different methods of top fixing were used. In areas where there was sufficient soil, the mesh was buried in a trench about 0.5m deep. In other more rocky areas, wooden posts of 100mm square section were driven into the cliff top at 1 metre centres. The mesh was holed at suitable intervals and fitted over the posts (see Photograph 4). Additional fixing was provided by plastic coated steel wire threaded through the mesh and bound to the posts.

Similar wire was also used to link the mesh lengths at the overlaps. In all sections, intermediate fixings to the vertical part of the face were of 450mm x 25mm diameter galvanised rock bolts and 75mm heavy square washers.

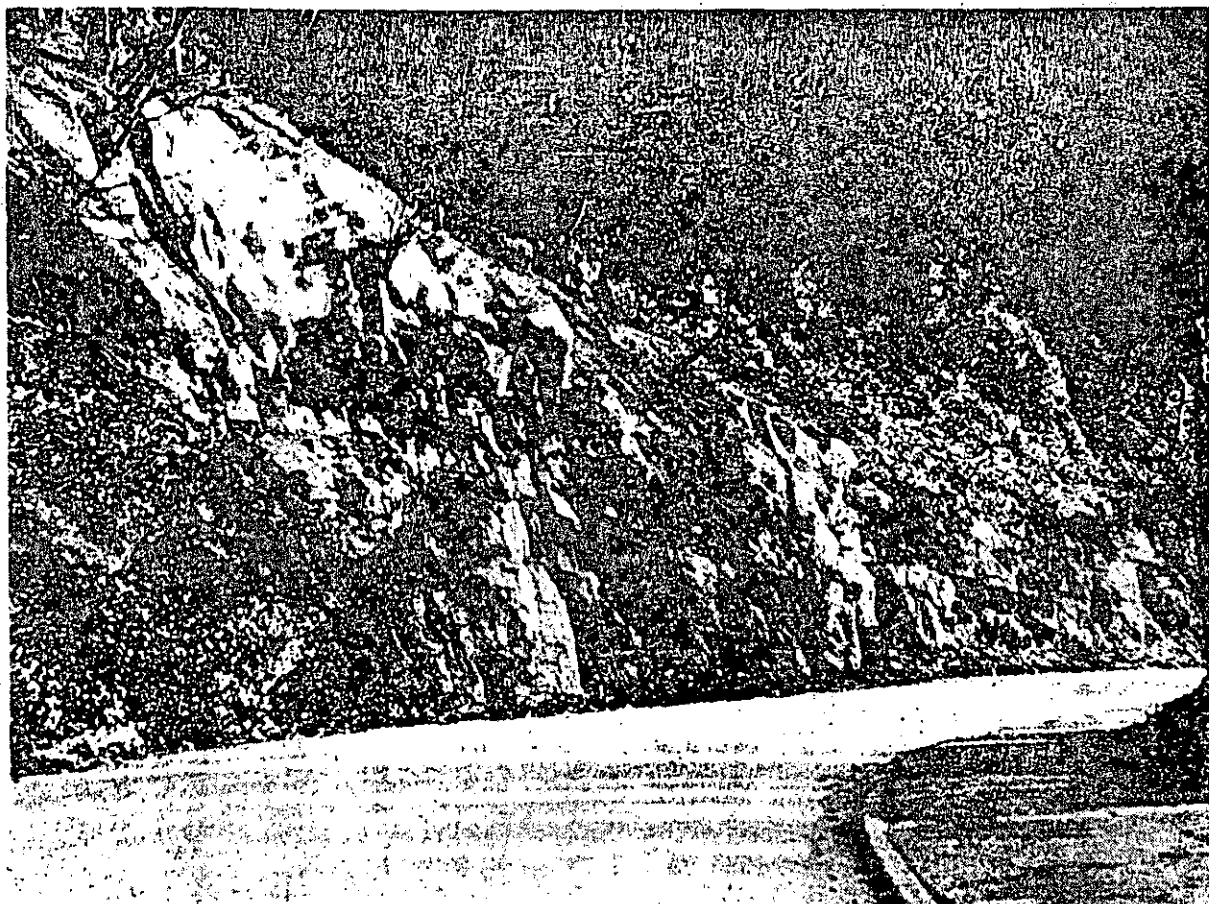
Minimal labour was required due to the lightweight nature of the Netlon mesh and it was considered much safer to work with than other mesh types - an important consideration where dangerous cliff faces are involved.

The part played by Netlon in the Avon Gorge project illustrates its effectiveness in providing long-term solutions to erosion and instability of rock faces.

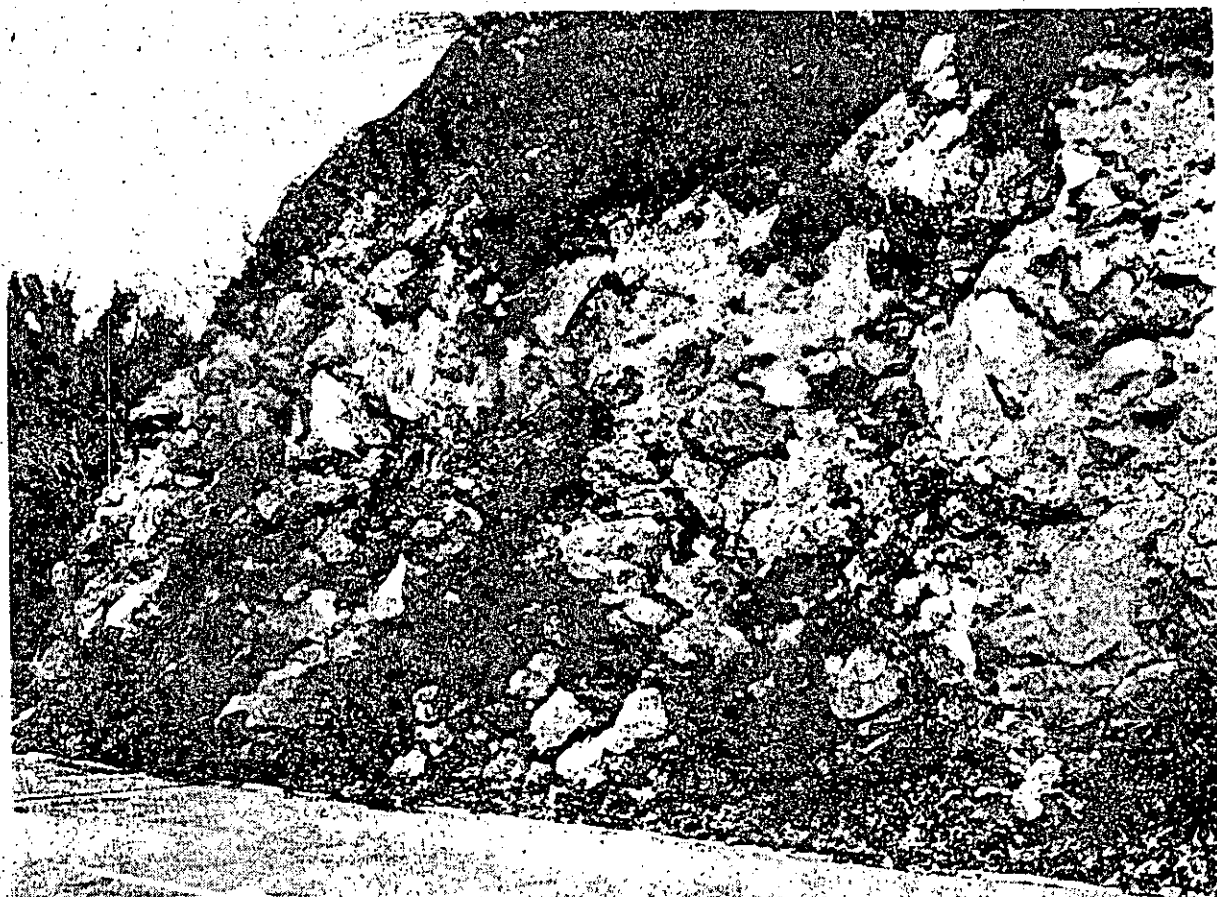
Tests have indicated that the development of vegetation would enhance the durability of Netlon in such environments, as this would exclude the harmful ultra-violet light (see Photograph 5).

In areas of total exposure to sunlight, the inclusion of UV absorbers is sufficient to combat these adverse effects.

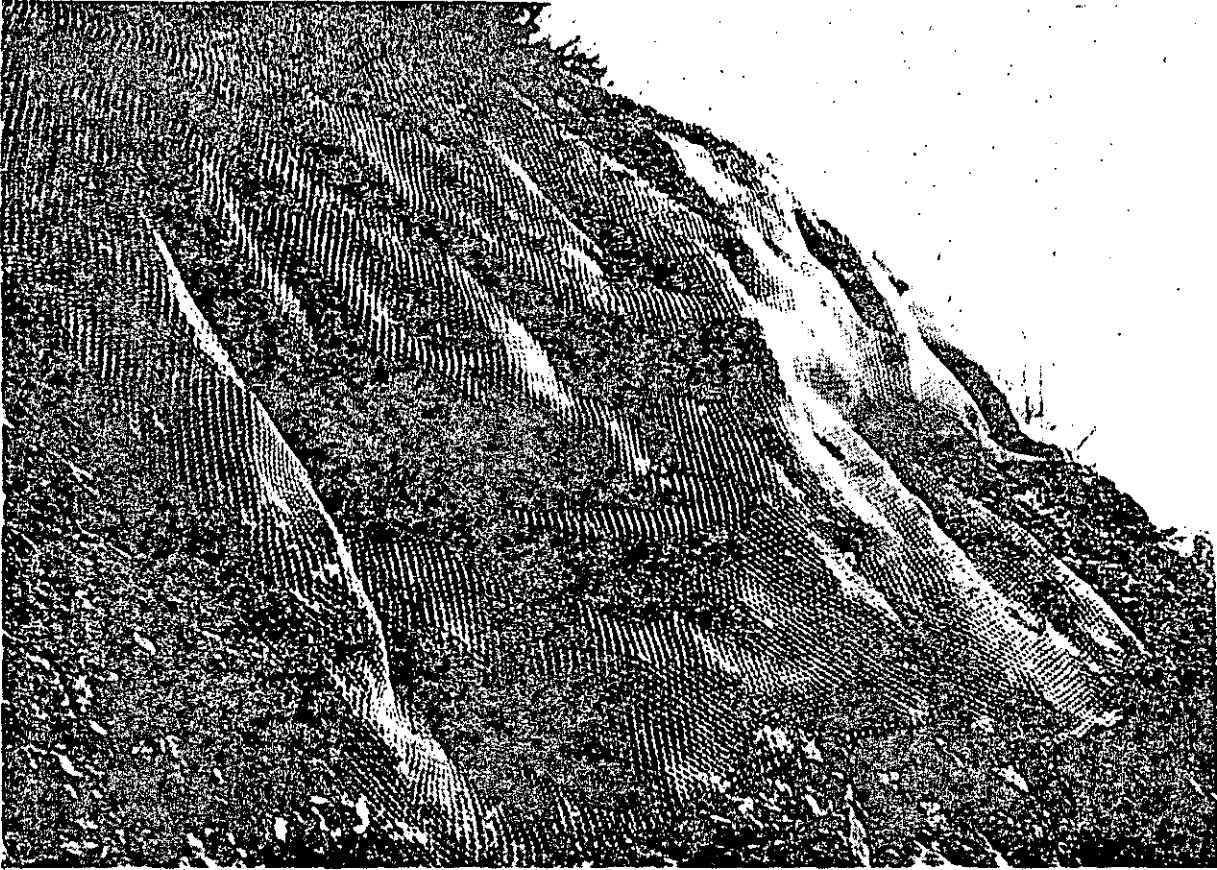
By February 1979 a large proportion of the Netlon was already obscured by new growth at Avon Gorge.



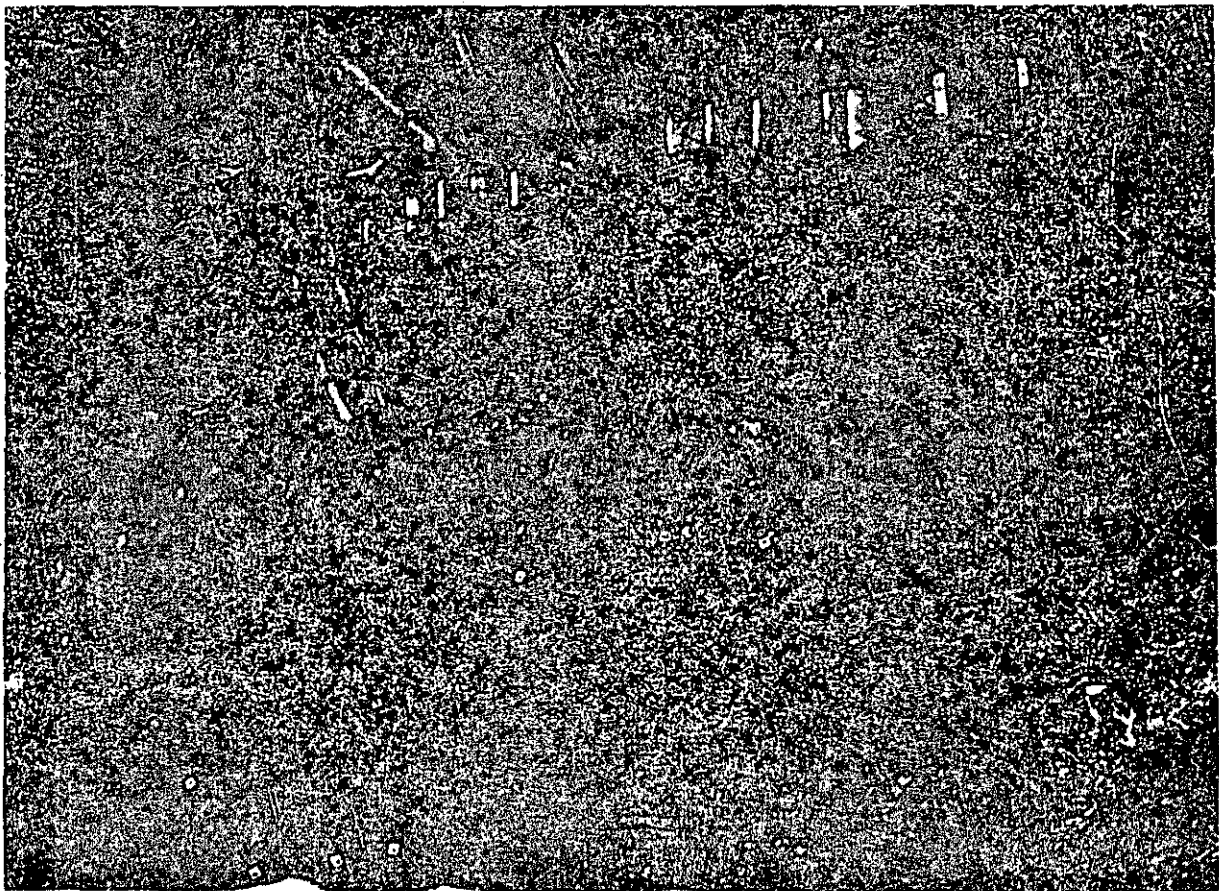
Photograph 1







Photograph 3







Photograph 5

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

30

**NETLON**

**PROJECT:**

CONSTRUCTION OF FACTORY FOUNDATIONS  
ON A FLOOD PLAIN AT TODMORDEN

DATE: NOV '75

**CLIENT:**

HEATHERDALE FABRICS LTD,  
DERDALE MILL, TODMORDEN

**SPECIFIER:**

THE BIRKETT STEVENS COLMAN PARTNERSHIP,  
BRAMHOPE, LEEDS

**CONTRACTOR:**

WILLIAM MALLINSON (YORKSHIRE) LTD  
HUDDERSFIELD

**PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE121 GEOGRIDS

**ACKNOWLEDGEMENTS:**

ABBEY HANSON ROWE & PARTNERS  
HUDDERSFIELD

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Boreholes at the site (See Photograph 1) on a flood plane between the River Calder and the Rochdale Canal, revealed that in general, a 2m thick layer of ash fill covered 4m of silt which overlaid a mixture of firm clay, sand and gravel.

Initially, vibro-compaction of the ash and silt was considered as a way of avoiding settlement of the ground slabs that were to be used. This was ruled out due to expense and a second, lower cost alternative of vibro-compacting the 2m layer of ash, was eliminated, as trial pits indicated that this layer was not consistent over the site.

Netlon Geogrids were employed to eliminate local settlement and reduce general settlement by improved load distribution.

/cont

## CONSTRUCTION

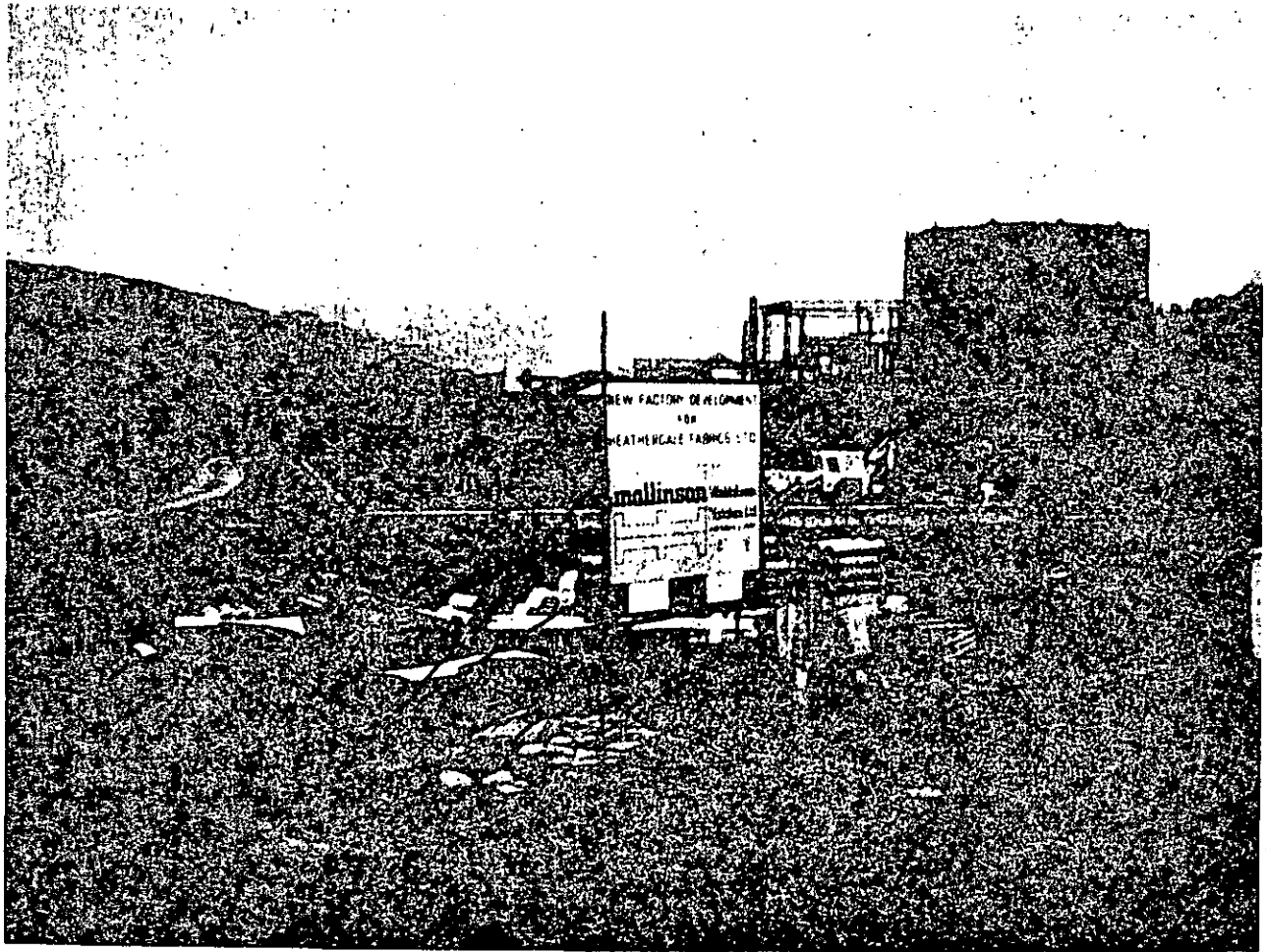
31

Ground slabs, produced by the "long-bay casting" method, 175mm and 150mm thick, reinforced with A252 mesh, were laid over a 600mm thick bed of compacted hardcore with Netlon CE121 Geogrids below (See Photograph 2). Construction joints in the slab were positioned so as to allow articulation between the edge and tie beams so that settlement could be accommodated.

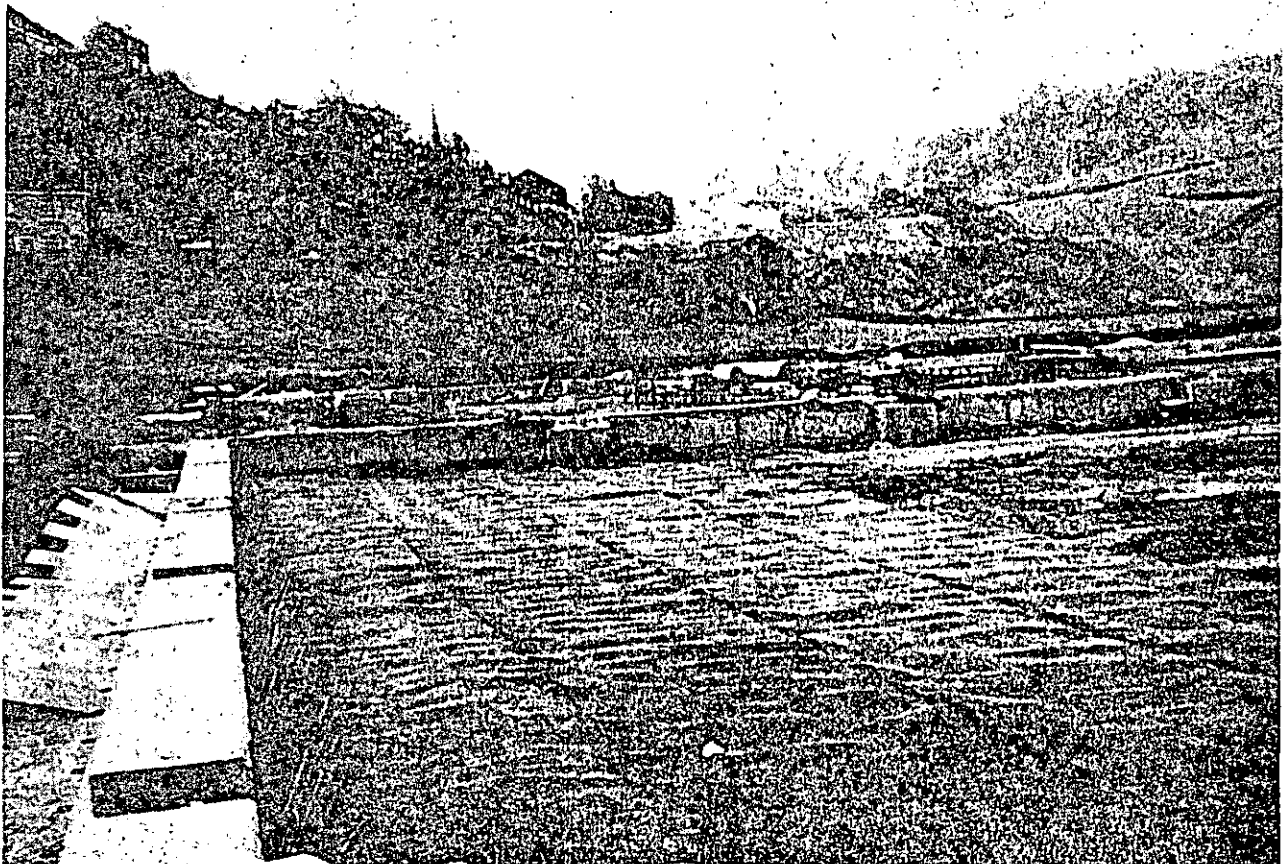
Having completed the stable foundations, a mill was erected consisting of a single storey, two bay, steel portal frame (56m x 66m) with a two storey, two bay, steel framed office block (12m x 24m).

This design handled the vertical loads by utilising driven cast in-situ piles with average lengths of 11m. Horizontal thrusts would be distributed by r.c. edge beams between a system of transverse tie beams below the floor slab.

Finally, a power float finish was applied to the ground slabs after cladding of the structure had been completed.



Photograph 1

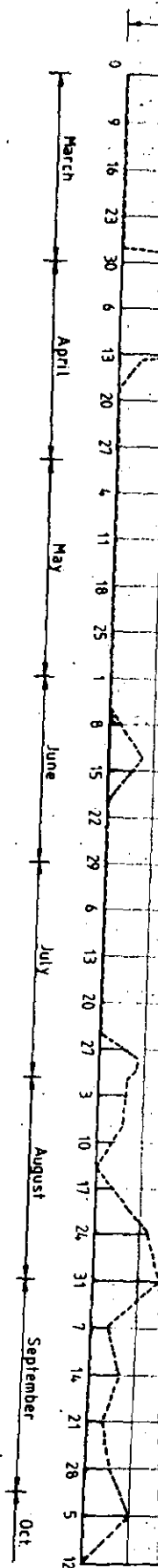


# Specification data for Netlon civil engineering products



Specification data	CE 111	CE 121	CE 131	CE 151	CE 152	CE 153
Form	Sheet	Sheet	Sheet	Layflat tube	Sheet	Sheet — mattresses
<b>Dimensions</b>						
Width	2 m	2 m	2 m	1 m layflat	2 m	1 m (1 m mattress)
Length	30 m	30 m	30 m	5 m	30 m	6 m
Mesh aperture size	8 x 6 mm	8 x 6 mm	27 x 27 mm	74 x 74 mm	74 x 74 mm	60 x 60 mm
Mesh thickness	2.9 mm	3.3 mm	5.2 mm	5.9 mm	5.9 mm	5.9 mm
Structural weight	425 g/m <sup>2</sup>	730 g/m <sup>2</sup>	660 g/m <sup>2</sup>	1100 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>
Colour	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Polymer	LD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene
<b>Mechanical properties</b>						
Tensile strength Max load kN/m	2.00	7.68	5.80	9.64 (double layer)	4.82	4.82
Extension at max load	41%	20.2%	16.5%	23.2%*	23.2%	23.2%
Load at 10% extension kN/m	1.32	6.8	5.20	7.86	3.83	3.83
Elongation at ½ peak strength %	6.1	3.2	3.7	4.4	4.4	4.4
* Flexural strength at maximum strain DIN 53452 MN/m <sup>2</sup>	n/a	35	35	35	35	35
* Shore hardness D DIN 53505*	n/a	67	67	67	67	67
* Vicat softening point DIN 53460 °C	102	127	127	127	127	127
* Impact strength (notched Charpy) DIN 53453 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
* Tensile impact strength DIN 53448 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	400	400	400	400	400
* Abrasion resistance DIN 53754E (Taber) mm <sup>3</sup> /100 revs	n/a	10	10	10	10	10

\* Tests conducted on raw material



# Envir beha

36<sub>9</sub>

## Chemical Con

Netlon Civil Engin  
polyethylene with  
from low density p

## Chemical Resi

Alkali resistant to a

Acid resistant to a  
(ie to < pH 2).

Netlon has excellen

## Biological Resi

Resistant to attack

Not attractive to ra

## Temperature S

Netlon is stable ove  
+ 100°C but with s  
tures — for long pe

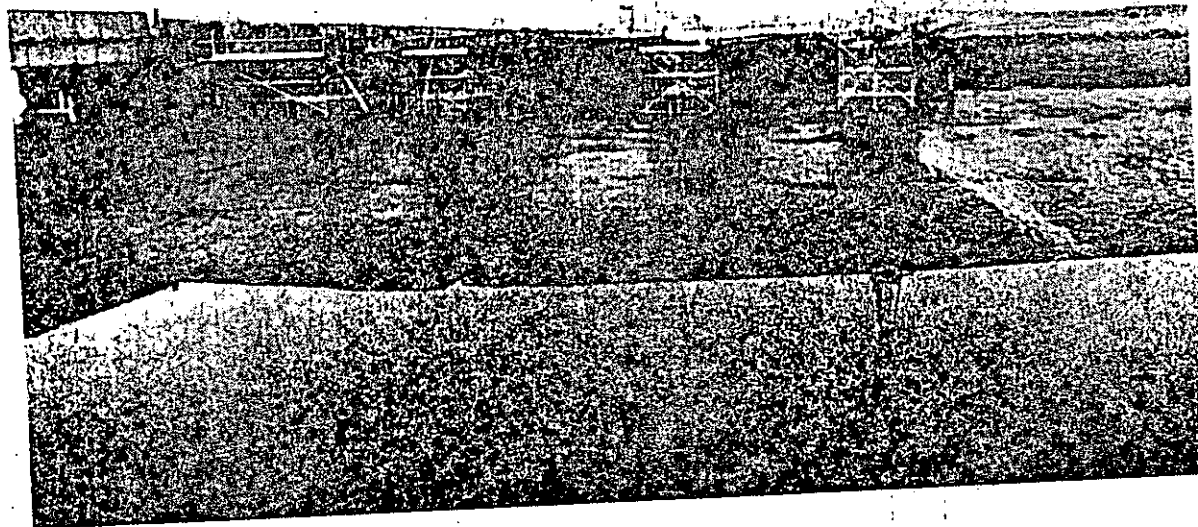
## Resistance to S

Netlon products wh  
conditions where th  
to sunlight — conta

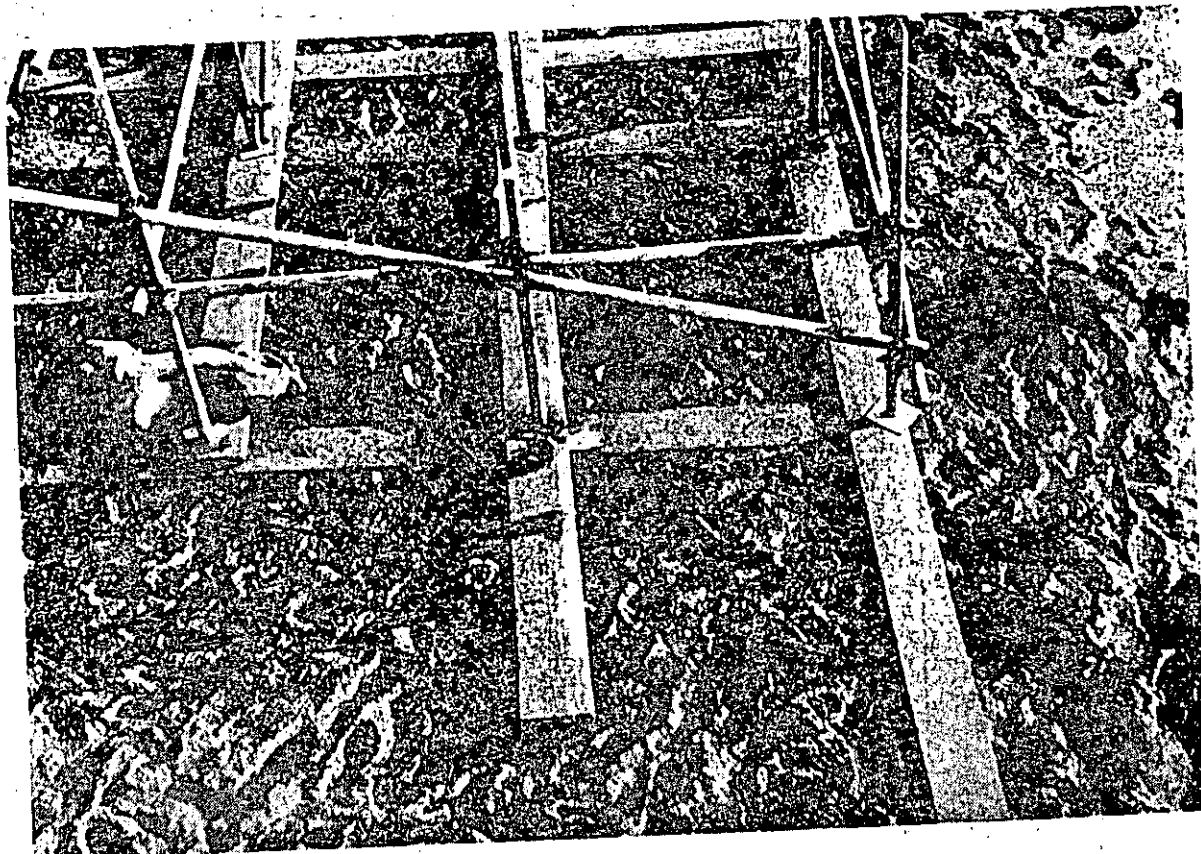
In temperate climat  
more than 20% of t

Ground restraint pr  
to protect the Netlo  
even in areas subjec

Netlon gabions hav  
periods of over ten



Photograph 6



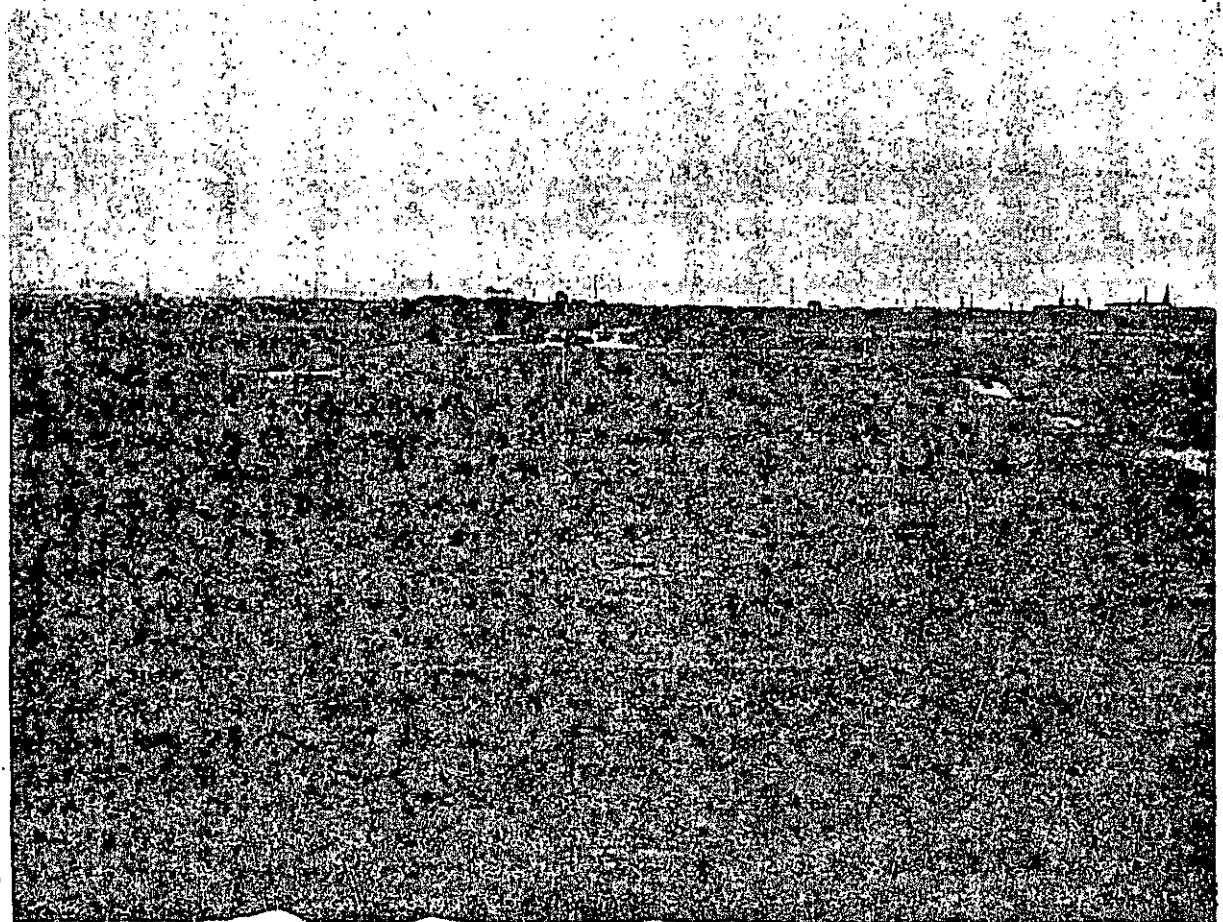
Photograph 7

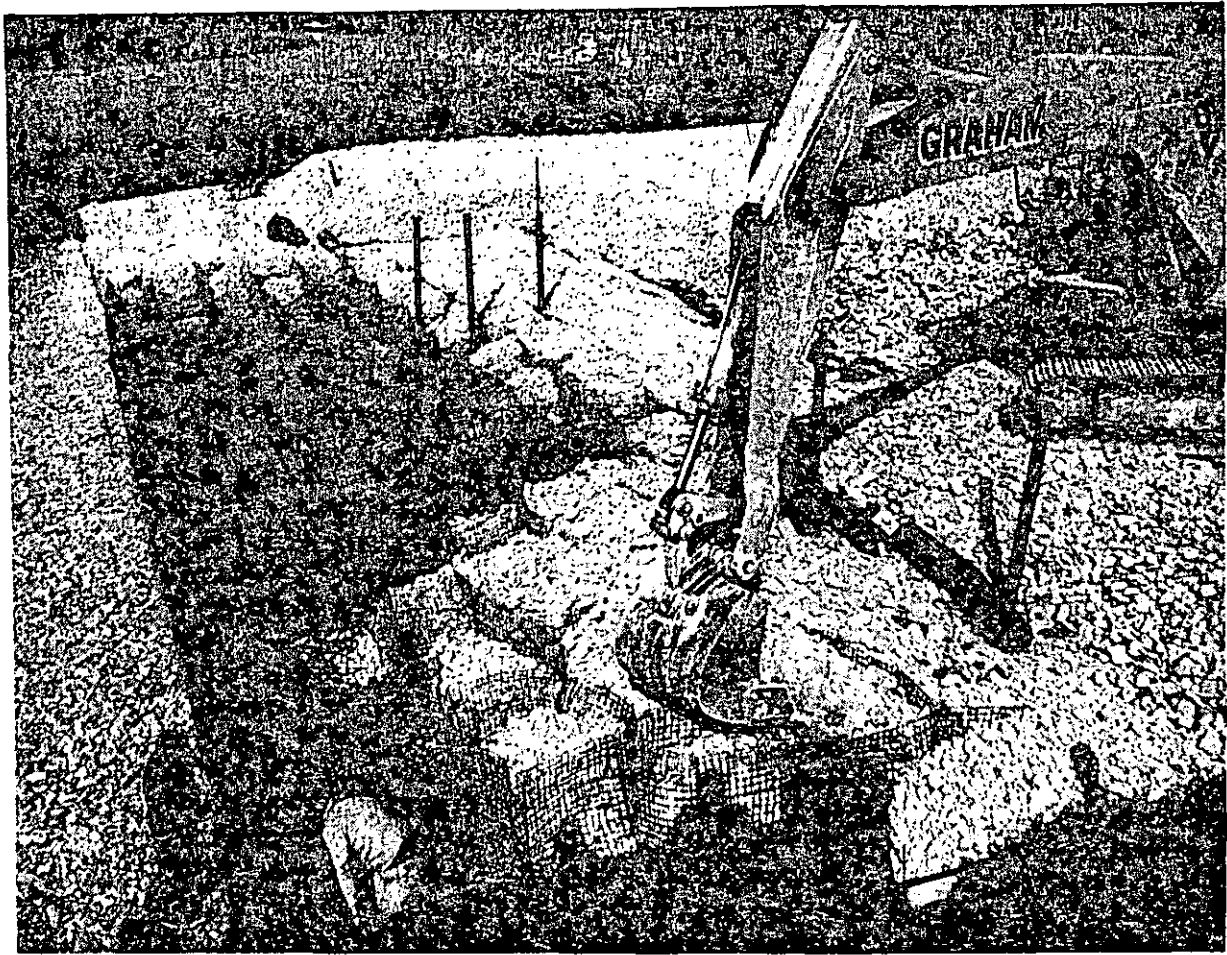
**NETLON**



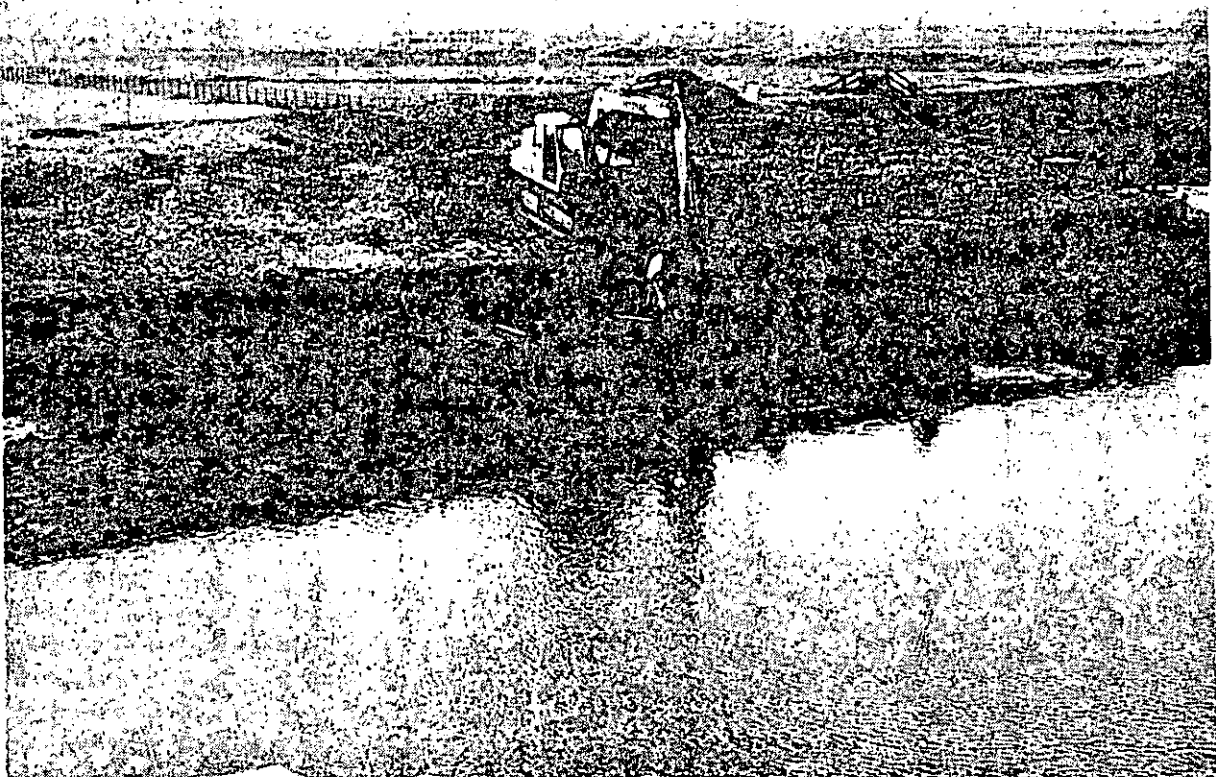


Photograph 4



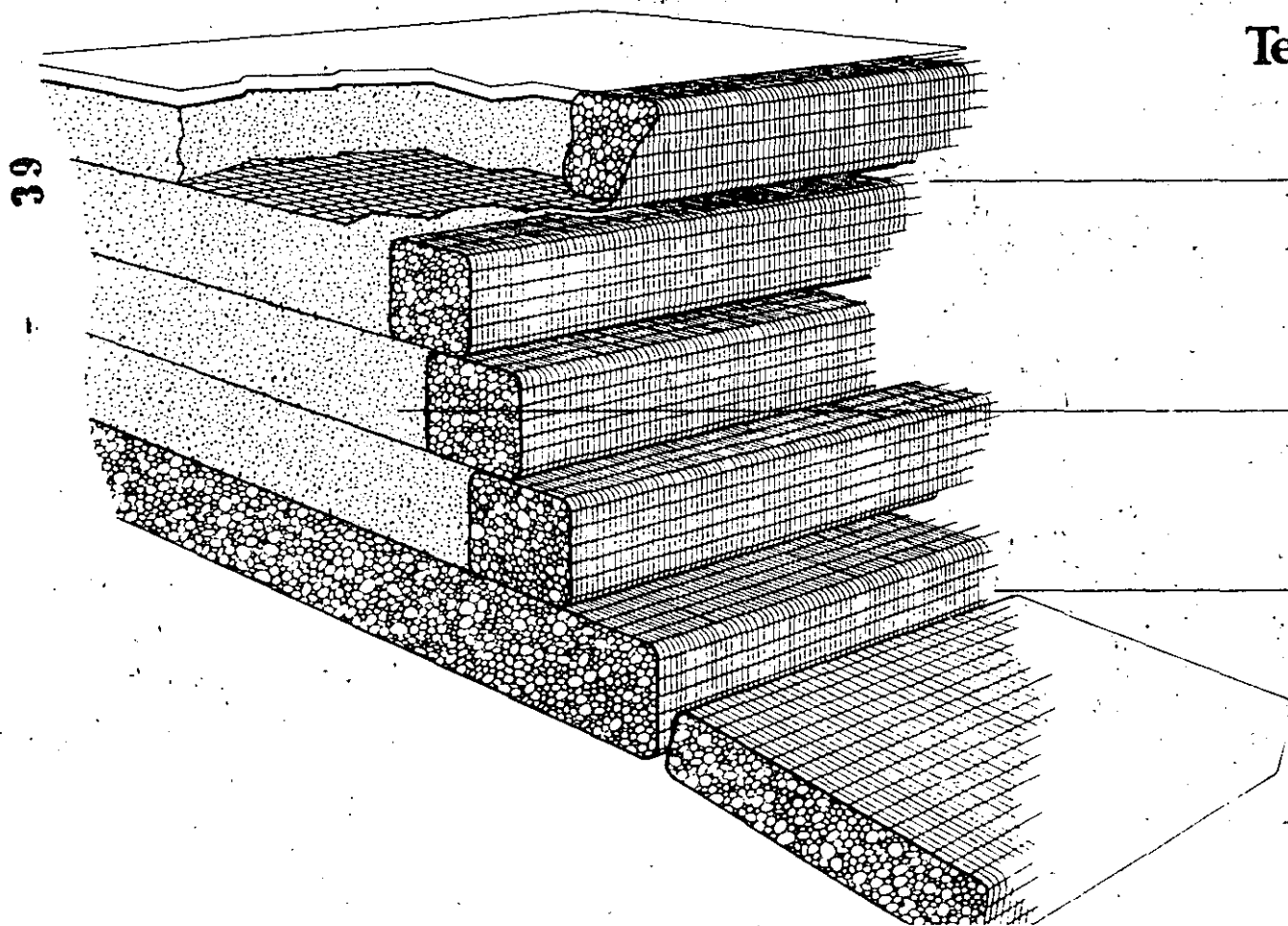


Photograph 2





# Gabion faced reinforced soil marine wall with foundation mattress & self regulating toe protection



Tensar reinforcement with  
integral gabion built  
on to face

Compacted fill

Tensar Geogrid  
foundation mattress

Stone filled toe  
mattress

# CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

## A CASE STUDY

44

# NETLON

PROJECT: ADVANCE WORKS FOR BRIDGE ABUTMENTS AND  
WING WALLS WITH TOE PROTECTION AT  
GREATHAM CREEK ON THE A178

DATE: SUMMER '80

CLIENT:  
COUNTY OF CLEVELAND

SPECIFIER:  
COUNTY SURVEYOR & ENGINEER

CONTRACTOR:  
COUNTY OF CLEVELAND  
DIRECT LABOUR CONSTRUCTION UNIT

PRODUCT EMPLOYED: CE121, TENSAR SRI GEOGRIDS &  
NETLON MATTRESSES CONSTRUCTED  
FROM CE153

ACKNOWLEDGEMENTS: COUNTY OF CLEVELAND -  
SURVEYOR & ENGINEER'S  
DEPARTMENT (see Page 5)

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1884

MEXICO 19, D. F.

APDO. POSTAL 60-349 Z. P. 18

Tels. 598-81-27 y 598-81-41

### DESCRIPTION OF PROJECT:

With the substantial volume of traffic on the A178 between Port Clarence and Hartlepool, coupled with the increase in the weight of unit loads, the corrosion taking place on the existing bridge at Greatham Creek (installed in 1914) necessitated the construction of a newer version.

The new bridge was sited alongside the existing one so that the road, at this section, could be straightened at the same time. Abutments and wing walls had to be placed on mobile estuarine silt and it had been noted that the deep water channel under the old bridge had been migrating from the North to the South side of the Creek, giving rise to a steep slope on the Southern bank.

Bore hole tests had indicated that the soils were soft to very soft, dark grey, very silty clay with traces of both black sand and organic matter present to depths of 7m.

A number of alternative constructions were considered, e.g.

- i) increasing the span of the bridge to clear the mud flats, and
- ii) sheet piling to enclose area of embankment
- iii) tipping stone on the silt to allow it to displace the silt, until finally stable

# Netlon in river and canal protection works

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1304  
MEXICO 19, D. F.  
APDO. POSTAL 60-549 Z. P. 18

Tels. 598-01-27 y 598-01-11



45



Netlon riverbank protection mat

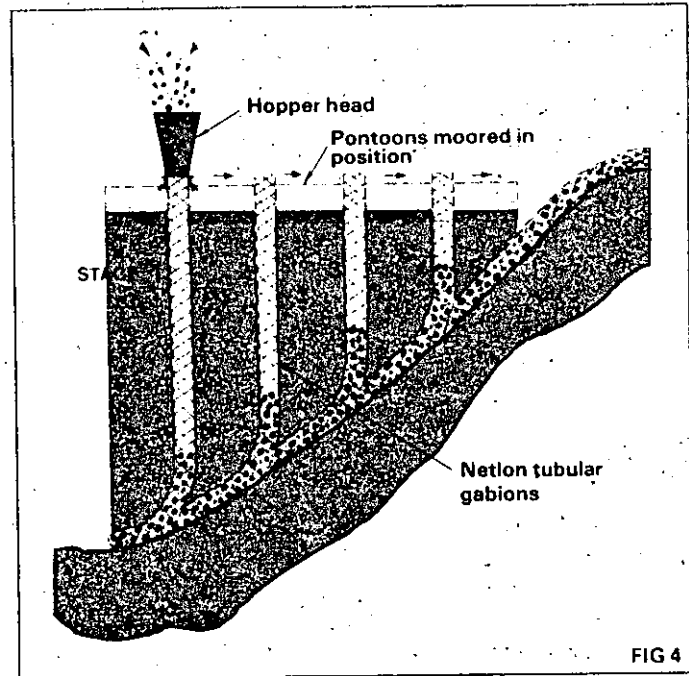


# Gabion protection works

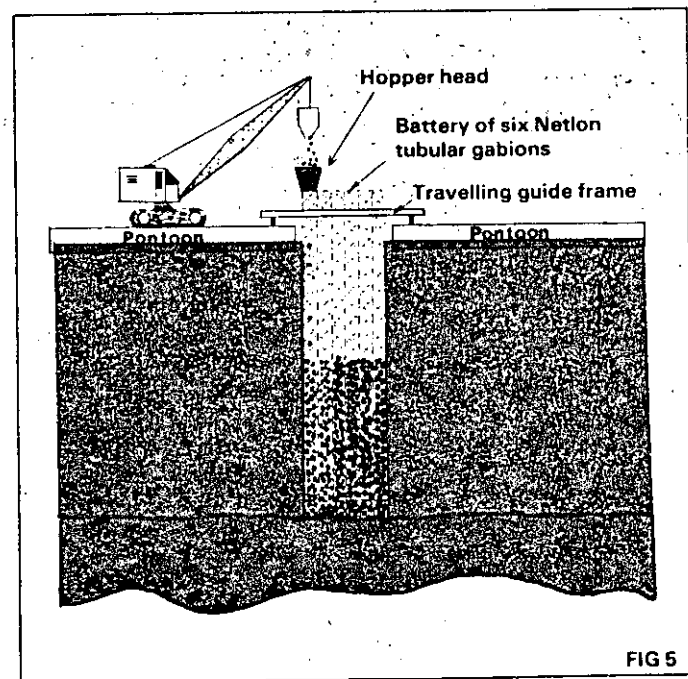
48

## Method of laying Netlon tubular gabions in deep water

Netlon tubular gabions approx 636 mm diameter, of any desired length, erected in batteries of 4, 6 or 8 units, are suspended from a travelling guide framework which spans between two pontoons or barges anchored in position. Broken stone is placed in the gabions initially to provide ballast to sink the gabions in position. The gabions are then filled, progressively, through a hopper head and the guide frame moved in stages as shown (figs 4 and 5) towards the bank to allow the stone filled sections of the gabions to settle in position on the river bed/bank surface. As each battery is filled and laid, the pontoons are repositioned and the procedure repeated.



Netlon gabions can be produced in any length, and can be joined on site to give a continuous unit. As the gabions are filled, additional lengths are added and the filled portion allowed to settle on to the bed/bank profile. Locating rings can be used to hold the gabion units firmly in position.

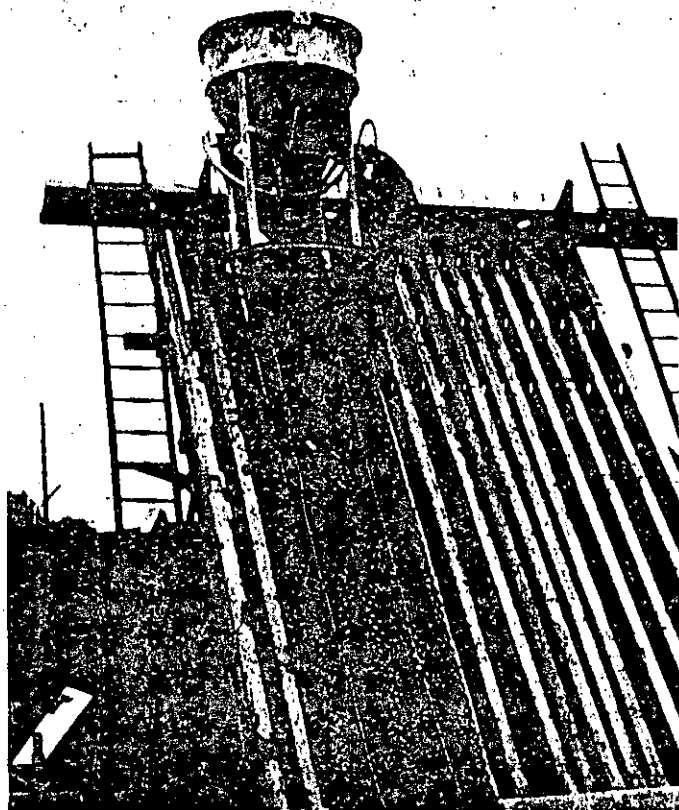


# Construction on shore

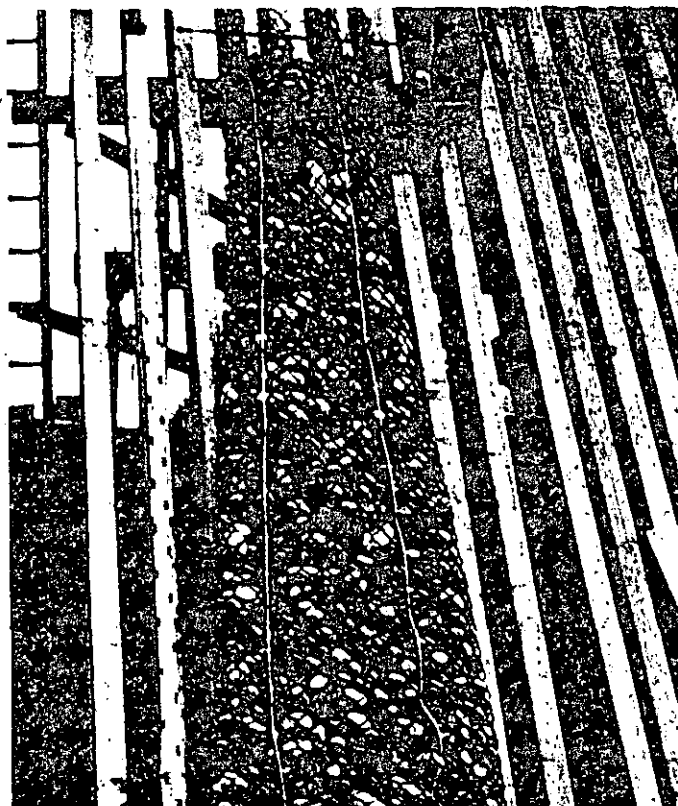
49

## Mechanized filling of Netlon tubular gabions

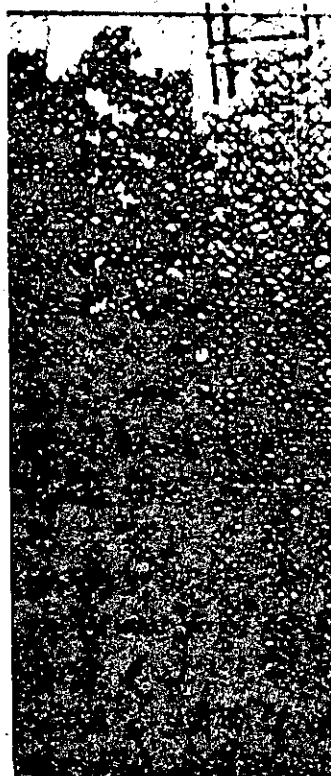
Tubular gabions are shown being filled while held against a sloping platform.



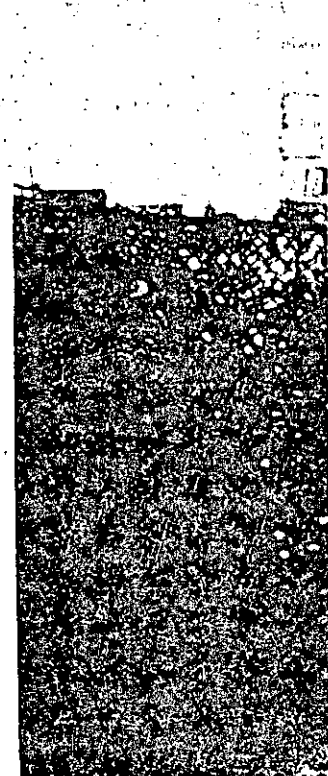
Filling — by means of a crane and bucket



Partly filled gabions



Filled tubular gabions being lifted into position



A battery of tubular gabions being installed

# Access over waterlogged terrain

52

Access to areas where breaches have occurred in river banks, can prove difficult in the presence of large areas of alluvial plains and mud flats, particularly when these areas have to be traversed for transporting materials and carrying out remedial works.

Netlon ground retention matting laid directly over the silt performs two functions. It provides a stable platform enabling inspection work to be undertaken in safety, and also serves as a foundation for more permanent access ways, and for remedial work to river banks.

The light weight of Netlon matting, gabions, Linmat etc are of major advantage in this type of remedial work because of the ease with which they can be transported to site, even over waterlogged terrain.

More permanent access ways can be constructed using a combination of Netlon matting and tubing.



Netlon ground retention matting being laid over silt.



**Netlon Limited**

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

Telephone 0254 62431 Telex 63213

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

Designed and printed in England by  
The Netlon Group, Mill Hill, Blackburn, Lancashire, BB2 4PJ

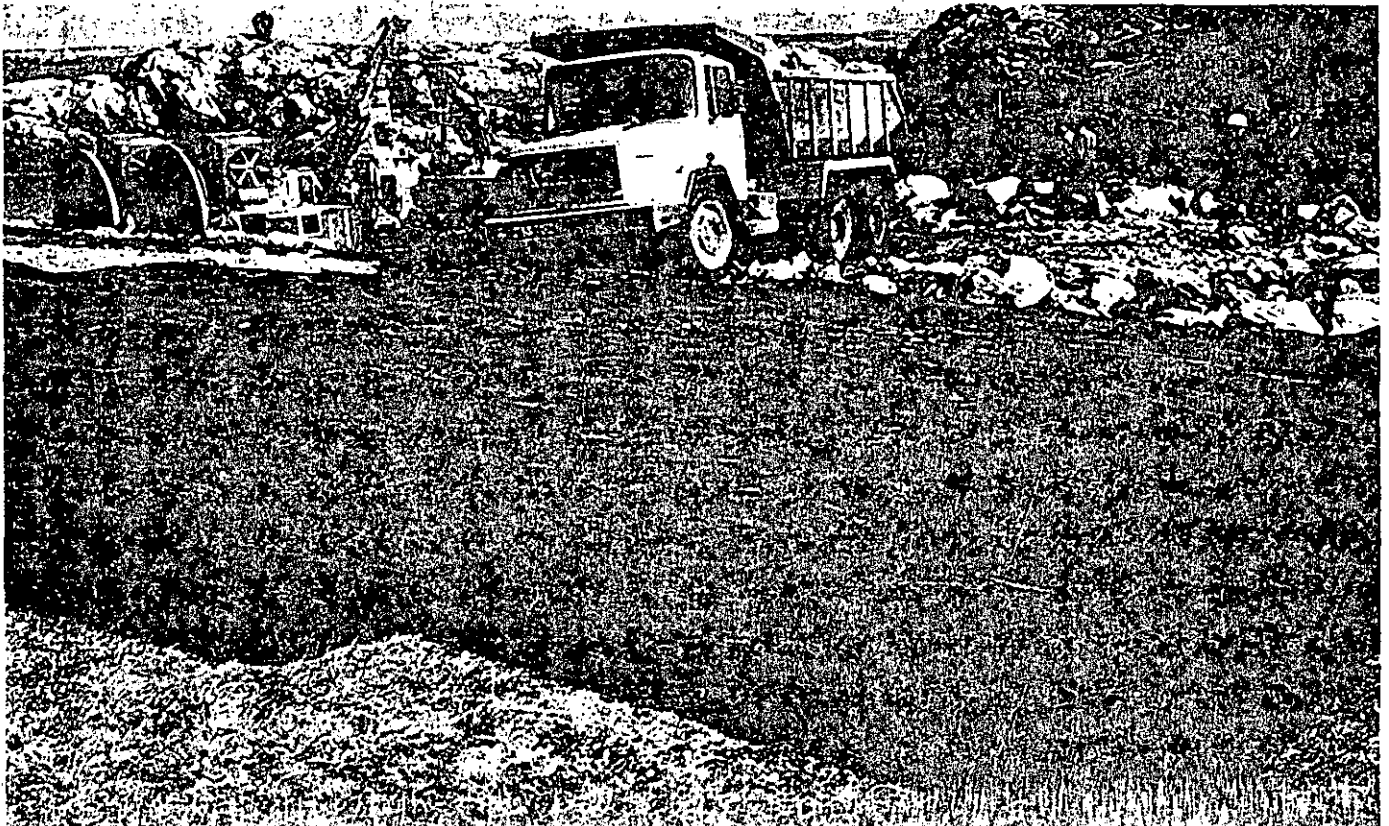


# Netlon in ground restraint and soil reinforcement

53



Road construction over soft ground



# Ground restraint

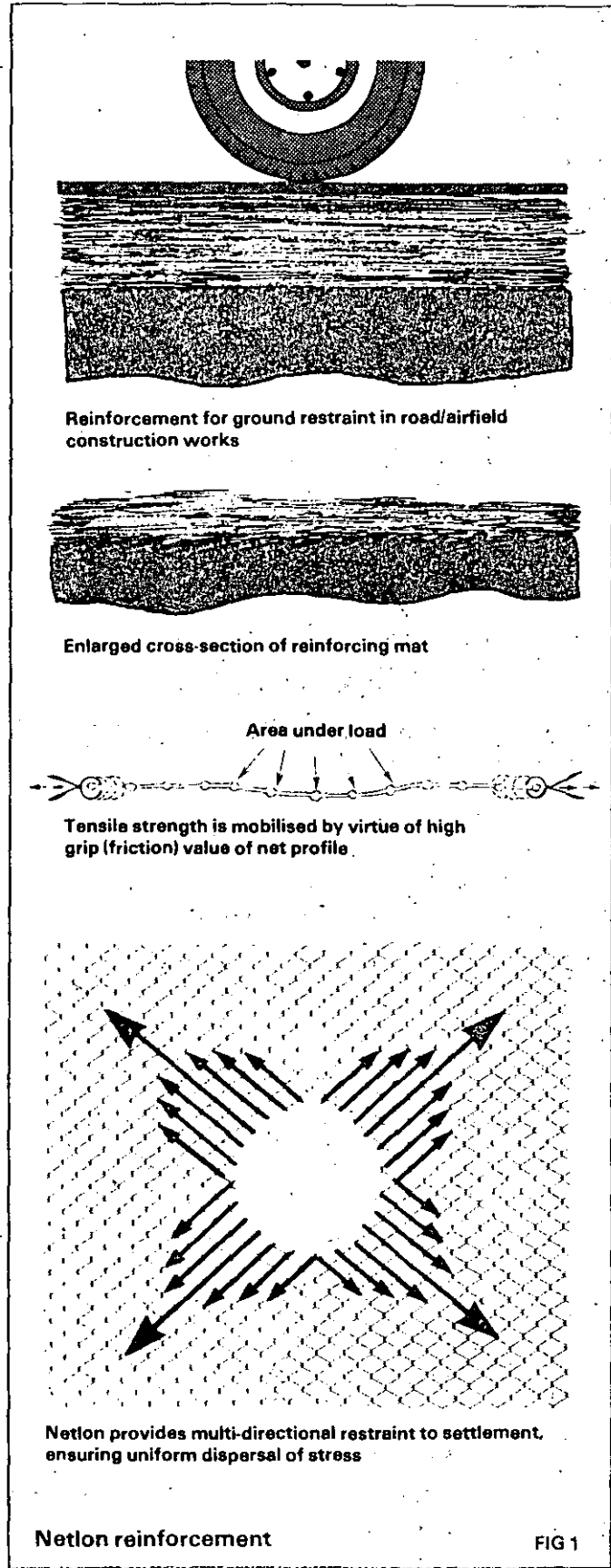
A stable foundation is the starting point for the design and construction of any structure, and the optimum solution in terms of both engineering and economic consideration is ultimately dependent on the soil characteristics and its capacity to accept the required load pattern.

Methods of increasing the bearing capacity of soils by compaction, drainage, or chemical stabilization are well known, and in recent years interest has been shown throughout the world in the method of ground restraint using structural membranes. Ground restraint is not a new concept. It has been in use in the form of fascines (woven brushwood matting) for centuries, and has proved successful in providing a stable foundation for earthworks over indifferent ground conditions.

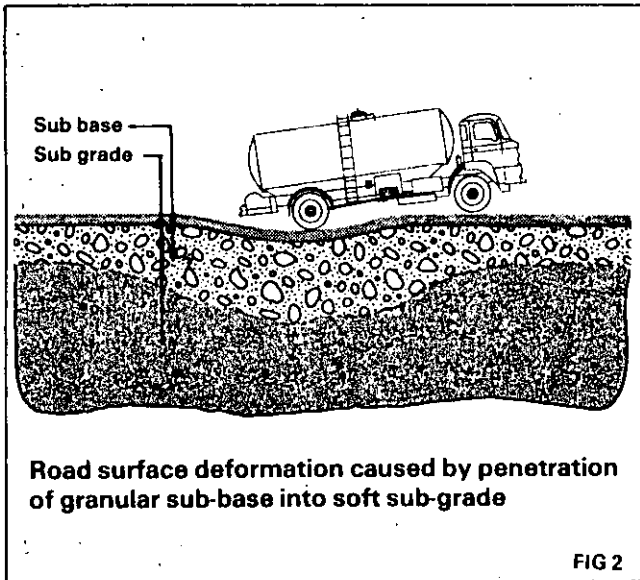
Netlon ground restraint netting performs a similar function in providing a stable foundation with many applications and advantages:

- a) It prevents loss of sub-base material into the sub-grade.
- b) It distributes load uniformly over a wide area by virtue of its stiffness, and thereby reduces differential settlement.
- c) It adds to the shear strength of the soil by virtue of its high tensile strength fully mobilised by the high friction value of the net profile (fig 1).
- d) Its net structure allows more rapid dissipation of pore water pressure.

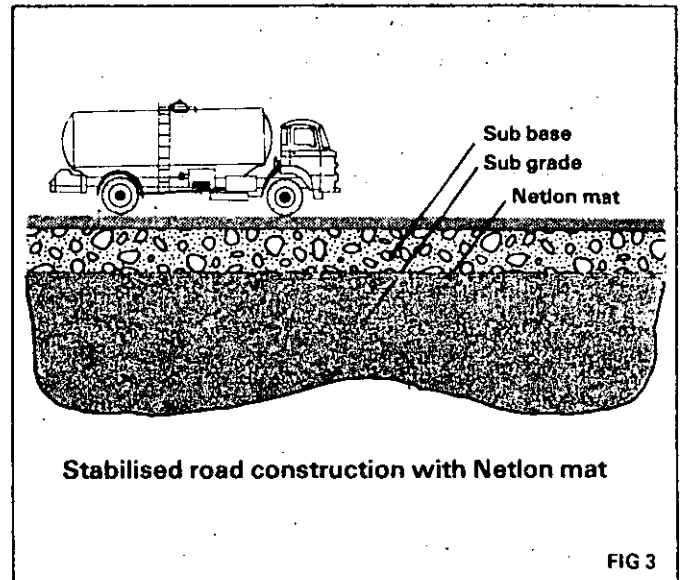
The following pages describe some of the applications for which Netlon reinforcement is particularly suitable and illustrates its successful use.



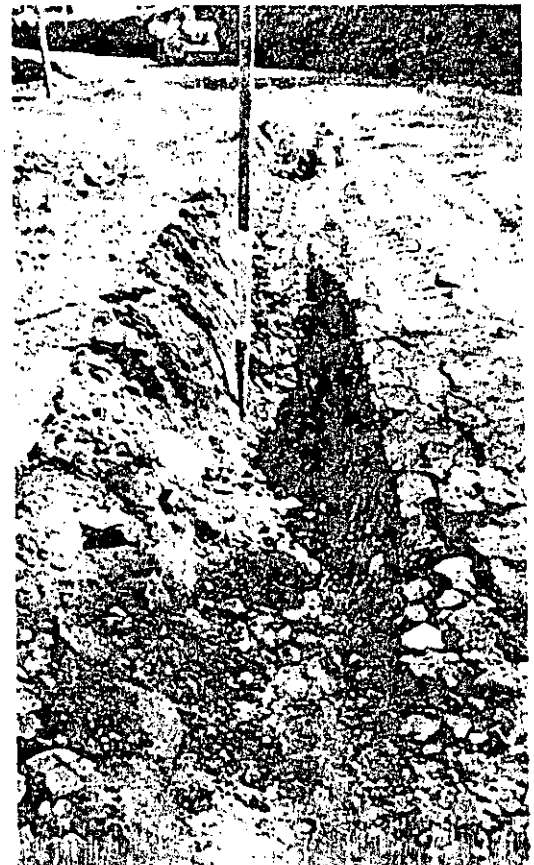




The loss of sub-base material into a soft sub-grade seriously affects the load bearing capacity of the road construction, and in the absence of timely and costly maintenance, deterioration increases until ultimately failure occurs (fig 2). The photographs below illustrate the type of failure shown in fig 2, (which occurred in spite of the use of a non-woven textile membrane).



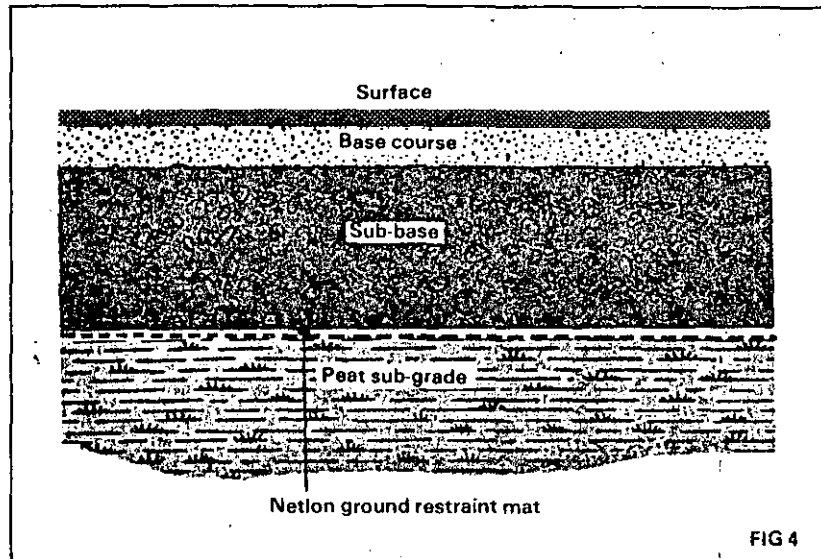
Netlon ground restraint netting laid at the sub-grade/sub-base interface prevents the penetration of sub-base material into the sub-grade, and increases the bearing capacity of the sub-grade thereby reducing the design thickness of the road base construction (fig 3).



# Road construction

56

Netlon ground restraint mat is particularly effective as a foundation medium on marshlands and peat. It can be laid directly on the sub-grade without any surface preparation. Because of its net structure, Netlon settles on the ground without 'rutting' and road construction can be commenced immediately (fig 4).



Netlon in the construction of a permanent carriageway over peat. The peat varied in depth between 2m — 4m and in areas of greatest depth it was in a highly mobile, almost liquid, condition.



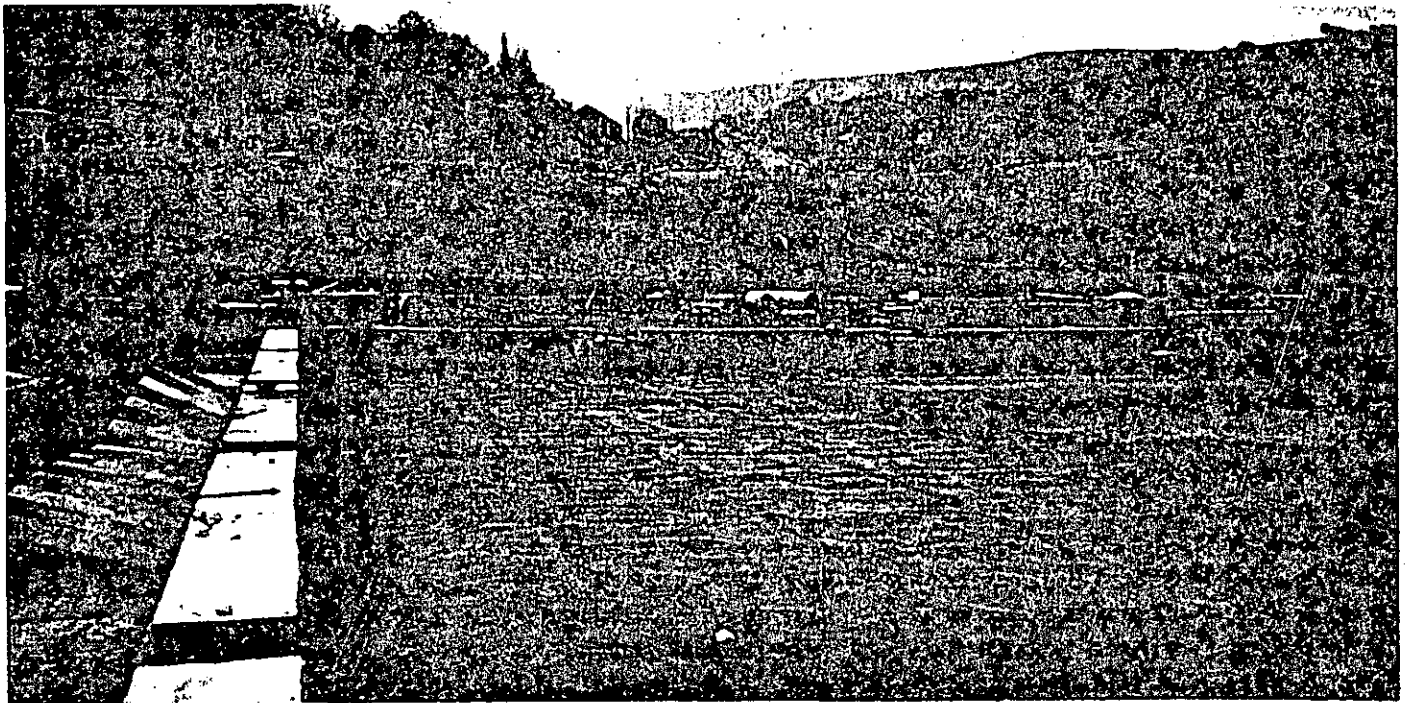
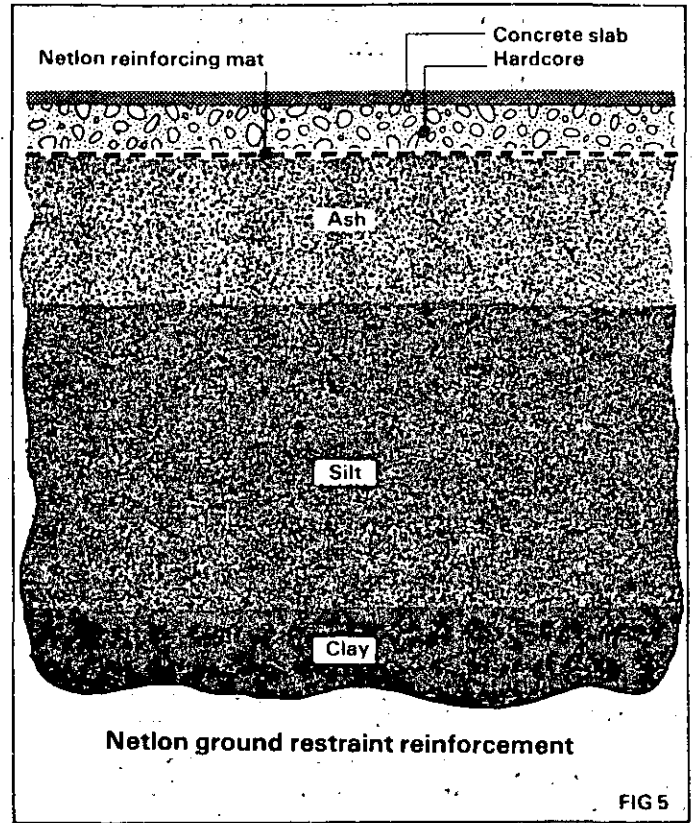
Netlon in the construction of hardstandage and access roads, cut into a steeply sloping embankment.



# Factory foundations

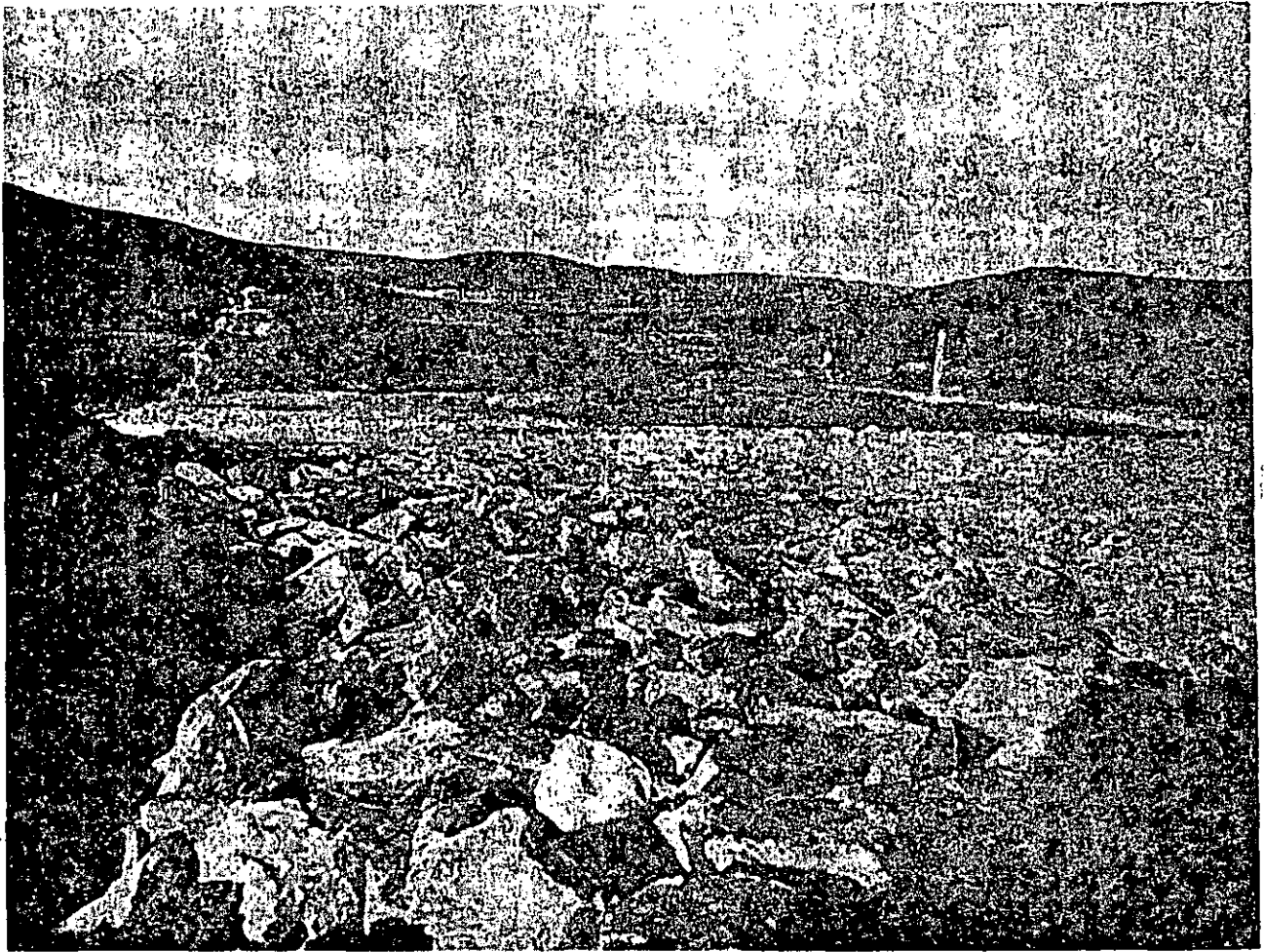
57

Netlon provides an effective and economical method of improving load distribution over large heavily loaded areas of made up ground. Foundation design of industrial structures can be greatly simplified by the adoption of ground restraint techniques, to improve the bearing capacity of the soil, thus obviating the need for expensive foundation systems (fig 5).

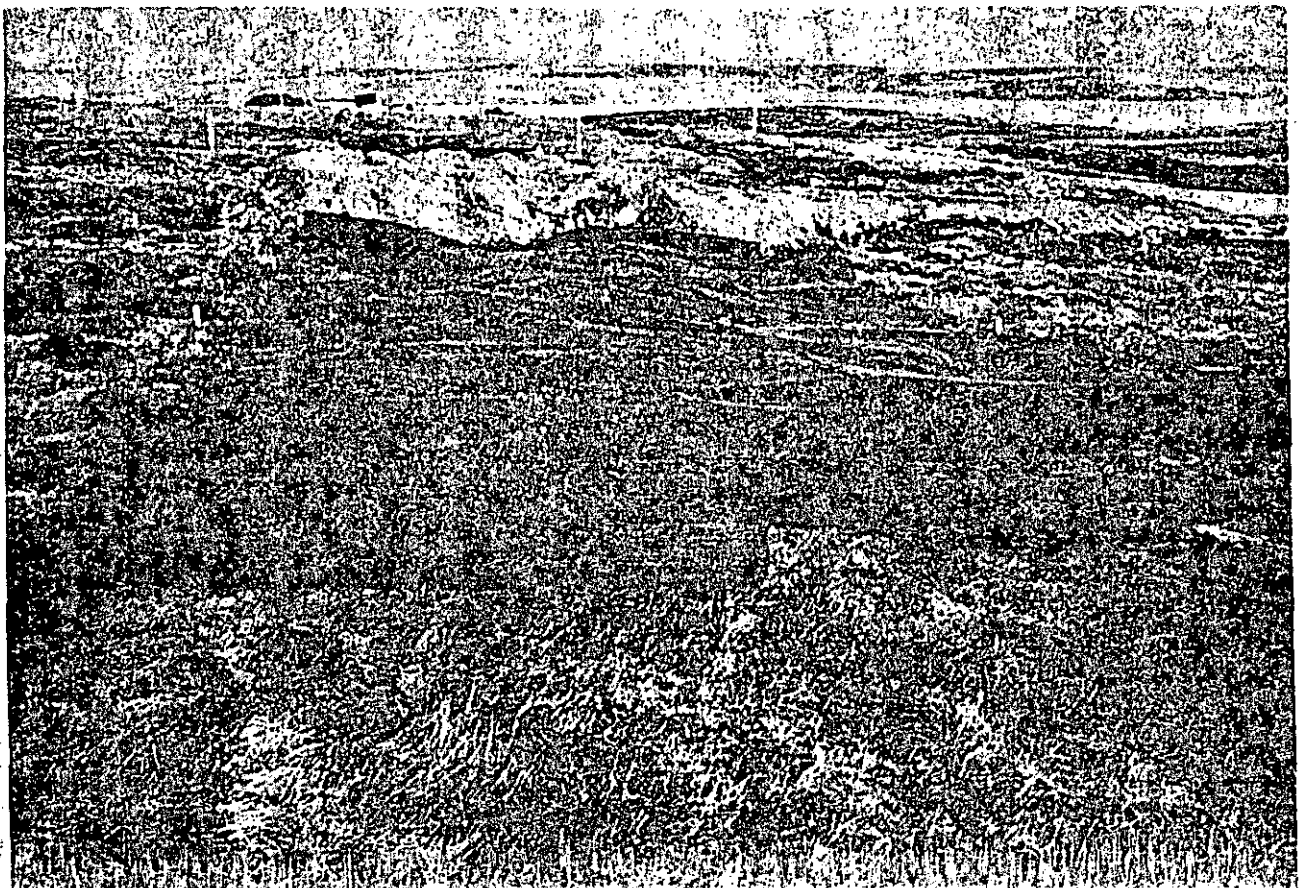


Netlon in the construction of factory foundations on made up ground

Reinforced concrete slabs, supported on a bed of hardcore reinforced with Netlon to eliminate local settlement, and improve load distribution.



Photograph 1



# **CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**

## **A CASE STUDY**

65

**NETLON**

**PROJECT:** STABILISATION OF A SLIP FAILURE IN A  
CUTTING ON THE M4 AT YATTENDON

**DATE:** SUMMER '80

**CLIENT:** ROYAL BERKSHIRE COUNTY COUNCIL

**SPECIFIER:** SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT  
ASSISTED BY TRANSPORT ROAD RESEARCH  
LABORATORY

**CONTRACTOR:** THE CLIENT

**PRODUCT EMPLOYED:** NETLON CE131 GEOGRIDS

**ACKNOWLEDGEMENTS:** MR R BURT, ROYAL BERKSHIRE CC  
MR MURRAY, TRANSPORT ROAD RESEARCH LABORATORIES (TRL)  
MR WRIGHTMAN, SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT

### **DESCRIPTION OF PROJECT:**

A slip failure had occurred on the slopes of the M4 at a cutting in the Yattendon area and soil had slid on to the hard shoulder of the motorway itself.

The banking at this point was over 20 metres in height and the slip was some 70 metres in width.

The soil consisted of London clays of various hues.

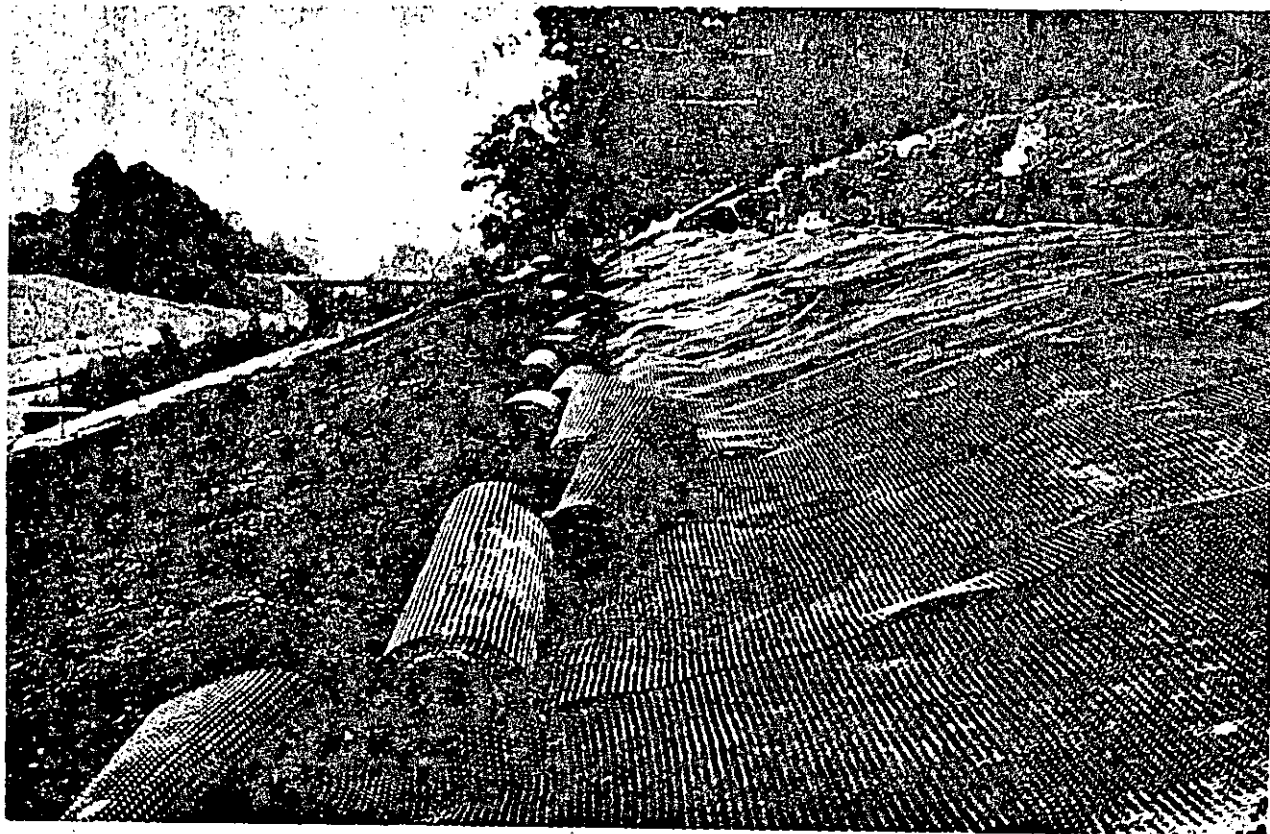
### **DESIGN PHILOSOPHY**

Rather than excavate the clay, transport it, and replace the clay with imported granular material, it was decided to reinstate the clay and to increase the factor of safety by

- a) Providing better drainage
- b) Reinforcing the clay with Netlon CE131 Geogrids

/cont





**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

- 71

**NETLON**

**PROJECT:**

THE CONSTRUCTION OF SERVICE ROADS & CAR  
PARKS ON POOR QUALITY GROUND

DATE: NOV 1979

**CLIENT:**

LONDON & MANCHESTER ASSURANCE COMPANY LTD

**SPECIFIER:**

OVE ARUP & PARTNERS

**CONTRACTOR:**

SLEEMAN CONSTRUCTION LTD

**PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE131

**ACKNOWLEDGEMENTS:**

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Due to the poor condition of the ground on which the client required roads and car parks built to service a new block of offices, it was found that the use of Netlon grids, rather than any other products, proved to be more successful in overcoming the problem.

The initial soil survey revealed a dense layer of red/brown silty, fine sand to a depth of 3m with water present at approximately 2.5m - suggesting a perched water table. It was initially thought that these conditions would preclude construction work. However, a start was made by stripping 600mm of top soil and a layer of 300mm of hardcore was laid, but as compaction was applied it was found that the hardcore was being punched into the formation. It was concluded that the shear strength of the soil was inversely proportional to the depth. This determined the policy to be adopted for the remainder of the road, which was to leave the existing ground undisturbed, apart from the removal of 150mm of topsoil, and build up the construction thicknesses from there. Fortunately, finished levels were able to be raised to suit.

/cont

Despite the use of a permeable fabric separator on a trial length of road, rutting still occurred (see Photograph 1). However, when Netlon CE131 was used, an immediate improvement was apparent due to its inherent superior frictional properties when placed, providing a positive mechanical lock between the sub-base and the sub-grade - thus restraining any anticipated lateral movement of the sub-base.

The formation was shaped and rolled using a pedestrian roller and Netlon CE131 was laid with 150mm overlaps (see Photograph 2). This proved to be a simple task as the lightweight nature of Netlon made it easy to handle and manipulate even in windy conditions. Initially an attempt was made to spread the sub-base material by dozer. Due to the ground conditions this proved too disruptive to the formation and to the Netlon. An alternative procedure using a crane and a skip was adopted (see Photograph 3) - the spreading of the material being carried out by hand. This method proved to be the most successful and is recommended where adverse ground conditions prevail.

A crusher-run of 75mm down was then laid to a thickness of approximately 100mm and compacted by light rolling. This was followed by a further 200mm of crusher-run and similarly rolled until no further compaction could be achieved. A loaded lorry weighing 13 tons was driven onto the treated area and no rutting occurred (see Photograph 4). 50mm of Type 1 material was then vibrated into the surface. In order to increase the factor of safety in consideration of the heavy construction traffic still to be carried by the road, lean concrete was then laid as a sub-base.

The final specification was as follows:

Surfacing	:	55mm DBM surface dressed
Road-base	:	175mm lean concrete
Sub-base	:	200mm crusher-run on Netlon CE131

Without Netlon the sub-base thickness would have been increased to 500mm minimum. Following the success of the trial section, and mindful of the cost savings achieved, it was decided that Netlon would be employed in the construction of two large car parks at the same site.



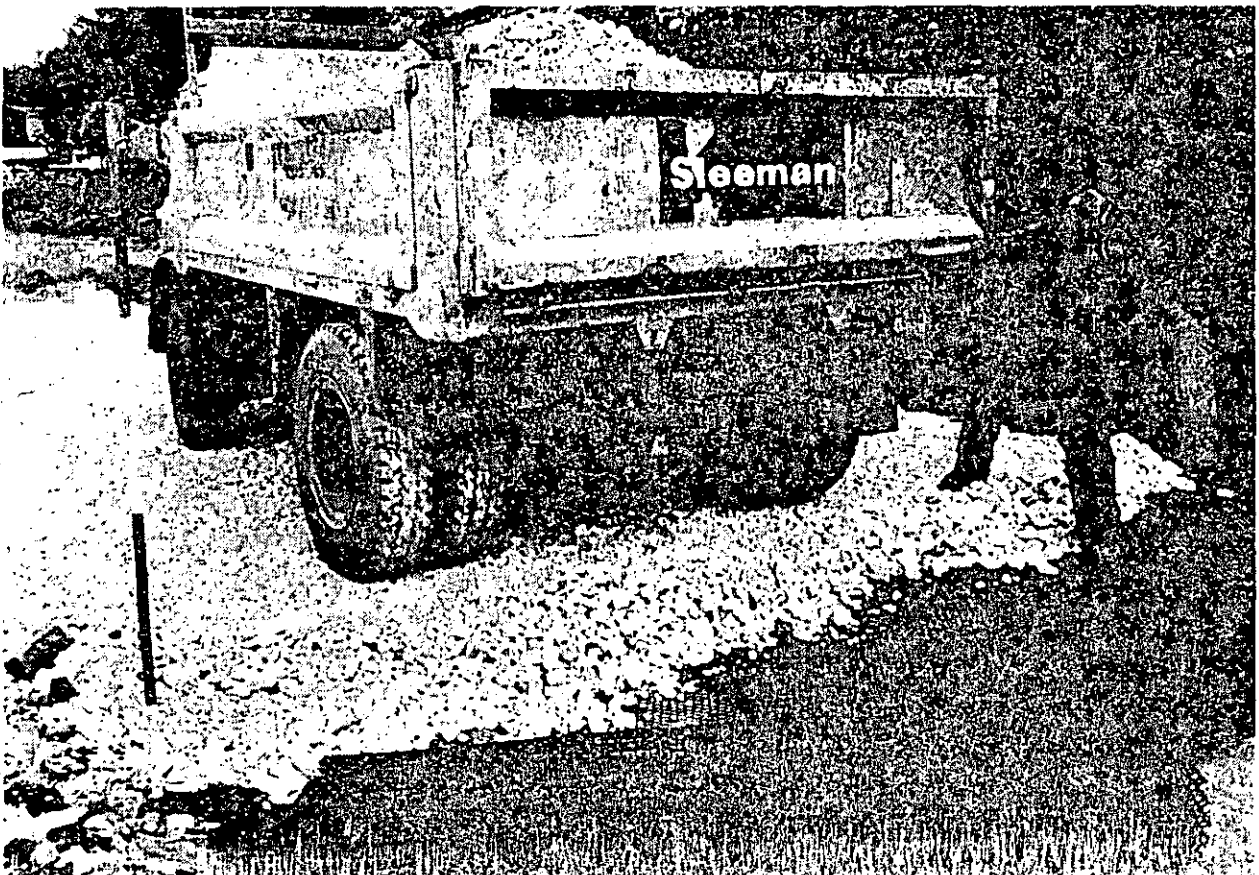


Photograph 1



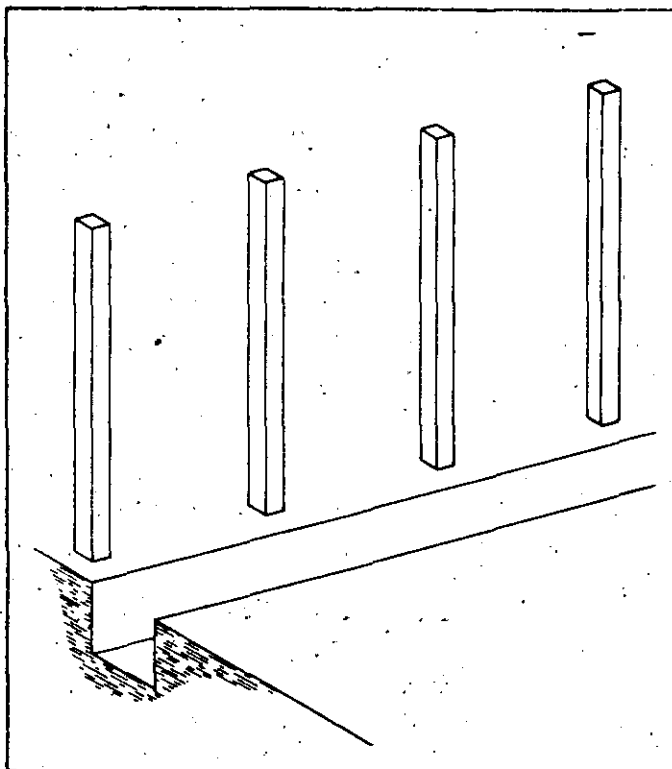


Photograph 3

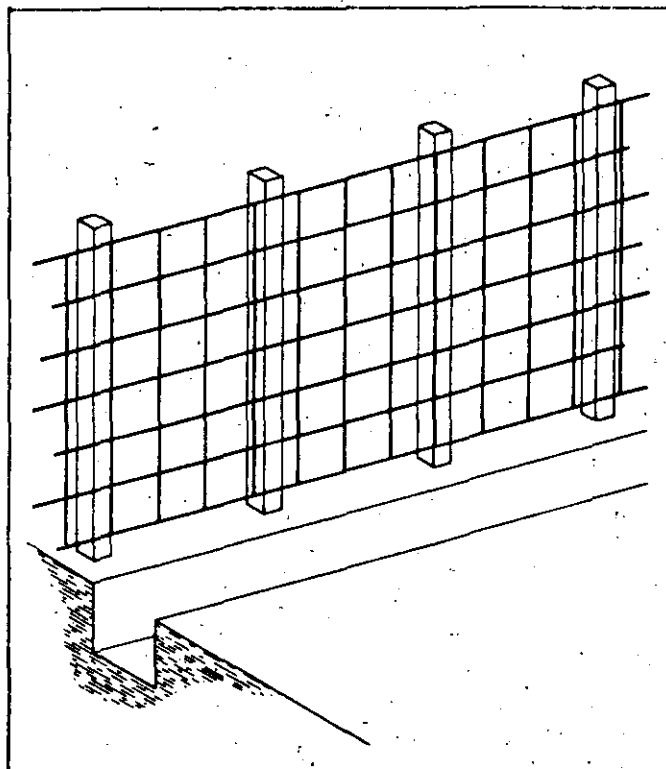


# Construcción de Protecciones contra el Azolvamiento, Utilizando TYPAR®, Membrana Filtrante.

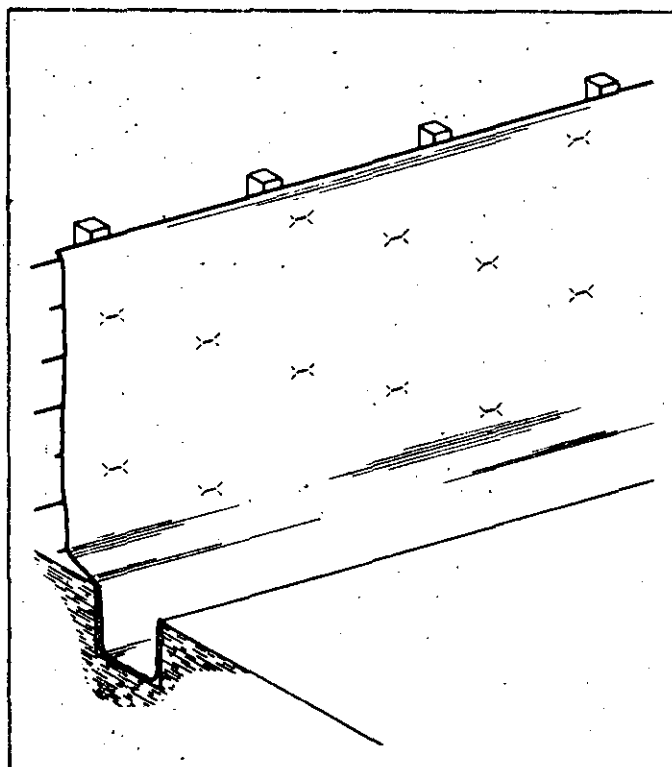
75



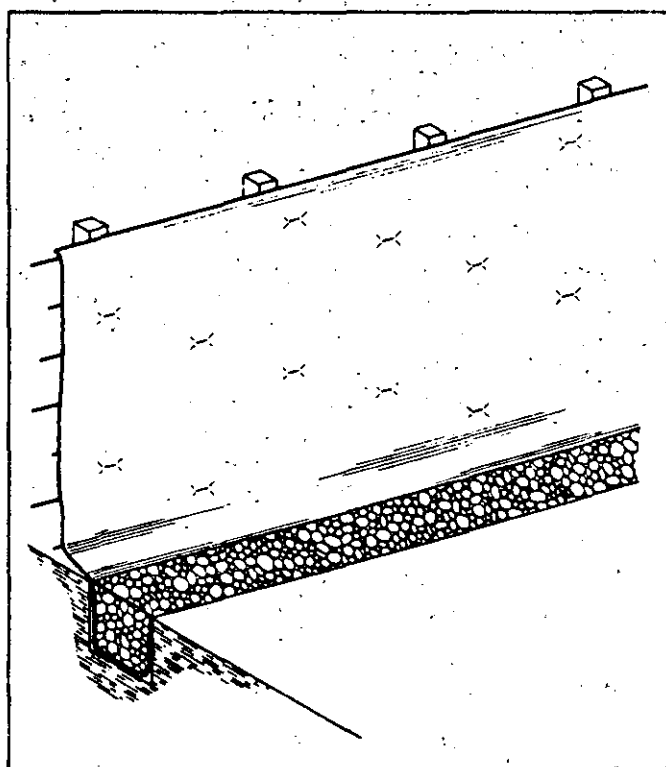
1. Se instalan postes de soporte y se cava una zanja de 15 cms., para reducir la velocidad del agua corriente y evitar arrastre de sedimentos.



2. Se construye un armazón de malla de alambre o de tablas de madera, que servirá de tablero para sostener la membrana



3. Posteriormente, se coloca una tira de TYPAR de 0.90 - 1.20 m. de ancho sobre el armazón, utilizando grapas o alambres para fijarlo. Deje 30-45 cms. adicionales de TYPAR para revestir la zanja de 15 cms:



4. Por último, rellene la zanja con piedras para completar el sistema de anclaje. La membrana tiene una duración de varios meses estando expuesta al sol. En áreas sombreadas durará mucho más.



Si se buscan soluciones prácticas a los problemas de creación de túneles y Abastecimiento, entonces el desarrollo de la membrana filtrante de Du Pont, TYPAR, para las estructuras de protección, TYPAR simplifica la construcción, proporciona mayor flexibilidad al diseño, contribuye a la mayor duración de la estructura y representa solo una pequeña parte del costo de construcción. Los beneficios económicos de las puntas inferiores son obvios, especialmente donde los materiales convencionales son escasos y deben ser transportados grandes distancias.

Las fechas con consignados así como las recomendaciones que se encuentran en nuestro catálogo de especificación y de precios, deben ser consultados y considerados cuidadosamente. No se garantiza resistencia en el tiempo y el producto mencionado no debe utilizarse como un elemento estructural. No debe utilizarse en aplicaciones donde se requiera protección contra explosiones o impactos. Siempre consulte con el representante de los productos de nuestra compañía en México o con el representante de Du Pont en el extranjero.

Siempre consulte con el representante de los productos de nuestra compañía en México o con el representante de Du Pont en el extranjero.

**DU PONT, S.A. de C.V.**  
**DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS**  
 Homero No. 206 - 9o. Piso  
 Tel. 260-90-33  
 México 5, D.F.  
 TELEX DU PONT MEX 017 TI 610  
 MEXICO



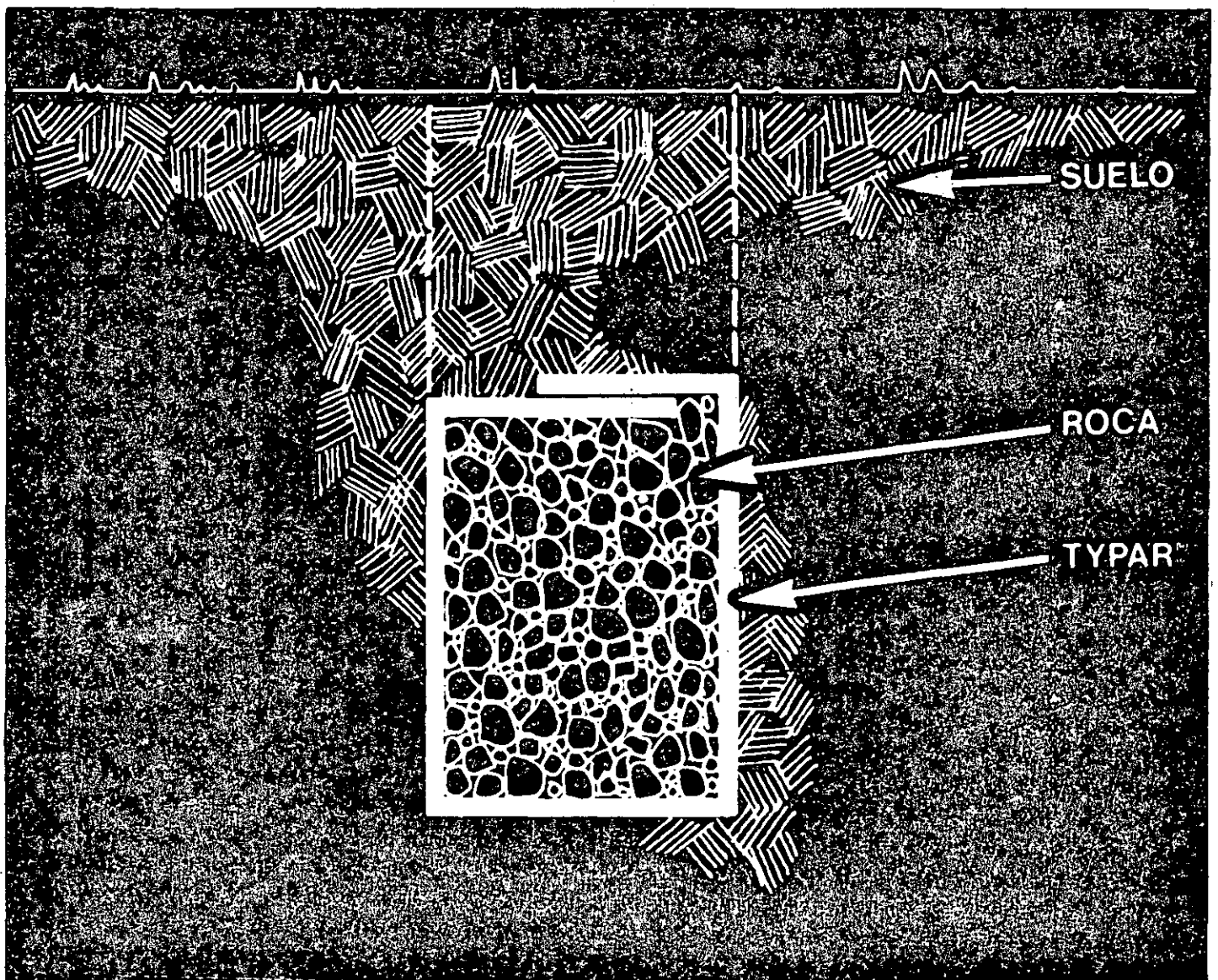
**TYPAR®**

membrana ultrarápida

# Un método más simple para la construcción de drenajes subterráneos

77

Razones para emplear la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, como sustituto de filtros de arena y de agregados graduados.



# TYPAR trabaja como un filtro de arena y agregados, a menor costo.

Los ingenieros que valúan la importancia de los costos, están empleando la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, en la construcción de sistemas de drenaje más económicos.

TYPAR es una lámina filtrante, no tejida, muy resistente y tenaz, fabricada 100 % de polipropileno, con filamentos continuos, orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la hoja, y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR no se descompone, resiste el moho, los insectos y los agentes químicos comunes.

TYPAR no se encoge, ni crece, ni deshila, y es muy resistente a la perforación y al rasgado. **78**

Tradicionalmente, los drenajes subterráneos se han diseñado usando una combinación de arena, piedra y en algunos casos, tubos perforados. (Fig. 1)

Los sistemas de filtración convencionales son efectivos para retener partículas que pueden ocluir el sistema, pero son complicados y a menudo muy caros. La arena y la piedra son difíciles de colocar y en ocasiones, deben ser transportadas a considerables distancias.

TYPAR se usa como filtro en drenajes subterráneos, porque 1) permite el paso del agua, reteniendo la mayor parte de sólidos con tamaño mayor a 150 micrones 2) simplifica la construcción y 3) es estructuralmente estable. El uso de TYPAR como filtro (Figs. 2 y 3), elimina la mayoría

de las desventajas de los sistemas convencionales, ofreciendo en cambio la ventaja de la larga duración de la envoltura filtrante.

Las paredes de la zanja se pueden construir con la verticalidad que la estabilidad del suelo permita. (Foto 1)

Debido a que todo el trabajo se efectúa desde el nivel del suelo, se elimina el tablaestacado.

Es ideal el uso de TYPAR como filtro en una gran variedad de suelos con menor permeabilidad que la de la membrana.

Estos tipos de suelos son:

- Arcillosos, de alta plasticidad.
- Arcillosos, de baja plasticidad.
- Limos, de plasticidad media.
- Gravas arcillosas, plásticas.
- Arenas arcillosas, plásticas.
- Arcillas orgánicas, plásticas.
- Turba y fango.

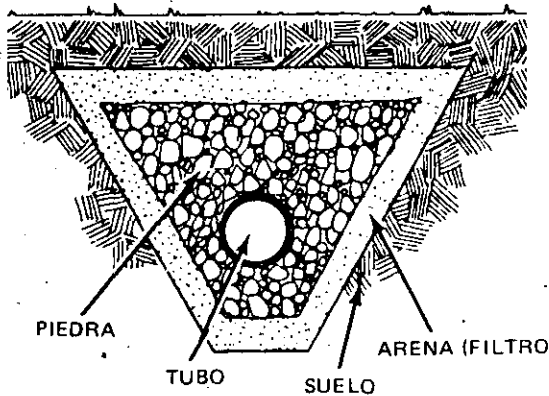


FIGURA 1

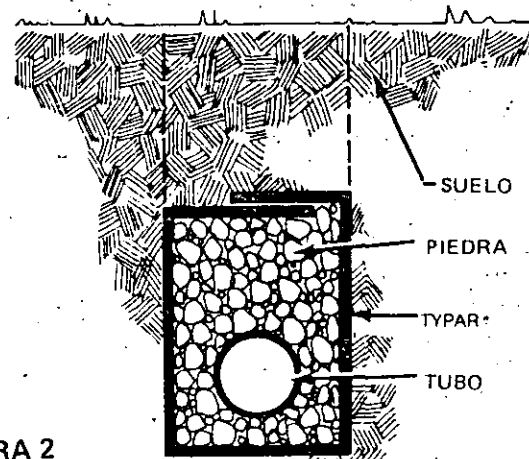


FIGURA 2

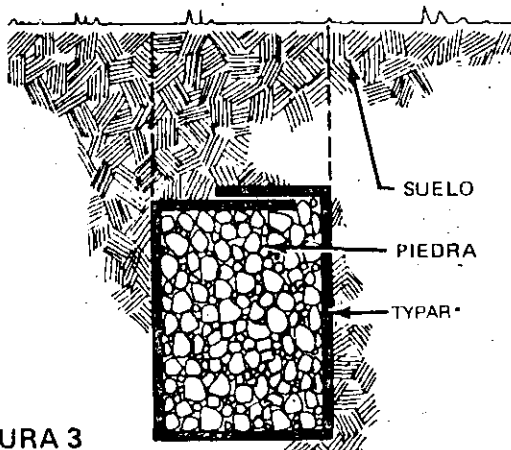


FIGURA 3

FIGURA 1  
SISTEMA DE SUBDRENAJE CONVENCIONAL,  
CON TUBO PERFORADO

FIGURA 2  
SUBDREN CON TYPAR Y TUBO PERFORADO.

FIGURA 3

SUBDREN CON TYPAR SIN TUBO PERFORADO



## CONSTRUCCION DE UN DRENAJE.

Se emplean tres componentes en la construcción de drenajes en los suelos antes descritos:

**TYPAR** - De la longitud y ancho más conveniente para el trabajo.

● **PIEDRA** - Con TYPAR como filtro, se pueden reemplazar los tubos perforados, con agregados gruesos y altamente permeables, en drenajes con moderada o baja descarga. En drenajes con alta descarga donde se utilicen tubos perforados, la piedra no debe contener partículas finas.

● **TUBO** - La selección del tipo de tubo depende de los requerimientos del uso y de aspectos económicos. Tubos de cemento, acero galvanizado o plástico, se pueden combinar con TYPAR.

### INSTALACION.

Si el ancho de TYPAR es suficiente

para envolver completamente la piedra, el canal puede cubrirse longitudinalmente (Foto 2).

El agregado se descarga hasta cierta profundidad, para posteriormente colocar el tubo (Foto 3), después de lo cual se descarga el resto del agregado (Foto 4); entonces se dobla la pestaña de TYPAR sobre la piedra, cuidando que el traslape de las láminas sea al menos 30 cms. Finalmente, se cierra la instalación.

Cuando las dimensiones del sistema son demasiado grandes para colocar longitudinalmente la membrana, ésta se tiende perpendicularmente al canal y a lo largo de toda la instalación, cuidando que el traslape sea de unos 30 cms.. Este método se prefiere en canales profundos, para que la operación de tendido del TYPAR no se adelante demasiado a la de cierre del canal.

En el remoto caso que el TYPAR se rasgara durante la operación, colóquese un parche del mismo material sobre el orificio. El parche debe ser aproximadamente 30 cms. más grande que el orificio.

### DIMENSIONES DEL TYPAR

TYPAR se surte normalmente en dos anchos: 3.84 y 5.00 m. y en dos tamaños de rollo: 91.4, y 274.3 m. Los rollos de 91.4m pueden ser cargados fácilmente por dos hombres.

### RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO.

No obstante que TYPAR no es degradado por los agentes químicos normalmente encontrados en un sistema de drenaje, se debe evitar exponerlo prolongadamente a la luz directa del sol. Para mejores resultados debe conservarse en su envoltura hasta el momento de usarse.

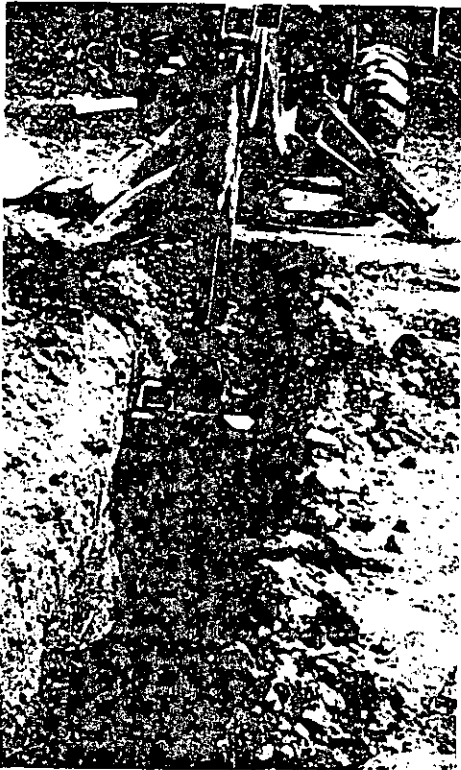


FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



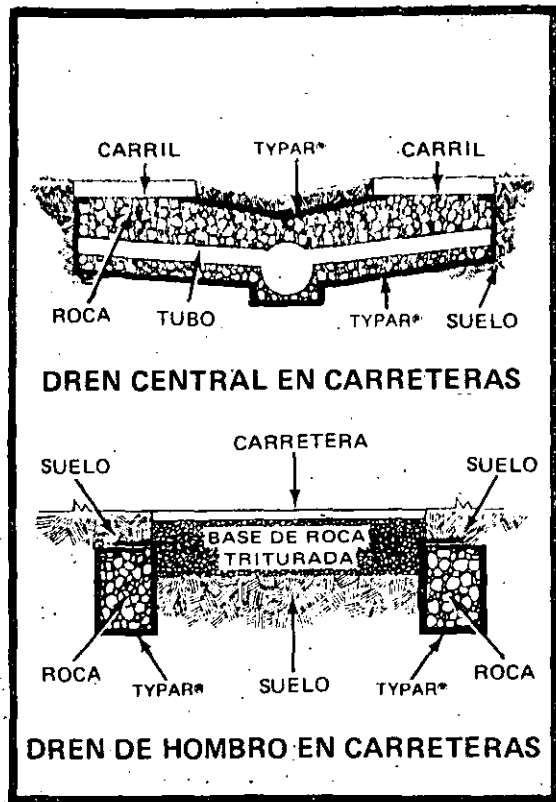
FOTO 4

FOTO 1 Zanja con paredes verticales

FOTO 2 Colocación del TYPAR

FOTO 3 Tubo y roca colocados

FOTO 4 Subdrenaje a punto de cubrirse



Los hechos aquí consignados así como las recomendaciones que se hacen, están basados en nuestra propia investigación y la de otras personas. Se ofrecen sin costo y se consideran exactas. No se garantiza su exactitud sin embargo, y los productos mencionados se distribuyen asimismo sin garantía expresa o implícita condicionados a que los receptores hagan sus propias pruebas para determinar la adecuación de tales productos para sus fines particulares.

Asimismo, las declaraciones relativas a los posibles usos de nuestro producto no llevan la intención de recomendarlo para ser usado infringiendo alguna patente propiedad de Du Pont o de otros.

**80** TYPAR, MEMBRANA 100 % POLIPROPILENO PARA LA INGENIERIA CIVIL

**PROPIEDADES FISICAS - ESTILO 3401**

**APLICACIONES COMO SOPORTE DE CAMINOS, ESTABILIZADOR DE SUELOS Y TEJIDO FILTRANTE**

Peso	134 gms/m <sup>2</sup> (4.0 oz./yd. <sup>2</sup> )	ASTM D1910
Espesor	40 milésimas (15 mils)	ASTM D1777
Resistencia Tensil	59 Kgs (130 lbs)	ASTM D1682
Estiramiento hasta falla	62 %	ASTM D1682
Rotura trapezoidal	32 Kgs (70 lbs)	ASTM D2263
Falla de Mullen	12 Kg/cm <sup>2</sup> (170 psi)	ASTM D774-46
Peso específico	0.95	
Abertura equivalente		
EOS	Malla 70 a 100 (U.S.Std)	ASTM D422
Flujo	9370 lts/m <sup>2</sup> /min con 25 cms. de tirante de agua (230 gal/ft /min con 10 plgs. tirante agua)	EURM-100*
Coef. de Permeabilidad de Agua (K)	2 X 10 <sup>-2</sup> cm/seg	EURM-100*
Módulo	545 Kgs. (1200 lbs)	ASTM D1682

**Resistencia Deformante**

Elongación	Carga		Deformación	
%	Kgs/cm	(lbs/plg)	Kgs/cm/gm/m (lbs/plg/oz./yd.)	
5	4	(22.8)	0.043	(5.7)
10	5	(29.2)	0.055	(7.3)
15	6	(32.4)	0.061	(8.1)

	Encogimiento	
132 C	(270 F)	1 %
149 C	(300 F)	3 %
171 C	(340 F)	Se funde

**Descripción Idónea:** Estructura laminada compuesta totalmente de filamentos isotácticos ininterrumpidos de polipropileno, orientados y unidos por calor generalmente en los puntos de cruce, con peso de 134 ± 18 gms/m (4. ± 0.5 oz/yd).

\* Procedimiento de prueba de E.I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)

Para mayor información sobre el uso de TYPAR en subdrenajes, póngase en contacto con nosotros.

Du Pont, S.A. de C.V.  
Departamento de Explosivos  
Homero 206 - 9o. Piso  
México 5, D.F.  
Tel. 250-90-33  
México

TELEX DU PONT MEX 017-71-310



MARCA REGISTRADA

**TYPAR**



# SOLUCIONES

81

LOS PROBLEMAS DE  
EROSIÓN DE SUELOS  
Y AZOLVAMIENTO

con

**TYPAR®**

membrana filtrante

Las instalaciones de Control de Erosión quedan comprendidas dentro de dos grandes clasificaciones: (1) Estructuras para la protección de costas y (2) Estructuras terrestres.

Existen tres tipos de estructuras para la protección de costas:

## 1. REVESTIMIENTOS.

- ENROCAMIENTOS
- GAVIONES.
- LOZAS DE CONCRETO, MALLAS Y CUBIERTAS.
- COSTALERAS DE CONCRETO O DE ARENA.

## 2. MUROS DE CONTENCIÓN

- PILOTES DE ACERO O DE MADERA.
- HUACALES DE MADERA CON RELLENO DE PIEDRA.
- PILOTES DE MADERA Y MALLA DE ALAMBRE RELLENOS DE PIEDRA.
- MUROS DE SACOS DE ARENA.

## 3. DISPOSITIVOS PARA GANAR TIERRA AL MAR.

- ARISTAS DE CHOQUE.
- ROMPECLAS, ESPOLONES.

La función básica de las estructuras protectoras de costas, es la de minimizar la erosión del suelo inducida por la acción del oleaje y de las corrientes a lo largo de la costa, que son provocadas por tormentas o por inundaciones, así como absorber y disipar las fuerzas inducidas por el agua.

Generalmente, las estructuras protectoras de costas tienen un alto costo de instalación, pero son necesarias para conservar y proteger terrenos costeros de gran valor económico.

Las estructuras terrestres incluyen diferentes revestimientos y tipos de contención, así como instalaciones temporales, como los muros contra azolvamiento y las barreras de maleza.

## ¿Por qué usar membranas filtrantes?

En las instalaciones contra la erosión de suelos, el usar membranas filtrantes ofrece grandes ventajas estructurales, ya que:

- Simplifican la construcción.
- Proporcionan mayor flexibilidad de diseño.
- Contribuyen grandemente a la mayor duración de la estructura.

Las importantes implicaciones económicas de tales ventajas, han contribuido a su rápida aceptación mundial.

Además, las membranas filtrantes:

- Son fáciles de instalar.
- Efectivamente retienen las partículas finas, minimizando el deslave y arrastre del suelo protegido.
- Permiten que el agua fluya a través de ellas, liberando la presión hidrostática.

## ¿Por qué usar la membrana filtrante TYPAR®, de Du Pont?

La membrana filtrante TYPAR® es una solución práctica y económica a problemas de erosión de suelos, ya que:

- TYPAR® posee la combinación adecuada de resistencia mecánica, resistencia química, abertura y permeabilidad.
- TYPAR® conserva sus propiedades estando seco o mojado.

Adicionalmente, TYPAR® es una membrana 100 % polipropileno, muy resistente y tenaz, no tejida con filamentos continuos orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la lámina y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR® no se descompone ni le afectan los insectos ni los agentes químicos normalmente encontrados.

TYPAR® es muy resistente a la perforación, rasgado, deshilado, encogimiento y elongación.

# Uso de TYPAR®, Membrana Filtrante, en Instalaciones de Control de Erosión de Suelos.



1. **COLOCACIÓN DE LAS MEMBRANAS TYPAR®** debajo de la superficie para prevenir la erosión del suelo. Se coloca un colchon de arena sobre la membrana para protegerla durante la desmontada.



2. **TIJERAS DE CONTENCIÓN** Se amarra con cuerdas la tela de material TYPAR® mediante el deslize de la arena que se acumula debajo del muro.



3. **AJUSTES** Se coloca la membrana debajo del muro y se amarra con cuerdas para evitar que se deslice durante la construcción.



4. **TIJERAS DE CONTENCIÓN** Se amarra con cuerdas la tela de material TYPAR® mediante el deslize de la arena que se acumula debajo del muro.

## Recomendaciones para la Instalación de TYPAR® en el Control de la Erosión de Suelos.

- o Generalmente un espesor de 30-50 cm es suficiente para soportar la estructura pesada, como el muro de retención. Si es necesario, el espesor de 20-30 cm. Si se usan pilas de rocas para sujetar la membrana durante la construcción.
- o No debe instalarse sobre el TYPAR® el suelo y la estructura de protección. Ya que el objetivo de la membrana es minimizar el movimiento del suelo. Manténgase la membrana en contacto con la base.
- o Antes de desmontar material pesado, se debe proteger la superficie de la membrana con un colchon de 10-15 cm de arena brava o tierra. Una vez hecho lo anterior, se deposita el material pesado, comenzando por la parte inferior del talud y continuando hacia la parte superior.

- o No se debe colocar el TYPAR® en la acción directa de las olas, especialmente si se instaló en grande o difícil de reemplazar. Si hayse ondas grandes que la membrana, esta puede desmenuarse. Vea las curvas podria danar.
- o Siempre que sea posible, se debe evitar el proceso de bajar de la lina para minimizar el riesgo de daño. La instalación por socavamiento. Antes de implementar el TYPAR® en la parte superior del talud, mantenga una parte de la membrana que de bajo el nivel del agua con tiras de alambre de alambre de acero inoxidable.
- o En lugares donde haya fundaciones, se necesitará un ancla de masillame para evitar que la corriente se mueva debajo de la membrana y le desplace, removiendo la roca fuera de su lugar.

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS  
VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1984 EN COLIMA, COL.

---

M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO  
JEFE DE LA OFICINA DE GEOTECNIA  
DE LA DIRECCION GRAL. DE CONSER-  
VACION DE OBRAS PUBLICAS S.C.T  
INSURGENTES SUR No. 664-9o. PISO  
TEL. 687-59-80

ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL  
JEFE DEL DEPTO. DE ESTUDIOS GEOTERMICOS  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS TECNICOS  
S.C.T  
XOLA Y AV. UNIVERSIDAD  
TEL. 530-46-77

# EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

①

**CURSO:** GETECNIA PLICADA A LAS VIAS TERRESTRES.

**FECHA:** 5 AL 9 DE NOVIEMBRE  
COLIMA, COL.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
<b>CONFERENCISTA</b>						
1.	M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO					
2.	ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL					
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
<b>ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10</b>						



## EVALUACION DEL CURSO

3

CONCEPTO		EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

1. ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE	AGRADABLE	DESAGRADABLE

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR ANUNCIO TITULADO DI VISION DE EDUCACION CONTINUA	PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DI VISION DE EDUCACION CONTINUA	FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL	RADIO UNIVERSIDAD	COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS	FOLLETO ANUAL	CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY"	GACETA UNAM

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR	METRO	OTRO MEDIO

4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

---



---



---

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI	NO

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

---



---

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 a 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

---

10. Otras sugerencias:

---



---



---





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE , COLIMA, COLIMA

INTALACIONES TIPO PARA INSTALAR  
GEOTEXTILES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TEMAS GENERALES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE EN COLIMA, COL.

- INTRODUCCION
- SUBDRENAJE
- ESTABILIDAD DE TALUDES
- TERRACERIAS EN TERRENOS BLANDOS
- COMPACTACION
- BANCOS DE MATERIALES
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- MESA REDONDA.



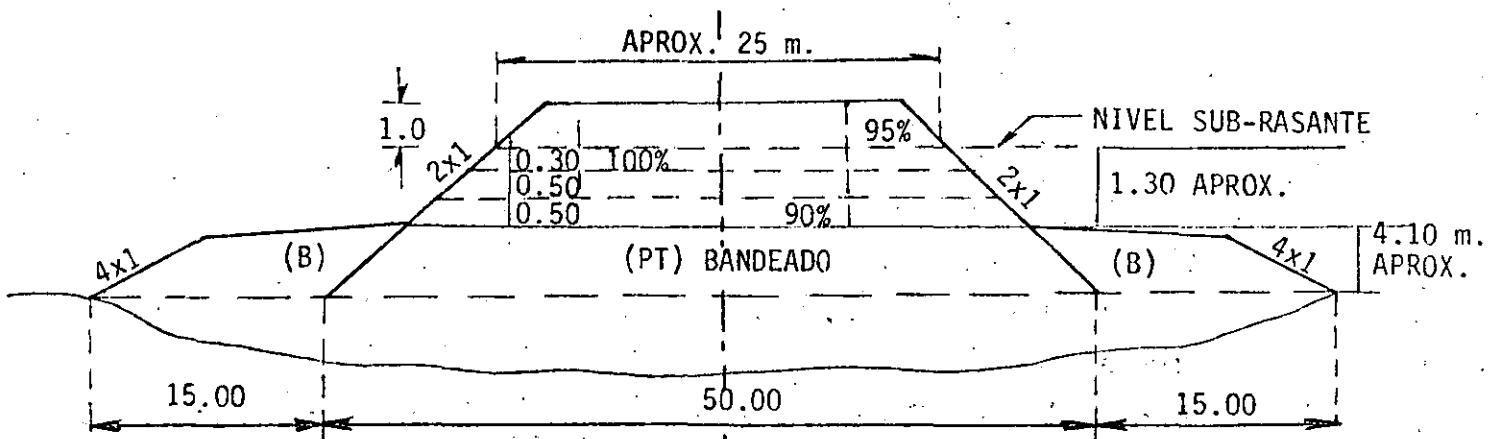
- 1.4 Doblada en la forma indicada, se llevará la tira hasta el lugar donde se iniciará la construcción del terraplén y se colocará centrada en ángulo recto con respecto al eje del trazo. Fijando el principio de la tira sobre terreno firme, se extenderá una cuarta parte de ella (hasta donde aparezca la primera costura) y se descargará sobre la misma el material que formará la plantilla de trabajo, cuidando de extender éste desde el centro hacia los lados. El resto de la tira que aún no ha sido desdoblada, en posición más o menos vertical quedará como punta de avance.
  - 1.5 Continúese desdoblando la tira hasta que sólo quede al descubierto el último tramo del geotextil que se cosió.
  - 1.6 Repitánse los puntos 1.1, 1.2 y 1.3 y llévese la nueva tira formada hasta el sitio de trabajo, donde se coserá al borde de la lámina que quedó al descubierto, y continúese colocando el geotextil conforme a lo indicado en los puntos 1.4 y 1.5.
2. La parte inferior del terraplén (plantilla de trabajo), se construirá a volteo siguiendo el procedimiento conocido como "punta de flecha" hasta abarcar todo el ancho de la sección, con material procedente de las dunas ubicadas en la zona cercana. El material deberá bandearse con 7 pasadas de tractor D-6, ó similar, extendiéndolo simétricamente desde el centro hacia los lados. El tránsito de camiones sobre la plantilla en construcción, se permitirá hasta que ésta última haya sido bandeada.

Durante el proceso constructivo, en general se presentarán asentamientos y deformaciones, por lo que el material que se deposite en la -  
plantilla de trabajo se deberá acomodar, redistribuir y renivelar -  
constantemente hasta que la plantilla quede a la cota ordenada por el proyecto (aproximadamente 0.60 m. arriba del tirante de agua).



5. Una vez construidas las bermas y el cuerpo del terraplén hasta el nivel, se continuará la construcción del terraplén en capas compactadas al 95% (incluyendo capa de transición, capa subrasante y una precarga con espesor de 1.00 m., medido a partir del nivel de la subrasante), empleando para ello material de los bancos indicados anteriormente.

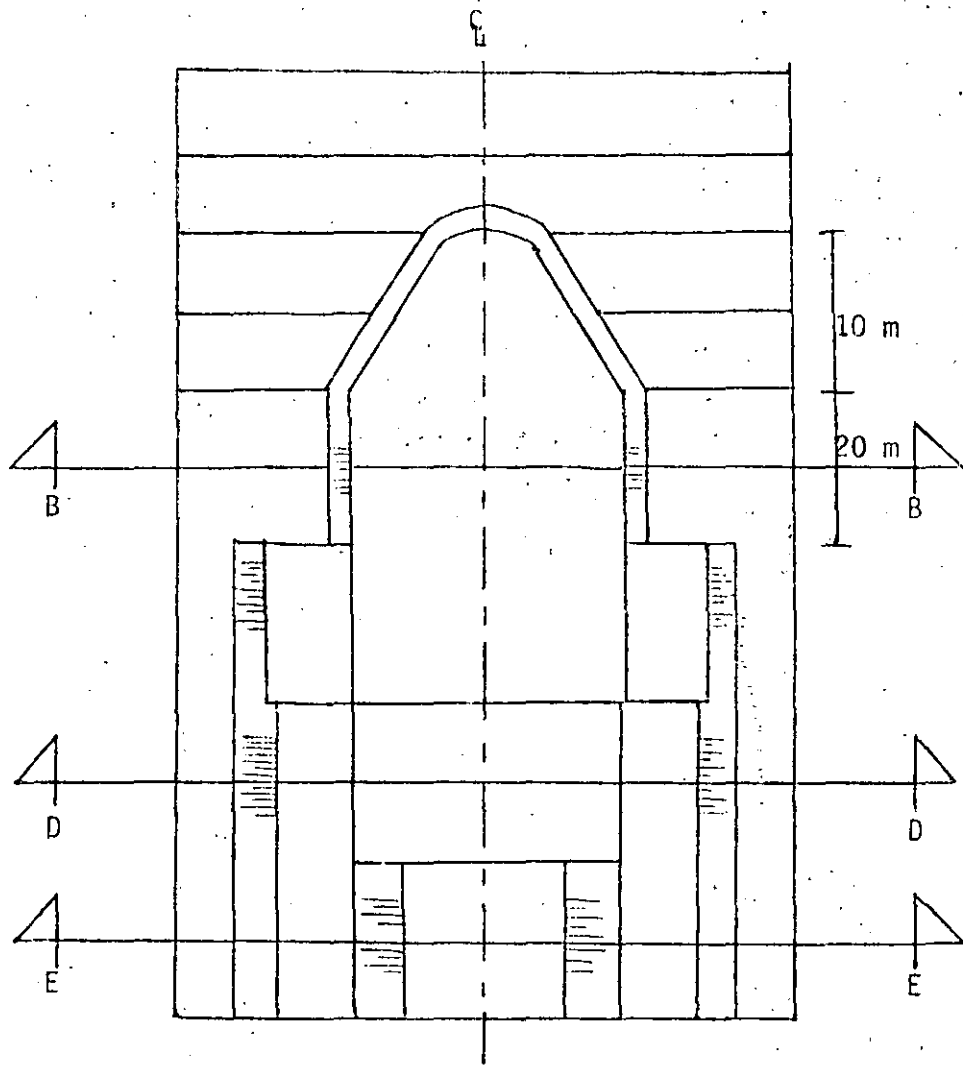
## CORTE E - E'



CT = Cuerpo del terraplén  
 PT = Plantilla de trabajo  
 B = Berma

FIG. 4

Los asentamientos y deformaciones que se observen en el terraplén, se corregirán de inmediato con material compactado al mismo grado, de acuerdo con las indicaciones que el Ingeniero haga al Contratista, hasta que el terraplén quede a la cota señalada por el proyecto.



ETAPAS DE AVANCE

FIG. 5

6. Terminada la construcción del terraplén y corregidos los asentamientos y deformaciones observados, cuando el Ingeniero de Proyecto lo estime conveniente, se procederá a escarificar y remover el material de la precarga hasta el nivel de la sub-rasante a la cota especificada en el proyecto. El material escarificado se volteará sobre las bermas, extendiéndose en éstas con pendiente del 3% y conforme a las instrucciones del Ingeniero.

7. Posteriormente, los 30 cm. correspondientes a la capa subrasante se escarificarán para darle al material una compactación de 100%.

El Contratista encargado de la construcción de las obras, deberá ajustarse al ritmo y frentes de trabajo que le fije el Ingeniero.

#### OBRAS DE DRENAJE.

El Ingeniero ordenará la construcción de las obras de drenaje, posteriormente a la construcción de las terracerías, cuando éstas hayan alcanzado el 80% del asentamiento previsto y tomando en cuenta su comportamiento observado.





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO "GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

INTRODUCCION A LOS GEOTEXILES Y SUS  
APLICACIONES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.

## INTRODUCCION A LOS GEOTEXTILES Y SUS APLICACIONES

El presente documento tiene por objeto definir el término GEOTEXTIL, enumerar los tipos que se conocen a la fecha y describir algunas de sus aplicaciones. Con el término geotextil definimos a las telas que se usan en la Geotecnia, existen diferentes tipos de geotextiles de acuerdo a su fabricación y al tipo de fibras que lo constituyen.

### TIPOS DE GEOTEXTILES

De acuerdo a su fabricación existen tres tipos distintos que son:

- a) Materiales entrelazados.- Son los que todo el mundo conoce y consisten en dos series de hilos y/o fibras y/o cables, generalmente entrelazados en forma perpendicular o poligonal constituyendo una verdadera malla.
- b) Materiales que constituyen una verdadera tela, también muy usados y son aquellos que están constituidos por fibras unidas mediante un verdadero tejido de punto.
- c) Materiales no tejidos. Consisten en fibras que se colocan al azar - estos tipos de geotextiles no son muy conocidos por lo que merecen la explicación que se da a continuación:

La etapa inicial de su fabricación consiste en colocar en la zona que se quiera reforzar, las fibras al azar formando una tela heterogénea sin resistencia; en una segunda etapa la resistencia de la tela se obtiene por alguno de los procedimientos de unión química, térmica o mecánica que se indica a continuación.

**UNION QUIMICA.** Se le agrega una sustancia química a las fibras para unir las y formar la tela.

UNION TERMICA. Con las fibras colocadas al azar son calentadas y comprimidas, lo que causa su fundición parcial y que se adhieran entre si.

UNION MECANICA. Por traslape y cosido de geotextiles de menor tamaño.

Los geotextiles no tejidos son relativamente gruesos ( de 2 a 5mm de espesor) mientras que los otros son más delgados (0.5 a 1mm).

En resumen un geotextil se puede obtener por la combinación de dos o más tipos de fabricación.

POLIMEROS. Los geotextiles difieren de los polímeros porque estos pasan a formar las fibras de los geotextiles entre los polimeros más empleados se cuentan el poliester, polipropileno, el polietileno, etc.

Con respecto al intemperismo químico y biológico propiciado por el terreno natural, se pueden esperar decenas de años en la vida util de los mismos en un ambiente normal. Pero en medios donde se encuentran combustibles como el diesel, ácidos altamente concentrados o las aguas alcalinas pueden tener un envejecimiento prematuro; por otra parte todos los polímeros son afectados por la luz, por lo que en su fabricación y colocación es necesario evitar su exposición a los rayos solares; sobre todo a tiempos de exposición muy largos de luz ultravioleta. En algunos casos el geotextil estará permanentemente expuesto a la luz, por lo que debe protegerse.

#### APLICACIONES DE LOS GEOTEXTILES

En la práctica un geotextil puede tener una o varias aplicaciones; en este

artículo se describen algunas aplicaciones y se da un ejemplo en cada caso.

- 1.- Dren.- La tela geotextil se coloca en un suelo de baja permeabilidad, a través del cual fluye lentamente el agua; la función del geotextil será la de captar el agua y trasladarla al exterior. -  
Ejemplo: Un dren chimenea en el talud de aguas abajo del corazón impermeable de una presa de materiales graduados. Fig. 1.a
  
- 2.- Membrana impermeable.- La tela geotextil se impregna de un material aislante, en este caso a diferencia de los demás se tiene un geotextil modificado. El material aislante puede ser asfalto o el plástico su función, es detener los líquidos y gases.  
Ejemplo: Recubrimiento de un canal ( Fig. 1.b. )
  
- 3.- Subdrenes de zanja.- La tela geotextil forma parte del subdren y a manera de envoltura sirve para que capte y pase el agua a través de él, pero no permite que pase el suelo fino.  
Dos circunstancias deben distinguirse:
  - Se presenta un flujo laminar: como ejemplo se tiene un subdren de zanja. (Fig 1.c )
  - Flujo dinámico; como ejemplo se tiene la protección de un muelle en el que el geotextil se coloca entre el talud natural y el enrocamiento que forma al muelle. ( Fig. 1.d )
  
- 4.- Filtro.- La tela geotextil es colocada con el objeto de detener las partículas sólidas que contiene un fluido viscoso, dejando pasar solo el agua .  
Ejemplo: Pozo de decantación ( Fig. 1.e.)

5.- Soporte o apoyo.- La tela geotextil se coloca entre una membrana impermeable y un material agrietado con el fin de prevenir que se reviente la membrana.

Ejemplo: El fondo de un canal viejo agrietado y que es revestido o pavimentado. ( Fig. 1. f )

6.- Separador de materiales.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tiendan a mezclarse e incrustarse entre otras cosas por los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas o por peso propio; su función es mantener separados estos materiales o suelos y minimizar la incrustación.

Un ejemplo es la colocación de la geotextil sobre el terreno natural que soporta el balasto de una vía de F.F.C.C. ( Fig. 1. g )

7.- Superficie de rodamiento: La tela geotextil se coloca sobre el terreno natural para suministrar una superficie de rodamiento plana y limpia para el tránsito.

Ejemplo: Helipuerto sobre el terreno natural. ( Fig. 1.h. )

8.- Malla de contención.- La tela geotextil se coloca sobre un talud de una masa de roca y/o suelo, con el fin de prevenir caídos.

Ejemplo: Malla colocada sobre un talud. ( Fig. 2.a )

9.- Membrana.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tienen diferentes resistencias; su función es la de retener los esfuerzos que le produzca una carga en la capa de mayor resistencia.

Ejemplo: Camino revestido para impedir que las llantas de un vehículo se hundan sobre la capa subrasante formada por material de mala calidad. ( Fig. 2. b )

- 10.- Anclaje.- La tela geotextil une a dos masas de suelo y roca las -  
cuales tienden a moverse.  
Ejemplo: Los anclajes de un muro de retención. ( Fig. 2. c )
- 11.- Fijadora.- La tela geotextil se coloca sobre un suelo cuyas partícu-  
las tienen tendencia a moverse.  
Ejemplo.- Prevención de la erosión de un talud ( Fig. 2. d )
- 12.- Refuerzo.- La tela geotextil se coloca en un suelo que no es capaz  
de tomar los esfuerzos de tensión, su función es absorber dichos -  
esfuerzos.  
Ejemplo: Masa de suelo armada con capas múltiples de geotextiles.  
( Fig. 2. e )
- 13.- Amortiguador.- La tela geotextil se coloca sobre una masa de suelo  
sometida a impactos y vibraciones, su función es reducir la inten-  
sidad de los impactos y vibraciones transmitidas a la masa de suelo.  
Ejemplo: El uso de un geotextil entre los durmientes y el balasto.  
( Fig. 2 . f )
- 14.- Refuerzo para evitar agrietamientos superficiales.- La tela geotex-  
til se colocará entre dos capas que tienen una tendencia a reflejar  
las grietas ; su función será evitar que se transmita el agrietamien-  
to de la capa inferior a la superior. ( Fig. 2. g )  
Ejemplo: Prevenir que se refleje el agrietamiento sobre la superfi-  
cie de rodamiento, de un pavimento.
- 15.- Ligadura.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que no  
deben tener movimientos, su función será incrementar su resistencia  
( adherencia y fricción ) entre esos materiales ( Fig. 2. h.)

16. Lubricante.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales los -  
que se deben desplazar entre si; su función es reducir su resistencia  
en la superficie de contacto ( adherencia y fricción )

Ejemplo: Una capa multiple de concreto, geotextil, geomembrana y - -  
pavimento para un recubrimiento de un canal donde se esperan movimientos  
diferenciales. ( Fig. 2. i )

México, D.F. 23 de Octubre de 1984.

M. en I. Gabriel García Altamirano.

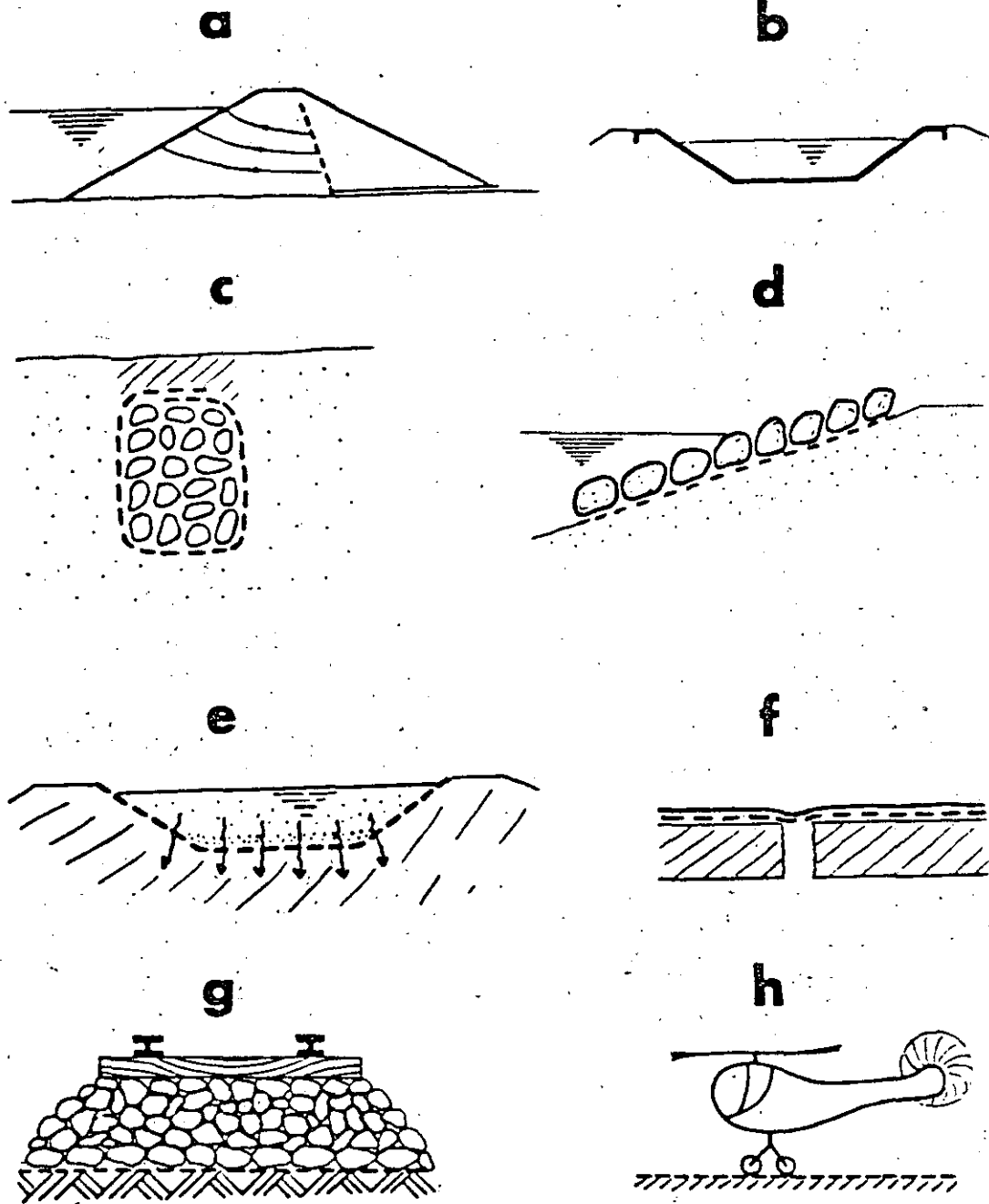


FIGURA No. 1.



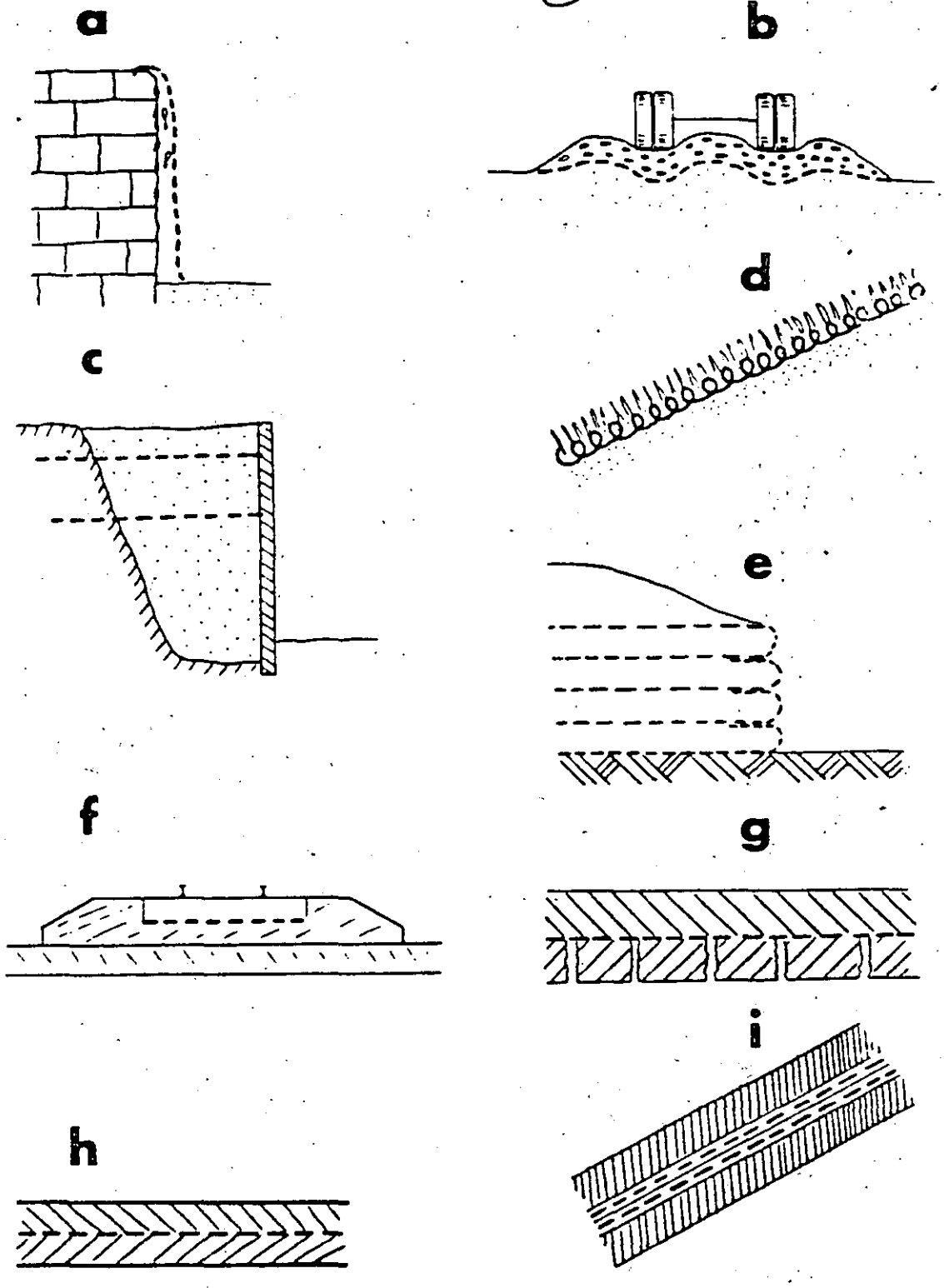


FIGURA No. 2



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

LA GEOTECNIA EN LOS PUERTOS INDUSTRIALES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984

## INTRODUCCION

El acelerado crecimiento alcanzado por nuestro país en los últimos años ha puesto de manifiesto la importancia del sistema portuario nacional en el desarrollo y consolidación de los sectores estratégicos de la economía. El transporte, el comercio, la pesca y la industria requieren de un sistema portuario integrado, moderno y eficientemente operado.

El programa de Puertos Industriales, iniciado en 1979 y actualmente en ejecución, tiene como objetivo principal fomentar el desarrollo económico y social mediante el establecimiento, en las áreas de cada puerto, de la industria pesada que el país requiere para su desarrollo futuro y de la industria mediana y pequeña que permitan la creación de nuevos empleos y la desconcentración de la actividad económica que tradicionalmente se ha asentado en el altiplano. En los sitios seleccionados para estos ambiciosos proyectos concurren factores favorables como la existencia de amplios recursos naturales y, en particular, energéticos. Dadas estas condiciones, está previsto que los puertos constituyan polos de atracción y de desarrollo regional.

La Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, atenta a los problemas prioritarios del país, ha seleccionado para la celebración de la XI Reunión Nacional en Veracruz, Ver., el análisis y discusión de los problemas de ingeniería geotécnica (cimentación de muelles, estabilidad de taludes de los canales de acceso) asociados al desarrollo de los puertos industriales. Con esta finalidad ha invitado a un grupo distinguido de sus miembros que han tenido participación en las diversas fases de estudios, proyecto y construcción en los puertos de Altamira, Tamps., El Ostión, Ver., Salina Cruz, Oax., Lázaro Cárdenas, Mich. y Dos Bocas, Tabasco.

Se espera que de la concurrencia y aportación de los ingenieros de suelos en este foro nacional se puedan definir aquellas áreas en las que se ha logrado avanzar y los problemas pendientes de solución y/o tratamiento.

Dada la magnitud de las inversiones asignadas y las expectativas que se han cifrado en los proyectos, se confía que los resultados de la reunión propicien el avance tecnológico del país y de la profesión, y permitan la ejecución de los proyectos logrando importantes ahorros en sus costos y tiempo de ejecución.

# XI REUNION NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS

LA GEOTECNICA  
EN LOS PUERTOS  
INDUSTRIALES



VENACRUZ, VER. 19 AL 20 DE NOVIEMBRE DE 1982



ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
 ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
 ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

## GEOREDES Y GEOTEXTILES, MATERIALES QUE OFRECEN NUEVAS ALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS

**RESUMEN.** - Los autores mencionan el interés de aplicar nuevos métodos en Ingeniería Marítima y Costera a raíz de los avances logrados en tecnología de materiales, mencionan antecedentes de que Georedes de Plástico, en muchos casos, mejoran al acero en el refuerzo de suelos, describen los diferentes Geotextiles y mencionan experiencias en México con estos nuevos materiales. Se hace una breve descripción de los métodos convencionales y se mencionan dos casos a base de alternativas desarrolladas en México: las fajinas del Puerto de Dos Bocas, en Tabasco, y el rompeolas sur del Puerto de Servicio, del Puerto Industrial Laguna del Ostión en Veracruz, haciendo una descripción de los procesos constructivos se dan rendimientos, equipos y personal requerido. En el análisis de resultados se indican las ventajas respecto a las soluciones tradicionales y se da una relación del empleo de tecnología mexicana en otros países. Se establecen una serie de conclusiones, respecto a la adecuación de la tecnología a las condiciones locales y al apoyo de instituciones para intentar por primera vez alternativas no-convenionales; la necesidad de difundir estas experiencias exitosas o no para conjuntamente avanzar en las técnicas de aplicación recomendado que se incluyan algunas de estas ideas en las conclusiones finales del Congreso.

### 1. INTRODUCCION.

1.1 La utilización de materiales plásticos y textiles sintéticos ofrecen un reto a la imaginación, creatividad o ingenio de los especialistas en obras marítimas y de ingeniería civil, en general.

1.2 En el caso de los problemas específicos de mecánica de suelos y de las zonas costeras a desarrollar por los puertos industriales el empleo de soluciones no tradicionales que permitan resolverlos más racional, simple, rápida y económicamente, representan un interés especial, dar a conocer los resultados alcanzados y las experiencias logradas a la fecha.

### 2. ANTECEDENTES.

2.1 Con los avances logrados en tecnología de materiales, a la fecha existen materiales plásticos con características equiparables al acero y otras más que permiten superarlo en ciertos casos.

2.2 Como un ejemplo, se puede mencionar el caso de refuerzo de suelos en los que se requiere: adecuada resistencia, alta tenacidad, buena flexibilidad, no afectable por la corrosión y baja fragilidad. Dependerá del tipo de estructura y si es temporal o permanente para elegir entre el acero y el plástico como elementos de refuerzo del suelo.

2.3 En el caso de los Geotextiles, éstos pueden ser tejidos o no tejidos, y a partir de allí se deriva una amplia gama según el proceso de fabricación, termosoldado, picado de aguja, adhesión por resinas, etc. así como según el material, polipropileno, poliéster, nylon, etc., etc., el tipo de fibras largas, cortas, fibrilizadas, multifilamentos, etc., etc.

2.4 El empleo de Geotextiles en obras de ingeniería civil se ha incrementado entre 35 y 40% en los EE.UU. en los últimos 5 años previniéndose consumos del orden

de 12,000 tons/año para 1985.

2.5 La experiencia en México, de los Geotextiles, como elemento separador y filtrante ha sido interesante en el caso de los terraplenes del tramo Minatitlán al Puente Coatzacoalcos II, y según los especialistas de la SAHOP, los ahorros logrados en volúmenes de terracerías son superiores al 30%.

2.6 Por parte de PEMEX, desde 1981, se han realizado pruebas sistemáticas y continuas para utilizar las Georedes Plásticas como refuerzo y los Geotextiles (no tejidos) ambos de fabricación nacional en las zonas productoras de Veracruz, Tabasco y Chiapas.

2.7 Se pueden mencionar: reforzamiento de acceso al cactus 343; acceso y pera de perforación: Cárdenas 107, Magallanes 922, Mora 1, Jujo 24, entre otros. Dependiendo de los Distritos de Cárdenas, Agua Dulce, Villahermosa, las Choapas, Reforma de las Gerencias Sur y Sureste.

2.8 Con la SARH, también se han hecho pruebas con las Direcciones de: Conducción y Abastecimiento de Agua; de Distritos de Riego, de Investigación e Ingeniería Experimental (Tecamachalco), Comisión del Lago de Texcoco, de Grande Irrigación y otras. También con SAHOP a través de la Dirección General de Carreteras Federales; con la Secretaría de Marina; con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Obras Marítimas; Secretaría de Pesca y otras dependencias gubernamentales y particulares.

2.9 Respecto a Geotextiles (tejidos), permeables, especialistas mexicanos desarrollaron, patentaron y han aplicado con éxito en México y muchos otros países una serie de contenedores textiles, cimbras flexibles reforzadas, que permiten fabricar directamente in-situ elementos incrementando su peso de unos cuantos kilogramos a varias toneladas en cuestión de minutos. Lo atractivo del sistema es que requiere

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

un mínimo de equipo de construcción, utiliza en su mayoría materiales de construcción que existen prácticamente a pie de obra y emplea personal de la misma región que va capacitando durante la ejecución de los trabajos.

3. METODOS CONVENCIONALES.

3.1 Tradicionalmente, la ejecución de obras portuarias y marítimas requieren de una gran infraestructura de parte de los contratistas, por lo que siempre se programan inversiones considerables y se diseñan con rigurosos márgenes de seguridad.

3.2 Los rompeolas de enrocamiento requieren elementos de coraza de un peso tal que resista los efectos de la ola de diseño; para lograr una adecuada explotación de las canteras se requiere planeación y un correcto plan de ataque, viene luego el transporte a la obra y su colocación en el lugar del proyecto.

3.3 En Europa, desde hace mucho tiempo, cuando se construyen estructuras en fondos arenosos para limitar la incrustación de la roca siempre costosa y la necesidad de obras de mantenimiento para reparar daños originados por asentamientos diferenciales que ocasionan socavaciones y erosiones de fondo al pie de los rompeolas han construido e instalado en el fondo del mar unas balsas de varas que denominamos "fajinas". Actualmente se les incorpora un Geotextil, que es el que evita precisamente que las partículas del fondo se desplacen por las corrientes inducidas y por otros efectos dinámicos al ocurrir condiciones oceánicas extremas.

4. ALTERNATIVAS CON GEOREDES Y GEOTEXTILES.

4.1 Caso 1: Fajinas del Puerto de Dos Bocas, Tab.

4.1.1 El diseño constructivo de los rompeolas Este y Oeste realizado por Proyectos Marinos, S.C. y sus asesores incluyó la fabricación, lanzamiento, remolque, posicionamiento, hundir y dejar en el fondo en los lugares indicados en proyecto casi 300,000 m2 de fajinas (15 x 30 m. y 15 x 60 m).

4.1.2 Los contratistas adquirieron un Geotextil tejido de fabricación holandesa que se indicaba en las especificaciones y procedieron a conseguir las varas de mangle para posteriormente fabricar los "torones" con los que se integró "la fajina" en un patio especialmente construido para este fin.

4.1.3 La primera fajina quedó lista en agosto de '81 pero existieron muchos problemas para lanzarla al mar. Posteriormente se modificó la rampa de lanzamiento con rodillos y otras facilidades y en octubre de 1981 finalmente, una fajina fue remolcada y posicionada lista para ser hundida, presentándose serios problemas en su control de posición durante la fase de hundimiento. Posteriormente, con ayuda de 4 pilotes hundidos, se logró controlar tanto el hundimiento como su colocación en el fondo.

4.1.4 Considerando las dificultades antes mencionadas, se analizaron otras alternativas de solución entre las que se hicieron ensayos con las Georedes Plásticas. La función de los "torones" de Mangle es doble: mantener extendido al Geotextil en el fondo del mar y protegerlo del impacto de las rocas al caer sobre él.

4.1.5 Al tener éxito los ensayos preliminares de resistencia de la Geored al impacto de rocas, se procedió a diseñar un método constructivo que permitiera primeramente ligar la Geored al Geotextil (importado) lo cual se realizó en los mismos patios de fabricación, simplemente cosiendo con cordeles y agujas de pescador ambos materiales, para posteriormente, enrollarlo al ancho de diseño requerido (15 m.).

4.1.6 A bordo de un chalán, anclado en posición con cuatro malacates y con el rollo de la "fajina" Geored Geotextil a bordo, se descendió el extremo de la fajina con un "tubo cabecero" para asegurarlo en el fondo y, posteriormente, al desplazar el chalán en la superficie que el rollo se fuera desenrollando coordinadamente al mismo tiempo que, periódicamente, la grúa de a bordo colocaba, bloques de concreto para asegurar que la fajina quedará extendida correctamente en el fondo. Esta operación se ha perfeccionado y actualmente tender una "fajina" de 15 x 60 m. requiere de menos de 3 horas a partir de que el chalán este en "posición".

4.1.7 La ubicación de la fajina en el fondo del mar queda definida, por lo menos, por 4 boyarines en sus extremos, lo cual facilita el posicionamiento del barco de descarga de fondo y la operación correspondiente.

4.1.8 Por la rapidez de las operaciones involucradas, se puede programar perfectamente para aprovechar al máximo la información meteorológica disponible y racionalizar estas actividades que se ven afectadas por el estado del mar.

4.2 Caso 2: Rompeolas Temporal Puerto Laguna del Ostión, Veracruz.

4.2.1 El diseño del rompeolas Sur del Puerto de Servicio realizado también por Proyectos Marinos, S.C., consideraba la alternativa de utilizar contenedores textiles llenos de arena para su construcción, esto para facilitar su demolición una vez que su vida útil terminara, como ésta se establece de 3 años, el diseño incluyó el empleo de cimbras textiles para colar "in-situ" elementos de concreto, a manera de coraza de protección.

4.2.2 La empresa contratista adquirió los elementos textiles de Patente y fabricación nacional y procedieron a la construcción de la mencionada estructura.

4.2.3 Para los contenedores de arena el equipo que requiere es una simple motobomba (30 H.P.); uno o dos operadores en la succión a manera de cortador de draga, para mantener alto el porcentaje de sólidos, y dos o tres trabajadores anfibios manteniendo en posición el contenedor textil hasta que adquiere suficiente peso propio para que el mar no lo desplace.

4.2.4 El procedimiento no puede ser más simple, ya que se trata de confinar la arena de la playa con ayuda del agua de mar, esta última nos la transporta al ser bombeada la mezcla a través de tuberías y manojeras, nos la deposita dentro del contenedor textil, posteriormente, por la misma presión hidráulica la compacta, y, finalmente, abandona el contenedor ya que éste es permeable, el diseño de Patente mexicana incluye una válvula de auto-cierre, que facilita notablemente las operaciones y acelera los rendimientos de trabajo.

4

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

3

4.2.5 En el rompeolas Sur en los primeros 24 días de trabajo a pesar de que hubo que capacitar al personal del contratista, se colocaron un promedio de 30 unidades por bomba y por turno.

4.2.6 Los avances al 5 de octubre, según información del contratista, se han instalado "in-situ" 1,300 elementos de 2.8 ton cada uno. Cabe señalar que es muy importante la ordenada y correcta colocación, según un programa pre-establecido para lograr: traslapes, amarres, encajonamiento, y, en ocasiones, llenándolos sólo a un porcentaje de su capacidad para darles flexibilidad a los elementos "de faldón" al pie de ambos lagos de la estructura.

4.2.7 Como se indicó en 4.2.1, para proteger estos contenedores textiles llenos hidráulicamente de arena, de vandalismo, abrasión de la tela y los efectos de rayos ultravioleta y gamma, el diseño incluyó cimbras textiles impermeables, que permiten fabricar en el lugar bloques de mortero de 4 toneladas.

4.2.8 El equipo requerido también es sencillo, incluye dos unidades revolventoras y una bomba de concreto. "n" tramos de tubería rígida y varios tramos de mangueras flexibles al final. Las cimbras textiles cuentan con varias bocas de llenado y purga, de cierre manual, también de Patente y fabricación nacional. Se tiene previsto un dispositivo adicional para facilitar su estiba cuando se proceda a desmantelar la estructura, dentro de 3 años.

4.2.9 En cuanto a rendimientos, el contratista indicó un promedio de 40 bloques BC-4 por turno y por bomba con un sobrestante, un mecánico, 12 peones, y 4 operadores anfibios.

4.2.10 En el rompeolas Sur del Ostión al 5 de octubre, se llevaban recubiertos aproximadamente 60 m. de los 160 m. de avance a esa fecha de la estructura.

4.2.11 Cabe indicar que los elementos que se encuentran en la zona de salpicaduras y bajo el agua rápidamente han sido recubiertos por vegetación marina lo cual actúa como una cubierta protectora, además de los bloques de mortero de la coraza antes indicados.

4.2.12 Podemos anotar que debido a ciertos problemas iniciales en el abastecimiento de enrocamiento para el rompeolas Norte del mismo puerto. PEMEX ordenó al contratista iniciar los trabajos con elementos BC-4 colocados en el lugar a partir del 19 de julio y hasta el 30 de septiembre se colocaron y colaron "in-situ" casi 1,700 unidades con un avance de 220 m (la corona a su cota final del orden de 180 m). Se trabajó con una sola bomba, 2 revolventoras de tambor y un sólo turno por día.

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS.

5.1 Con relación a las fajinas de Georedes Plásticas y Geotextiles, creemos que superan con muchísimas ventajas a las convencionales de "torones de Mangle y Geotextil" por su sencillez de fabricación y bajo costo, su fácil manejo, tanto en tierra como en el chálán (un rollo de 15 m. de ancho y aprox. 1.0 de diámetro), su rápida instalación y la seguridad de que ha quedado correctamente ubicado en el fondo del mar, que ha sido y es verificada por los buzos dan como resultado que la tenacidad, entusiasmo y confianza de los ingenieros mexicanos (de PEMEX, del contratista,

de los Asesores Técnicos, del fabricante de las Georedes, y otros más) han visto coronados sus esfuerzos, con un desarrollo más simple, práctico y eficaz que la solución que originalmente se tenía prevista.

5.2 Respecto al uso de elementos textiles llenos hidráulicamente de arena, de cimbras textiles, para mol dear mortero, que también son desarrollos mexicanos; éstos, sin embargo, a pesar de que no es la primera vez que son utilizados para obras temporales (caso 2). Existen estructuras con cerca de 12 años de construidas y que continúan sirviendo para el fin que fueron diseñadas.

5.3 Cabe indicar que no solo en México se han utilizado, con éxito, existen obras en Venezuela, Colombia, Brasil, Perú, Nicaragua, Guatemala, Curazao, Santa Cruz Islas Virgenes, en Connecticut, Florida, Texas, California y Alaska. También en Africa del Norte y Medio Oriente, existiendo varios proyectos en las islas del Pacifico y el extremo Oriente.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Podemos concluir que la capacidad de invención y desarrollo de los mexicanos, así como adecuación de soluciones a los recursos disponibles una vez más ha quedado demostrada en los dos casos aquí presentados ya que ambos ofrecen alternativas interesantes para resolver problemas de mecánica de suelos en regiones costeras y en el caso de Puertos Industriales, en particular.

Es importante resaltar que se requiere valor y audacia para intentar por primera vez soluciones diferentes a las convencionales y que sin el apoyo de PEMEX ni de los contratistas, hubiera sido muy difícil o casi imposible intentar la utilización de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y los Geotextiles. Así como el apoyo que la Dirección General de Obras Marítimas en los setentas brindó para el desarrollo de los contenedores y cimbras textiles. Esta tecnología mexicana es base para una alternativas seriamente analizada para la protección de taludes de las islas artificiales que las grandes empresas petroleras construyen en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Ártico.

6.2 Podemos decir que el empleo de Georedes y Geotextiles en Ingeniería Civil está dentro de una etapa inicial y que todos estamos cada día aprendiendo más de su comportamiento, de sus nuevas aplicaciones y de los límites a que podemos diseñar con la información que hasta ahora disponemos.

6.3 Por lo anterior, recomendamos que dentro de las Conclusiones del Congreso Nacional de Mecánica de Suelos se incluya, si es posible, un párrafo que se refiera al empleo de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y Geotextiles en soluciones no convencionales y que en futuras reuniones se informe de aplicaciones, ya sea que hayan tenido éxito o no, ya que es mediante la comunicación de experiencias que podremos avanzar en la tecnología y poco a poco mejorar, simplificándolos, los métodos de construcción convencionales.

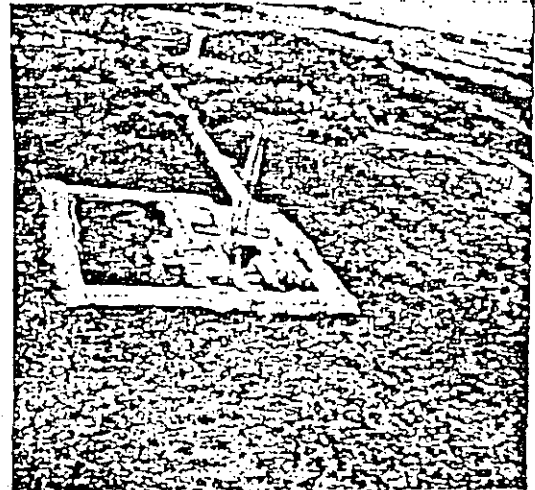
6.4 Los autores quieren expresar su reconocimiento a PEMEX, Coordinadora Dos Bocas, Dirección General de Obras Marítimas, Constructora General del Norte, S.A., Protexa, Estudios y Construcciones de Obras, S.A.,

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ GIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

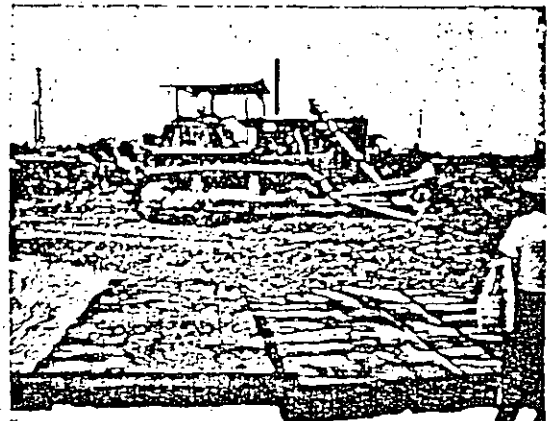
Polímeros y Derivados, S.A., Tubos Flexibles, S.A. y  
Control de Erosión, S.A.

REFERENCIAS

1. Brown and Root, Inc. (1977): Spoil Disposal at Quintana Beach, Feasibility Study for Dredge Spoil Containment Structure for the Brazos River Harbor Navigation District, Houston, Texas.
2. INPH: Instituto de Pesquisas Hidroviarias, Portobras (1982): Estudo de Estabilidade dos Molhes Leste e Oeste do Passe havegavel na Barra do Furado-Município de Campos, Rio de Janeiro, Brazil.
3. Maza, J.A., and M.A. Haces (1977): Estudio Sobre el Comportamiento de Elementos Boisacreto, Instituto de Ingeniería, Ciudad Universitaria, México, D.F.
4. Palacios, Molinet Ricardo Ing.: Comunicación Personal.
5. Patterson, D.R., A.T. Shak, and M.T. Czerniak (1982): "Inspection of Submerged Arctic Structures by Side Scan Sonar," Proceedings of 14th Offshore Technology Conference, pp. 705-712.
6. Pinter, Julio Ing.: Comunicación Personal.
7. Porraz M. (1975a): "Operational Designs Systems, Bolsaroca and Bolsacreto, Examples of Third World Technology," Second General Assembly of the Engineering Committee on Ocean Resources, Tokyo, Japan.
8. Porraz, M. (1975b): "Operational Designs Systems Technology for Developing Countries", Conference of the Institution of Engineers from India, New Delhi, India.
9. Porraz, M. (1975c): "Bolsacreto and Bolsaroca Technology for Third World Countries", Fifth General Assembly of the World Federation of Engineering Organizations, Tunis, Tunisia.
10. Porraz, M. (1976a): "Labor Intensive Construction for Shore Erosion Control", United National Interregional Seminar on Development and Management of Resources of Coastal Areas, Berlin, Hamburg, Kiel and Bremen, Germany.
11. Porraz, M. (1976b): "Textile Forms Slash Cost of Coastal Zone Structures", Ocean Industry, October, pp. 61-64.
12. Porraz, M. and R.R. Medina (1977): "Low Cost, Labor Intensive Coastal Development-Appropriate Technology-Simplicity is the Key to Use in Developing Nations", Sea Technology, August.
13. Porraz, Mauricio Ing., Porta, Eduardo, Ing., Heuregh Héctor, Ing.: "Empleo de Georedes Plásticas y Geotextiles en Diversos Proyectos y Estructuras de Ingeniería Civil", II Congreso Latinoamericano de Consultoría, 12-16 Julio '81, FELAC-AMEC, México, D.F.
14. Proyectos Marinos, S.C.: "Análisis Geotécnico Preliminar del Rompeolas Oriente del Puerto Petroquímico-Petrolero, Proyecto Dos Bocas, Tabasco, Reporte Técnico para PEMEX, Diciembre 1979.
15. Soto Yáñez, Eduardo Ing.: Comunicación Personal.

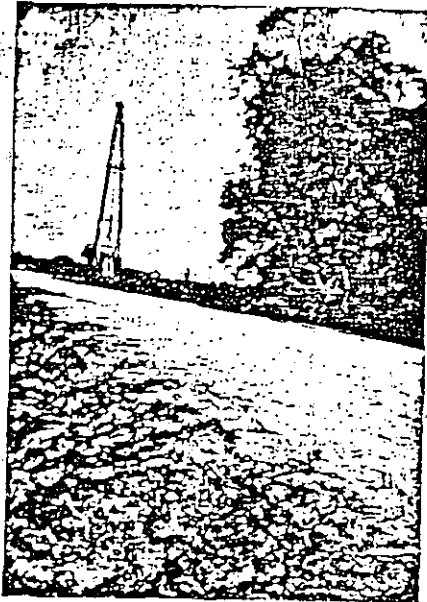


En los antecedentes de uso Georedes y Geotextiles se menciona el Pozo Magallanes 922, cuyo terrapien (pera) y camino de acceso están en el pantano, tal como lo muestra la Foto Aérea No.1, en la cual se han indicado los números de otras localizaciones del mismo campo Magallanes dependiente del Distrito de Agua Dulce de la zona Sur de Pemex.



En el mismo Pozo Magallanes 922, Foto No. 2, con la instalación de un Geotextil (poliester no-tejido de color blanco Fijasol C-252) y una Geored (Redlon CE-121) de polietileno de alta densidad extruido mediante proceso axial rotativo patentado (color negro) se le coloca una capa de material friccionante arena, la cual una vez compactada actúa distribuyendo realmente las cargas y gracias al anclaje mecánico logrado entre Geored, con el material de revestimiento se limitan notablemente los asentamientos diferenciales.

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DE NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.



Un tramo del camino de acceso a ese Pozo, Magallanes 922, fue reforzado pudiendo tener un análisis comparativo con los tramos no reforzados en la Foto No. 3, se aprecia claramente la Geored y Geotextil con un revestimiento de cerca de 15 m. de arena compactada, su comportamiento ha sido muy satisfactorio.

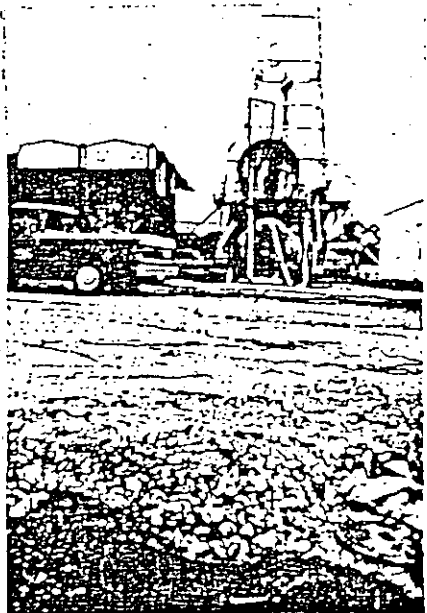


Foto No. 4, aspecto de la pera del Pozo Cárdenas 107, reforzado en Diciembre de 1981, con Geored CE-131 y grava en 20 cm. de espesor; después de terminado el pozo, la Superintendencia de Perforación en Villaher-

mosa, indicó ahorros de hasta 70% respecto al material de revestimiento, respecto a otros pozos en condiciones similares.

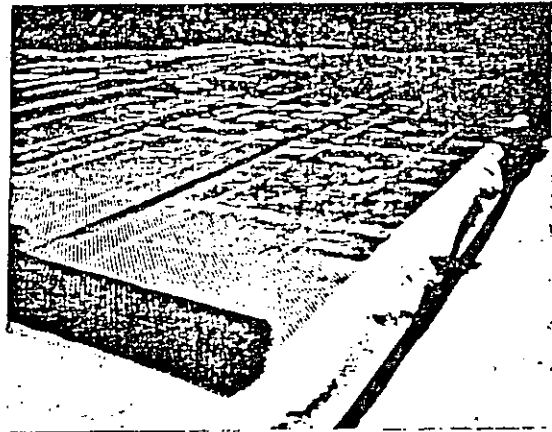


Foto No. 5, vista general de los trabajos realizados en el Pozo Jujo No. 24, en el cual se adicionaron al Geotextil (Fijasol T-135) de poliéster termo-soldado y la Geored (Redion CE-131) se instalaron una serie de Geodrenes (100 mm. Ø con canaleta), colocando relleno de grava previamente a la colocación del refuerzo.



Foto No. 6, aspecto general del rompeolas Oriente del Puerto Sanchez Magallanes de 700 m. aprox. de longitud, construido en 1972 con elementos colados "in-situ" (Bolsacrete BC-6" como se aprecia, se encuentra en condiciones operacionales, no obstante el embate durante cerca de 10 años de condiciones oceánicas extremas.



ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ UIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

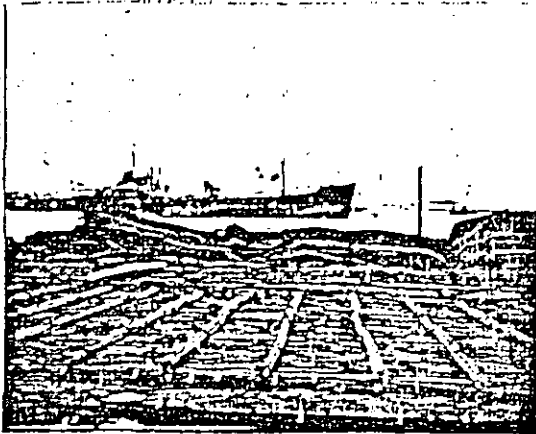


Foto No. 7, patio de fabricación de las fajinas en el Puerto de Dos Bocas, Tabasco.

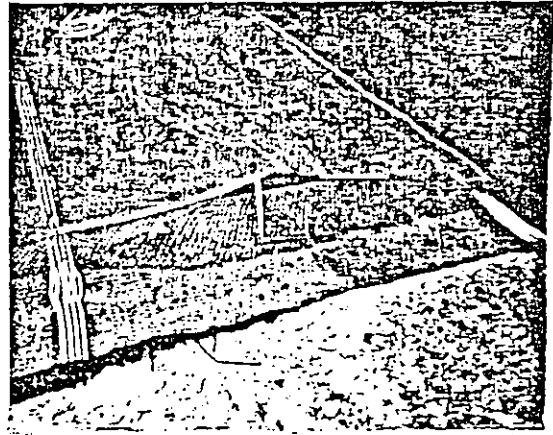


Foto No. 9, alternativa de substituir el Mangle por la Geored (Redion CE-12) tal como lo ilustra la fotografia.



Foto No. 8, Acercamiento a las fajinas convencionales de "corones" y vacas de Mangle.

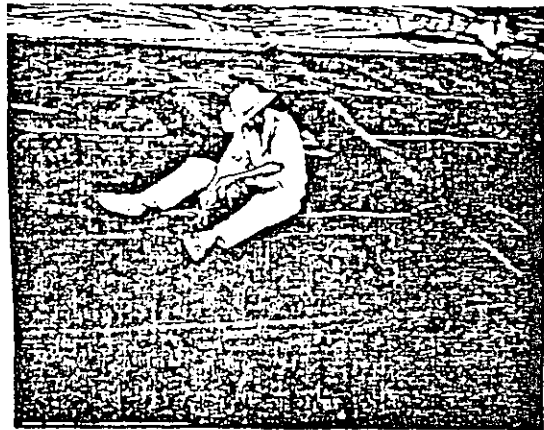


Foto No. 10, aspecto de las operaciones de incorporación de la Geored Plástica (fabricada en México) al Geotextil tejido (de importación). Las operaciones de cosido las realizan personal no especializado con cordel y aguja de pescador.

8

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE,  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

7

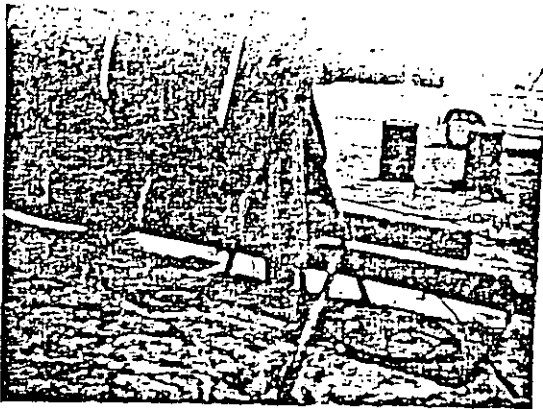


Foto No. 11, El Geotextil y la Geored Plástica se enrollan y se fijan en los extremos una serie de tubos: el "cabecero", "planchador", y el de rotación con frenos de ajuste para asegurar el control de tensión durante la operación de tendido en el fondo del mar.

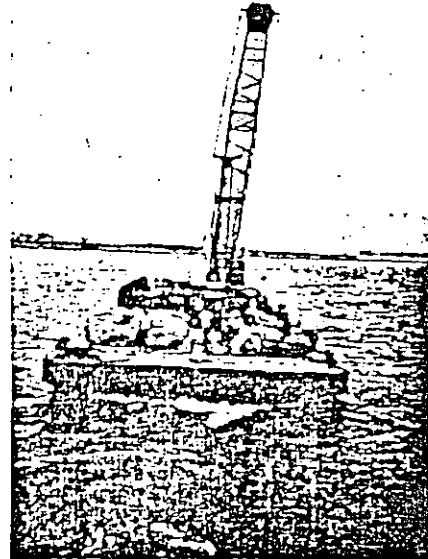


Foto No. 13, el chalán es remolcado a temprana hora a su posición correspondiente de acuerdo con el programa de tendido de las fajinas. Una vez bien anclado, gracias a sus cuatro malacates, se puede desplazar sin necesidad del remolcador.

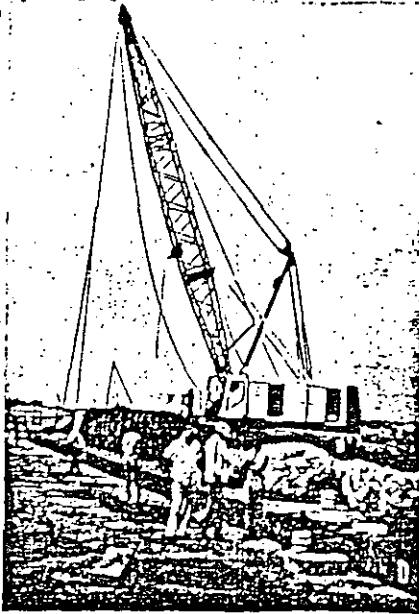
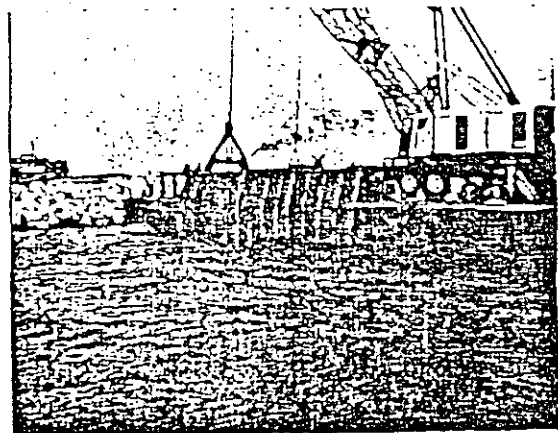


Foto No. 12, vista general del chalán con una fajina (Geored-Geotextil de 15 x 60 m) lista aparecen en la foto el Ing. Ricardo Palacios Molinet y el Ing. Enrique Guzman de la empresa contratista con uno de los operadores del chalán.



La fajina prácticamente ya ha sido desenrollada e instalada adecuadamente en el fondo del mar en el trazo previsto en el diseño de la escollera. Esta operación requiere de aprox. 3 horas y es supervisada de manera periódica por buzos.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE. COLIMA, COLIMA

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA  
CIVIL DE GEOTEXTILES, GEOREDES, GEOMEMBRANAS-  
E HIDROSEMBRADO

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

9 DE OCTUBRE 1984

MEXICO, D.F.

12 DE AGOSTO 1981

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA CIVIL DE: GEOTEXILES, GEOREDES,  
GEOMEMBRANAS E HIDROSEMBRADO

1.- INTRODUCCION.

Con los últimos adelantos en la tecnología de materiales, muchos sistemas y métodos de construcción han podido aprovecharlos utilizando elementos fabricados con polímeros logrando en muchos casos útiles y racionales combinaciones de materiales plásticos con textiles, empleando al máximo los recursos disponibles en la zona de los trabajos tanto naturales como humanos.

Desde hace cerca de 11 años, Ingenieros Mexicanos han desarrollado y aplicado con éxito sistemas patentados para confinar hidráulicamente arena en contenedores textiles, cimbras flexibles de membranas impermeables para fabricar bajo el agua enormes bloques de concreto: tejido doble con tensores para revestir ríos y canales sin necesidad de que estén secos. Estas tecnologías se utilizan en la actualidad en México y prácticamente todo el mundo: en Kuwait, en el Golfo Arabe, en el Canal de Suez, en Africa del Norte, en Africa Occidental; en Brasil, Perú, Colombia, Venezuela, Curazao, Centro América y el Caribe; en EE.UU., en la Costa del Golfo de México, la Atlántica y la del Pacífico, incluyendo importantes trabajos en Alaska, en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Artico.

El uso de los Geotextiles en México, ha sido estudiado desde 1971; el M. en I. Jesús Alberro del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. concluyó en su estudio: "De los Geotextiles analizados los más eficientes eran los fabricados 100% de poliéster, y recomendó que de querer utilizar los fabricados en México se debería mejorarlos sus características físicas y mecánicas; también indicó que los Geotextiles "no tejidos" de poliéster tienen mejores características y ofrecen mayor uniformidad en el trabajo en ambos sentidos respecto a las muestras tejidas con las que se compararon".

Las aplicaciones de Geotextiles en México en los últimos 3 años se han realizado en poco más de media docena de proyectos en los que se ha utilizado un Geotextil de importación fabricado en EE.UU. a base de filamentos de polipropileno termofijados.

Respecto a las Georedes, han tenido un sinnúmero de aplicaciones en Italia, Europa y en el extremo oriente, principalmente en el Japón. En México, apenas se están efectuando las pruebas iniciales, con la SAHOP y con PEREX.

El Hidrosembrado es un procedimiento muy utilizado en EE.UU., y otros países, sin embargo, hace pocos años especialistas mexicanos y brasileños desarrollaron importantes mejoras en el sistema empleando bacterias y adecuando el aglutinante de índices de germinación y reducir drásticamente la necesidad de riegos periódicos. Se recomienda para la protección de taludes de cortes y terraplenes, restituyendo la ecología afectada por la obra pública construida.

## 2.- GEOTEXTILES.

En general, se puede decir que se han aplicado intensamente en la Industria de la Construcción en los últimos años, actuando como: cimbras, contenedores, moldes a los que se les inyecta mezclas fraguables o no que permanecen en su interior, constituyendo elementos de construcción en obras fluviales, hidráulicas y marítimas y, como ya se mencionó, las experiencias mexicanas han sido adoptadas y se emplean continuamente por los Ingenieros de otros países. Cabe señalar que la investigación y desarrollo ha continuado y constantemente se logran mejoras que incrementan la eficiencia, disminuyen los costos sin perder el concepto original de sencillez que permite construcciones rápidas y de manera muy práctica y lógica.

Ante el reto de resolver un proyecto especialmente complicado a mediados de 1980 los investigadores mexicanos, tuvieron que revisar a nivel mundial materiales y métodos más avanzados. Se trata de construir islas artificiales - para plataformas de perforación petrolera en uno de los lugares donde las condiciones de las operaciones en el verano son cerca de 70 días, todavía reducidos a menos, por las tormentas, y el efecto del empuje de los hielos, el resto del año. Algo verdaderamente difícil y complicado.

De allí, surgieron en México nuevas soluciones que aplican racionalmente las Georedes plásticas y los Geotextiles para utilizar los materiales disponibles en zonas cercanas (Gravillas pequeñas empacada en arcilla roja).

Una empresa mexicana en Puebla manufacturó Geotextiles de poliéster reforzado con polipropileno tejido que pasó las pruebas y especificaciones de la EXXON, en Houston, Tex. Con ello hace tan sólo unas semanas, surgió la idea de mejorar aún los Geotextiles manufacturados en México, dándoles un refuerzo que mejorará sus características, lo cual se logró utilizando una Geored de polietileno de alta densidad con sus moléculas orientadas térmicamente.

Este nuevo Geotextil FIJASOL-325 tiene un gran número de ventajas respecto a otros productos ya que en principio puede ajustarse, aumentar su refuerzo, adecuarse según las condiciones de diseño del proyecto, ofreciendo ilimitadas posibilidades en la fabricación y en las aplicaciones.

En general, se puede decir que los Geotextiles actúan como elementos: separadores, filtrantes y, en algunos casos, de refuerzo.

## 3.- GEOREDES.

Las Georedes que también se fabrican en México, según un proceso especial patentado de origen inglés, Nétlon, se elaboran mediante extrusión axial rotativa de polietileno de alta densidad en una muy amplia gama de formas y aberturas.

Tienen útiles aplicaciones en la construcción de carreteras y pistas de aeropuertos, distribuyendo cargas, evitando deformaciones. Se utiliza para estabilizar terraplenes, reforzamiento de suelos, protección de taludes, control de erosión y protección de costas.

También se utiliza como Eolipantallá, Captador Sumergido de Sedimentos, - Cubiertas contra el Sol, Redes anti-animales, jaulas, bardas y corrales, redes y trampas para mariscos y peces, bolsas de embalaje, protección industrial, -- etc...

Las Georedes Redlon permiten el refuerzo efectivo de subrasante con bajo valor de soporte al distribuir las cargas, absorbiéndolas gracias a su alta resistencia tensional, minimizando los asentamientos del conjunto y evitando las fallas por esfuerzo cortante en forma de cono truncado.

Su efecto favorable se debe a que confinan los granos del terraplen y el estrato subyacente, al lograrse un anclaje mecánico real entre la Geored-Agregado y condiciones de frontera, la acción de la Geored como refuerzo local, todo lo cual ofrece inegables atractivos para muchas obras públicas.

Cuando se ha definido un valor generalmente aceptable de la relación de esfuerzos entre la carga vertical y la resistencia (a veces no consolidada y no drenada) del suelo, se puede determinar el espesor necesario de material pétreo, estableciendo los límites de deformación de la superficie de rodamiento y las pruebas en curso nos permitirán muy pronto conocer los índices en que mejora esa relación de esfuerzos al utilizar los diversos modelos de la Geored-Redlon, se espera con esos resultados tener los elementos necesarios para poder mejorar los diseños con muy importantes ahorros en tiempo, material pétreo y en especial en costos.

#### 4.- GEO-MEMBRANAS.

Se consideran aquellas que tienen características de impermeabilidad ya sean tejidos impregnados, laminados o películas extruidas con y sin refuerzo.

Tienen también un amplio campo de aplicación en proyectos de ingeniería - como recubrimiento de lagos, estanques, canales, depósitos, etc... Para estructuras de protección, contra la lluvia, construcciones provisionales en los llamados drenes de aleta (Finn Drains), etc...

En estos materiales se deben considerar las dimensiones de fabricación, ya que los empalmes y traslapes deben hacerse con bastante cuidado.

#### 5.- HIDROSEMBRADO.

La técnica de aplicar hidráulicamente semillas y fertilizantes para revegetar y proteger taludes requiere previamente de una adecuada planeación y estudio para cada aplicación, ya que deben identificarse los problemas, según el tipo de suelo, orientación, pendiente, etc...

La adecuada preparación del terreno y la formulación correcta de fertilizantes, diversos tipos de semillas (gramíneas, leguminosas) elementos activadores, etc... son fundamentales para lograr los objetivos en el tiempo deseado.

Inmediatamente después del hidrosembrado se procede a la aplicación de una cubierta de material orgánico con un elemento aglutinante.

La función de esa cubierta protectora es múltiple, favoreciendo la formación de un cultivo de bacterias, protegiendo las semillas de los rayos ultravioleta y de los pájaros, sobre todo captando y conservando la humedad, con lo cual se elimina la necesidad de riegos continuos: con todo lo anterior, es posible garantizar elevados índices de germinación.

Cabe señalar que a pesar de que en México prácticamente no se ha aplicado este sistema, se debe tener conciencia de que casi en el 50% de los taludes de cortes y terraplenes de nuestras carreteras en construcción se tienen problemas de erosión y deslaves.

Los métodos de implantación manual, trasplante de "tepos" (pasto alfombra) y otros más se han usado por años, pero creemos que es tiempo de analizar las ventajas en rapidez, eficiencia y costo que ofrece una nueva alternativa.

## 6.- CONCLUSIONES.

Existen varios sistemas de cimbras textiles desarrollados en México que han probado su efectividad ampliamente en el mundo y que permiten construir obras de defensa en ríos, puentes y playas, utilizando racionalmente al máximo los materiales locales y dando empleo al personal de la región capacitándolos, durante los mismos trabajos.

Los Geotextiles son elementos comúnmente aplicados con éxito en muchos países, en México se están aplicando hace pocos años unos que son de importación, creemos que es el momento de darle oportunidad al producto fabricado en nuestro país y que además ofrece muchas otras ventajas adicionales.

Las Georedes plásticas se empiezan a conocer y con las experiencias satisfactorias de otros países y las pruebas ahora en curso será posible encontrar un sinnúmero de aplicaciones que resuelvan problemas de acceso al lugar de trabajo en zonas pantanosas, ahorro en terraplenes sobre suelos suaves, fabricación de elementos alambroca (Gabiones Redlon) cilíndricos o convencionales, sin problemas de corrosión, abrasión ni desgaste. Muros ligeros para contención de "suelo reforzado", mejores diseños de pavimentos, sobrecarpetas, drenes convencionales, de aleta, "lavaderos" de caminos a base de un enorme Alambroca o super Gabion Redlon, etc...

Las Geo-Membranas han tenido unas ciertas aplicaciones con película simple de polietileno pero sus posibilidades de empleo son más amplias cuando las Geo-Membranas son a base de combinar materiales y se logra la impermeabilidad con elementos de refuerzo.

El hidrosembrado con cubierta orgánica protectora deberá tener un gran futuro en México, ya que además de lograr un control de la erosión se restituye la ecología que se afecta al construir obras públicas, lo cual tiene una importancia fundamental para las generaciones futuras.

5.

Se ha presentado una amplia gama de métodos, sistemas y materiales diversos, los cuales conjunta o separadamente si se analizan con una mentalidad positiva y espíritu constructivo, ingenieros con los conocimientos y la experiencia que indudablemente tienen sabrán aprovecharlos y lograr resolver problemas actuales y futuros con soluciones más racionales, rápidas y económicas, logrando al mismo tiempo aportar nuevos conceptos para la Ingeniería Civil de Obras Públicas.

ING. MAURICIO PORRAZ  
PRESIDENTE  
CONTROL DE EROSION, S. A.  
Bld. Adolfo López Mateos 1384 - 1er. Piso  
Mixcoac, México 19, D.F.  
Tels.- 598-0111  
598-0127





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA.

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA.

AVANCES EN LA TECNOLOGIA

9 DE OCTUBRE 1984.

## II CONGRESO LATINOAMERICANO DE CONSULTORIA

12 - 16 de Julio México D. F.

FELAC - AMEC

## TEMA I

## DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA

" AVANCES EN LA TECNOLOGIA "

## TITULO:

" EMPLEO DE GEOREDES PLASTICAS Y GEOTEXILES EN DIVERSOS  
PROYECTOS Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA CIVIL "

Ing. Mauricio Porraz J. L. \*

Ing. Héctor Meuregh \*\*

Ing. Eduardo Porta

\* Presidente Control de Erosión S. A .  
Apartado Postal 60549  
México 18, D. F.\*\* Gerente Mercado  
REDLON  
T. F. México\*\*\* Gerente General  
Porta Felt.  
México.

El uso de Geotextiles en Obras de Ingenierfa Civil en los Estados Unidos se ha incrementado en los últimos años a un ritmo entre 30 y 40% anualmente y se espera que continúe así. En 1979 se vendieron y colocaron cerca de 50 millones de metros cuadrados de productos textiles representando 9 millones de Kilos de fibras y tejidos. Las Geo-mallas plásticas han tenido un desarrollo impresionante en Japón y grandes aplicaciones en Europa durante los pasados 8 años.

En Latinoamerica su empleo ha sido en menor escala, sin embargo consideramos que en un futuro próximo deberá incrementarse notablemente.

Los Ingenieros Consultores somos unos individuos poco comunes " No creemos nada de lo que está escrito en un folleto de un fabricante a menos que se encuentre soportado por un detallado reporte técnico" igualmente " Nos preocupamos por no tener una fórmula en la cual substituir las variables con la información existente" éstos entre otros pueden ser unos factores que pudieran restringir el uso de las Georedes plásticas y los Geotextiles.

1.- Georedes Plásticas.

El Dr. Brian Mercer Ingeniero Textil Inglés desarrolló un proceso de extrucción NETLON para producir mallas de Polietileno de alta densidad las cuales tienen infinidad de aplicaciones algunas de las cuales están dentro del Campo de Ingeniería Civil. Hace unas cuantas semanas en México se empezaron a fabricar Georedes bajo el sistema Netlon, por primera vez en nuestro Continente.

Al compactar un suelo sobre una superficie Geored, esta se trababa con el material del suelo, en su lugar con lo cual no puede torcerse ni moverse. Siendo bastante rígida absorben más fácilmente las cargas dinámicas, evitando asentamientos gracias al anclaje mecánico obtenido con el suelo mismo.

El nuevo Aeropuerto de Tokyo " Narita " se construyó en terrenos que fueron arrozales; reforzando el suelo con Georedes se pudo lograr una mejor distribución de las cargas.

En caminos de acceso temporales ó permanentes construidos en terrenos pantanosos es común los atascamientos de los camiones; los que pueden ser evitados instalando una Geored cubierta de material Granular.

*④ Georedes*

*⑧ Tokio  
⑨ Camión*

*⑩ Camión  
⑪ Camión  
⑫ Camión*

En cimentaciones en zonas donde el suelo es heterogéneo y se esperan asentamientos diferenciales se puede resolver el problema desenrollando geored la cual gracias a su rigidez tensional y al amarre mecánico con el suelo da mucho mayor soporte, mejor apoyo y reduciendo cualquier eventual deformación diferencial del terreno.

Las Georedes pueden jugar un papel muy importante en Terraplenes minimizando la necesidad de préstamos permitiendo trabajar en climas lluviosos, aumentando la pendiente de los taludes, al reforzar el suelo y dando el apoyo necesario en la base, con los adecuados sistemas de drenaje para reducir la humedad en el suelo. En un trabajo presentado en 1979 en EE.UU. por los Ingenieros de los Ferrocarriles Estatales del Japón indicaron que el uso de Georedes en us Terraplenes no solo les facilitó el procedimiento de construcción, mejoró los índices de estabilidad, redujo los volúmenes de Terracerías y también además aumentó la resistencia respecto al efecto de Temblores y Terremotos.

Con los avances en la Tecnología de Materiales, ahora es posible contar con georedes en que sus moléculas han sido orientadas dinámicamente y térmicamente pudiendo alcanzar resistencias a la Tensión de hasta 8 Ton por metro de geored (TENSAR-SRI) con lo cual el horizonte de aplicaciones se extiende de manera impresionante.

El construir muros ó paredes verticales con refuerzos de Geored-Tensar dentro del relleno es una muy interesante aplicación al reforzar el suelo, de relleno.

Igualmente al construir Terraplenes sobre terrenos pantanosos, que al aumentar su dimensión actuaban como una cuña, incrustándose y provocando un buffamiento del suelo suave.

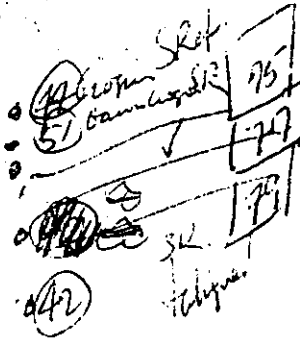
Utilizando una plataforma rígida de apoyo se consigue un diseño estable con un índice de asentamiento regular est se logra con una Colchoneta de Cimentación fabricada con Geored-Tensar.

Para reparar deslizamientos de tierra en taludes la Geored puede funcionar como un gigantesco gabión de malla plástica que una vez lleno de material granular se cierra la geored asegurándolo.

Este método también puede utilizarse en carreteras para substituir Vertederos, y otro tipo de Obras de Arte.

27 Fabrica  
29 ✓  
30 Almacén  
31 Accesorios

35 Sección Top.  
39 Sección Top.  
33 Cimentación  
40



62 fabrica terreno  
63 fabrica terreno  
79 ✓

La Geored plástica por su flexibilidad puede ofrecer una solución para reducir deslaves y retener rocas sueltas en acantilados.

Para proteger Taludes contra la erosión existen una variedad de Georedes desde las ligeras para adherencia con el pasto y la vegetación hasta las redes pesadas de las ya mencionadas gabiones llenados "in-situ" además de las tuberías plásticas NETLON para Drenaje para estabilizar las pendientes donde la subpresión origina problemas.

Los Tubos Netlon son muy prácticos para fabricar Drenes-laminares ó de aleta con los cuales es posible bajar el nivel freático para estabilizar sitios de construcción. También se usan para sellar la presión de poro a través del terreno y de las más interesantes drenaje en la parte posterior de muros sólidos de mampostería ó concreto. Facilísimo de instalar con una simple Zanjadora angosta, dos hombres pueden instalar más de 200 m de dren-laminar por día.

Los Gabiones de geored compiten con ventajas respecto a los fabricados de acero. El Polietileno de alta densidad son anticorrosivos con una muy alta resistencia a la abrasión, son más ligeros, fáciles de transportar y de eregir, siendo más flexibles se acomodan mejor al Terreno. La abertura de la malla puede ajustarse a la granulometría de relleno a utilizar.

Los Gabiones de Geored plástica tubulares son sumamente rápidos y fáciles de llevar, manual ó mecánicamente.

Las Georedes Netlon se han utilizado mucho con éxito para proteger, el pie de los taludes en rios y canales:

Las Georedes pueden utilizarse también como cercas de nieve ó de arena para estabilizar dunas y como barreras antideslumbrante ó de limitación de grandes aplicaciones en áreas de Aeropuerto ya que no interfieren en el radar.

II.- Los Geotextiles.- También se refieren a una gran familia de productos en telas no tejidas que actúan como separadores.

Una de las mayores causas de degradación de las Carreteras Norteamericana es que el material de apoyo pasa a través de la base y la subbase contaminándolas. El Departamento Federal de Carreteras está investigando cómo actúan los Geotextiles y cómo pueden mejorar las características y funcionamiento en los caminos gracias a su función de separación.

Handwritten notes and diagrams on the right side of the page:

- Top right: A circled number "71" and some scribbles.
- Middle right: A box containing the number "2" with the word "Acero" written above it and "copias" written below it.
- Below that: A small diagram of a circular object with a vertical line through its center, and a box containing the number "5".
- Further down: A box containing the number "6" with some scribbles to its left.
- A vertical column of boxes containing the numbers: 14, 18, 19, 21, 25, 31, 36, 37, 40, 53, 19, 70.

Respecto a los Tejidos, en 1975 en el Proyecto Delta en Holanda se utilizaron Geotextiles Tejidos; posteriormente el cuerpo de Ingenieros del Ejército Americano los han utilizado en numerosas obras Costeras.

En el Mar del Norte casi el 50% plataformas petroleras están protegidas contra la socavación y corrientes de fondo con Geotextiles Tejidos.

Respecto a los Materiales estos pueden ser, Poliester, Nylon, Polietileno, Polipropileno entre otros. Entre los no tejidos los geotextiles pueden ser simplemente pegados, ó ligados con picado de aguja, etc... En los Tejidos puede ser plano con diseño modificado. En el tejido pueden usarse monofilamentos, multifilamentos y fibras texturizadas.

Existen también Geotextiles a base de membranas impermeables para muy diversas aplicaciones, que son telas laminadas y reforzadas para almacenar productos, líquidos, impermeabilizar y proteger construcciones etc... etc...

En general para concluir el campo de aplicación de las Georedes Plásticas y los Geotextiles en muchos casos es complementando y se pueden aplicar conjunta ó separadamente.

Lo importante es saber que éstos productos son resultado de avances Tecnológicos, conocer que ya todos ellos se producen en México a precios accesibles y con una calidad garantizada y que el recomendar su empleo ó señalarlos como una alternativa posible en un proyecto representará un diseño de Ingeniería más moderno y apegado la realidad de nuestro tiempo.

Junio 1981.



Foto No. 1

La Geored siendo desenrollada sobre arillas suaves para permitir acceso.



Foto No. 2

La Geored colocada logra una distribución de las cargas dinámicas y logra un anclaje mecánico con el material granular de recubrimiento.

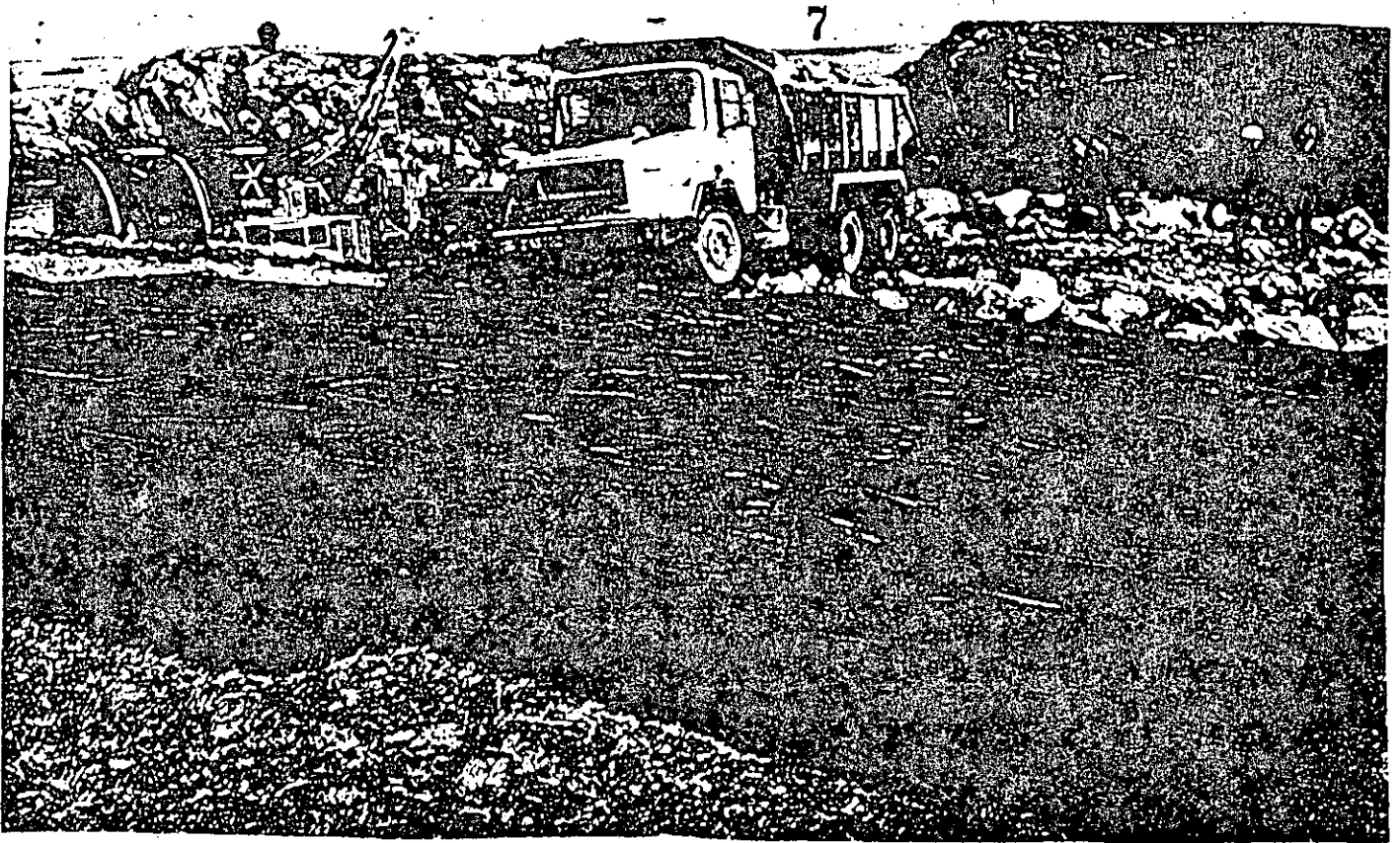


Foto No. 5

Construcción de una base firme de Apoyo sobre una zona pantanosa en Sullum Voe al Norte de Escocia.

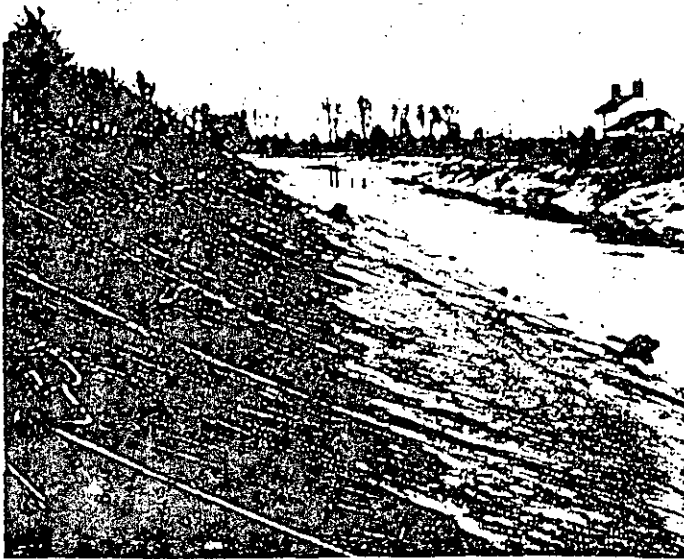


Foto No. 6

Protección de Taludes de un Canal con Geored después de la instalación.

Foto No. 7

El mismo sitio 3 meses después.



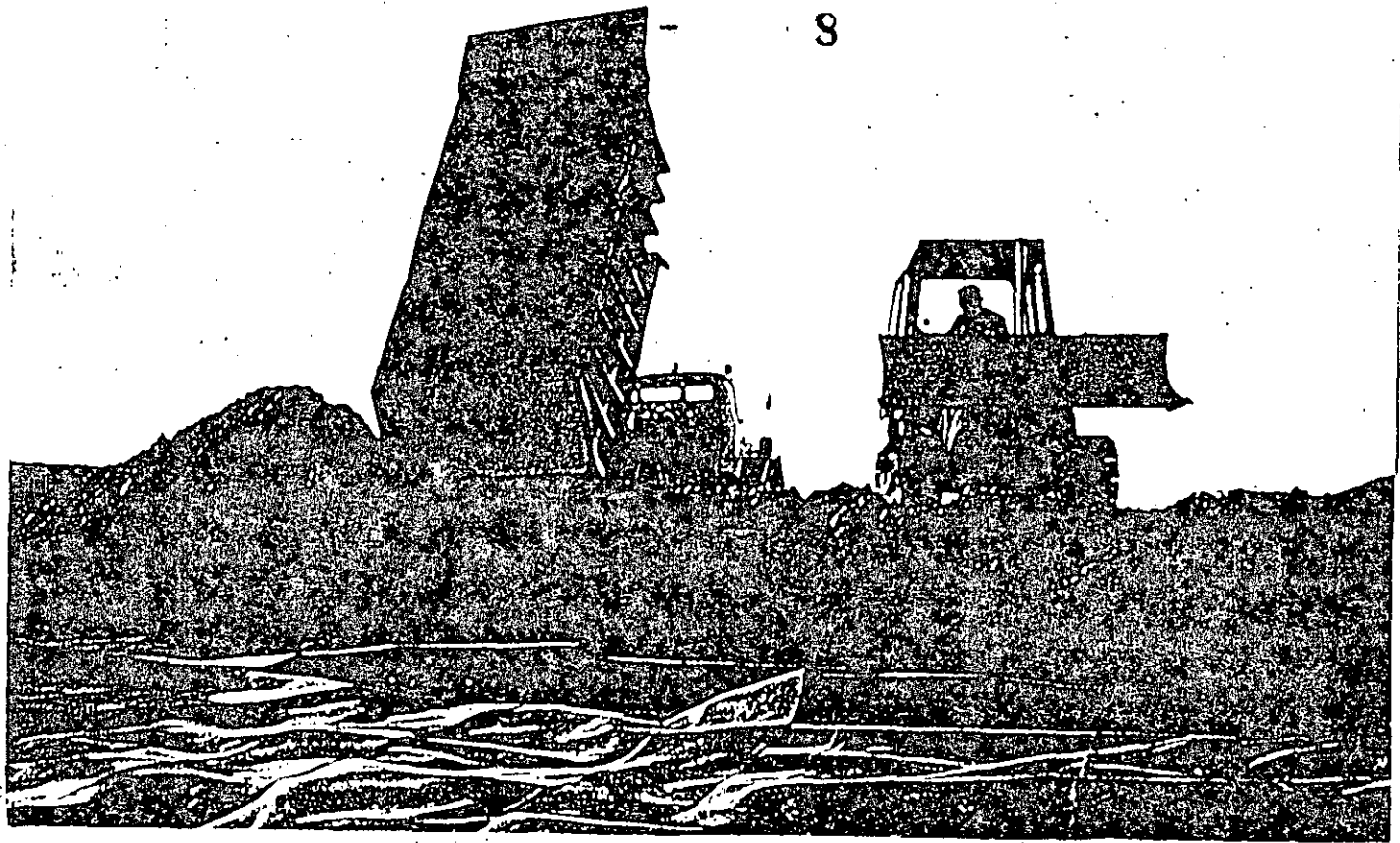


Foto No. 3

Construcción de Terraplenes sobre suelo muy comprensible utilizando Geored como refuerzo del Terreno de relleno.

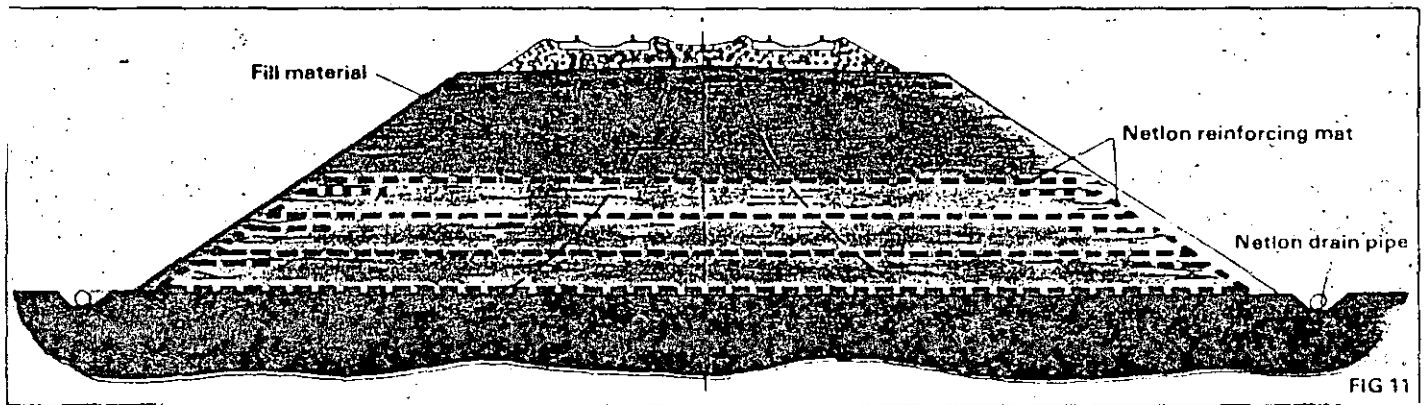


Foto No. 4

Sección Transversal de un Terraplén probado satisfactoriamente por los Ferrocarriles Nacionales del Japón.

tubos flexibles S.A. de C.V.  
Boulevard Ixtuca 40 - Naucalpan, edo. de México - tel. 576 56 22 • México 017 22 06-11  
av. Claudio 11 Cuernavaca tel. (91-591) 2 09 44, 2 07 93, 2 08 82 teléx. 917 73 856 México



Netlon Ltd England  
**NETLON**  
hecho en México con licencia

**Geored**  
**edion**  
®

Una cimentación estable es el punto de partida en el diseño de cualquier estructura, y la solución óptima, constructiva y económica, depende de las características del suelo y su capacidad para soportar el tipo de carga requerida.

El problema principal es la penetración del material de base en el suelo blando. La capacidad de carga de la carretera, disminuye notablemente y, a falta de un mantenimiento que resultaría tardado y costoso, el deterioro continúa y tarde o temprano se produce la falla.

Son bien conocidos los métodos de compactación, drenes adecuados y estabilización química para aumen-

tar la capacidad de carga del suelo. Últimamente, se ha dirigido la atención hacia el confinamiento del terreno por medio de membranas estructurales.

Esta idea no es nueva, durante siglos se han venido usando mallas de varas entrelazadas y se ha comprobado su eficacia en cimentación sobre una gran variedad de suelos.

La Geored de refuerzo y contención de terreno Redlon® desempeña una función similar proporcionando una cimentación estable cuya aplicación tiene muchas ventajas.

B) Distribuye la carga uniformemente gracias a su escasa flexibilidad, reduciendo los hundimientos diferenciales.

C) Incrementa la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, en virtud que su alta resistencia a la tensión se desarrolla por la fricción que opone la geored al deslizamiento debido a la forma de su sección transversal.

A) Previene la pérdida del material de base en el suelo natural.

D) Permite una disipación más rápida de la presión de poro.

**FIG. 1 Refuerzo para controlar suelos en construcción de caminos o pistas de aeropuertos y en avenidas de tráfico intenso.**

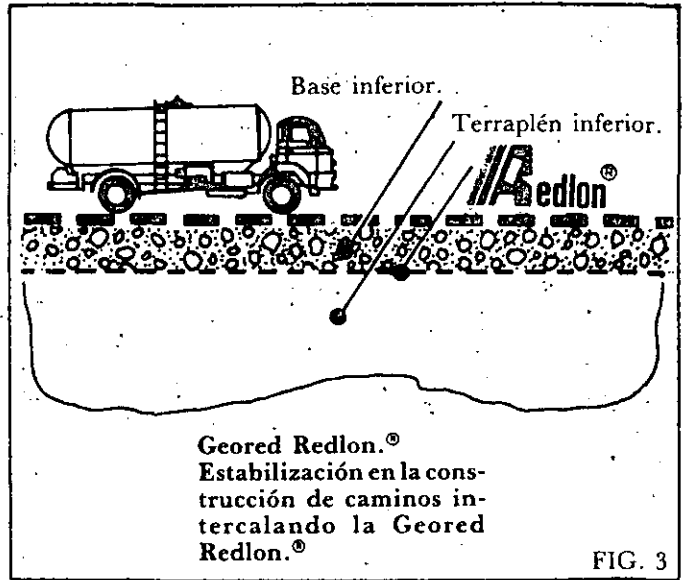
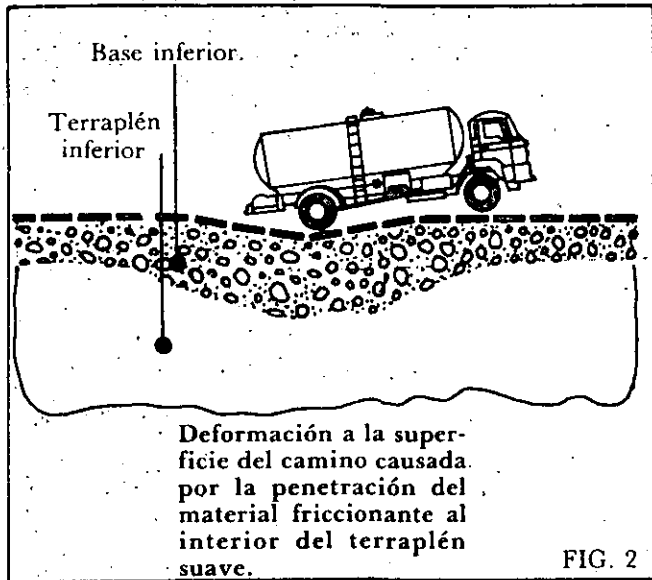
Base inferior  
Terraplén inferior

Área de carga (A)

La resistencia a la tensión se desarrolla totalmente debido a la fricción que opone la geored al deslizamiento por la forma de su sección transversal.

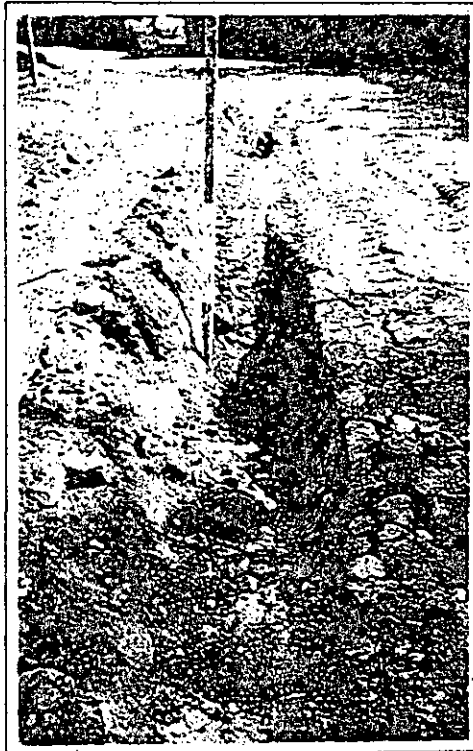
La Geored Redlon® proporciona un control multidireccional al hundimiento asegurando una distribución uniforme de la carga minimizando asentamientos diferenciales. (B)

Amplificación de un corte transversal de la Geored de refuerzo.



La penetración del material de la base en el suelo suave de la cimentación afecta seriamente la capacidad de carga y la geometría del camino, provocando un alto costo de mantenimiento y llegando en algunos casos a la falla (Fig. 2). Las fotografías de abajo ilustran el tipo de falla indicada que ocurrió a pesar del empleo de un geotexte.

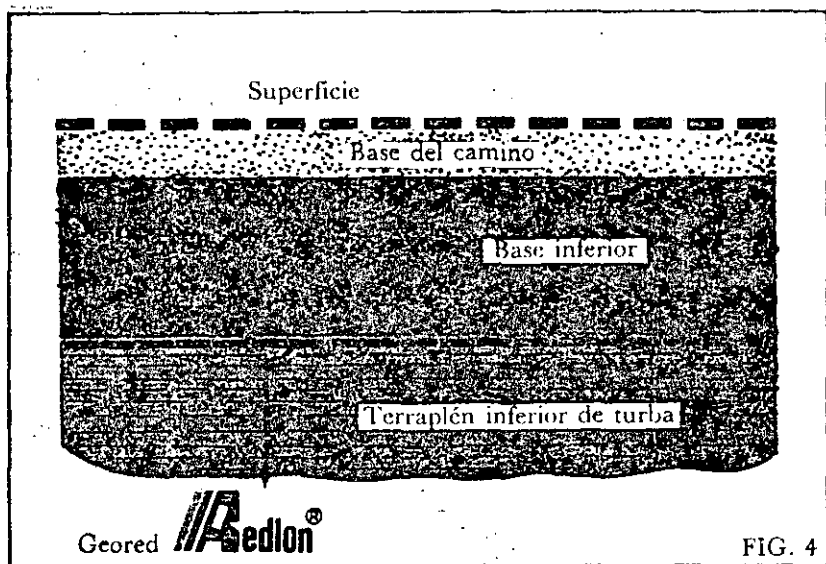
El empleo de una Geored Redlon® entre la base y el suelo de cimentación previene la penetración de la base y aumenta la capacidad de carga. Esto permite la reducción del espesor de la base.



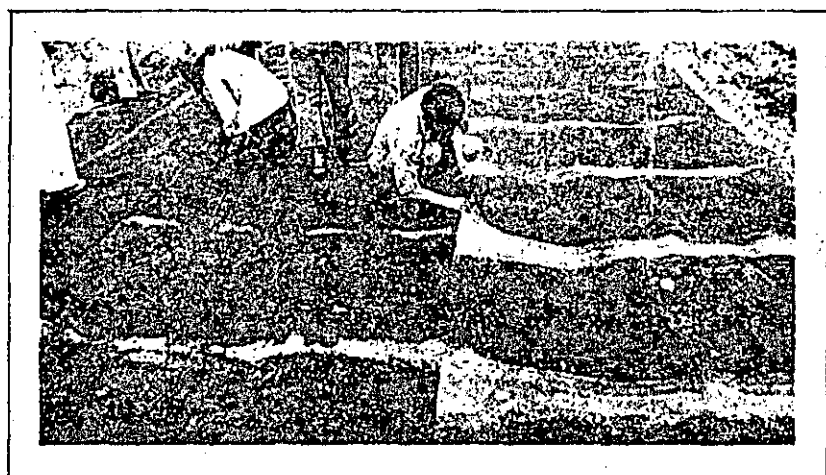
**Redlon®**



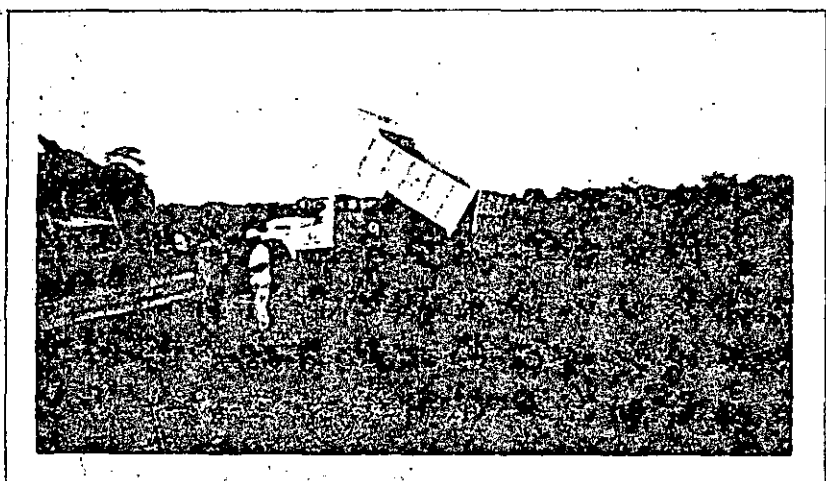
tubos flexibles s.a. de c.v.



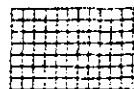
La Geored Redlon® para controlar del suelo resulta particularmente efectiva para lograr adecuada cimentación sobre terrenos pantanosos y de turba. Puede colocarse directamente sobre el terraplén inferior sin preparación alguna de la superficie. Por su estructura, La Geored Redlon se fija al suelo evitando se formen surcos y la construcción del camino puede iniciarse de inmediato (ver Fig. 4).



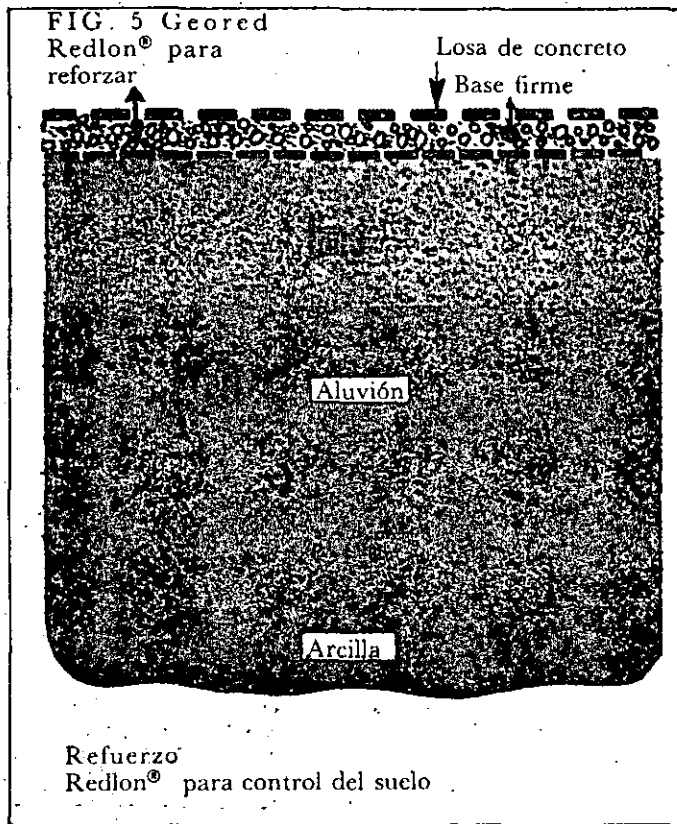
Colocación de la Geored Redlon en la construcción de un camino permanente sobre un terreno de turba. La turba tiene una profundidad variable entre 2 a 4 metros con contenidos de agua, en algunos casos, correspondientes al límite líquido.



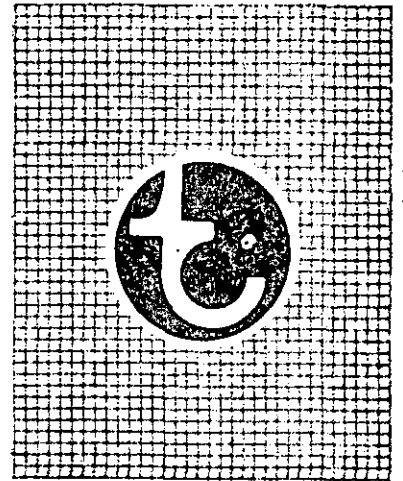
El empleo de la Geored Redlon® en la construcción de caminos para cargas grandes y en caminos de acceso con pendientes pronunciadas.



# Cimentación para fábricas

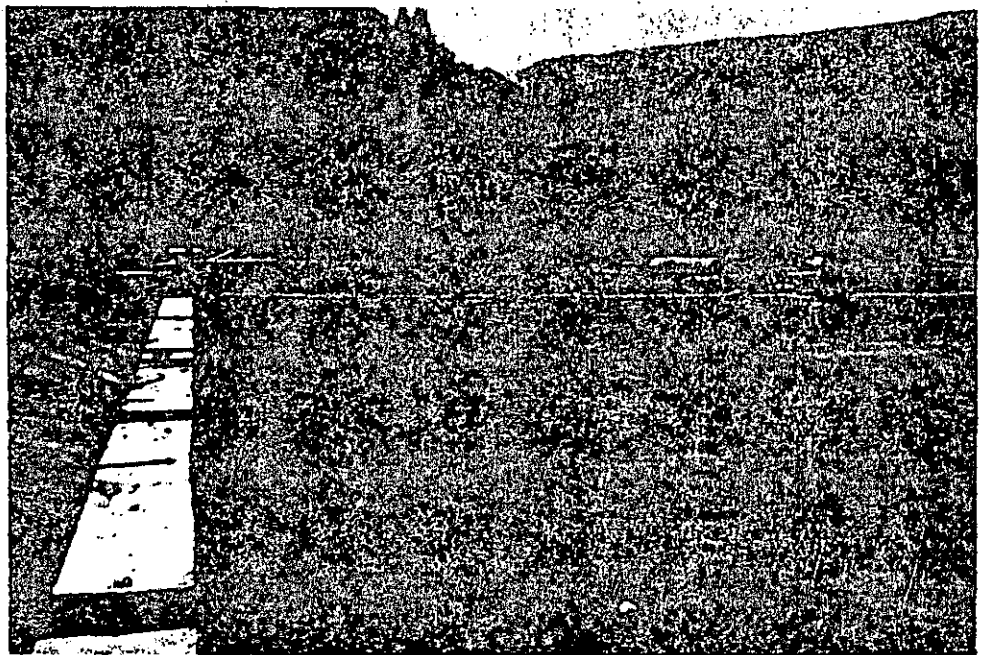


La Geored Redlon® ofrece un método efectivo y económico para mejorar la distribución de la carga sobre áreas que tengan que soportar grandes pesos en terrenos preparados. El diseño de la cimentación para grandes estructuras industriales se puede simplificar enormemente adoptando técnicas de refuerzo del suelo, para mejorar su capacidad para soportar cargas, evitando así la necesidad de emplear costosos sistemas de cimentación (ver Fig. 5).



Geored Redlon® en la construcción de cimentación para una fábrica sobre un terreno preparado.

Losas de concreto reforzado colocados sobre una base firme con refuerzo de Redlon®. Elimina asentamientos locales y mejora la distribución de cargas.



La construcción de un terraplén elevado como base para caminos, vías de ferrocarril o para instalaciones industriales como un malecón o dique para proteger áreas contra posibles inundaciones tienen un factor en común: hacen falta grandes cantidades de material de relleno. Esto en sí puede plantear problemas respecto a la fuente, cantidad y calidad de los materiales que puedan obtenerse.

La explotación de bancos de préstamo y canteras para la obtención de los materiales en grandes cantidades, crean un problema por sí-mismos; por lo que es de desearse que las obras para crear un terraplén se mantengan al mínimo, tanto por motivos económicos como ambientales.

El diseño de un terraplén se hace de acuerdo al tipo de trabajo a que se someterá y adecuándolo a las propiedades mecánicas del material económicamente disponible y la capacidad de carga del suelo de la cimentación. Aunque existen diferentes criterios para calcular la pendiente de los taludes y alturas de los terraplenes, la falla de éstos generalmente se asume que ocurre a lo largo de superficies circulares.

Este tipo de falla provoca un bufamiento al pie del talud y un hundimiento de la corona (Fig. 6).

El diseño convencional de terraplenes estables de una altura dada, implica disminuir las pendientes de los taludes o emplear bermas, ambas acciones aumentan considerablemente el volumen de materiales, el tiempo de construcción y en ancho de la base del terraplén. Otros métodos tales como la mezcla de suelos y la estabilización química son costosos, dilatados y de difícil control.

Localizar material para relleno en la construcción de malecones o diques puede ser un problema y frecuentemente la única fuente de material disponible en cantidades económicas es tierra de propiedades muy variables. El ingeniero entonces se ve ante la necesidad de evaluar las opciones de mezclas al suelo, medios de estabilizar los suelos

o construir bermas o emplear taludes poco pronunciados.

El método de estabilizar terraple-

nes reforzándolos con lajinas (esteras de ramas entrelazadas) colocadas en capas dentro de la construcción del terraplén es bien conocido, y durante la pasada década se han aplicado métodos similares empleando refuerzos de Geored Redlon® resistencia y buen anclaje mecánico.

Los refuerzos con Geored Redlon® dan solución práctica y permanente a los problemas de la estabilidad, permitiendo que se construyan terraplenes de corte sencillo y económico a las alturas requeridas. La malla se coloca horizontalmente en la base del terraplén y luego a diversas alturas al irse formando el terraplén, extendiéndose desde la cara de la pendiente lateral a todo el ancho transversal pasando el plano del deslizamiento calculado.

El refuerzo de Geored Redlon® añade una alta resistencia a la tensión a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Esta se desarrolla debido a la fricción entre el suelo y la geored (Fig. 8).

Las capas pueden ser continuas a todo lo ancho de la sección del terraplén o limitadas a un ancho que sobrepase el plano calculado de falla, según el análisis de estabilidad y situación de los planos de falla.

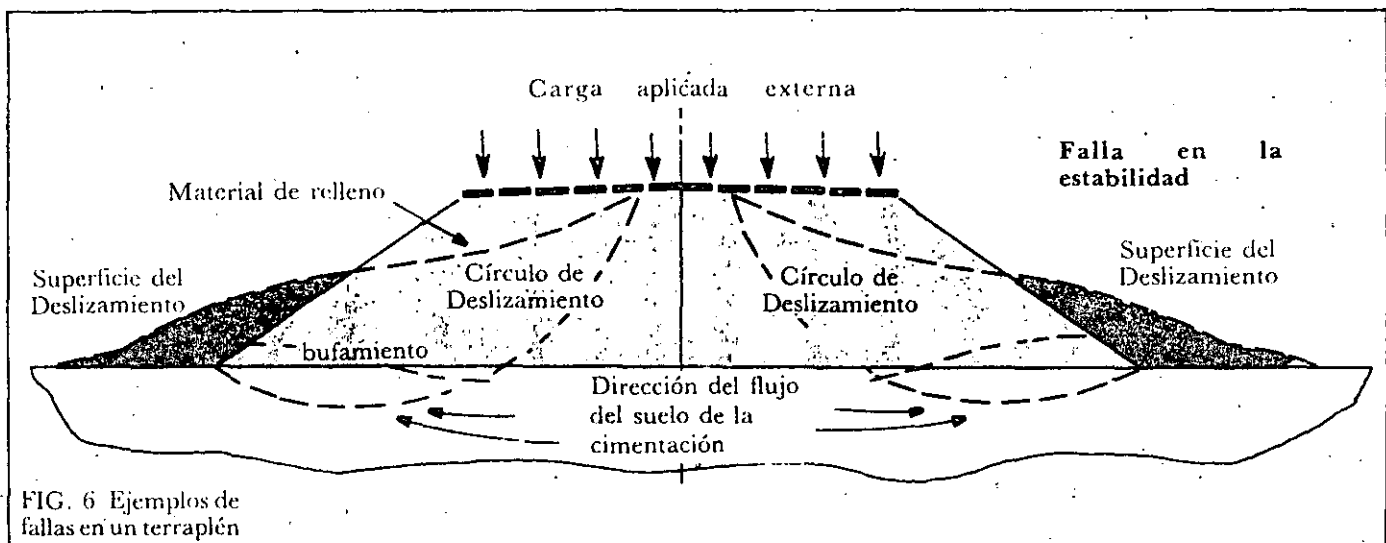
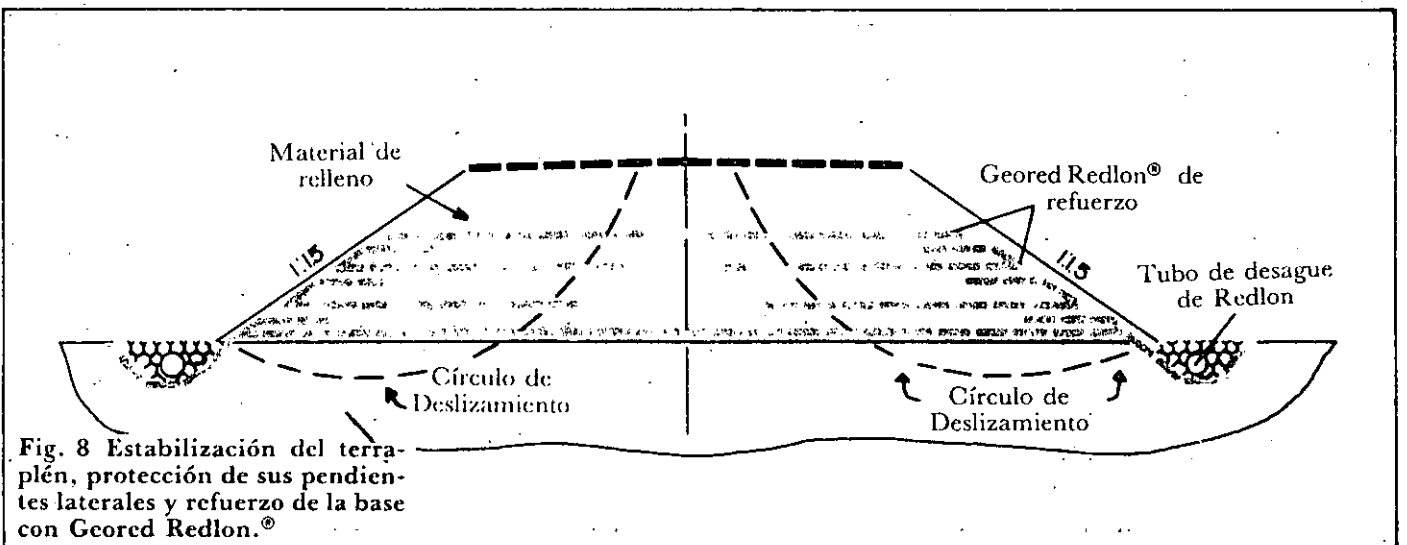
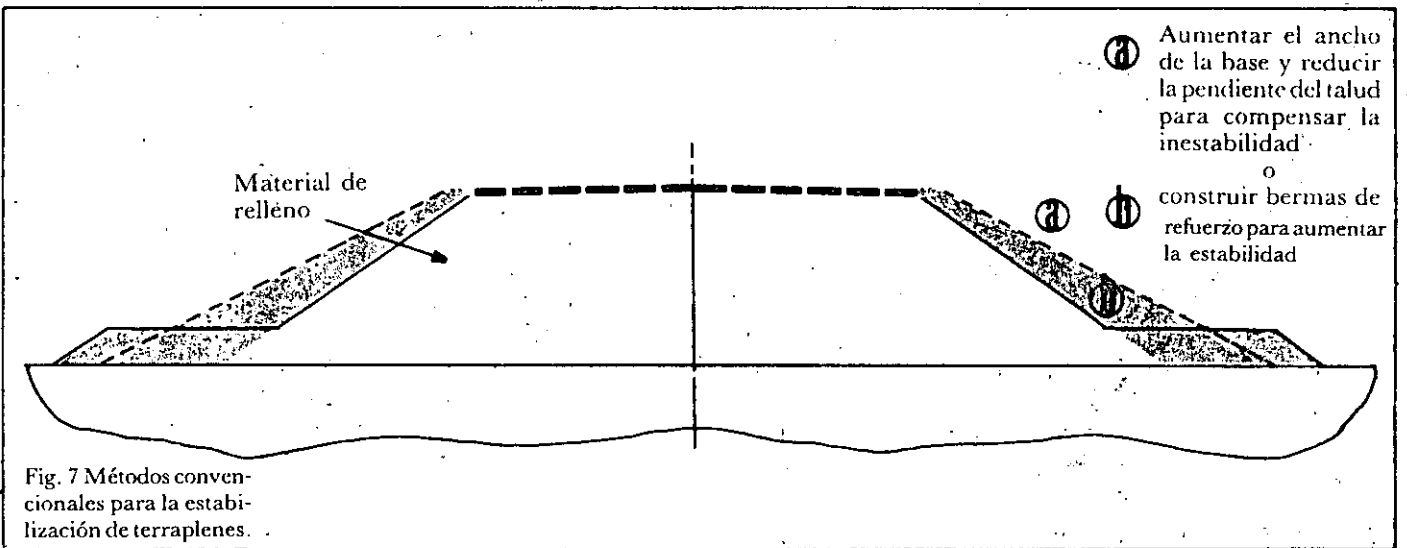
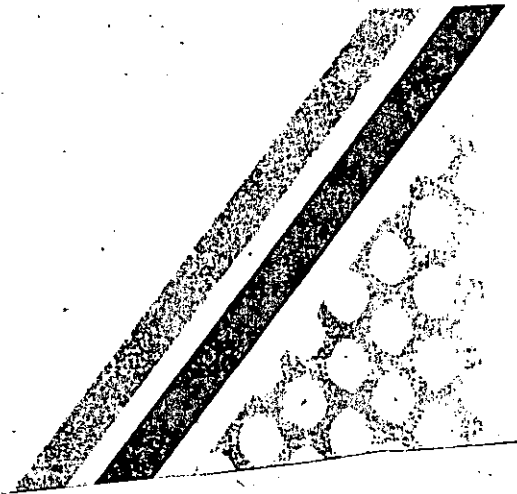
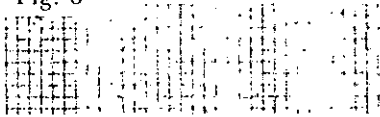


FIG. 6 Ejemplos de fallas en un terraplén



*Redlon*® permite contar con altos ángulos de pendientes laterales, reduciendo el volumen del terraplén y el área necesaria para tenderlo. Promueve una distribución uniforme de la carga y disipa más rápidamente la presión del agua por sus poros. Es de peso ligero, fácil de transportar y manejar así como de instalación sencilla y rápida.

Fig. 8





**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

16

**NETLON**

PROJECT: THE CONSTRUCTION OF A BRICK FACED SOIL  
RETAINING WALL AT WHEELWRIGHT CLOSE  
LEEDS

DATE: SPRING '80

CLIENT:  
WEST YORKSHIRE METROPOLITAN C.C.

SPECIFIER:  
CLIENT

CONTRACTOR:  
DIRECT LABOUR

PRODUCT EMPLOYED:  
TENSAR SR2 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

After a brick built retaining wall had collapsed at Wheelwright Close, Lower Wortley, Leeds; The West Yorkshire Metropolitan County Council decided to replace it with a brick faced retaining wall reinforced with high tensile strength Tensar Geogrids. Designed by W.Y.M.C.C., it was felt that the reinforced wall as a concept, provided a highly competitive method of construction for walls up to 4m high compared with a conventional brick faced wall with counterfortes.

**DESIGN PHILOSOPHY**

The major prerequisites for the structure were that its appearance would blend in with that of the area and that it would provide the stability required for a turning head to be sited on top.

The simple and cost effective design utilised the high tensile properties of the Tensar Geogrids so that loads could be uniformly distributed, taking pressure off the vertical wall. The apertures within the grids also enabled the wall to be tied back into the soil mass, by cementing the grids into the brickwork (See Photograph 1).

/cont

## CONSTRUCTION

Prior to construction, approximately 45m<sup>3</sup> of soil was excavated to provide an area in which the reinforcing layers could be placed.

The design (See Photograph 2) called for a 215mm double skin, brick faced retaining wall 2.5m high, 9m wide; topped with a conventional brick wall 1.15m high.

Tensar SR2 grids (2.5 x 1.0m) were laid, full width, across every seventh brick course, with 40mm of a self compacting standard quarry crusher run, placed in between successive grids (See Photograph 3).

Weep pipes, at 3m centres, were set with porous blocks behind and at these points the polymer grids were simply cut to shape.

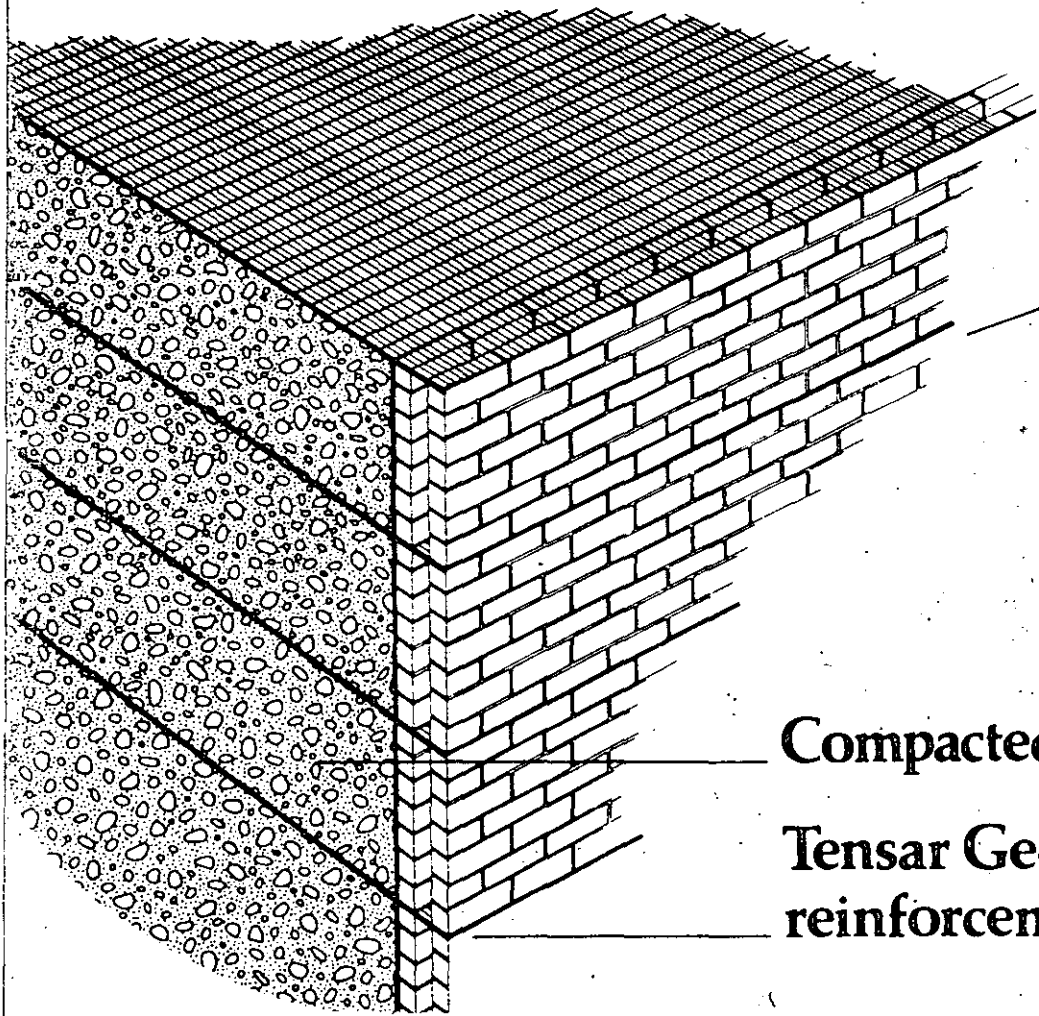
## OBSERVATIONS

1. The only skilled labour required to complete the construction was two bricklayers.
2. No overlapping of the grids was required.
3. The construction would have been equally successful with stone instead of bricks.

The completed wall (See Photograph 4) has been monitored over an 8 month period with no measurable movement.

The structure highlights a simple and innovative application for Tensar Geogrids which provides a relatively low cost solution to a recurring problem.

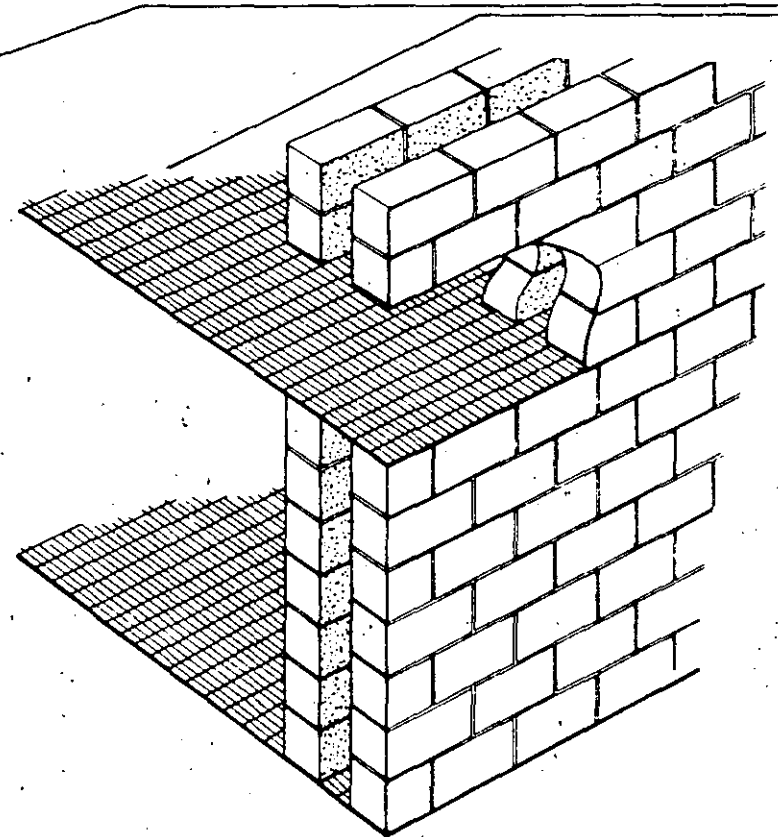
# Tensor brick faced reinforced oil retaining wall

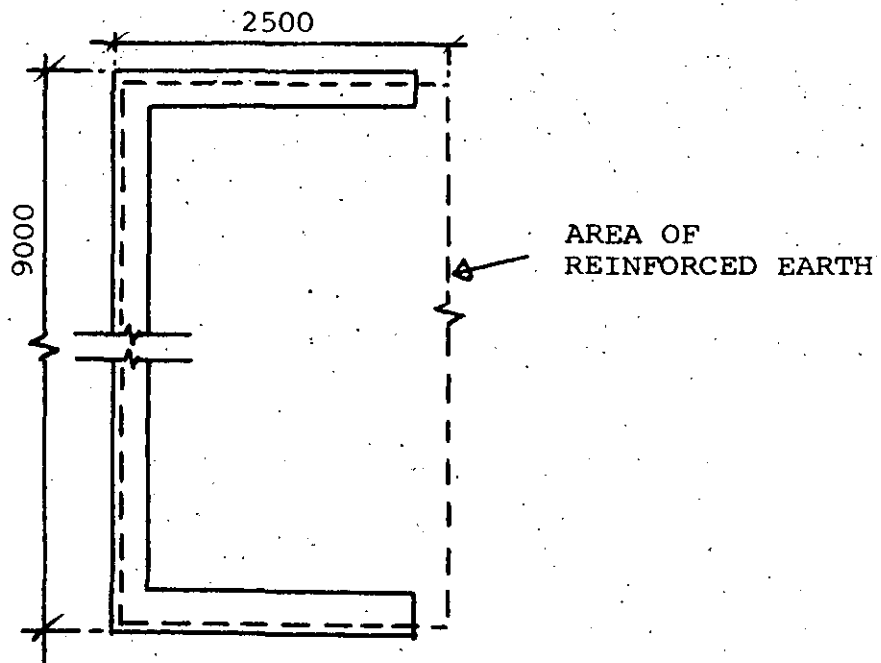
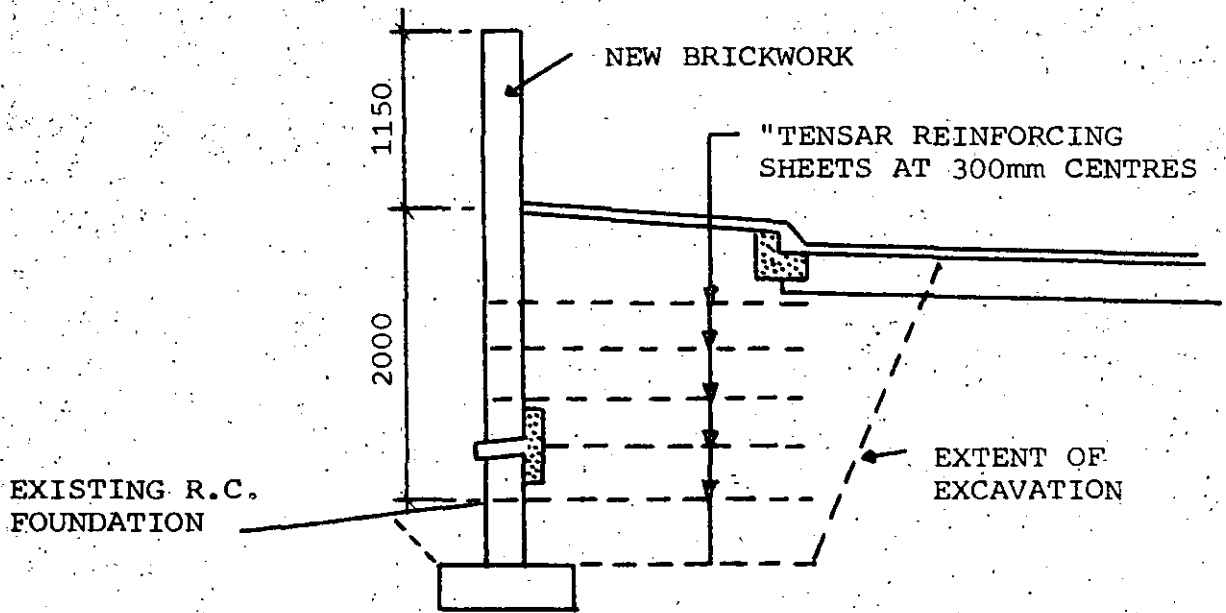


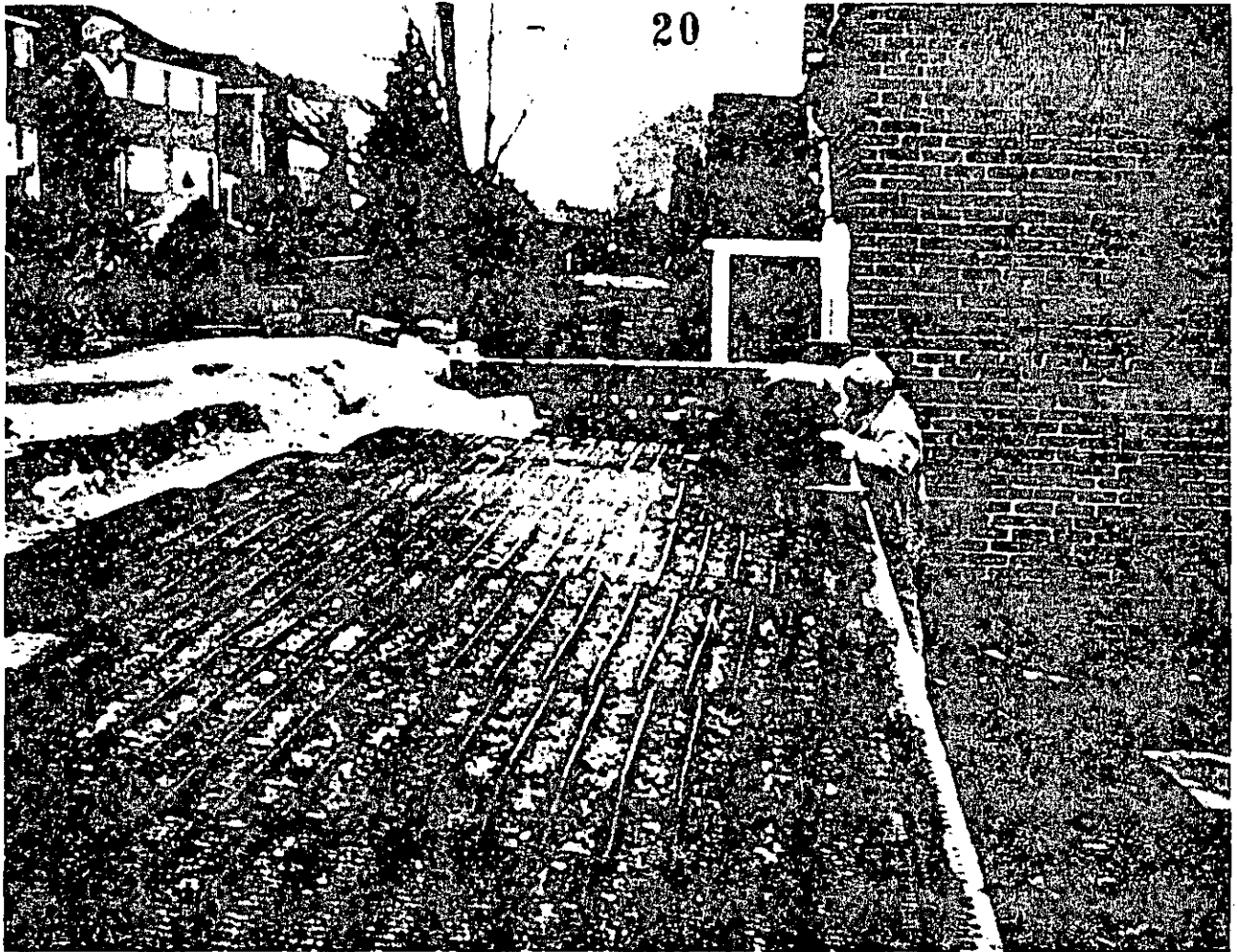
Compacted fill

Tensor Geogrid  
reinforcement

Geogrids cemented  
through brick faces to  
act as ties.







Photograph 3



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

21

**NETLON**

---

PROJECT: COASTAL PROTECTION

DATE:

---

CLIENT: MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD  
LOOE - CORNWALL

---

SPECIFIER: REX FLACK, LISANDRA HOUSE  
FORE STREET, LOOE, CORNWALL

---

CONTRACTOR: R. M. DOUGLAS CONSTRUCTION LTD  
138 HED-Y-GAS, CWMBURLA, SWANSEA

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON GABIONS CONSTRUCTED  
FROM CE151

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR. WEST  
MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Millendreath Holiday Village is situated on a relatively narrow strip of land on the Cornish coast in the vicinity of Looe. In order to make optimum use of the available land, it was necessary to make up the slope down to the water and to install a retaining wall to a height of 4m affording protection against the scouring effects of severe wave attack as the soil in this area is predominantly sand. (See Photograph 1).

DESIGN PHILOSOPHY

The problems were of providing -

- a) Earth retention
- b) Scour resistance
- c) A system of absorbing wave energy without reflecting the waves

/cont

The solution -

A stepped retaining wall constructed of stone filled gabions designed to

- a) Satisfy the wall construction theory
- b) Provide a sufficient permeable mass of stone with sufficiently rough surfaces
- c) Ensure that the 'batter' of the stepped gabion wall would be sufficient to absorb wave run-up and minimise overtopping.

Gabions constructed from Netlon CE131 grids were selected because they offer

- a) The complete corrosion resistance of high density polyethylene from which Netlon CE151 is produced
- b) Flexibility, which allows settling and adaptation to the contours of the base and the adjacent cliff.
- c) Sufficient flexing in the face of wave attack without deterioration
- d) Competitive prices compared with plastic coated steel mesh gabions

#### CONSTRUCTION

The ground in front of the Village was levelled and the lowest tier of the 2m Netlon gabions was erected by joining individual units using a 400 kilo breaking strength braided high density polyethylene cord.

Filling of the gabions was achieved, mainly, by mechanical means using a Massey Ferguson tracked hydraulic backacter equipped with a 1m wide shovel. By positioning the shovel at the top and the rear of the gabion and elevating the back of the shovel, it was possible to fill accurately and with minimal top-up by hand. The gabions were internally cross-tensioned at 330mm and 660mm high levels. (See Photograph 2).

A similar procedure was used for the second and third tiers.

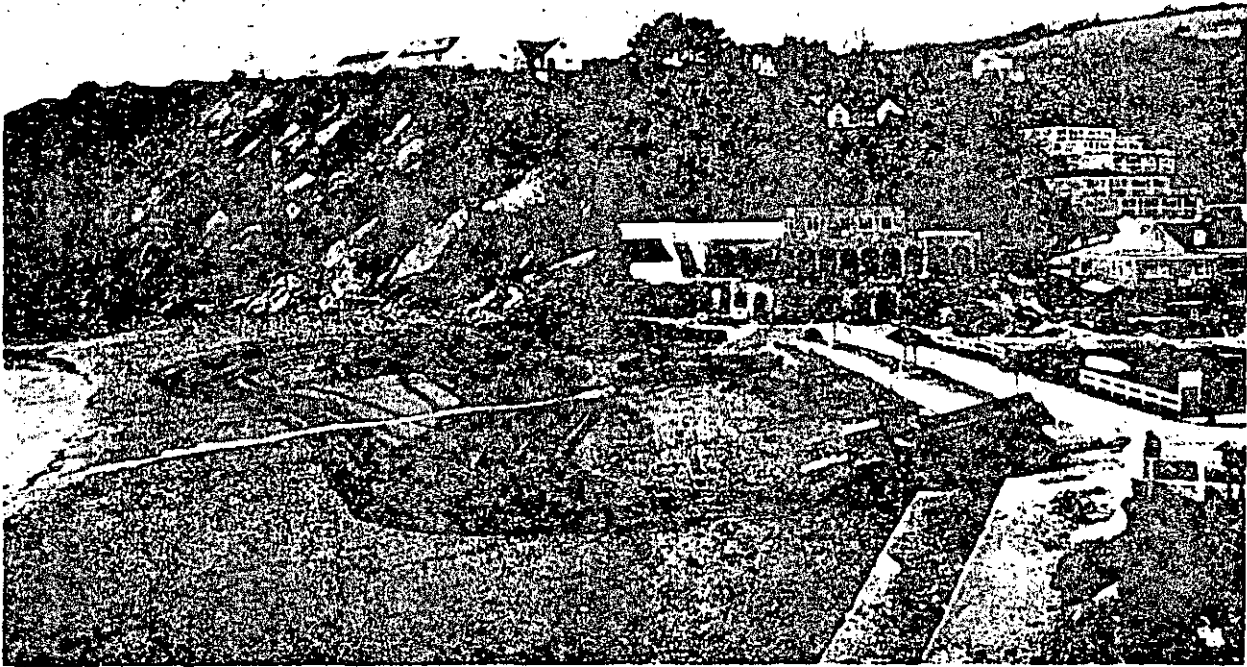
#### OBSERVATIONS

1. Netlon CE151 gabions have since been superseded by Tensar sided gabions which offer superior strength
2. The installation has withstood the effects of the 1980 Spring Tide without damage occurring.

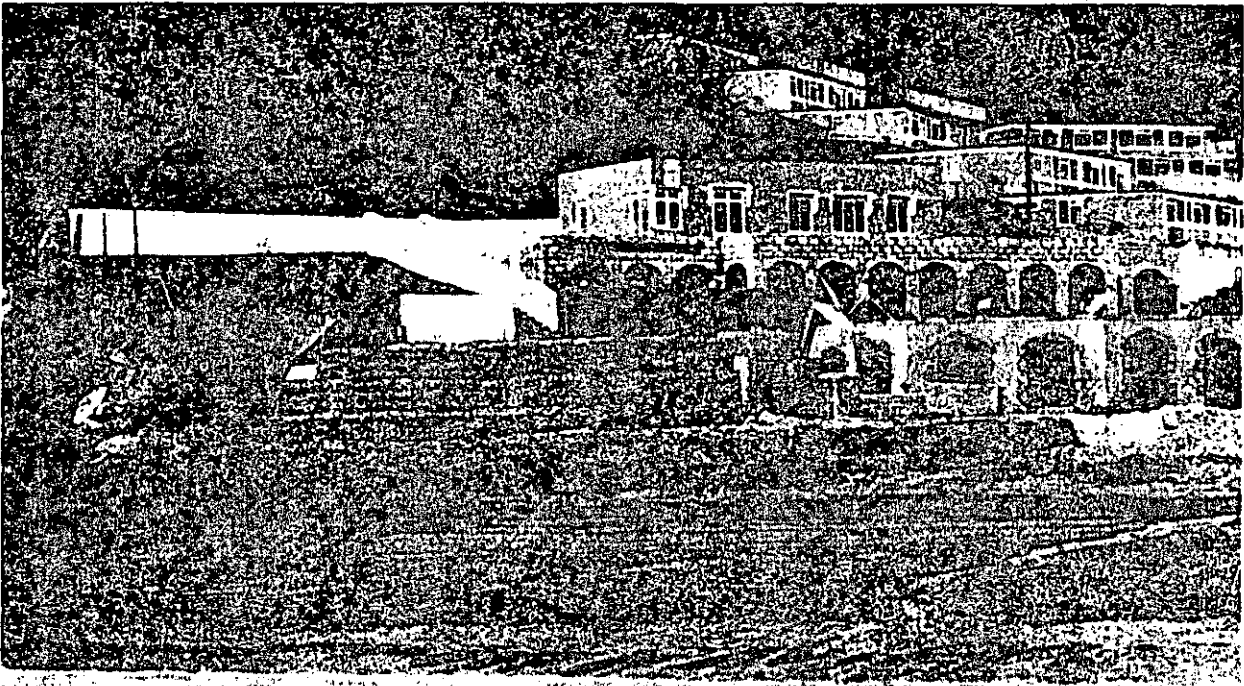
CONCLUSIONS

1. The Netlon polymer based gabion represents an important advance in coastal engineering work.
2. A track mounted hydraulic backacter fitted with a 0.5m to 1m shovel, and using a skilled operator, provides a highly efficient method of filling Netlon gabions.





Photograph 1



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

25

**NETLON**

PROJECT:

PROTECTION OF FACES & SLOPES

DATE: APRIL '79

CLIENT:

AVON COUNTY COUNCIL

SPECIFIER:

MANDER RAIKES & MARSHALL

CONTRACTOR:

NOTT BRODIE

PRODUCT EMPLOYED:

CE121 & CE152

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Following inspections of certain rock faces overlooking the A4 trunk road which passes through the Avon Gorge at Bristol, the dangerous nature of parts of these faces and slopes was brought to the attention of the Avon County Council. As a result the road was closed from February 1977 when remedial work began, terminating in April 1979 (see Photographs 1 & 2).

In addition to its importance as a route for the A4, known locally as Portway, the Gorge is an area of great natural beauty and provides a natural habitat for very rare plant species. In this respect the area is perhaps unique in Great Britain.

When preparing their proposals for the project, the consultants, Mander Raikes & Marshall, gave careful consideration to the choice of materials to be used on the face, in order that the visual appeal and the unique habitat should remain unimpaired. For this and other reasons, Netlon was selected to provide an unobtrusive stabilisation mesh to help contain rock falls (CE152) and prevent soil erosion (CE121).

/cont

Netlon CE152 and CE121 proved to be sufficiently strong, yet flexible enough to conform to the sharp angles (see Photograph 3) and hollows remaining after the very loose rock and a number of overhangs had been removed. Apart from the more obvious benefits, Netlon afforded protection from rain water run-off to seeds and seedlings. It has also retained soil, reduced weathering and protected both roots and rock face from frost damage. When the vegetation cover is fully developed it will also reinforce the root mat and the support plants.

Two different methods of top fixing were used. In areas where there was sufficient soil, the mesh was buried in a trench about 0.5m deep. In other more rocky areas, wooden posts of 100mm square section were driven into the cliff top at 1 metre centres. The mesh was holed at suitable intervals and fitted over the posts (see Photograph 4). Additional fixing was provided by plastic coated steel wire threaded through the mesh and bound to the posts.

Similar wire was also used to link the mesh lengths at the overlaps. In all sections, intermediate fixings to the vertical part of the face were of 450mm x 25mm diameter galvanised rock bolts and 75mm heavy square washers.

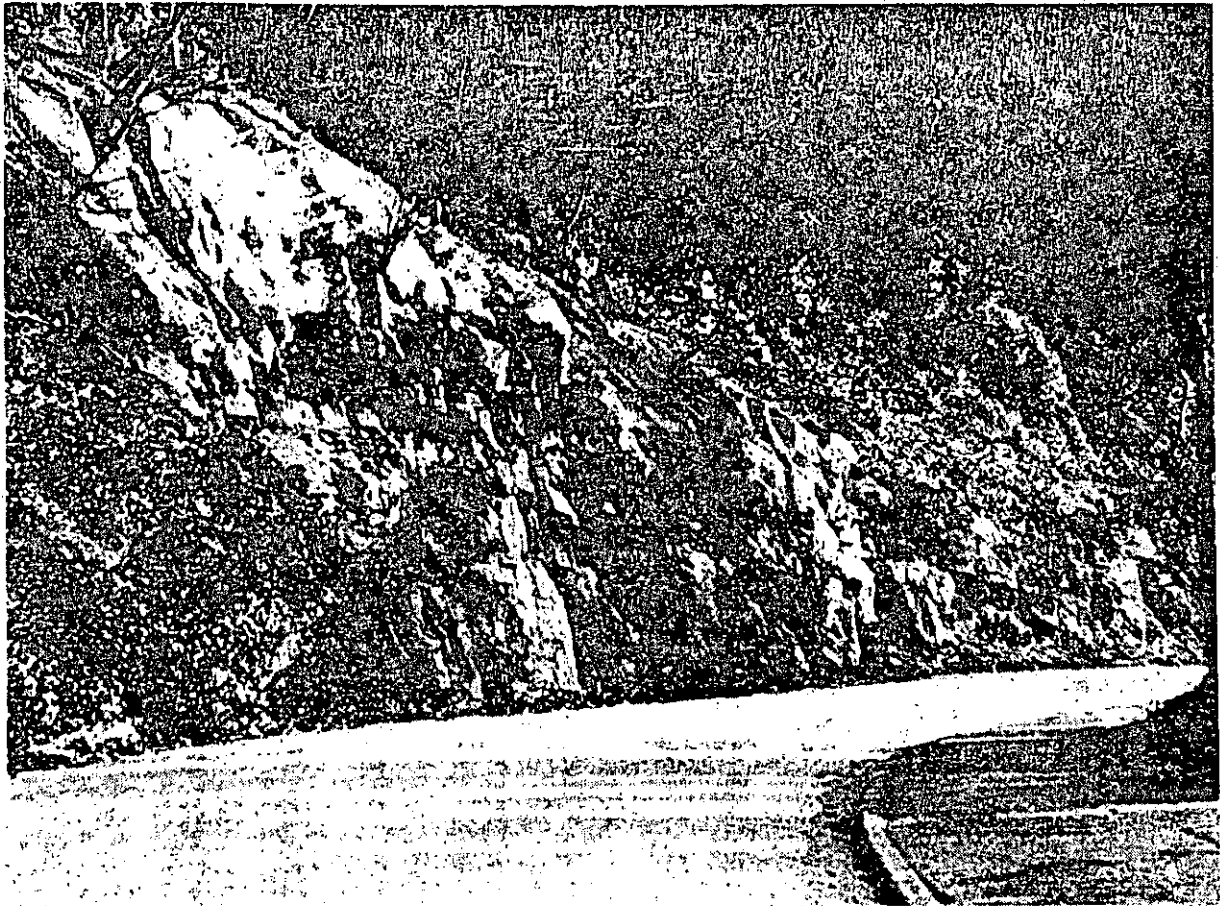
Minimal labour was required due to the lightweight nature of the Netlon mesh and it was considered much safer to work with than other mesh types - an important consideration where dangerous cliff faces are involved.

The part played by Netlon in the Avon Gorge project illustrates its effectiveness in providing long-term solutions to erosion and instability of rock faces.

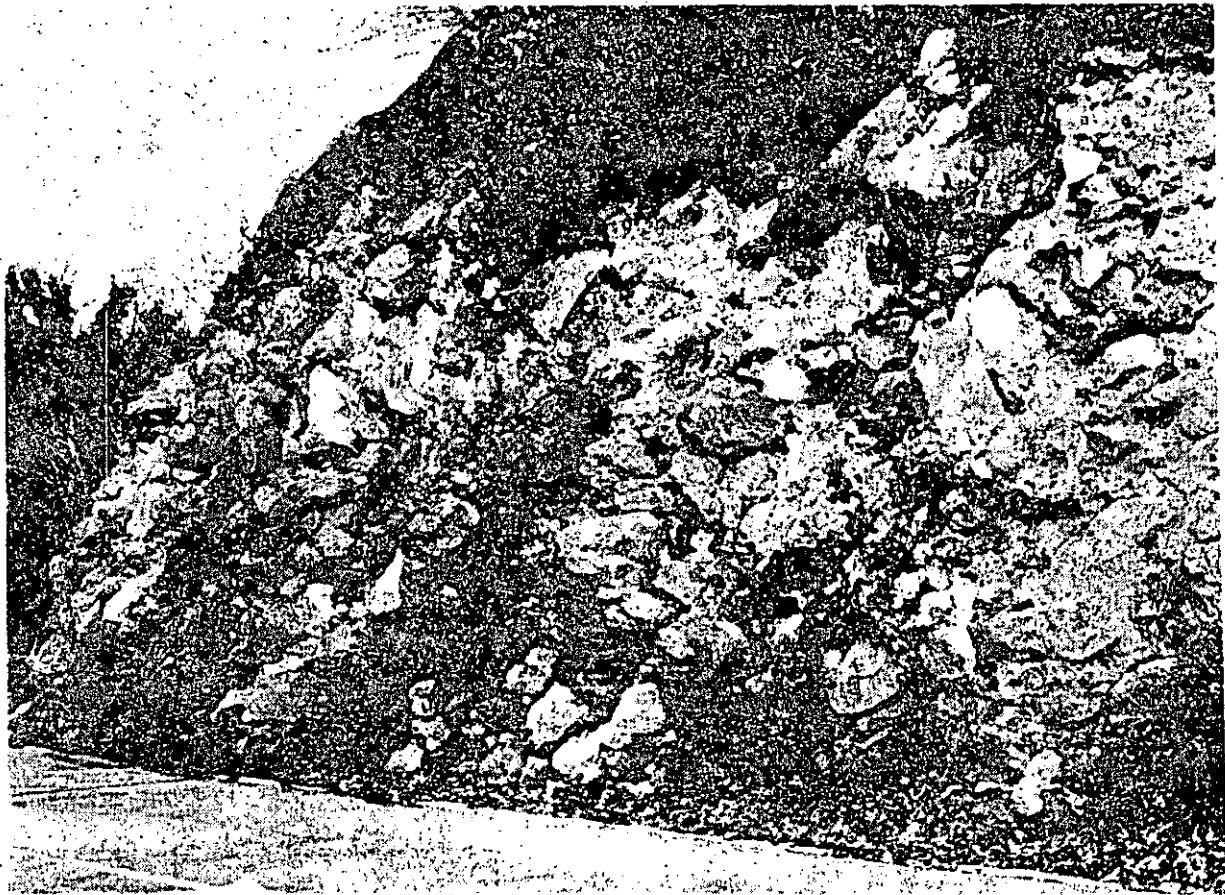
Tests have indicated that the development of vegetation would enhance the durability of Netlon in such environments, as this would exclude the harmful ultra-violet light (see Photograph 5).

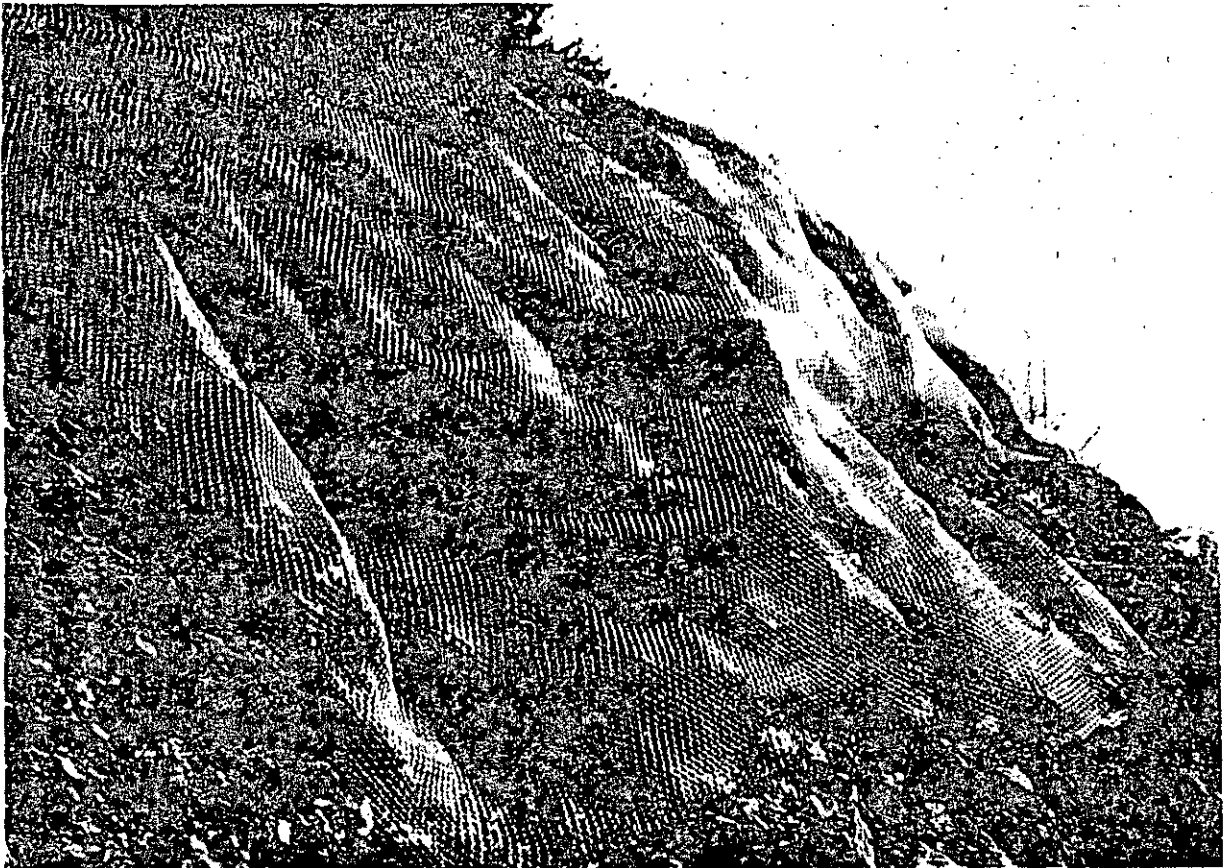
In areas of total exposure to sunlight, the inclusion of UV absorbers is sufficient to combat these adverse effects.

By February 1979 a large proportion of the Netlon was already obscured by new growth at Avon Gorge.

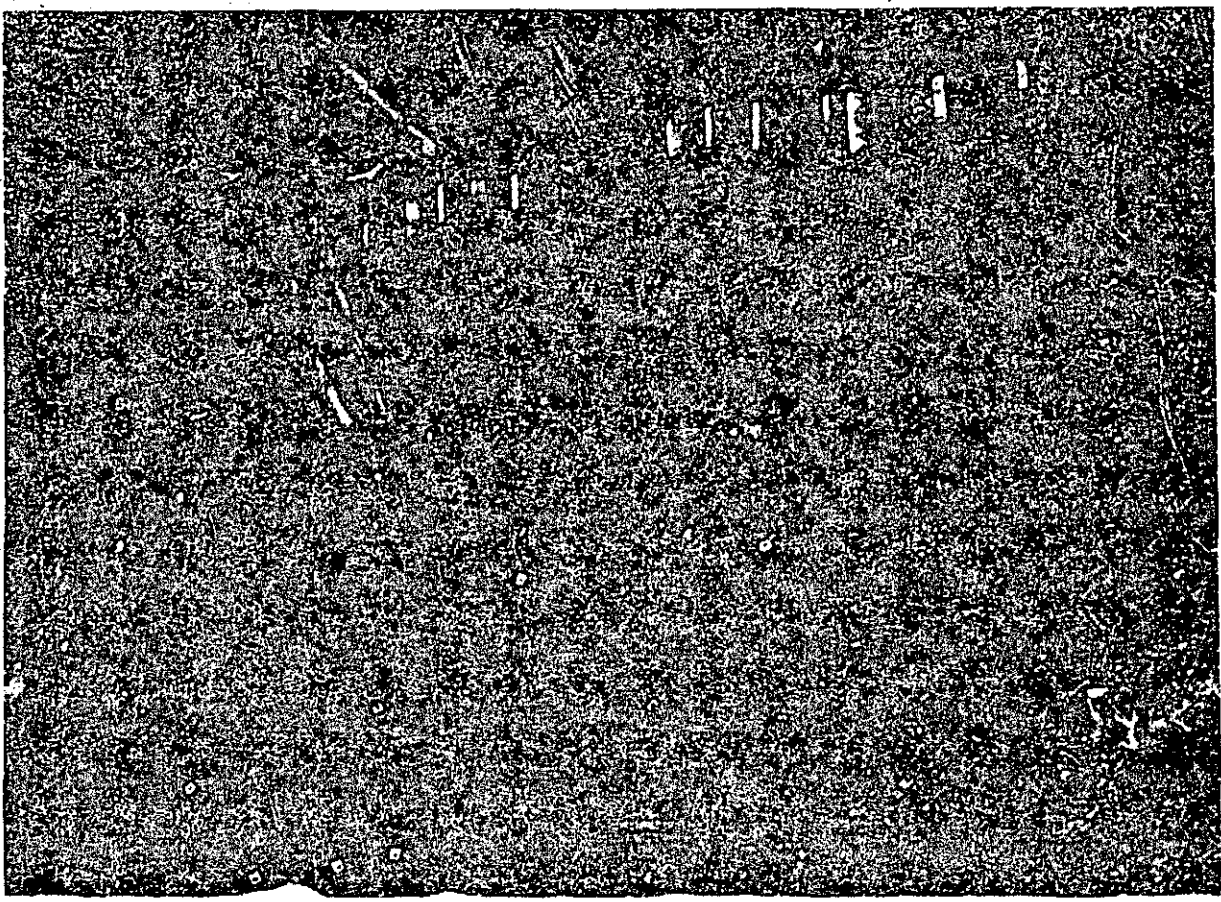


Photograph 1





Photograph 3







Photograph 5

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

30

**NETLON**

PROJECT:

CONSTRUCTION OF FACTORY FOUNDATIONS  
ON A FLOOD PLAIN AT TODMORDEN

DATE: NOV '75

CLIENT:

HEATHERDALE FABRICS LTD,  
DERDALE MILL, TODMORDEN

SPECIFIER:

THE BIRKETT STEVENS COLMAN PARTNERSHIP,  
BRAMHOPE, LEEDS

CONTRACTOR:

WILLIAM MALLINSON (YORKSHIRE) LTD  
HUDDERSFIELD

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE121 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

ABBAY HANSON ROWE & PARTNERS  
HUDDERSFIELD

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Boreholes at the site (See Photograph 1) on a flood plane between the River Calder and the Rochdale Canal, revealed that in general, a 2m thick layer of ash fill covered 4m of silt which overlaid a mixture of firm clay, sand and gravel.

Initially, vibro-compaction of the ash and silt was considered as a way of avoiding settlement of the ground slabs that were to be used. This was ruled out due to expense and a second, lower cost alternative of vibro-compacting the 2m layer of ash, was eliminated, as trial pits indicated that this layer was not consistent over the site.

Netlon Geogrids were employed to eliminate local settlement and reduce general settlement by improved load distribution.

/cont

CONSTRUCTION

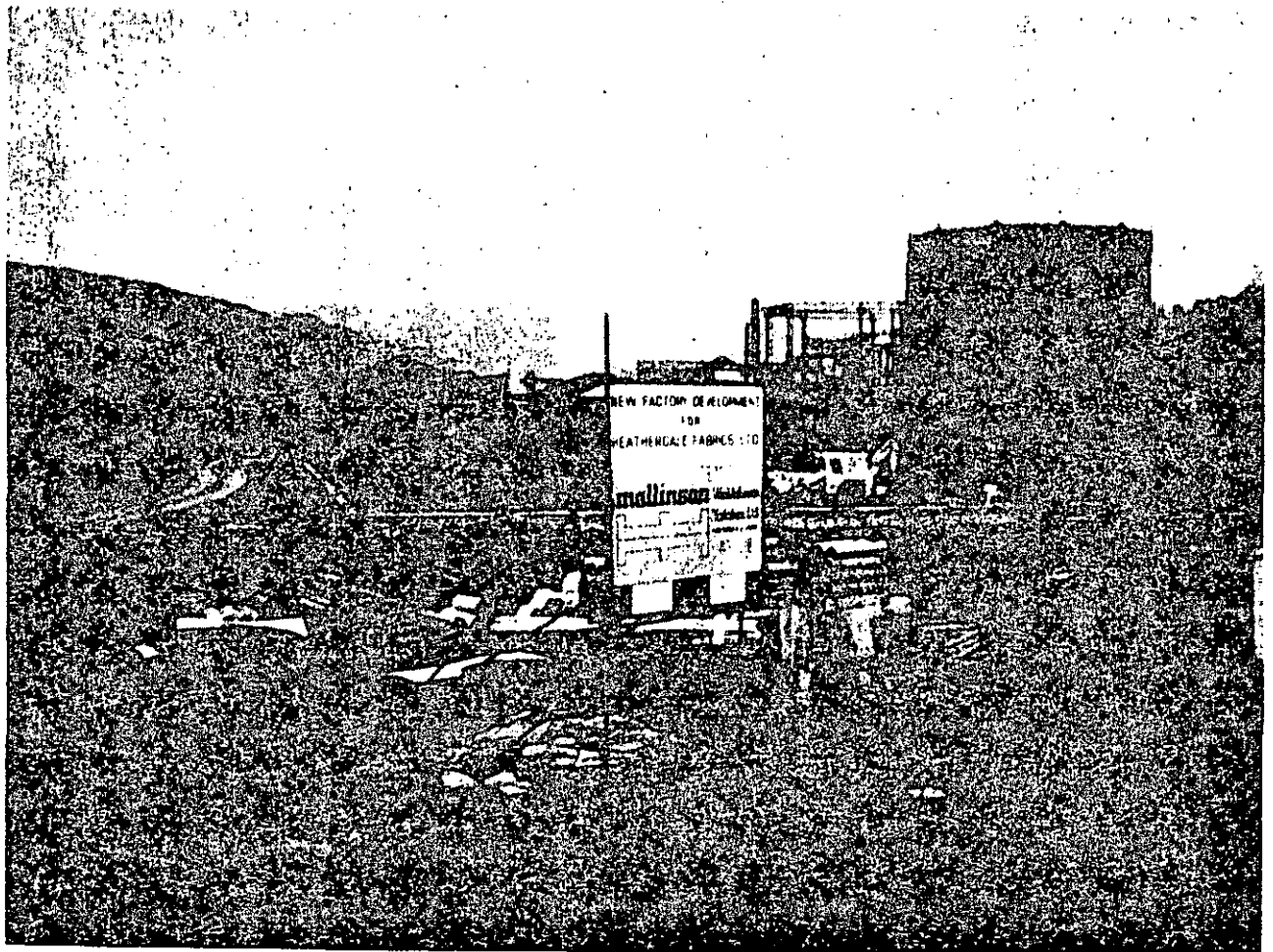
Ground slabs, produced by the "long-bay casting" method, 175mm and 150mm thick, reinforced with A252 mesh, were laid over a 600mm thick bed of compacted hardcore with Netlon CE121 Geogrids below (See Photograph 2). Construction joints in the slab were positioned so as to allow articulation between the edge and tie beams so that settlement could be accommodated.

Having completed the stable foundations, a mill was erected consisting of a single storey, two bay, steel portal frame (56m x 66m) with a two storey, two bay, steel framed office block (12m x 24m).

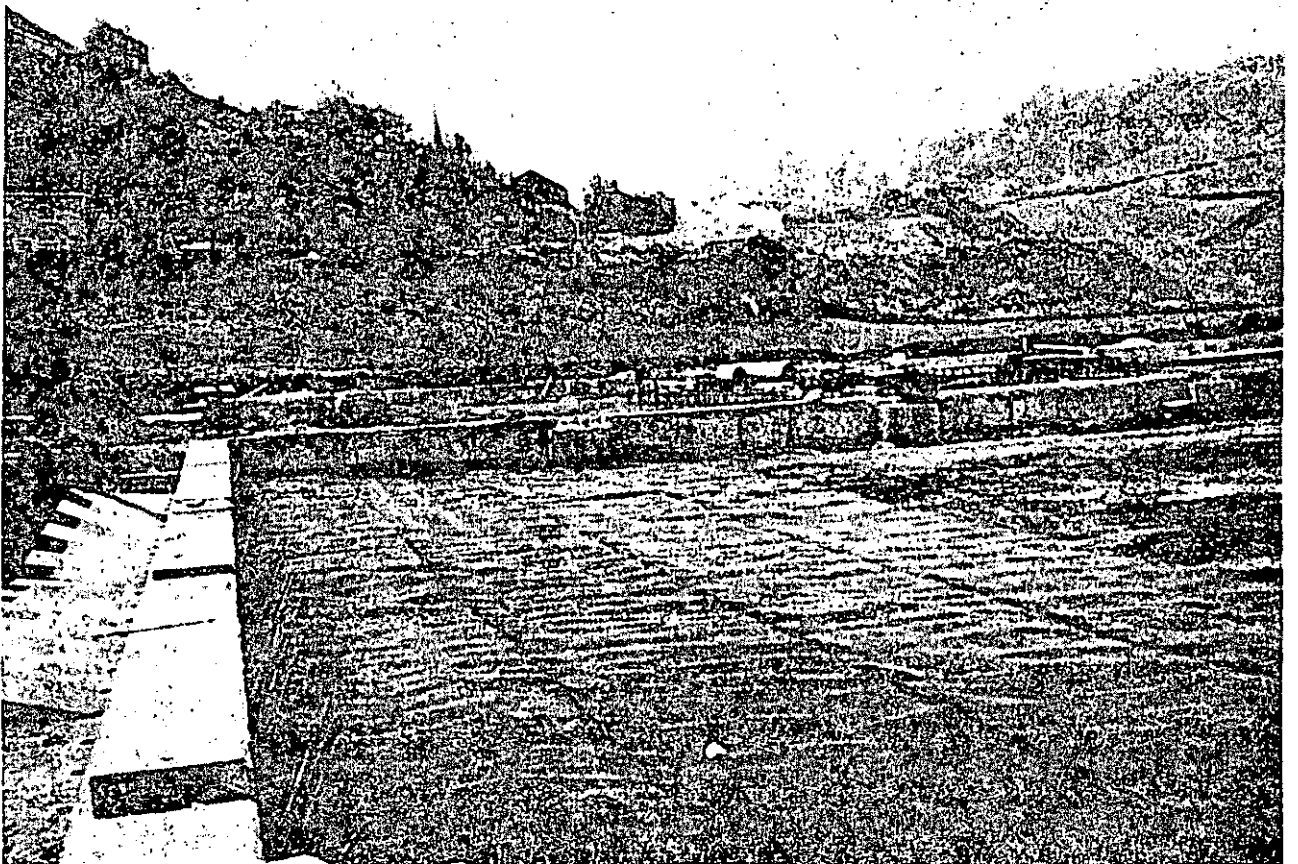
This design handled the vertical loads by utilising driven cast in-situ piles with average lengths of 11m. Horizontal thrusts would be distributed by r.c. edge beams between a system of transverse tie beams below the floor slab.

Finally, a power float finish was applied to the ground slabs after cladding of the structure had been completed.





Photograph 1



# Specification data for Netlon civil engineering products



Specification data	CE 111	CE 121	CE 131	CE 151	CE 152	CE 153
Form	Sheet	Sheet	Sheet	Layflat tube	Sheet	Sheet – mattresses
<b>Dimensions</b>						
Width	2 m	2 m	2 m	1 m layflat	2 m	1 m (1 m mattress)
Length	30 m	30 m	30 m	5 m	30 m	6 m
Mesh aperture size	8 x 6 mm	8 x 6 mm	27 x 27 mm	74 x 74 mm	74 x 74 mm	60 x 60 mm
Mesh thickness	2.9 mm	3.3 mm	5.2 mm	5.9 mm	5.9 mm	5.9 mm
Structural weight	425 g/m <sup>2</sup>	730 g/m <sup>2</sup>	660 g/m <sup>2</sup>	1100 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>
Colour	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Polymer	LD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene
<b>Mechanical properties</b>						
Tensile strength Max load kN/m	2.00	7.68	5.80	9.64 (double layer)	4.82	4.82
Extension at max load	41%	20.2%	16.5%	23.2%	23.2%	23.2%
Load at 10% extension kN/m	1.32	6.8	5.20	7.86	3.83	3.83
Elongation at ½ peak strength %	6.1	3.2	3.7	4.4	4.4	4.4
* Flexural strength at maximum strain DIN 53452 MN/m <sup>2</sup>	n/a	35	35	35	35	35
* Shore hardness D DIN 53505	n/a	67	67	67	67	67
* Vicat softening point DIN 53460 °C	102	127	127	127	127	127
* Impact strength (notched Charpy) DIN 53453 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
* Tensile impact strength DIN 53448 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	400	400	400	400	400
* Abrasion resistance DIN 53754E (Taber) mm <sup>3</sup> /100 revs	n/a	10	10	10	10	10

\* Tests conducted on raw material

# Environmental behaviour

## Chemical Composition

Netlon Civil Engineering nets are made from high density polyethylene with the exception of CE 111, which is made from low density polyethylene.

## Chemical Resistance

Alkali resistant to all naturally occurring soil alkalis.

Acid resistant to all naturally occurring soil acids (ie to < pH 2).

Netlon has excellent resistance to all chemical attack.

## Biological Resistance

Resistant to attack by bacteria, fungi etc.

Not attractive to rats or termites.

## Temperature Stability

Netlon is stable over a temperature range of -60°C to +100°C but with strength reduced at elevated temperatures — for long periods.

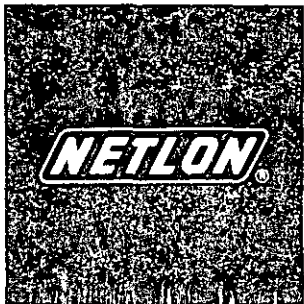
## Resistance to Sunlight

Netlon products which are designed to be used in conditions where they are subject to prolonged exposure to sunlight — contain 2½% finely divided carbon black.

In temperate climates a life of over 15 years without loss of more than 20% of the products strength may be expected.

Ground restraint products contain sufficient carbon black to protect the Netlon in outdoor storage and prior to use — even in areas subject to high UV radiation.

Netlon gabions have been used for sea protection work for periods of over ten years without any sign of deterioration.



**Netlon Limited**

Civil Engineering Department

Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

Telephone 0254 62431 Telex 63313

# Applications

## CE 111

Separator. To prevent buried objects rising to the surface. Suitable for sports and recreation amenities and landscape areas to be created on reclaimed moorland, waste ground, refuse tips, industrial and opencast mining areas.

## CE 121

Ground stabilisation — Reclaimed soft ground for subsequent construction. A structure of high tensile, impact, static and dynamic load bearing characteristics. Suitable for initial access to ground of low load bearing capacity CBR below 5 for heavy plant, piling work and wherever it is necessary to improve, quickly and economically, weak sub-soils or bogland for road construction, or subsequent development of airports, industrial areas and other installations.

## CE 131

Road bed and general stabilisation. An open structure for use in sandy sub-soils. To prevent rock-fill punching through into the base and to act as a restraint layer, replacing or reducing conventional labour and materials and time consuming methods, in rigid or flexible road construction.

## CE151

Settle Gabions. Layflat tubular structure 1 m wide. Sold in 5 m lengths which can be placed into position by crane and can be filled mechanically by gravity feed — when placed on a 'strongback'. They are designed to settle into the contours of the ground in which they are placed.

## CE 152

General Restraint. This is the same structure as the gabion tubes but available in 2 m single width on 15 m rolls. For general applications such as large section groynes in river and coastal work, embankment and rock face retention, forestry and moorland temporary tracks for equipment on wheels, tracks or runners.

## CE 153

A square net structure with heavy strands along edges — used in the construction of gabions and mattress — and for use in waterway — coastal and slope protection.


Mattresses and gabions are sold in an assembled collapsed form in standard sizes:

6 m length x 1 m width x 17, 23 or 30 cms

2 m length x 1 m width x 50 cms

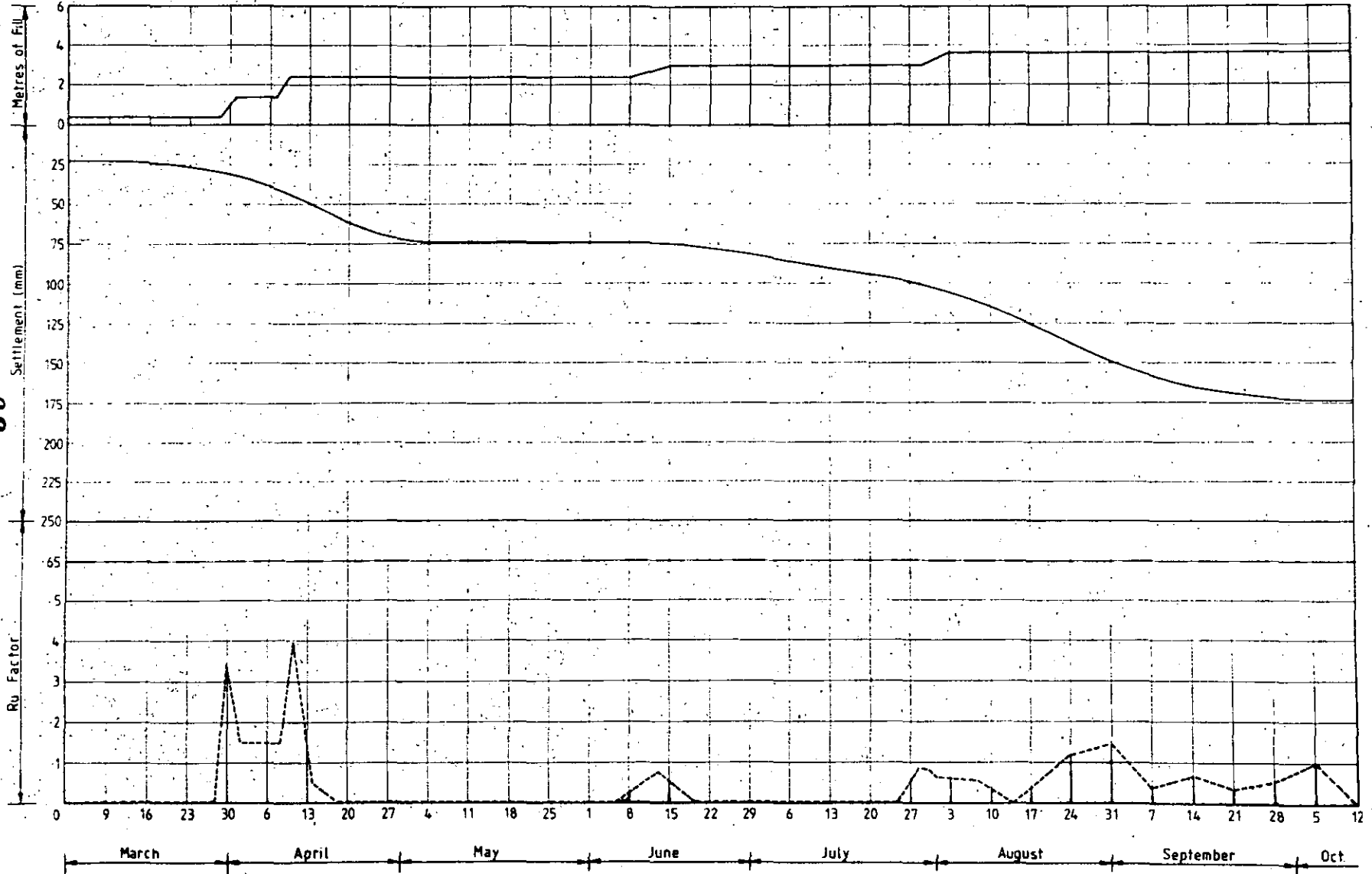
'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

Designed and printed in England by  
Revell & George Limited Manchester M4 6JD

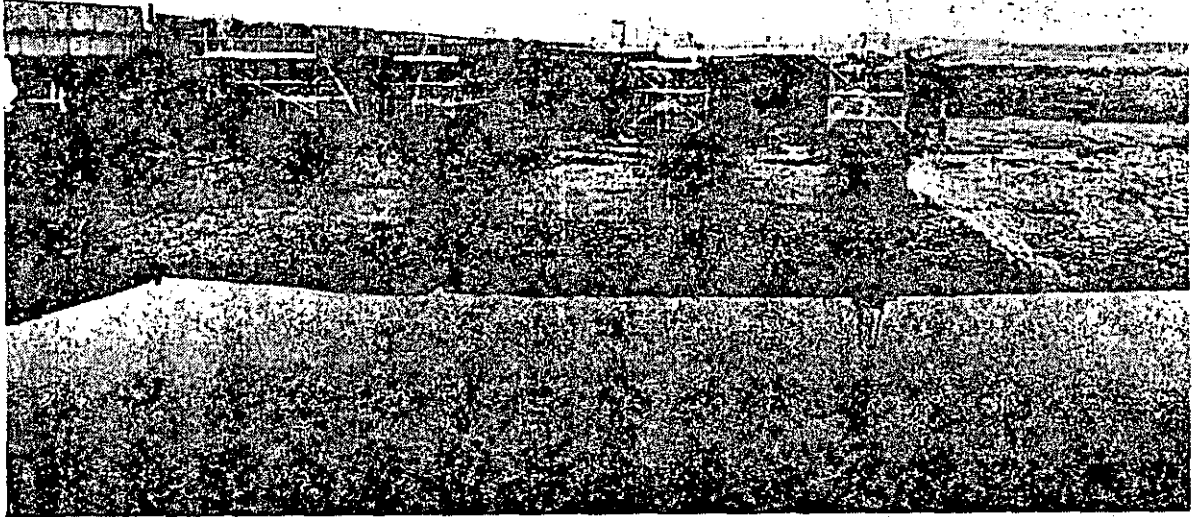
		DEPARTMENT OF THE COUNTY SURVEYOR & ENGINEER
A178		
Greatham Creek Bridge Improvement		
Date: _____ Location: _____ Station: _____ No. of _____: _____	G.M.W. Drabble COUNTY SURVEYOR Engineer	
D.		

## TOTAL SETTLEMENT BENEATH EMBANKMENT

317 INC 2



- 10 -  
35



Photograph 6



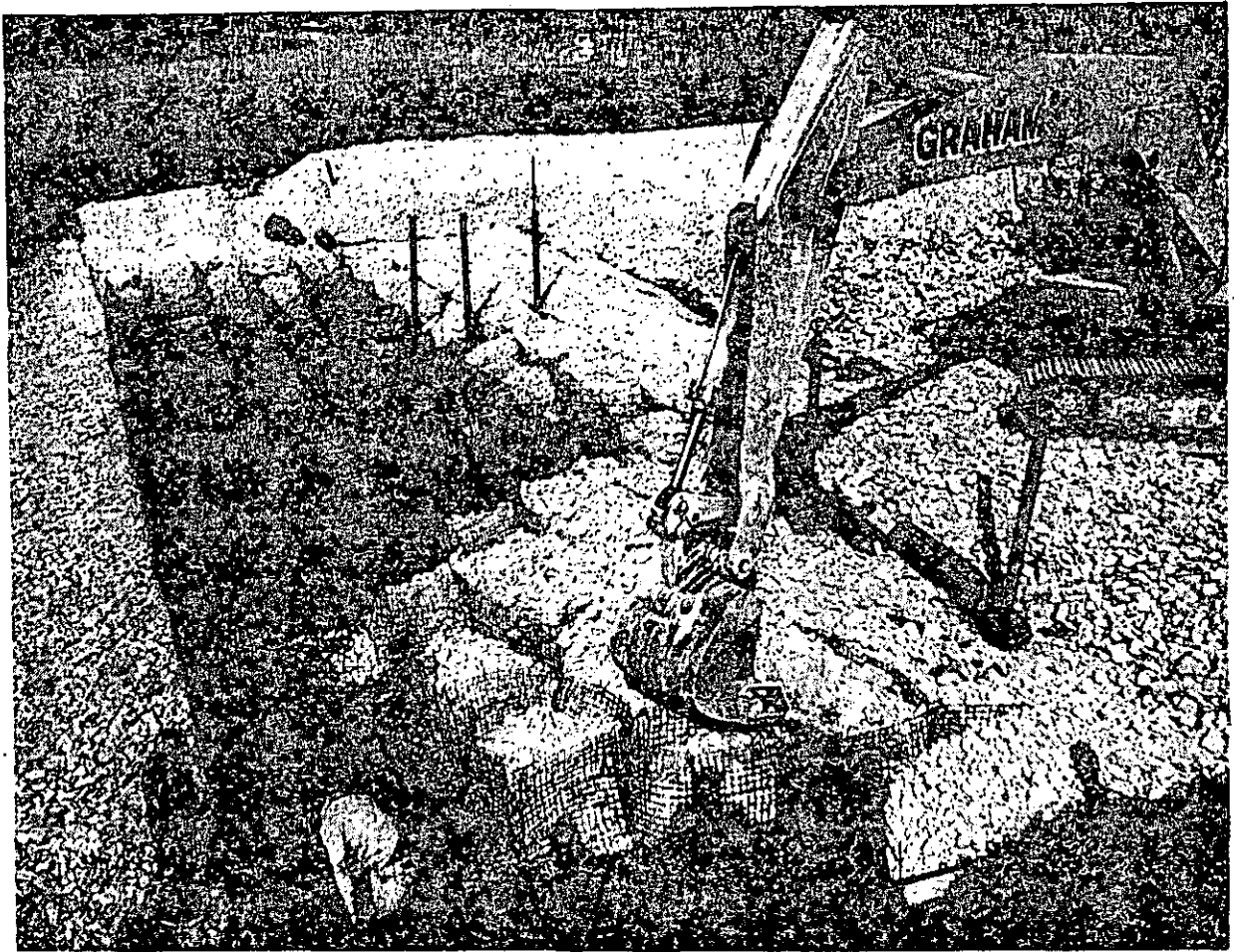
Photograph 7



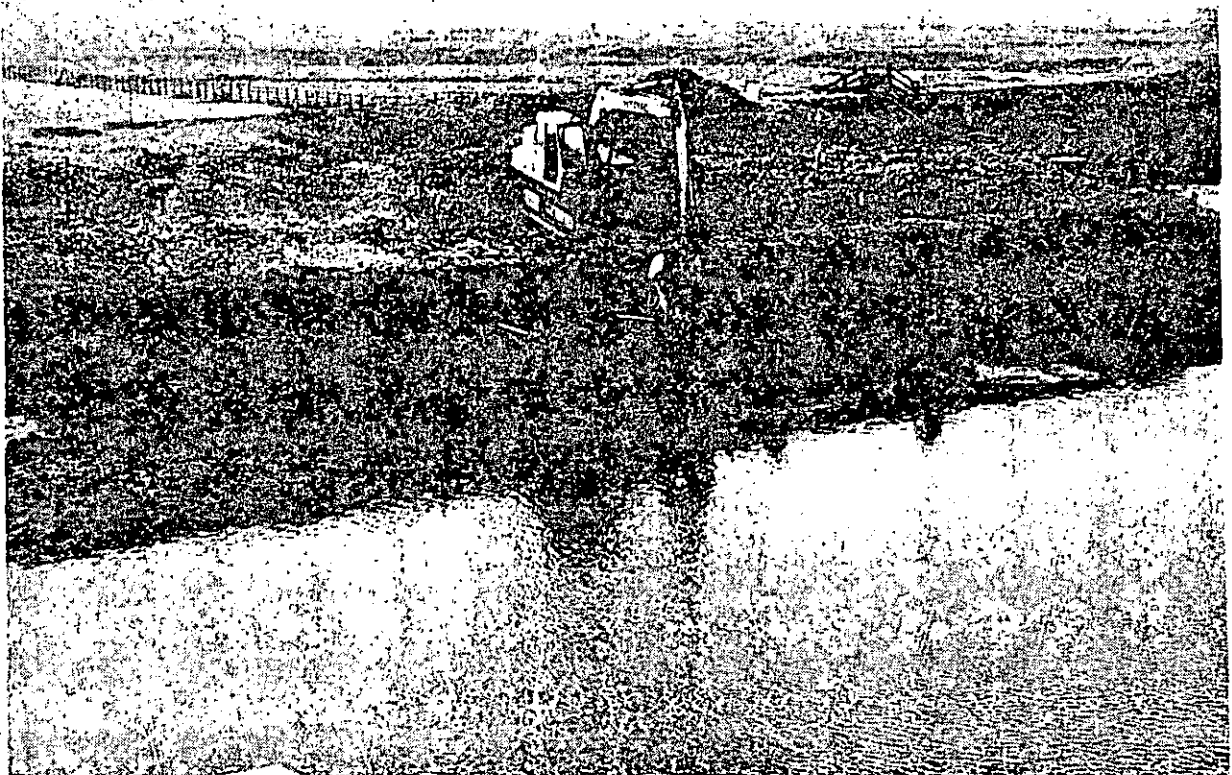


Photograph 4

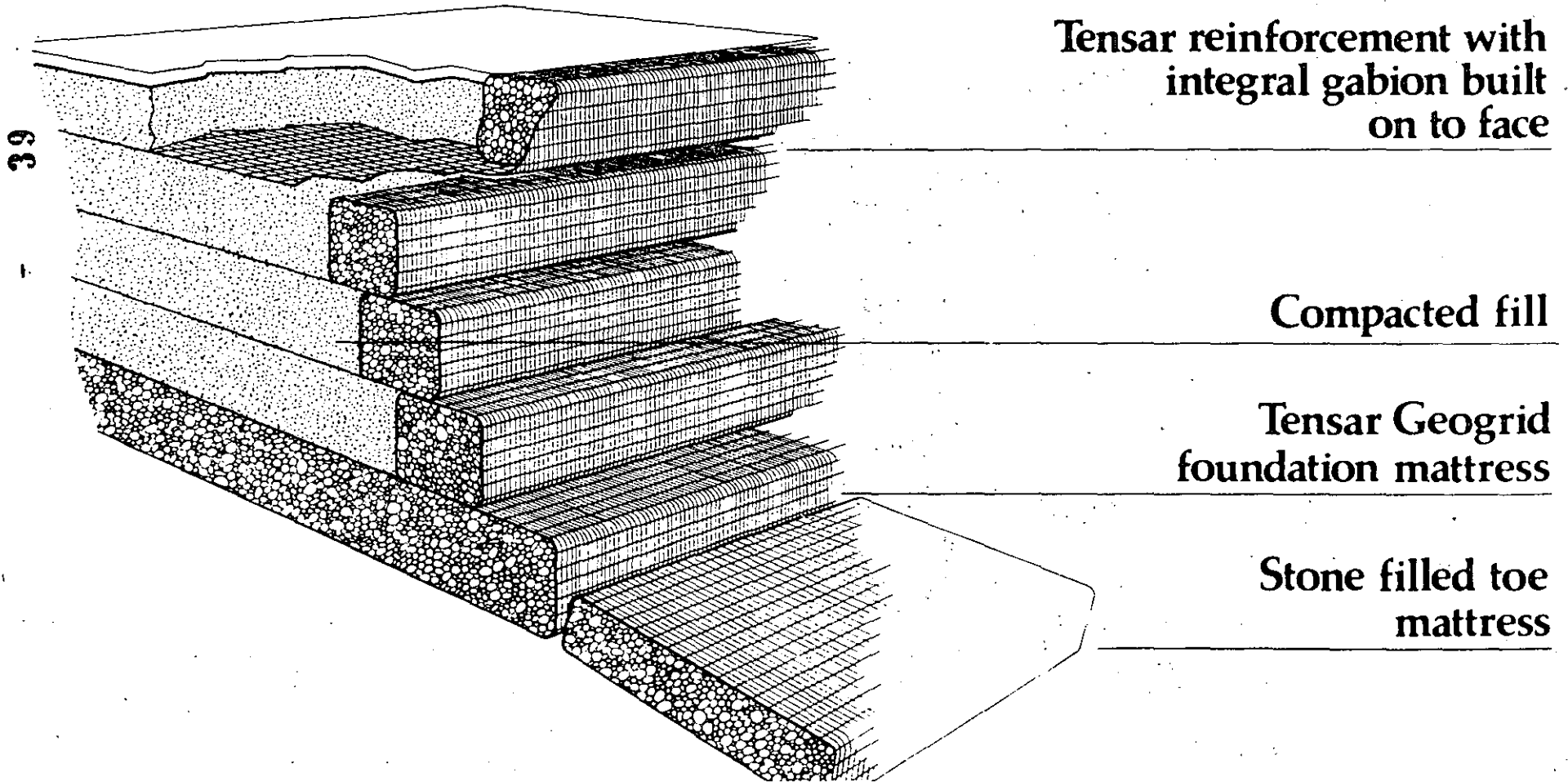




Photograph 2



# Gabion faced reinforced soil marine wall with foundation mattress & self regulating toe protection



Tensar reinforcement with  
integral gabion built  
on to face

Compacted fill

Tensar Geogrid  
foundation mattress

Stone filled toe  
mattress



3. Construction of steep slopes in marine environments with scour protection and construction access from one side - a reinforced soil retaining wall system constructed using facing units and reinforcement as one integral unit based on Tensar SR1 Geogrids.
4. Durable, corrosion resistant and flexible scour protection in marine environments - Netlon CE151 stone filled toe mattress with self-regulating adjustment to accommodate movement.

\*\*\*\*\*

GEOGRIDS PROVIDE THE CIVIL ENGINEER  
WITH COST-EFFECTIVE AND LONG TERM  
SOLUTIONS TO GEOTECHNICAL, COASTAL  
ENGINEERING AND WATERWAY PROBLEMS

\*\*\*\*\*

All design and construction under the  
direction of G M W Drabble B.Sc, Dip.T.P.,  
C.Eng, F.I.C.E., F.I.H.E.

PROJECT MANAGER	P Elwell, M.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
BRIDGE ENGINEER	J E Johnson, B.Sc, C.Eng, M.I.C.E.
RESIDENT ENGINEER	D J McGloin, B.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
CONSTRUCTION ENGINEER	J L Lonsdale, C.Eng, M.I.Mun.E, M.I.H.E.

the legs, was more than sufficient (see Photograph 7).

Once the instruments were installed, the scaffolding was removed and a layer of 300mm of stone blinding was laid over the CE121 to provide the basis for the construction.

#### OBSERVATIONS

1. Savings against the estimated cost of conventional reinforced wing walls were over £80,000. There was, however, some doubt about the feasibility of the other alternatives even though estimated costs were much higher.
2. The construction method was simple and straightforward, placing no reliance on specialist skills other than a high level of supervision and workmanship at certain stages such as filling of the gabions. Attention would be required to ensure the correct degree of compaction.
3. Mechanical filling was efficiently achieved using a tracked hydraulic backactor rather than a Drot, which was used at the early stages.
4. The 'tailed' gabions were supplied, as standard, in a prefabricated layflat format.
5. The slight tendency for the top tier of gabions to move forward could have been prevented by securing the top of the fourth tier into the earth mass.
6. The filling of the toe mattress on the weak silt of the embankment proved to be an easier task than was originally imagined.

#### CONCLUSIONS

The Greatham Creek Bridge Abutment and Wing Wall project highlights four major applications for Tensar and Netlon Geogrids.

1. The improvement of the load bearing characteristics of poor terrain such as estuarine silt - Netlon CE121 provided support for extensive scaffolding and enabled access.
2. The capacity to extend the zone of influence and distribute load intensities in embankment construction - Tensar SR1 foundation mattress.

42

N.B. Prior to final assembly on site, sections of the mattress were prefabricated at the County of Cleveland Workshops.

Filling was achieved by the use of a tracked hydraulic backactor utilising a 1m bucket (see Photograph 2), enabling the stone to be carefully placed in the mattress.

2. The toe mattress was laid on the bank and was filled using a hydraulic backactor operating with its tracks positioned on the foundation mattress (see Photograph 3).
3. The 70° and 45° slopes were achieved by the use of 'tailed' gabions which consisted of extended bases to conventional box-shaped gabions manufactured from Tensar SRL. The first tier of gabions was positioned above the face of the foundation mattress with the Tensar tails extending back over it. After filling with 150mm to 50mm carboniferous limestone, the gabion lids were closed and secured with pvc coated wire. An embankment, 1m high, was achieved by backfilling over the tails, providing a base for the second tier laid in a staggered formation to give a stepped effect (see Photograph 4).

The procedure was repeated until four successive tiers and levels of fill were placed (see Photograph 5).

Due to the compressible nature of the soils in the area under the embankments, a certain degree of movement was anticipated in both the horizontal and vertical directions, so it was considered essential that all such movements should be completed before the second phase of the project was started, i.e. the installation of piles to support the structure.

In order to monitor this, instrumentation valued at over £40,000 was installed, consisting of

- pneumatic piezometers to measure pore water pressure
- inclinometers to measure horizontal movement
- settlement gauges to measure vertical movement

#### INSTALLATION OF INSTRUMENTS

The majority of the instruments were located in bore holes; sunk, using portable drilling rigs, to depths indicated by earlier soil investigations.

A layer of CE121 was laid over the bank in order to gain access over the mobile silt and to provide support for the scaffolding (see Photograph 6). This innovation generated interest with the scaffolding erectors as the conventional procedure involves the use of the more expensive plywood. In this case CE121, in conjunction with the standard scaffold boards immediately below

However, none of these appeared to be as economical or as practical as the design that was adopted.

#### DESIGN PHILOSOPHY

The general equations used to establish the design are depicted in Netlon's booklet 'Designing with Tensar'\*, which employs equations based on classical soil mechanics' principles (pages 4/5 - foundation mattresses and pages 8/9 - gabion faced reinforced soil structure).

Calculations indicated that a semi-rigid base, constructed from a Tensar foundation mattress 1m thick, filled with stone, would extend the zone of influence and would effectively reduce the intensity of the applied load on the sub soil.

The design called for full loading of the embankment area to the rear of the abutment, prior to the piling operation taking place.

The use of the Tensar gabion reinforced soil retaining wall allowed a slope of  $70^{\circ}$  to be attained at the interface with the bridge, whilst the wing walls were designed in a similar manner to have a stepped slope with an effective gradient of  $45^{\circ}$ .

The stone filled gabion face provided a permeable and permanent structure, avoiding the inducement of forces caused by differential hydraulic heads (due to tidal movement) which would have otherwise occurred with a conventional reinforced concrete wall.

The design system is also sufficiently flexible to allow adjustment in the height of the embankment if settlement is less than anticipated.

The front toe of the South foundation mattress was protected, from scour, by a 300mm deep stone filled mattress constructed from Netlon CE153 as this grid's flexibility allows the mattress to rotate downwards, producing a self-regulating toe protector (see Photograph 1).

One of the major advantages with Netlon and Tensar grids is their inherent resistance to marine environments, as they are manufactured from high density polyethylene, a corrosion resistant polymer, which means longevity in marine constructions.

#### CONSTRUCTION

1. The foundation mattress was constructed using Tensar SR1 geogrids for the bottom and top, with Netlon CE153 sides and diaphragms to create 2m x 1m cells within the overall structure.

# CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

## A CASE STUDY

44

# NETLON

PROJECT: ADVANCE WORKS FOR BRIDGE ABUTMENTS AND  
WING WALLS WITH TOE PROTECTION AT  
GREATHAM CREEK ON THE A178

DATE: SUMMER '80

CLIENT: COUNTY OF CLEVELAND

SPECIFIER: COUNTY SURVEYOR & ENGINEER

CONTRACTOR: COUNTY OF CLEVELAND  
DIRECT LABOUR CONSTRUCTION UNIT

PRODUCT EMPLOYED: CE121, TENSAR SR1 GEOGRIDS &  
NETLON MATTRESSES CONSTRUCTED  
FROM CE153

ACKNOWLEDGEMENTS: COUNTY OF CLEVELAND -  
SURVEYOR & ENGINEER'S  
DEPARTMENT (see Page 5)

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1884

MEXICO 19, D. F.

APDO. POSTAL 60-549 Z. P. 18

Tels. 598-01-27 y 598-01-11

### DESCRIPTION OF PROJECT:

With the substantial volume of traffic on the A178 between Port Clarence and Hartlepool, coupled with the increase in the weight of unit loads, the corrosion taking place on the existing bridge at Greatham Creek (installed in 1914) necessitated the construction of a newer version.

The new bridge was sited alongside the existing one so that the road, at this section, could be straightened at the same time. Abutments and wing walls had to be placed on mobile estuarine silt and it had been noted that the deep water channel under the old bridge had been migrating from the North to the South side of the Creek, giving rise to a steep slope on the Southern bank.

Bore hole tests had indicated that the soils were soft to very soft, dark grey, very silty clay with traces of both black sand and organic matter present to depths of 7m.

A number of alternative constructions were considered, e.g.

- i) increasing the span of the bridge to clear the mud flats, and
- ii) sheet piling to enclose area of embankment
- iii) tipping stone on the silt to allow it to displace the silt, until finally stable

# Netlon in river and canal protection works

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1204  
MEXICO 19, D. F.  
APO. POSTAL 60-549 Z. P. 18

Tels. 598-01-27 y 598-01-11



45



Netlon riverbank protection mat



# Gabions and mattresses

46

Lining of waterways to prevent scour has become a very costly exercise and therefore is required to be as permanent as possible.

Netlon have in the introduction of their mattresses and gabions, provided a cost saving and permanent solution.

The corrosion resistance of the high strength polyethylene mesh structure ensures that it far outlasts any conventional metal mesh.

Ease of handling and mechanical methods of filling, dramatically save installation costs.

Tubular gabions, manufactured from CE152 mesh are supplied in circular, square and rectangular forms (fig 1).

Long lengths of Netlon tubular gabions are mechanically filled by standing the tubes in a near-vertical position, and gravity-filling stones into the gabion tubes.

Where mechanical means are not available stones can be inserted through slits in the tube wall.

Netlon tubular gabions are supplied in Layflat form, 5 metres in length by a width of 1 metre with apertures of 74 x 74 mm.

## Tubular gabion mattresses

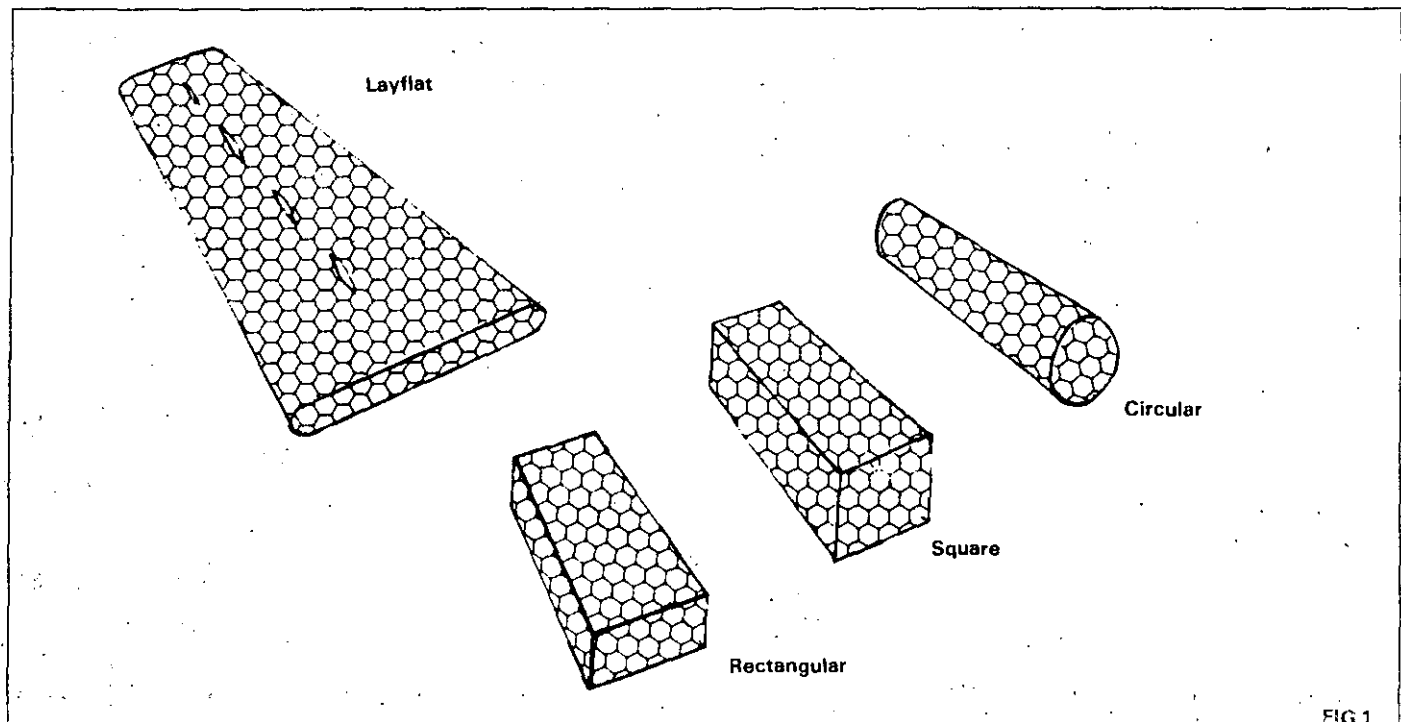


FIG 1

### Sizes available

Netlon mattresses are manufactured from CE153 structure and are available, up to 6 metres in length, with or without lids, in standard heights of 170 mm, 230 mm and 300 mm and a width of 1000 mm.

The aperture size of CE153 is 60 x 60 mm. Mattresses can be supplied as non-standard with the base made from mesh of aperture size 27 x 27 mm or 6 x 6 mm.

Netlon mattresses are supplied in collapsed form (figs 2 and 3) with compartment separators attached at 1 m spacings. Lids are supplied separately.

The CE153 structure is a heavy square mesh structure with thicker strands situated at 1 metre spacing, and along all edges of the mesh panels.

Erection of the mattresses on site, binding them together, and fastening on of lids is made easy because of the design of the square mesh panels 'framed' with thicker strands.

### Rectangular gabion – mattress unit

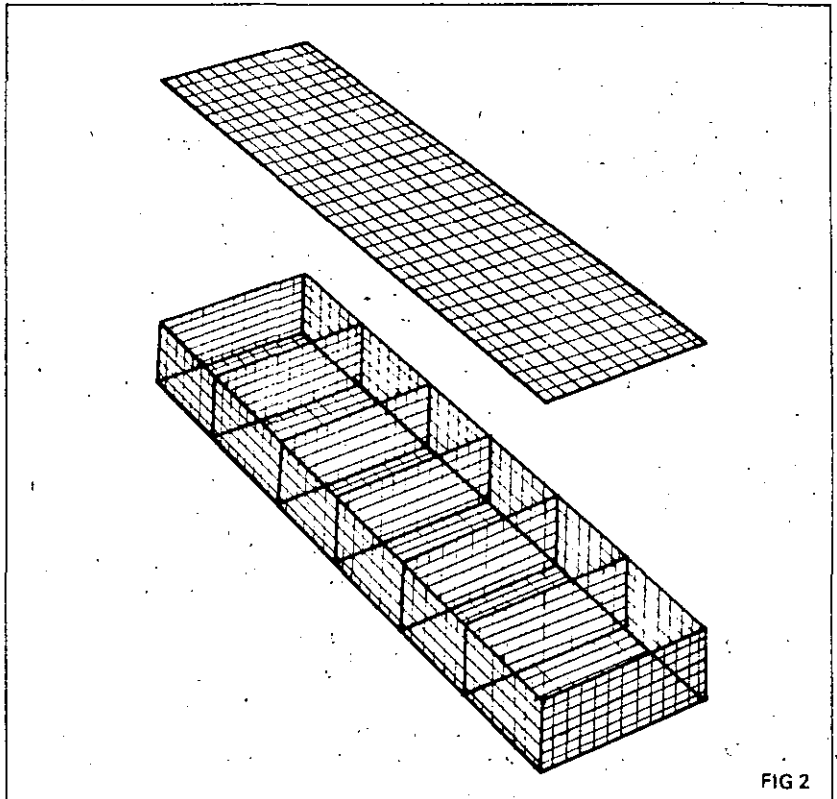


FIG 2

Overall size 6 m in length x 1 m wide and up to 300 mm depth

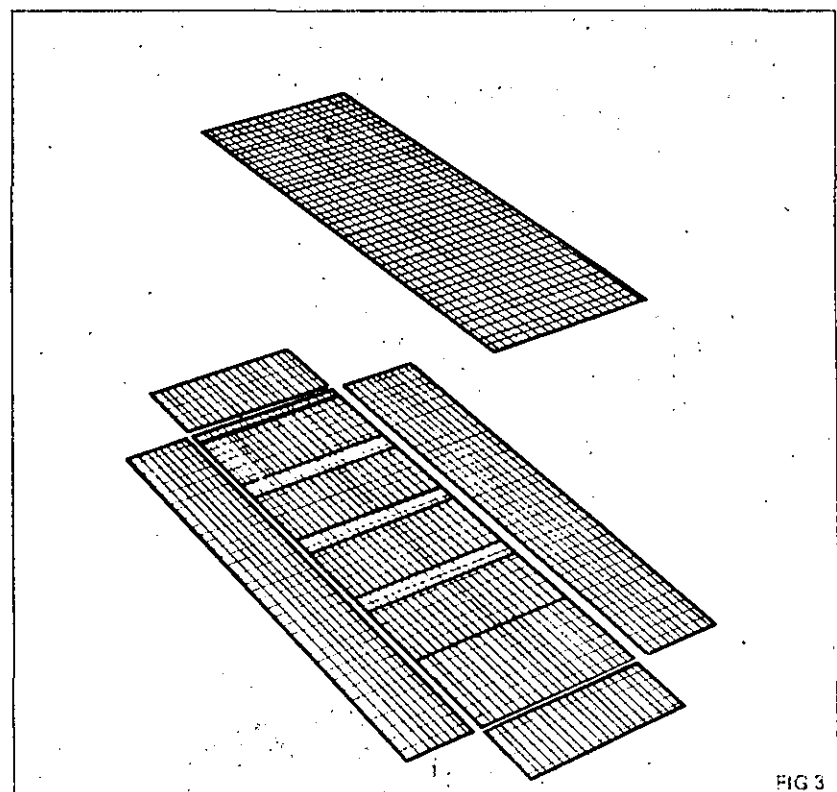


FIG 3

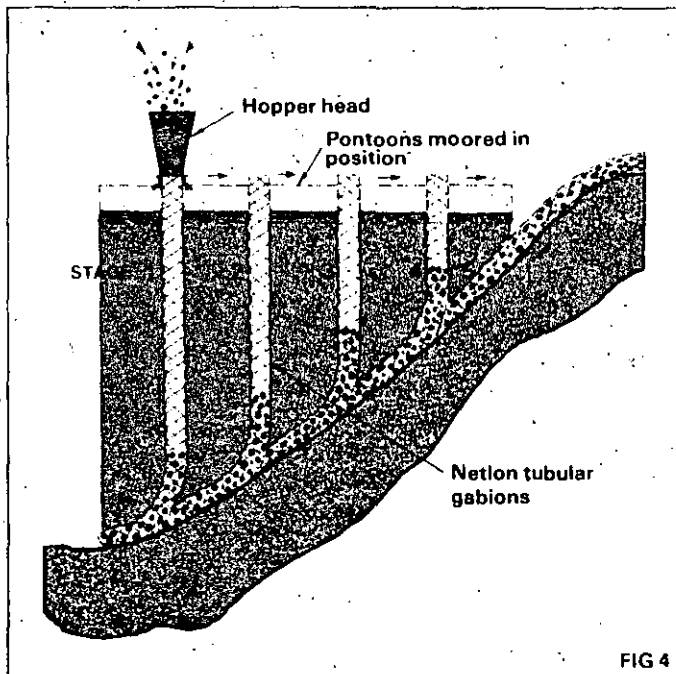


# Gabion protection works

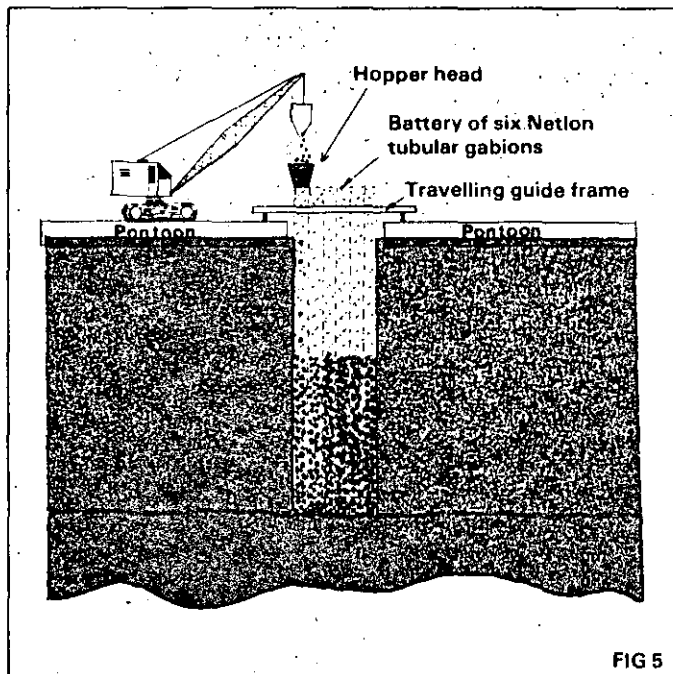
48

## Method of laying Netlon tubular gabions in deep water

Netlon tubular gabions approx 636 mm diameter, of any desired length, erected in batteries of 4, 6 or 8 units, are suspended from a travelling guide framework which spans between two pontoons or barges anchored in position. Broken stone is placed in the gabions initially to provide ballast to sink the gabions in position. The gabions are then filled, progressively, through a hopper head and the guide frame moved in stages as shown (figs 4 and 5) towards the bank to allow the stone filled sections of the gabions to settle in position on the river bed/bank surface. As each battery is filled and laid, the pontoons are repositioned and the procedure repeated.



Netlon gabions can be produced in any length, and can be joined on site to give a continuous unit. As the gabions are filled, additional lengths are added and the filled portion allowed to settle on to the bed/bank profile. Locating rings can be used to hold the gabion units firmly in position.

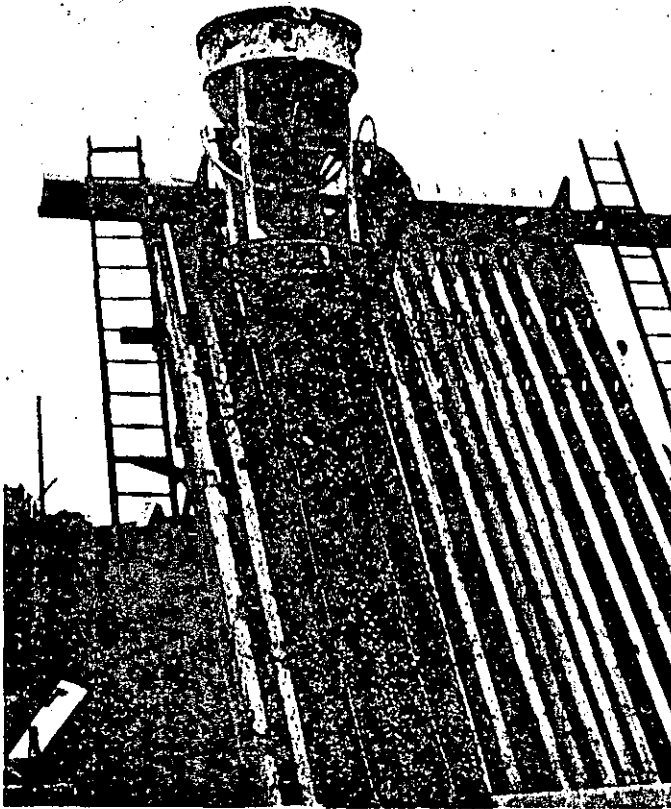


# Construction on shore

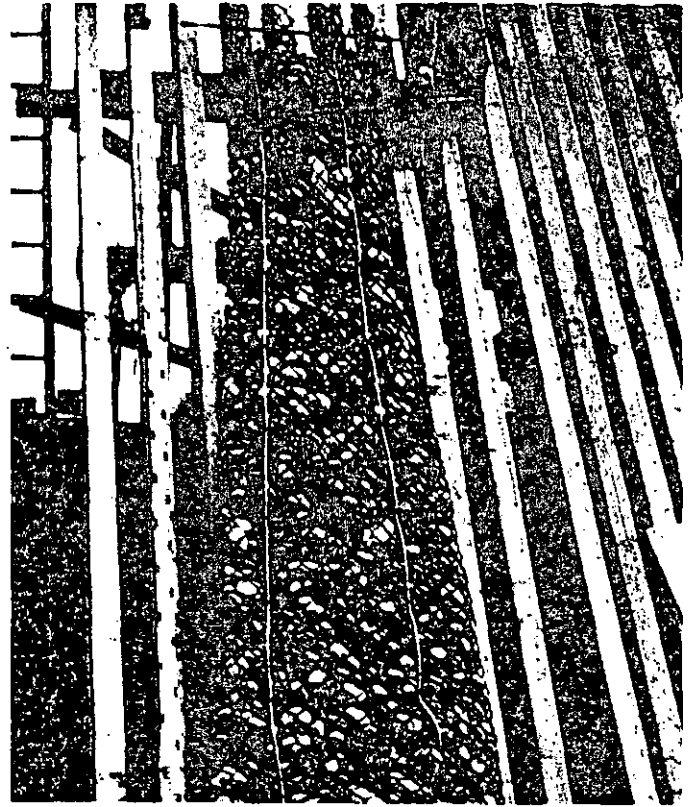
49

## Mechanized filling of Netlon tubular gabions

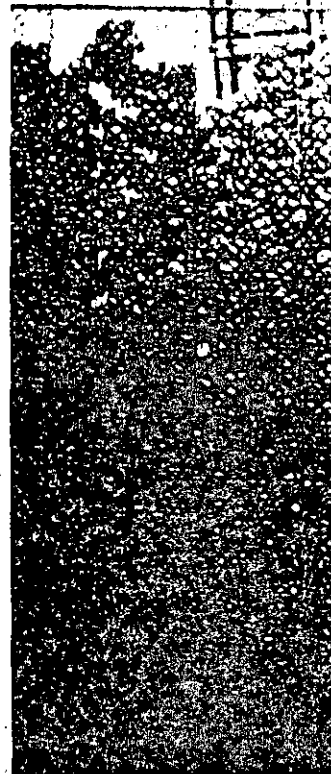
Tubular gabions are shown being filled while held against a sloping platform.



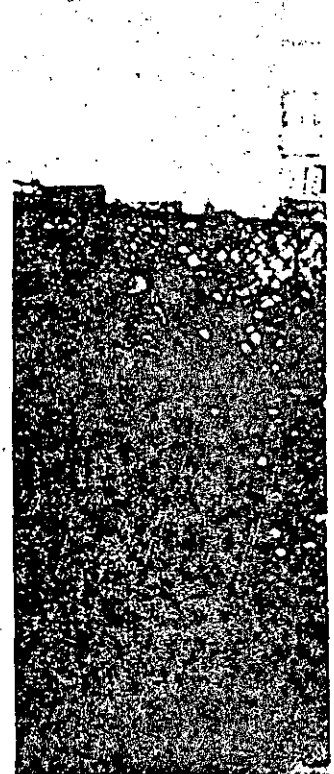
Filling — by means of a crane and bucket



Partly filled gabions



Filled tubular gabions being lifted into position



A battery of tubular gabions being installed

# River bed and bank protection

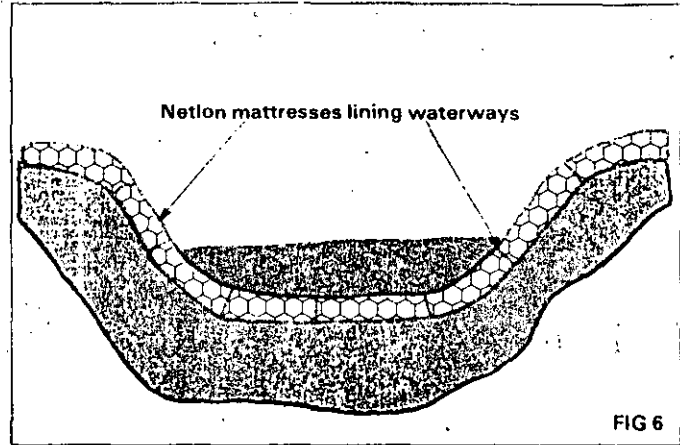
50

## Mattresses for river training works, slope and bed protection

Stone filled tubular gabions, in single or multi-unit form, can be constructed in continuous lengths to provide heavy duty protection against scour and erosion of navigable and fast flowing waterways.

Being flexible they follow the bank and bed profile (figs 6 and 8) and being of permeable construction they obviate the need for pressure relief.

They can be stone filled by mechanical means in situ, or prefilled and lifted into position.

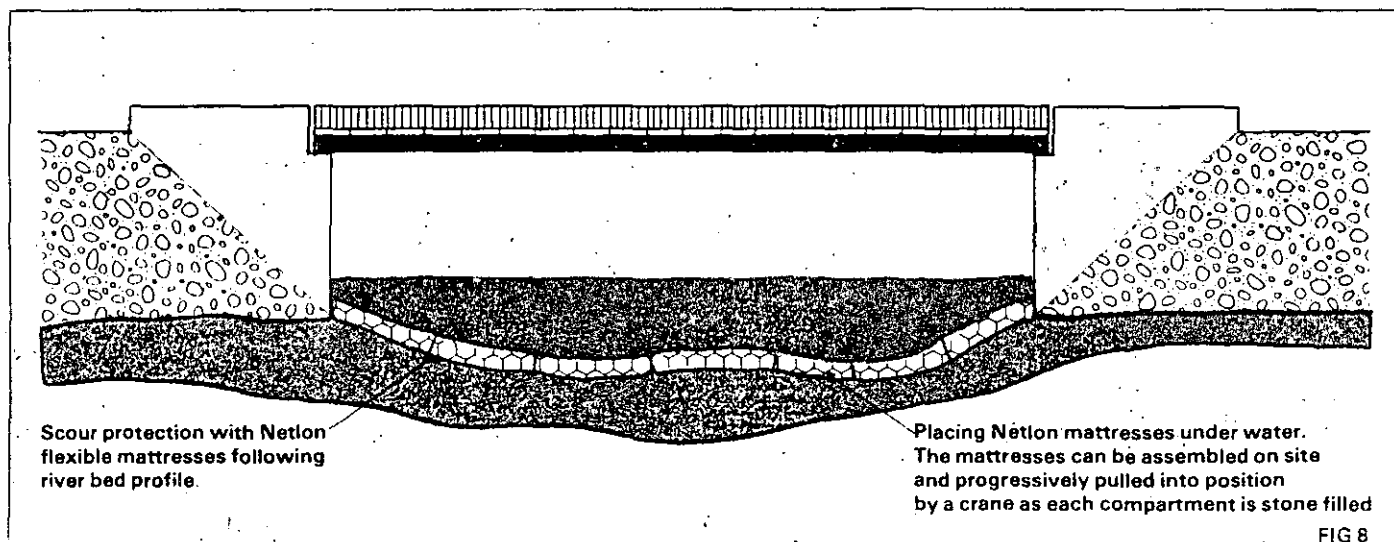
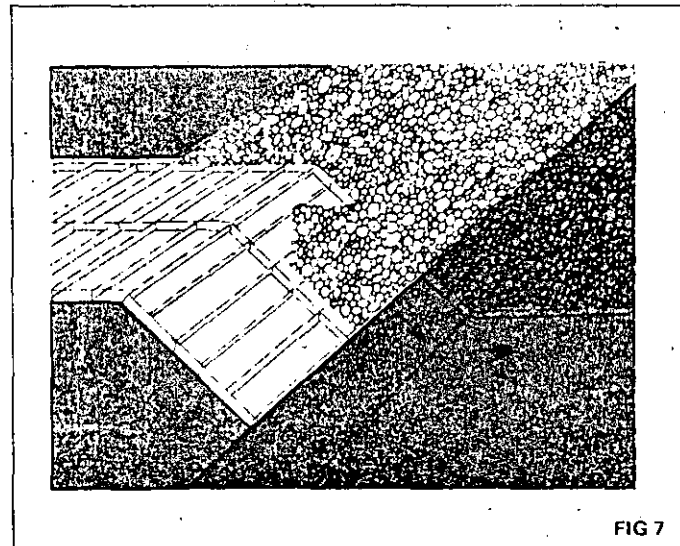


## Mattress installation

Rectangular mattresses of open construction provide a simple but effective lining for banks and shallow waterways where the greater depth and heavier protection of the tubular gabions is not required.

They can be stone filled by manual or mechanical means and lifted, or pulled, into position progressively as each compartment is filled and covered (fig 7).

Whilst providing protection against scour, their permeable construction does not prevent vegetation growth.



# Coast and bank erosion

51

## Linmat flexible mat on bank slope

Linmat is a flexible mat system for controlling coast and bank erosion using Netlon tubing of oval profile.

It operates by creating an artificial boundary layer which slows the current to a speed at which scouring ceases and waterborne material is deposited.

By this means the mat gradually fills to its overall depth with sand or silt. The upper surface mesh allows entry of the material in suspension, and also prevents deposited material from being washed away (figs 9 and 10).

If undercutting occurs the flexible mat settles to the new profile to protect the eroded area, and the process of siltation continues as before.

Because the mat follows the natural line of the coast, or bank, no spurious turbulence is created and the existing natural regime remains unaffected.

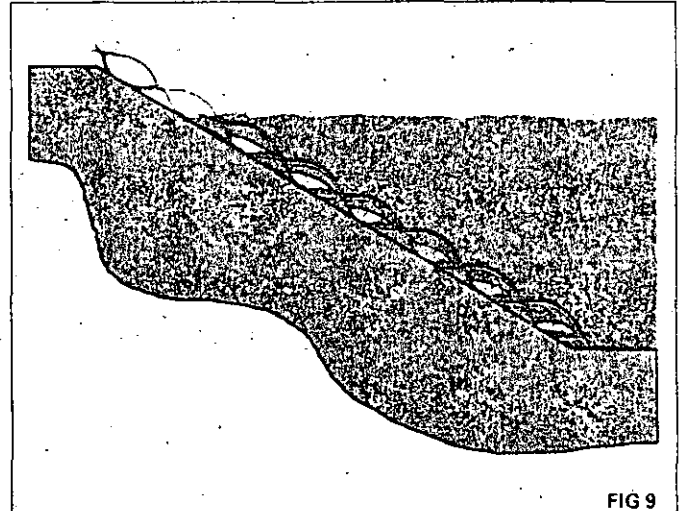


FIG 9

Progressive sand deposition

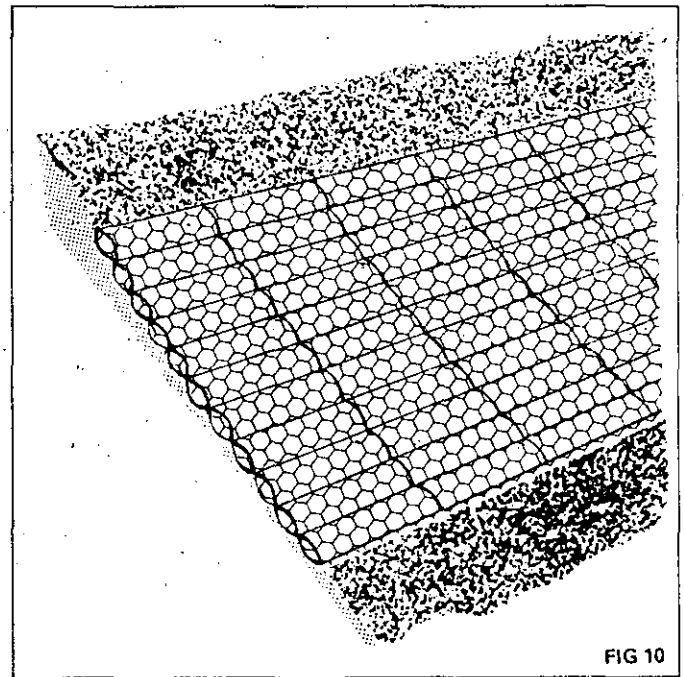


FIG 10

Installation of Linmat flexible mat on bank slope

# Access over waterlogged terrain

52

Access to areas where breaches have occurred in river banks, can prove difficult in the presence of large areas of alluvial plains and mud flats, particularly when these areas have to be traversed for transporting materials and carrying out remedial works.

Netlon ground retention matting laid directly over the silt performs two functions. It provides a stable platform enabling inspection work to be undertaken in safety, and also serves as a foundation for more permanent access ways, and for remedial work to river banks.

The light weight of Netlon mattress, gabions, Linmat etc are of major advantage in this type of remedial work because of the ease with which they can be transported to site, even over waterlogged terrain.

More permanent access ways can be constructed using a combination of Netlon matting and tubing.



Netlon ground retention matting being laid over silt.



**Netlon Limited**

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

Telephone 0254 62431 Telex 63213

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

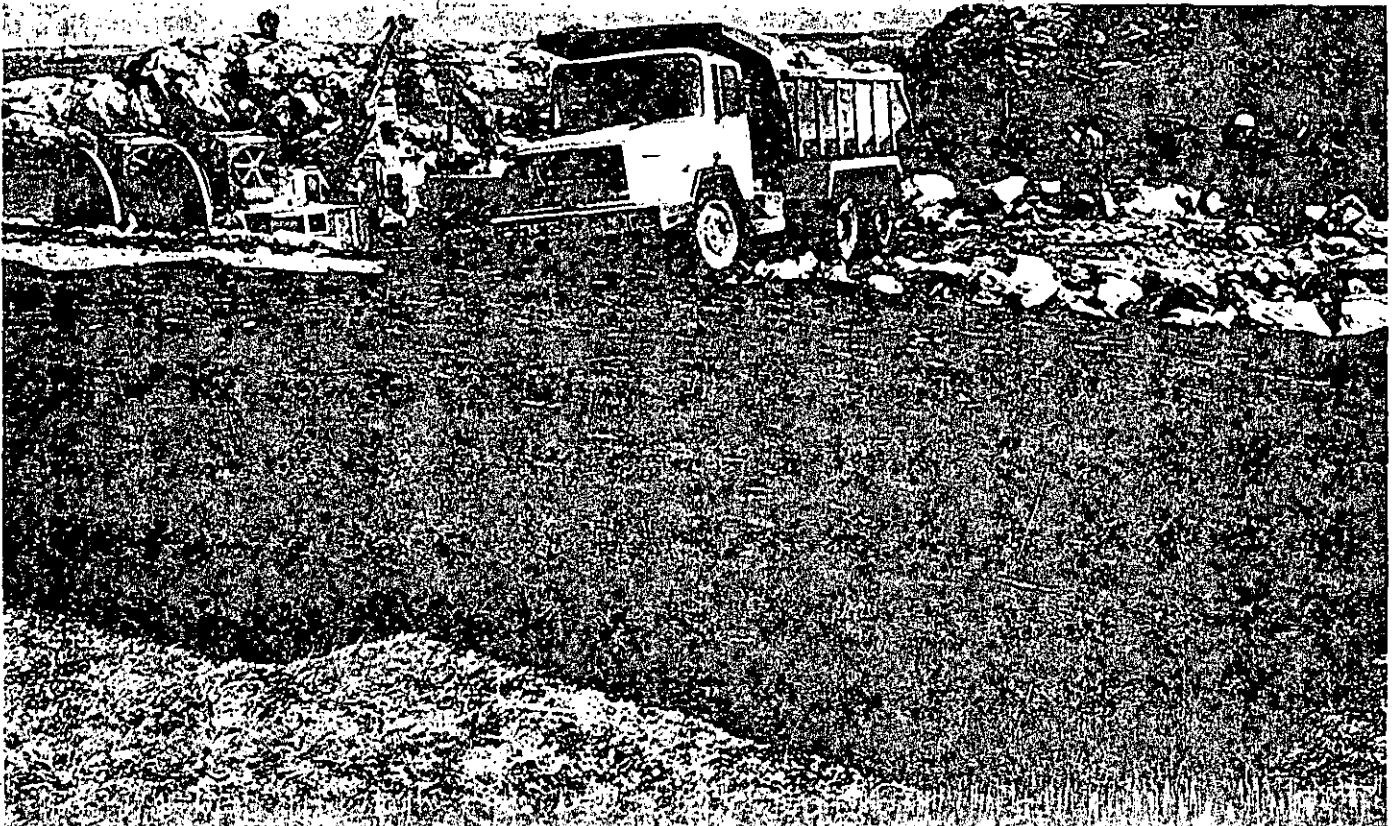
Designed and printed in England by  
W. & A. G. Carter Ltd, Peterborough

# Netlon in ground restraint and soil reinforcement

53



Road construction over soft ground



# Ground restraint

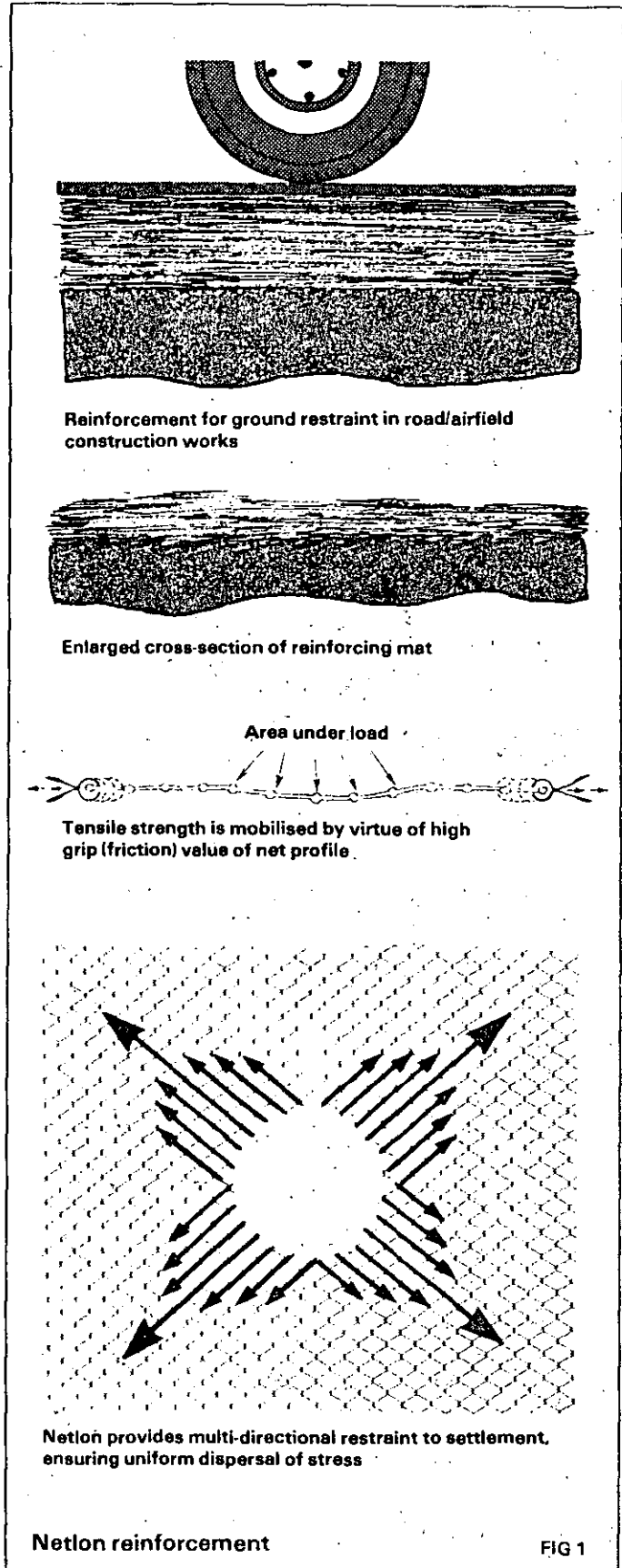
A stable foundation is the starting point for the design and construction of any structure, and the optimum solution in terms of both engineering and economic consideration is ultimately dependent on the soil characteristics and its capacity to accept the required load pattern.

Methods of increasing the bearing capacity of soils by compaction, drainage, or chemical stabilization are well known, and in recent years interest has been shown throughout the world in the method of ground restraint using structural membranes. Ground restraint is not a new concept. It has been in use in the form of fascines (woven brushwood matting) for centuries, and has proved successful in providing a stable foundation for earthworks over indifferent ground conditions.

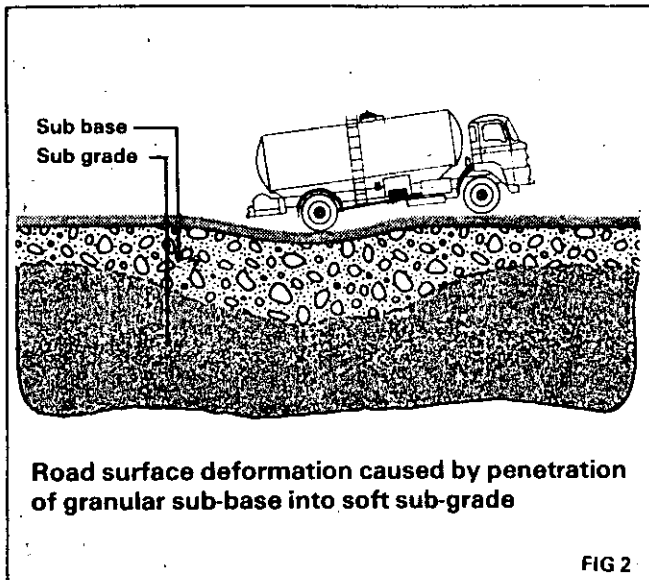
Netlon ground restraint netting performs a similar function in providing a stable foundation with many applications and advantages:

- a) It prevents loss of sub-base material into the sub-grade.
- b) It distributes load uniformly over a wide area by virtue of its stiffness, and thereby reduces differential settlement.
- c) It adds to the shear strength of the soil by virtue of its high tensile strength fully mobilised by the high friction value of the net profile (fig 1).
- d) Its net structure allows more rapid dissipation of pore water pressure.

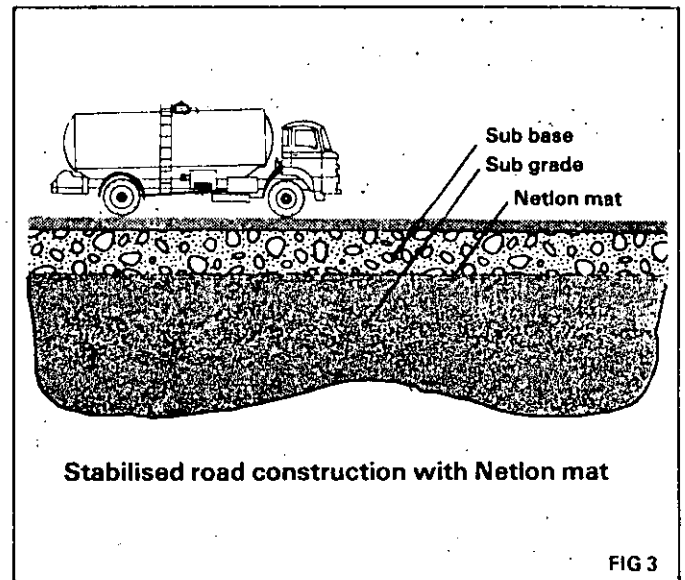
The following pages describe some of the applications for which Netlon reinforcement is particularly suitable and illustrates its successful use.



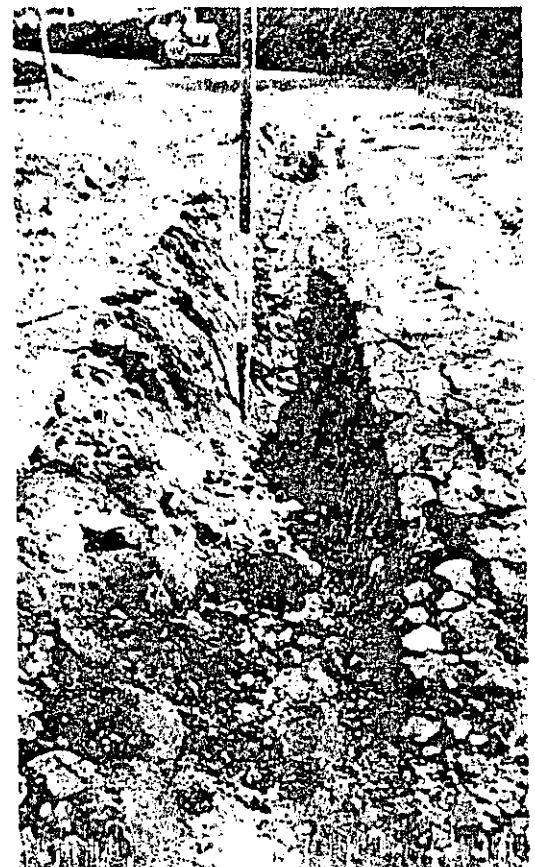




The loss of sub-base material into a soft sub-grade seriously affects the load bearing capacity of the road construction, and in the absence of timely and costly maintenance, deterioration increases until ultimately failure occurs (fig 2). The photographs below illustrate the type of failure shown in fig 2, (which occurred in spite of the use of a non-woven textile membrane).



Netlon ground restraint netting laid at the sub-grade/sub-base interface prevents the penetration of sub-base material into the sub-grade, and increases the bearing capacity of the sub-grade thereby reducing the design thickness of the road base construction (fig 3).

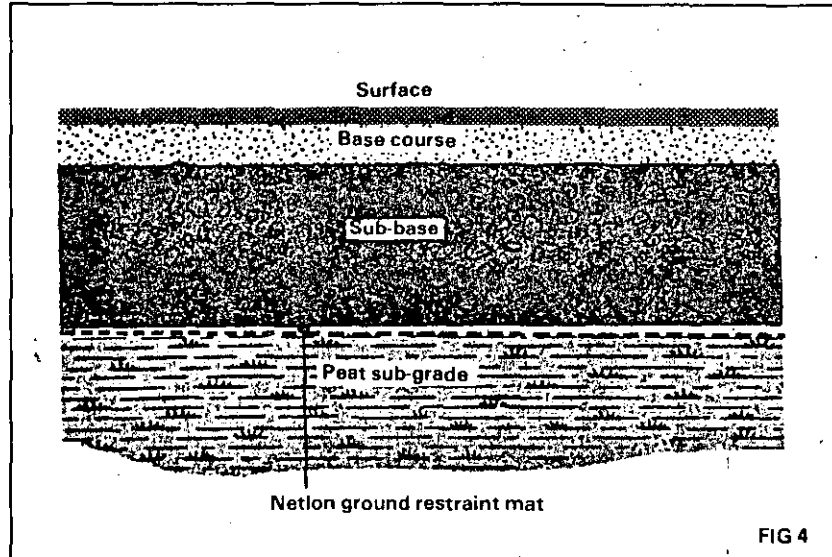




# Road construction

56

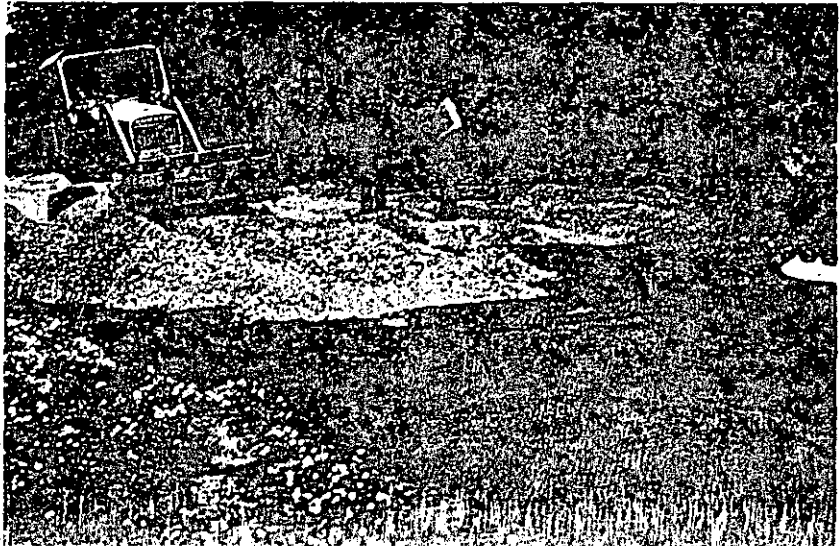
Netlon ground restraint mat is particularly effective as a foundation medium on marshlands and peat. It can be laid directly on the sub-grade without any surface preparation. Because of its net structure, Netlon settles on the ground without 'rutting' and road construction can be commenced immediately (fig 4).



Netlon in the construction of a permanent carriageway over peat. The peat varied in depth between 2m — 4m and in areas of greatest depth it was in a highly mobile, almost liquid, condition.



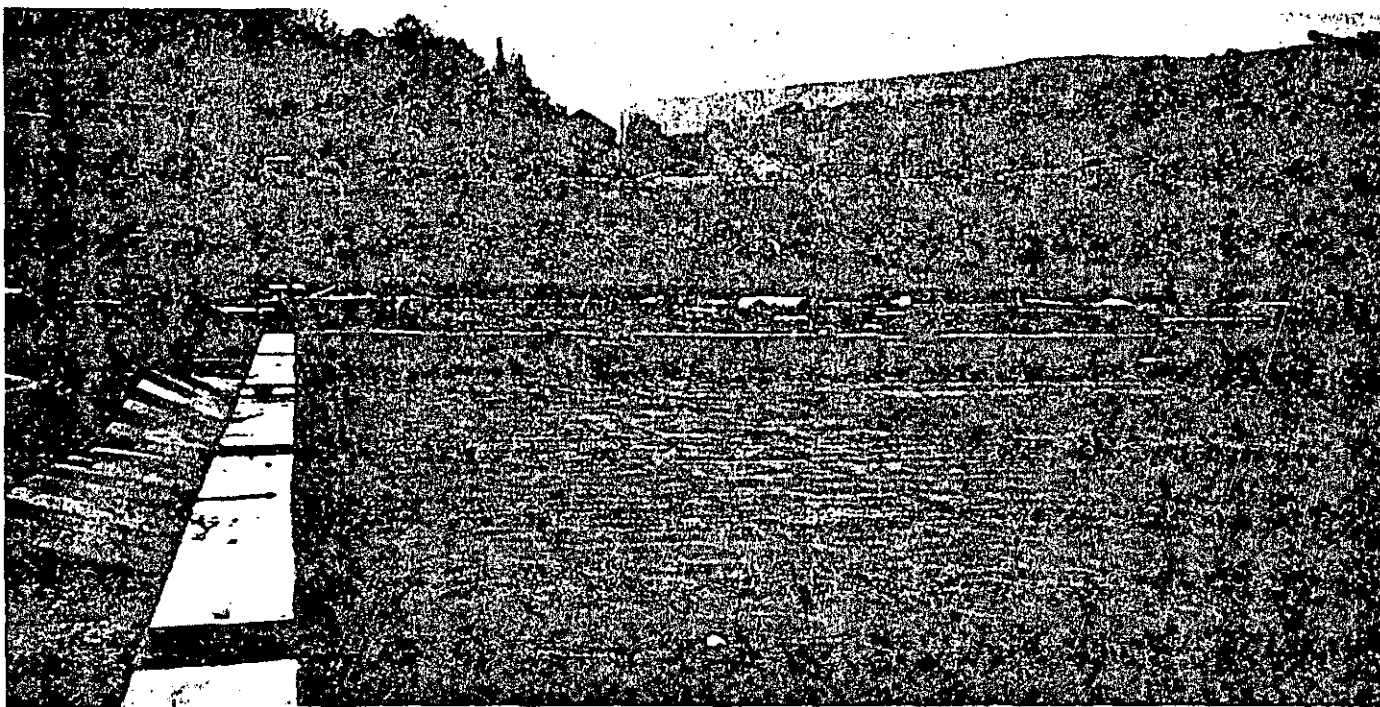
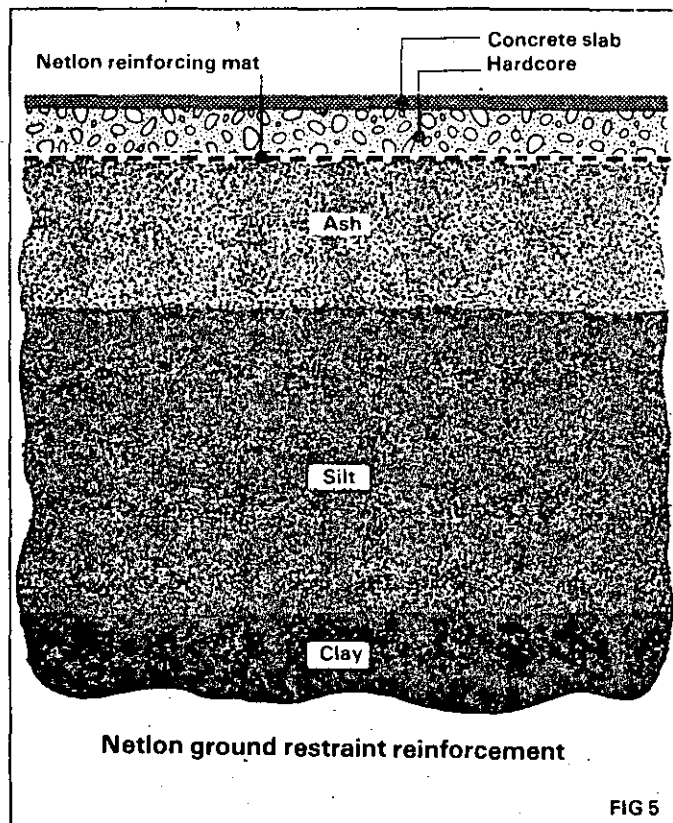
Netlon in the construction of hardstandage and access roads, cut into a steeply sloping embankment.



# Factory foundations

57

Netlon provides an effective and economical method of improving load distribution over large heavily loaded areas of made up ground. Foundation design of industrial structures can be greatly simplified by the adoption of ground restraint techniques, to improve the bearing capacity of the soil, thus obviating the need for expensive foundation systems (fig 5).



**Netlon in the construction of factory foundations on made up ground**

Reinforced concrete slabs, supported on a bed of hardcore reinforced with Netlon to eliminate local settlement, and improve load distribution.

# Earthworks Stabilisation

The construction of elevated earthworks as foundations for highways, railways or industrial developments or as protective bunds in flood areas have a common factor — they all require large quantities of fill material. This in itself can pose problems, with regard to the source, the quantity and the quality available.

The creation of borrow pits and quarry faces by the excavation of large quantities of soil create problems of their own. It is therefore both economically and environmentally desirable to keep earthworks to a minimum.

The conventional method of constructing to a stable slope for a given height, or adding berms to the toe, can involve considerable expense in materials, plant, construction time and extension to the base area of the embankment (fig 7). Other methods including soil admixture, sandwich construction and chemical stabilization, can be equally costly in time, materials and supervision.

The method of stabilisation of embankments by soil reinforcement in the form of 'fascines' (woven brushwood matting) arranged in layers within the bank construction is well known, and during the past decade similar methods have been applied using a high strength, high grip Netlon mesh reinforcement.

Netlon mesh reinforcement provides a practical and permanent solution to the problems of stability, enabling banks of simple and economical cross section to be constructed to the required heights. The mesh is placed horizontally at the base of the embankment, and thereafter in layers at calculated heights as construction proceeds, extending from the face of the slope to a grip length beyond the calculated slip plane. Netlon mesh reinforcement adds a high tensile resistance to the shear strength of the soil. This resistance is achieved by virtue of

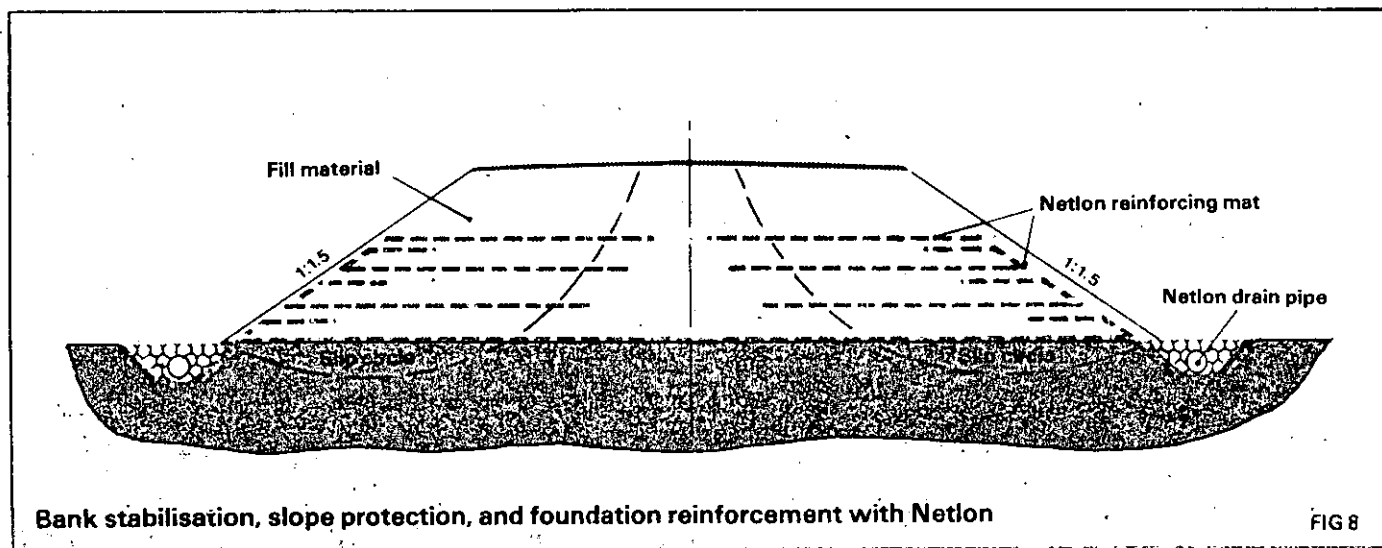
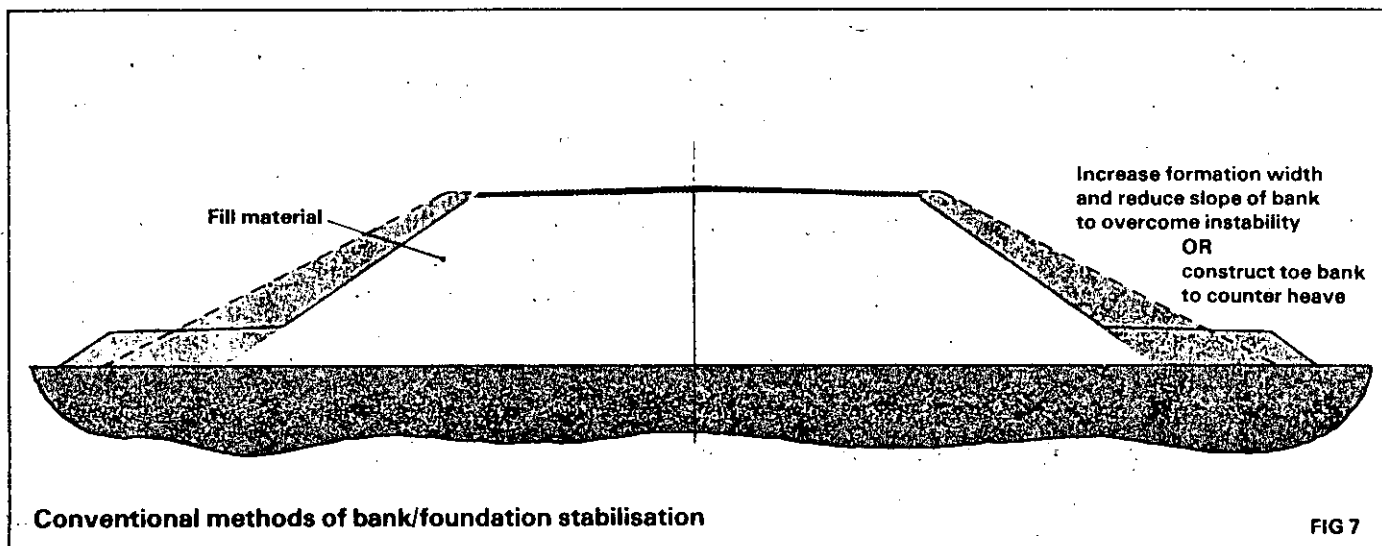
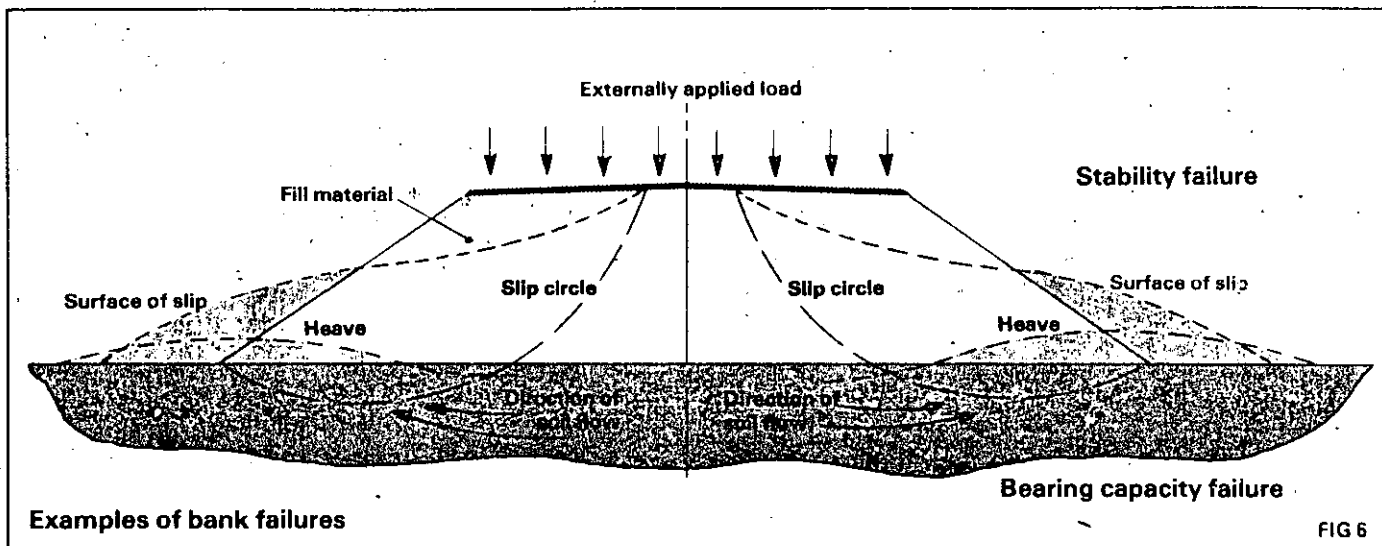
Formation widths and heights are usually dictated by design requirements and local topography, and the steepness of the slopes by the mechanical properties of the fill material and bearing capacity of the foundation. While different criteria are used to calculate (a) the slope angles and (b) the heights of embankments made respectively from sandy and clay soils, failure of earth slopes is generally assumed to occur along a circular plane. A portion of the bank slips downwards and heave occurs at the toe (fig 6).

Locating fill material for the construction of embankments can be a problem and frequently the only source of material available in economic quantities is soil of widely different properties. The Engineer is then faced with evaluating the options of soil admixtures, means of soil stabilisation, or the construction of berms or low angles of slope.

the friction developed between the net structure and the soil (fig 8).

The layers may be continuous throughout the width of the bank cross section or curtailed a grip length beyond the calculated plane of failure, dependent upon the stability analysis and location of failure planes.

Netlon enables high angles of slope to be achieved, reduces earthworks volume and land-take areas. It encourages uniform load distribution, and dissipates pore water pressure more quickly. It is lightweight, easy to transport and handle and is simple and quick to install.



# Railway construction

60

With the increased dynamic forces resulting from the trend towards higher speeds, there is a need to improve and maintain track to a higher standard. To achieve the design objectives of track stability under high vertical and lateral forces, passenger comfort and ease of maintenance, consideration must be given not only to the geometry and composition of the track and its sub-structure, but also to the earth works below, which must ultimately bear the applied load.

Problems caused by differential settlement or penetration of the ballast in to the sub-grade (fig 9), affect the life of the track components, passenger comfort and traffic safety. Netlon laid at the sub-ballast/sub-grade interface prevents ballast loss, distributes loads uniformly over a greater area, thus reducing stresses and strains in the soil, and protects against tension cracks in the sub-grade (fig 10).

Embankment stability is governed by the ratio of the restoring moment, a function of soil strength, to the disturbing moment, which is the function of the dead and imposed loads. For safety, the ratio must be significantly greater than unity, and the possibility of future increases in live load should not be overlooked. Netlon provides an effective means of increasing the factor of safety, by virtue of the friction induced tensile resistance mobilised under load, without additional earthworks.

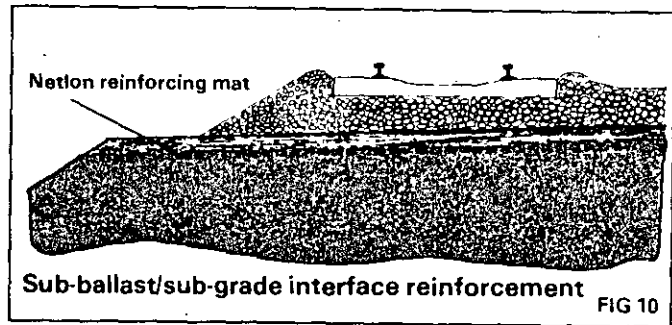
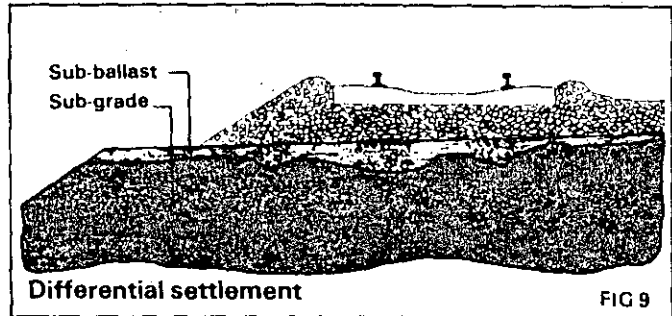
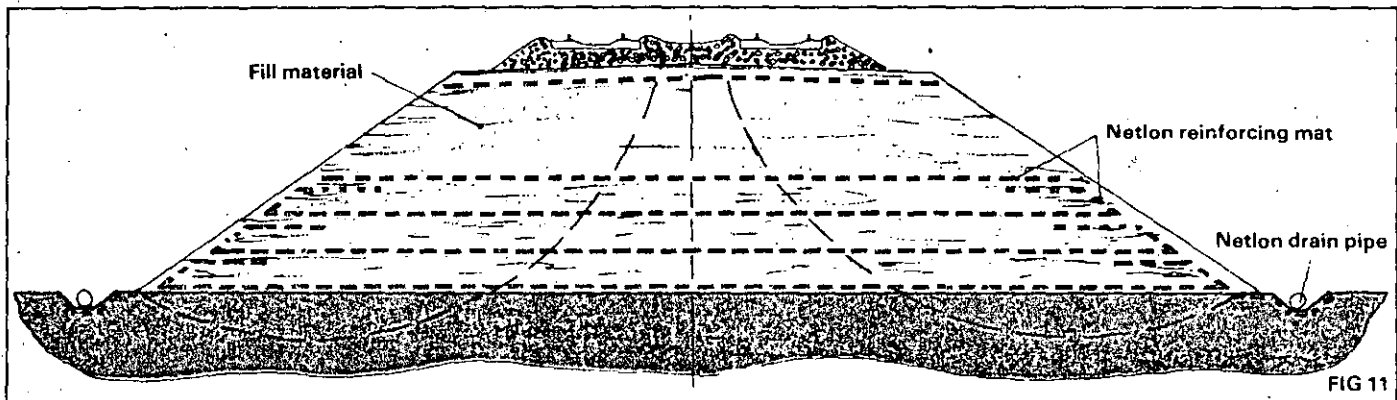


Fig 11 illustrates a similar concept, with the top unreinforced section of optimum height supported by a reinforced section below. The reinforcement may be continuous, or curtailed a grip length beyond the slip circle, and either straight ended or returned up the slope depending on the relative positions of the slip circle for each side of the bank, and the possibility of slope erosion.



Netlon Limited  
Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

61

**NETLON**

PROJECT:

NEW ROAD CONSTRUCTION OVER POOR LOAD  
BEARING GROUND IN THE SHETLAND ISLANDS

DATE: SPRING '75

CLIENT:

THE DIRECTOR OF CONSTRUCTION,  
SHETLAND ISLANDS COUNCIL, LERWICK,  
SHETLAND

SPECIFIER:

THE CLIENT

CONTRACTOR:

THE CLIENT

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE121 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

The project involved the construction of three sections of permanent roads over peat deposits varying between 2m and 4m in depth.

The first was to form part of the A970 (Sandwater to Voe) at Long Kames, eighteen miles north of Lerwick. The section would be 400m of 6.3m wide carriageway bounded by 2m verges on either side.

The second was to form part of the A968 (Basta to Yell), which would be 200m long, 6m wide with a 5m verges, and the third section being on the same route at Sandwater.

**CONTROL DE EROSION, S. A.**

/cont

Blvd. Adolfo L. Mateos No. 1384  
Col. Mixcoac 03910 México, D. F.  
TEL. 598-01-11 Y 598-01-27  
Apdo. Postal 60-549 Méx - 03800

CONSTRUCTION

62

As the 400m stretch of the A970 would effectively run over ground with a gradient from north to south, to make this an acceptable gradient, it was necessary to excavate at the northern end and construct a supporting embankment to the south.

Where excavation was undertaken, Netlon CE121 Geogrids were laid as a sub base restraint layer and a road base of locally available moraine sand was placed over the grids to a compacted depth of 1.2m. A 300mm course of crushed stone road metal was constructed over this, and the formation was dressed with chippings prior to the application of a two course flexible surfacing. (See Photograph 1).

At the southern end CE121 Geogrids were laid over virgin ground, without any preparation, to form a stable base for construction of the embankment.

\* \* \* \* \*

Construction of the 200m section of the A968 between Basta and Yell was made more difficult by the presence of surface water and soft ground conditions making plant operation very difficult.

Once again, CE121 Geogrids were laid directly over the peat acting as a restraint layer for the sub base (See Photograph 2). A road base of high rock content moraine sand was placed over the Geogrids and compacted to a depth of 900mm. A 200mm base course was constructed from crushed stone road metal and this was covered with a wearing course of quarried fines followed by flexible surfacing.

\* \* \* \* \*

The third section, at Sandwater, was constructed over peat with underlying hard granular moraine deposits and in areas of its greatest depth, the peat was in a highly mobile, almost liquid condition.

Where the peat was only 2m deep, it was found practical to excavate and use the moraine deposit at the sub-grade.

In all other areas, the CE121 Geogrids were laid directly over the peat and no other preparation was necessary.

OBSERVATIONS

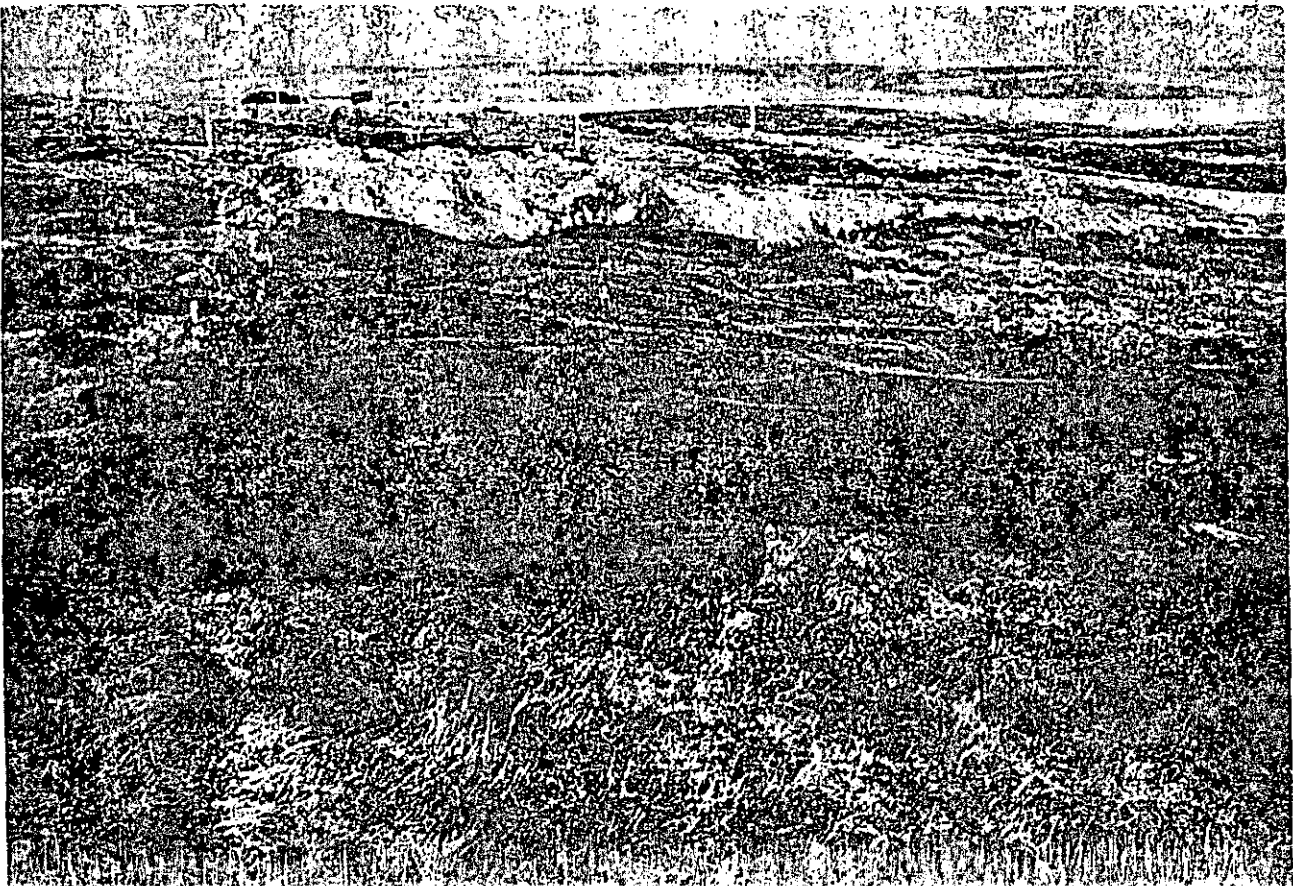
- i) All three sections were completed with considerable reductions in labour and materials when compared with the alternative methods that were considered.
- ii) Placing of the Geogrids was easily handled by two men so much so that excavation (where necessary), placing of mesh and construction of the road base became a continuous process.

The construction of these three sections of road demonstrates the effectiveness of Netlon's Geogrids in distributing loads especially over weak ground such as peat.





Photograph 1



# **CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**

## **A CASE STUDY**

65

**NETLON**

---

PROJECT: STABILISATION OF A SLIP FAILURE IN A CUTTING ON THE M4 AT YATTENDON

DATE: SUMMER '80

---

CLIENT: ROYAL BERKSHIRE COUNTY COUNCIL

---

SPECIFIER: SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT  
ASSISTED BY TRANSPORT ROAD RESEARCH  
LABORATORY

---

CONTRACTOR: THE CLIENT

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON CE131 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR R BURT, ROYAL BERKSHIRE CC  
MR MURRAY, TRANSPORT ROAD RESEARCH LABORATORIES (TRRL)  
MR WRIGHTMAN, SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT

---

### **DESCRIPTION OF PROJECT:**

A slip failure had occurred on the slopes of the M4 at a cutting in the Yattendon area and soil had slid on to the hard shoulder of the motorway itself.

The banking at this point was over 20 metres in height and the slip was some 70 metres in width.

The soil consisted of London clays of various hues.

#### DESIGN PHILOSOPHY

Rather than excavate the clay, transport it, and replace the clay with imported granular material, it was decided to reinstate the clay and to increase the factor of safety by

- a) Providing better drainage
- b) Reinforcing the clay with Netlon CE131 Geogrids

/cont

## 66

Calculations carried out by Mr R Murray of the TRRL showed that improving the drainage and layering the replaced soil with Netlon CE131 would increase the factor of safety from less than 1.0 to 1.5.

The calculations also indicated that near the base of the embankment it would be necessary to space the layers of Netlon 0.5m apart, but at higher levels 1m spacing would be adequate.

Drainage layers consisting of stone, between two layers of Netlon CE131, were installed at three levels (See Illustration).

### CONSTRUCTION

Over 8,000 cubic metres of clay was excavated, using a Mustang shovel, and was placed in a field at the rear of the slope.

Clay at the base of the slip was stabilised, to provide a working surface, by spreading finely divided quicklime. 2 metre wide sheets of Netlon CE131 were laid with their overlaps laced with polypropylene strapping.

The clay soil was placed with a Mustang machine (See Photograph 1) and was compacted with a T182 vibrating roller. The Netlon CE131 in each layer was extended up the face over the clay lifts, and joined to the base of the next CE131 grid immediately above it (See Photograph 2).

A layer of top soil was then spread over the resulting Netlon CE131 face (See Photograph 3) of the slope which was finally seeded with grass.

Drainage layers were incorporated by using 100mm stone instead of the clay, in three positions up the slope (See Illustration).

### OBSERVATIONS

The slope has shown no sign of movement since completion of the work in August 1980.

Grassing of the slope has been very effective with the grass mat looking plusher over the reconstituted slip area when compared with the adjacent areas (See Photograph 4).

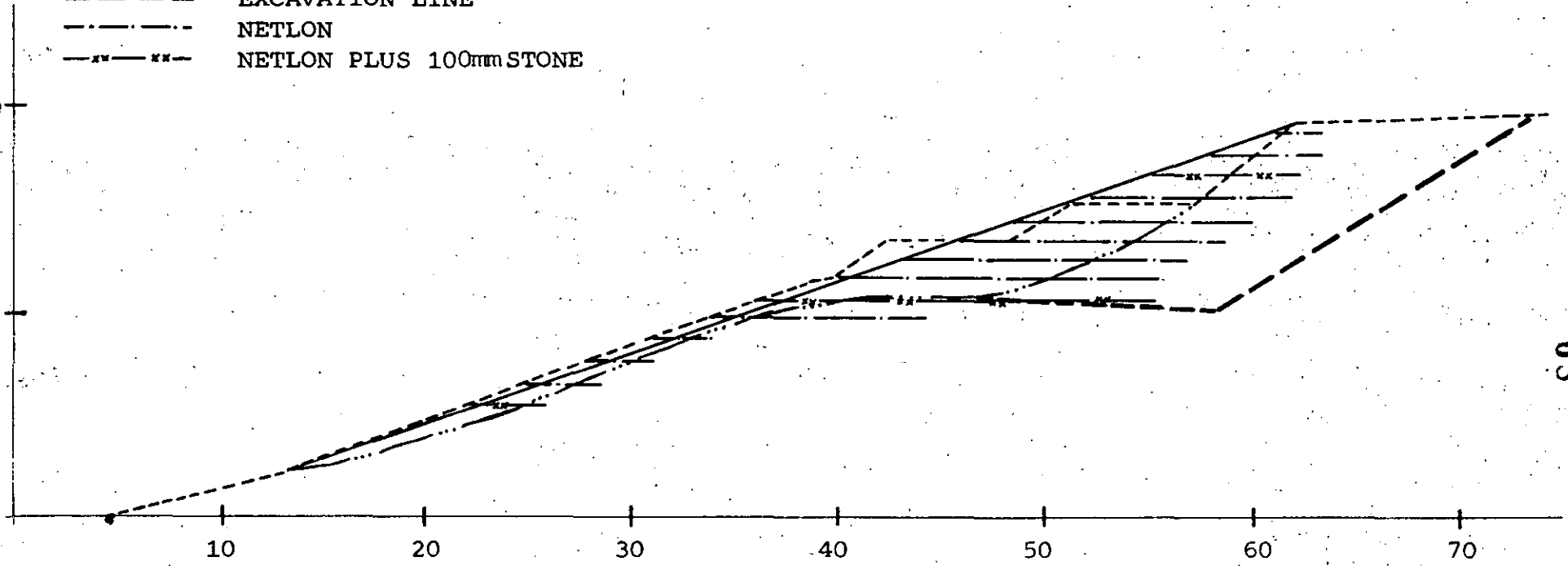
Royal Berkshire County Council estimate that the use of Netlon Geogrids represented a saving of over £70,000 or approximately 40% of what the repair would have cost if the London clay had been replaced with a granular material.

\* \* \* \* \*

The use of the higher tensile strength Tensar Geogrids which are now available, would lead to even greater efficiencies. This is possible as the reinforcing layers can be spaced at wider intervals to give the required factor of safety.

- EXISTING GROUND LEVEL
- \_\_\_\_\_ ORIGINAL GROUND LEVEL TO BE RECOVERED
- ..... SLIP PLANE
- EXCAVATION LINE
- NETLON
- NETLON PLUS 100mm STONE

SCALE: 1 : 300

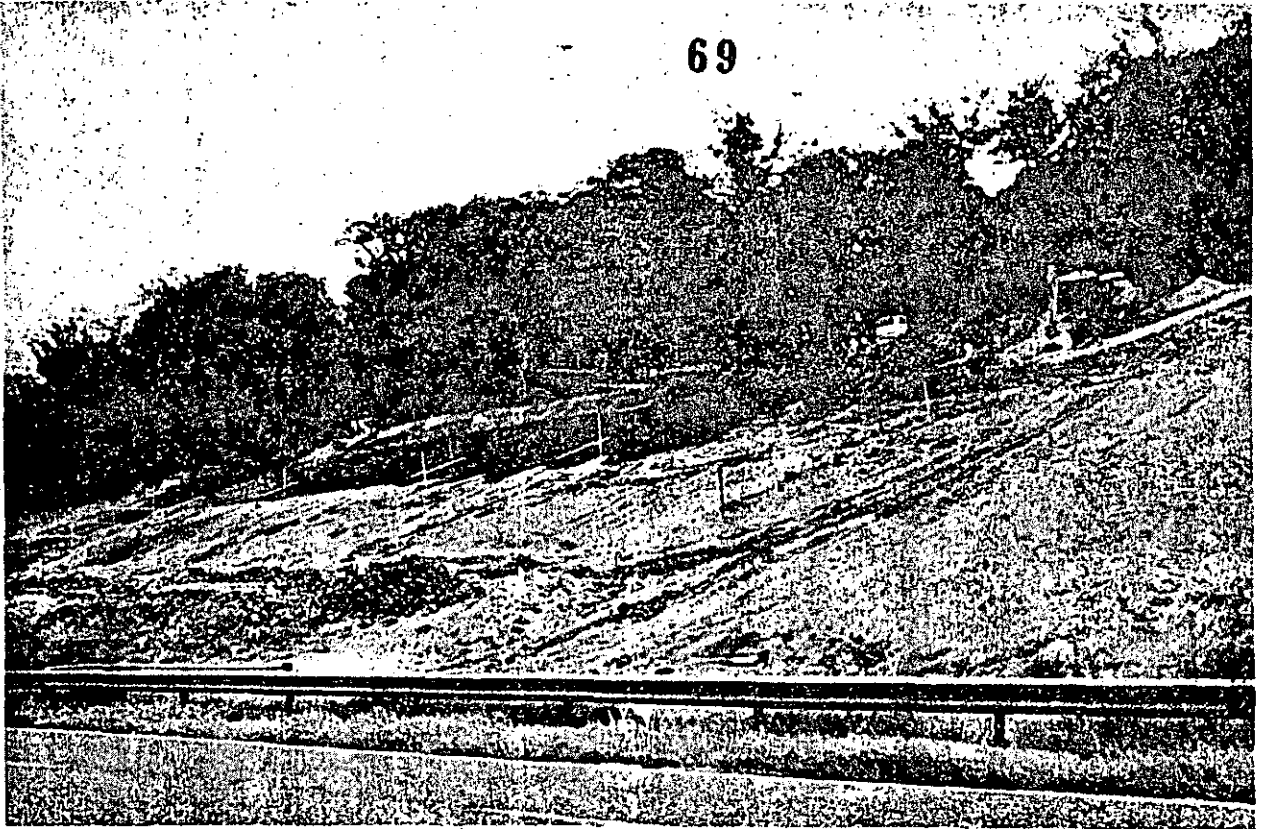


69

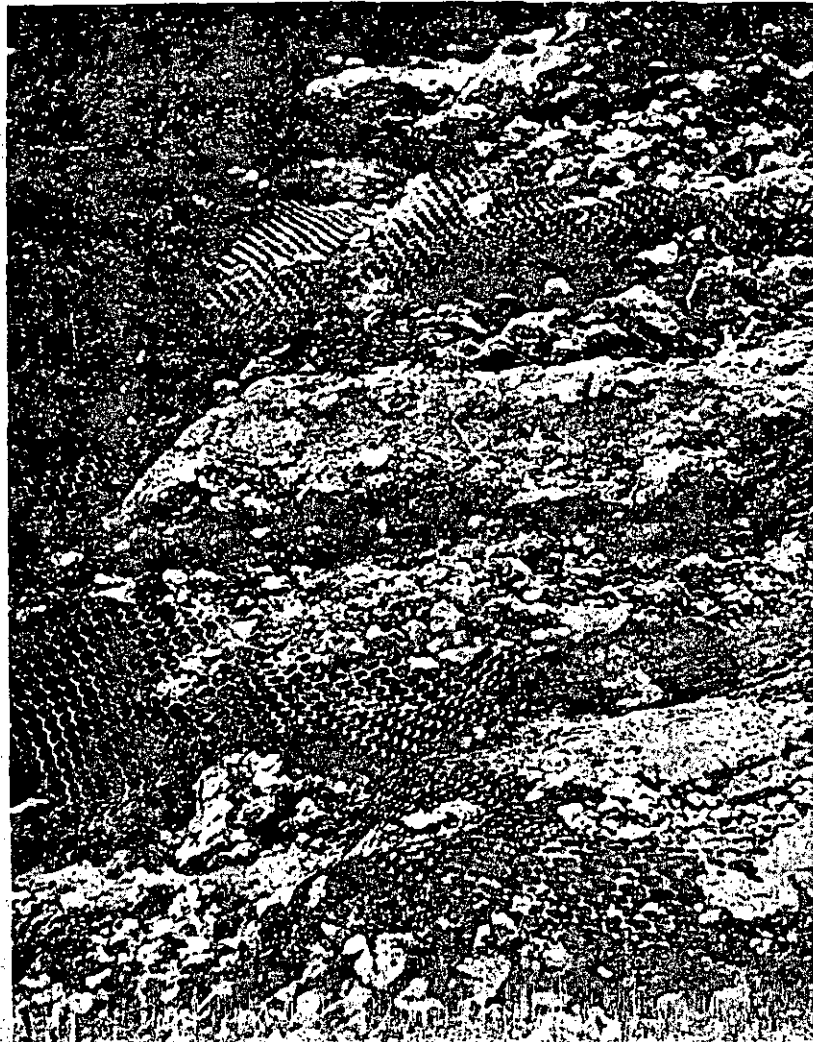
SECTION D-D

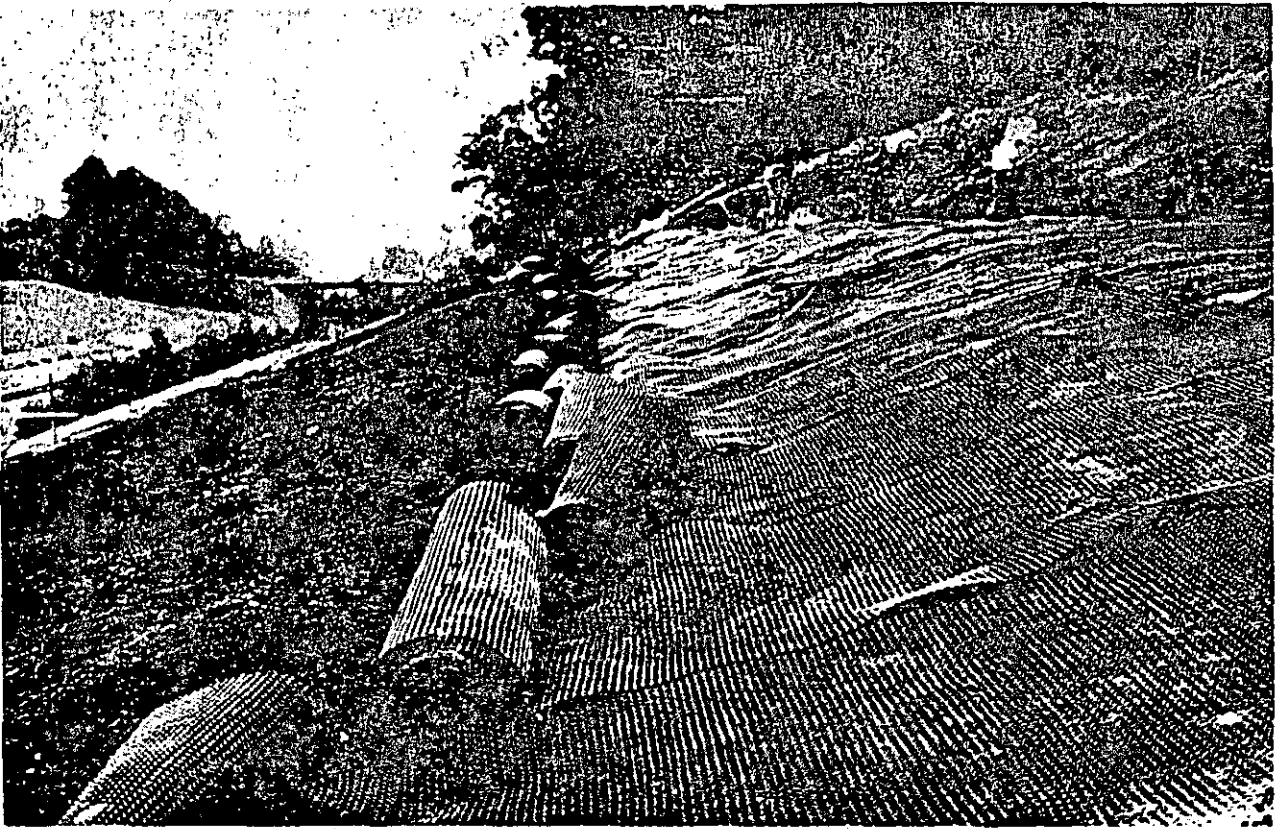
YATTENDON BANK SLIP  
CROSS SECTION D-D

69



Photograph 1





Photograph 4



# **CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**

## **A CASE STUDY**

- 71

# **NETLON**

---

### **PROJECT:**

THE CONSTRUCTION OF SERVICE ROADS & CAR  
PARKS ON POOR QUALITY GROUND

DATE: NOV 1979

---

### **CLIENT:**

LONDON & MANCHESTER ASSURANCE COMPANY LTD

---

### **SPECIFIER:**

OVE ARUP & PARTNERS

---

### **CONTRACTOR:**

SLEEMAN CONSTRUCTION LTD

---

### **PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE131

---

### **ACKNOWLEDGEMENTS:**

---

## **DESCRIPTION OF PROJECT:**

Due to the poor condition of the ground on which the client required roads and car parks built to service a new block of offices, it was found that the use of Netlon grids, rather than any other products, proved to be more successful in overcoming the problem.

The initial soil survey revealed a dense layer of red/brown silty, fine sand to a depth of 3m with water present at approximately 2.5m - suggesting a perched water table. It was initially thought that these conditions would preclude construction work. However, a start was made by stripping 600mm of top soil and a layer of 300mm of hardcore was laid, but as compaction was applied it was found that the hardcore was being punched into the formation. It was concluded that the shear strength of the soil was inversely proportional to the depth. This determined the policy to be adopted for the remainder of the road, which was to leave the existing ground undisturbed, apart from the removal of 150mm of topsoil, and build up the construction thicknesses from there. Fortunately, finished levels were able to be raised to suit.

/cont



Despite the use of a permeable fabric separator on a trial length of road, rutting still occurred (see Photograph 1). However, when Netlon CE131 was used, an immediate improvement was apparent due to its inherent superior frictional properties when placed, providing a positive mechanical lock between the sub-base and the sub-grade - thus restraining any anticipated lateral movement of the sub-base.

The formation was shaped and rolled using a pedestrian roller and Netlon CE131 was laid with 150mm overlaps (see Photograph 2). This proved to be a simple task as the lightweight nature of Netlon made it easy to handle and manipulate even in windy conditions. Initially an attempt was made to spread the sub-base material by dozer. Due to the ground conditions this proved too disruptive to the formation and to the Netlon. An alternative procedure using a crane and a skip was adopted (see Photograph 3) - the spreading of the material being carried out by hand. This method proved to be the most successful and is recommended where adverse ground conditions prevail.

A crusher-run of 75mm down was then laid to a thickness of approximately 100mm and compacted by light rolling. This was followed by a further 200mm of crusher-run and similarly rolled until no further compaction could be achieved. A loaded lorry weighing 13 tons was driven onto the treated area and no rutting occurred (see Photograph 4). 50mm of Type 1 material was then vibrated into the surface. In order to increase the factor of safety in consideration of the heavy construction traffic still to be carried by the road, lean concrete was then laid as a sub-base.

The final specification was as follows:

Surfacing	:	55mm DBM surface dressed
Road-base	:	175mm lean concrete
Sub-base	:	200mm crusher-run on Netlon CE131

Without Netlon the sub-base thickness would have been increased to 500mm minimum. Following the success of the trial section, and mindful of the cost savings achieved, it was decided that Netlon would be employed in the construction of two large car parks at the same site.



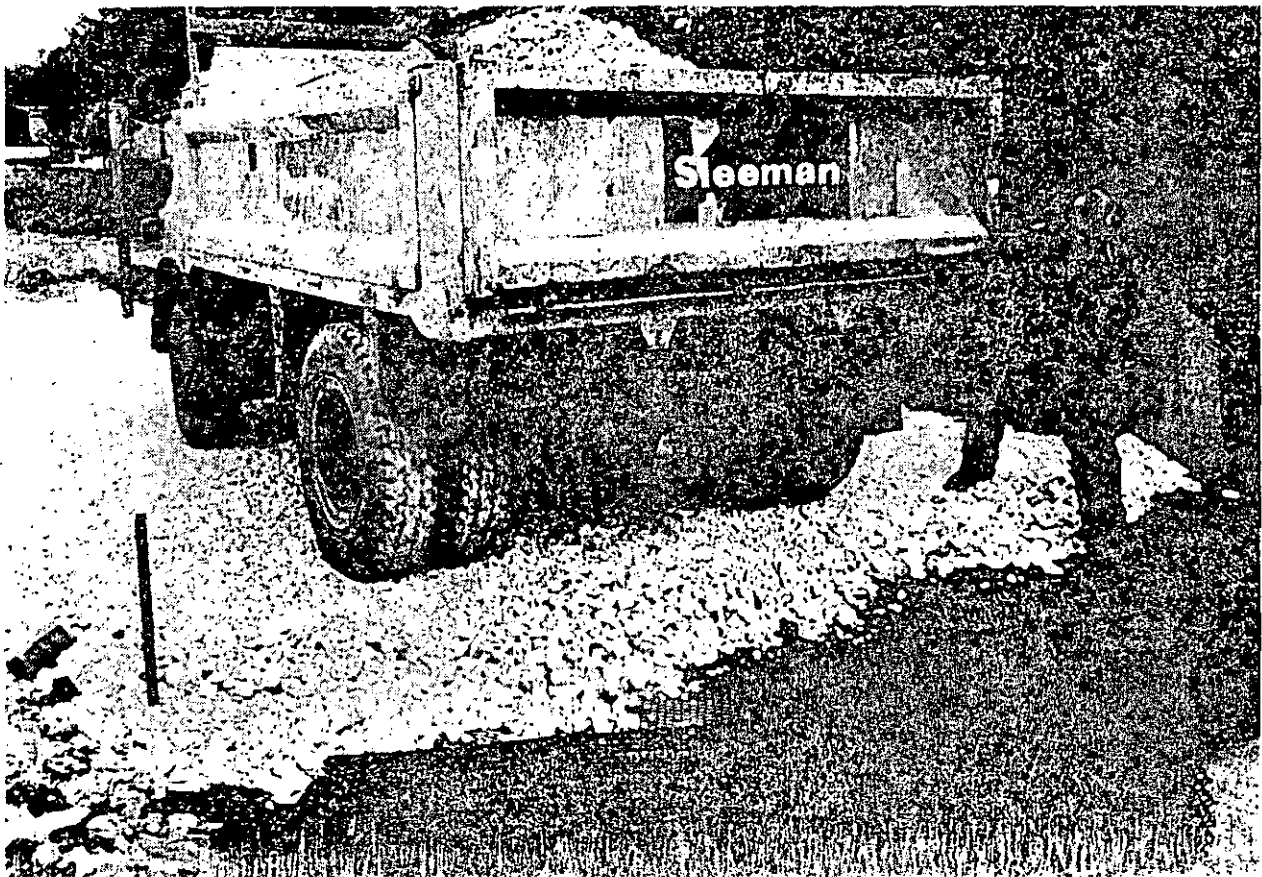
Photograph 1



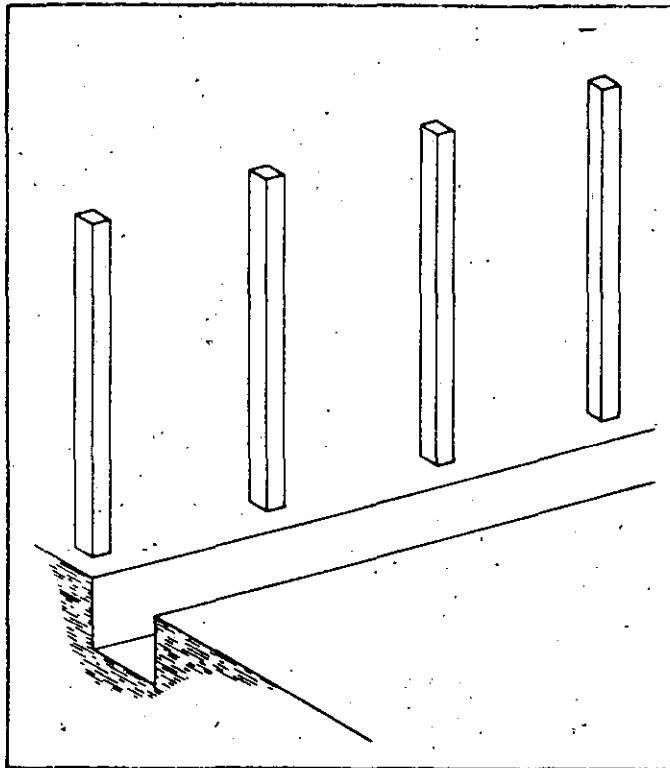
74



Photograph 3

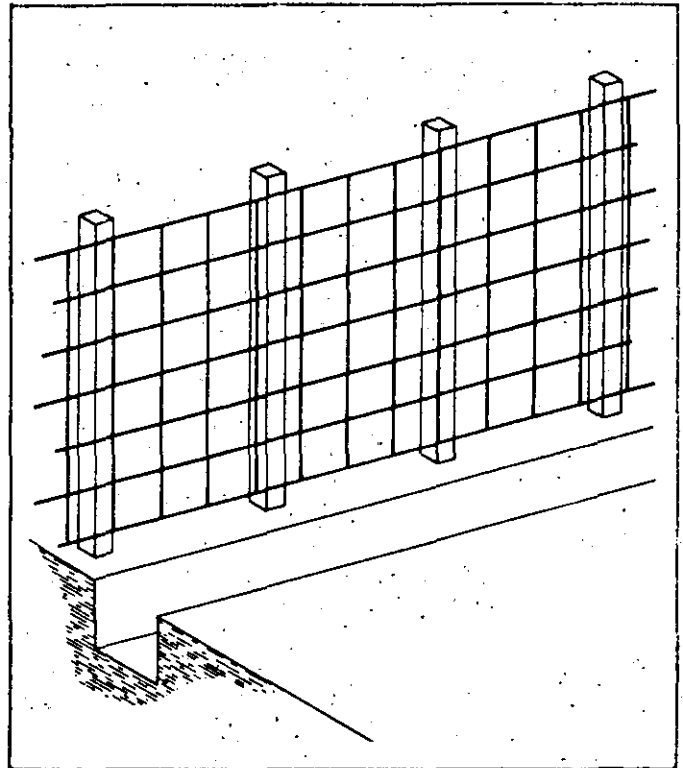


# Construcción de Protecciones contra el Azolvamiento, Utilizando TYPAR®, Membrana Filtrante.

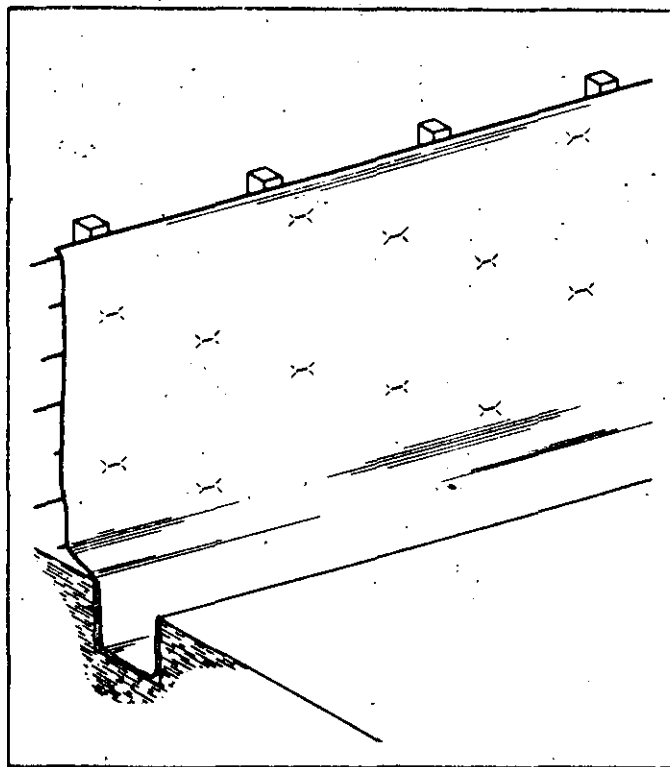


1. Se instalan postes de soporte y se cava una zanja de 15 cms., para reducir la velocidad del agua corriente y evitar arrastre de sedimentos.

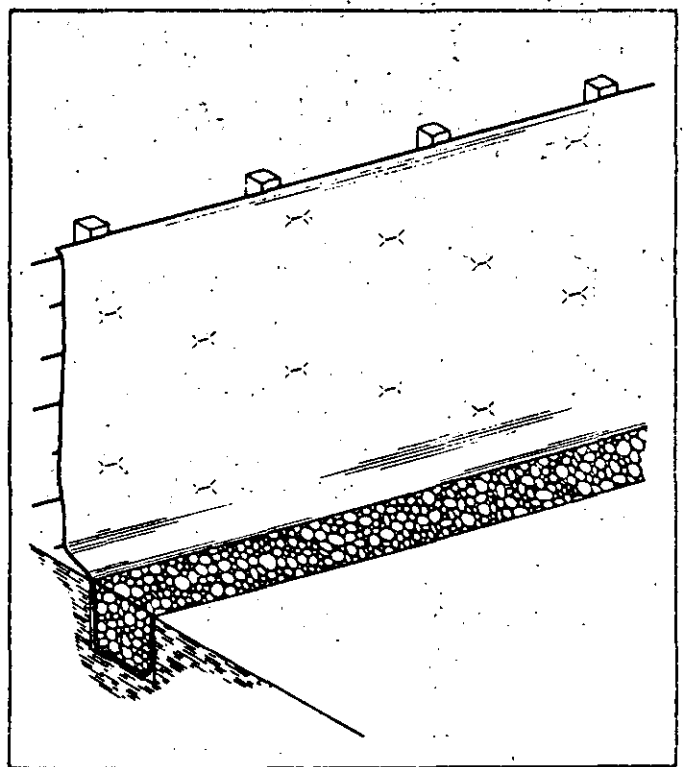
75



2. Se construye un armazón de malla de alambre o de tablas de madera, que servirá de tablero para sostener la membrana



3. Posteriormente, se coloca una tira de TYPAR de 0.90 - 1.20 m. de ancho sobre el armazón, utilizando grapas o alambres para fijarlo. Deje 30-45 cms. adicionales de TYPAR para revestir la zanja de 15 cms.



4. Por último, rellene la zanja con piedras para completar el sistema de anclaje. La membrana tiene una duración de varios meses estando expuesta al sol. En áreas sombreadas durará mucho más.



Si se buscan soluciones prácticas a los problemas de Erosión de Suelos y Azoilamiento, entonces se necesita de la membrana filtrante de Du Pont, TYPAR, para las estructuras de protección. TYPAR simplifica la construcción, proporciona mayor flexibilidad de diseño, contribuye a la mayor duración de la estructura y representa con una pequeña parte del costo de construcción. Los beneficios obtenidos de los puntos anteriores son obvios, especialmente cuando los materiales convencionales son escasos y deben ser transportados grandes distancias.

Los hechos más convincentes al considerar el rendimiento del TYPAR están basados en el hecho de que la investigación y la experiencia prueban que el costo y el consideren acortos. No se garantiza la exactitud de tiempo y los problemas mencionados se resuelven como si fueran el espacio, tiempo y condiciones que los constructores hacen sus propios trabajos de determinar la exactitud de tales productos con sus fines particulares.

Además, la construcción de TYPAR es una de las más sencillas y fáciles de instalar. El uso de TYPAR simplifica el trabajo de construcción y reduce el costo de construcción. El uso de TYPAR simplifica el trabajo de construcción y reduce el costo de construcción. El uso de TYPAR simplifica el trabajo de construcción y reduce el costo de construcción.

**DU PONT, S.A. de C.V.**  
**DÉPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS**  
 Homero No. 206 - 9o. Pto  
 Tel. 250-90-33  
 México 5/D.F.  
 TELEX DU PONT MEX 017 71-010  
 MEXICO



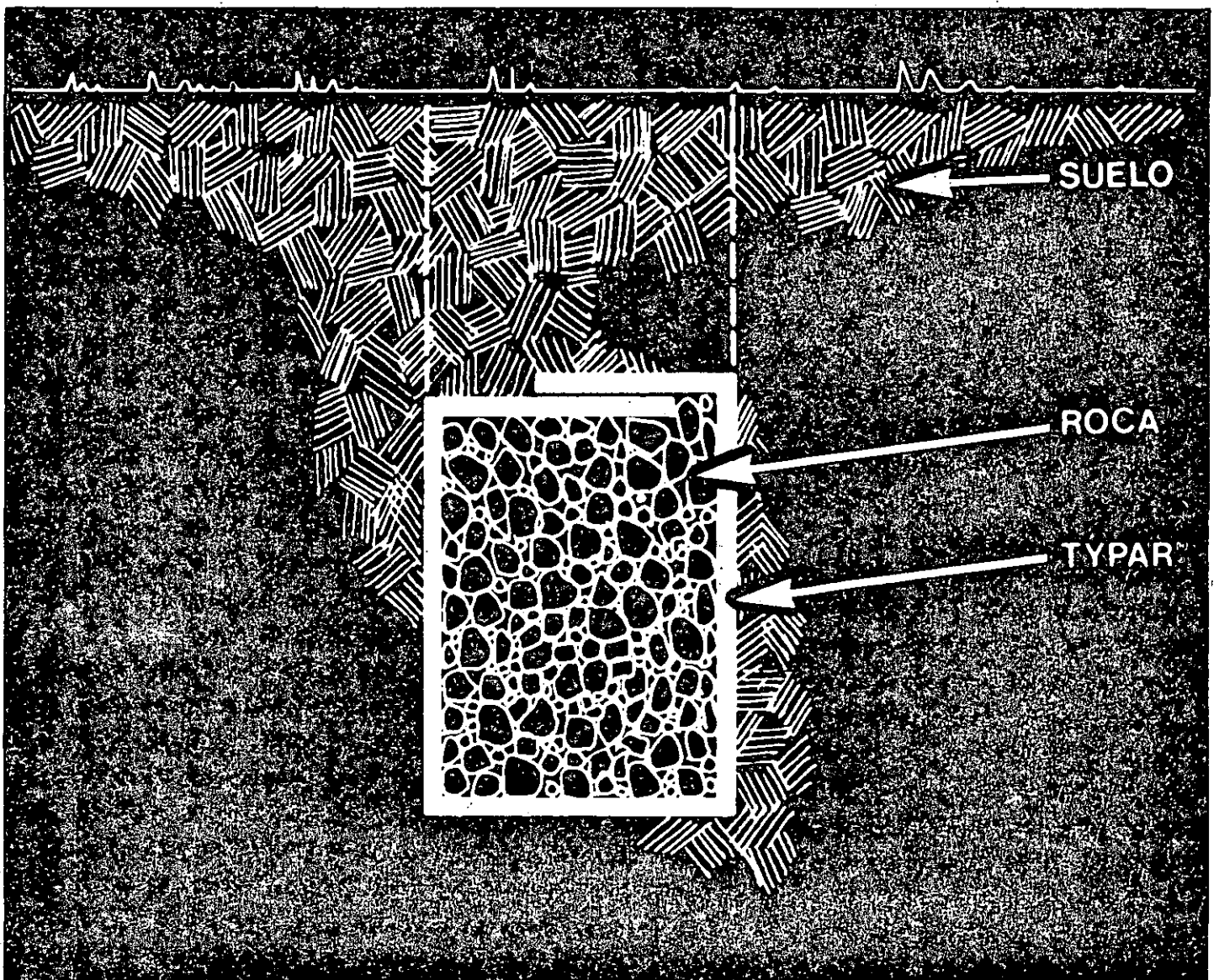
**TYPAR®**

membrana ultrante

# Un método más simple para la construcción de drenajes subterráneos

77

Razones para emplear la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, como sustituto de filtros de arena y de agregados graduados.



# TYPAR trabaja como un filtro de arena y agregados, a menor costo.

Los ingenieros que valúan la importancia de los costos, están empleando la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, en la construcción de sistemas de drenaje más económicos.

TYPAR es una lámina filtrante, no tejida, muy resistente y tenaz, fabricada 100 % de polipropileno, con filamentos continuos, orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la hoja, y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR no se descompone, resiste el moho, los insectos y los agentes químicos comunes.

TYPAR no se encoge, ni crece, ni deshila, y es muy resistente a la perforación y al rasgado. **78**

Tradicionalmente, los drenajes subterráneos se han diseñado usando una combinación de arena, piedra y en algunos casos, tubos perforados. (Fig. 1)

Los sistemas de filtración convencionales son efectivos para retener partículas que pueden ocluir el sistema, pero son complicados y a menudo muy caros. La arena y la piedra son difíciles de colocar y en ocasiones, deben ser transportadas a considerables distancias.

TYPAR se usa como filtro en drenajes subterráneos, porque 1) permite el paso del agua, reteniendo la mayor parte de sólidos con tamaño mayor a 150 micrones 2) simplifica la construcción y 3) es estructuralmente estable. El uso de TYPAR como filtro (Figs. 2 y 3), elimina la mayoría

de las desventajas de los sistemas convencionales, ofreciendo en cambio la ventaja de la larga duración de la envoltura filtrante.

Las paredes de la zanja se pueden construir con la verticalidad que la estabilidad del suelo permita. (Foto 1)

Debido a que todo el trabajo se efectúa desde el nivel del suelo, se elimina el tablaestacado.

Es ideal el uso de TYPAR como filtro en una gran variedad de suelos con menor permeabilidad que la de la membrana.

Estos tipos de suelos son:

- Arcillosos, de alta plasticidad.
- Arcillosos, de baja plasticidad.
- Limos, de plasticidad media.
- Gravas arcillosas, plásticas.
- Arenas arcillosas, plásticas.
- Arcillas orgánicas, plásticas.
- Turba y fango.

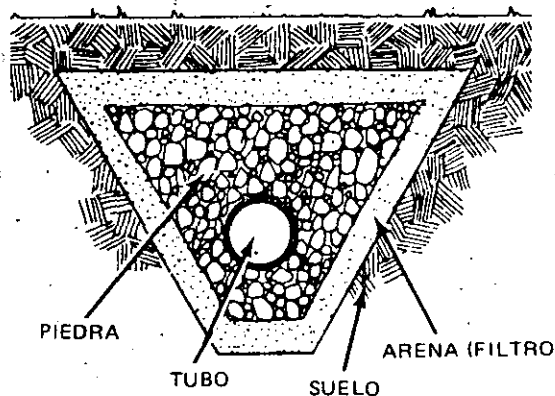


FIGURA 1

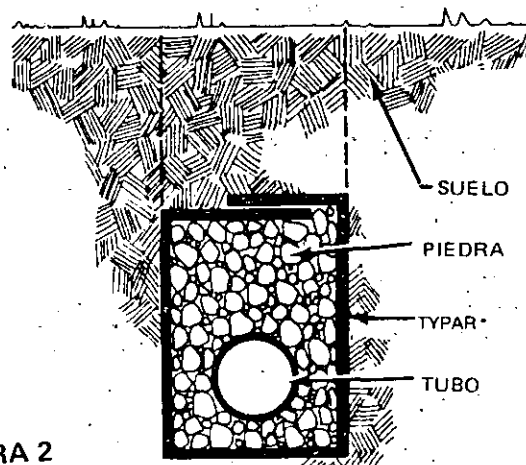


FIGURA 2

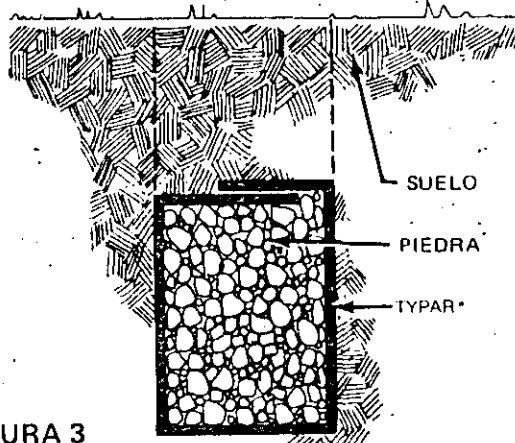


FIGURA 3

FIGURA 1  
SISTEMA DE SUBDRENAJE CONVENCIONAL,  
CON TUBO PERFORADO.

FIGURA 2  
SUBDREN CON TYPAR Y TUBO PERFORADO.

FIGURA 3

SUBDREN CON TYPAR SIN TUBO PERFORADO



## CONSTRUCCION DE UN DRENAJE.

Se emplean tres componentes en la construcción de drenajes en los suelos antes descritos:

79

**TYPAR** - De la longitud y ancho más conveniente para el trabajo.

● **PIEDRA** - Con TYPAR como filtro, se pueden reemplazar los tubos perforados, con agregados gruesos y altamente permeables, en drenajes con moderada o baja descarga. En drenajes con alta descarga donde se utilicen tubos perforados, la piedra no debe contener partículas finas.

● **TUBO** - La selección del tipo de tubo depende de los requerimientos del uso y de aspectos económicos. Tubos de cemento, acero galvanizado o plástico, se pueden combinar con TYPAR.

### INSTALACION.

Si el ancho de TYPAR es suficiente

para envolver completamente la piedra, el canal puede cubrirse longitudinalmente (Foto 2).

El agregado se descarga hasta cierta profundidad, para posteriormente colocar el tubo (Foto 3), después de lo cual se descarga el resto del agregado (Foto 4); entonces se dobla la pestaña de TYPAR sobre la piedra, cuidando que el traslape de las láminas sea al menos 30 cms. Finalmente, se cierra la instalación.

Cuando las dimensiones del sistema son demasiado grandes para colocar longitudinalmente la membrana, ésta se tiende perpendicularmente al canal y a lo largo de toda la instalación, cuidando que el traslape sea de unos 30 cms.. Este método se prefiere en canales profundos, para que la operación de tendido del TYPAR no se adelante demasiado a la de cierre del canal.

En el remoto caso que el TYPAR se rasgara durante la operación, colóquese un parche del mismo material sobre el orificio. El parche debe ser aproximadamente 30 cms. más grande que el orificio.

### DIMENSIONES DEL TYPAR

TYPAR se surte normalmente en dos anchos: 3.84 y 5.00 m. y en dos tamaños de rollo: 91.4, y 274.3 m. Los rollos de 91.4m pueden ser cargados fácilmente por dos hombres.

### RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO.

No obstante que TYPAR no es degradado por los agentes químicos normalmente encontrados en un sistema de drenaje, se debe evitar exponerlo prolongadamente a la luz directa del sol. Para mejores resultados debe conservarse en su envoltura hasta el momento de usarse.



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4

FOTO 1 Zanja con paredes verticales

FOTO 2 Colocación del TYPAR

FOTO 3 Tubo y roca colocados

FOTO 4 Subdren a punto de cubrirse



**TYPAR, MEMBRANA 100 % POLIPROPILENO  
PARA LA INGENIERIA CIVIL**

**80**

**PROPIEDADES FISICAS - ESTILO 3401**

**APLICACIONES COMO SOPORTE DE CAMINOS, ESTABILIZADOR  
DE SUELOS Y TEJIDO FILTRANTE**

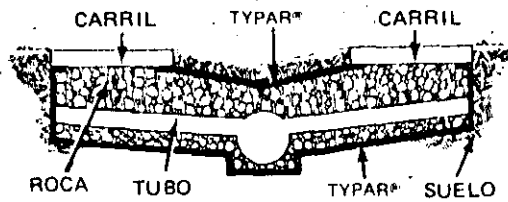
Peso	134 gms/m <sup>2</sup> (4.0 oz./yd <sup>2</sup> )	ASTM D1910
Espesor	40 milésimas (15 mils)	ASTM D1777
Resistencia Tensil	59 Kgs (130 lbs)	ASTM D1682
Estiramiento hasta falla	62 %	ASTM D1682
Rotura trapezoidal	32 Kgs (70 lbs)	ASTM D2263
Falla de Mullen	12 Kg/cm <sup>2</sup> (170 psi)	ASTM D774-46
Peso específico	0.95	
Abertura equivalente		
EOS	Malla 70 a 100 (U.S.Std)	ASTM D422
Flujo	9370 lts/m <sup>2</sup> /min con 25 cms. de tirante de agua (230 gal/ft <sup>2</sup> /min con 10 plgs. tirante agua)	EURM-100*
Coef. de Permeabilidad de Agua (K)	2 X 10 <sup>-2</sup> cm/seg	EURM-100*
Módulo	545 Kgs. (1200 lbs)	ASTM D1682
<b>Resistencia Deformante</b>		

Elongación %	Carga		Deformación		
	Kgs/cm	(lbs/plg)	Kgs/cm/gm/m (lbs/plg/oz./yd.)		
5	4	(22.8)	0,043	(5.7)	0.0
10	5	(29.2)	0,055	(7.3)	1.2
15	6	(32.4)	0,061	(8.1)	1.9

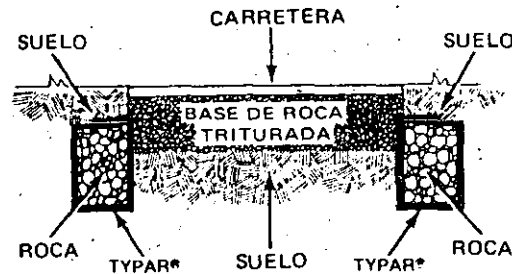
Encogimiento:		
132 C	(270 F)	1 %
149 C	(300 F)	3 %
171 C	(340 F)	Se funde

**Descripción Idónea:** Estructura laminada compuesta totalmente de filamentos isotácticos ininterrumpidos de polipropileno, orientados y unidos por calor generalmente en los puntos de cruce, con peso de 134 ± 18 gms/m<sup>2</sup> (4. ± 0.5 oz./yd<sup>2</sup>).

\* Procedimiento de prueba de E.I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)



**DREN CENTRAL EN CARRETERAS**



**DREN DE HOMBRO EN CARRETERAS**

Los hechos aquí consignados así como las recomendaciones que se hacen, están basados en nuestra propia investigación y la de otras personas. Se ofrecen sin costo y se consideran exactas. No se garantiza su exactitud; sin embargo, y los productos mencionados se distribuyen asimismo sin garantía expresa o implícita condicionados a que los receptores hagan sus propias pruebas para determinar la adecuación de tales productos para sus fines particulares. Asimismo, las declaraciones relativas a los posibles usos de nuestro producto no llevan la intención de recomendarlo para ser usado infringiendo alguna patente propiedad de Du Pont o de otros.

Para mayor información sobre el uso de TYPAR en subdrenajes, póngase en contacto con nosotros.

Du Pont, S.A. de C.V.  
Departamento de Explosivos  
Homero 206 - 9o. Piso  
México 5, D.F.  
Tel. 250-90-33  
México

TELEX DU PONT MEX 017-71-310



# SOLUCIONES

81

LOS PROBLEMAS DE  
EROSIÓN DE SUELOS  
Y AZOLVAMIENTO

con

# TYPAR®

membrana filtrante

Las instalaciones de Control de Erosión quedan comprendidas dentro de dos grandes clasificaciones: (1) Estructuras para la protección de costas y (2) Estructuras terrestres.

Existen tres tipos de estructuras para la protección de costas:

## 1. REVESTIMIENTOS.

- ENROCAMIENTOS
- GAVIONES.
- LOZAS DE CONCRETO, MALLAS Y CUBIERTAS.
- COSTALERAS DE CONCRETO O DE ARENA.

## 2. MUROS DE CONTENCION

- PILOTES DE ACERO O DE MADERA.
- HUACALES DE MADERA CON RELLENO DE PIEDRA.
- PILOTES DE MADERA Y MALLA DE ALAMBRE RELLENOS DE PIEDRA.
- MUROS DE SACOS DE ARENA.

## 3. DISPOSITIVOS PARA GANAR TIERRA AL MAR.

- ARISTAS DE CHOQUE.
- ROMPECLAS, ESPOLONES.

La función básica de las estructuras protectoras de costas, es la de minimizar la erosión del suelo inducida por la acción del oleaje y de las corrientes a lo largo de la costa, que son provocadas por tormentas o por inundaciones, así como absorber y disipar las fuerzas inducidas por el agua.

Generalmente, las estructuras protectoras de costas tienen un alto costo de instalación, pero son necesarias para conservar y proteger terrenos costeros de gran valor económico.

Las estructuras terrestres incluyen diferentes revestimientos y tipos de contención, así como instalaciones temporales, como los muros contra azolvamiento y las barreras de maleza.

## ¿Por qué usar membranas filtrantes?

En las instalaciones contra la erosión de suelos, el usar membranas filtrantes ofrece grandes ventajas estructurales, ya que:

- Simplifican la construcción.
- Proporcionan mayor flexibilidad de diseño.
- Contribuyen grandemente a la mayor duración de la estructura.

Las importantes implicaciones económicas de tales ventajas, han contribuido a su rápida aceptación mundial.

Además, las membranas filtrantes:

- Son fáciles de instalar.
- Efectivamente retienen las partículas finas, minimizando el deslave y arrastre del suelo protegido.
- Permiten que el agua fluya a través de ellas, liberando la presión hidrostática.

## ¿Por qué usar la membrana filtrante TYPAR® de Du Pont?

La membrana filtrante TYPAR® es una solución práctica y económica a problemas de erosión de suelos, ya que:

- TYPAR® posee la combinación adecuada de resistencia mecánica, resistencia química, abertura y permeabilidad.
- TYPAR® conserva sus propiedades estando seco o mojado.

Adicionalmente, TYPAR® es una membrana 100 % polipropileno, muy resistente y tenaz, no tejida con filamentos continuos orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la lámina y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR® no se descompone ni le afectan los insectos ni los agentes químicos normalmente encontrados.

TYPAR® es muy resistente a la perforación, rasgado, deshilado, encogimiento y elongación.

# Uso de TYPAR<sup>®</sup>, Membrana Filtrante, en Instalaciones de Control de Erosión de Suelos



**1. LAYING TYPAR** Se ampara TYPAR debajo de la capa de arena para la erosión del suelo. Se coloca un colchón de arena sobre la membrana para protegerla durante la desmontaje de la



**2. MODO DE CONTENCIÓN** El modo de contenido de los materiales. El TYPAR previene el deslizamiento de la arena que se acumula dentro del muro.



**3. CAYONES** Se coloca la membrana por debajo de los muros de 2000 mm de altura. El proceso de instalación debe ser similar al de la instalación de un muro de 1000 mm de altura.



**4. TYPAR** Colocado por debajo de la estructura de 2000 mm de altura. El proceso de instalación debe ser similar al de la instalación de un muro de 1000 mm de altura.

## Recomendaciones para la Instalación de TYPAR<sup>®</sup> en el Control de la Erosión de Suelos.

- o Generalmente un traslape de 50-90 cm. Es suficiente pero en el caso de estructuras pesadas como el tipo de muro de retención se requiere un traslape de 120-150 cm. Si se utiliza bloques o rocas para fijar la membrana durante la construcción.
- o No debe haber un vacío entre el TYPAR y el suelo y la estructura de protección. Y un objetivo de la membrana es prevenir el movimiento del suelo. Manténgase la membrana en contacto con la base.
- o Antes de desmontar cualquier persona se debe comenzar la superficie de la membrana con un colchón de 10-15 cm de arena gruesa o tierra. Una vez hecho lo anterior se deposita el material pesado comenzando por la parte inferior del muro y continuando hacia la parte superior.

- o No se debe exponer al TYPAR a la acción directa de las olas especialmente si el impacto es grande o directo de tipo lateral. Si no se encuentra firmemente la membrana, ésta puede desmenuzarse y la estructura se podría bajar.
- o Si se puede, más sea posible, se debe proteger la base de la estructura con el tipo de suelo de fondo. La instalación por socavamiento. Antes de instalar el TYPAR en la parte superior del muro, asegure una parte de la membrana que quede bajo el suelo. Cobrá con tierra y pautilla para la vegetación crecer sobre esa zona.
- o En las áreas donde haya inundaciones se necesitará un anclaje más firme para evitar que la corriente se meta debajo de la membrana y la desplace. Removiendo la roca fuera de su lugar.

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS  
VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1984 EN COLIMA, COL.

---

M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO  
JEFE DE LA OFICINA DE GEOTECNIA  
DE LA DIRECCION GRAL. DE CONSER-  
VACION DE OBRAS PUBLICAS S.C.T  
INSURGENTES SUR No. 664-9o. PISO  
TEL. 687-59-80

ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL  
JEFE DEL DEPTO. DE ESTUDIOS GEOTERMICOS  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS TECNICOS  
S.C.T  
XOLA Y AV. UNIVERSIDAD  
TEL. 530-46-77

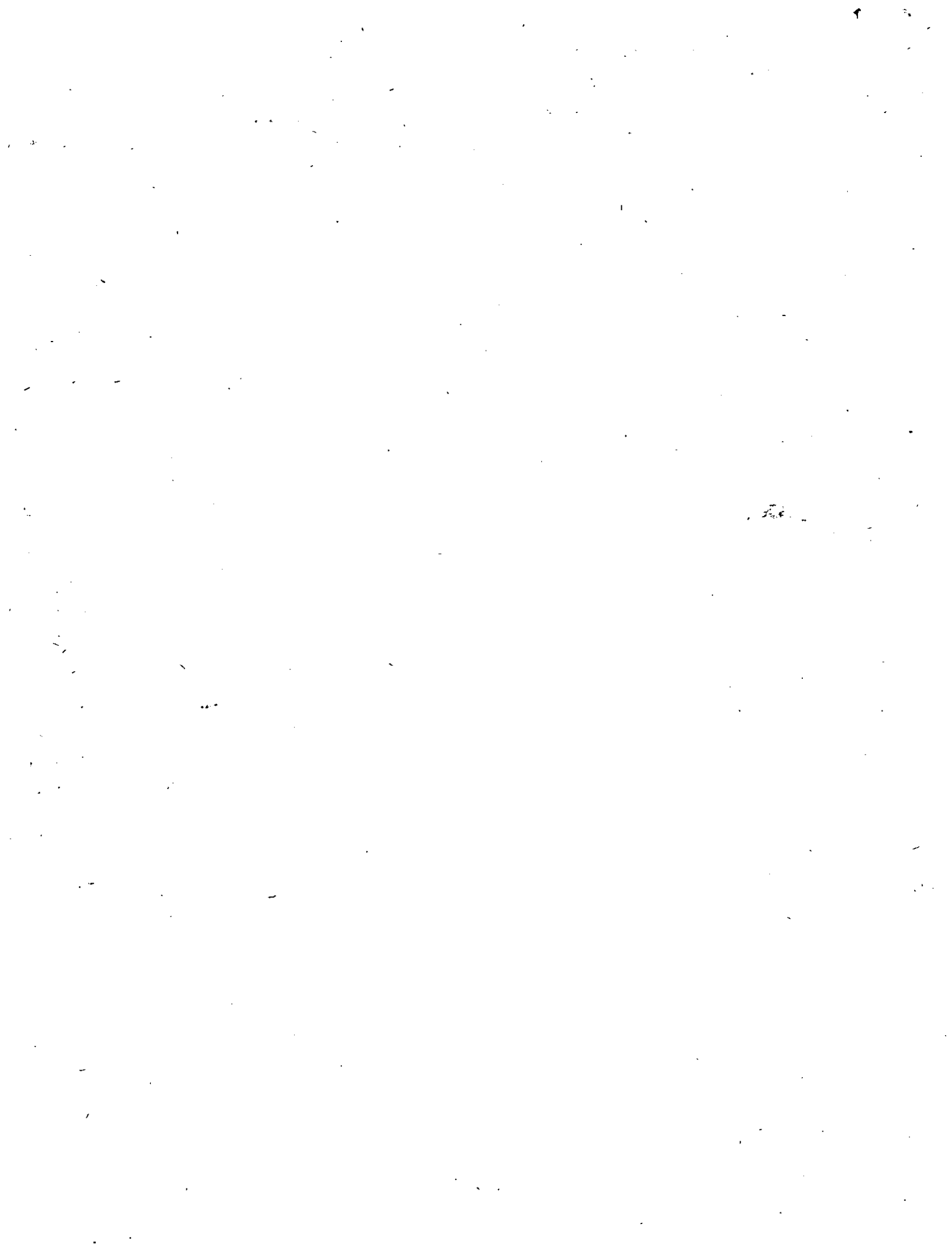
# EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

1

**CURSO:** GETECNIA PLICADA A LAS VIAS TERRESTRES.

**FECHA:** 5 AL 9 DE NOVIEMBRE  
COLIMA, COL.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIO VISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
<b>CONFERENCISTA</b>						
1.	M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO					
2.	ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL					
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
<b>ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10</b>						





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE , COLIMA, COLIMA

INTALACIONES TIPO PARA INSTALAR  
GEOTEXTILES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TEMAS GENERALES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE EN COLIMA, COL.

- INTRODUCCION
- SUBDRENAJE
- ESTABILIDAD DE TALUDES
- TERRACERIAS EN TERRENOS BLANDOS
- COMPACTACION
- BANCOS DE MATERIALES
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- MESA REDONDA

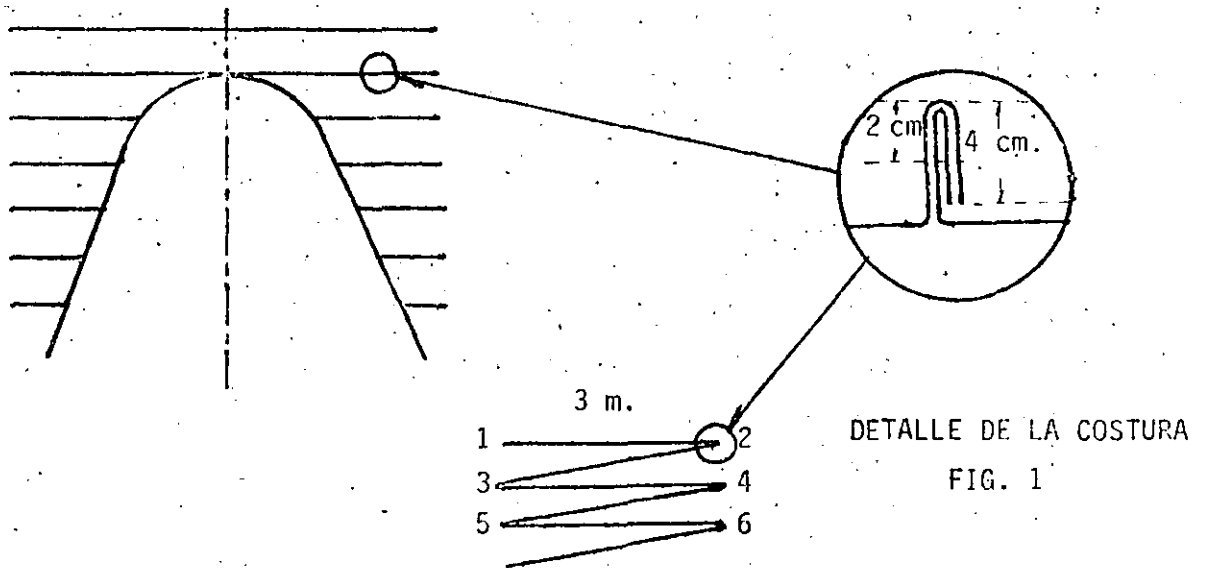


## ESPECIFICACIONES "TIPO" PARA INSTALAR GEOTEXTILES

1. Los terraplenes y las bermas indicadas en el proyecto se construirán sobre un Geotextil Fijasol CE-M.300, o similar, fabricado en México, el cual deberá instalarse en el terreno, después de haber preparado éste removiendo toda vegetación que tenga 2.5 cm. de diámetro o mayor, conforme a lo indicado a continuación:

1.1 En un lugar sin tirante de agua, se colocarán base contra base 6 rollos de Geotextil, de 3.00 m. de ancho y 100 m. de longitud cada uno, desenrollando la longitud total, o la que equivalga al ancho del terraplen y bermas más un 25% aproximadamente.

1.2 Cósanse los 6 rollos de Geotextil a lo largo de los 100 m., con el hilo de poliéster suministrado junto con el Geotextil, empleando una cosedora de sacos (Fischben Modelo D(CC12-24), o similar). Para coser los geotextiles deberán voltearse los bordes de los tramos a unir, empalmándolos 4 cm. como se muestra en el detalle de la Fig. 1, realizando la costura a la mitad de los empalmes, es decir, a 2 cm. del borde.



1.3 La tira formada con los 6 rollos de geotextil se doblará a lo ancho, de modo semejante a un acordeón, con el objeto de que pueda manejarse con facilidad, pudiendo sujetarse con pinzas de presión o cualquier otro dispositivo semejante.

- 1.4 Doblada en la forma indicada, se llevará la tira hasta el lugar donde se iniciará la construcción del terraplen y se colocará centrada en ángulo recto con respecto al eje del trazo. Fijando el principio de la tira sobre terreno firme, se extenderá una cuarta parte de ella (hasta donde aparezca la primera costura) y se descargará sobre la misma el material que formará la plantilla de trabajo, cuidando de extender éste desde el centro hacia los lados. El resto de la tira que aún no ha sido desdoblada, en posición más o menos vertical quedará como punta de avance.
  - 1.5 Continúese desdoblando la tira hasta que sólo quede al descubierto el último tramo del geotextil que se cosió.
  - 1.6 Repitánse los puntos 1.1, 1.2 y 1.3 y llévese la nueva tira formada hasta el sitio de trabajo, donde se coserá al borde de la lámina que quedó al descubierto, y continúese colocando el geotextil conforme a lo indicado en los puntos 1.4 y 1.5.
2. La parte inferior del terraplén (plantilla de trabajo), se construirá a volteo siguiendo el procedimiento conocido como "punta de flecha" hasta abarcar todo el ancho de la sección, con material procedente de las dunas ubicadas en la zona cercana. El material deberá bandearse con 7 pasadas de tractor D-6, ó similar, extendiéndolo simétricamente desde el centro hacia los lados. El tránsito de camiones sobre la plantilla en construcción, se permitirá hasta que ésta última haya sido bandeada.

Durante el proceso constructivo, en general se presentarán asentamientos y deformaciones, por lo que el material que se deposite en la -  
plantilla de trabajo se deberá acomodar, redistribuir y renivelar -  
constantemente hasta que la plantilla quede a la cota ordenada por el  
proyecto (aproximadamente 0.60 m. arriba del tirante de agua).

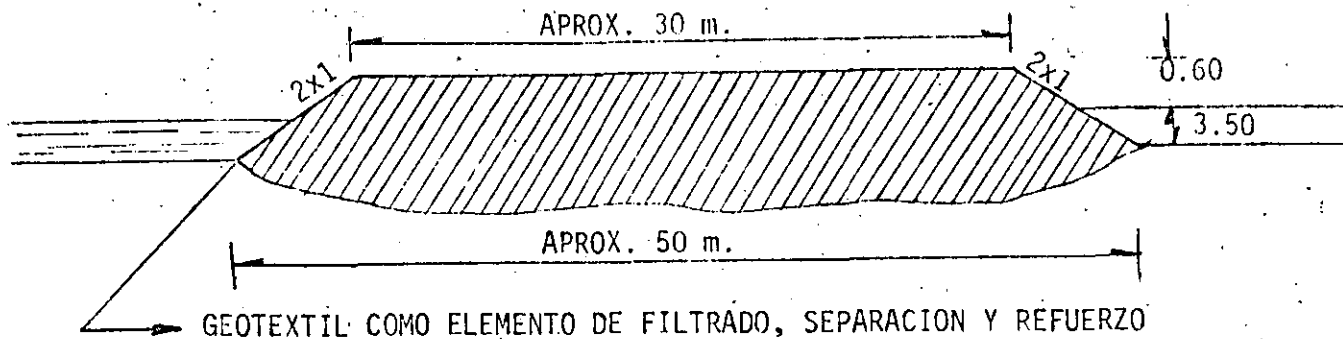


FIG. 2

3. A continuación, se procederá a la construcción de las bermas indicadas en el proyecto (con un ancho de 10.00 m. y talud de 4:1) hasta la altura de la plantilla de trabajo, con material de los bancos a ambos lados de la plantilla de trabajo, aplicándose un tratamiento de bandeado con 8 pasadas de tractor D-6 ó similar.
4. En este paso, se construirá el cuerpo del terraplén y simultáneamente se terminará la construcción de las bermas hasta su nivel de proyecto. Para la terminación de las bermas se seguirá empleando material de las dunas de arena antes indicadas. En la construcción del cuerpo del terraplén se utilizará material procedente de los bancos cercanos aprobados para tal fin, compactándolo por capas al 95%.

CORTE D - D'

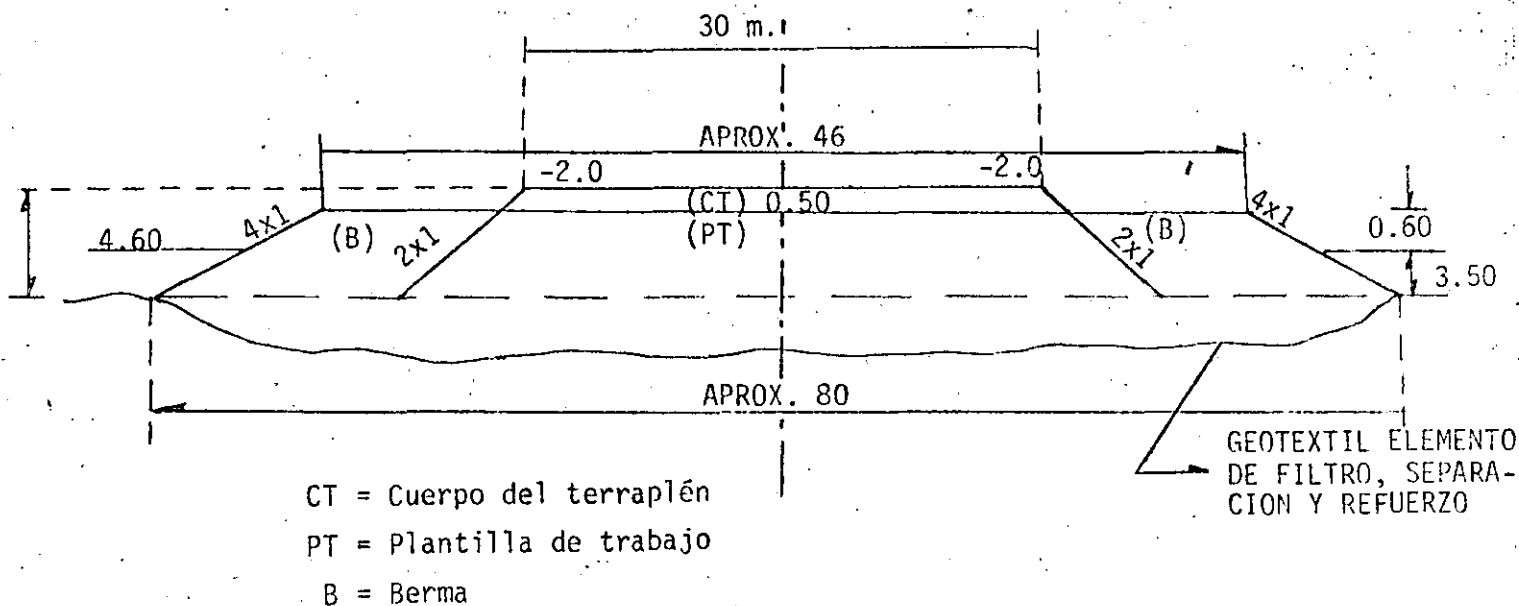
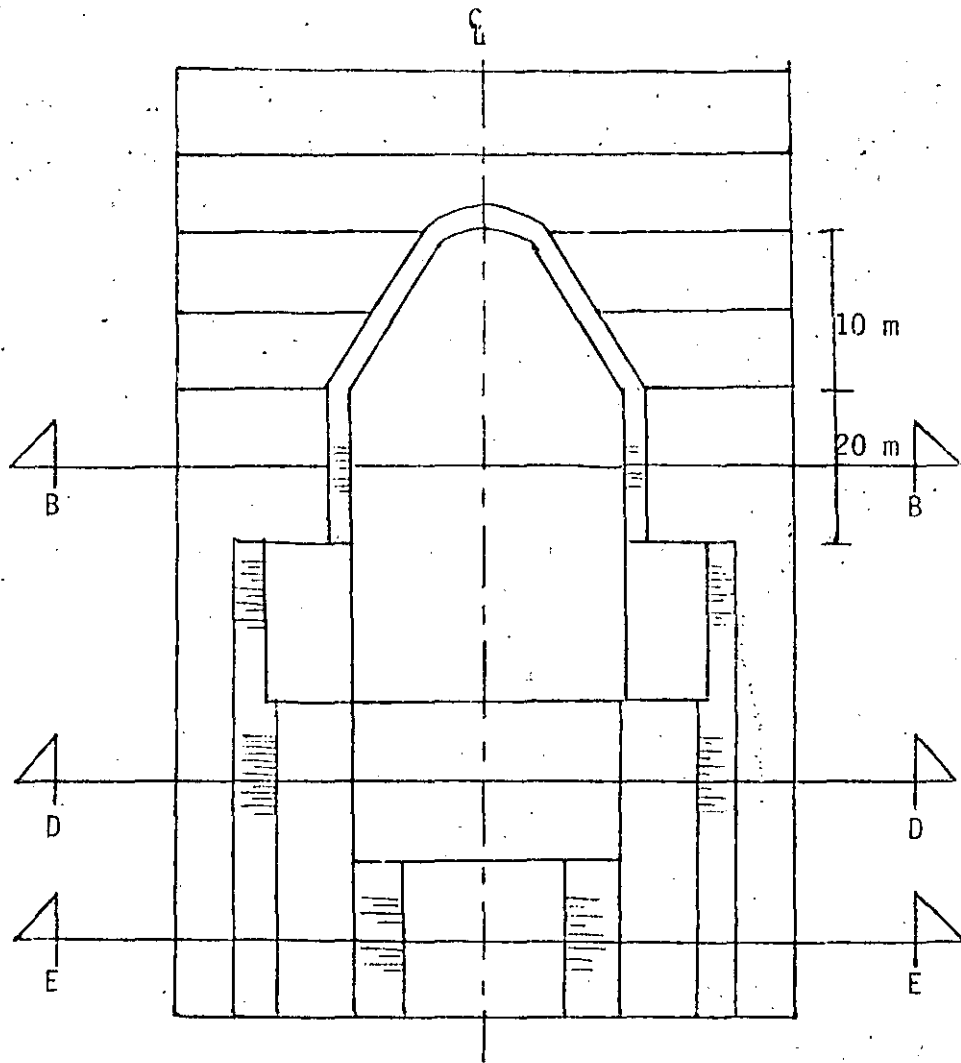


FIG. 3





ETAPAS DE AVANCE

FIG. 5

6. Terminada la construcción del terraplén y corregidos los asentamientos y deformaciones observados, cuando el Ingeniero de Proyecto lo estime conveniente, se procederá a escarificar y remover el material de la precarga hasta el nivel de la sub-rasante a la cota especificada en el proyecto. El material escarificado se volteará sobre las bermas, extendiéndose en éstas con pendiente del 3% y conforme a las instrucciones del Ingeniero.

7. Posteriormente, los 30 cm. correspondientes a la capa subrasante se escarificarán para darle al material una compactación de 100%.

El Contratista encargado de la construcción de las obras, deberá ajustarse al ritmo y frentes de trabajo que le fije el Ingeniero.

#### OBRAS DE DRENAJE.

El Ingeniero ordenará la construcción de las obras de drenaje, posteriormente a la construcción de las terracerías, cuando éstas hayan alcanzado el 80% del asentamiento previsto y tomando en cuenta su comportamiento observado.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO "GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

INTRODUCCION A LOS GEOTEXILES Y SUS  
APLICACIONES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.

## INTRODUCCION A LOS GEOTEXTILES Y SUS APLICACIONES

El presente documento tiene por objeto definir el término GEOTEXTIL, enumerar los tipos que se conocen a la fecha y describir algunas de sus aplicaciones. Con el término geotextil definimos a las telas que se usan en la Geotecnia, existen diferentes tipos de geotextiles de acuerdo a su fabricación y al tipo de fibras que lo constituyen.

### TIPOS DE GEOTEXTILES

De acuerdo a su fabricación existen tres tipos distintos que son:

- a) Materiales entrelazados.- Son los que todo el mundo conoce y consisten en dos series de hilos y/o fibras y/o cables, generalmente entrelazados en forma perpendicular o poligonal constituyendo una verdadera malla.
- b) Materiales que constituyen una verdadera tela, también muy usados y son aquellos que están constituidos por fibras unidas mediante un verdadero tejido de punto.
- c) Materiales no tejidos. Consisten en fibras que se colocan al azar - estos tipos de geotextiles no son muy conocidos por lo que merecen la explicación que se da a continuación:

La etapa inicial de su fabricación consiste en colocar en la zona que se quiera reforzar, las fibras al azar formando una tela heterogénea sin resistencia; en una segunda etapa la resistencia de la tela se obtiene por alguno de los procedimientos de unión química, térmica o mecánica que se indica a continuación.

**UNION QUIMICA.** Se le agrega una sustancia química a las fibras para unir las y formar la tela.



UNION TERMICA. Con las fibras colocadas al azar son calentadas y comprimidas, lo que causa su fundición parcial y que se adhieran entre si.

UNION MECANICA. Por traslape y cosido de geotextiles de menor tamaño.

Los geotextiles no tejidos son relativamente gruesos ( de 2 a 5mm de espesor) mientras que los otros son más delgados (0.5 a 1mm).

En resumen un geotextil se puede obtener por la combinación de dos o más tipos de fabricación.

POLIMEROS. Los geotextiles difieren de los polímeros porque estos pasan a formar las fibras de los geotextiles entre los polimeros más empleados se cuentan el poliester, polipropileno, el polietileno, etc.

Con respecto al intemperismo químico y biológico propiciado por el terreno natural, se pueden esperar decenas de años en la vida util de los mismos en un ambiente normal. Pero en medios donde se encuentran combustibles como el diesel, ácidos altamente concentrados o las aguas alcalinas pueden tener un envejecimiento prematuro; por otra parte todos los polímeros son afectados por la luz, por lo que en su fabricación y colocación es necesario evitar su exposición a los rayos solares; sobre todo a tiempos de exposición muy largos de luz ultravioleta. En algunos casos el geotextil estará permanentemente expuesto a la luz, por lo que debe protegerse.

#### APLICACIONES DE LOS GEOTEXTILES

En la práctica un geotextil puede tener una o varias aplicaciones; en este

artículo se describen algunas aplicaciones y se da un ejemplo en cada caso.

1.- Dren.- La tela geotextil se coloca en un suelo de baja permeabilidad, a través del cual fluye lentamente el agua; la función del geotextil será la de captar el agua y trasladarla al exterior.

Ejemplo: Un dren chimenea en el talud de aguas abajo del corazón impermeable de una presa de materiales graduados. Fig. 1.a

2.- Membrana impermeable.- La tela geotextil se impregna de un material aislante, en este caso a diferencia de los demás se tiene un geotextil modificado. El material aislante puede ser asfalto o el plástico su función, es detener los líquidos y gases.

Ejemplo: Recubrimiento de un canal ( Fig. 1.b. )

3.- Subdrenes de zanja.- La tela geotextil forma parte del subdren y a manera de envoltura sirve para que capte y pase el agua a través de él, pero no permite que pase el suelo fino.

Dos circunstancias deben distinguirse:

- Se presenta un flujo laminar: como ejemplo se tiene un subdren de zanja. ( Fig 1.c. )

- Flujo dinámico; como ejemplo se tiene la protección de un muelle en el que el geotextil se coloca entre el talud natural y el enrocamiento que forma el muelle. ( Fig. 1.d )

4.- Filtro.- La tela geotextil es colocada con el objeto de detener las partículas sólidas que contiene un fluido viscoso, dejando pasar solo el agua .

Ejemplo: Pozo de decantación ( Fig. 1.e. )

5.- Soporte o apoyo.- La tela geotextil se coloca entre una membrana impermeable y un material agrietado con el fin de prevenir que se reviente la membrana.

Ejemplo: El fondo de un canal viejo agrietado y que es revestido o pavimentado. ( Fig. 1. f )

6.- Separador de materiales.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tiendan a mezclarse e incrustarse entre otras cosas por los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas o por peso propio; su función es mantener separados estos materiales o suelos y minimizar la incrustación.

Un ejemplo es la colocación de la geotextil sobre el terreno natural que soporta el balasto de una vía de F.F.C.C. ( Fig. 1. g )

7.- Superficie de rodamiento: La tela geotextil se coloca sobre el terreno natural para suministrar una superficie de rodamiento plana y limpia para el tránsito.

Ejemplo: Helipuerto sobre el terreno natural. ( Fig. 1.h. )

8.- Malla de contención.- La tela geotextil se coloca sobre un talud de una masa de roca y/o suelo, con el fin de prevenir caídos.

Ejemplo: Malla colocada sobre un talud. ( Fig. 2.a )

9.- Membrana.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tienen diferentes resistencias; su función es la de retener los esfuerzos que le produzca una carga en la capa de mayor resistencia.

Ejemplo: Camino revestido para impedir que las llantas de un vehículo se hundan sobre la capa subrasante formada por material de mala calidad. ( Fig. 2. b )

- 10.- Anclaje.- La tela geotextil une a dos masas de suelo y roca las -  
cuales tienden a moverse.  
Ejemplo: Los anclajes de un muro de retención. ( Fig. 2. c )
- 11.- Fijadora.- La tela geotextil se coloca sobre un suelo cuyas partícu-  
las tienen tendencia a moverse.  
Ejemplo.- Prevención de la erosión de un talud ( Fig. 2. d )
- 12.- Refuerzo.- La tela geotextil se coloca en un suelo que no es capaz  
de tomar los esfuerzos de tensión, su función es absorber dichos -  
esfuerzos.  
Ejemplo: Masa de suelo armada con capas múltiples de geotextiles.  
( Fig. 2. e )
- 13.- Amortiguador.- La tela geotextil se coloca sobre una masa de suelo  
sometida a impactos y vibraciones, su función es reducir la inten-  
sidad de los impactos y vibraciones transmitidas a la masa de suelo.  
Ejemplo: El uso de un geotextil entre los durmientes y el balasto.  
( Fig. 2 . f )
- 14.- Refuerzo para evitar agrietamientos superficiales.- La tela geotex-  
til se colocará entre dos capas que tienen una tendencia a reflejar  
las grietas ; su función será evitar que se transmita el agrietamien-  
to de la capa inferior a la superior. ( Fig. 2. g )  
Ejemplo: Prevenir que se refleje el agrietamiento sobre la superfi-  
cie de rodamiento, de un pavimento.
- 15.- Ligadura.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que no  
deben tener movimientos, su función será incrementar su resistencia  
( adherencia y fricción ) entre esos materiales ( Fig. 2. h. )

16. Lubricante.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales los -  
que se deben desplazar entre si; su función es reducir su resistencia  
en la superficie de contacto ( adherencia y fricción )

Ejemplo: Una capa multiple de concreto, geotextil, geomembrana y - -  
pavimento para un recubrimiento de un canal donde se esperan movimientos  
diferenciales. ( Fig. 2. i )

México,D.F. 23 de Octubre de 1984.

M. en I. Gabriel García Altamirano.

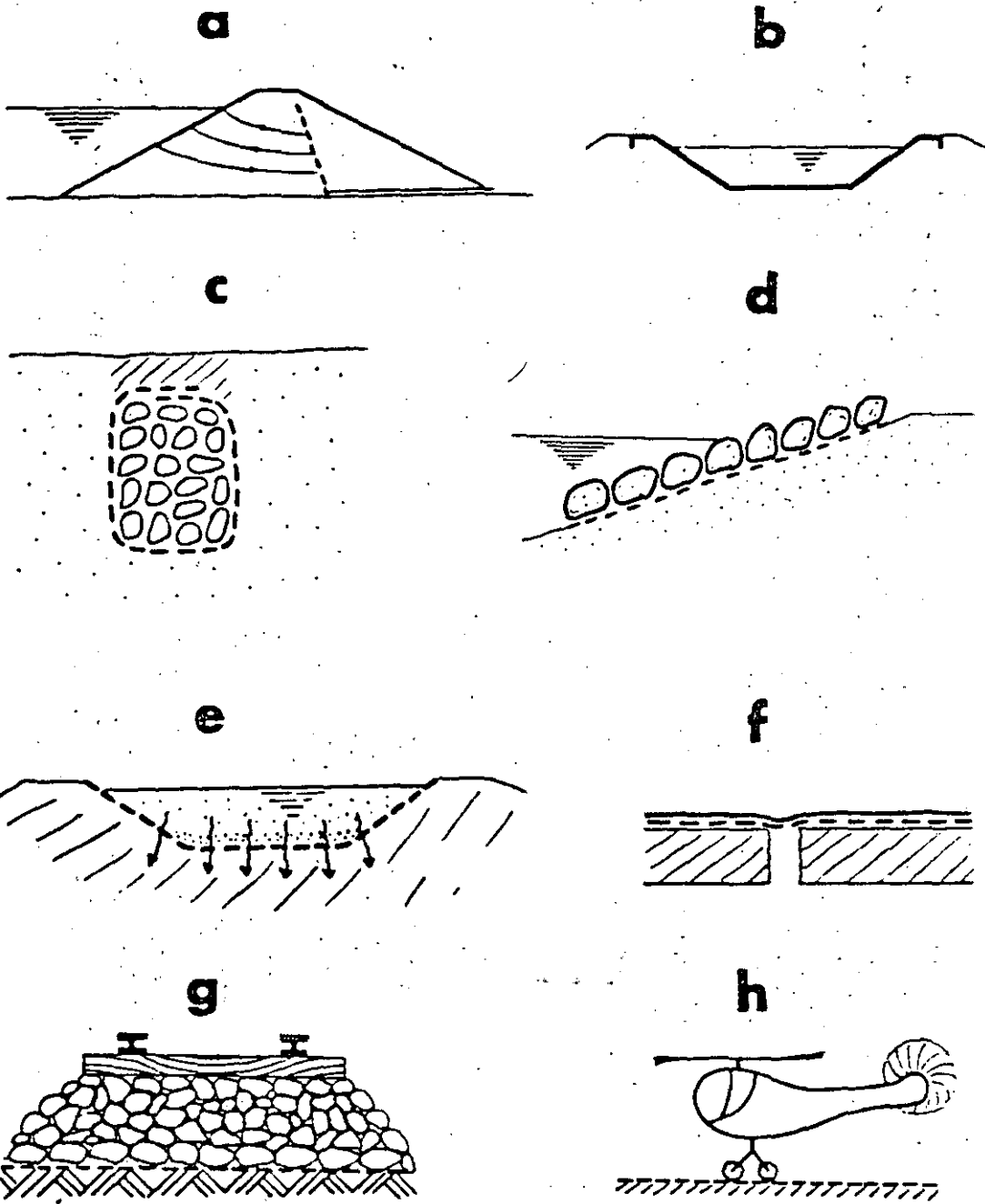


FIGURA No. 1.

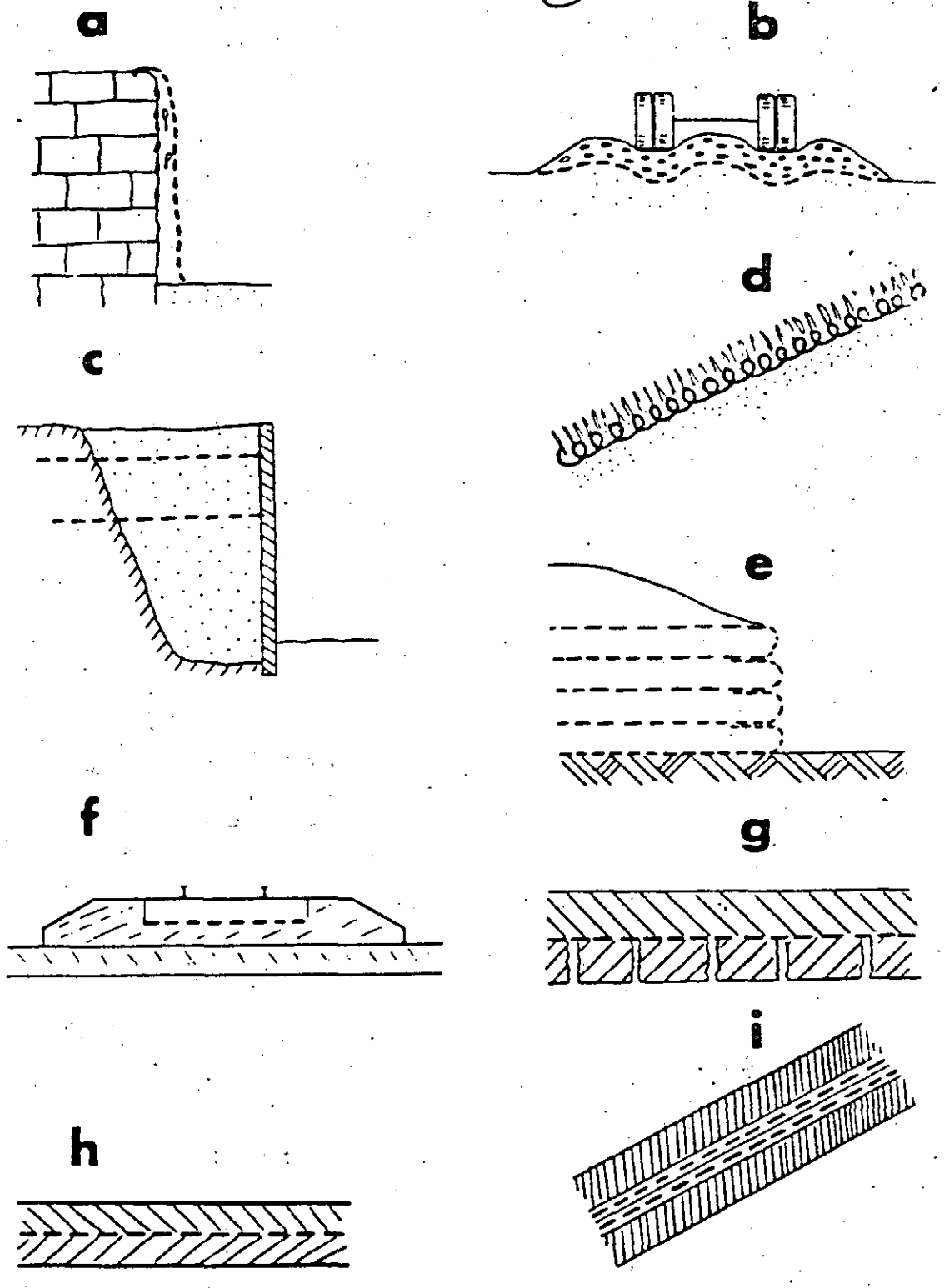


FIGURA No. 2



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

LA GEOTECNIA EN LOS PUERTOS INDUSTRIALES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984



## INTRODUCCION

El acelerado crecimiento alcanzado por nuestro país en los últimos años ha puesto de manifiesto la importancia del sistema portuario nacional en el desarrollo y consolidación de los sectores estratégicos de la economía. El transporte, el comercio, la pesca y la industria requieren de un sistema portuario integrado, moderno y eficientemente operado.

El programa de Puertos Industriales, iniciado en 1979 y actualmente en ejecución, tiene como objetivo principal fomentar el desarrollo económico y social mediante el establecimiento, en las áreas de cada puerto, de la industria pesada que el país requiere para su desarrollo futuro y de la industria mediana y pequeña que permitan la creación de nuevos empleos y la desconcentración de la actividad económica que tradicionalmente se ha asentado en el altiplano. En los sitios seleccionados para estos ambiciosos proyectos concurren factores favorables como la existencia de amplios recursos naturales y, en particular, energéticos. Dadas estas condiciones, está previsto que los puertos constituyan polos de atracción y de desarrollo regional.

La Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, atenta a los problemas prioritarios del país, ha seleccionado para la celebración de la XI Reunión Nacional en Veracruz, Ver., el análisis y discusión de los problemas de ingeniería geotécnica (cimentación de muelles, estabilidad de taludes de los canales de acceso) asociados al desarrollo de los puertos industriales. Con esta finalidad ha invitado a un grupo distinguido de sus miembros que han tenido participación en las diversas fases de estudios, proyecto y construcción en los puertos de Altamira, Tamps., El Ostión, Ver., Salina Cruz, Oax., Lázaro Cárdenas, Mich. y Dos Bocas, Tabasco.

Se espera que de la concurrencia y aportación de los ingenieros de suelos en este foro nacional se puedan definir aquellas áreas en las que se ha logrado avanzar y los problemas pendientes de solución y/o tratamiento.

Dada la magnitud de las inversiones asignadas y las expectativas que se han cifrado en los proyectos, se confía que los resultados de la reunión propicien el avance tecnológico del país y de la profesión, y permitan la ejecución de los proyectos logrando importantes ahorros en sus costos y tiempo de ejecución.

# XI REUNION NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS

LA GEOTECCIA  
EN LOS PUERTOS  
INDUSTRIALES



VERACRUZ, VER. 17 AL 20 DE NOVIEMBRE DE 1982



ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

GEOREDES Y GEOTEXTILES, MATERIALES QUE OFRECEN NUEVAS ALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS.

RESUMEN.- Los autores mencionan el interés de aplicar nuevos métodos en Ingeniería Marítima y Costera a raíz de los avances logrados en tecnología de materiales, mencionan antecedentes de que Georedes de Plástico, en muchos casos, mejoran al acero en el refuerzo de suelos, describen los diferentes Geotextiles y mencionan experiencias en México con estos nuevos materiales. Se hace una breve descripción de los métodos convencionales y se mencionan dos casos a base de alternativas desarrolladas en México: las fajinas del Puerto de Dos Bocas, en Tabasco, y el rompeolas sur del Puerto de Servicio, del Puerto Industrial Laguna del Ostión en Veracruz, haciendo una descripción de los procesos constructivos se dan rendimientos, equipos y personal requerido. En el análisis de resultados se indican las ventajas respecto a las soluciones tradicionales y se da una relación del empleo de tecnología mexicana en otros países. Se establecen una serie de conclusiones, respecto a la adecuación de la tecnología a las condiciones locales y al apoyo de Instituciones para intentar por primera vez alternativas no convencionales; la necesidad de difundir estas experiencias exitosas o no para conjuntamente avanzar en las técnicas de aplicación recomendado que se incluyan algunas de estas ideas en las conclusiones finales del Congreso.

1. INTRODUCCION.

1.1 La utilización de materiales plásticos y textiles sintéticos ofrecen un reto a la imaginación, creatividad o ingenio de los especialistas en obras marítimas y de ingeniería civil, en general.

1.2 En el caso de los problemas específicos de mecánica de suelos y de las zonas costeras a desarrollar por los puertos industriales el empleo de soluciones no tradicionales que permitan resolverlos más racional, simple, rápida y económicamente, representan un interés especial, dar a conocer los resultados alcanzados y las experiencias logrados a la fecha.

2. ANTECEDENTES.

2.1 Con los avances logrados en tecnología de materiales, a la fecha existen materiales plásticos con características equiparables al acero y otras más que permiten superarlo en ciertos casos.

2.2 Como un ejemplo, se puede mencionar el caso de refuerzo de suelos en los que se requiere: adecuada resistencia, alta tenacidad, buena flexibilidad, no afectable por la corrosión y baja fragilidad. Dependerá del tipo de estructura y si es temporal o permanente para elegir entre el acero y el plástico como elementos de refuerzo del suelo.

2.3 En el caso de los Geotextiles, éstos pueden ser tejidos o no tejidos, y a partir de allí se deriva una amplia gama según el proceso de fabricación, termosoldado, picado de aguja, adhesión por resinas, etc. así como según el material, polipropileno, políester, nylon, etc., etc., el tipo de fibras largas, cortas, fibrillizadas, multifilamentos, etc., etc.

2.4 El empleo de Geotextiles en obras de ingeniería civil se ha incrementado entre 35 y 40% en los EE.UU. en los últimos 5 años previniéndose consumos del orden

de 12,000 tons/año para 1985.

2.5 La experiencia en México, de los Geotextiles, como elemento separador y filtrante ha sido interesante en el caso de los terraplenes del tramo Minatitlán al Puente Coatzacoalcos II, y según los especialistas de la SAHOP, los ahorros logrados en volúmenes de terracerías son superiores al 30%.

2.6 Por parte de PEMEX, desde 1981, se han realizado pruebas sistemáticas y continuadas para utilizar las Georedes Plásticas como refuerzo y los Geotextiles (no tejidos) ambos de fabricación nacional en las zonas productoras de Veracruz, Tabasco y Chiapas.

2.7 Se pueden mencionar: reforzamiento de acceso al cactus 343; acceso y pera de perforación: Cárdenas 107, Magallanes 922, Mora 1, Jujo 24, entre otros. Dependiendo de los Distritos de Cárdenas, Agua Dulce, Villahermosa, las Choapas, Reforma de las Gerencias Sur y Sureste.

2.8 Con la SARH, también se han hecho pruebas con las Direcciones de: Conducción y Abastecimiento de Agua; de Distritos de Riego, de Investigación e Ingeniería Experimental (Tecamachalco), Comisión del Lago de Texcoco, de Grande Irrigación y otras. También con SAHOP a través de la Dirección General de Carreteras Federales; con la Secretaría de Marina; con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Obras Marítimas; Secretaría de Pesca y otras dependencias gubernamentales y particulares.

2.9 Respecto a Geotextiles (tejidos), permeables, especialistas mexicanos desarrollaron, patentaron y han aplicado con éxito en México y muchos otros países una serie de contenedores textiles, cimbras flexibles reforzadas, que permiten fabricar directamente in-situ elementos incrementando su peso de unos cuantos kilogramos a varias toneladas en cuestión de minutos. Lo atractivo del sistema es que requiere

ING. JOSE OCHOA ZUÑIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

un mínimo de equipo de construcción, utiliza en su mayoría materiales de construcción que existen prácticamente a pie de obra y emplea personal de la misma región que va capacitando durante la ejecución de los trabajos.

3. METODOS CONVENCIONALES.

3.1 Tradicionalmente, la ejecución de obras portuarias y marítimas requieren de una gran infraestructura de parte de los contratistas, por lo que siempre se programan inversiones considerables y se diseñan con rigurosos márgenes de seguridad.

3.2 Los rompeolas de enrocamiento requieren elementos de coraza de un peso tal que resista los efectos de la ola de diseño; para lograr una adecuada explotación de las canteras se requiere planeación y un correcto plan de ataque, viene luego el transporte a la obra y su colocación en el lugar del proyecto.

3.3 En Europa, desde hace mucho tiempo, cuando se construyen estructuras en fondos arenosos para limitar la incrustación de la roca siempre costosa y la necesidad de obras de mantenimiento para reparar daños originados por asentamientos diferenciales que ocasionan socavaciones y erosiones de fondo al pie de los rompeolas han construido e instalado en el fondo del mar unas balsas de varas que denominamos "fajinas". Actualmente se les incorpora un Geotextil, que es el que evita precisamente que las partículas del fondo se desplacen por las corrientes inducidas y por otros efectos dinámicos al ocurrir condiciones oceánicas extremas.

4. ALTERNATIVAS CON GEOREDES Y GEOTEXTILES.

4.1 Caso 1: Fajinas del Puerto de Dos Bocas, Tab.

4.1.1 El diseño constructivo de los rompeolas Este y Oeste realizado por Proyectos Marinos, S.C. y sus asesores incluyó la fabricación, lanzamiento, remolque, posicionamiento, hundir y dejar en el fondo en los lugares indicados en proyecto casi 300,000 m2 de fajinas (15 x 30 m. y 15 x 60 m).

4.1.2 Los contratistas adquirieron un Geotextil tejido de fabricación holandesa que se indicaba en las especificaciones y procedieron a conseguir las varas de mangle para posteriormente fabricar los "torones" con los que se integró "la fajina" en un patio especialmente construido para este fin.

4.1.3 La primera fajina quedó lista en agosto de '81 pero existieron muchos problemas para lanzarla al mar. Posteriormente se modificó la rampa de lanzamiento con rodillos y otras facilidades y en octubre de 1981 finalmente, una fajina fue remolcada y posicionada lista para ser hundida, presentándose serios problemas en su control de posición durante la fase de hundimiento. Posteriormente, con ayuda de 4 pilotes hincados, se logró controlar tanto el hundimiento como su colocación en el fondo.

4.1.4 Considerando las dificultades antes mencionadas, se analizaron otras alternativas de solución entre las que se hicieron ensayos con las Georedes Plásticas. La función de los "torones" de Mangle es doble: mantener extendido al Geotextil en el fondo del mar y protegerlo del impacto de las rocas al caer sobre él.

4.1.5 Al tener éxito los ensayos preliminares de resistencia de la Geored al impacto de rocas, se procedió a diseñar un método constructivo que permitiera primeramente ligar la Geored al Geotextil (importado) lo cual se realizó en los mismos patios de fabricación, simplemente cosiendo con cordeles y agujas de pescador ambos materiales, para posteriormente enrollarlo al ancho de diseño requerido (15 m.).

4.1.6 A bordo de un chalán, anclado en posición con cuatro malacates y con el rollo de la "fajina" Geored Geotextil a bordo, se descendió el extremo de la fajina con un "tubo cabecero" para asegurarlo en el fondo y, posteriormente, al desplazar el chalán en la superficie que el rollo se fuera desenrollando coordinadamente al mismo tiempo que, periódicamente, la grúa de a bordo colocaba bloques de concreto para asegurar que la fajina quedará extendida correctamente en el fondo. Esta operación se ha perfeccionado y actualmente tender una "fajina" de 15 x 60 m. requiere de menos de 3 horas a partir de que el chalán este en "posición".

4.1.7 La ubicación de la fajina en el fondo del mar queda definida, por lo menos, por 4 boyarines en sus extremos, lo cual facilita el posicionamiento del barco de descarga de fondo y la operación correspondiente.

4.1.8 Por la rapidez de las operaciones involucradas, se puede programar perfectamente para aprovechar al máximo la información meteorológica disponible y racionalizar estas actividades que se ven afectadas por el estado del mar.

4.2 Caso 2: Rompeolas Temporal Puerto Laguna del Ostión, Veracruz.

4.2.1 El diseño del rompeolas Sur del Puerto de Servicio realizado también por Proyectos Marinos, S.C., consideraba la alternativa de utilizar contenedores textiles llenos de arena para su construcción, esto para facilitar su demolición una vez que su vida útil terminara; como ésta se establece de 3 años, el diseño incluyó el empleo de cimbras textiles para colar "in-situ" elementos de concreto, a manera de coraza de protección.

4.2.2 La empresa contratista adquirió los elementos textiles de Patente y fabricación nacional y procedieron a la construcción de la mencionada estructura.

4.2.3 Para los contenedores de arena el equipo que requiere es una simple motobomba (30 H.P.); uno o dos operadores en la succión a manera de cortador de draga, para mantener alto el porcentaje de sólidos, y dos o tres trabajadores anfibios manteniendo en posición el contenedor textil hasta que adquiere suficiente peso propio para que el mar no lo desplace.

4.2.4 El procedimiento no puede ser más simple, ya que se trata de confinar la arena de la playa con ayuda del agua de mar, esta última nos la transporta al ser bombeada la mezcla a través de tuberías y manguas, nos la deposita dentro del contenedor textil, posteriormente, por la misma presión hidráulica la compacta, y, finalmente, abandona el contenedor ya que éste es permeable, el diseño de Patente mexicana incluye una válvula de auto-cierre, que facilita notablemente las operaciones y acelera los rendimientos de trabajo.

4

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

3

4.2.5 En el rompeolas Sur en los primeros 24 días de trabajo a pesar de que hubo que capacitar al personal del contratista, se colocaron un promedio de 30 unidades por bomba y por turno.

4.2.6 Los avances al 5 de octubre, según información del contratista, se han instalado "in-situ" 1,300 elementos de 2.8 ton cada uno. Cabe señalar que es muy importante la ordenada y correcta colocación, según un programa pre-establecido para lograr: traslapes, amarres, encajonamiento, y, en ocasiones, llenándolos sólo a un porcentaje de su capacidad para darles flexibilidad a los elementos "de faldón" al pie de ambos lagos de la estructura.

4.2.7 Como se indicó en 4.2.1, para proteger estos contenedores textiles llenos hidráulicamente de arena, de vanoolismo, abrasión de la tela y los efectos de rayos ultravioleta y gamma, el diseño incluyó cimbras textiles impermeables, que permiten fabricar en el lugar bloques de mortero de 4 toneladas.

4.2.8 El equipo requerido también es sencillo, incluye dos unidades revolventoras y una bomba de concreto. "n" tramos de tubería rígida y varios tramos de mangueras flexibles al final. Las cimbras textiles cuentan con varias bocas de llenado y purga, de cierre manual, también de Patente y fabricación nacional. Se tiene previsto un dispositivo adicional para facilitar su estiba cuando se proceda a desmantelar la estructura, dentro de 3 años.

4.2.9 En cuanto a rendimientos, el contratista indicó un promedio de 40 bloques BC-4 por turno y por bomba con un sobrestante, un mecánico, 12 peones, y 4 operadores anfíbios.

4.2.10 En el rompeolas Sur del Ostión al 5 de octubre, se llevaban recubiertos aproximadamente 60 m. de los 160 m. de avance a esa fecha de la estructura.

4.2.11 Cabe indicar que los elementos que se encuentran en la zona de salpicaduras y bajo el agua rápidamente han sido recubiertos por vegetación marina lo cual actúa como una cubierta protectora, además de los bloques de mortero de la coraza antes indicados.

4.2.12 Podemos anotar que debido a ciertos problemas iniciales en el abastecimiento de enrocamiento para el rompeolas Norte del mismo puerto. PEMEX ordenó al contratista iniciar los trabajos con elementos BC-4 colocados en el lugar a partir del 19 de julio y hasta el 30 de septiembre se colocaron y colaron "in-situ" casi 1,700 unidades con un avance de 220 m (la corona a su cota final del orden de 180 m). Se trabajó con una sola bomba, 2 revolventoras de tambor y un sólo turno por día.

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS.

5.1 Con relación a las fajinas de Georedes Plásticas y Geotextiles, creemos que superan con muchísimas ventajas a las convencionales de "lorones de Mangle y Geotextil" por su sencillez de fabricación y bajo costo, su fácil manejo, tanto en tierra como en el chálán (un rollo de 15 m. de ancho y aprox. 1.0 de diámetro), su rápida instalación y la seguridad de que ha quedado correctamente ubicado en el fondo del mar, que ha sido y es verificada por los buzos dan como resultado que la tenacidad, entusiasmo y confianza de los ingenieros mexicanos (de PEMEX, del contratista,

de los Asesores Técnicos, del fabricante de las Georedes, y otros más) han visto coronados sus esfuerzos, con un desarrollo más simple, práctico y eficaz que la solución que originalmente se tenía prevista.

5.2 Respecto al uso de elementos textiles llenos hidráulicamente de arena, de cimbras textiles, para mortero, que también son desarrollos mexicanos; éstos, sin embargo, a pesar de que no es la primera vez que son utilizados para obras temporales (caso 2). Existen estructuras con cerca de 12 años de construidas y que continúan sirviendo para el fin que fueron diseñadas.

5.3 Cabe indicar que no solo en México se han utilizado, con éxito, existen obras en Venezuela, Colombia, Brasil, Perú, Nicaragua, Guatemala, Curazao, Santa Cruz Islas Vírgenes, en Connecticut, Florida, Texas, California y Alaska. También en Africa del Norte y Medio Oriente, existiendo varios proyectos en las islas del Pacífico y el extremo Oriente.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Podemos concluir que la capacidad de invención y desarrollo de los mexicanos, así como adecuación de soluciones a los recursos disponibles una vez más ha quedado demostrada en los dos casos aquí presentados ya que ambos ofrecen alternativas interesantes para resolver problemas de mecánica de suelos en regiones costeras y en el caso de Puertos Industriales; en particular.

Es importante resaltar que se requiere valor y audacia para intentar por primera vez soluciones diferentes a las convencionales y que sin el apoyo de PEMEX ni de los contratistas, hubiera sido muy difícil o casi imposible intentar la utilización de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y los Geotextiles. Así como el apoyo que la Dirección General de Obras Marítimas en los setentas brindó para el desarrollo de los contenedores y cimbras textiles. Esta tecnología mexicana es base para una alternativas seriamente analizada para la protección de taludes de las islas artificiales que las grandes empresas petroleras construyen en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Ártico.

6.2 Podemos decir que el empleo de Georedes y Geotextiles en Ingeniería Civil está dentro de una etapa inicial y que todos estamos cada día aprendiendo más de su comportamiento, de sus nuevas aplicaciones y de los límites a que podemos diseñar con la información que hasta ahora disponemos.

6.3 Por lo anterior, recomendamos que dentro de las Conclusiones del Congreso Nacional de Mecánica de Suelos se incluya, si es posible, un párrafo que se refiera al empleo de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y Geotextiles en soluciones no convencionales y que en futuras reuniones se informe de aplicaciones, ya sea que hayan tenido éxito o no, ya que es mediante la comunicación de experiencias que podremos avanzar en la tecnología y poco a poco mejorar, simplificándolos, los métodos de construcción convencionales.

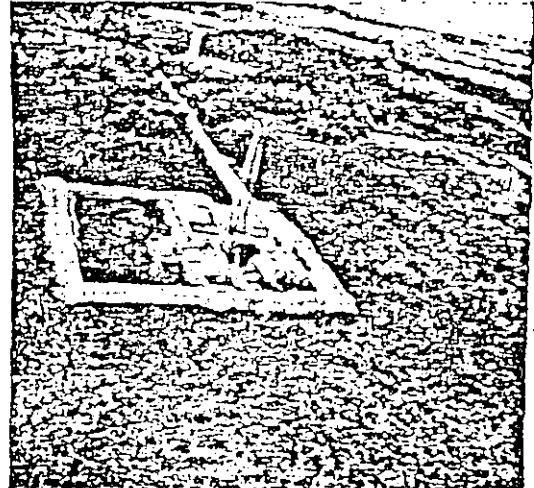
6.4 Los autores quieren expresar su reconocimiento a PEMEX, Coordinadora Dos Bocas, Dirección General de Obras Marítimas, Constructora General del Norte, S.A., Protexa, Estudios y Construcciones de Obras, S.A.,

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY-MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ DIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

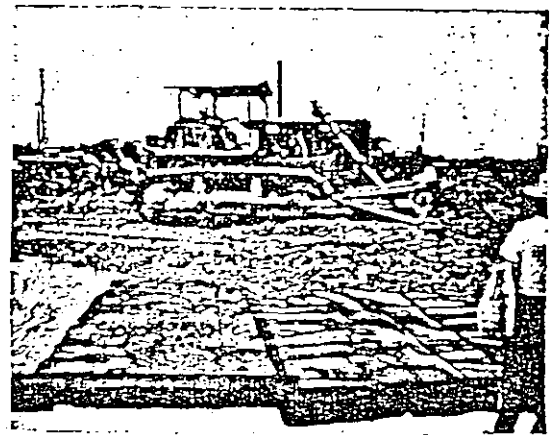
Polímeros y Derivados, S.A., Tubos Flexibles, S.A. y  
Control de Erosión, S.A.

REFERENCIAS.

1. Brown and Root, Inc. (1977): Spoil Disposal at Quintana Beach, Feasibility Study for Dredge Spoil Containment Structure for the Brazos River Harbor Navigation District, Houston, Texas.
2. INPH: Instituto de Pesquisas Hidroviarias, Porto bras (1982): Estudo de Estabilidade dos Molhes Leste e Oeste do Passe Navegavel na Barra do Furado-Municipio de Campos, Rio de Janeiro, Brazil.
3. Maza, J.A., and M.A. Haces (1977): Estudio Sobre el Comportamiento de Elementos Bolsacreto, Instituto de Ingeniería, Ciudad Universitaria, Mexico, D.F.
4. Palacios, Molinet Ricardo Ing.: Comunicación Personal.
5. Patterson, D.R., A.T. Shak, and M.T. Czerniak (1982): "Inspection of Submerged Arctic Structures by Side Scan Sonar," Proceedings of 14th Offshore Technology Conference, pp. 705-712.
6. Pinter, Julio Ing.: Comunicación Personal.
7. Porraz M. (1975a): "Operational Designs Systems, Bolsaroca and Bolsacreto, Examples of Third World Technology", Second General Assembly of the Engineering Committee on Ocean Resources, Tokyo, Japan.
8. Porraz, M. (1975b): "Operational Designs Systems Technology for Developing Countries", Conference of the Institution of Engineers from India, New Delhi, India.
9. Porraz, M. (1975c): "Bolsacreto and Bolsaroca Technology for Third World Countries", Fifth General Assembly of the World Federation of Engineering Organizations, Tunis, Tunisia.
10. Porraz, M. (1976a): "Labor Intensive Construction for Shore Erosion Control", United National Interregional Seminar on Development and Management of Resources of Coastal Areas, Berlin, Hamburg, Kiel and Bremen, Germany.
11. Porraz, M. (1976b): "Textile Forms Slash Cost of Coastal Zone Structures", Ocean Industry, October, pp. 61-64.
12. Porraz, M. and R.R. Medina (1977): "Low Cost, Labor Intensive Coastal Development-Appropriate Technology-Simplicity is the Key to Use in Developing Nations", Sea Technology, August.
13. Porraz, Mauricio Ing., Porta, Eduardo, Ing., Meuregh, Héctor, Ing.: "Empleo de Georedes Plásticas y Geotextiles en Diversos Proyectos y Estructuras de Ingeniería CV VII", II Congreso Latinoamericano de Consultoría, 12-16 Julio '81, FELAC-AMEC, México, D.F.
14. Proyectos Marinos, S.C.: "Análisis Geotécnico Preliminar del Rompeolas Oriente del Puerto Petroquímico-Petrolero, Proyecto Dos Bocas, Tabasco, Reporte Técnico para PEMEX, Diciembre 1979.
15. Soto Yáñez, Eduardo Ing.: Comunicación Personal.



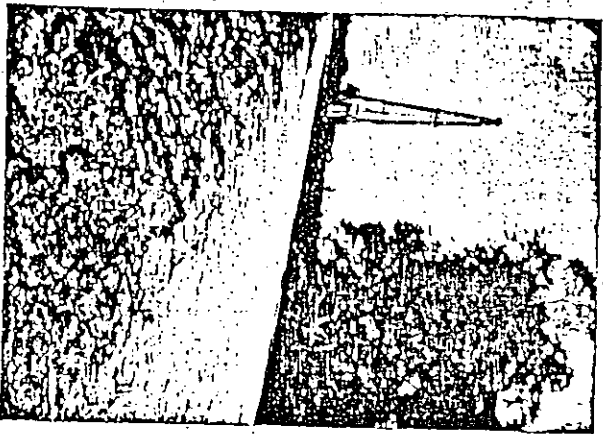
En los antecedentes de uso Georedes y Geotextiles se menciona el Pozo Magallanes 922, cuyo terrapien (pera) y camino de acceso están en el pantano, tal como lo muestra la foto Aérea No.1, en la cual se han indicado los números de otra localizaciones del mismo campo Magallanes dependiente del Distrito de Agua Dulce de la zona Sur de Pemex.



En el mismo Pozo Magallanes 922, Foto No. 2, con la instalación de un Geotextil (poliester no-tejido de color blanco Fijasol C-252) y una Geored (Redlon CE-121) de polietileno de alta densidad extruido mediante proceso axial rotativo patentado (color negro) se le coloca una capa de material friccionante arena, la cual una vez compactada actúa distribuyendo realmente las cargas y gracias al anclaje mecánico logrado entre Geored, con el material de revestimiento se limitan notablemente los asentamientos diferenciales.

ING. JOSÉ OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX,  
ING. VÍCTOR HARO Y MONRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DE NORTE,  
ING. MAURICIO PORRAZ GIMENEZ LADORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

5



Un tramo del camino de acceso a ese Pozo, Magallanes 922, fue reforzado pudiendo tener un análisis comparativo con los tramos no reforzados en la Foto No. 3. Se aprecia claramente la Geored y Geotextil con un revestimiento de cerca de 15 m. de arena compactada, su comportamiento ha sido muy satisfactorio.

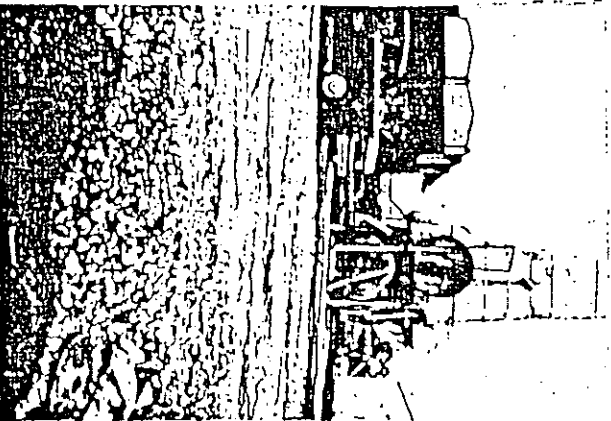
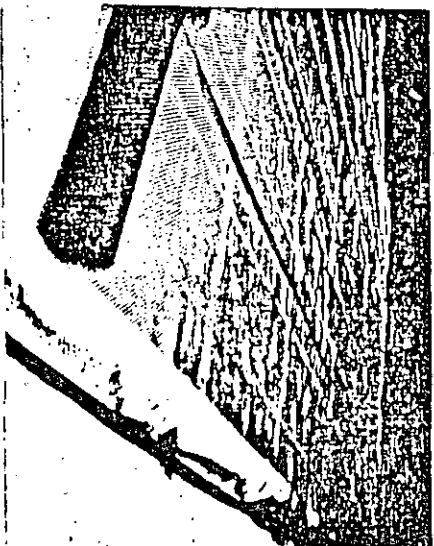


Foto No. 4, aspecto de la pera del Pozo Cárdenas 107, reforzado en Diciembre de 1981, con Geored (G-131) y grava en 20 cm. de espesor; después de terminado el pozo, la Superintendencia de Perforación en Villaher-



mosa, indicó ahorros de hasta 70% respecto al material de revestimiento, respecto a otros pozos en condiciones similares.

Foto No. 5, vista general de los trabajos realizados en el Pozo Jujo No. 24, en el cual se adicionaron al Geotextil (Fijasol 1-135) de políester leño-soldado y la Geored (Redion CE-131) se instalaron una serie de Georedes (100 mm.  $\phi$  con canaleta), colocando relleno de grava previamente a la colocación del refuerzo.



Foto No. 6, aspecto general del rompeolas Oriente del Puerto Sanchez Magallanes de 700 m. aprox. de longitud, construido en 1972 con elementos colados "in-situ" (Bolsacret BC-6" como se aprecia, se encuentra en condiciones operacionales, no obstante el embate duraitle cerca de 10 años de condiciones oceánicas extremas.

7

ING. JOSE OCHOA ZUÑIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ UJMEZ LABOR - CONTROL DE EROSION, S.A.

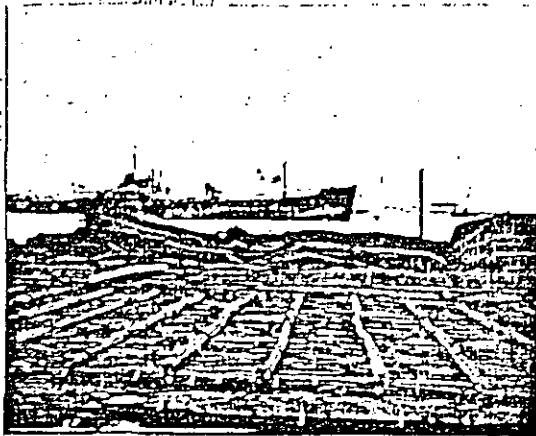


Foto No. 7, patio de fabricación de las fajinas en el Puerto de Dos Bocas, Tabasco.

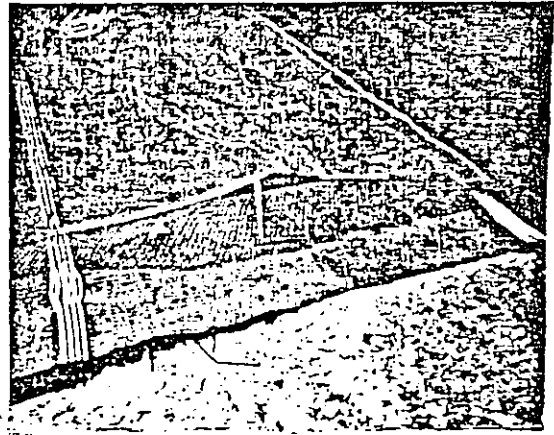


Foto No. 9, alternativa de substituir el Mangle por la Geored (Redlon CE-121) tal como lo ilustra la fotografia.



Foto No. 8, Acercamiento a las fajinas convencionales de "corones" y vacas de Mangle.

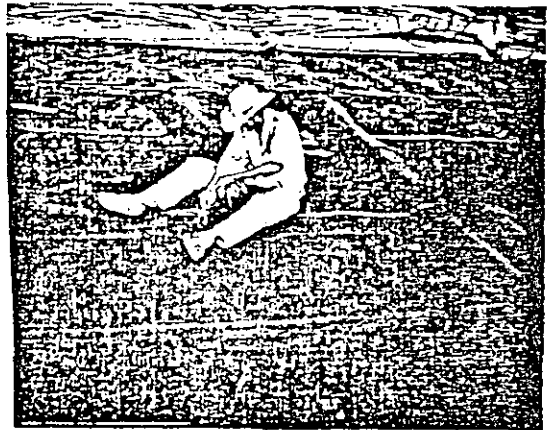


Foto No. 10, aspecto de las operaciones de incorporación de la Geored Plástica (fabricada en México) al Geotextil tejido (de importación). Las operaciones de cosido las realizan personal no especializado con cordel y aguja de pescador.

8

ING. JOSE OCHOA ZUNIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY-MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE,  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

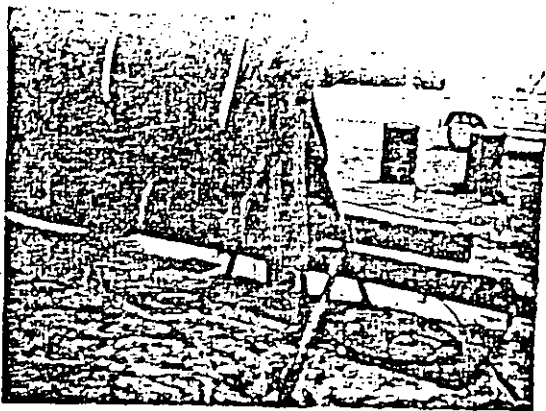


Foto No. 11, El Geotextil y la Geored Plástica se enrollan y se fijan en los extremos una serie de tubos: el "cabecero", "planchador", y el de rotación con frenos de ajuste para asegurar el control de tensión durante la operación de tendido en el fondo del mar.

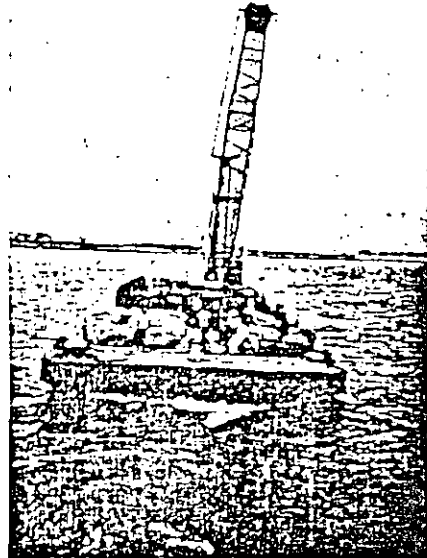


Foto No. 13, el chalán es remolcado a temprana hora a su posición correspondiente de acuerdo con el programa de tendido de las fajinas. Una vez bien anclado, gracias a sus cuatro malacates, se puede desplazar sin necesidad del remolcador.

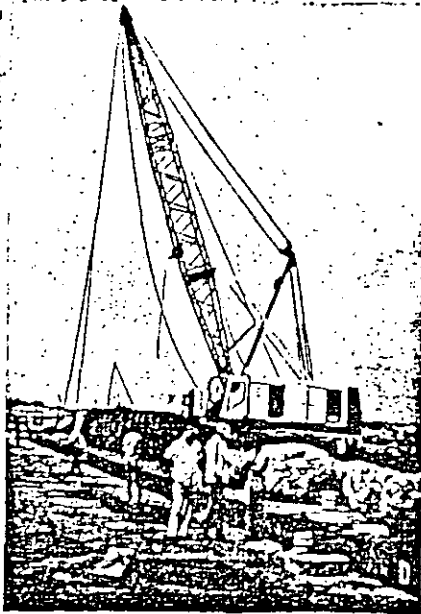
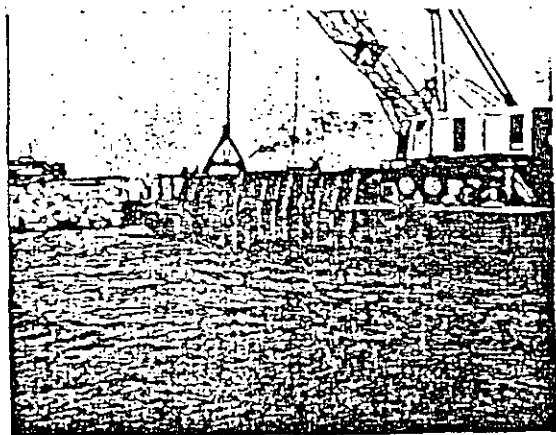


Foto No. 12, vista general del chalán con una fajina (Geored-Geotextil de 15 x 60 m) lista aparecen en la foto el Ing. Ricardo Palacios Molinet y el Ing. Enrique Guzman de la empresa contratista con uno de los operadores del chalán.



La fajina prácticamente ya ha sido desenrollada e instalada adecuadamente en el fondo del mar en el trazo previsto en el diseño de la escollera. Esta operación requiere de aprox. 3 horas y es supervisada de manera periódica por los operadores.





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA**

**APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA  
CIVIL DE GEOTEXTILES, GEOREDES, GEOMEMBRANAS-  
E. HIDROSEMBRADO**

**M. EN I. GABRIEL GARCIA A.**

**9 DE OCTUBRE 1984**

MEXICO, D.F.

12 DE AGOSTO 1981

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA CIVIL DE: GEOTEXILES, GEOREDES,  
GEOMEMBRANAS E HIDROSEMBRADO

1.- INTRODUCCION.

Con los últimos adelantos en la tecnología de materiales, muchos sistemas y métodos de construcción han podido aprovecharlos utilizando elementos fabricados con polímeros logrando en muchos casos útiles y racionales combinaciones de materiales plásticos con textiles, empleando al máximo los recursos disponibles en la zona de los trabajos tanto naturales como humanos.

Desde hace cerca de 11 años, Ingenieros Mexicanos han desarrollado y aplicado con éxito sistemas patentados para confinar hidráulicamente arena en contenedores textiles, cimbras flexibles de membranas impermeables para fabricar bajo el agua enormes bloques de concreto: tejido doble con tensores para revestir ríos y canales sin necesidad de que estén secos. Estas tecnologías se utilizan en la actualidad en México y prácticamente todo el mundo: en Kuwait, en el Golfo Arabe, en el Canal de Suez, en Africa del Norte, en Africa Occidental; en Brasil, Perú, Colombia, Venezuela, Curazao, Centro América y el Caribe; en EE.UU., en la Costa del Golfo de México, la Atlántica y la del Pacífico, incluyendo importantes trabajos en Alaska, en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Artico.

El uso de los Geotextiles en México, ha sido estudiado desde 1971; el M. en I. Jesús Alberro del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. concluyó en su estudio: "De los Geotextiles analizados los más eficientes eran los fabricados 100% de poliester, y recomendó que de querer utilizar los fabricados en México se debería mejorarles sus características físicas y mecánicas; también indicó que los Geotextiles "no tejidos" de poliester tienen mejores características y ofrecen mayor uniformidad en el trabajo en ambos sentidos respecto a las muestras tejidas con las que se compararon".

Las aplicaciones de Geotextiles en México en los últimos 3 años se han realizado en poco más de media docena de proyectos en los que se ha utilizado un Geotextil de importación fabricado en EE.UU. a base de filamentos de polipropileno termofijados.

Respecto a las Georedes, han tenido un sinnúmero de aplicaciones en Italia, Europa y en el extremo oriente, principalmente en el Japón. En México, apenas se están efectuando las pruebas iniciales, con la SAHOP y con PEREX.

El Hidrosembrado es un procedimiento muy utilizado en EE.UU., y otros países, sin embargo, hace pocos años especialistas mexicanos y brasileños desarrollaron importantes mejoras en el sistema empleando bacterias y adecuando el aglutinante de índices de germinación y reducir drásticamente la necesidad de riegos periódicos. Se recomienda para la protección de taludes de cortes y terraplenes, restituyendo la ecología afectada por la obra pública construida.

## 2.- GEOTEXTILES.

En general, se puede decir que se han aplicado intensamente en la Industria de la Construcción en los últimos años, actuando como: cimbras, contenedores, moldes a los que se les inyecta mezclas fraguables o no que permanecen en su interior, constituyendo elementos de construcción en obras fluviales, hidráulicas y marítimas y, como ya se mencionó, las experiencias mexicanas han sido adoptadas y se emplean continuamente por los Ingenieros de otros países. Cabe señalar que la investigación y desarrollo ha continuado y constantemente se logran mejoras que incrementan la eficiencia, disminuyen los costos sin perder el concepto original de sencillez que permite construcciones rápidas y de manera muy práctica y lógica.

Ante el reto de resolver un proyecto especialmente complicado a mediados de 1980 los investigadores mexicanos, tuvieron que revisar a nivel mundial materiales y métodos más avanzados. Se trata de construir islas artificiales para plataformas de perforación petrolera en uno de los lugares donde las condiciones de las operaciones en el verano son cerca de 70 días, todavía reducidos a menos, por las tormentas, y el efecto del empuje de los hielos, el resto del año. Algo verdaderamente difícil y complicado.

De allí, surgieron en México nuevas soluciones que aplican racionalmente las Georedes plásticas y los Geotextiles para utilizar los materiales disponibles en zonas cercanas (Gravillas pequeñas empacada en arcilla roja).

Una empresa mexicana en Puebla manufacturó Geotextiles de poliéster reforzado con polipropileno tejido que pasó las pruebas y especificaciones de la EXXON, en Houston, Tex. Con ello hace tan sólo unas semanas, surgió la idea de mejorar aún los Geotextiles manufacturados en México, dándoles un refuerzo que mejorará sus características, lo cual se logró utilizando una Geored de polietileno de alta densidad con sus moléculas orientadas térmicamente.

Este nuevo Geotextil FIJASO1 325 tiene un gran número de ventajas respecto a otros productos ya que en principio puede ajustarse, aumentar su refuerzo, adecuarse según las condiciones de diseño del proyecto, ofreciendo ilimitadas posibilidades en la fabricación y en las aplicaciones.

En general, se puede decir que los Geotextiles actúan como elementos: separadores, filtrantes y, en algunos casos, de refuerzo.

## 3.- GEOREDES.

Las Georedes que también se fabrican en México, según un proceso especial patentado de origen inglés, Netlon, se elaboran mediante extrusión axial rotativa de polietileno de alta densidad en una muy amplia gama de formas y aberturas.

Tienen útiles aplicaciones en la construcción de carreteras y pistas de aeropuertos, distribuyendo cargas, evitando deformaciones. Se utiliza para estabilizar terraplenes, reforzamiento de suelos, protección de taludes, control de erosión y protección de costas.

También se utiliza como Eolipantalla, Captador Sumergido de Sedimentos, - Cubiertas contra el Sol, Redes anti-animales, jaulas, bardas y corrales, redes y trampas para mariscos y peces, bolsas de embalaje, protección industrial, -- etc...

Las Georedes Redlon permiten el refuerzo efectivo de subrasante con bajo valor de soporte al distribuir las cargas, absorbiéndolas gracias a su alta resistencia tensional, minimizando los asentamientos del conjunto y evitando las fallas por esfuerzo cortante en forma de cono truncado.

Su efecto favorable se debe a que confinan los granos del terraplén y el estrato subyacente, al lograrse un anclaje mecánico real entre la Geored-Agregado y condiciones de frontera, la acción de la Geored como refuerzo local, todo lo cual ofrece inegables atractivos para muchas obras públicas:

Cuando se ha definido un valor generalmente aceptable de la relación de - esfuerzos entre la carga vertical y la resistencia ( a veces no consolidada y no drenada) del suelo, se puede determinar el espesor necesario de material pétreo, estableciendo los límites de deformación de la superficie de rodamiento y las pruebas en curso nos permitirán muy pronto conocer los índices en que mejora esa relación de esfuerzos al utilizar los diversos modelos de la Geored - Redlon, se espera con esos resultados tener los elementos necesarios para poder mejorar los diseños con muy importantes ahorros en tiempo, material pétreo y en especial en costos.

#### 4.- GEO-MEMBRANAS.

Se consideran aquellas que tienen características de impermeabilidad ya - sean tejidos impregnados, laminados o películas extruidas con y sin refuerzo.

Tienen también un amplio campo de aplicación en proyectos de ingeniería - como recubrimiento de lagos, estanques, canales, depósitos, etc... Para estructuras de protección, contra la lluvia, construcciones provisionales en los llanados drenes de aleta (Finn Drains), etc...

En estos materiales se deben considerar las dimensiones de fabricación, - ya que los empalmes y traslapes deben hacerse con bastante cuidado.

#### 5.- HIDROSEMBRADO.

La técnica de aplicar hidráulicamente semillas y fertilizantes para reverdecer y proteger taludes requiere previamente de una adecuada planeación y estudio para cada aplicación, ya que deben identificarse los problemas, según el tipo de suelo, orientación, pendiente, etc...

La adecuada preparación del terreno y la formulación correcta de fertilizantes, diversos tipos de semillas (gramíneas, leguminosas) elementos activados, etc... son fundamentales para lograr los objetivos en el tiempo deseado.

Inmediatamente después del hidrosembrado se procede a la aplicación de una cubierta de material orgánico con un elemento aglutinante.

La función de esa cubierta protectora es múltiple, favoreciendo la formación de un cultivo de bacterias, protegiendo las semillas de los rayos ultravioleta y de los pájaros, sobre todo captando y conservando la humedad, con lo cual se elimina la necesidad de riegos continuos: con todo lo anterior, es posible garantizar elevados índices de germinación.

Cabe señalar que a pesar de que en México prácticamente no se ha aplicado este sistema, se debe tener conciencia de que casi en el 50% de los taludes de cortes y terraplenes de nuestras carreteras en construcción se tienen problemas de erosión y deslaves.

Los métodos de implantación manual, trasplante de "tepos" (pasto alfombra) y otros más se han usado por años, pero creemos que es tiempo de analizar las ventajas en rapidez, eficiencia y costo que ofrece una nueva alternativa.

## 6.- CONCLUSIONES.

Existen varios sistemas de cimbras textiles desarrollados en México que han probado su efectividad ampliamente en el mundo y que permiten construir obras de defensa en ríos, puentes y playas, utilizando racionalmente al máximo los materiales locales y dando empleo al personal de la región capacitándolos, durante los mismos trabajos.

Los Geotextiles son elementos comúnmente aplicados con éxito en muchos países, en México se están aplicando hace pocos años unos que son de importación, creemos que es el momento de darle oportunidad al producto fabricado en nuestro país y que además ofrece muchas otras ventajas adicionales.

Las Georedes plásticas se empiezan a conocer y con las experiencias satisfactorias de otros países y las pruebas ahora en curso será posible encontrar un sinnúmero de aplicaciones que resuelvan problemas de acceso al lugar de trabajo en zonas pantanosas, ahorro en terraplenes sobre suelos suaves, fabricación de elementos alambroca (Gabiones Redlon) cilíndricos o convencionales, sin problemas de corrosión, abrasión ni desgaste. Muros ligeros para contención de "suelo reforzado", mejores diseños de pavimentos, sobrecarpetas, drenes convencionales, de aleta, "lavaderos" de caminos a base de un enorme Alambroca o super Gabion Redlon, etc...

Las Geo-Membranas han tenido unas ciertas aplicaciones con película simple de polietileno pero sus posibilidades de empleo son más amplias cuando las Geo-Membranas son a base de combinar materiales y se logra la impermeabilidad con elementos de refuerzo.

El hidrosembrado con cubierta orgánica protectora deberá tener un gran futuro en México, ya que además de lograr un control de la erosión se restituye la ecología que se afecta al construir obras públicas, lo cual tiene una importancia fundamental para las generaciones futuras.

Se ha presentado una amplia gama de métodos, sistemas y materiales diversos, los cuales conjunta o separadamente si se analizan con una mentalidad positiva y espíritu constructivo, ingenieros con los conocimientos y la experiencia que indudablemente tienen sabrán aprovecharlos y lograr resolver problemas actuales y futuros con soluciones más racionales, rápidas y económicas, logrando al mismo tiempo aportar nuevos conceptos para la Ingeniería Civil de Obras Públicas.

ING. MAURICIO PORRAZ  
PRESIDENTE  
CONTROL DE EROSION, S. A.  
Bld. Adolfo López Mateos 1384 - 1er. Piso  
Mixcoac, México 19, D.F.  
Tels.- 598-0111  
598-0127



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA.

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA,  
AVANCES EN LA TECNOLOGIA

9 DE OCTUBRE 1984.

## II CONGRESO LATINOAMERICANO DE CONSULTORIA

12 - 16 de Julio México D. F.

FELAC - AMEC

## TEMA I

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA

" AVANCES EN LA TECNOLOGIA "

## TITULO:

" EMPLEO DE GEOREDES PLASTICAS Y GEOTEXILES EN DIVERSOS  
PROYECTOS Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA CIVIL "

Ing. Mauricio Porraz J. L. \*

Ing. Héctor Meuregh \*\*

Ing. Eduardo Porta

\* Presidente Control de Erosión S. A .  
Apartado Postal 60549  
México 18, D. F.\*\* Gerente Mercado  
REDLON  
T. F. México\*\*\* Gerente General  
Porta Felt.  
México.



El uso de Geotextiles en Obras de Ingenierfa Civil en los Estados Unidos se ha incrementado en los últimos años a un ritmo entre 30 y 40% anualmente y se espera que continúe así. En 1979 se vendieron y colocaron cerca de 50 millones de metros cuadrados de productos textiles representando 9 millones de Kilos de fibras y tejidos. Las Geo-mallas plásticas han tenido un desarrollo impresionante en Japón y grandes aplicaciones en Europa durante los pasados 8 años.

En Latinoamerica su empleo ha sido en menor escala, sin embargo consideramos que en un futuro próximo deberá incrementarse notablemente.

Los Ingenieros Consultores somos unos individuos poco comunes " No creemos nada de lo que está escrito en un folleto de un fabricante a menos que se encuentre soportado por un detallado reporte técnico" igualmente " Nos preocupamos por no tener una fórmula en la cual substituir las variables con la información existente" éstos entre otros pueden ser unos factores que pudieran restringir el uso de las Georedes plásticas y los Geotextiles.

1.- Georedes Plásticas.

El Dr. Brian Mercer Ingeniero Textil Inglés desarrolló un proceso de extrucción NETLON para producir mallas de Polietileno de alta densidad las cuales tienen infinidad de aplicaciones algunas de las cuales están dentro del Campo de Ingeniería Civil. Hace unas cuantas semanas en México se empezaron a fabricar Georedes bajo el sistema Netlon, por primera vez en nuestro Continente:

Al compactar un suelo sobre una superficie Geored, esta se traba con el material del suelo, en su lugar con lo cual no puede torcerse ni moverse. Siendo bastante rígida absorben más facilmente las cargas dinámicas, evitando asentamientos gracias al anclaje mecánico obtenido con el suelo mismo.

El nuevo Aeropuerto de Tokyo " Narita " se construyó en terrenos que fueron arrozales; reforzando el suelo con Georedes se pudo lograr una mejor distribución de las cargas.

En caminos de acceso temporales ó permanentes construidos en terrenos pantanosos es común los atascamientos de los camiones, los que pueden ser evitados instalando una Geored cubierta de material Granular.

④ *Georedes 20x20*  
⑧ *Tekla*  
⑨ *Caminos*  
⑪ *Camión*  
⑫ *Camión*

En cimentaciones en zonas donde el suelo es heterogéneo y se esperan asentamientos diferenciales se puede resolver el problema desenrollando geored la cual gracias a su rigidez tensional y al amarre mecánico con el suelo da mucho mayor soporte, mejor apoyo y reduciendo cualquier eventual deformación diferencial del terreno.

Las Georedes pueden jugar un papel muy importante en Terraplenes minimizando la necesidad de préstamos permitiendo trabajar en climas lluviosos, aumentando la pendiente de los taludes, al reforzar el suelo y dando el apoyo necesario en la base, con los adecuados sistemas de drenaje para reducir la humedad en el suelo. En un trabajo presentado en 1979 en EE.UU. por los Ingenieros de los Ferrocarriles Estatales del Japón indicaron que el uso de Georedes en us Terraplenes no solo les facilitó el procedimiento de construcción, mejoró los índices de estabilidad, redujo los volúmenes de Terracerías y también además aumentó la resistencia respecto al efecto de Temblores y Terremotos.

Con los avances en la Tecnología de Materiales, ahora es posible contar con georedes en que sus moléculas han sido orientadas dinámicamente y termicamente pudiendo alcanzar resistencias a la Tensión de hasta 8 Ton por metro de geored (TENSAR-SRI) con lo cual el horizonte de aplicaciones se extiende de manera impresionante.

El construir muros ó paredes verticales con refuerzos de Geored-Tensar dentro del relleno es una muy interesante aplicación al reforzar el suelo, de relleno.

Igualmente al construir Terraplenes sobre terrenos pantanosos, que al aumentar su dimensión actuaban como una cuña, incrustándose y provocando un buffamiento del suelo suave.

Utilizando una plataforma rígida de apoyo se consigue un diseño estable con un índice de asentamiento regular est se logra con una Colchoneta de Cimentación fabricada con Geored-Tensar.

Para reparar deslizamientos de tierra en taludes la Geored puede funcionar como un gigantesco gabión de malla plástica que una vez lleno de material granular se cierra la geored asegurándolo.

Este método también puede utilizarse en carreteras para substituir Vertederos, y otro tipo de Obras de Arte.

27 fabrica  
29 ✓  
30 Alcantaral  
31 Accesorios

35 Sem. Jap.  
39 Sem. Jap.

33 Cintas Tensar  
40

41 Georedes  
51 Cintas Tensar  
75  
77  
78  
79

82 fabrica Tensar  
83 Cintas Tensar

79 ✓

La Geored plástica por su flexibilidad puede ofrecer una solución para reducir deslaves y retener rocas sueltas en acantilados.

Para proteger Taludes contra la erosión existen una variedad de Georedes desde las ligeras para adherencia con el pasto y la vegetación hasta las redes pesadas de las ya mencionadas gabiones llenados "in-situ" además de las tuberías plásticas NETLON para Drenaje para estabilizar las pendientes donde la subpresión origina problemas.

Los Tubos Netlon son muy prácticos para fabricar Drenes-laminares ó de aleta con los cuales es posible bajar el nivel freático para estabilizar sitios de construcción. También se usan para sellar la presión de poro a través del terreno y de las más interesantes drenaje en la parte posterior de muros sólidos de mampostería ó concreto. Facilísimo de instalar con una simple Zanjadora angosta, dos hombres pueden instalar más de 200 m de dren-laminar por día.

Los Gabiones de geored compiten con ventajas respecto a los fabricados de acero. El Polietileno de alta densidad son anticorrosivos con una muy alta resistencia a la abrasión, son más ligeros, fáciles de transportar y de eregir, siendo más flexibles se acomodan mejor al Terreno. La abertura de la malla puede ajustarse a la granulometría de relleno a utilizar.

Los Gabiones de Geored plástica tubulares son sumamente rápidos y fáciles de llevar, manual ó mecánicamente.

Las Georedes Netlon se han utilizado mucho con éxito para proteger, el pie de los taludes en rios y canales.

Las Georedes pueden utilizarse también como cercas de nieve ó de arena para estabilizar dunas y como barreras antideslumbrante ó de limitación de grandes aplicaciones en áreas de Aeropuerto ya que no interfieren en el radar.

II.- Los Geotextiles.- También se refieren a una gran familia de productos en telas no tejidas que actúan como separadores.

Una de las mayores causas de degradación de las Carreteras Norteamericana es que el material de apoyo pasa a través de la base y la subbase contaminándolas. El Departamento Federal de Carreteras está investigando cómo actúan los Geotextiles y cómo pueden mejorar las características y funcionamiento en los caminos gracias a su función de separación.

71

Arriba [2]

5

6

14

18

19

21

25

31

36

37

40

53

19

70

Respecto a los Tejidos, en 1975 en el Proyecto Delta en Holanda se utilizaron Geotextiles Tejidos; posteriormente el cuerpo de Ingenieros del Ejército Americano los han utilizado en numerosas obras Costeras.

En el Mar del Norte casi el 50% plataformas petroleras están protegidas contra la socavación y corrientes de fondo con Geotextiles Tejidos.

Respecto a los Materiales estos pueden ser, Poliester, Nylon, Polietileno, Polipropileno entre otros. Entre los no tejidos los geotextiles pueden ser simplemente pegados, ó ligados con picado de aguja, etc... En los Tejidos puede ser plano con diseño modificado. En el tejido pueden usarse monofilamentos, multifilamentos y fibras texturizadas.

Existen también Geotextiles a base de membranas impermeables para muy diversas aplicaciones, que son telas laminadas y reforzadas para almacenar productos, líquidos, impermeabilizar y proteger construcciones etc... etc...

En general para concluir el campo de aplicación de las Georedes Plásticas y los Geotextiles en muchos casos es complementando y se pueden aplicar conjunta ó separadamente.

Lo importante es saber que éstos productos son resultado de avances Tecnológicos, conocer que ya todos ellos se producen en México a precios accesibles y con una calidad garantizada y que el recomendar su empleo ó señalarlos como una alternativa posible en un proyecto representará un diseño de Ingeniería más moderno y apegado la realidad de nuestro tiempo.

Junio 1981.



Foto No. 1

La Geored siendo desenrollada sobre arillas suaves para permitir acceso.

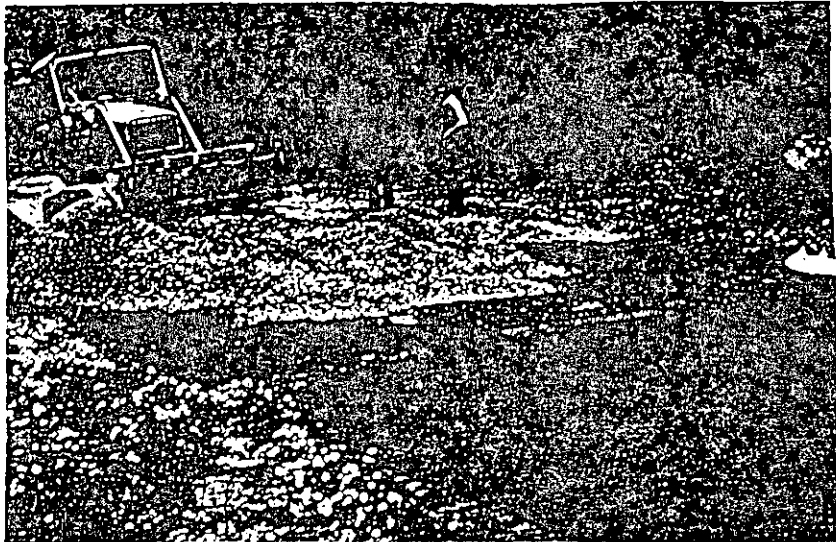


Foto No. 2

La Geored colocada logra una distribución de las cargas dinámicas y logra un anclaje mecánico con el material granular de recubrimiento.



Foto No. 5

Construcción de una base firme de Apoyo sobre una zona pantanosa en Sullum Voe al Norte e Escocia.

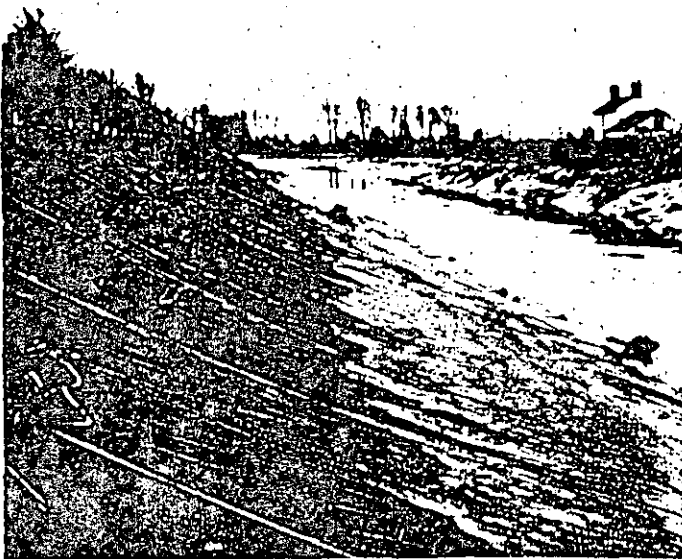


Foto No. 6

Protección de Taludes de un Canal con Geored después de la instalación.

Foto No. 7

El mismo sitio 3 meses después.

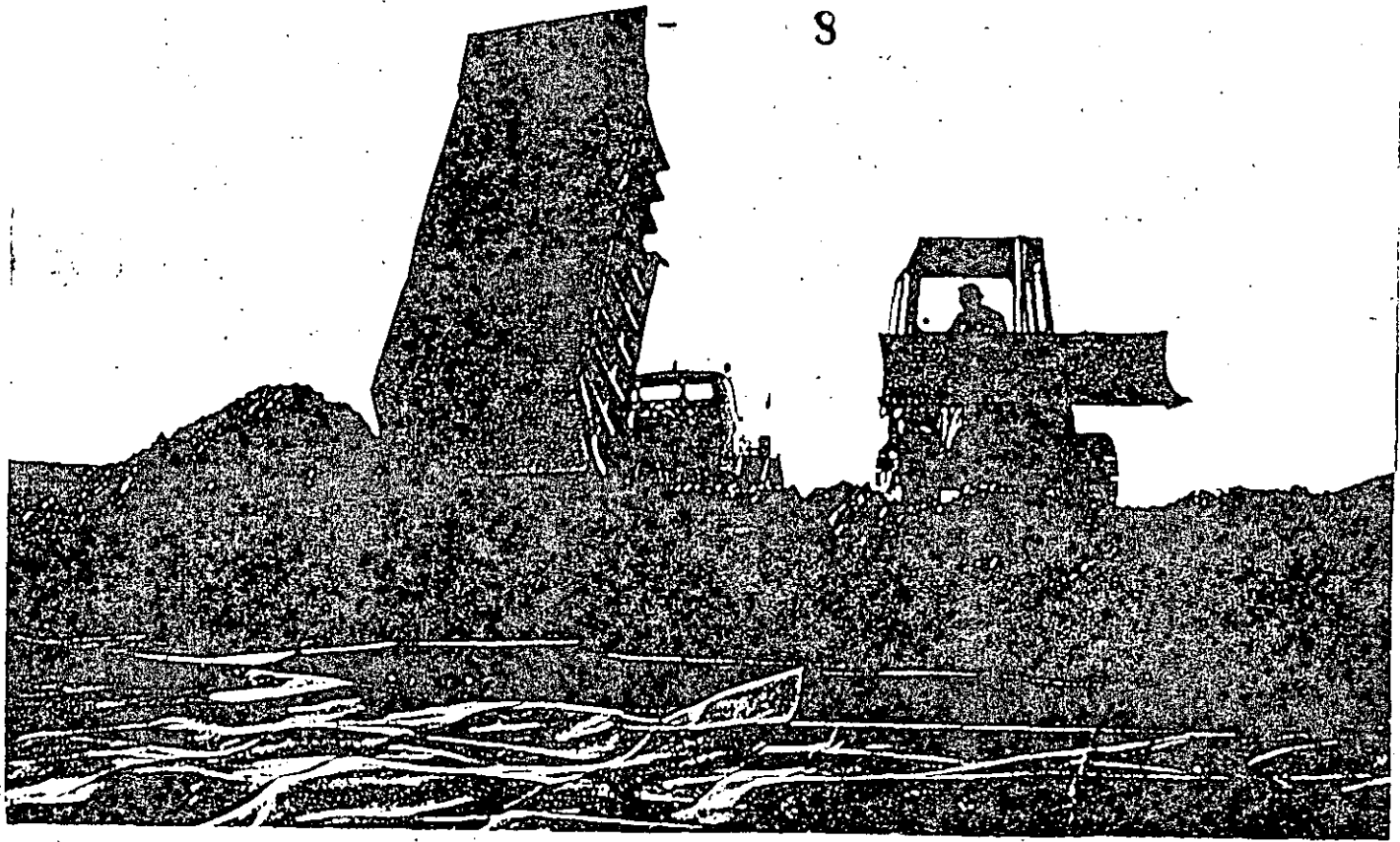


Foto No. 3

Construcción de Terraplenes sobre suelo muy comprensible utilizando Geored como refuerzo del Terreno de relleno.

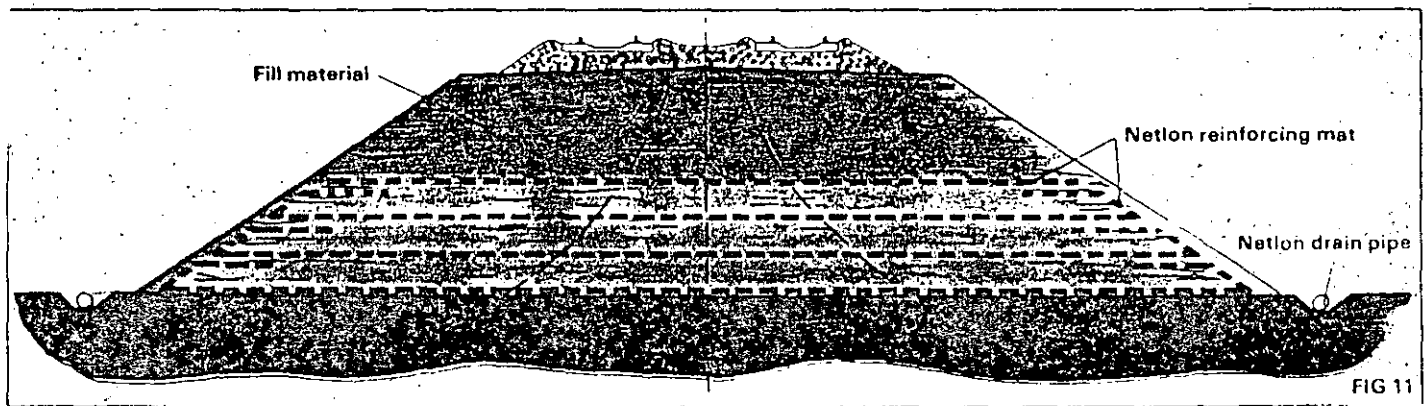


Foto No. 4

Sección Transversal de un Terraplén probado satisfactoriamente por los Ferrocarriles Nacionales del Japón.



# Geored Aedlon®

hecho en México con licencia

**NETLON**®

Netlon Ltd England



**tubos flexibles s.a. de c.v.**

boulevard totaca 40 - naucalpan, edo. de méxico - tel. 576 56 22 • telex 017 22 06 ofirme  
av. ciencia 11 cuautitlán tel. (91-591) 2 09 44, 2 07 93 y 2 08 82 telex. 017 73 856 tflap



Una cimentación estable es el punto de partida en el diseño de cualquier estructura, y la solución óptima, constructiva y económica, depende de las características del suelo y su capacidad para soportar el tipo de carga requerida.

El problema principal es la penetración del material de base en el suelo blando. La capacidad de carga de la carretera, disminuye notablemente y, a falta de un mantenimiento que resultaría tardado y costoso, el deterioro continúa y tarde o temprano se produce la falla.

Son bien conocidos los métodos de compactación, drenes adecuados y estabilización química para aumen-

tar la capacidad de carga del suelo. Ultimamente, se ha dirigido la atención hacia el confinamiento del terreno por medio de membranas estructurales.

Esta idea no es nueva, durante siglos se han venido usando mallas de varas entrelazadas y se ha comprobado su eficacia en cimentación sobre una gran variedad de suelos.

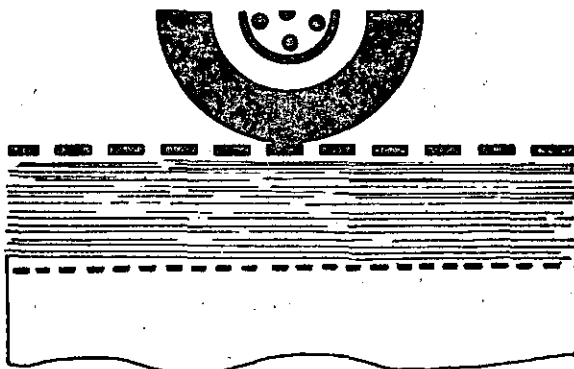
La Geored de refuerzo y contención de terreno Redlon® desempeña una función similar proporcionando una cimentación estable cuya aplicación tiene muchas ventajas.

A) Previene la pérdida del material de base en el suelo natural.

B) Distribuye la carga uniformemente gracias a su escasa flexibilidad, reduciendo los hundimientos diferenciales.

C) Incrementa la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, en virtud que su alta resistencia a la tensión se desarrolla por la fricción que opone la geored al deslizamiento debido a la forma de su sección transversal.

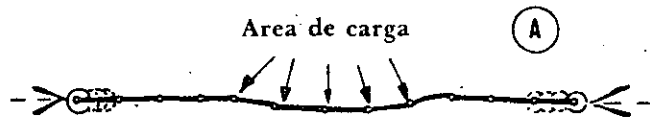
D) Permite una disipación más rápida de la presión de poro.



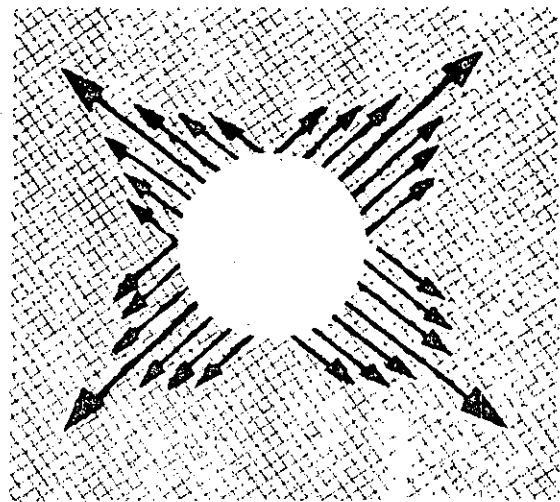
**FIG. 1** Refuerzo para controlar suelos en construcción de caminos o pistas de aeropuertos y en avenidas de tráfico intenso.



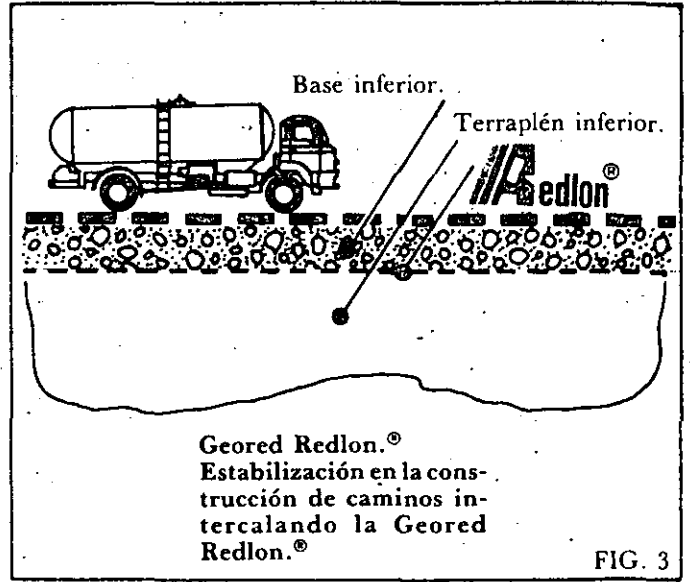
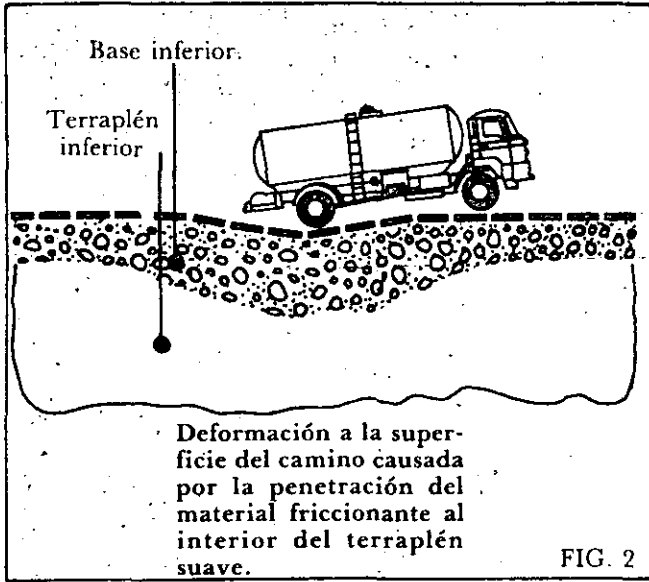
Amplificación de un corte transversal de la Geored de refuerzo.



La resistencia a la tensión se desarrolla totalmente debido a la fricción que opone la geored al deslizamiento por la forma de su sección transversal.

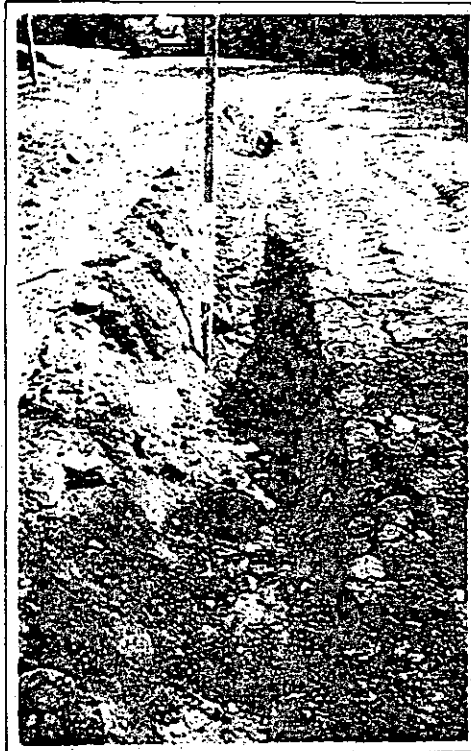


La Geored Redlon® proporciona un control multidireccional al hundimiento asegurando una distribución uniforme de la carga minimizando asentamientos diferenciales.



La penetración del material de la base en el suelo suave de la cimentación afecta seriamente la capacidad de carga y la geometría del camino, provocando un alto costo de mantenimiento y llegando en algunos casos a la falla (Fig. 2). Las fotografías de abajo ilustran el tipo de falla indicada que ocurrió a pesar del empleo de un geotexte.

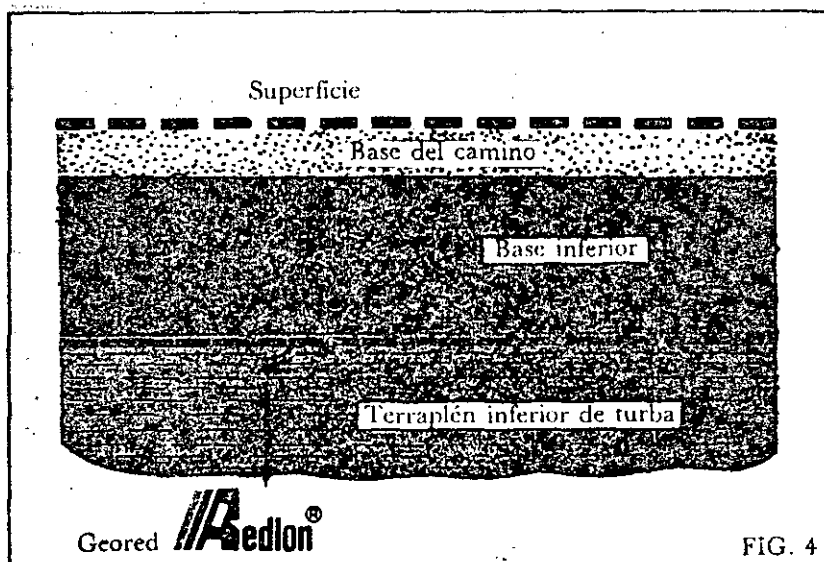
El empleo de una Geored Redlon® entre la base y el suelo de cimentación previene la penetración de la base y aumenta la capacidad de carga. Esto permite la reducción del espesor de la base.



**Redlon®**



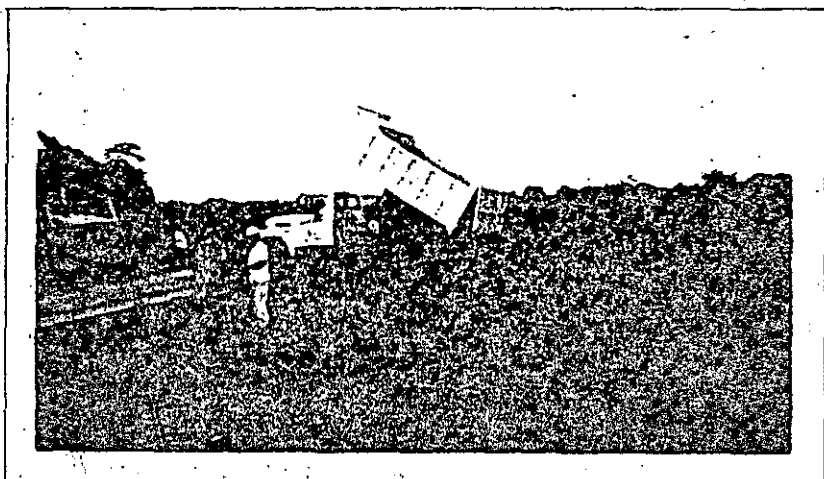
tubos flexibles s.a. de c.v.



La Geored Redlon® para controlar del suelo resulta particularmente efectiva para lograr adecuada cimentación sobre terrenos pantanosos y de turba. Puede colocarse directamente sobre el terraplén inferior sin preparación alguna de la superficie. Por su estructura, La Geored Redlon se fija al suelo evitando se formen surcos y la construcción del camino puede iniciarse de inmediato (ver Fig. 4).



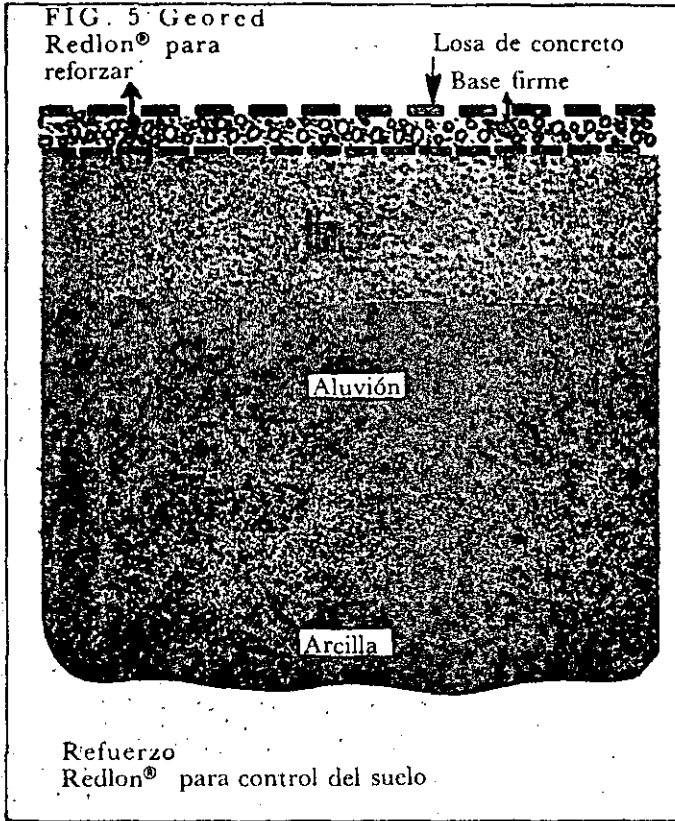
Colocación de la Geored Redlon en la construcción de un camino permanente sobre un terreno de turba. La turba tiene una profundidad variable entre 2 a 4 metros con contenidos de agua, en algunos casos, correspondientes al límite líquido.



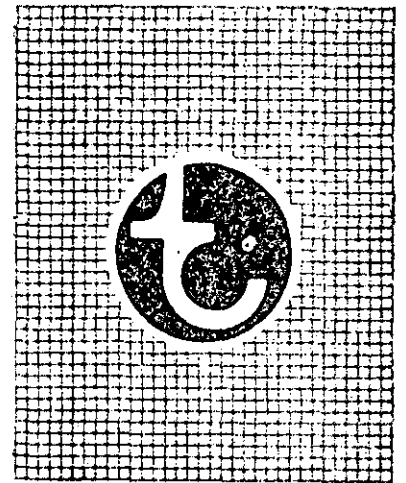
El empleo de la Geored Redlon® en la construcción de caminos para cargas grandes y en caminos de acceso con pendientes pronunciadas.



# Cimentación para fábricas

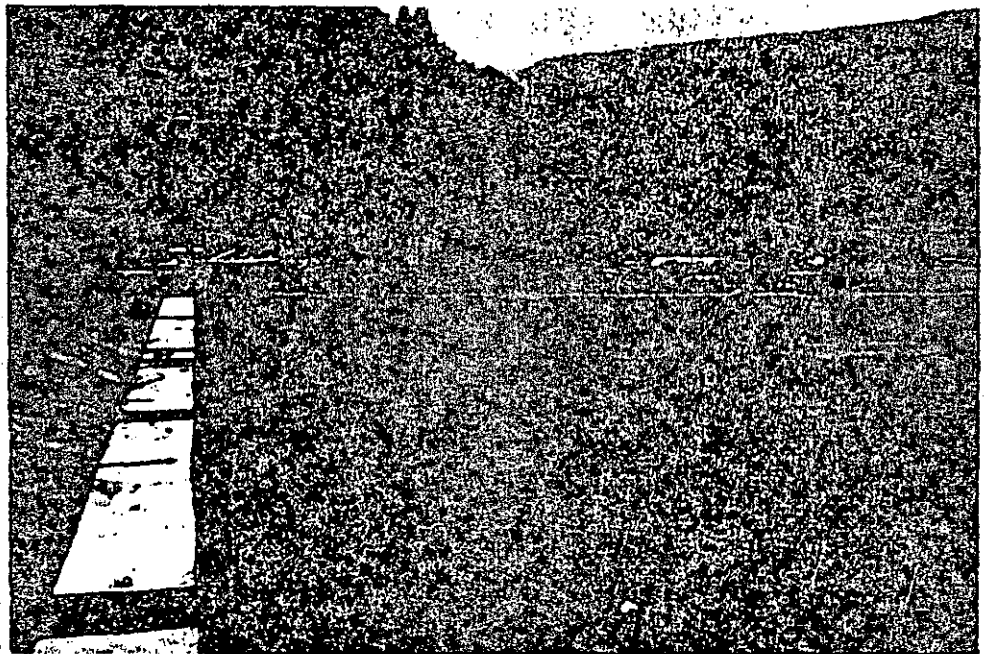


La Geored Redlon® ofrece un método efectivo y económico para mejorar la distribución de la carga sobre áreas que tengan que soportar grandes pesos en terrenos preparados. El diseño de la cimentación para grandes estructuras industriales se puede simplificar enormemente adoptando técnicas de refuerzo del suelo, para mejorar su capacidad para soportar cargas, evitando así la necesidad de emplear costosos sistemas de cimentación (ver Fig. 5).



Geored Redlon® en la construcción de cimentación para una fábrica sobre un terreno preparado.

Losas de concreto reforzado colocados sobre una base firme con refuerzo de Redlon®. Elimina asentamientos locales y mejora la distribución de cargas.



La construcción de un terraplén elevado como base para caminos, vías de ferrocarril o para instalaciones industriales como un malecón o dique para proteger áreas contra posibles inundaciones tienen un factor en común: hacen falta grandes cantidades de material de relleno. Esto en sí puede plantear problemas respecto a la fuente, cantidad y calidad de los materiales que puedan obtenerse.

La explotación de bancos de préstamo y canteras para la obtención de los materiales en grandes cantidades, crean un problema por sí-mismos; por lo que es de desearse que las obras para crear un terraplén se mantengan al mínimo, tanto por motivos económicos como ambientales.

El diseño de un terraplén se hace de acuerdo al tipo de trabajo a que se someterá y adecuándolo a las propiedades mecánicas del material económicamente disponible y la capacidad de carga del suelo de la cimentación. Aunque existen diferentes criterios para calcular la pendiente de los taludes y alturas de los terraplenes, la falla de éstos generalmente se asume que ocurre a lo largo de superficies circulares.

Este tipo de falla provoca un hundimiento al pie del talud y un hundimiento de la corona (Fig. 6).

El diseño convencional de terraplenes estables de una altura dada, implica disminuir las pendientes de los taludes o emplear bermas, ambas acciones aumentan considerablemente el volumen de materiales, el tiempo de construcción y en ancho de la base del terraplén. Otros métodos tales como la mezcla de suelos y la estabilización química son costosos, dilatados y de difícil control.

Localizar material para relleno en la construcción de malecones o diques puede ser un problema y frecuentemente la única fuente de material disponible en cantidades económicas es tierra de propiedades muy variables. El ingeniero entonces se ve ante la necesidad de evaluar las opciones de mezclas al suelo, medios de estabilizar los suelos

o construir bermas o emplear taludes poco pronunciados.

El método de estabilizar terraple-

nes reforzándolos con fajas (esteras de ramas entrelazadas) colocadas en capas dentro de la construcción del terraplén es bien conocido, y durante la pasada década se han aplicado métodos similares empleando refuerzos de Geored Redlon® resistencia y buen anclaje mecánico.

Los refuerzos con Geored Redlon® dan solución práctica y permanente a los problemas de la estabilidad, permitiendo que se construyan terraplenes de corte sencillo y económico a las alturas requeridas. La malla se coloca horizontalmente en la base del terraplén y luego a diversas alturas al irse formando el terraplén, extendiéndose desde la cara de la pendiente lateral a todo el ancho transversal pasando el plano del deslizamiento calculado.

El refuerzo de Geored Redlon® añade una alta resistencia a la tensión a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Esta se desarrolla debido a la fricción entre el suelo y la geored (Fig. 8).

Las capas pueden ser continuas a todo lo ancho de la sección del terraplén o limitadas a un ancho que sobrepase el plano calculado de falla, según el análisis de estabilidad y situación de los planos de falla.

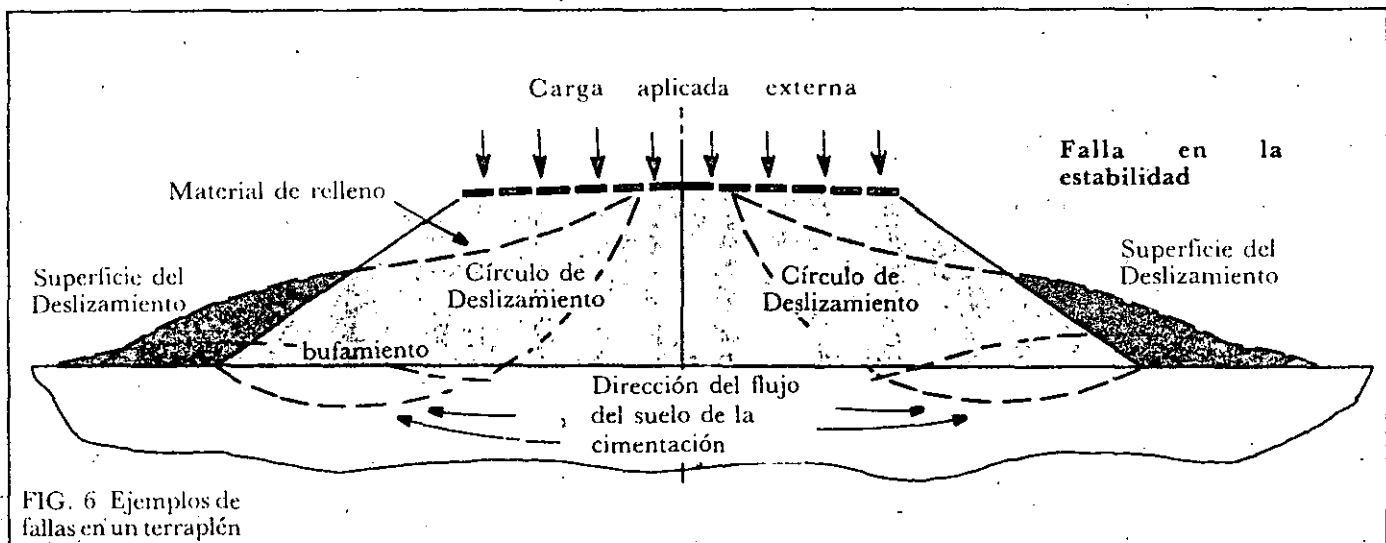


FIG. 6 Ejemplos de fallas en un terraplén

Redlon® permite contar con altos ángulos de pendientes laterales, reduciendo el volumen del terraplén y el área necesaria para tenderlo. Promueve una distribución uniforme de la carga y disipa más rápidamente la presión del agua por sus poros. Es de peso ligero, fácil de transportar y manejar así como de instalación sencilla y rápida.

Fig. 8

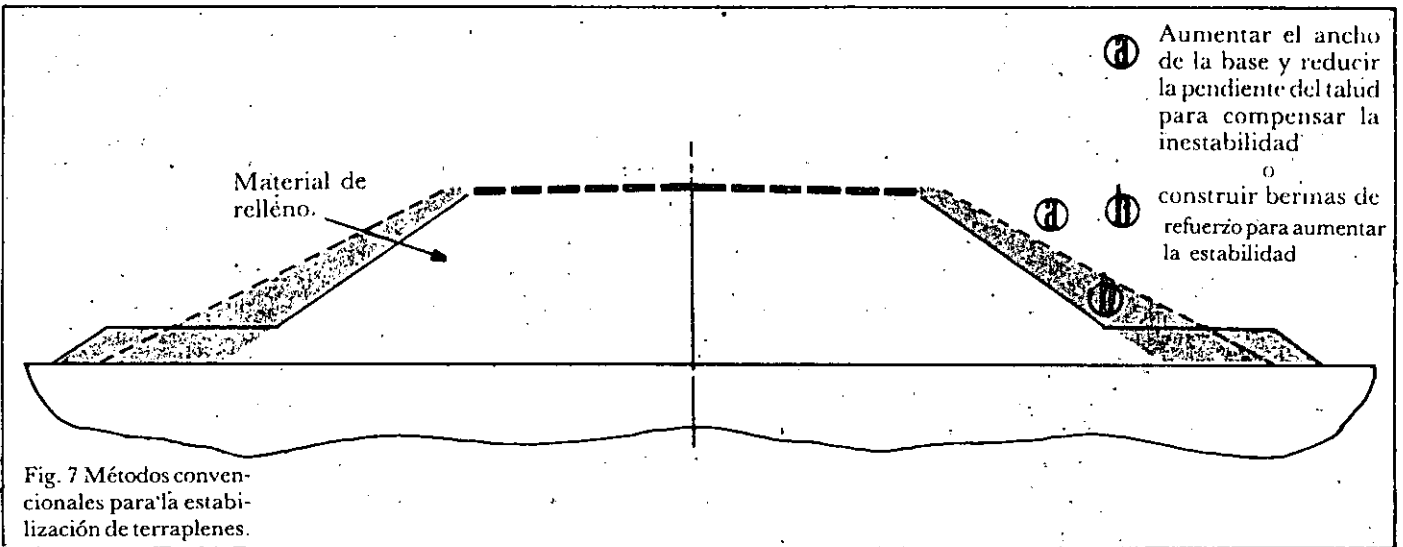
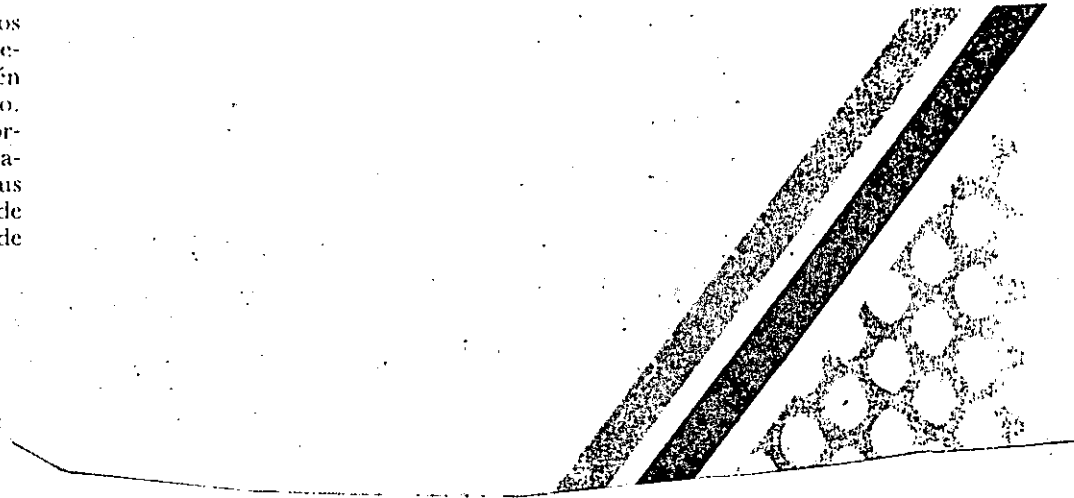
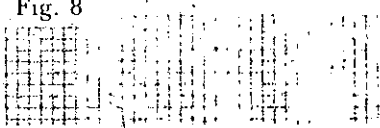


Fig. 7 Métodos convencionales para la estabilización de terraplenes.

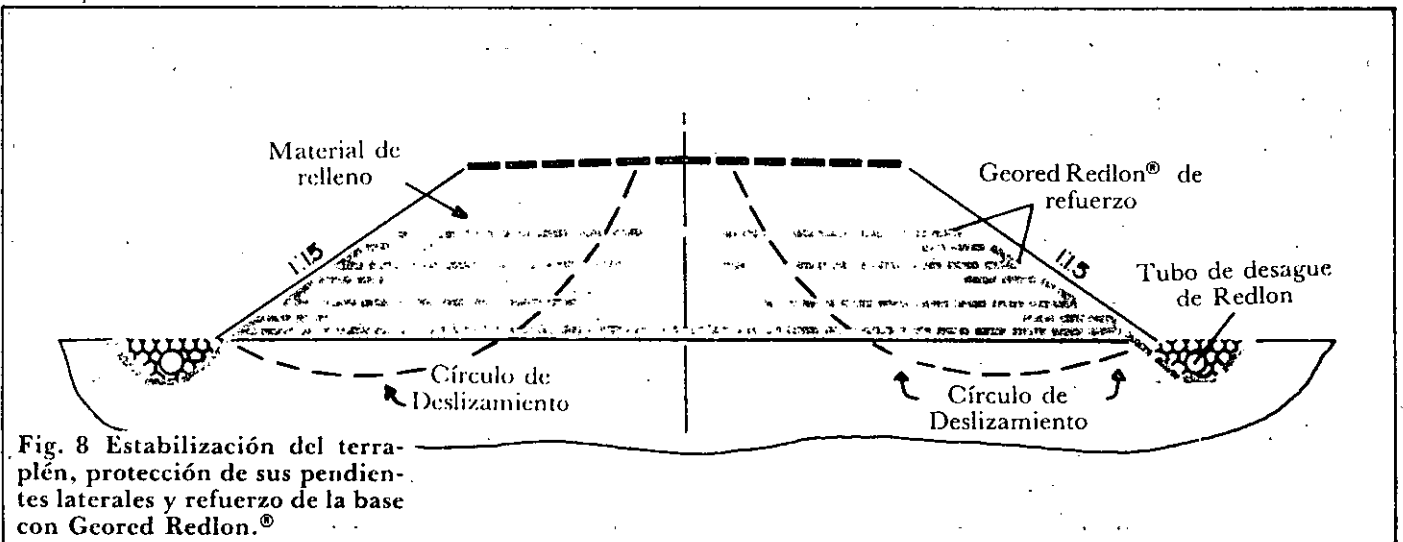


Fig. 8 Estabilización del terraplén, protección de sus pendientes laterales y refuerzo de la base con Geored Redlon.®

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

16

**NETLON**

---

PROJECT: THE CONSTRUCTION OF A BRICK FACED SOIL  
RETAINING WALL AT WHEELWRIGHT CLOSE  
LEEDS

DATE: SPRING '80

---

CLIENT: WEST YORKSHIRE METROPOLITAN C.C.

---

SPECIFIER: CLIENT

---

CONTRACTOR: DIRECT LABOUR

---

PRODUCT EMPLOYED: TENSAR SR2 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS:

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

After a brick built retaining wall had collapsed at Wheelwright Close, Lower Wortley, Leeds; The West Yorkshire Metropolitan County Council decided to replace it with a brick faced retaining wall reinforced with high tensile strength Tensar Geogrids. Designed by W.Y.M.C.C., it was felt that the reinforced wall as a concept, provided a highly competitive method of construction for walls up to 4m high compared with a conventional brick faced wall with counterfortes.

**DESIGN PHILOSOPHY**

The major prerequisites for the structure were that its appearance would blend in with that of the area and that it would provide the stability required for a turning head to be sited on-top.

The simple and cost effective design utilised the high tensile properties of the Tensar Geogrids so that loads could be uniformly distributed, taking pressure off the vertical wall. The apertures within the grids also enabled the wall to be tied back into the soil mass, by cementing the grids into the brickwork (See Photograph 1).

/cont

## CONSTRUCTION

Prior to construction, approximately 45m<sup>3</sup> of soil was excavated to provide an area in which the reinforcing layers could be placed.

The design (See Photograph 2) called for a 215mm double skin, brick faced retaining wall 2.5m high, 9m wide; topped with a conventional brick wall 1.15m high.

Tensar SR2 grids (2.5 x 1.0m) were laid, full width, across every seventh brick course, with 40mm of a self compacting standard quarry crusher run, placed in between successive grids (See Photograph 3).

Weep pipes, at 3m centres, were set with porous blocks behind and at these points the polymer grids were simply cut to shape.

## OBSERVATIONS

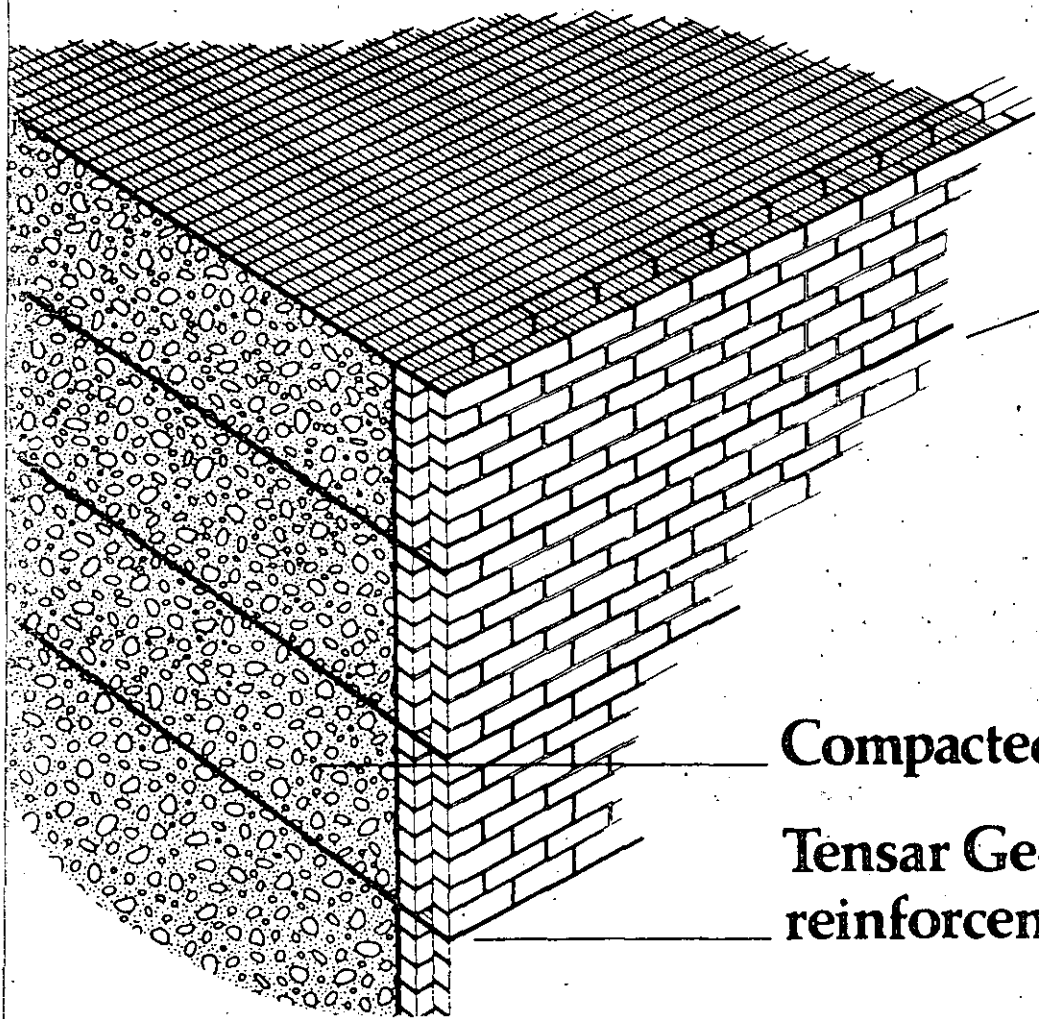
1. The only skilled labour required to complete the construction was two bricklayers.
2. No overlapping of the grids was required.
3. The construction would have been equally successful with stone instead of bricks.

The completed wall (See Photograph 4) has been monitored over an 8 month period with no measurable movement.

The structure highlights a simple and innovative application for Tensar Geogrids which provides a relatively low cost solution to a recurring problem.

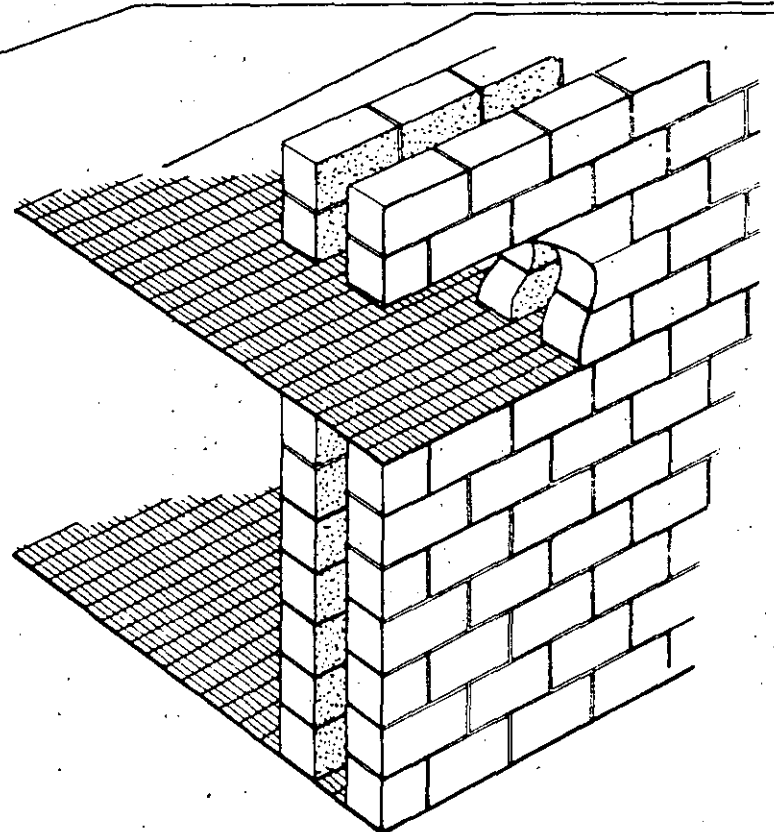


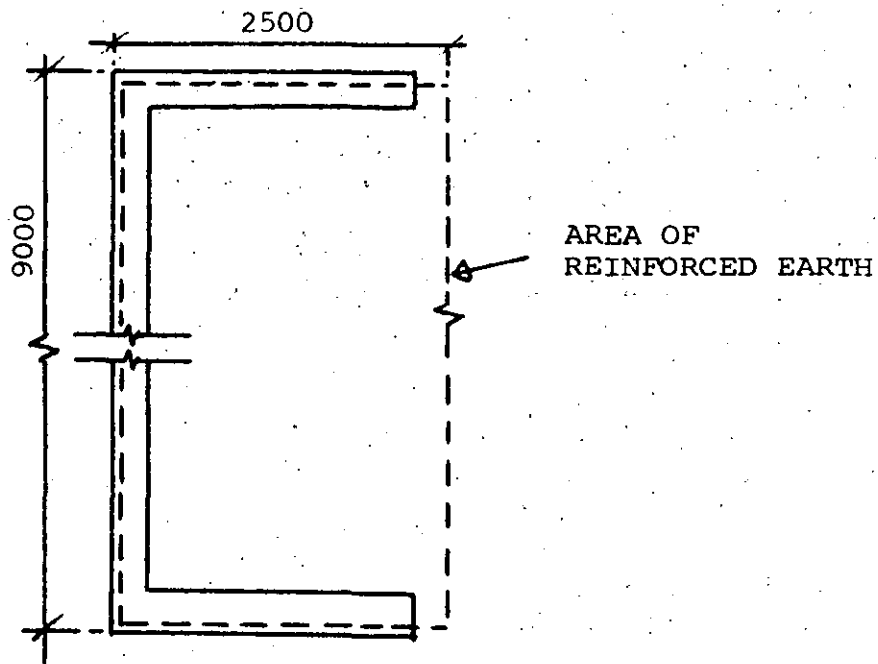
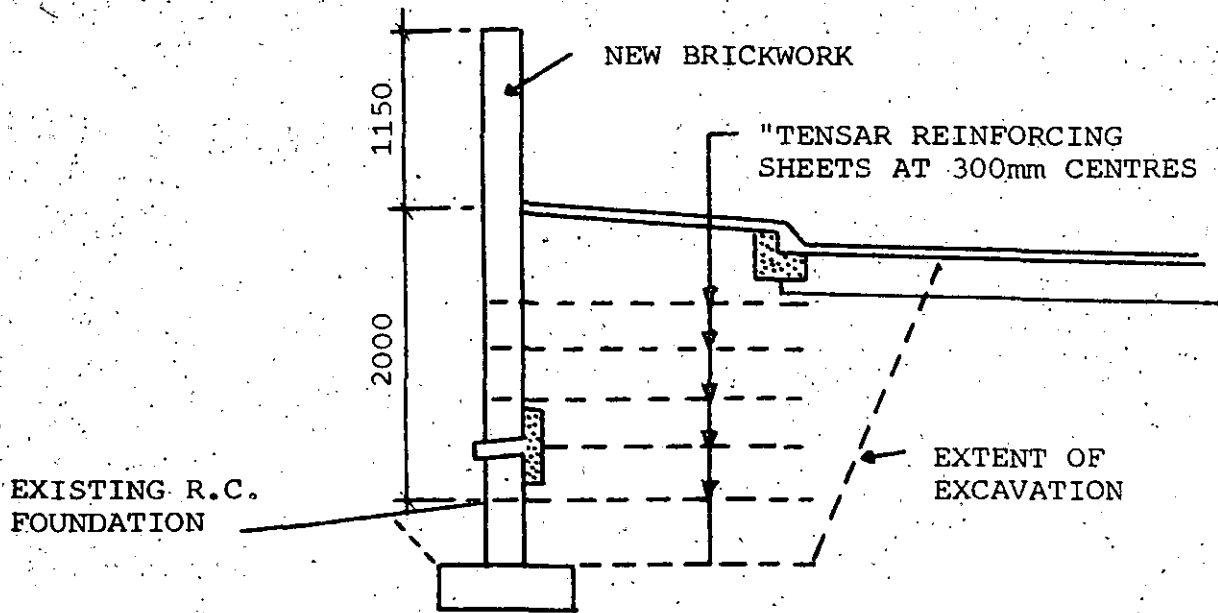
# Tensor brick faced reinforced oil retaining wall

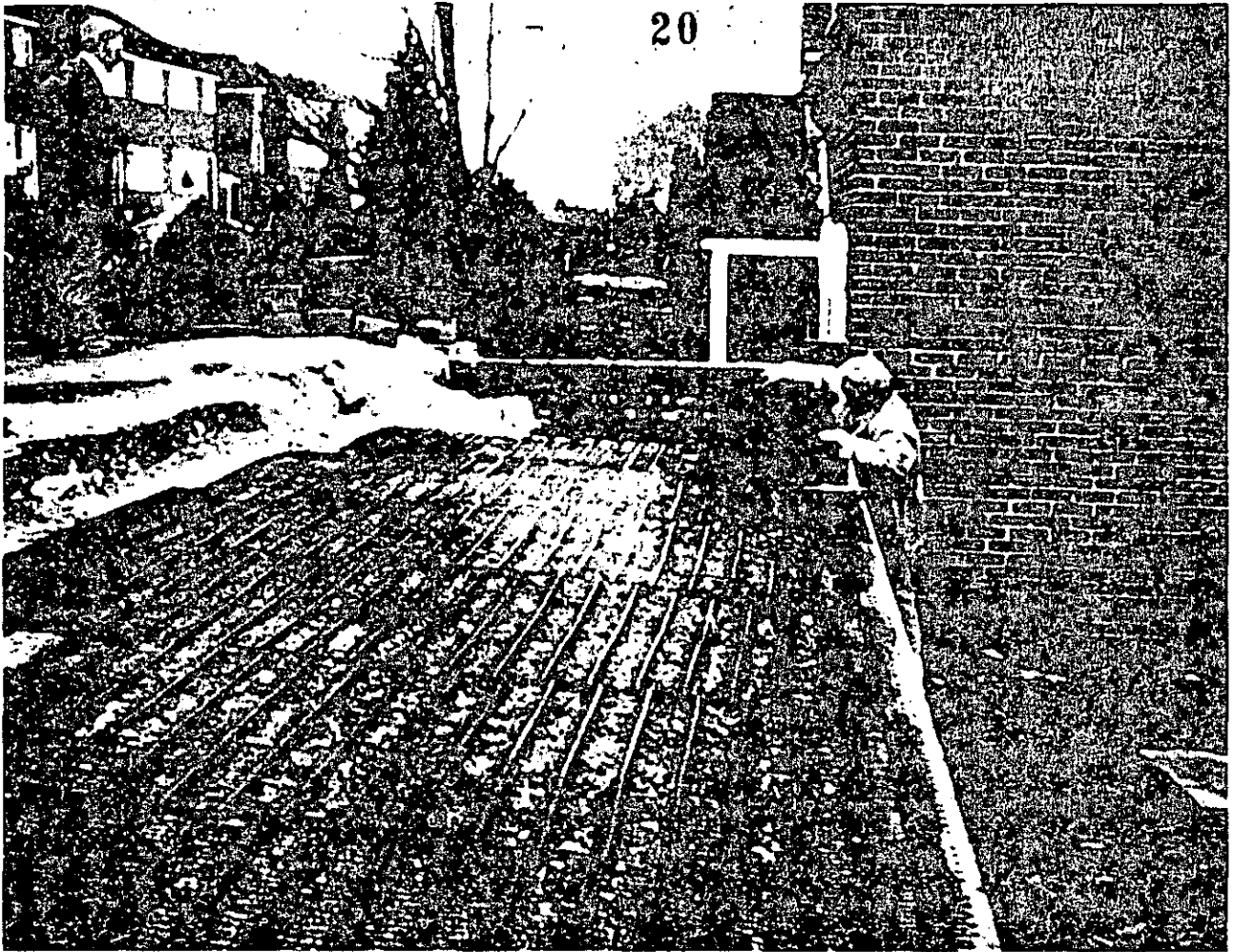


Compacted fill  
Tensor Geogrid  
reinforcement

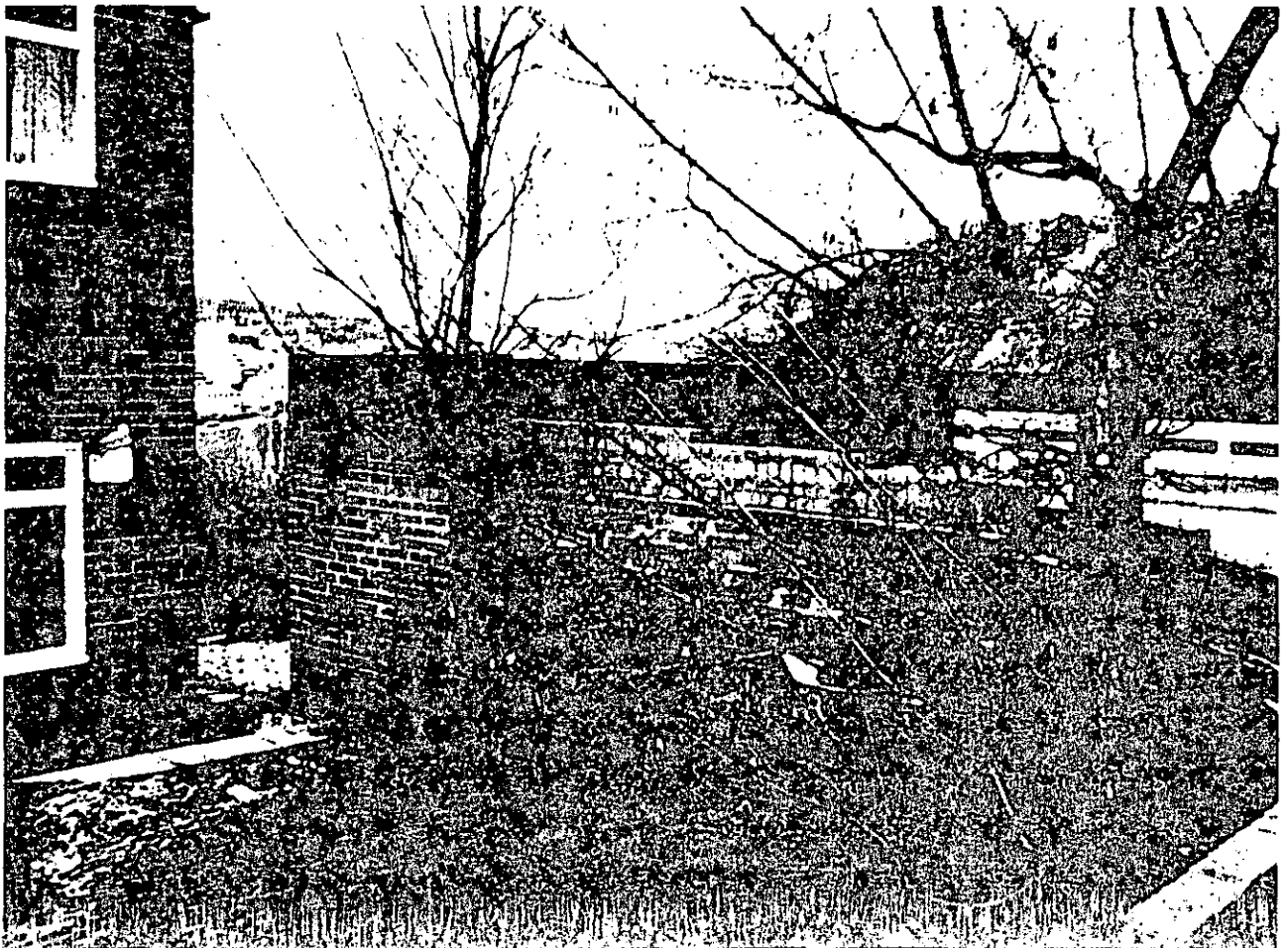
Geogrids cemented  
through brick faces to  
act as ties.







Photograph 3



# CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

## A CASE STUDY

- 21

**NETLON**

---

PROJECT: COASTAL PROTECTION

DATE:

---

CLIENT: MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD  
LOOE - CORNWALL

---

SPECIFIER: REX FLACK, LISANDRA HOUSE  
FORE STREET, LOOE, CORNWALL

---

CONTRACTOR: R. M. DOUGLAS CONSTRUCTION LTD  
138 HED-Y-GAS, CWMBURLA, SWANSEA

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON GABIONS CONSTRUCTED  
FROM CE151

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR. WEST  
MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD.

---

### **DESCRIPTION OF PROJECT:**

Millendreath Holiday Village is situated on a relatively narrow strip of land on the Cornish coast in the vicinity of Looe. In order to make optimum use of the available land, it was necessary to make up the slope down to the water and to install a retaining wall to a height of 4m affording protection against the scouring effects of severe wave attack as the soil in this area is predominantly sand. (See Photograph 1).

#### DESIGN PHILOSOPHY

The problems were of providing -

- a) Earth retention
- b) Scour resistance
- c) A system of absorbing wave energy without reflecting the waves

/cont

The solution -

A stepped retaining wall constructed of stone filled gabions designed to

- a) Satisfy the wall construction theory
- b) Provide a sufficient permeable mass of stone with sufficiently rough surfaces
- c) Ensure that the 'batter' of the stepped gabion wall would be sufficient to absorb wave run-up and minimise overtopping.

Gabions constructed from Netlon CE131 grids were selected because they offer

- a) The complete corrosion resistance of high density polyethylene from which Netlon CE151 is produced
- b) Flexibility, which allows settling and adaptation to the contours of the base and the adjacent cliff
- c) Sufficient flexing in the face of wave attack without deterioration
- d) Competitive prices compared with plastic coated steel mesh gabions

#### CONSTRUCTION -

The ground in front of the Village was levelled and the lowest tier of the 2m Netlon gabions was erected by joining individual units using a 400 kilo breaking strength braided high density polyethylene cord.

Filling of the gabions was achieved, mainly, by mechanical means using a Massey Ferguson tracked hydraulic backacter equipped with a 1m wide shovel. By positioning the shovel at the top and the rear of the gabion and elevating the back of the shovel, it was possible to fill accurately and with minimal top-up by hand. The gabions were internally cross-tensioned at 330mm and 660mm high levels. (See Photograph 2).

A similar procedure was used for the second and third tiers.

#### OBSERVATIONS

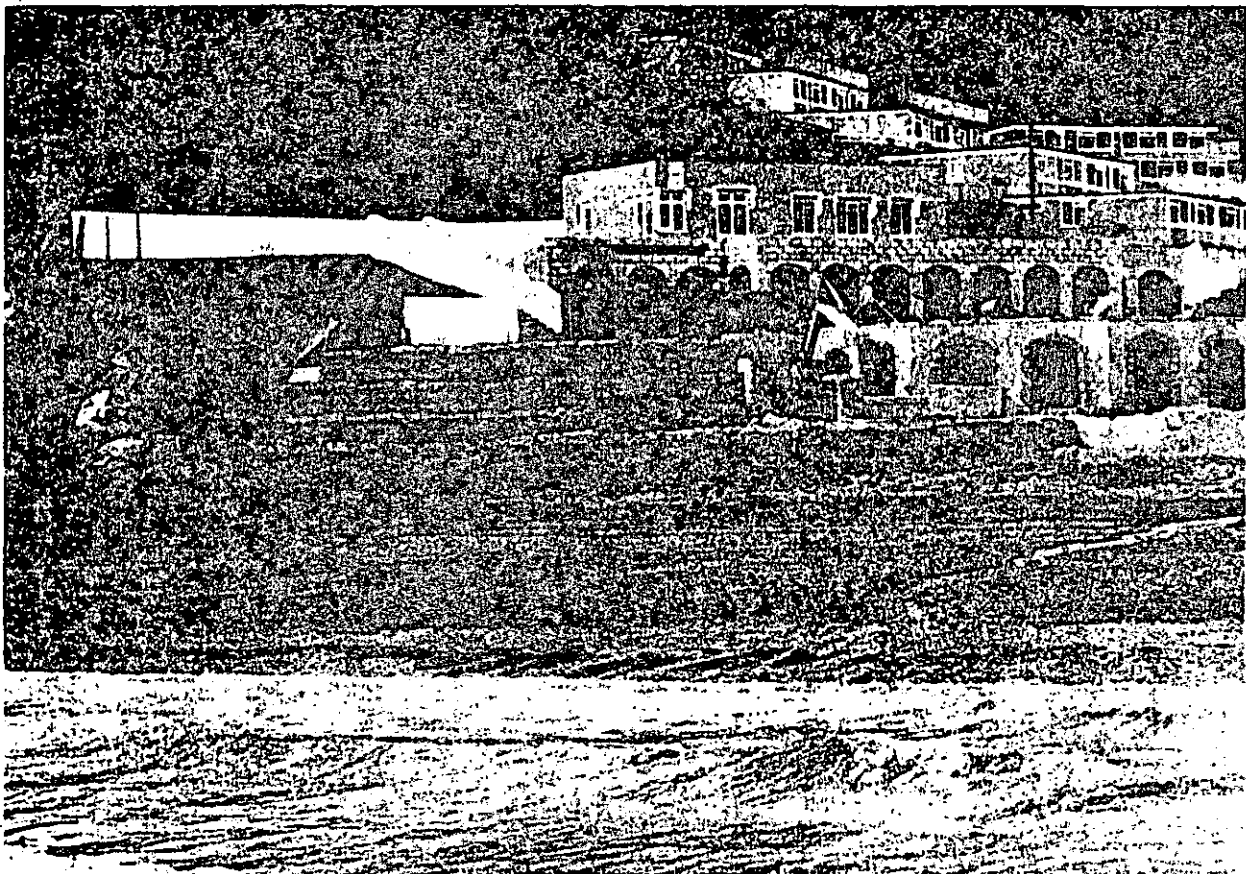
1. Netlon CE151 gabions have since been superseded by Tensar sided gabions which offer superior strength
2. The installation has withstood the effects of the 1980 Spring Tide without damage occurring.

CONCLUSIONS

1. The Netlon polymer based gabion represents an important advance in coastal engineering work.
2. A track mounted hydraulic backacter fitted with a 0.5m to 1m shovel, and using a skilled operator, provides a highly efficient method of filling Netlon gabions.



Photograph 1



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

25

**NETLON**

PROJECT:

PROTECTION OF FACES & SLOPES

DATE: APRIL '79

CLIENT:

AVON COUNTY COUNCIL

SPECIFIER:

MANDER RAIKES & MARSHALL

CONTRACTOR:

NOTT BRODIE

PRODUCT EMPLOYED:

CE121 & CE152

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Following inspections of certain rock faces overlooking the A4 trunk road which passes through the Avon Gorge at Bristol, the dangerous nature of parts of these faces and slopes was brought to the attention of the Avon County Council. As a result the road was closed from February 1977 when remedial work began, terminating in April 1979 (see Photographs 1 & 2).

In addition to its importance as a route for the A4, known locally as Portway, the Gorge is an area of great natural beauty and provides a natural habitat for very rare plant species. In this respect the area is perhaps unique in Great Britain.

When preparing their proposals for the project, the consultants, Mander Raikes & Marshall, gave careful consideration to the choice of materials to be used on the face, in order that the visual appeal and the unique habitat should remain unimpaired. For this and other reasons, Netlon was selected to provide an unobtrusive stabilisation mesh to help contain rock falls (CE152) and prevent soil erosion (CE121).

/cont



Netlon CE152 and CE121 proved to be sufficiently strong, yet flexible enough to conform to the sharp angles (see Photograph 3) and hollows remaining after the very loose rock and a number of overhangs had been removed. Apart from the more obvious benefits, Netlon afforded protection from rain water run-off to seeds and seedlings. It has also retained soil, reduced weathering and protected both roots and rock face from frost damage. When the vegetation cover is fully developed it will also reinforce the root mat and the support plants.

Two different methods of top fixing were used. In areas where there was sufficient soil, the mesh was buried in a trench about 0.5m deep. In other more rocky areas, wooden posts of 100mm square section were driven into the cliff top at 1 metre centres. The mesh was holed at suitable intervals and fitted over the posts (see Photograph 4). Additional fixing was provided by plastic coated steel wire threaded through the mesh and bound to the posts.

Similar wire was also used to link the mesh lengths at the overlaps. In all sections, intermediate fixings to the vertical part of the face were of 450mm x 25mm diameter galvanised rock bolts and 75mm heavy square washers.

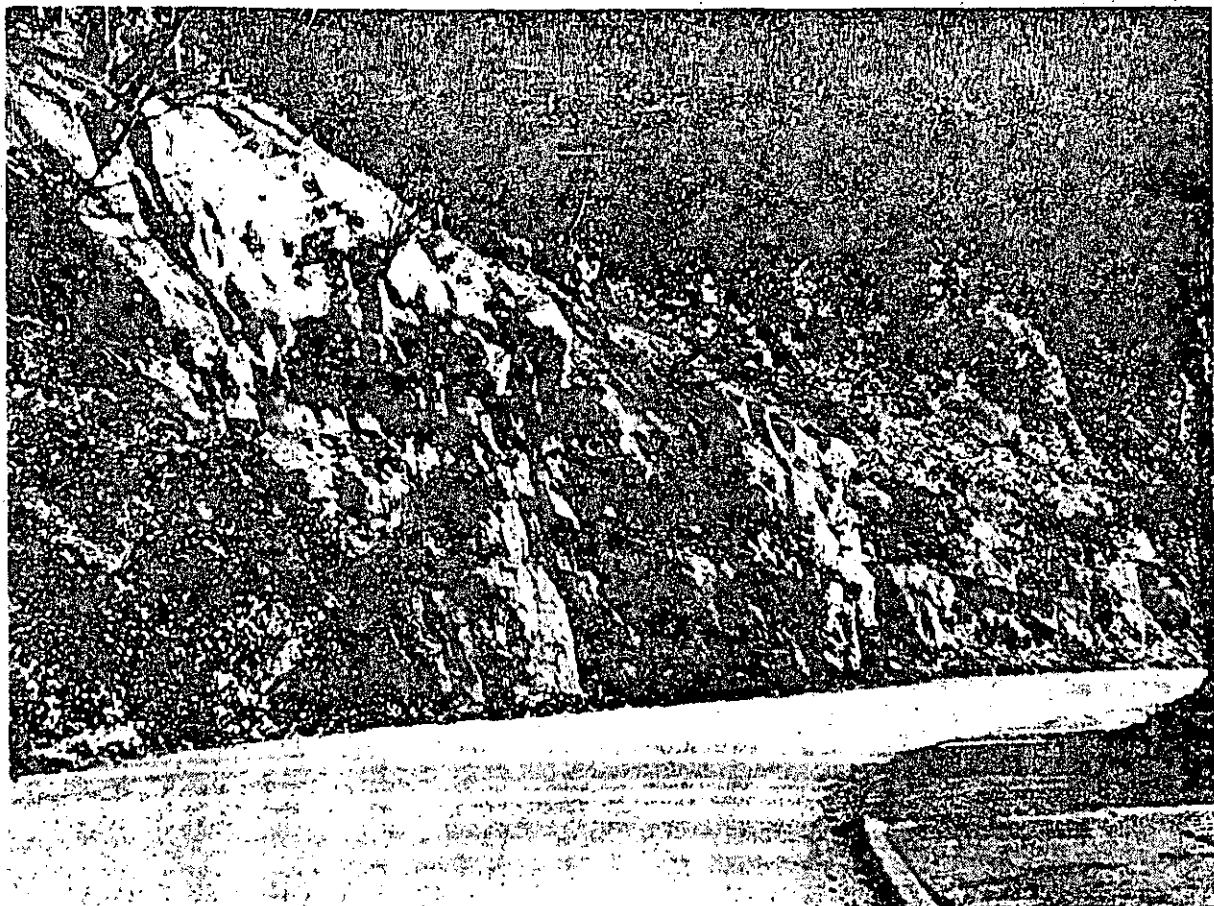
Minimal labour was required due to the lightweight nature of the Netlon mesh and it was considered much safer to work with than other mesh types - an important consideration where dangerous cliff faces are involved.

The part played by Netlon in the Avon Gorge project illustrates its effectiveness in providing long-term solutions to erosion and instability of rock faces.

Tests have indicated that the development of vegetation would enhance the durability of Netlon in such environments, as this would exclude the harmful ultra-violet light (see Photograph 5).

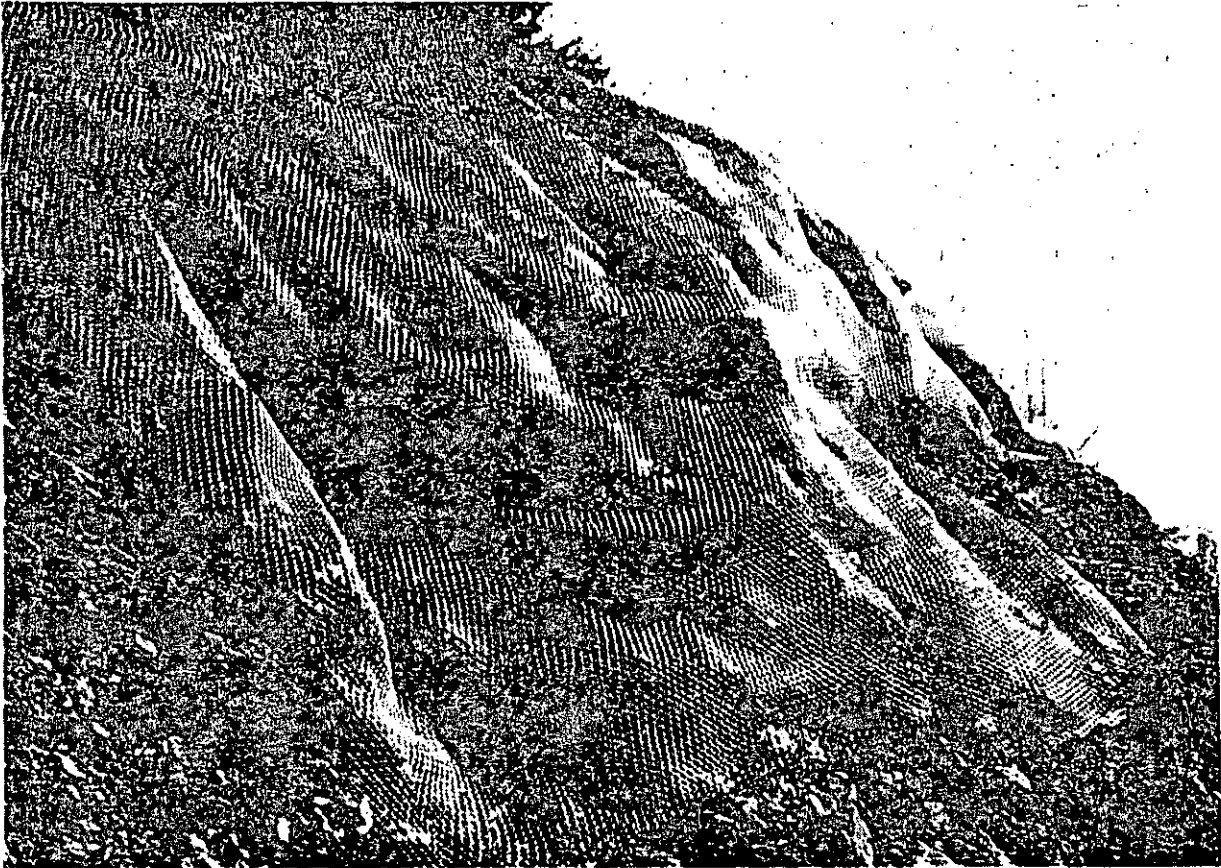
In areas of total exposure to sunlight, the inclusion of UV absorbers is sufficient to combat these adverse effects.

By February 1979 a large proportion of the Netlon was already obscured by new growth at Avon Gorge.

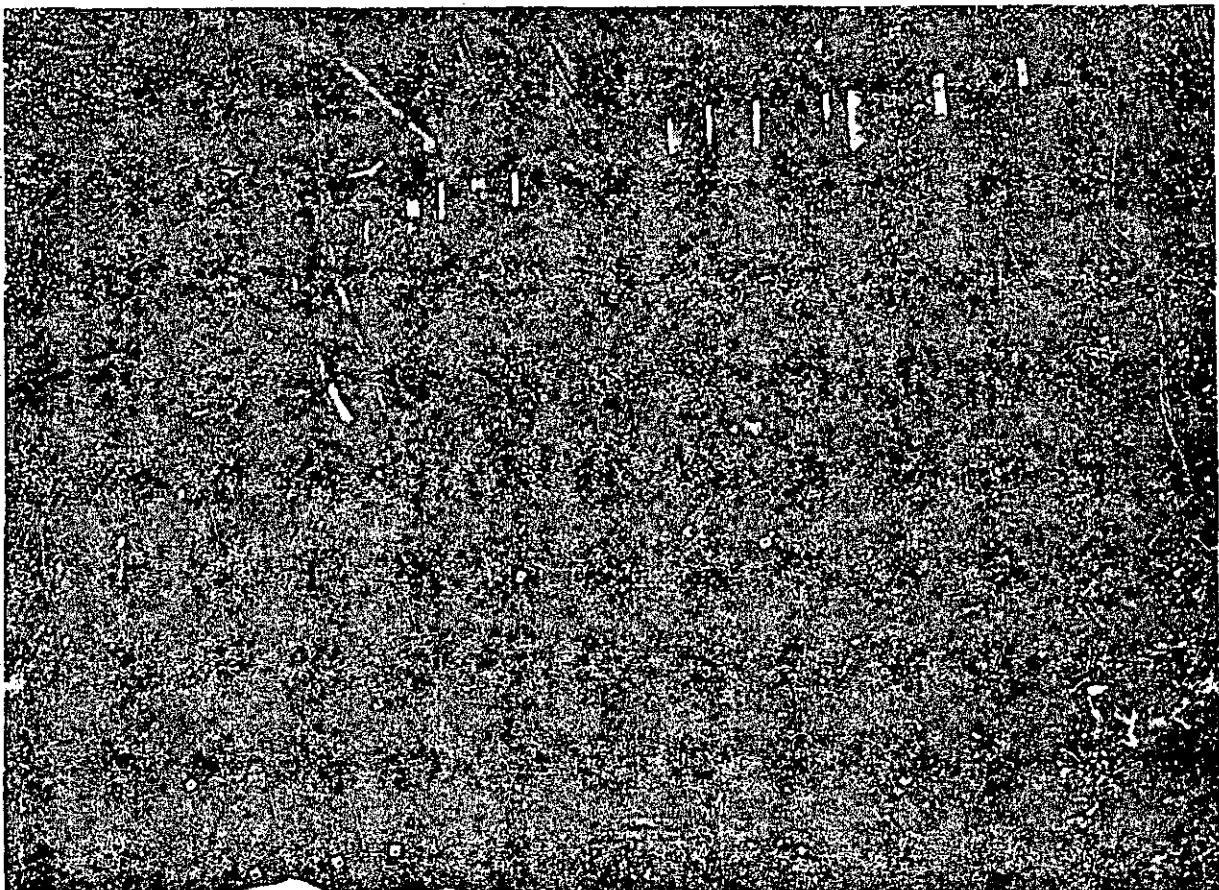


Photograph 1





Photograph 3





Photograph 5

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

30

**NETLON**

PROJECT:

CONSTRUCTION OF FACTORY FOUNDATIONS  
ON A FLOOD PLAIN AT TODMORDEN

DATE: NOV '75

CLIENT:

HEATHERDALE FABRICS LTD,  
DERDALE MILL, TODMORDEN

SPECIFIER:

THE BIRKETT STEVENS COLMAN PARTNERSHIP,  
BRAMHOPE, LEEDS

CONTRACTOR:

WILLIAM MALLINSON (YORKSHIRE) LTD  
HUDDERSFIELD

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE121 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

ABBAY HANSON ROWE & PARTNERS  
HUDDERSFIELD

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Boreholes at the site (See Photograph 1) on a flood plane between the River Calder and the Rochdale Canal, revealed that in general, a 2m thick layer of ash fill covered 4m of silt which overlaid a mixture of firm clay, sand and gravel.

Initially, vibro-compaction of the ash and silt was considered as a way of avoiding settlement of the ground slabs that were to be used. This was ruled out due to expense and a second, lower cost alternative of vibro-compacting the 2m layer of ash, was eliminated, as trial pits indicated that this layer was not consistent over the site.

Netlon Geogrids were employed to eliminate local settlement and reduce general settlement by improved load distribution.

/cont

CONSTRUCTION

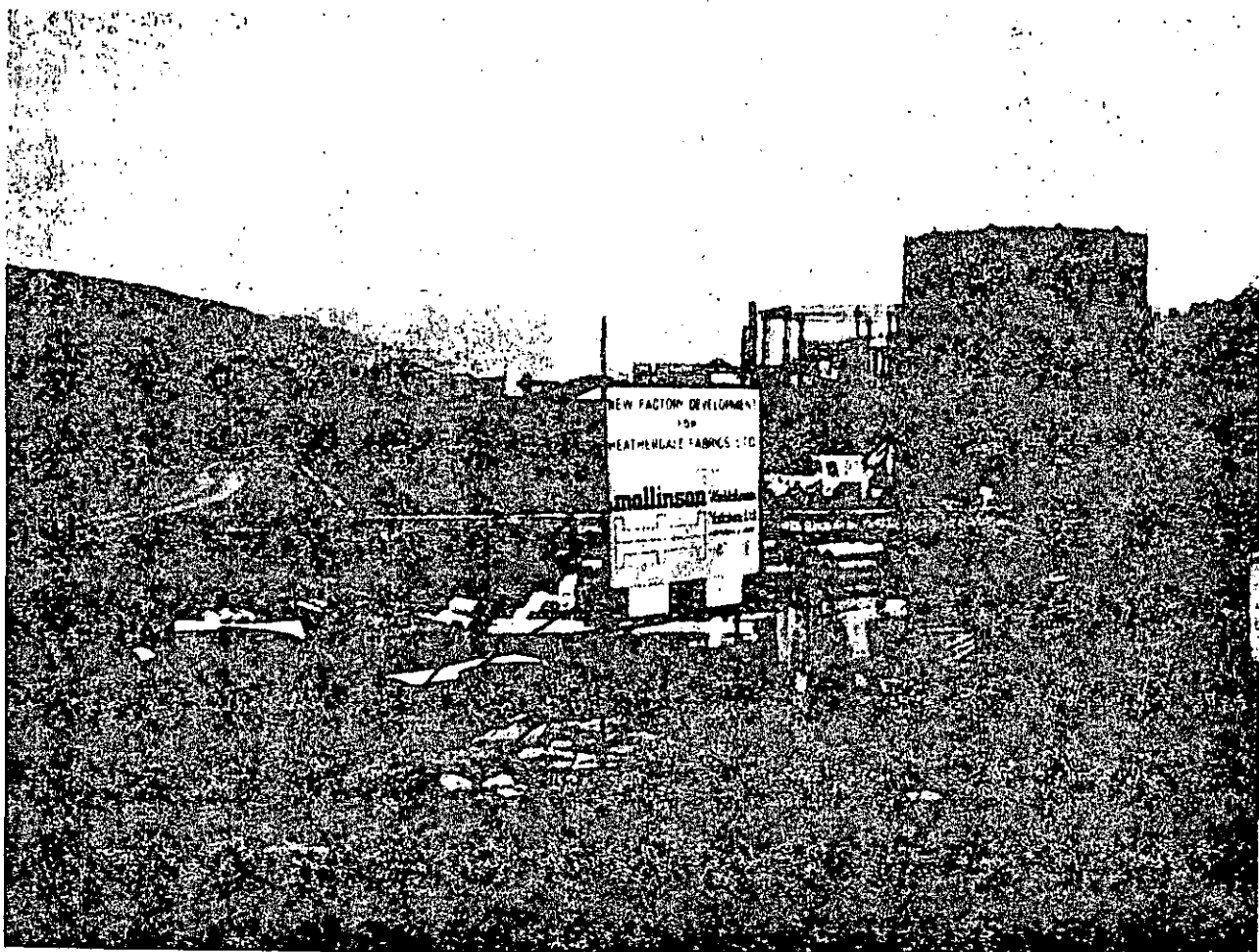
Ground slabs, produced by the "long-bay casting" method, 175mm and 150mm thick, reinforced with A252 mesh, were laid over a 600mm thick bed of compacted hardcore with Netlon CE121 Geogrids below (See Photograph 2). Construction joints in the slab were positioned so as to allow articulation between the edge and tie beams so that settlement could be accommodated.

Having completed the stable foundations, a mill was erected consisting of a single storey, two bay, steel portal frame (56m x 66m) with a two storey, two bay, steel framed office block (12m x 24m).

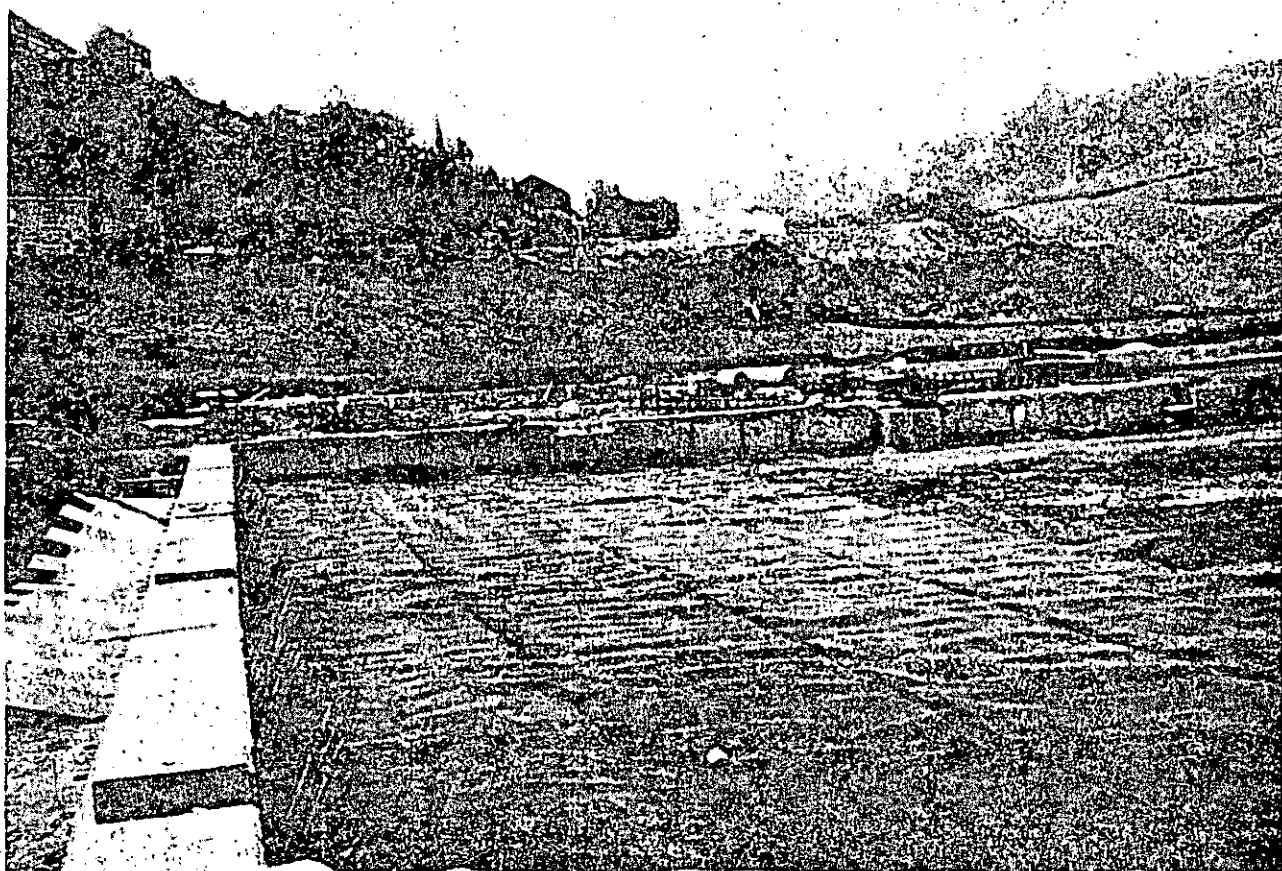
This design handled the vertical loads by utilising driven cast in-situ piles with average lengths of 11m. Horizontal thrusts would be distributed by r.c. edge beams between a system of transverse tie beams below the floor slab.

Finally, a power float finish was applied to the ground slabs after cladding of the structure had been completed.





Photograph 1



# Specification data for Netlon civil engineering products



Specification data	CE 111	CE 121	CE 131	CE 151	CE 152	CE 153
Form	Sheet	Sheet	Sheet	Layflat tube	Sheet	Sheet — mattresses
<b>Dimensions</b>						
Width	2 m	2 m	2 m	1 m layflat	2 m	1 m (1 m mattress)
Length	30 m	30 m	30 m	5 m	30 m	6 m
Mesh aperture size	8 x 6 mm	8 x 6 mm	27 x 27 mm	74 x 74 mm	74 x 74 mm	60 x 60 mm
Mesh thickness	2.9 mm	3.3 mm	5.2 mm	5.9 mm	5.9 mm	5.9 mm
Structural weight	425 g/m <sup>2</sup>	730 g/m <sup>2</sup>	660 g/m <sup>2</sup>	1100 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>
Colour	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Polymer	LD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene
<b>Mechanical properties</b>						
Tensile strength Max load kN/m	2.00	7.68	5.80	9.64 (double layer)	4.82	4.82
Extension at max load	41%	20.2%	16.5%	23.2%	23.2%	23.2%
Load at 10% extension kN/m	1.32	6.8	5.20	7.86	3.83	3.83
Elongation at $\frac{1}{2}$ peak strength %	6.1	3.2	3.7	4.4	4.4	4.4
* Flexural strength at maximum strain DIN 53452 MN/m <sup>2</sup>	n/a	35	35	35	35	35
* Shore hardness D DIN 53505	n/a	67	67	67	67	67
* Vicat softening point DIN 53460 °C	102	127	127	127	127	127
* Impact strength (notched Charpy) DIN 53453 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
* Tensile impact strength DIN 53448 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	400	400	400	400	400
* Abrasion resistance DIN 53754E (Taber) mm <sup>3</sup> /100 revs	n/a	10	10	10	10	10

\* Tests conducted on raw material



# Environmental behaviour

## Chemical Composition

Netlon Civil Engineering nets are made from high density polyethylene with the exception of CE 111, which is made from low density polyethylene.

## Chemical Resistance

Alkali resistant to all naturally occurring soil alkalis.

Acid resistant to all naturally occurring soil acids (ie to < pH 2).

Netlon has excellent resistance to all chemical attack.

## Biological Resistance

Resistant to attack by bacteria, fungi etc.

Not attractive to rats or termites.

## Temperature Stability

Netlon is stable over a temperature range of -60°C to +100°C but with strength reduced at elevated temperatures — for long periods.

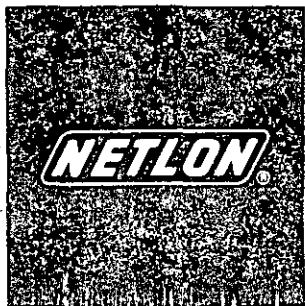
## Resistance to Sunlight

Netlon products which are designed to be used in conditions where they are subject to prolonged exposure to sunlight — contain 2½% finely divided carbon black.

In temperate climates a life of over 15 years without loss of more than 20% of the products strength may be expected.

Ground restraint products contain sufficient carbon black to protect the Netlon in outdoor storage and prior to use — even in areas subject to high UV radiation.

Netlon gabions have been used for sea protection work for periods of over ten years without any sign of deterioration.



**Netlon Limited**

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

Telephone 0254 62431 Telex 63313

# Applications

## CE 111

Separator. To prevent buried objects rising to the surface. Suitable for sports and recreation amenities and landscape areas to be created on reclaimed moorland, waste ground, refuse tips, industrial and opencast mining areas.

## CE 121

Ground stabilisation — Reclaimed soft ground for subsequent construction. A structure of high tensile, impact, static and dynamic load bearing characteristics. Suitable for initial access to ground of low load bearing capacity CBR below 5 for heavy plant, piling work and wherever it is necessary to improve, quickly and economically, weak sub-soils or bogland for road construction, or subsequent development of airports, industrial areas and other installations.

## CE 131

Road bed and general stabilisation. An open structure for use in sandy sub-soils. To prevent rock-fill punching through into the base and to act as a restraint layer, replacing or reducing conventional labour and materials and time consuming methods, in rigid or flexible road construction.

## CE151

Settle Gabions. Layflat tubular structure 1 m wide. Sold in 5 m lengths which can be placed into position by crane and can be filled mechanically by gravity feed — when placed on a 'strongback'. They are designed to settle into the contours of the ground in which they are placed.

## CE 152

General Restraint. This is the same structure as the gabion tubes but available in 2 m single width on 15 m rolls. For general applications such as large section groynes in river and coastal work, embankment and rock face retention, forestry and moorland temporary tracks for equipment on wheels, tracks or runners.

## CE 153

A square net structure with heavy strands along edges — used in the construction of gabions and mattress — and for use in waterway — coastal and slope protection.


Mattresses and gabions are sold in an assembled collapsed form in standard sizes:

6 m length x 1 m width x 17, 23 or 30 cms

2 m length x 1 m width x 50 cms

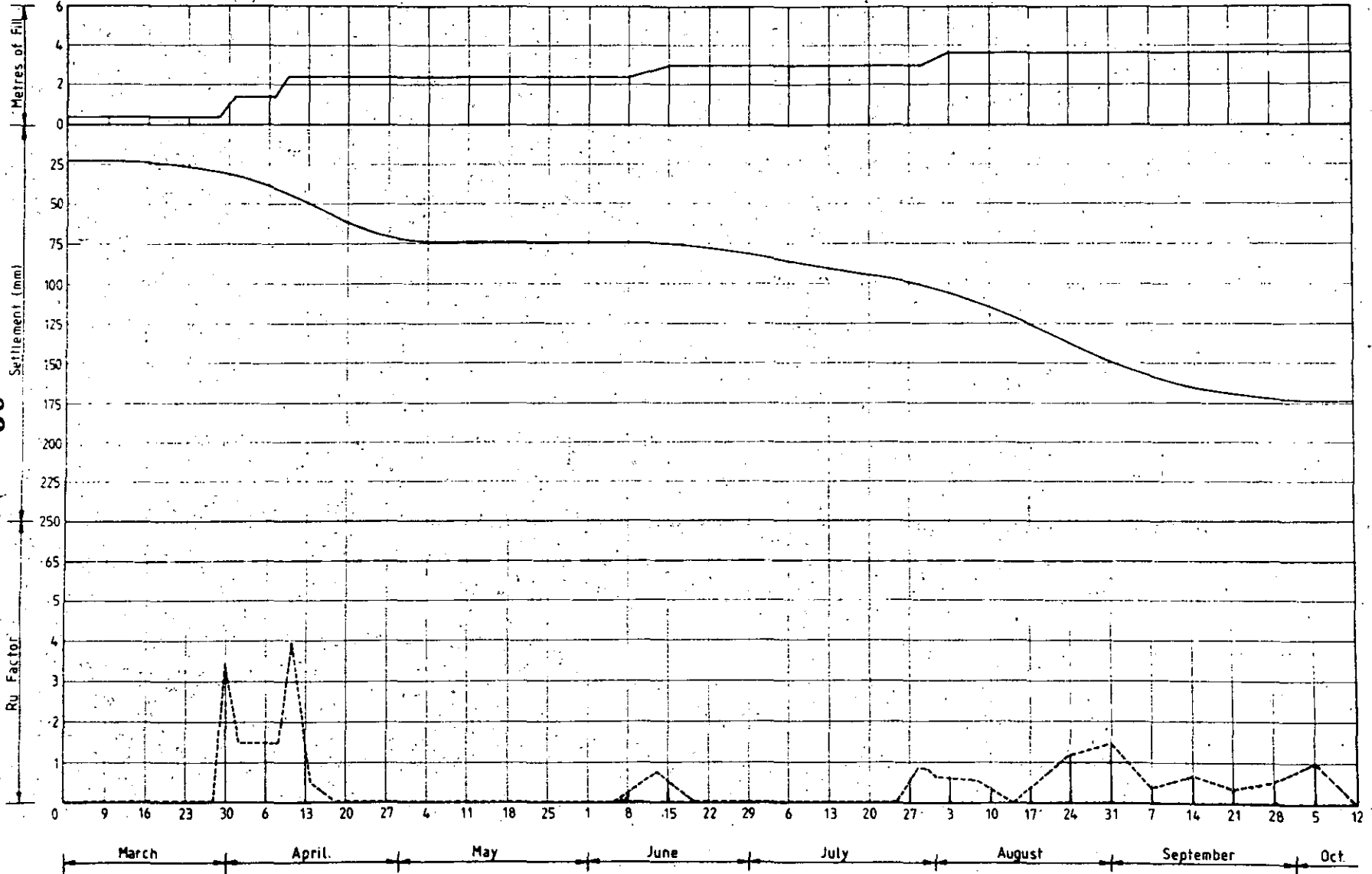
'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

Designed and printed in England by  
Revell & George Limited Manchester M4 6JD

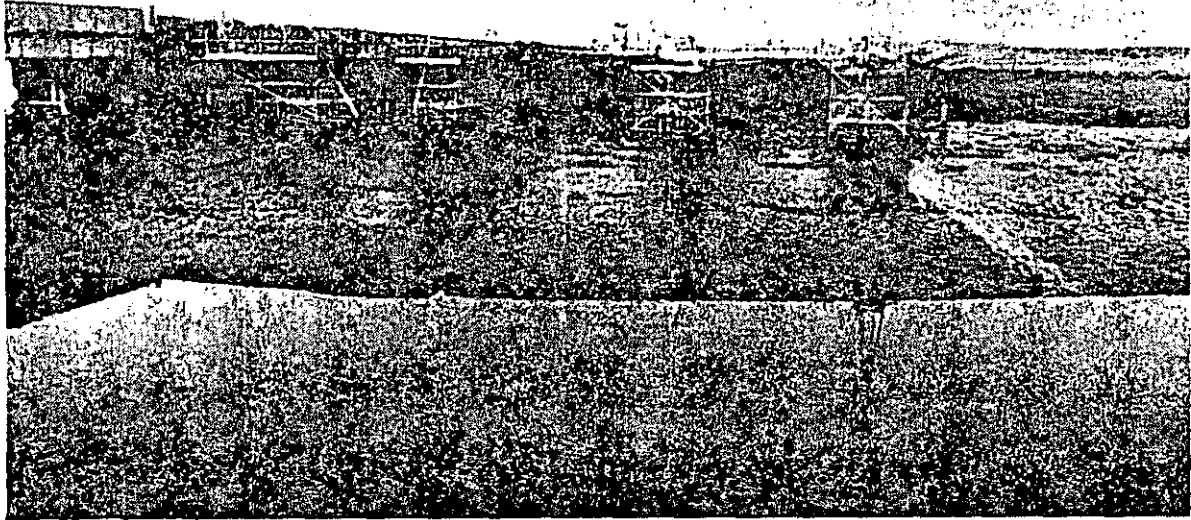
	
DEPARTMENT OF THE COUNTY SURVEYOR & ENGINEER	
A178 Greatham Creek Bridge Improvement	
Date: _____ Location: _____ Station: _____	G.M.W. Drabiec COUNTY SURVEYOR & ENGINEER
D. _____ Engineer	

## TOTAL SETTLEMENT BENEATH EMBANKMENT

317 INC 2



- 10 -  
35



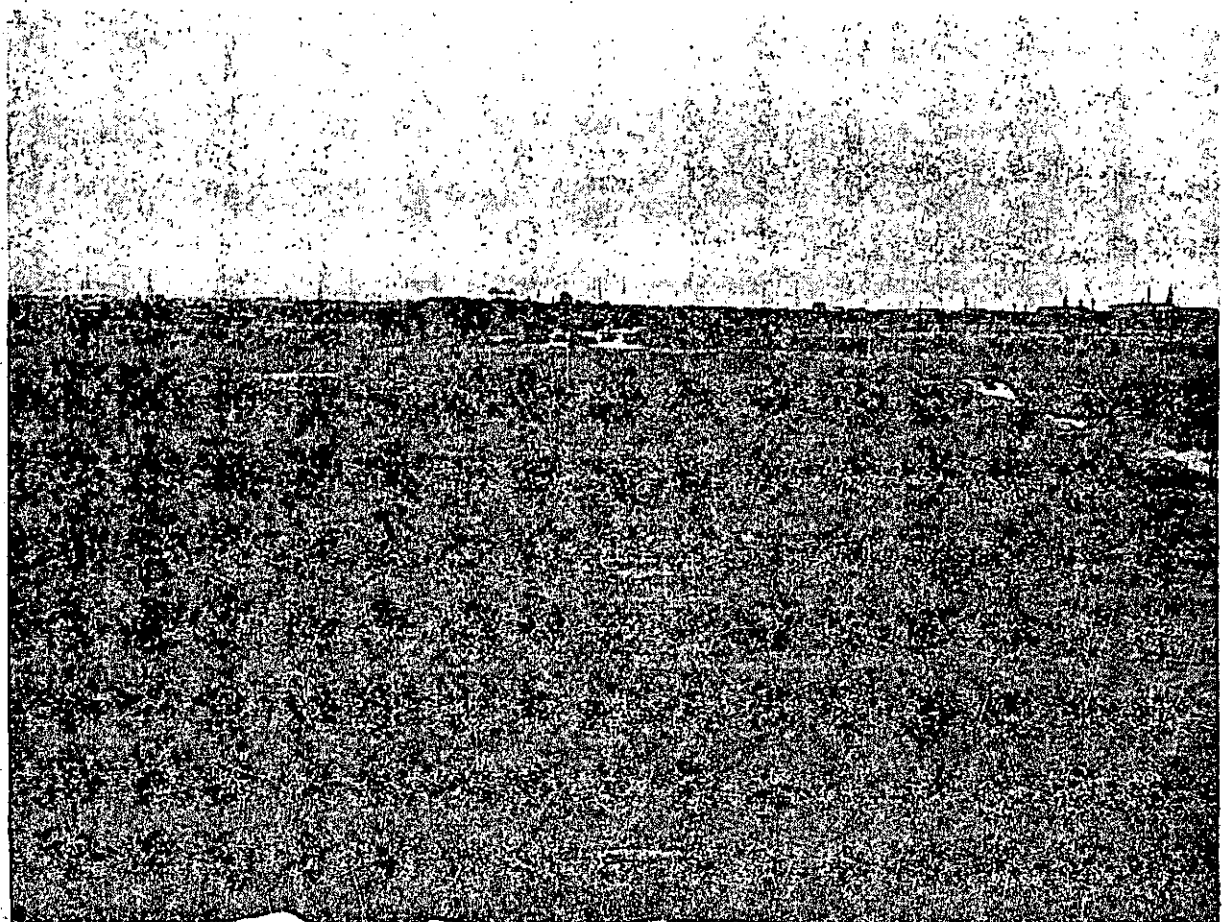
Photograph 6

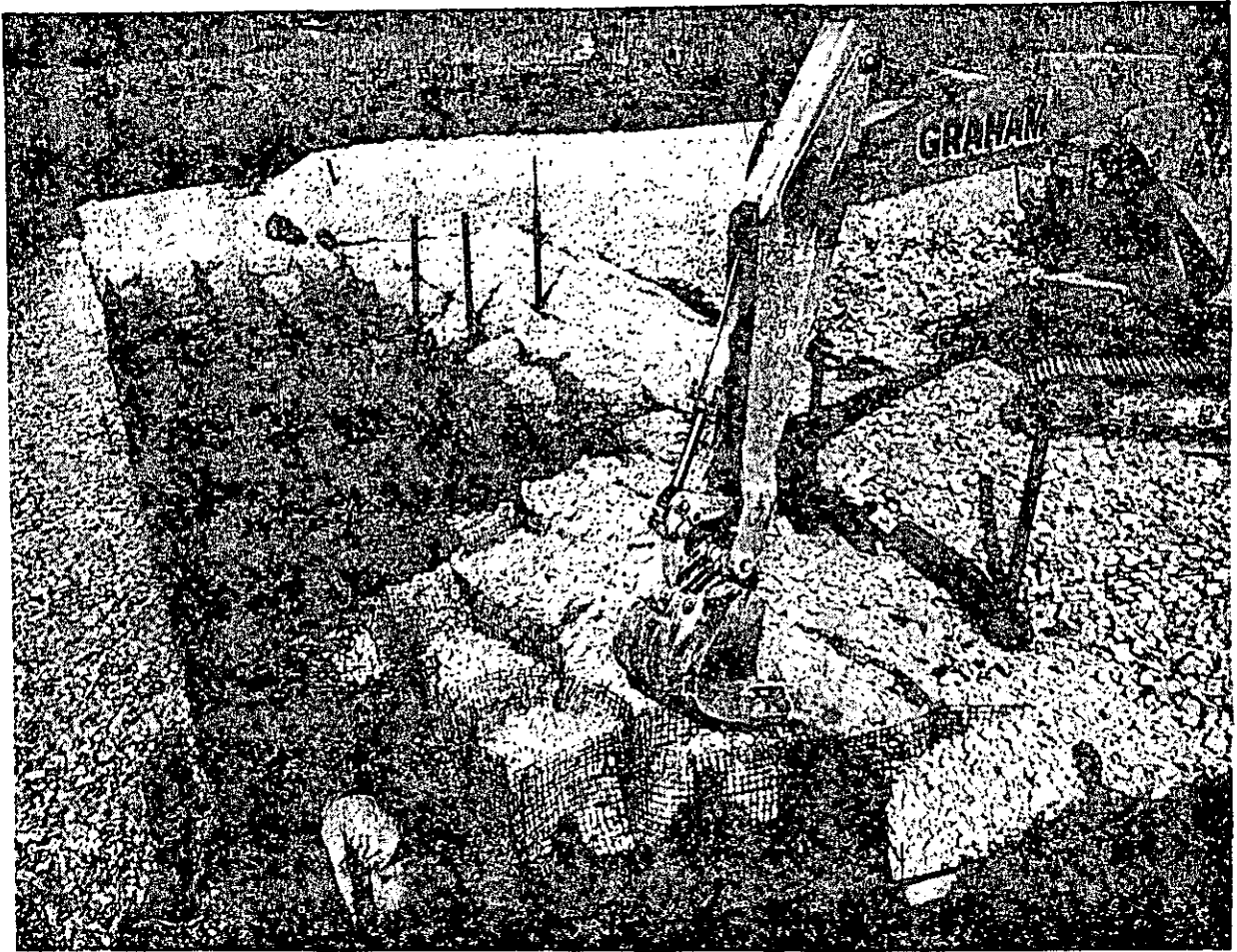


Photograph 7

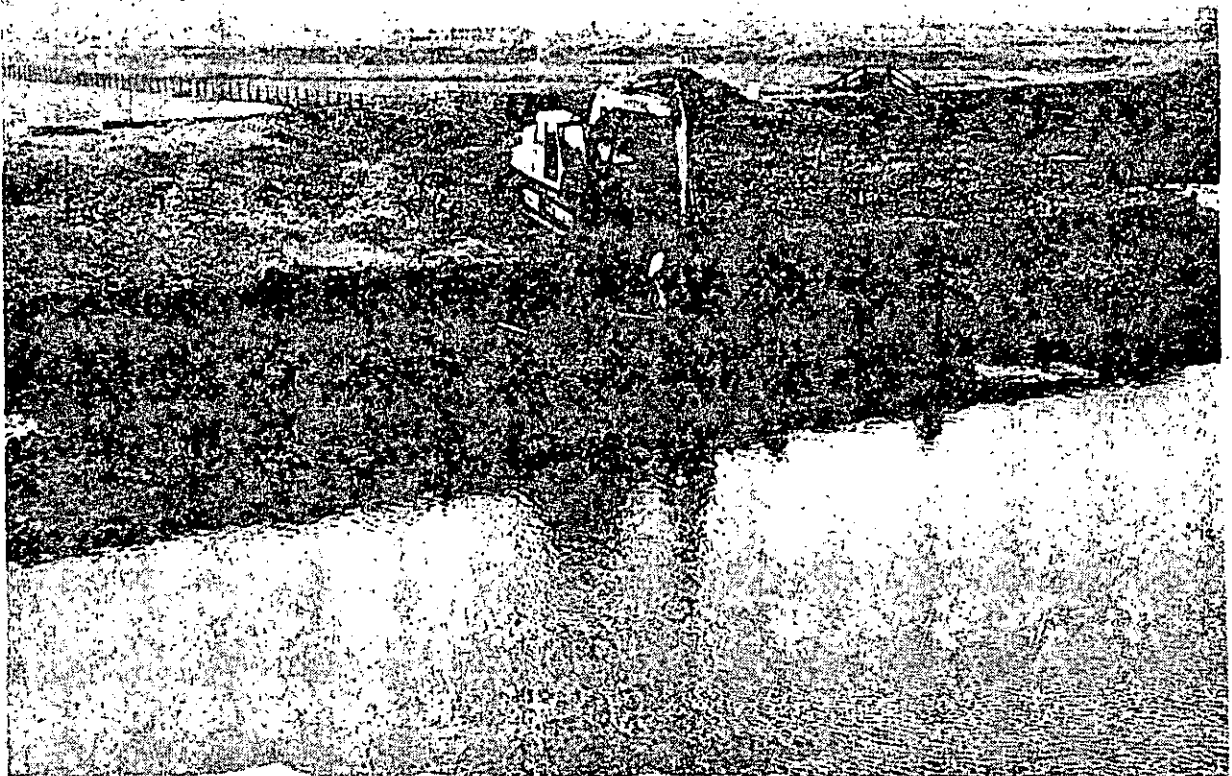


Photograph 4



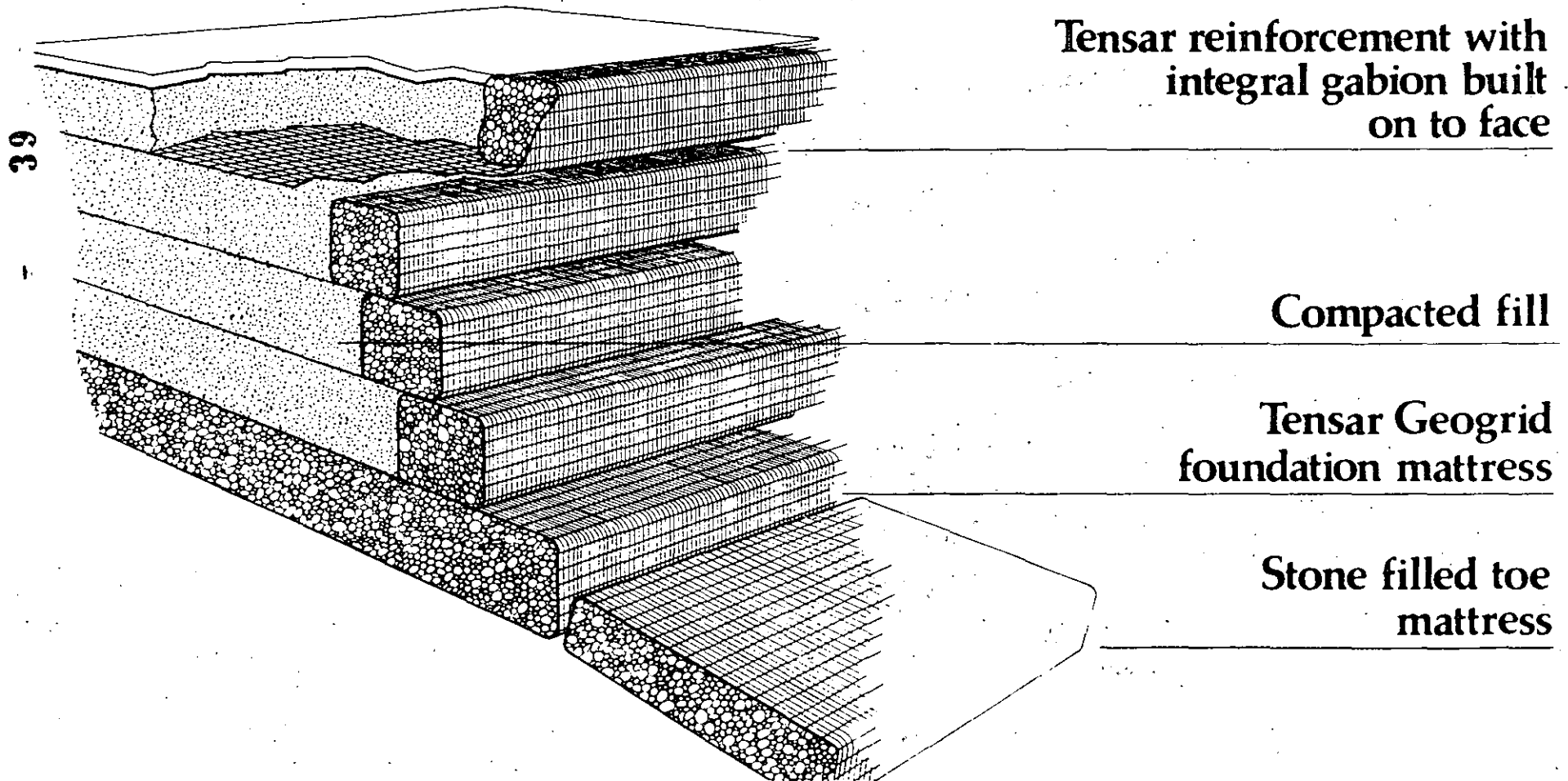


Photograph 2





# Gabion faced reinforced soil marine wall with foundation mattress & self regulating toe protection



3. Construction of steep slopes in marine environments with scour protection and construction access from one side - a reinforced soil retaining wall system constructed using facing units and reinforcement as one integral unit based on Tensar SR1 Geogrids.
4. Durable, corrosion resistant and flexible scour protection in marine environments - Netlon CE151 stone filled toe mattress with self-regulating adjustment to accommodate movement.

\*\*\*\*\*

GEOGRIDS PROVIDE THE CIVIL ENGINEER  
WITH COST-EFFECTIVE AND LONG TERM  
SOLUTIONS TO GEOTECHNICAL, COASTAL  
ENGINEERING AND WATERWAY PROBLEMS

\*\*\*\*\*

All design and construction under the  
direction of G M W Drabble B.Sc, Dip.T.P.,  
C.Eng, F.I.C.E., F.I.H.E.

PROJECT MANAGER	P Elwell, M.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
BRIDGE ENGINEER	J E Johnson, B.Sc, C.Eng, M.I.C.E.
RESIDENT ENGINEER	D J McGloin, B.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
CONSTRUCTION ENGINEER	J L Lonsdale, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.

the legs, was more than sufficient (see Photograph 7).

Once the instruments were installed, the scaffolding was removed and a layer of 300mm of stone blinding was laid over the CE121 to provide the basis for the construction.

#### OBSERVATIONS

1. Savings against the estimated cost of conventional reinforced wing walls were over £80,000. There was, however, some doubt about the feasibility of the other alternatives even though estimated costs were much higher.
2. The construction method was simple and straightforward, placing no reliance on specialist skills other than a high level of supervision and workmanship at certain stages such as filling of the gabions. Attention would be required to ensure the correct degree of compaction.
3. Mechanical filling was efficiently achieved using a tracked hydraulic backactor rather than a Drot, which was used at the early stages.
4. The 'tailed' gabions were supplied, as standard, in a prefabricated layflat format.
5. The slight tendency for the top tier of gabions to move forward could have been prevented by securing the top of the fourth tier into the earth mass.
6. The filling of the toe mattress on the weak silt of the embankment proved to be an easier task than was originally imagined.

#### CONCLUSIONS

The Greatham Creek Bridge Abutment and Wing Wall project highlights four major applications for Tensar and Netlon Geogrids.

1. The improvement of the load bearing characteristics of poor terrain such as estuarine silt - Netlon CE121 provided support for extensive scaffolding and enabled access.
2. The capacity to extend the zone of influence and distribute load intensities in embankment construction - Tensar SR1 foundation mattress.



42

N.B. Prior to final assembly on site, sections of the mattress were prefabricated at the County of Cleveland Workshops.

Filling was achieved by the use of a tracked hydraulic backactor utilising a 1m bucket (see Photograph 2), enabling the stone to be carefully placed in the mattress.

2. The toe mattress was laid on the bank and was filled using a hydraulic backactor operating with its tracks positioned on the foundation mattress (see Photograph 3).
3. The 70° and 45° slopes were achieved by the use of 'tailed' gabions which consisted of extended bases to conventional box-shaped gabions manufactured from Tensar SRL. The first tier of gabions was positioned above the face of the foundation mattress with the Tensar tails extending back over it. After filling with 150mm to 50mm carboniferous limestone, the gabion lids were closed and secured with pvc coated wire. An embankment, 1m high, was achieved by backfilling over the tails, providing a base for the second tier laid in a staggered formation to give a stepped effect (see Photograph 4).

The procedure was repeated until four successive tiers and levels of fill were placed (see Photograph 5).

Due to the compressible nature of the soils in the area under the embankments, a certain degree of movement was anticipated in both the horizontal and vertical directions, so it was considered essential that all such movements should be completed before the second phase of the project was started, i.e. the installation of piles to support the structure.

In order to monitor this, instrumentation valued at over £40,000 was installed, consisting of

- pneumatic piezometers to measure pore water pressure
- inclinometers to measure horizontal movement
- settlement gauges to measure vertical movement

#### INSTALLATION OF INSTRUMENTS

The majority of the instruments were located in bore holes; sunk, using portable drilling rigs, to depths indicated by earlier soil investigations.

A layer of CE121 was laid over the bank in order to gain access over the mobile silt and to provide support for the scaffolding (see Photograph 6). This innovation generated interest with the scaffolding erectors as the conventional procedure involves the use of the more expensive plywood. In this case CE121, in conjunction with the standard scaffold boards immediately below

However, none of these appeared to be as economical or as practical as the design that was adopted.

#### DESIGN PHILOSOPHY

The general equations used to establish the design are depicted in Netlon's booklet 'Designing with Tensar'\*, which employs equations based on classical soil mechanics' principles (pages 4/5 - foundation mattresses and pages 8/9 - gabion faced reinforced soil structure).

Calculations indicated that a semi-rigid base, constructed from a Tensar foundation mattress 1m thick, filled with stone, would extend the zone of influence and would effectively reduce the intensity of the applied load on the sub soil.

The design called for full loading of the embankment area to the rear of the abutment, prior to the piling operation taking place.

The use of the Tensar gabion reinforced soil retaining wall allowed a slope of 70° to be attained at the interface with the bridge, whilst the wing walls were designed in a similar manner to have a stepped slope with an effective gradient of 45°.

The stone filled gabion face provided a permeable and permanent structure, avoiding the inducement of forces caused by differential hydraulic heads (due to tidal movement) which would have otherwise occurred with a conventional reinforced concrete wall.

The design system is also sufficiently flexible to allow adjustment in the height of the embankment if settlement is less than anticipated.

The front toe of the South foundation mattress was protected, from scour, by a 300mm deep stone filled mattress constructed from Netlon CE153 as this grid's flexibility allows the mattress to rotate downwards, producing a self-regulating toe protector (see Photograph 1).

One of the major advantages with Netlon and Tensar grids is their inherent resistance to marine environments, as they are manufactured from high density polyethylene, a corrosion resistant polymer, which means longevity in marine constructions.

#### CONSTRUCTION

1. The foundation mattress was constructed using Tensar SR1 geogrids for the bottom and top, with Netlon CE153 sides and diaphragms to create 2m x 1m cells within the overall structure.

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

44

**NETLON**

PROJECT: ADVANCE WORKS FOR BRIDGE ABUTMENTS AND  
WING WALLS WITH TOE PROTECTION AT  
GREATHAM CREEK ON THE A178

DATE: SUMMER '80

CLIENT:

COUNTY OF CLEVELAND

SPECIFIER:

COUNTY SURVEYOR & ENGINEER

CONTRACTOR:

COUNTY OF CLEVELAND  
DIRECT LABOUR CONSTRUCTION UNIT

PRODUCT EMPLOYED: CE121, TENSAR SR1 GEOGRIDS &  
NETLON MATTRESSES CONSTRUCTED  
FROM CE153

ACKNOWLEDGEMENTS: COUNTY OF CLEVELAND -  
SURVEYOR & ENGINEER'S  
DEPARTMENT (see Page 5)

**CONTROL DE EROSION, S. A.**

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1984

MEXICO 19, D. F.

APDO. POSTAL 60-549 Z. P. 18

Tels. 598-61-27 y 598-61-11

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

With the substantial volume of traffic on the A178 between Port Clarence and Hartlepool, coupled with the increase in the weight of unit loads, the corrosion taking place on the existing bridge at Greatham Creek (installed in 1914) necessitated the construction of a newer version.

The new bridge was sited alongside the existing one so that the road, at this section, could be straightened at the same time. Abutments and wing walls had to be placed on mobile estuarine silt and it had been noted that the deep water channel under the old bridge had been migrating from the North to the South side of the Creek, giving rise to a steep slope on the Southern bank.

Bore hole tests had indicated that the soils were soft to very soft, dark grey, very silty clay with traces of both black sand and organic matter present to depths of 7m.

A number of alternative constructions were considered, e.g.

- i) increasing the span of the bridge to clear the mud flats, and
- ii) sheet piling to enclose area of embankment
- iii) tipping stone on the silt to allow it to displace the silt, until finally stable

# Netlon in river and canal protection works

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1284  
MEXICO 19, D. F.  
APO. POSTAL 60-349 Z. P. 18

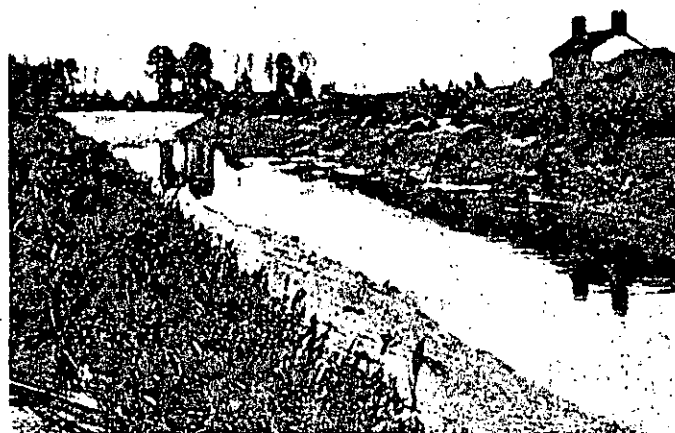
Tels. 598-01-27 y 598-01-11

**NETLON**

45



Netlon riverbank protection mat



# Gabions and mattresses

46

Lining of waterways to prevent scour has become a very costly exercise and therefore is required to be as permanent as possible.

Netlon have in the introduction of their mattresses and gabions, provided a cost saving and permanent solution.

The corrosion resistance of the high strength polyethylene mesh structure ensures that it far outlasts any conventional metal mesh.

Ease of handling and mechanical methods of filling, dramatically save installation costs.

Tubular gabions, manufactured from CE152 mesh are supplied in circular, square and rectangular forms (fig 1).

Long lengths of Netlon tubular gabions are mechanically filled by standing the tubes in a near-vertical position, and gravity-filling stones into the gabion tubes.

Where mechanical means are not available stones can be inserted through slits in the tube wall.

Netlon tubular gabions are supplied in Layflat form, 5 metres in length by a width of 1 metre with apertures of 74 x 74 mm.

## Tubular gabion mattresses

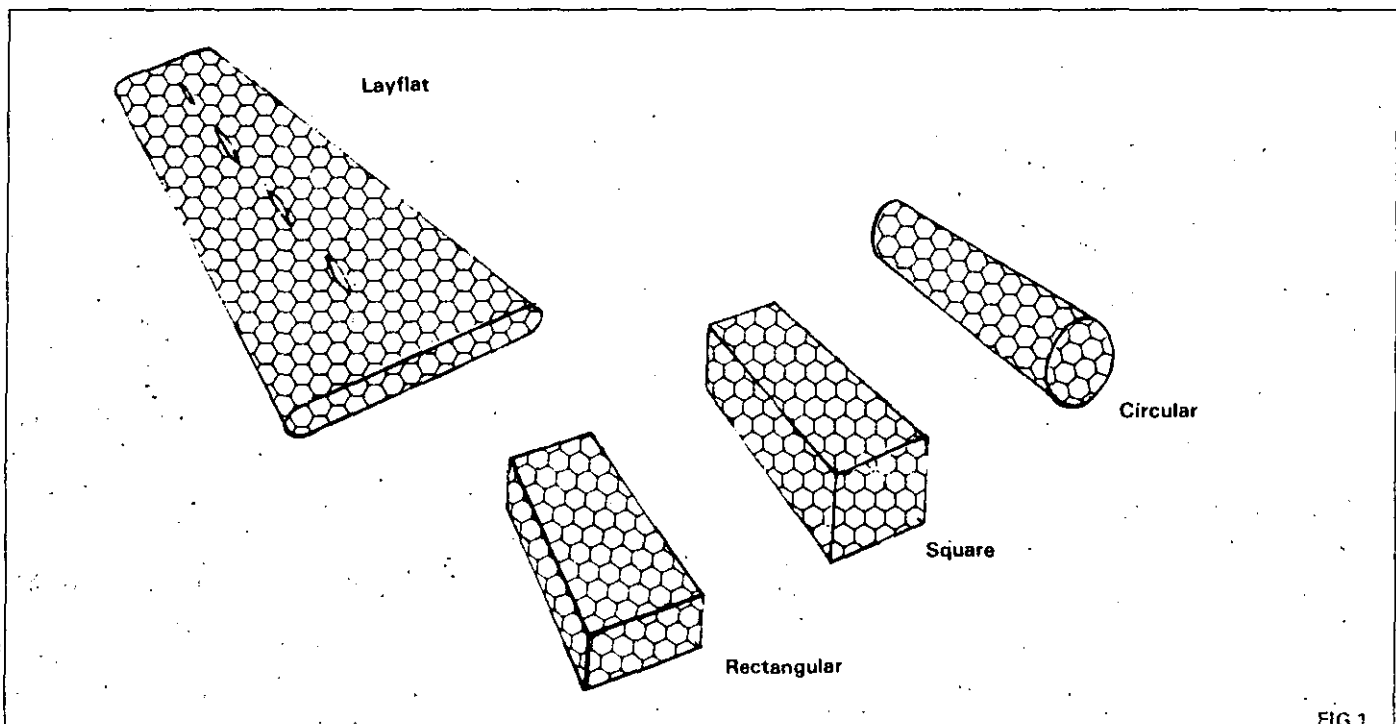


FIG 1

### Sizes available

Netlon mattresses are manufactured from CE153 structure and are available, up to 6 metres in length, with or without lids, in standard heights of 170 mm, 230 mm and 300 mm and a width of 1000 mm.

The aperture size of CE153 is 60 x 60 mm. Mattresses can be supplied as non-standard with the base made from mesh of aperture size 27 x 27 mm or 6 x 6 mm.

Netlon mattresses are supplied in collapsed form (figs 2 and 3) with compartment separators attached at 1 m spacings. Lids are supplied separately.

The CE153 structure is a heavy square mesh structure with thicker strands situated at 1 metre spacing, and along all edges of the mesh panels.

Erection of the mattresses on site, binding them together, and fastening on of lids is made easy because of the design of the square mesh panels 'framed' with thicker strands.

### Rectangular gabion – mattress unit

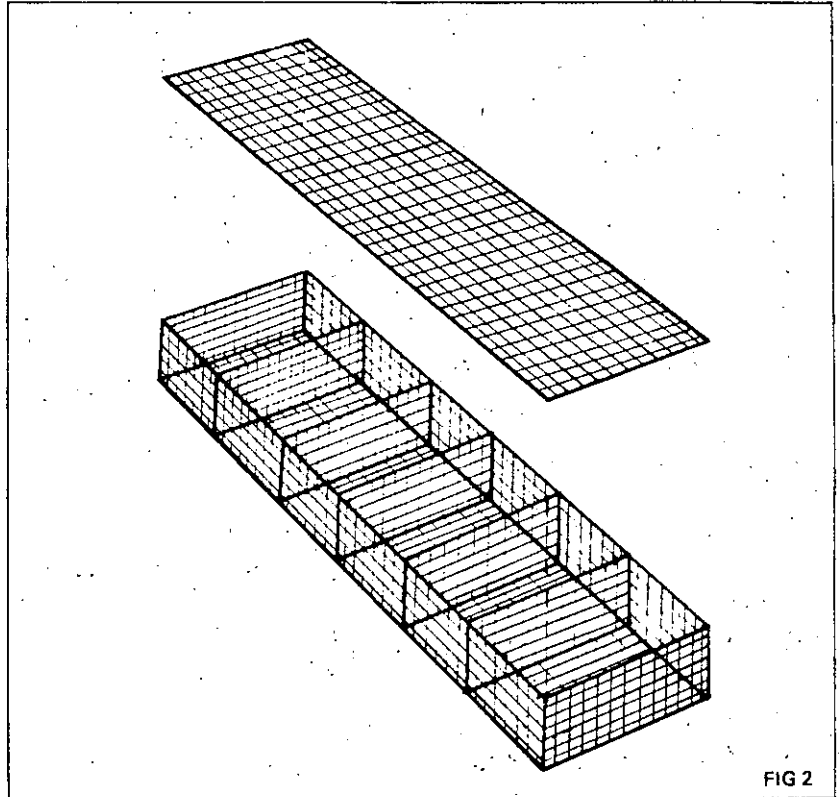


FIG 2

Overall size 6 m in length x 1 m wide and up to 300 mm depth

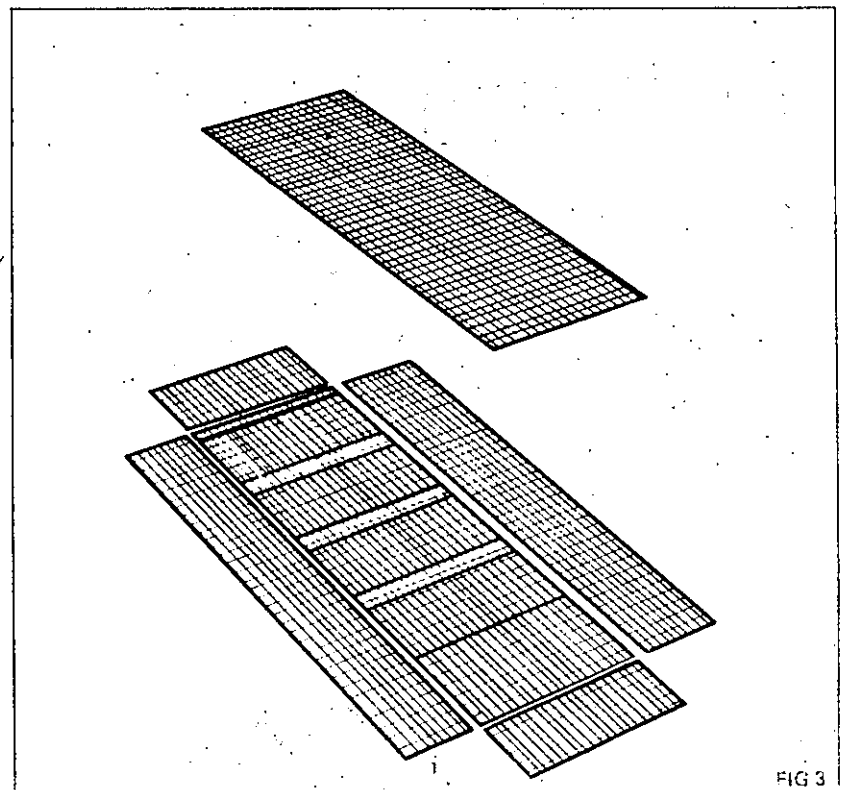


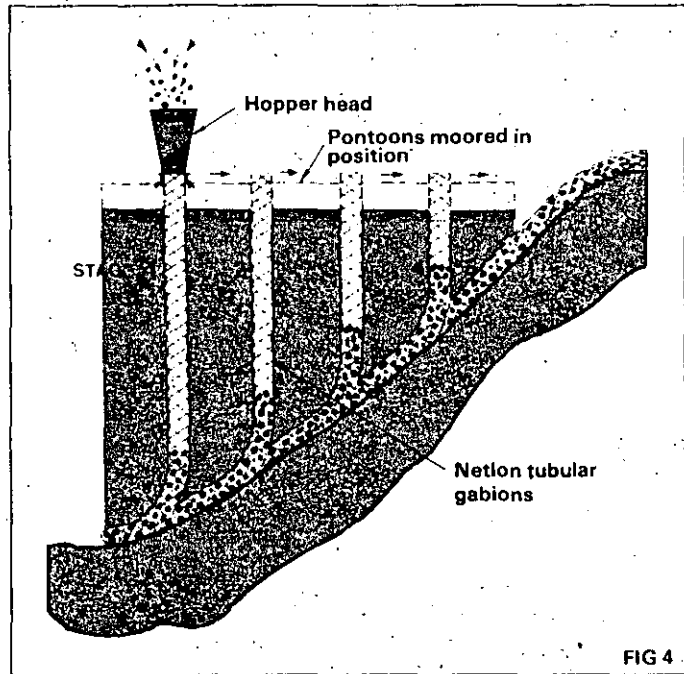
FIG 3

# Gabion protection works

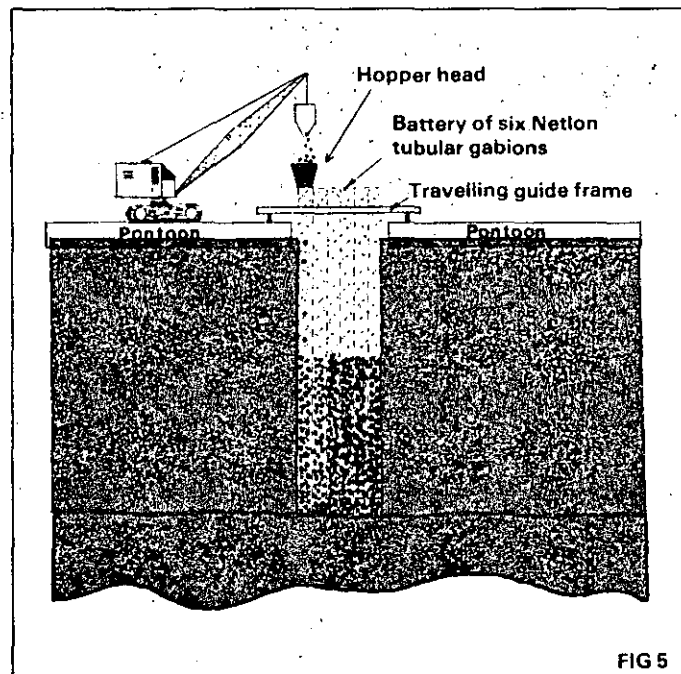
48

## Method of laying Netlon tubular gabions in deep water

Netlon tubular gabions approx 636 mm diameter, of any desired length, erected in batteries of 4, 6 or 8 units, are suspended from a travelling guide framework which spans between two pontoons or barges anchored in position. Broken stone is placed in the gabions initially to provide ballast to sink the gabions in position. The gabions are then filled, progressively, through a hopper head and the guide frame moved in stages as shown (figs 4 and 5) towards the bank to allow the stone filled sections of the gabions to settle in position on the river bed/bank surface. As each battery is filled and laid, the pontoons are repositioned and the procedure repeated.



Netlon gabions can be produced in any length, and can be joined on site to give a continuous unit. As the gabions are filled, additional lengths are added and the filled portion allowed to settle on to the bed/bank profile. Locating rings can be used to hold the gabion units firmly in position.

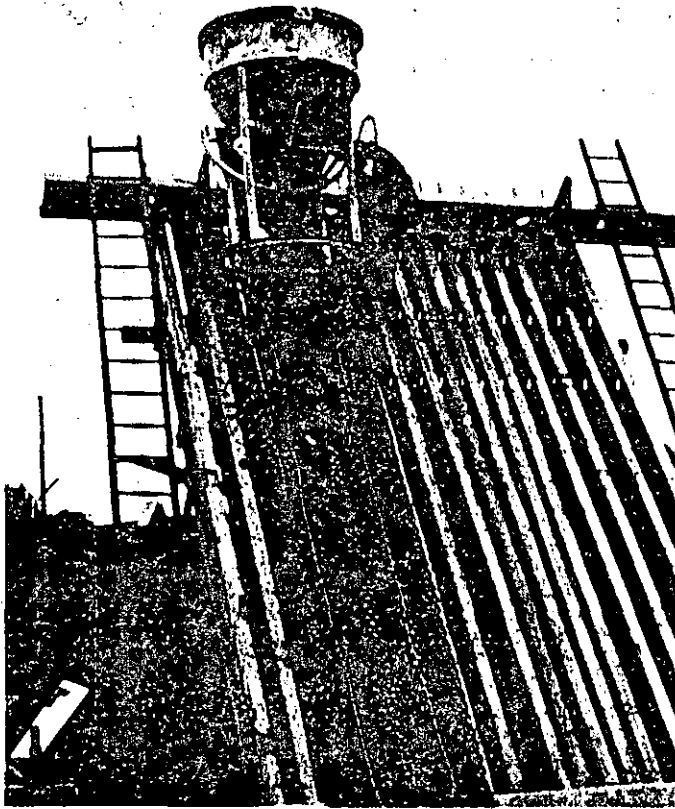


# Construction on shore

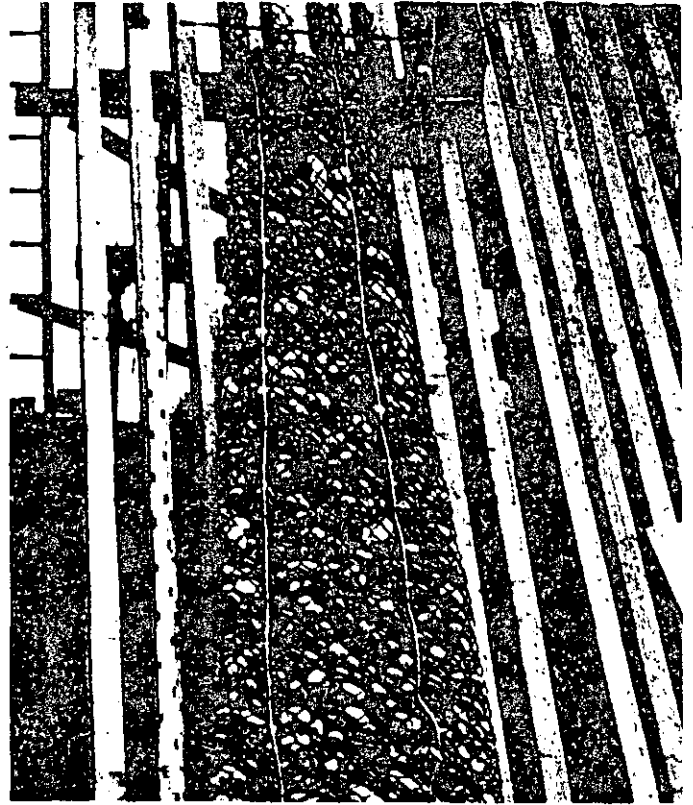
49

## Mechanized filling of Netlon tubular gabions

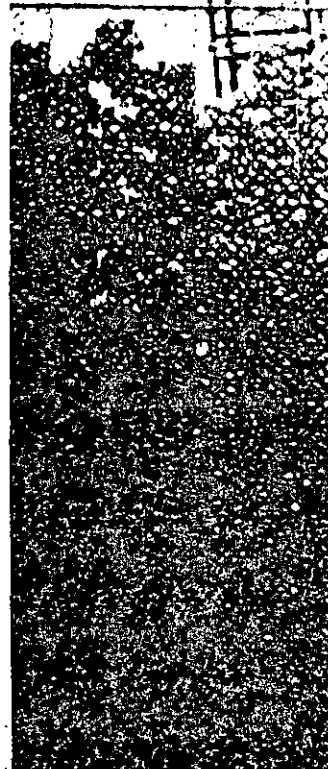
Tubular gabions are shown being filled while held against a sloping platform.



Filling — by means of a crane and bucket



Partly filled gabions



Filled tubular gabions being lifted into position



A battery of tubular gabions being installed



# River bed and bank protection

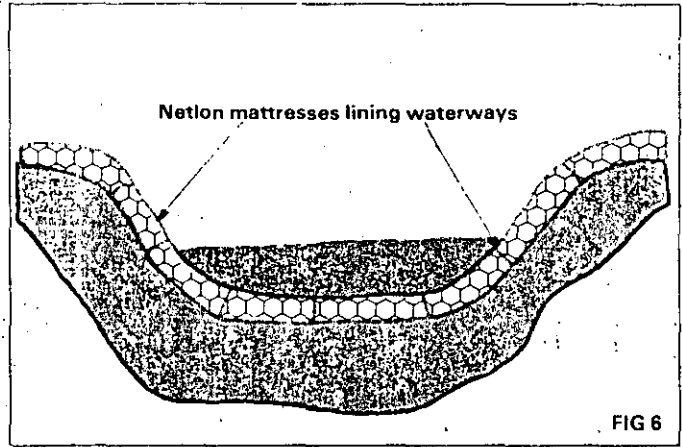
50

## Mattresses for river training works, slope and bed protection

Stone filled tubular gabions, in single or multi-unit form, can be constructed in continuous lengths to provide heavy duty protection against scour and erosion of navigable and fast flowing waterways.

Being flexible they follow the bank and bed profile (figs 6 and 8) and being of permeable construction they obviate the need for pressure relief.

They can be stone filled by mechanical means in situ, or prefilled and lifted into position.

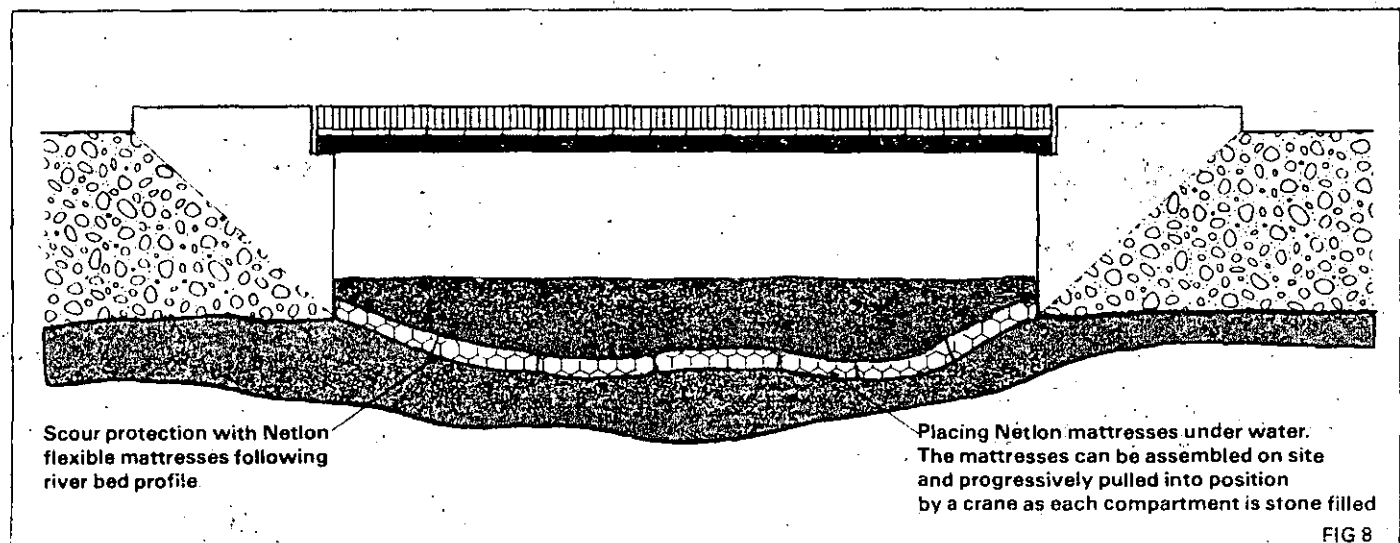
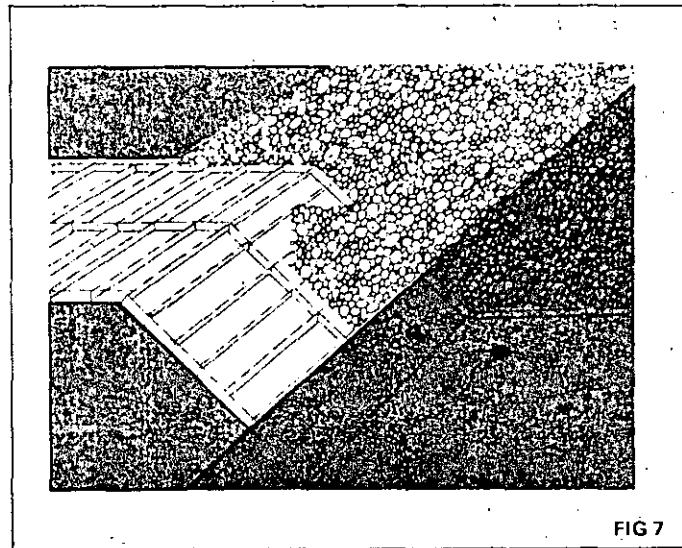


## Mattress installation

Rectangular mattresses of open construction provide a simple but effective lining for banks and shallow waterways where the greater depth and heavier protection of the tubular gabions is not required.

They can be stone filled by manual or mechanical means and lifted, or pulled, into position progressively as each compartment is filled and covered (fig 7).

Whilst providing protection against scour, their permeable construction does not prevent vegetation growth.



# Coast and bank erosion

51

## Linmat flexible mat on bank slope

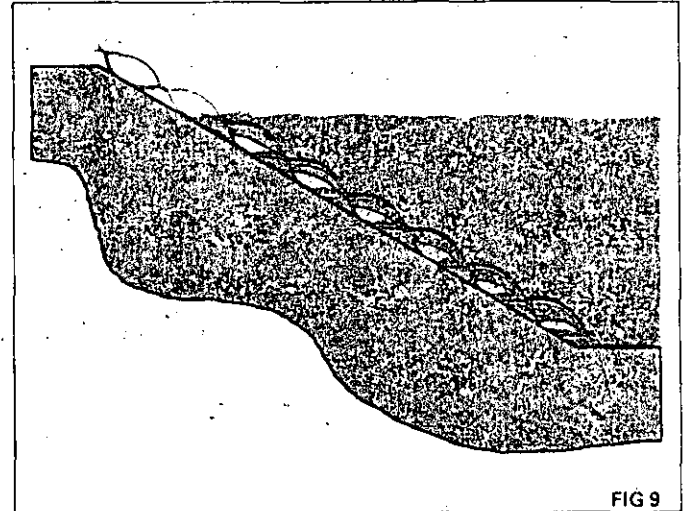
Linmat is a flexible mat system for controlling coast and bank erosion using Netlon tubing of oval profile.

It operates by creating an artificial boundary layer which slows the current to a speed at which scouring ceases and waterborne material is deposited.

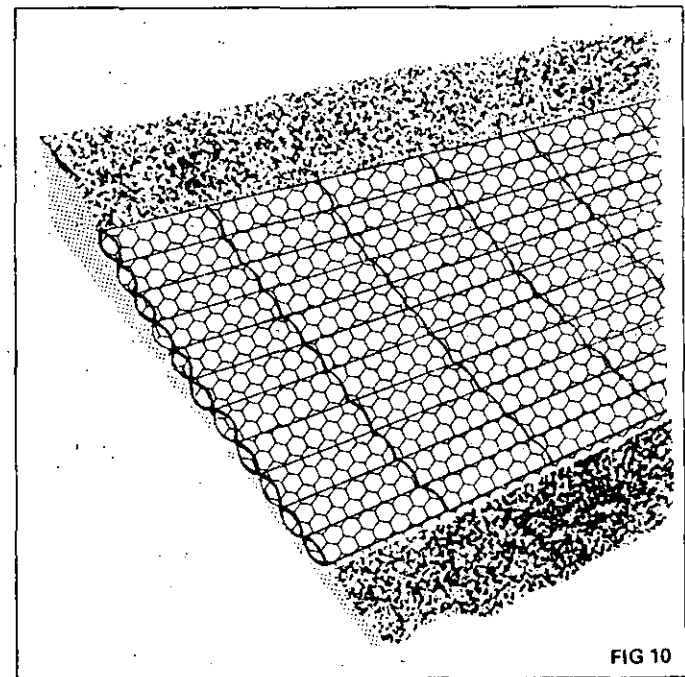
By this means the mat gradually fills to its overall depth with sand or silt. The upper surface mesh allows entry of the material in suspension, and also prevents deposited material from being washed away (figs 9 and 10).

If undercutting occurs the flexible mat settles to the new profile to protect the eroded area, and the process of siltation continues as before.

Because the mat follows the natural line of the coast, or bank, no spurious turbulence is created and the existing natural regime remains unaffected.



Progressive sand deposition



Installation of Linmat flexible mat on bank slope

# Access over waterlogged terrain

52

Access to areas where breaches have occurred in river banks, can prove difficult in the presence of large areas of alluvial plains and mud flats, particularly when these areas have to be traversed for transporting materials and carrying out remedial works.

Netlon ground retention matting laid directly over the silt performs two functions. It provides a stable platform enabling inspection work to be undertaken in safety, and also serves as a foundation for more permanent access ways, and for remedial work to river banks.

The light weight of Netlon mattress, gabions, Linmat etc are of major advantage in this type of remedial work because of the ease with which they can be transported to site, even over waterlogged terrain.

More permanent access ways can be constructed using a combination of Netlon matting and tubing.



Netlon ground retention matting being laid over silt



Netlon Limited

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

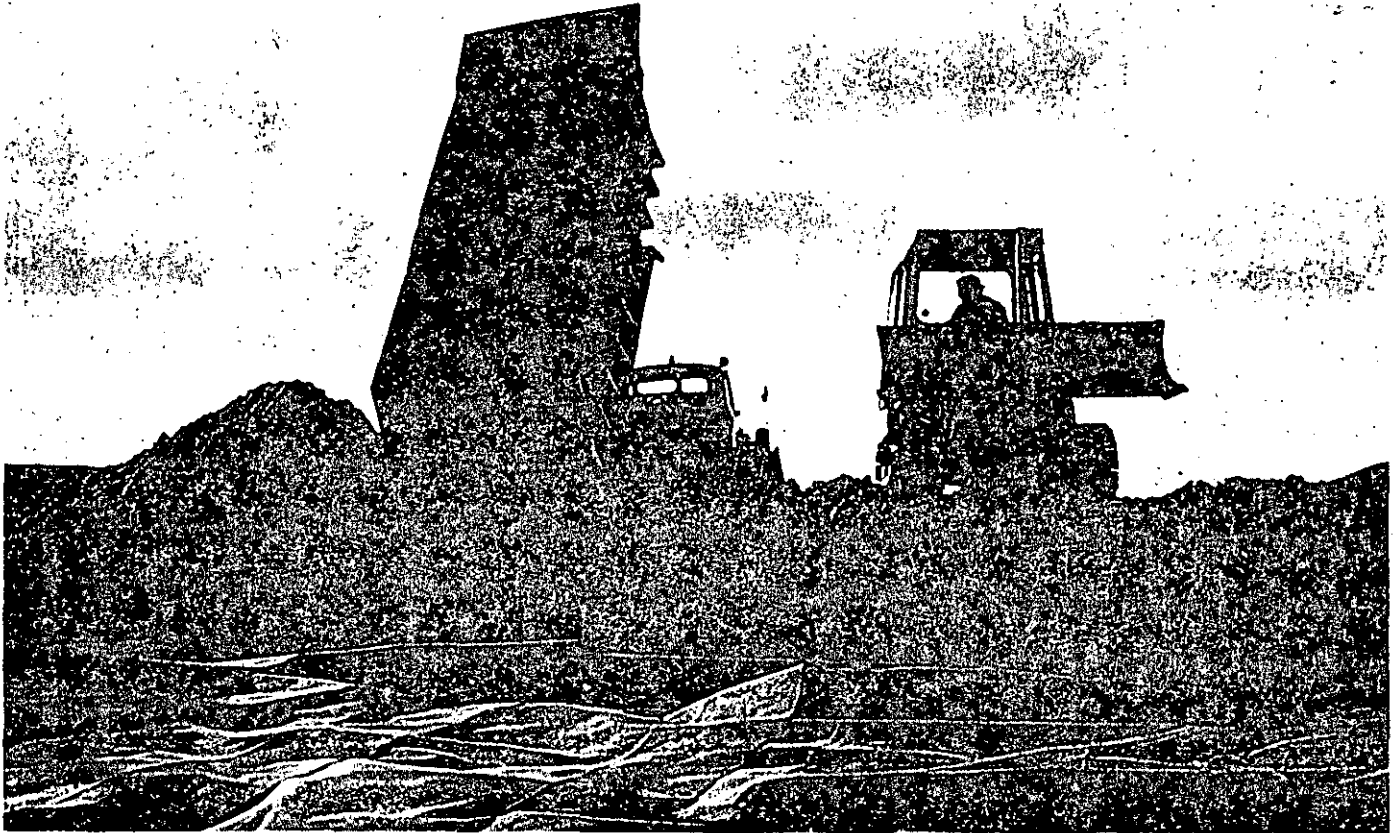
Telephone 0254 62431 Telex 63213

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

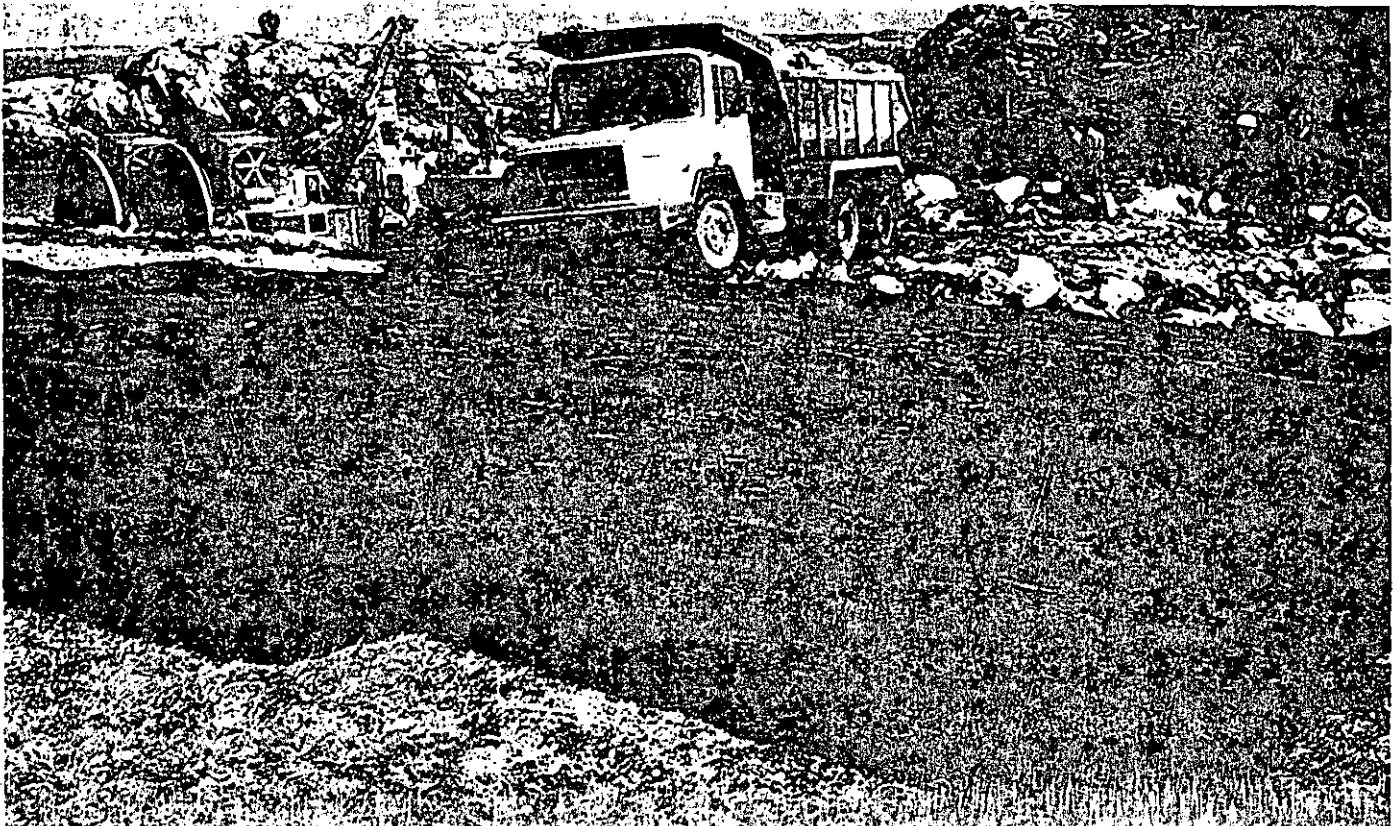
Designed and printed in England by  
The Netlon Group, Mill Hill, Blackburn, BB2 4PJ

# Netlon in ground restraint and soil reinforcement

53



Road construction over soft ground



# Ground restraint

54

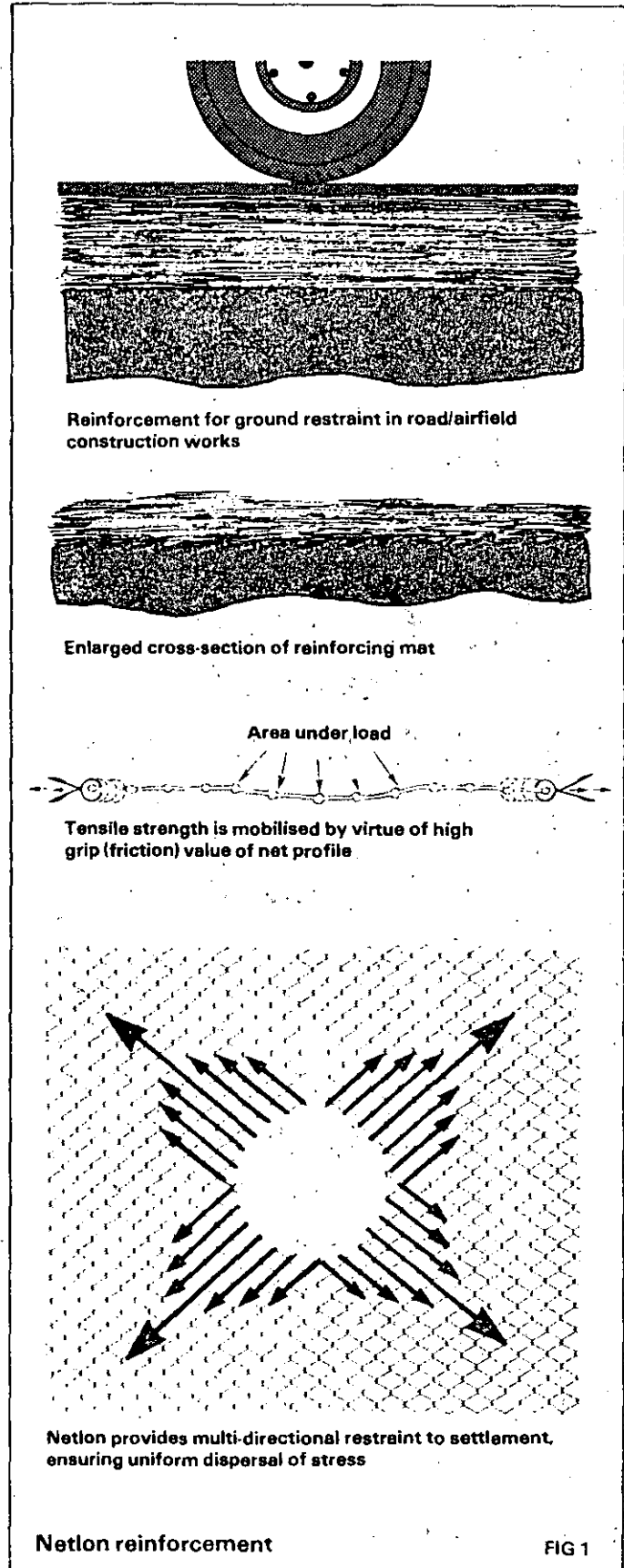
A stable foundation is the starting point for the design and construction of any structure, and the optimum solution in terms of both engineering and economic consideration is ultimately dependent on the soil characteristics and its capacity to accept the required load pattern.

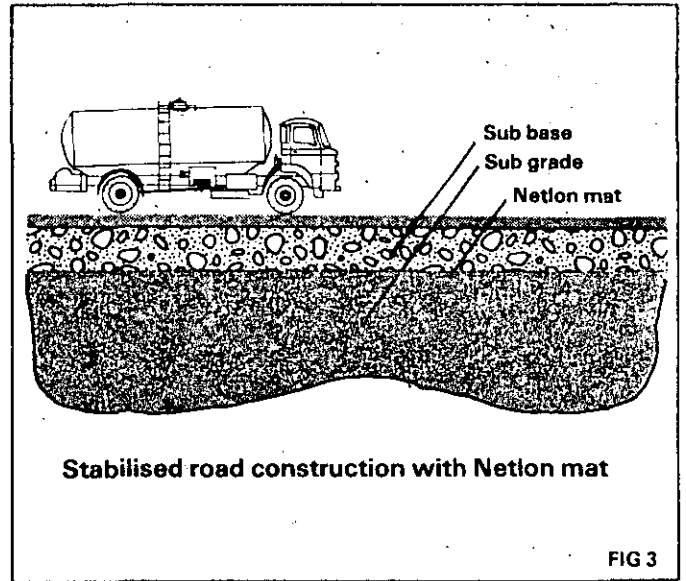
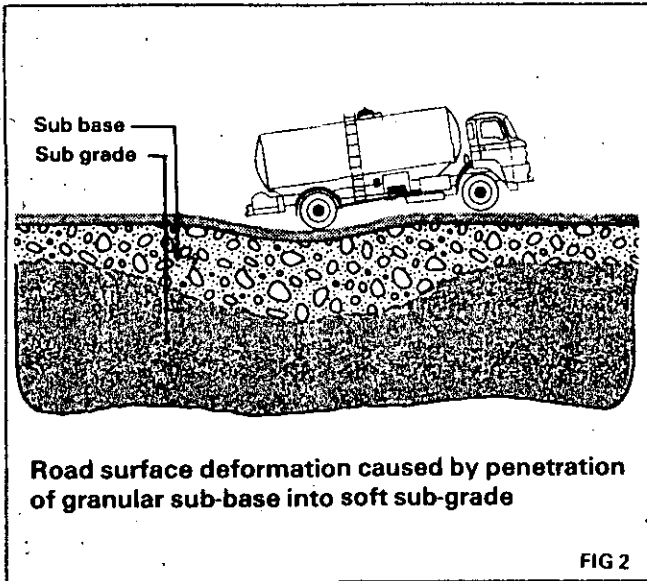
Methods of increasing the bearing capacity of soils by compaction, drainage, or chemical stabilization are well known, and in recent years interest has been shown throughout the world in the method of ground restraint using structural membranes. Ground restraint is not a new concept. It has been in use in the form of fascines (woven brushwood matting) for centuries, and has proved successful in providing a stable foundation for earthworks over indifferent ground conditions.

Netlon ground restraint netting performs a similar function in providing a stable foundation with many applications and advantages:

- a) It prevents loss of sub-base material into the sub-grade.
- b) It distributes load uniformly over a wide area by virtue of its stiffness, and thereby reduces differential settlement.
- c) It adds to the shear strength of the soil by virtue of its high tensile strength fully mobilised by the high friction value of the net profile (fig 1).
- d) Its net structure allows more rapid dissipation of pore water pressure.

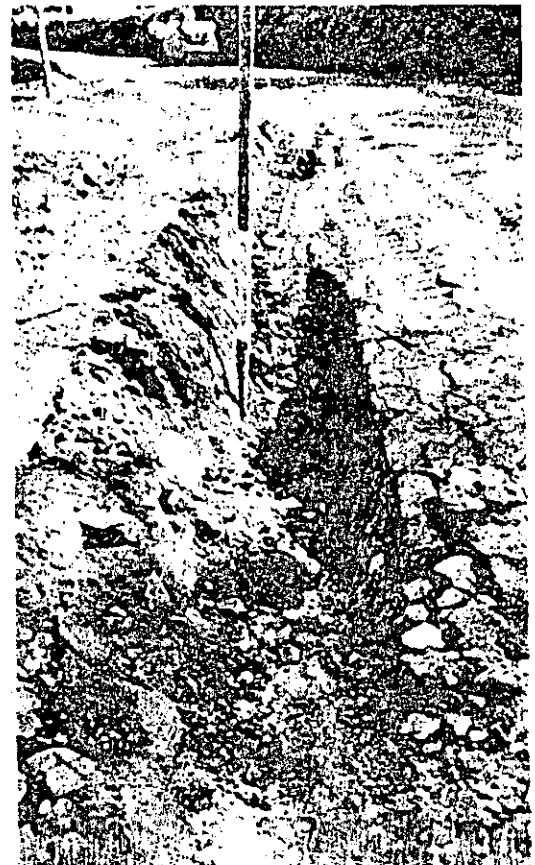
The following pages describe some of the applications for which Netlon reinforcement is particularly suitable and illustrates its successful use.





The loss of sub-base material into a soft sub-grade seriously affects the load bearing capacity of the road construction, and in the absence of timely and costly maintenance, deterioration increases until ultimately failure occurs (fig 2). The photographs below illustrate the type of failure shown in fig 2, (which occurred in spite of the use of a non-woven textile membrane).

Netlon ground restraint netting laid at the sub-grade/sub-base interface prevents the penetration of sub-base material into the sub-grade, and increases the bearing capacity of the sub-grade thereby reducing the design thickness of the road base construction (fig 3).

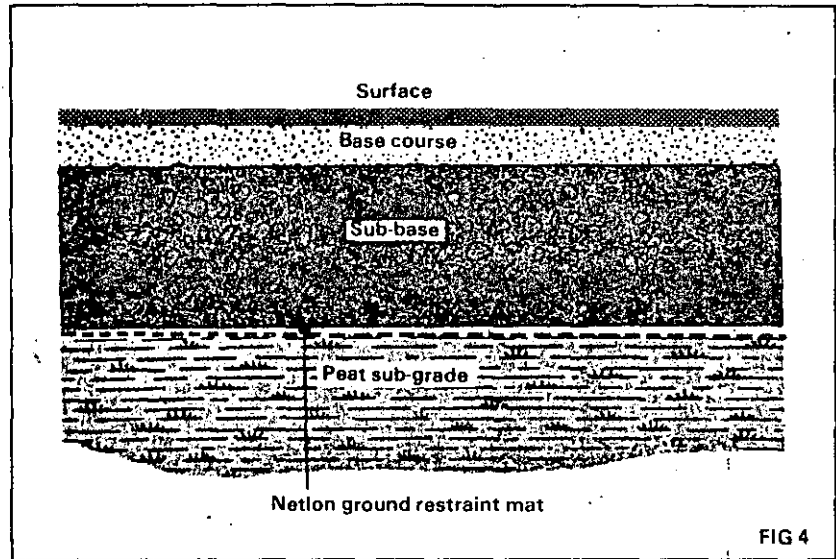




# Road construction

56

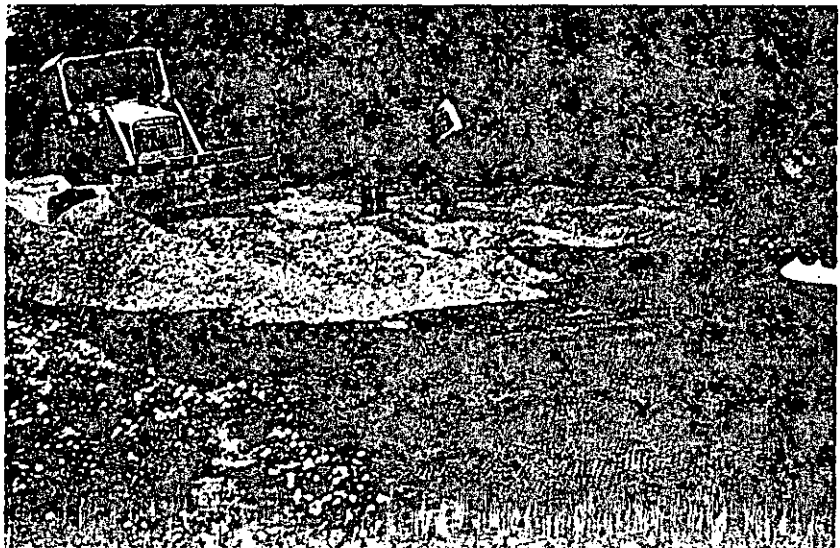
Netlon ground restraint mat is particularly effective as a foundation medium on marshlands and peat. It can be laid directly on the sub-grade without any surface preparation. Because of its net structure, Netlon settles on the ground without 'rutting' and road construction can be commenced immediately (fig 4).



Netlon in the construction of a permanent carriageway over peat. The peat varied in depth between 2m — 4m and in areas of greatest depth it was in a highly mobile, almost liquid, condition.

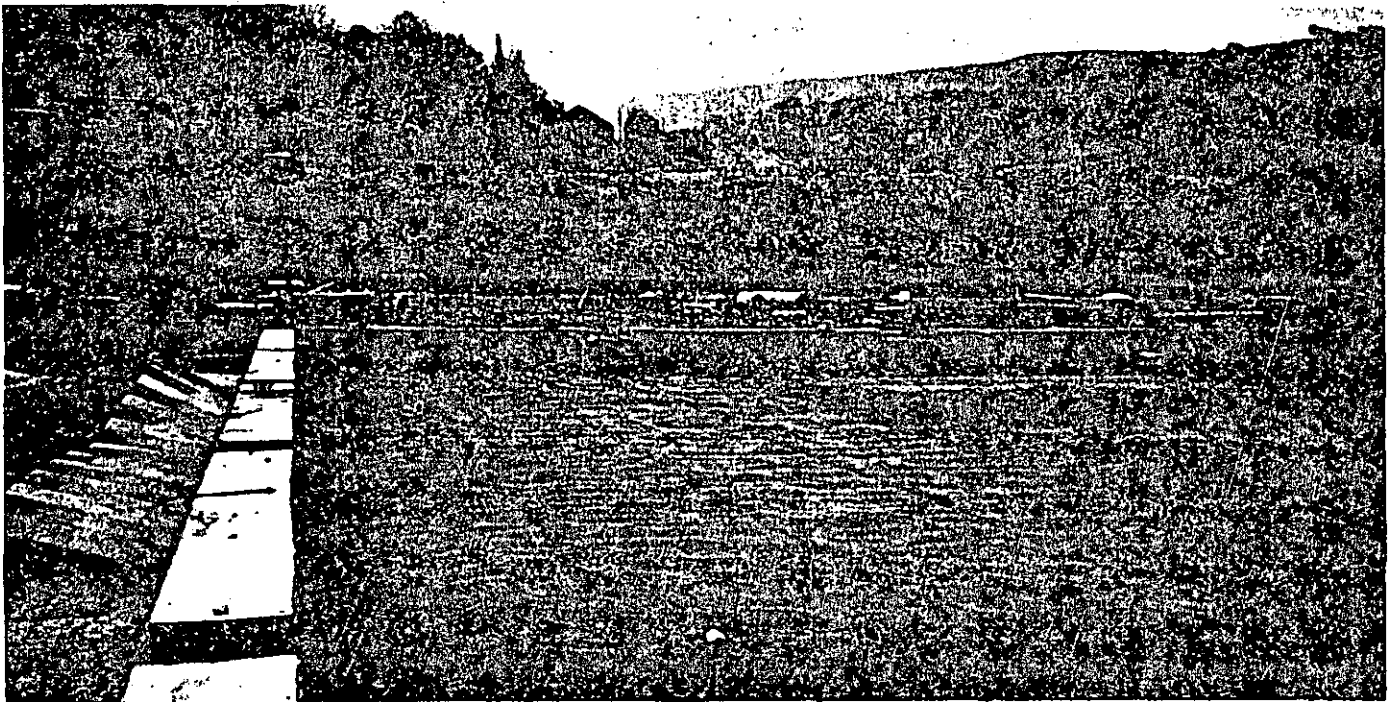
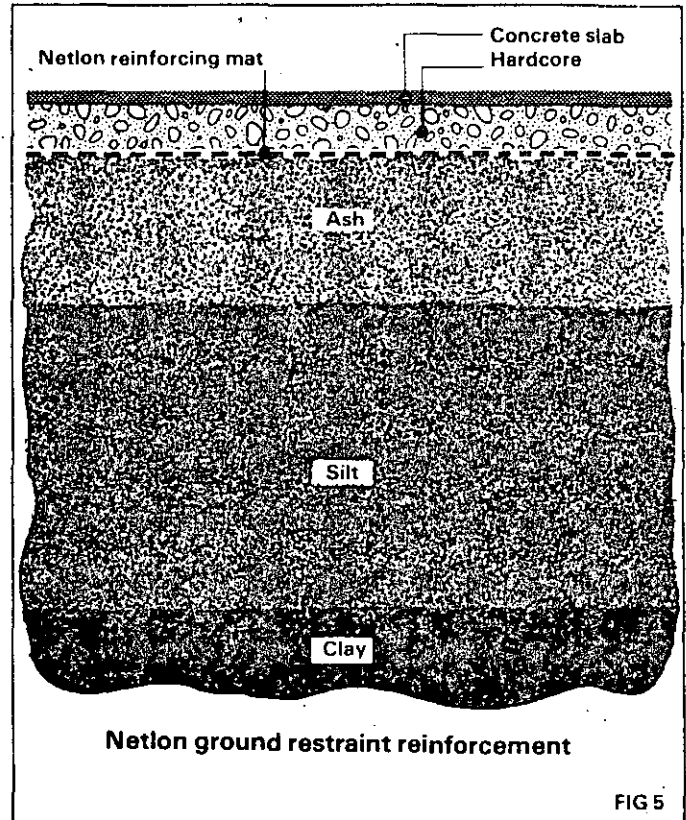


Netlon in the construction of hardstandage and access roads, cut into a steeply sloping embankment.



# Factory foundations

Netlon provides an effective and economical method of improving load distribution over large heavily loaded areas of made up ground. Foundation design of industrial structures can be greatly simplified by the adoption of ground restraint techniques, to improve the bearing capacity of the soil, thus obviating the need for expensive foundation systems (fig 5).



Netlon in the construction of factory foundations on made up ground

Reinforced concrete slabs, supported on a bed of hardcore reinforced with Netlon to eliminate local settlement, and improve load distribution.



# Earthworks Stabilisation

The construction of elevated earthworks as foundations for highways, railways or industrial developments or as protective bunds in flood areas have a common factor — they all require large quantities of fill material. This in itself can pose problems, with regard to the source, the quantity and the quality available.

The creation of borrow pits and quarry faces by the excavation of large quantities of soil create problems of their own. It is therefore both economically and environmentally desirable to keep earthworks to a minimum.

The conventional method of constructing to a stable slope for a given height, or adding berms to the toe, can involve considerable expense in materials, plant, construction time and extension to the base area of the embankment (fig 7). Other methods including soil admixture, sandwich construction and chemical stabilization, can be equally costly in time, materials and supervision.

The method of stabilisation of embankments by soil reinforcement in the form of 'fascines' (woven brushwood matting) arranged in layers within the bank construction is well known, and during the past decade similar methods have been applied using a high strength, high grip Netlon mesh reinforcement.

Netlon mesh reinforcement provides a practical and permanent solution to the problems of stability, enabling banks of simple and economical cross section to be constructed to the required heights. The mesh is placed horizontally at the base of the embankment, and thereafter in layers at calculated heights as construction proceeds, extending from the face of the slope to a grip length beyond the calculated slip plane. Netlon mesh reinforcement adds a high tensile resistance to the shear strength of the soil. This resistance is achieved by virtue of

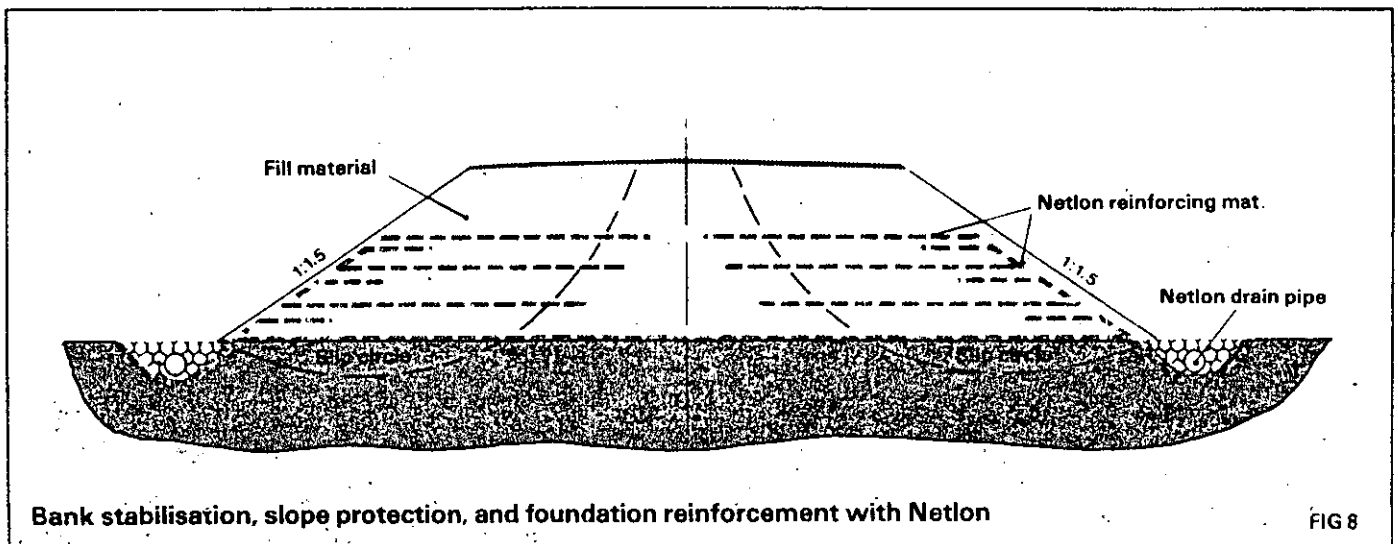
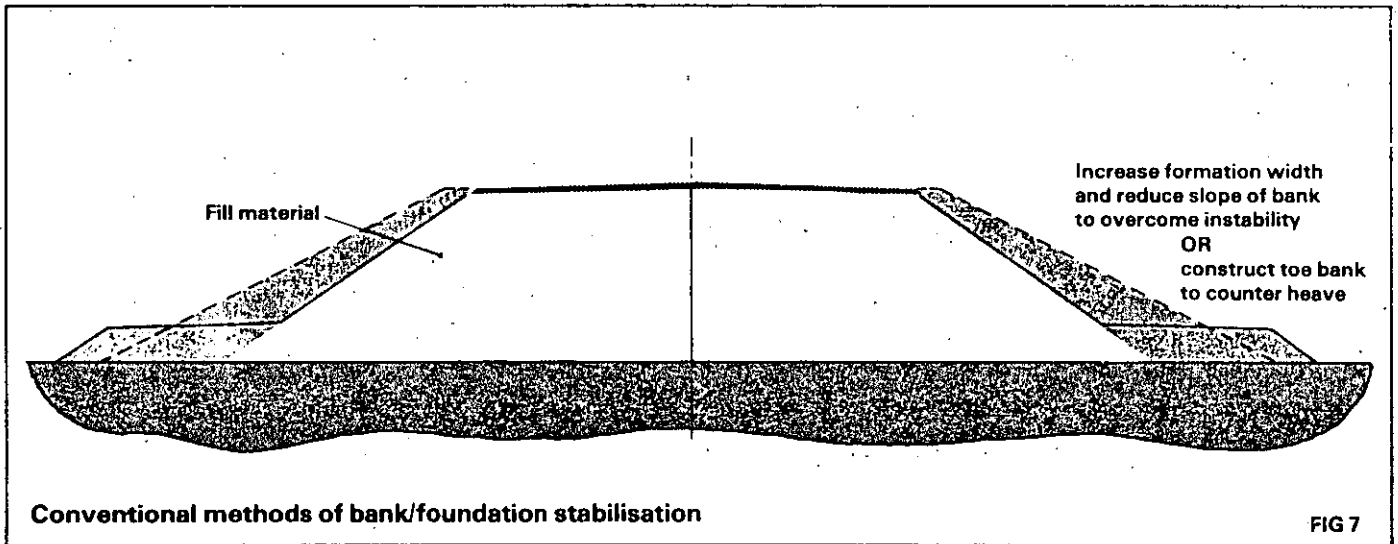
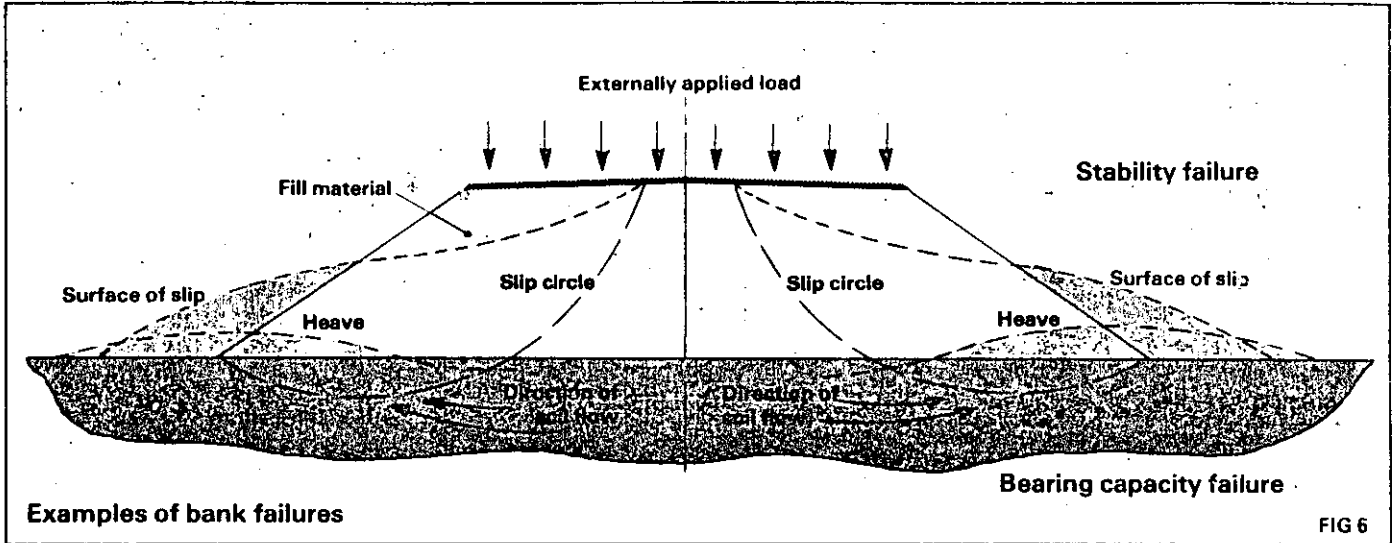
Formation widths and heights are usually dictated by design requirements and local topography, and the steepness of the slopes by the mechanical properties of the fill material and bearing capacity of the foundation. While different criteria are used to calculate (a) the slope angles and (b) the heights of embankments made respectively from sandy and clay soils, failure of earth slopes is generally assumed to occur along a circular plane. A portion of the bank slips downwards and heave occurs at the toe (fig 6).

Locating fill material for the construction of embankments can be a problem and frequently the only source of material available in economic quantities is soil of widely different properties. The Engineer is then faced with evaluating the options of soil admixtures, means of soil stabilisation, or the construction of berms or low angles of slope.

the friction developed between the net structure and the soil (fig 8).

The layers may be continuous throughout the width of the bank cross section or curtailed a grip length beyond the calculated plane of failure, dependent upon the stability analysis and location of failure planes.

**Netlon** enables high angles of slope to be achieved, reduces earthworks volume and land-take areas. It encourages uniform load distribution, and dissipates pore water pressure more quickly. It is lightweight, easy to transport and handle and is simple and quick to install.



# Railway construction

60

With the increased dynamic forces resulting from the trend towards higher speeds, there is a need to improve and maintain track to a higher standard. To achieve the design objectives of track stability under high vertical and lateral forces, passenger comfort and ease of maintenance, consideration must be given not only to the geometry and composition of the track and its sub-structure, but also to the earth works below, which must ultimately bear the applied load.

Problems caused by differential settlement or penetration of the ballast in to the sub-grade (fig 9), affect the life of the track components, passenger comfort and traffic safety. Netlon laid at the sub-ballast/sub-grade interface prevents ballast loss, distributes loads uniformly over a greater area, thus reducing stresses and strains in the soil, and protects against tension cracks in the sub-grade (fig 10).

Embankment stability is governed by the ratio of the restoring moment, a function of soil strength, to the disturbing moment, which is the function of the dead and imposed loads. For safety, the ratio must be significantly greater than unity, and the possibility of future increases in live load should not be overlooked. Netlon provides an effective means of increasing the factor of safety, by virtue of the friction induced tensile resistance mobilised under load, without additional earthworks.

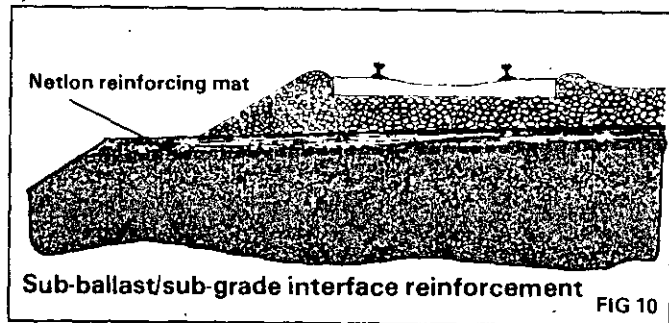
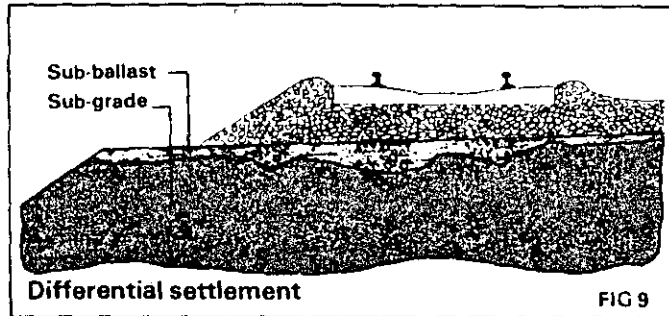
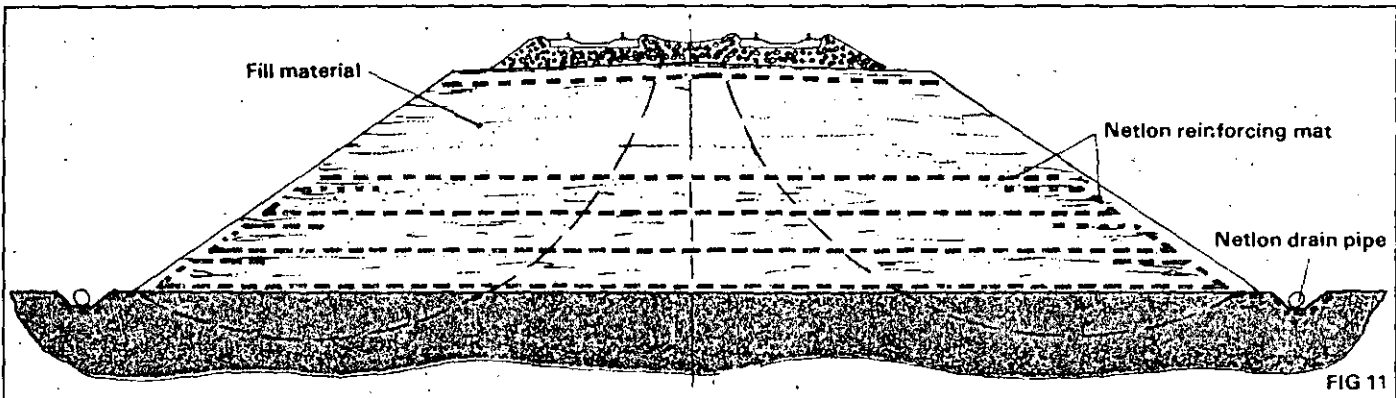


Fig 11 illustrates a similar concept, with the top unreinforced section of optimum height supported by a reinforced section below. The reinforcement may be continuous, or curtailed a grip length beyond the slip circle, and either straight ended or returned up the slope depending on the relative positions of the slip circle for each side of the bank, and the possibility of slope erosion.



Prevention of slope erosion



Netlon Limited

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

61

**NETLON**

**PROJECT:**

NEW ROAD CONSTRUCTION OVER POOR LOAD  
BEARING GROUND IN THE SHETLAND ISLANDS DATE: SPRING '75

**CLIENT:**

THE DIRECTOR OF CONSTRUCTION,  
SHETLAND ISLANDS COUNCIL, LERWICK,  
SHETLAND

**SPECIFIER:**

THE CLIENT

**CONTRACTOR:**

THE CLIENT

**PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE121 GEOGRIDS

**ACKNOWLEDGEMENTS:**

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

The project involved the construction of three sections of permanent roads over peat deposits varying between 2m and 4m in depth.

The first was to form part of the A970 (Sandwater to Voe) at Long Kames, eighteen miles north of Lerwick. The section would be 400m of 6.3m wide carriageway bounded by 2m verges on either side.

The second was to form part of the A968 (Basta to Yell), which would be 200m long, 6m wide with a 5m verges, and the third section being on the same route at Sandwater.

**CONTROL DE EROSION, S. A.**

/cont

Blvd. Adolfo L. Mateos No. 1384  
Col. Mixcoac 03910 México, D. F.  
TEL. 598-01-11 Y. 598-01-27  
Apdo. Postal 60-549 Méx - 03800

CONSTRUCTION

62

As the 400m stretch of the A970 would effectively run over ground with a gradient from north to south, to make this an acceptable gradient, it was necessary to excavate at the northern end and construct a supporting embankment to the south.

Where excavation was undertaken, Netlon CE121 Geogrids were laid as a sub base restraint layer and a road base of locally available moraine sand was placed over the grids to a compacted depth of 1.2m. A 300mm course of crushed stone road metal was constructed over this, and the formation was dressed with chippings prior to the application of a two course flexible surfacing. (See Photograph 1).

At the southern end CE121 Geogrids were laid over virgin ground, without any preparation, to form a stable base for construction of the embankment.

\* \* \* \* \*

Construction of the 200m section of the A968 between Basta and Yell was made more difficult by the presence of surface water and soft ground conditions making plant operation very difficult.

Once again, CE121 Geogrids were laid directly over the peat acting as a restraint layer for the sub base (See Photograph 2). A road base of high rock content moraine sand was placed over the Geogrids and compacted to a depth of 900mm. A 200mm base course was constructed from crushed stone road metal and this was covered with a wearing course of quarried fines followed by flexible surfacing.

\* \* \* \* \*

The third section, at Sandwater, was constructed over peat with underlying hard granular moraine deposits and in areas of its greatest depth, the peat was in a highly mobile, almost liquid condition.

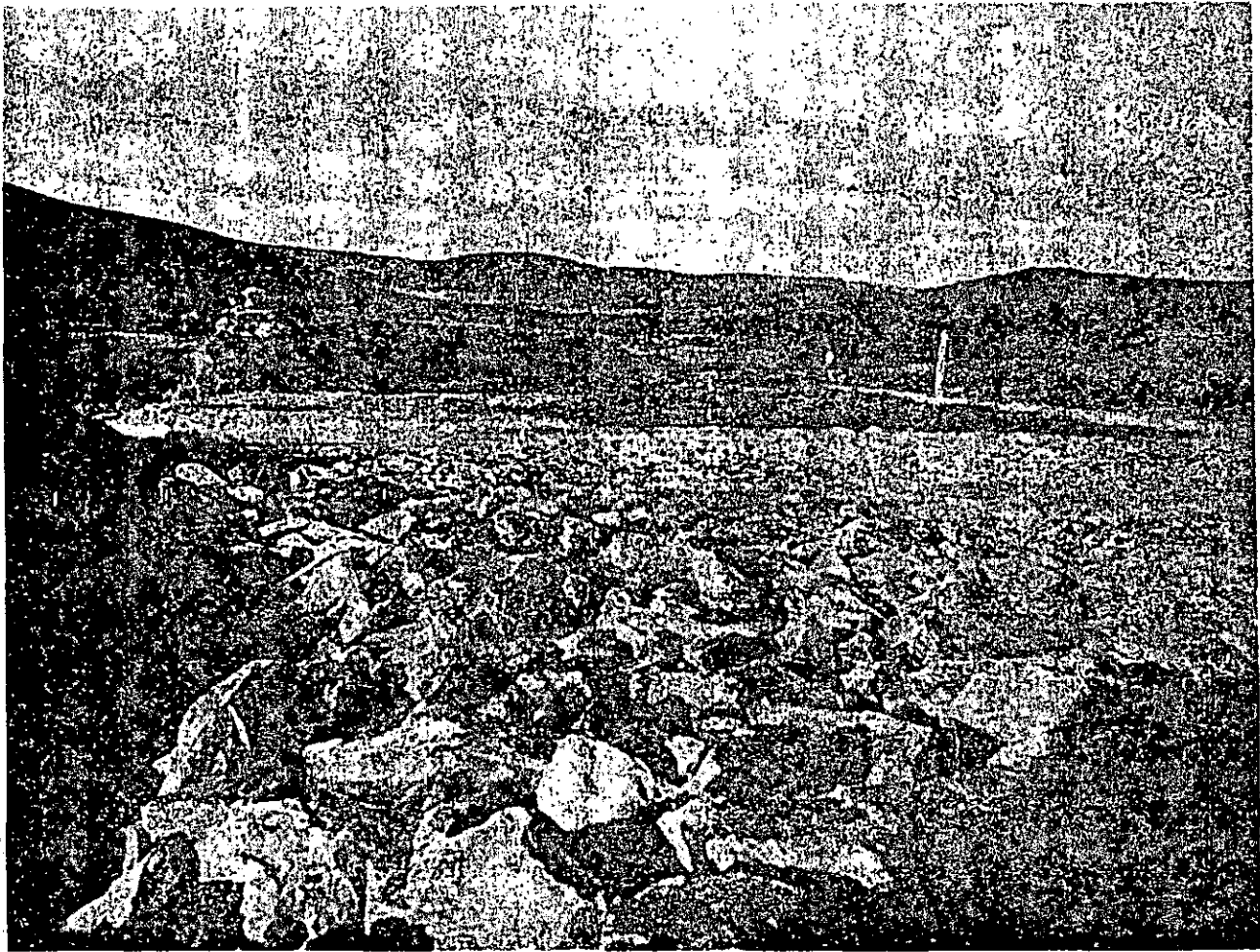
Where the peat was only 2m deep, it was found practical to excavate and use the moraine deposit at the sub-grade.

In all other areas, the CE121 Geogrids were laid directly over the peat and no other preparation was necessary.

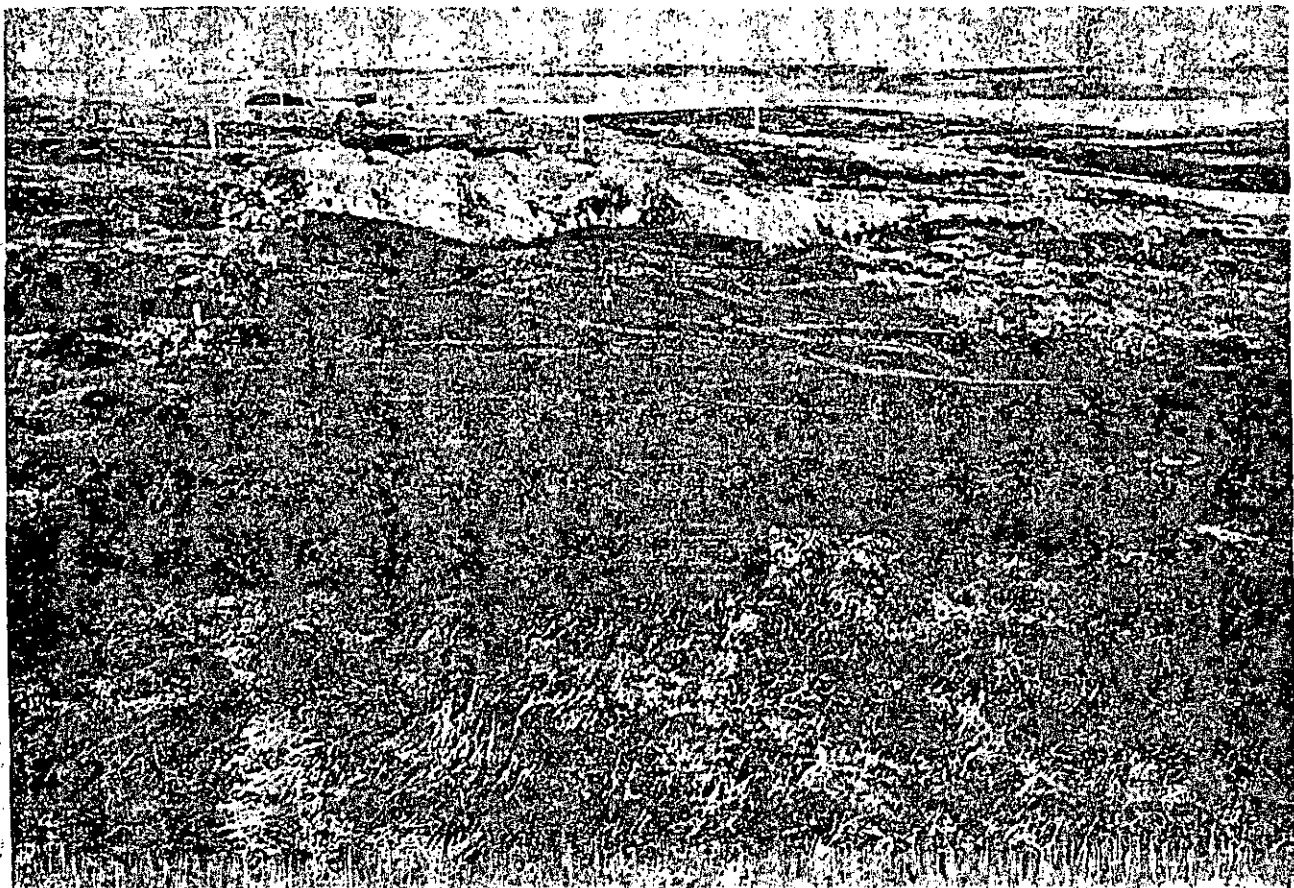
OBSERVATIONS

- i) All three sections were completed with considerable reductions in labour and materials when compared with the alternative methods that were considered.
- ii) Placing of the Geogrids was easily handled by two men so much so that excavation (where necessary), placing of mesh and construction of the road base became a continuous process.

The construction of these three sections of road demonstrates the effectiveness of Netlon's Geogrids in distributing loads especially over weak ground such as peat.



Photograph 1



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

65

**NETLON**

**PROJECT:**

STABILISATION OF A SLIP FAILURE IN A  
CUTTING ON THE M4 AT YATTENDON

DATE: SUMMER '80

**CLIENT:**

ROYAL BERKSHIRE COUNTY COUNCIL

**SPECIFIER:**

SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT  
ASSISTED BY TRANSPORT ROAD RESEARCH  
LABORATORY

**CONTRACTOR:**

THE CLIENT

**PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE131 GEOGRIDS

**ACKNOWLEDGEMENTS:**

MR R BURT, ROYAL BERKSHIRE CC  
MR MURRAY, TRANSPORT ROAD RESEARCH LABORATORIES (TRRL)  
MR WRIGHTMAN, SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

A slip failure had occurred on the slopes of the M4 at a cutting in the Yattendon area and soil had slid on to the hard shoulder of the motorway itself.

The banking at this point was over 20 metres in height and the slip was some 70 metres in width.

The soil consisted of London clays of various hues.

**DESIGN PHILOSOPHY**

Rather than excavate the clay, transport it, and replace the clay with imported granular material, it was decided to reinstate the clay and to increase the factor of safety by

- a) Providing better drainage
- b) Reinforcing the clay with Netlon CE131 Geogrids

/cont



## 66

Calculations carried out by Mr R Murray of the TRRL showed that improving the drainage and layering the replaced soil with Netlon CE131 would increase the factor of safety from less than 1.0 to 1.5.

The calculations also indicated that near the base of the embankment it would be necessary to space the layers of Netlon 0.5m apart, but at higher levels 1m spacing would be adequate.

Drainage layers consisting of stone, between two layers of Netlon CE131, were installed at three levels (See Illustration).

### CONSTRUCTION

Over 8,000 cubic metres of clay was excavated, using a Mustang shovel, and was placed in a field at the rear of the slope.

Clay at the base of the slip was stabilised, to provide a working surface, by spreading finely divided quicklime. 2 metre wide sheets of Netlon CE131 were laid with their overlaps laced with polypropylene strapping.

The clay soil was placed with a Mustang machine (See Photograph 1) and was compacted with a T182 vibrating roller. The Netlon CE131 in each layer was extended up the face over the clay lifts, and joined to the base of the next CE131 grid immediately above it (See Photograph 2).

A layer of top soil was then spread over the resulting Netlon CE131 face (See Photograph 3) of the slope which was finally seeded with grass.

Drainage layers were incorporated by using 100mm stone instead of the clay, in three positions up the slope (See Illustration).

### OBSERVATIONS

The slope has shown no sign of movement since completion of the work in August 1980.

Grassing of the slope has been very effective with the grass mat looking plusher over the reconstituted slip area when compared with the adjacent areas (See Photograph 4).

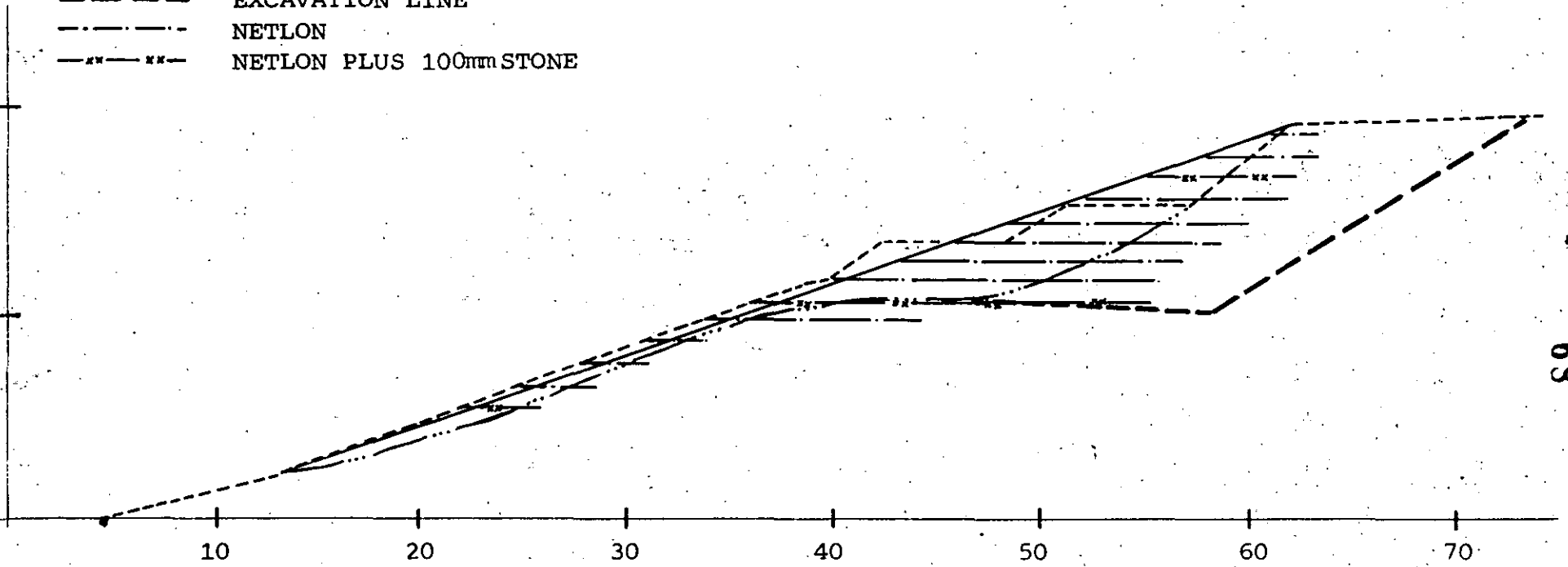
Royal Berkshire County Council estimate that the use of Netlon Geogrids represented a saving of over £70,000 or approximately 40% of what the repair would have cost if the London clay had been replaced with a granular material.

\* \* \* \* \*

The use of the higher tensile strength Tensar Geogrids which are now available, would lead to even greater efficiencies. This is possible as the reinforcing layers can be spaced at wider intervals to give the required factor of safety.

- EXISTING GROUND LEVEL
- ORIGINAL GROUND LEVEL TO BE RECOVERED
- ..... SLIP PLANE
- EXCAVATION LINE
- NETLON
- \*\*---\*\*--- NETLON PLUS 100mm STONE

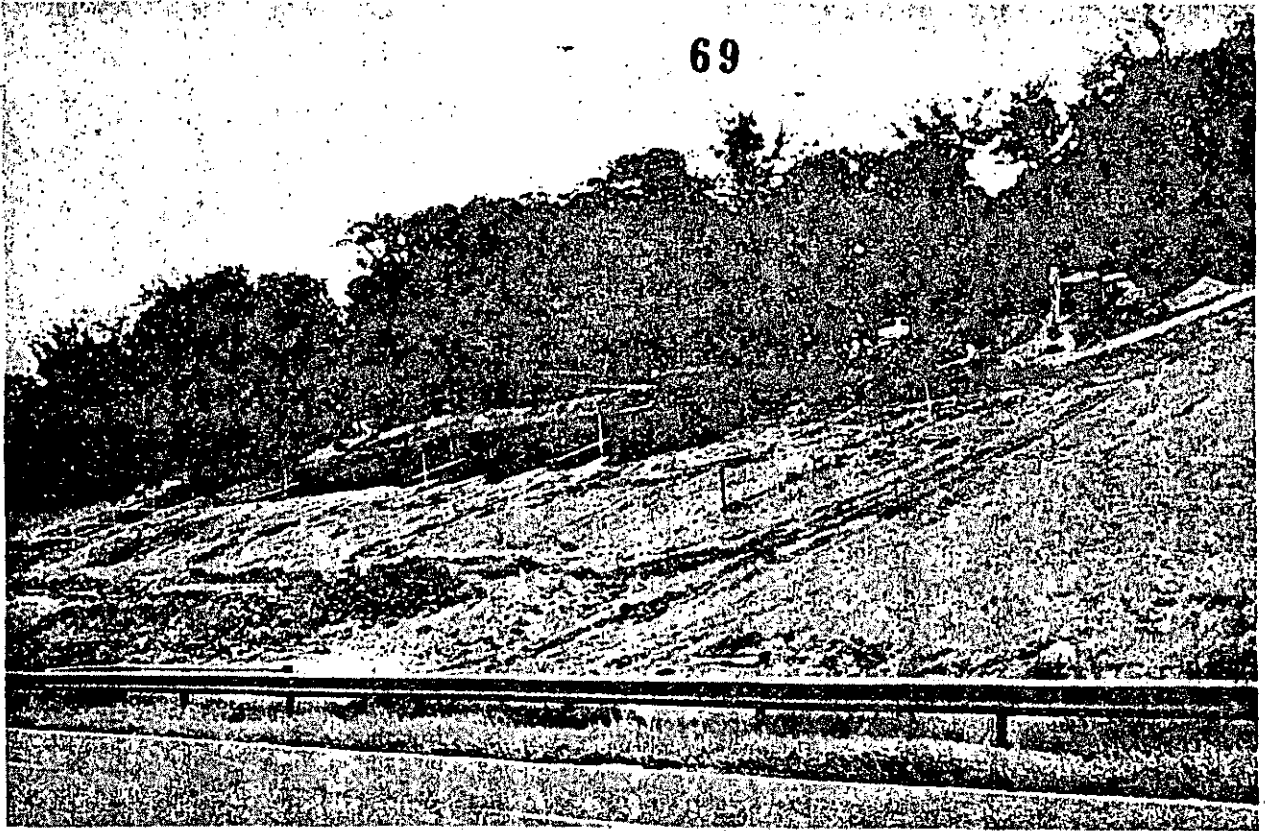
SCALE: 1 : 300



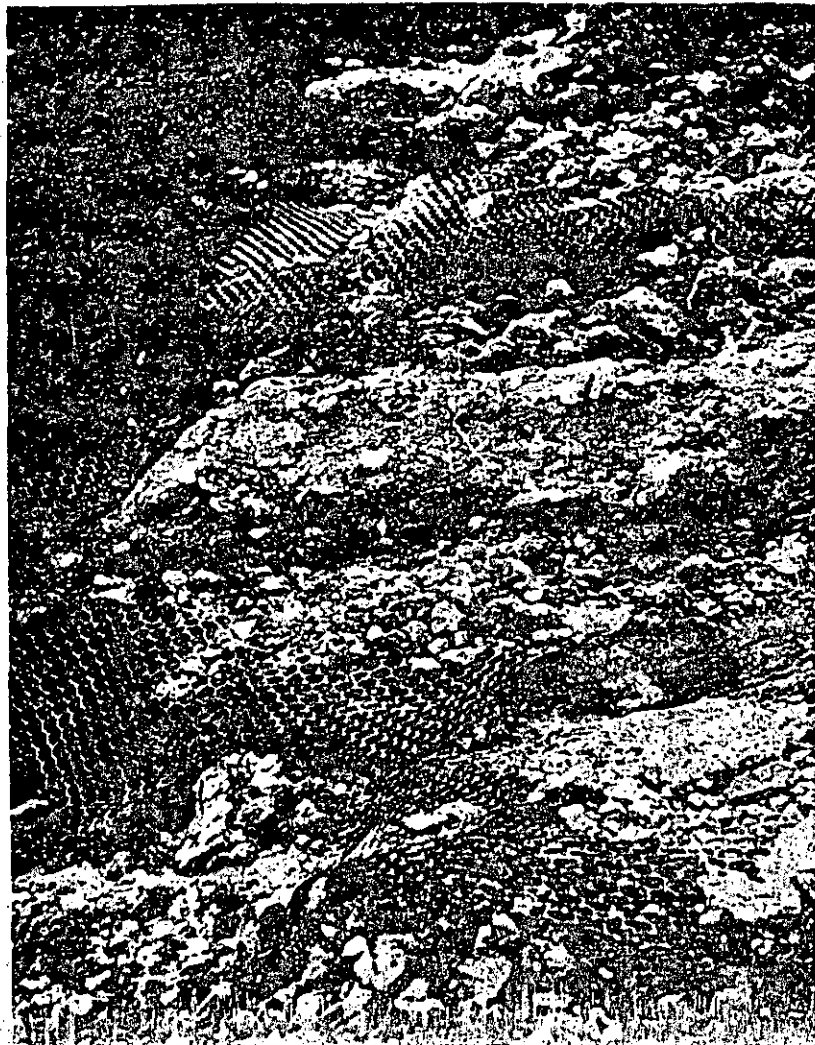
69

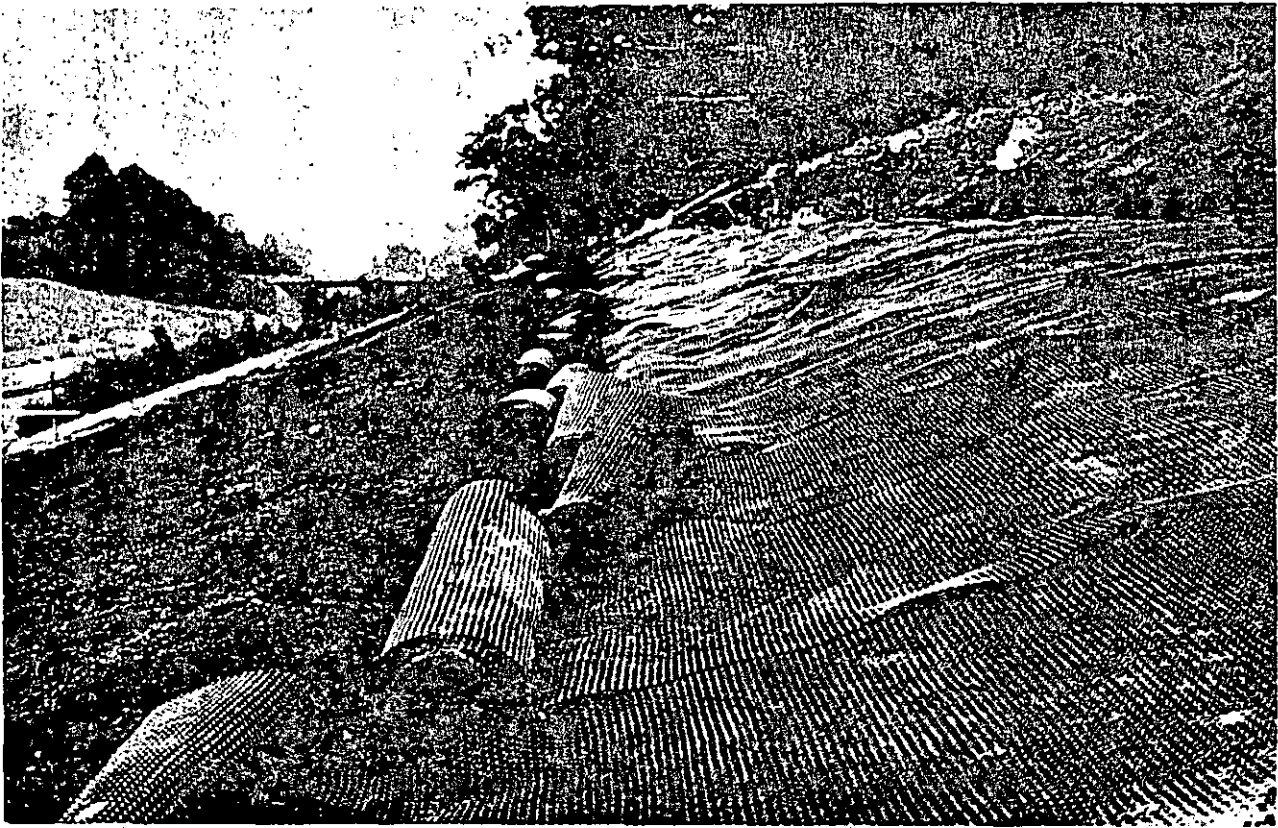
SECTION D-D

YATTENDON BANK SLIP  
CROSS SECTION D-D



Photograph 1





Photograph 4

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

- 71

**NETLON**

**PROJECT:**

THE CONSTRUCTION OF SERVICE ROADS & CAR  
PARKS ON POOR QUALITY GROUND

DATE: NOV 1979

**CLIENT:**

LONDON & MANCHESTER ASSURANCE COMPANY LTD

**SPECIFIER:**

OVE ARUP & PARTNERS

**CONTRACTOR:**

SLEEMAN CONSTRUCTION LTD

**PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE131

**ACKNOWLEDGEMENTS:**

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Due to the poor condition of the ground on which the client required roads and car parks built to service a new block of offices, it was found that the use of Netlon grids, rather than any other products, proved to be more successful in overcoming the problem.

The initial soil survey revealed a dense layer of red/brown silty, fine sand to a depth of 3m with water present at approximately 2.5m - suggesting a perched water table. It was initially thought that these conditions would preclude construction work. However, a start was made by stripping 600mm of top soil and a layer of 300mm of hardcore was laid, but as compaction was applied it was found that the hardcore was being punched into the formation. It was concluded that the shear strength of the soil was inversely proportional to the depth. This determined the policy to be adopted for the remainder of the road, which was to leave the existing ground undisturbed, apart from the removal of 150mm of topsoil, and build up the construction thicknesses from there. Fortunately, finished levels were able to be raised to suit.

/cont

Despite the use of a permeable fabric separator on a trial length of road, rutting still occurred (see Photograph 1). However, when Netlon CE131 was used, an immediate improvement was apparent due to its inherent superior frictional properties when placed, providing a positive mechanical lock between the sub-base and the sub-grade - thus restraining any anticipated lateral movement of the sub-base.

The formation was shaped and rolled using a pedestrian roller and Netlon CE131 was laid with 150mm overlaps (see Photograph 2). This proved to be a simple task as the lightweight nature of Netlon made it easy to handle and manipulate even in windy conditions. Initially an attempt was made to spread the sub-base material by dozer. Due to the ground conditions this proved too disruptive to the formation and to the Netlon. An alternative procedure using a crane and a skip was adopted (see Photograph 3) - the spreading of the material being carried out by hand. This method proved to be the most successful and is recommended where adverse ground conditions prevail.

A crusher-run of 75mm down was then laid to a thickness of approximately 100mm and compacted by light rolling. This was followed by a further 200mm of crusher-run and similarly rolled until no further compaction could be achieved. A loaded lorry weighing 13 tons was driven onto the treated area and no rutting occurred (see Photograph 4). 50mm of Type 1 material was then vibrated into the surface. In order to increase the factor of safety in consideration of the heavy construction traffic still to be carried by the road, lean concrete was then laid as a sub-base.

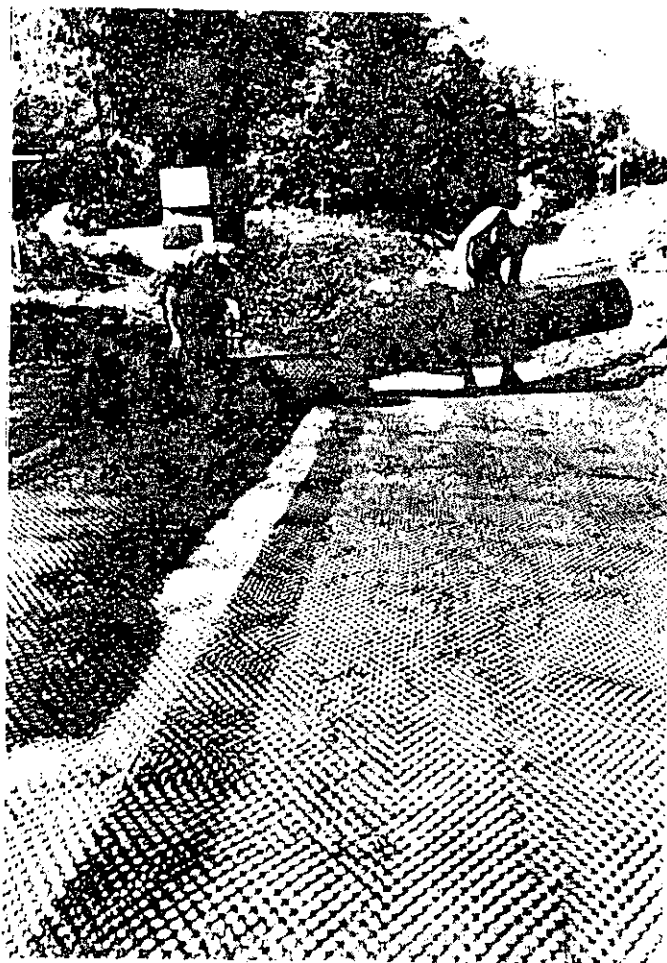
The final specification was as follows:

Surfacing	:	55mm DBM surface dressed
Road-base	:	175mm lean concrete
Sub-base	:	200mm crusher-run on Netlon CE131

Without Netlon the sub-base thickness would have been increased to 500mm minimum. Following the success of the trial section, and mindful of the cost savings achieved, it was decided that Netlon would be employed in the construction of two large car parks at the same site.

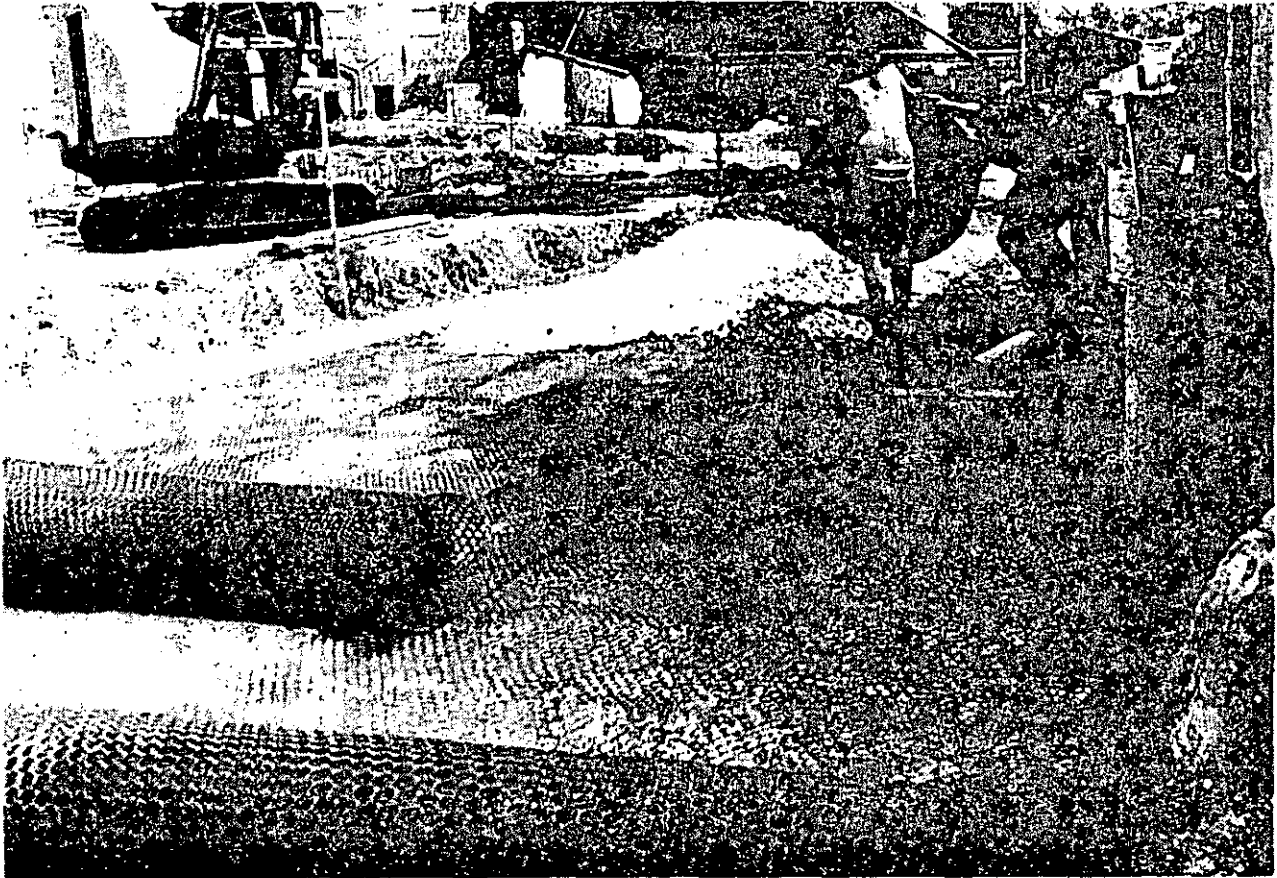


Photograph 1

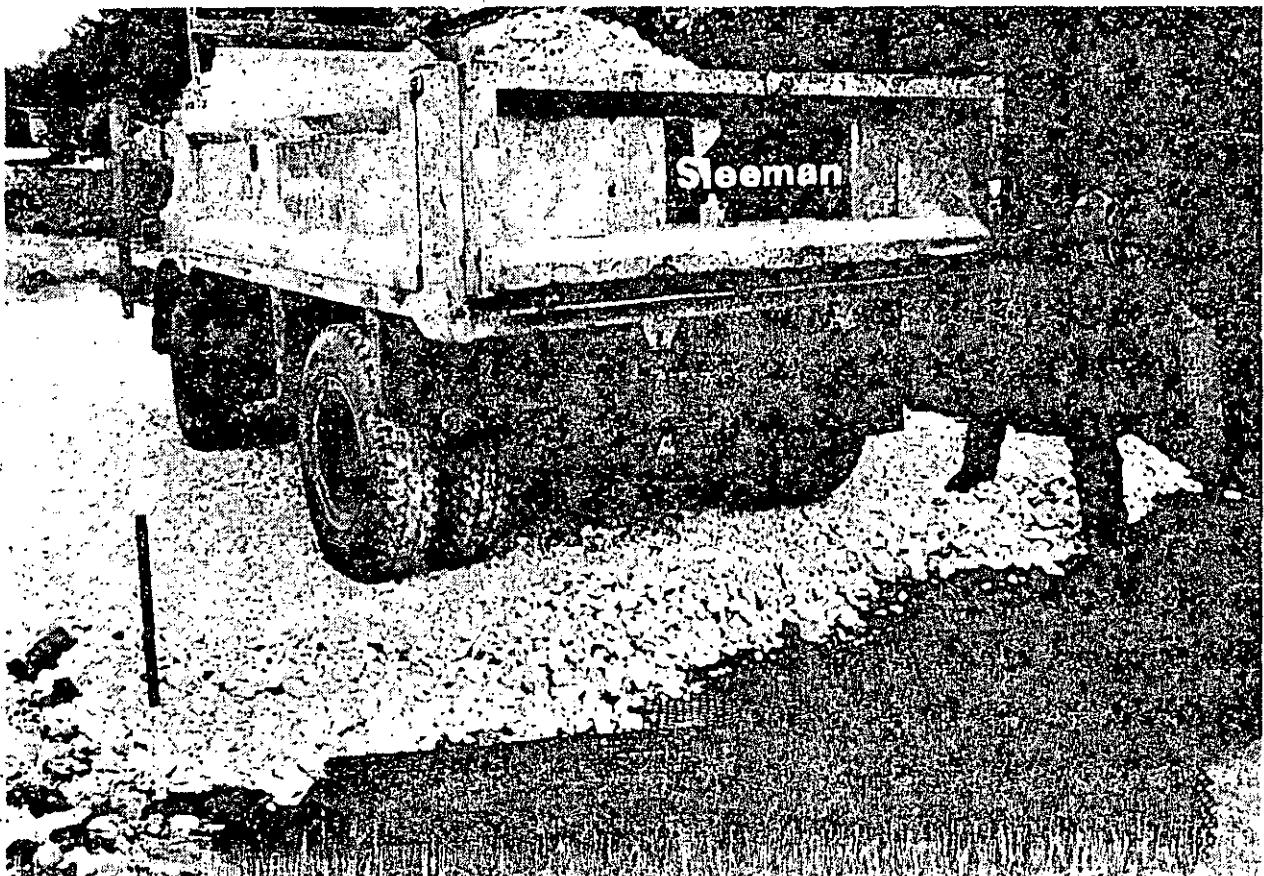




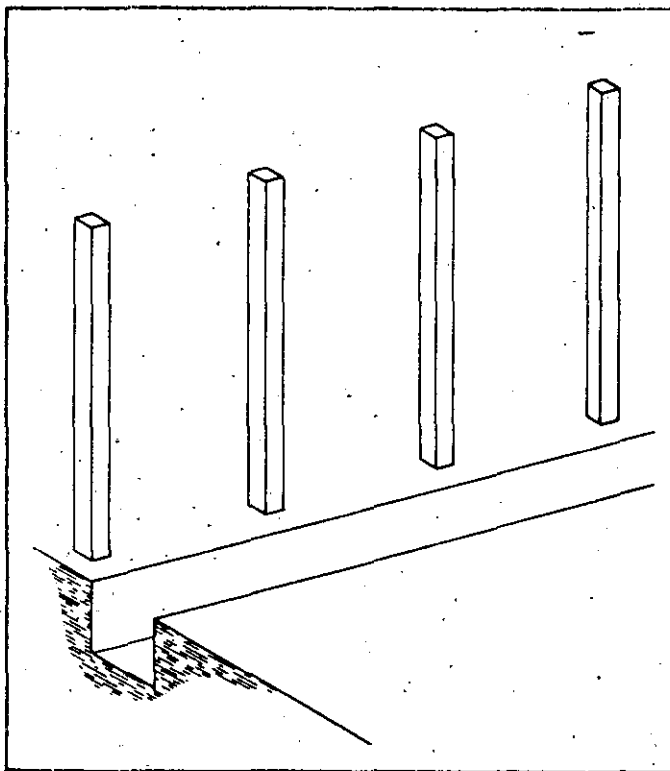
74



Photograph 3

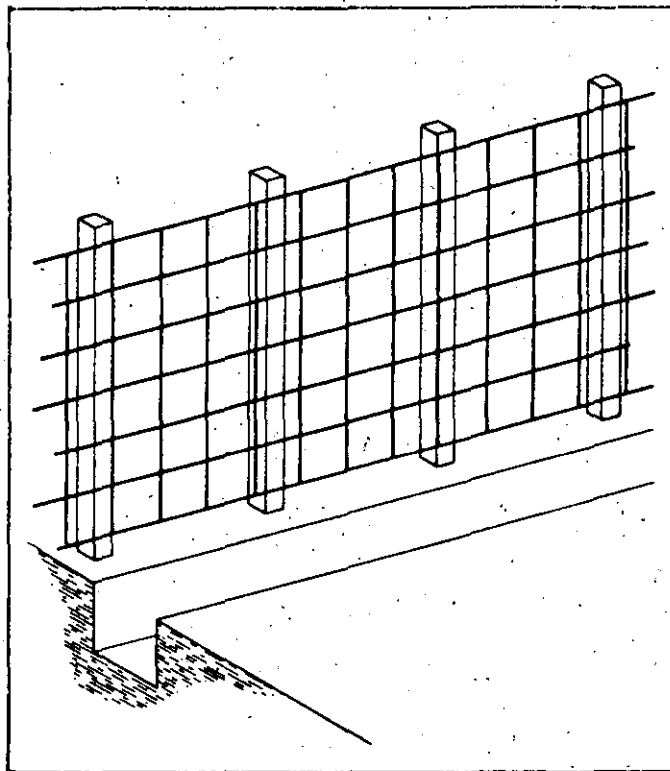


# Construcción de Protecciones contra el Azolvamiento, Utilizando TYPAR®, Membrana Filtrante.

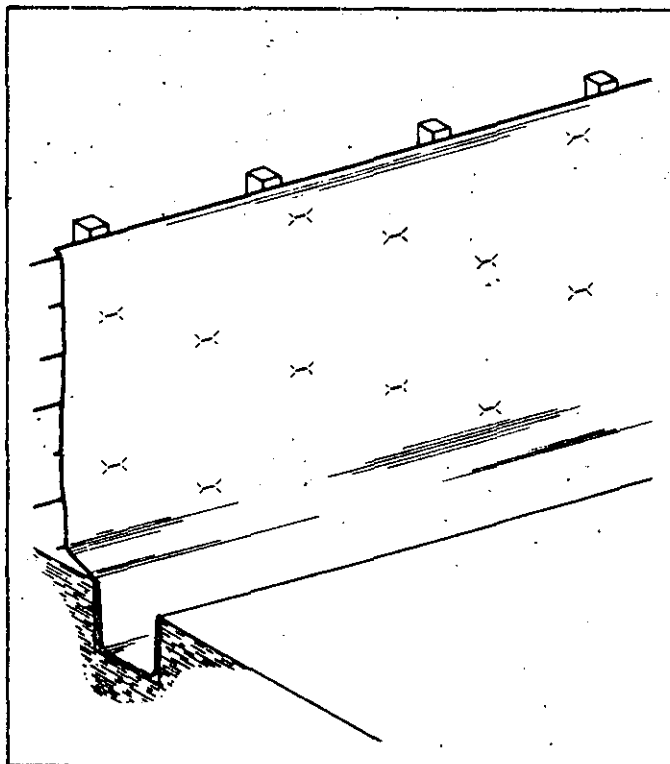


1. Se instalan postes de soporte y se cava una zanja de 15 cms., para reducir la velocidad del agua corriente y evitar arrastre de sedimentos.

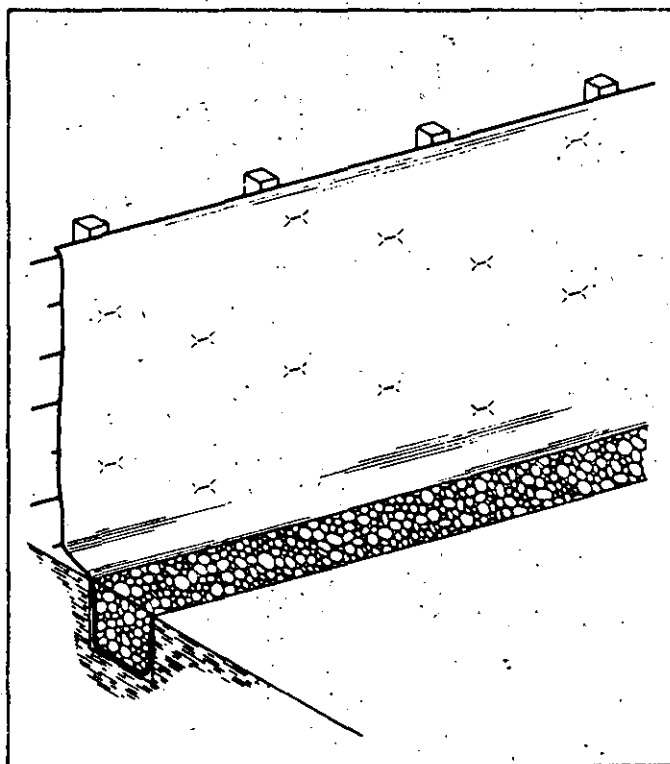
75



2. Se construye un armazón de malla de alambre o de tablas de madera, que servirá de tablero para sostener la membrana



3. Posteriormente, se coloca una tira de TYPAR de 0.90 - 1.20 m. de ancho sobre el armazón, utilizando grapas o alambres para fijarlo. Deje 30-45 cms. adicionales de TYPAR para revestir la zanja de 15 cms.



4. Por último, rellene la zanja con piedras para completar el sistema de anclaje. La membrana tiene una duración de varios meses estando expuesta al sol. En áreas sombreadas durará mucho más.

Si se buscan soluciones prácticas a los problemas de Erosión de Suelos y Asedamiento, entonces considere la membrana filtrante de Du Pont, TYPAR, para las estructuras de protección. TYPAR simplifica la construcción, proporciona mayor flexibilidad de diseño, contribuye a la mayor duración de la estructura y representa solo una pequeña parte del costo de construcción. Los beneficios adicionales de los puntos anteriores son obvios en aquellos lugares donde los materiales convencionales son escasos y no han sido transportados grandes distancias.

Los hechos aquí mencionados son comprobados por el hecho de que el agua está presente en nuestro medio ambiente y la vida de este planeta. Se ven con un costo y se consideran riesgos. No se garantiza una protección de su tierra y de su propiedad, mencionada, se distribuyen en forma de agua en el mundo. El TYPAR es un material que ayuda a eliminar la contaminación de los recursos hídricos, tierra y aire.

Además, los hechos aquí mencionados son comprobados por el hecho de que el agua está presente en nuestro medio ambiente y la vida de este planeta. Se ven con un costo y se consideran riesgos. No se garantiza una protección de su tierra y de su propiedad, mencionada, se distribuyen en forma de agua en el mundo. El TYPAR es un material que ayuda a eliminar la contaminación de los recursos hídricos, tierra y aire.

**DU PONT, S.A. de C.V.**  
**DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS**  
 Homero No. 206 390. Piso  
 Tel: 260-9033  
 México 6, D.F.  
 TELEX DU PONT MEX 017 71 610  
 MEXICO



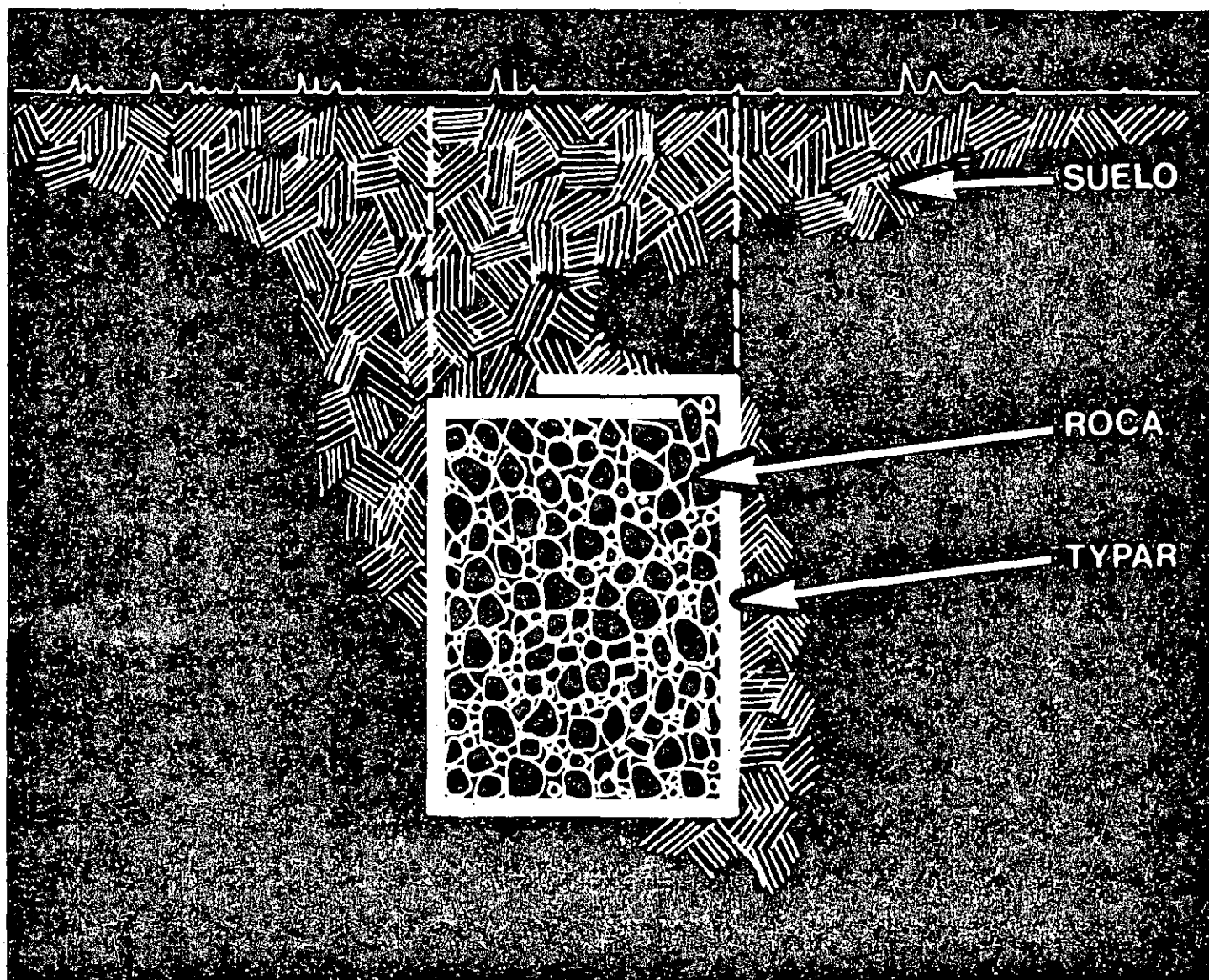
**TYPAR®**

membrana filtrante



# Un método más simple para la construcción de drenajes subterráneos

Razones para emplear la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, como sustituto de filtros de arena y de agregados graduados.



# TYPAR trabaja como un filtro de arena y agregados, a menor costo.

Los ingenieros que valúan la importancia de los costos, están empleando la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, en la construcción de sistemas de drenaje más económicos.

TYPAR es una lámina filtrante, no tejida, muy resistente y tenaz, fabricada 100 % de polipropileno, con filamentos continuos, orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la hoja, y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR no se descompone, resiste el moho, los insectos y los agentes químicos comunes.

TYPAR no se encoge, ni crece, ni deshila, y es muy resistente a la perforación y al rasgado. **78**

Tradicionalmente, los drenajes subterráneos se han diseñado usando una combinación de arena, piedra y en algunos casos, tubos perforados. (Fig. 1)

Los sistemas de filtración convencionales son efectivos para retener partículas que pueden ocluir el sistema, pero son complicados y a menudo muy caros. La arena y la piedra son difíciles de colocar y en ocasiones, deben ser transportadas a considerables distancias.

TYPAR se usa como filtro en drenajes subterráneos, porque 1) permite el paso del agua, reteniendo la mayor parte de sólidos con tamaño mayor a 150 micrones 2) simplifica la construcción y 3) es estructuralmente estable. El uso de TYPAR como filtro (Figs. 2 y 3), elimina la mayoría

de las desventajas de los sistemas convencionales, ofreciendo en cambio la ventaja de la larga duración de la envoltura filtrante.

Las paredes de la zanja se pueden construir con la verticalidad que la estabilidad del suelo permita. (Foto 1)

Debido a que todo el trabajo se efectúa desde el nivel del suelo, se elimina el tablaestacado. Es ideal el uso de TYPAR como filtro en una gran variedad de suelos con menor permeabilidad que la de la membrana.

Estos tipos de suelos son:

- Arcillosos, de alta plasticidad.
- Arcillosos, de baja plasticidad.
- Limos, de plasticidad media.
- Gravas arcillosas, plásticas.
- Arenas arcillosas, plásticas.
- Arcillas orgánicas, plásticas.
- Turba y fango.

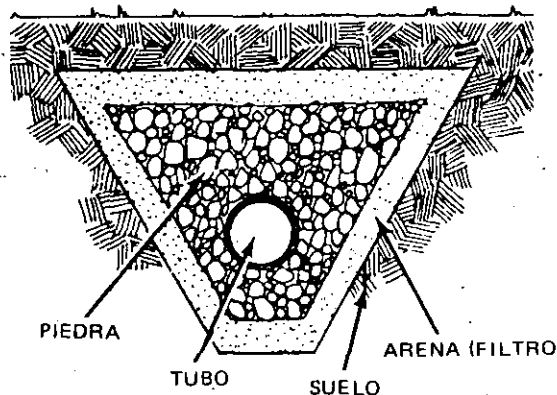


FIGURA 1

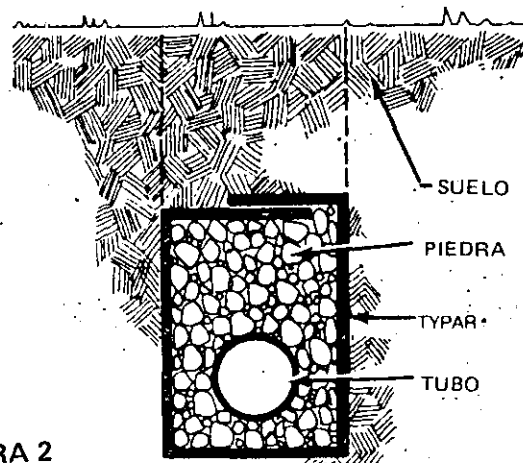


FIGURA 2

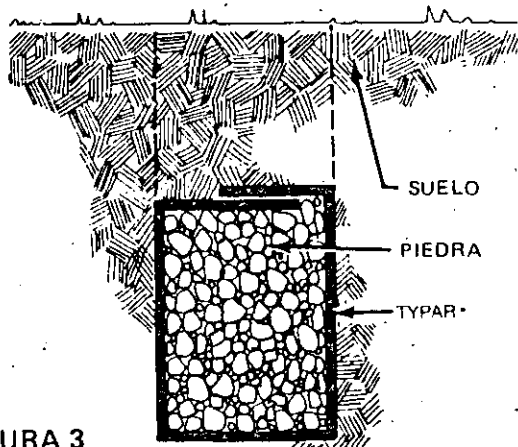


FIGURA 3

FIGURA 1 SISTEMA DE SUBDRENAJE CONVENCIONAL, CON TUBO PERFORADO

FIGURA 2 SUBDREN CON TYPAR Y TUBO PERFORADO.

FIGURA 3

SUBDREN CON TYPAR SIN TUBO PERFORADO

## CONSTRUCCION DE UN DRENAJE.

Se emplean tres componentes en la construcción de drenajes en los suelos antes descritos:

79

**TYPAR** - De la longitud y ancho las conveniente para el trabajo.

● **PIEDRA** - Con TYPAR como filtro, se pueden reemplazar los tubos perforados, con agregados gruesos y altamente permeables, en drenajes con moderada o baja descarga. En drenajes con alta descarga donde se utilicen tubos perforados, la piedra no debe contener partículas finas.

● **TUBO** - La selección del tipo de tubo depende de los requerimientos del uso y de aspectos económicos. Tubos de cemento, acero galvanizado o plástico, se pueden combinar con TYPAR.

### INSTALACION.

Si el ancho de TYPAR es suficiente

para envolver completamente la piedra, el canal puede cubrirse longitudinalmente (Foto 2).

El agregado se descarga hasta cierta profundidad, para posteriormente colocar el tubo (Foto 3), después de lo cual se descarga el resto del agregado (Foto 4); entonces se dobla la pestaña de TYPAR sobre la piedra, cuidando que el traslape de las láminas sea al menos 30 cms. Finalmente, se cierra la instalación.

Cuando las dimensiones del sistema son demasiado grandes para colocar longitudinalmente la membrana, ésta se tiende perpendicularmente al canal y a lo largo de toda la instalación, cuidando que el traslape sea de unos 30 cms.. Este método se prefiere en canales profundos, para que la operación de tendido del TYPAR no se adelante demasiado a la de cierre del canal.

En el remoto caso que el TYPAR se rasgare durante la operación, colóquese un parche del mismo material sobre el orificio. El parche debe ser aproximadamente 30 cms. más grande que el orificio.

### DIMENSIONES DEL TYPAR

TYPAR se surte normalmente en dos anchos: 3.84 y 5.00 m. y en dos tamaños de rollo: 91.4, y 274.3 m. Los rollos de 91.4m pueden ser cargados fácilmente por dos hombres.

### RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO.

No obstante que TYPAR no es degradado por los agentes químicos normalmente encontrados en un sistema de drenaje, se debe evitar exponerlo prolongadamente a la luz directa del sol. Para mejores resultados debe conservarse en su envoltura hasta el momento de usarse.

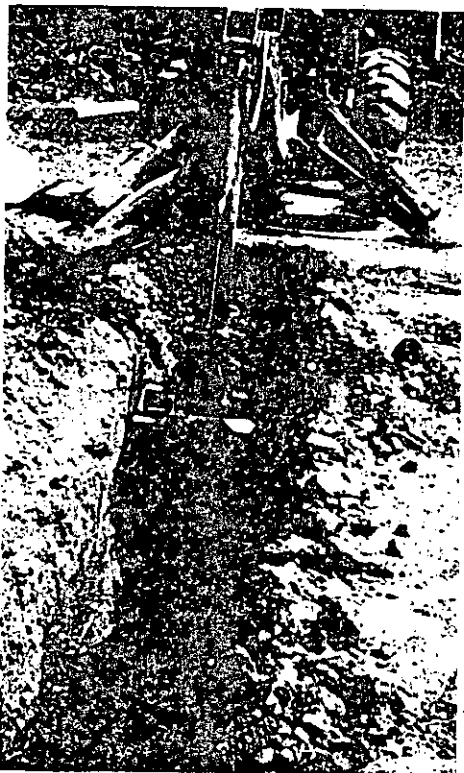


FOTO 1

FOTO 1. Zanja con paredes verticales

FOTO 2 Colocación del TYPAR

FOTO 3 Tubo y roca colocados

FOTO 4 Subdren a punto de cubrirse



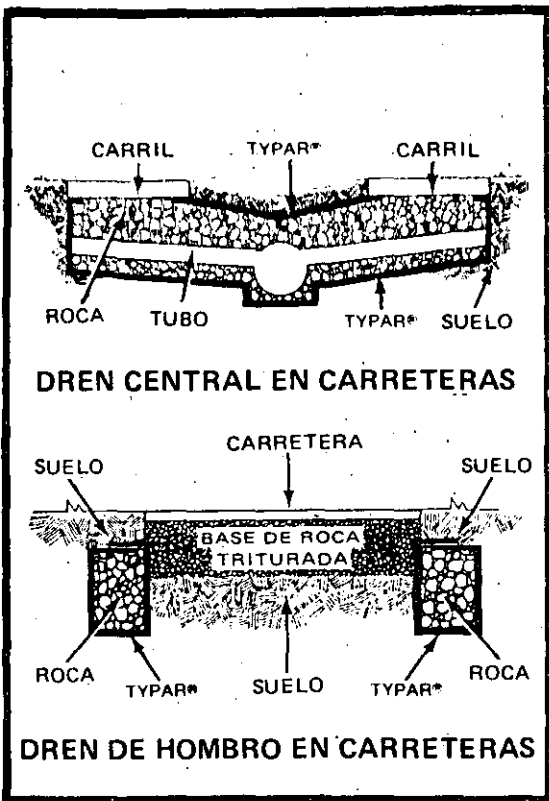
FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4



Los hechos aquí consignados así como las recomendaciones que se hacen, están basados en nuestra propia investigación y la de otras personas. Se ofrecen sin costo y se consideran exactas. No se garantiza su exactitud; sin embargo, y los productos mencionados se distribuyen asimismo sin garantía expresa o implícita condicionados a que los receptores hagan sus propias pruebas para determinar la adecuación de tales productos para sus fines particulares.

Asimismo, las declaraciones relativas a los posibles usos de nuestro producto no llevan la intención de recomendarlo para ser usado infringiendo alguna patente propiedad de Du Pont o de otros.

**80**

**TYPAR, MEMBRANA 100 % POLIPROPILENO  
PARA LA INGENIERIA CIVIL**

**PROPIEDADES FISICAS - ESTILO 3401**

**APLICACIONES COMO SOPORTE DE CAMINOS, ESTABILIZADOR  
DE SUELOS Y TEJIDO FILTRANTE**

Peso	134 gms/m <sup>2</sup> (4.0 oz./yd. <sup>2</sup> )	ASTM D1910
Espesor	40 milésimas (15 mils)	ASTM D1777
Resistencia Tensil	59 Kgs (130 lbs)	ASTM D1682
Estiramiento hasta falla	62 %	ASTM D1682
Rotura trapezoidal	32 Kgs (70 lbs)	ASTM D2263
Falla de Mullen	12 Kg/cm <sup>2</sup> (170 psi)	ASTM D774-46
Peso específico	0.95	
Abertura equivalente <sup>1</sup>		
EOS	Malla 70 a 100 (U.S.Std)	ASTM D422
Flujo	9370 lts/m <sup>2</sup> /min con 25 cms. de tirante de agua (230 gal/ft /min con 10 plgs. tirante agua)	EURM-100*
Coef. de Permeabilidad de Agua (K)	2 X 10 <sup>-2</sup> cm/seg	EURM-100*
Módulo	545 Kgs. (1200 lbs)	ASTM D1682

**Resistencia Deformante**

Elongación %	Carga		Deformación		
	Kgs/cm	(lbs/plg)	Kgs/cm/gm/m (lbs/plg/oz./yd.)		
5	4	(22.8)	0.043	(5.7)	0.0
10	5	(29.2)	0.055	(7.3)	1.2
15	6	(32.4)	0.061	(8.1)	1.9

<b>Encogimiento</b>		
132 C	(270 F)	1 %
149 C	(300 F)	3 %
171 C	(340 F)	Se funde

**Descripción Idónea:** Estructura laminada compuesta totalmente de filamentos isotácticos ininterrumpidos de polipropileno, orientados y unidos por calor generalmente en los puntos de cruce, con peso de 134 ± 18 gms/m (4. ± 0.5 oz./yd).

<sup>1</sup> Procedimiento de prueba de E. I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)

Para mayor información sobre el uso de TYPAR en subdrenajes, póngase en contacto con nosotros.

Du Pont, S.A. de C.V.  
Departamento de Explosivos  
Homero 206 - 9o. Piso  
México 5, D.F.  
Tel. 250-90-33  
México

TELEX DU PONT MEX 017-71-310



**TYPAR**

# SOLUCION

81

LOS PROBLEMAS DE  
EROSION DE SUELOS  
Y AZOLVAMIENTO

con

**TYPAR®**

membrana filtrante

Las instalaciones de Control de Erosión quedan comprendidas dentro de dos grandes clasificaciones: (1) Estructuras para la protección de costas y (2) Estructuras terrestres.

Existen tres tipos de estructuras para la protección de costas:

## 1. REVESTIMIENTOS.

- ENROCAMIENTOS
- GAVIONES.
- LOZAS DE CONCRETO, MALLAS Y CUBIERTAS.
- COSTALERAS DE CONCRETO O DE ARENA.

## 2. MUROS DE CONTENCION

- PILOTES DE ACERO O DE MADERA.
- HUACALES DE MADERA CON RELLENO DE PIEDRA.
- PILOTES DE MADERA Y MALLA DE ALAMBRE RELLENOS DE PIEDRA.
- MUROS DE SACOS DE ARENA.

## 3. DISPOSITIVOS PARA GANAR TIERRA AL MAR.

- ARISTAS DE CHOQUE.
- ROMPECLAS, ESPOLONES.

La función básica de las estructuras protectoras de costas, es la de minimizar la erosión del suelo inducida por la acción del oleaje y de las corrientes a lo largo de la costa, que son provocadas por tormentas o por inundaciones, así como absorber y disipar las fuerzas inducidas por el agua.

Generalmente, las estructuras protectoras de costas tienen un alto costo de instalación, pero son necesarias para conservar y proteger terrenos costeros de gran valor económico.

Las estructuras terrestres incluyen diferentes revestimientos y tipos de contención, así como instalaciones temporales, como los muros contra azolvamiento y las barreras de maleza.

## ¿Por qué usar membranas filtrantes?

En las instalaciones contra la erosión de suelos, el usar membranas filtrantes ofrece grandes ventajas estructurales, ya que:

- Simplifican la construcción.
- Proporcionan mayor flexibilidad de diseño.
- Contribuyen grandemente a la mayor duración de la estructura.

Las importantes implicaciones económicas de tales ventajas, han contribuido a su rápida aceptación mundial.

Además, las membranas filtrantes:

- Son fáciles de instalar.
- Efectivamente retienen las partículas finas, minimizando el deslave y arrastre del suelo protegido.
- Permiten que el agua fluya a través de ellas, liberando la presión hidrostática.

## ¿Por qué usar la membrana filtrante TYPAR®, de Du Pont?

La membrana filtrante TYPAR® es una solución práctica y económica a problemas de erosión de suelos, ya que:

- TYPAR® posee la combinación adecuada de resistencia mecánica, resistencia química, abertura y permeabilidad.
- TYPAR® conserva sus propiedades estando seco o mojado.

Adicionalmente, TYPAR® es una membrana 100 % polipropileno, muy resistente y tenaz, no tejida con filamentos continuos orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la lámina y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR® no se descompone ni le afectan los insectos ni los agentes químicos normalmente encontrados.

TYPAR® es muy resistente a la perforación, rasgado, deshilado, encogimiento y elongación.



# Uso de TYPAR<sup>®</sup>, Membrana Filtrante, en Instalaciones de Control de Erosión de Suelos.



1. ENCAJAMIENTO: Se emplea TYPAR<sup>®</sup> debajo de la cubierta para la protección del suelo. Se coloca un filtro de arena sobre la membrana para protegerla durante la descarga de la



2. MURAS DE CONTENCIÓN: Después de haber colocado la membrana, se cubre con una capa de arena y se lava el muro para eliminar el exceso de material.



3. LAVIO: Se coloca la membrana debajo del muro para la protección del suelo y se libera la presión hidrostática durante la



4. LAVIO: Con cuidado se lavan las uniones de la membrana para eliminar el exceso de material y se libera la presión hidrostática durante la

## Recomendaciones para la Instalación de TYPAR<sup>®</sup> en el Control de la Erosión de Suelos.

- 1. Generalmente un espesor de 60-80 cm. es suficiente, pero en el caso de estructuras expuestas como puentes, torres, etc., es necesario un espesor de 1.20-1.50 m. Si el suelo es blando, utilizar la roca para fijar la membrana durante la instalación.
- 2. No debe haber una excavación entre el TYPAR<sup>®</sup> y el suelo y la estructura de protección. El objetivo de la membrana es minimizar el movimiento del suelo. Manténgase siempre en contacto con la base.
- 3. Antes de descargar materiales pesados, se debe poner la superficie de la membrana con un colchón de 10-15 cm. de arena, grava o tierra. Una vez hecho lo anterior, se deposita el material pesado comenzando por la parte inferior del talud y continuando hacia la parte superior.

- 4. No debe haber una excavación entre el TYPAR<sup>®</sup> y el suelo y la estructura de protección. El objetivo de la membrana es minimizar el movimiento del suelo. Manténgase siempre en contacto con la base.
- 5. Siempre que sea posible, se deberá proteger la base del talud para minimizar el riesgo de deslizamiento por excavamiento. Antes de instalar el TYPAR<sup>®</sup> en la parte superior del talud, dejando una franja de la membrana que se cubra con tierra, se deberá quitar la vegetación existente en esas zonas.
- 6. En algunas condiciones de fundaciones, se necesitará un ancla de la membrana para evitar que la corriente se meta debajo de la membrana y la desplace, removiendo la roca fuera de su lugar.

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS  
VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE DE 1984 EN COLIMA, COL.

---

M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO  
JEFE DE LA OFICINA DE GEOTECNIA  
DE LA DIRECCION GRAL. DE CONSER-  
VACION DE OBRAS PUBLICAS S.C.T  
INSURGENTES SUR No. 664-9o. PISO  
TEL. 687-59-80

ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL  
JEFE DEL DEPTO. DE ESTUDIOS GEOTERMICOS  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS TECNICOS  
S.C.T  
XOLA Y AV. UNIVERSIDAD  
TEL. 530-46-77

# EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE



**CURSO:** GETECNIA PLICADA A LAS VIAS TERRESTRES.

**FECHA:** 5 AL 9 DE NOVIEMBRE  
COLIMA, COL.

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIO VISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
<b>CONFERENCISTA</b>						
1.	M. EN I. GABRIEL GARCIA ALTAMIRANO					
2.	ING. FRANCISCO RUZ VILLAMIL					
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
<b>ESCALA DE EVALUACION : 1 a 10</b>						

# EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

(2)

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES. DEL 5 AL 9 DE NOV. COLIMA, COL.

TEMA		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA
	INTRODUCCION				
	SUBDRENAJE				
	ESTABILIDAD DE TALUDES				
	TERRACERIAS EN TERRENOS BLANDOS				
	COMPACTACION				
	BANCOS DE MATERIALES				
	ESTUDIOS GEOTECNICOS				
	MESA REDONDA				
ESCALA DE EVALUACION 1 a 10					

## EVALUACION DEL CURSO

3

CONCEPTO		EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

1. ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE	AGRADABLE	DESAGRADABLE

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR ANUNCIO TITULADO DE VISION DE EDUCACION CONTINUA	PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DE VISION DE EDUCACION CONTINUA	FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL	RADIO UNIVERSIDAD	COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS	FOLLETO ANUAL	CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY"	GACETA UNAM

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR	METRO	OTRO MEDIO

4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

---



---



---

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI	NO

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

---

---

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 a 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

---

---

10. Otras sugerencias:

---

---

---



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE , COLIMA, COLIMA

INTALACIONES TIPO PARA INSTALAR  
GEOTEXTILES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TEMAS GENERALES DEL CURSO GEOTECNIA APLI-  
CADA A LAS VIAS TERRESTRES DEL 5 AL 9 DE  
NOVIEMBRE EN COLIMA, COL.

- INTRODUCCION
- SUBDRENAJE
- ESTABILIDAD DE TALUDES
- TERRACERIAS EN TERRENOS BLANDOS
- COMPACTACION
- BANCOS DE MATERIALES
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- MESA REDONDA



- 1.4 Doblada en la forma indicada, se llevará la tira hasta el lugar donde se iniciará la construcción del terraplen y se colocará centrada en ángulo recto con respecto al eje del trazo. Fijando el principio de la tira sobre terreno firme, se extenderá una cuarta parte de ella (hasta donde aparezca la primera costura) y se descargará sobre la misma el material que formará la plantilla de trabajo, cuidando de extender éste desde el centro hacia los lados. El resto de la tira que aún no ha sido desdoblada, en posición más o menos vertical quedará como punta de avance.
  - 1.5 Continúese desdoblado la tira hasta que sólo quede al descubierto el último tramo del geotextil que se cosió.
  - 1.6 Repitáanse los puntos 1.1, 1.2 y 1.3 y llévase la nueva tira formada hasta el sitio de trabajo, donde se coserá al borde de la lámina que quedó al descubierto, y continúese colocando el geotextil conforme a lo indicado en los puntos 1.4 y 1.5.
2. La parte inferior del terraplén (plantilla de trabajo), se construirá a volteo siguiendo el procedimiento conocido como "punta de flecha" hasta abarcar todo el ancho de la sección, con material procedente de las dunas ubicadas en la zona cercana. El material deberá bandearse con 7 pasadas de tractor D-6, ó similar, extendiéndolo simétricamente desde el centro hacia los lados. El tránsito de camiones sobre la plantilla en construcción, se permitirá hasta que ésta última haya sido bandeada.

Durante el proceso constructivo, en general se presentarán asentamientos y deformaciones, por lo que el material que se deposite en la - plantilla de trabajo se deberá acomodar, redistribuir y renivelar - constantemente hasta que la plantilla quede a la cota ordenada por el proyecto (aproximadamente 0.60 m. arriba del tirante de agua).

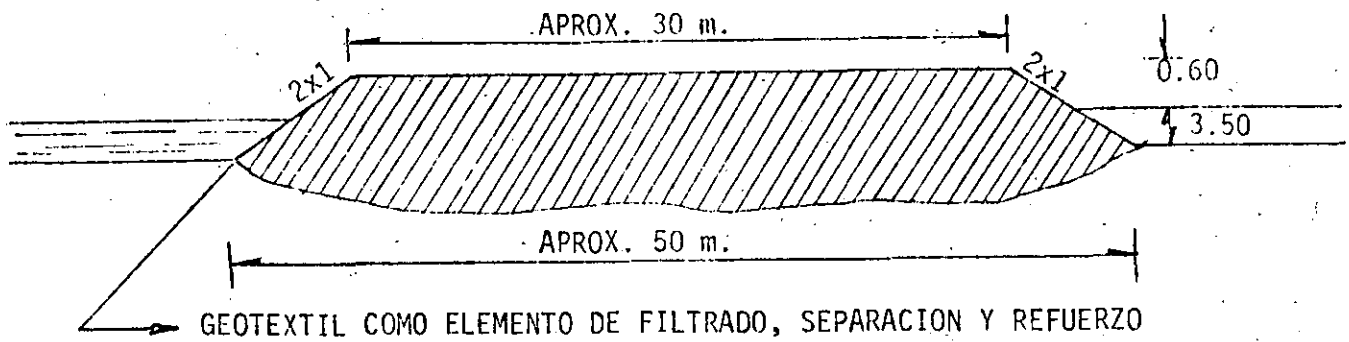


FIG. 2

3. A continuación, se procederá a la construcción de las bermas indicadas en el proyecto (con un ancho de 10.00 m. y talud de 4:1) hasta la altura de la plantilla de trabajo, con material de los bancos a ambos lados de la plantilla de trabajo, aplicándose un tratamiento de bandeado con 8 pasadas de tractor D-6 ó similar.

4. En este paso, se construirá el cuerpo del terraplén y simultáneamente se terminará la construcción de las bermas hasta su nivel de proyecto. Para la terminación de las bermas se seguirá empleando material de las dunas de arena antes indicadas. En la construcción del cuerpo del terraplén se utilizará material procedente de los bancos cercanos aprobados para tal fin, compactándolo por capas al 95%.

CORTE D - D'

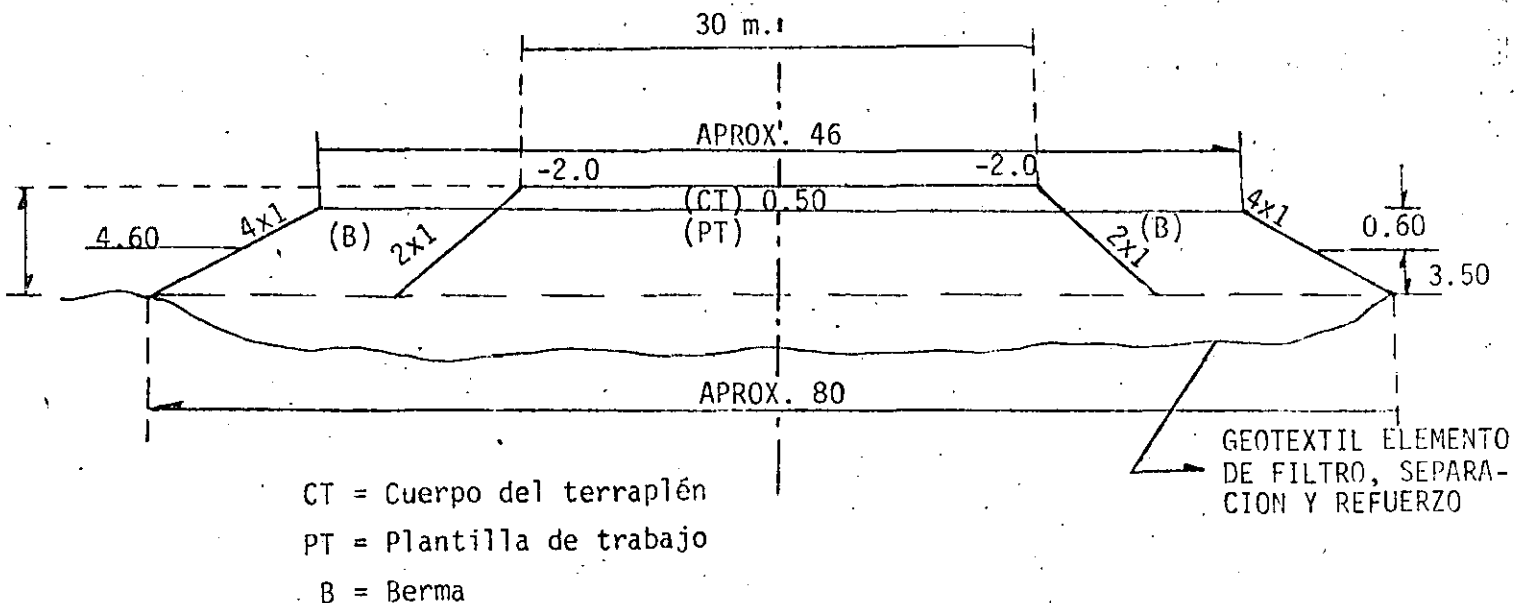
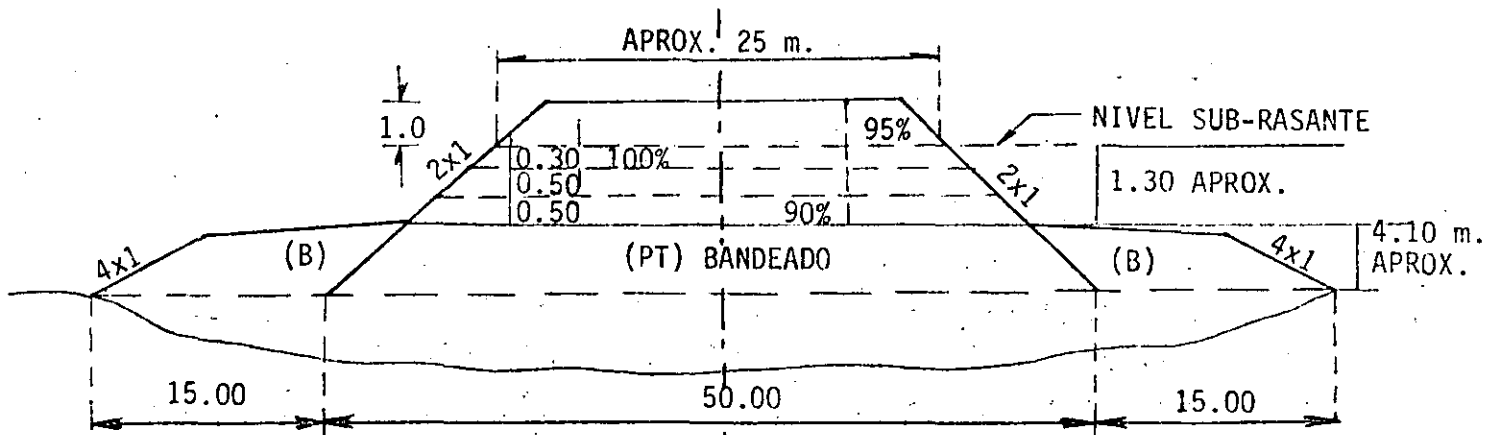


FIG: 3

5. Una vez construidas las bermas y el cuerpo del terraplén hasta el nivel, se continuará la construcción del terraplén en capas compactadas al 95% (incluyendo capa de transición, capa subrasante y una precarga con espesor de 1.00 m., medido a partir del nivel de la subrasante), empleando para ello material de los bancos indicados anteriormente.

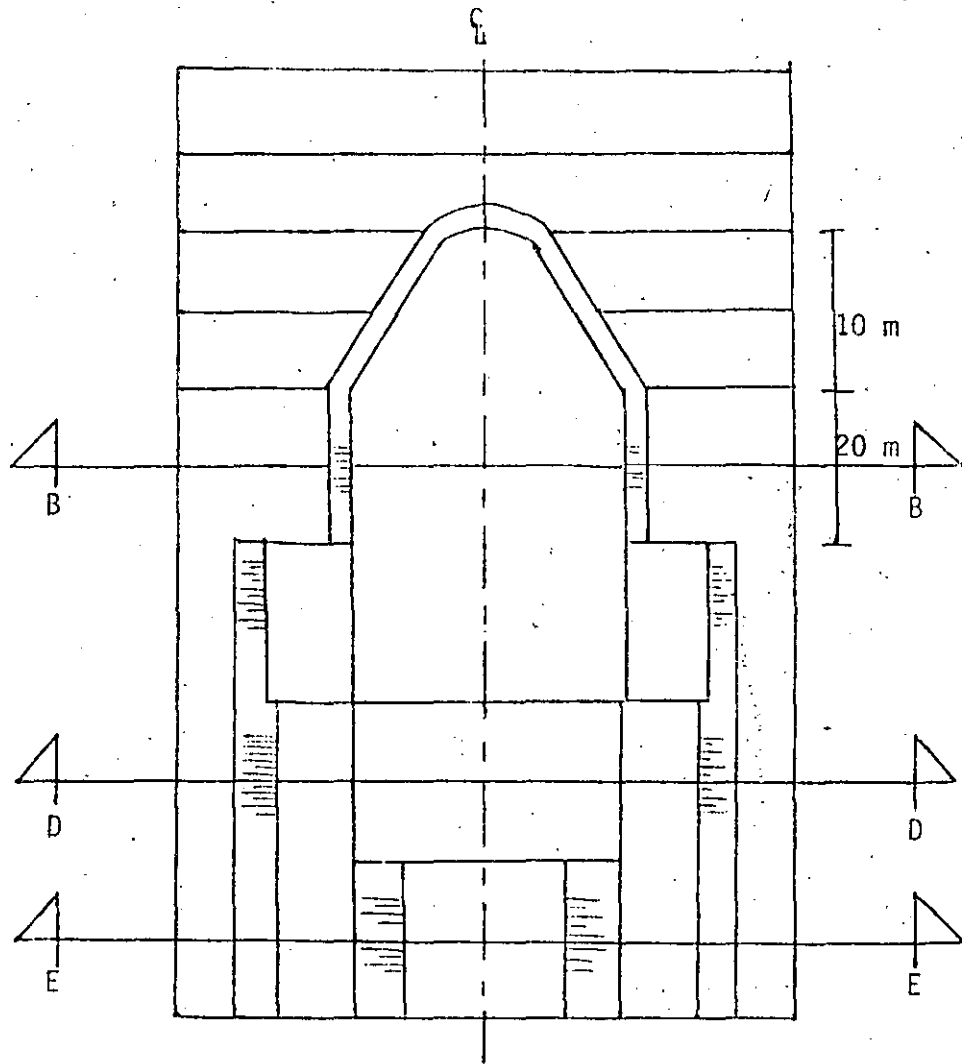
## CORTE E - E'



CT = Cuerpo del terraplén  
 PT = Plantilla de trabajo  
 B = Berma

FIG. 4

Los asentamientos y deformaciones que se observen en el terraplén, se corregirán de inmediato con material compactado al mismo grado, de acuerdo con las indicaciones que el Ingeniero haga al Contratista, hasta que el terraplén quede a la cota señalada por el proyecto.



ETAPAS DE AVANCE

FIG. 5

6. Terminada la construcción del terraplén y corregidos los asentamientos y deformaciones observados, cuando el Ingeniero de Proyecto lo estime conveniente, se procederá a escarificar y remover el material de la precarga hasta el nivel de la sub-rasante a la cota especificada en el proyecto. El material escarificado se volteará sobre las bermas, extendiéndose en éstas con pendiente del 3% y conforme a las instrucciones del Ingeniero.

7. Posteriormente, los 30 cm. correspondientes a la capa subrasante se escarificarán para darle al material una compactación de 100%.

El Contratista encargado de la construcción de las obras, deberá ajustarse al ritmo y frentes de trabajo que le fije el Ingeniero.

#### OBRAS DE DRENAJE.

El Ingeniero ordenará la construcción de las obras de drenaje, posteriormente a la construcción de las terracerías, cuando éstas hayan alcanzado el 80% del asentamiento previsto y tomando en cuenta su comportamiento observado.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO "GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

INTRODUCCION A LOS GEOTEXILES Y SUS  
APLICACIONES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984.



## INTRODUCCION A LOS GEOTEXTILES Y SUS APLICACIONES

El presente documento tiene por objeto definir el término GEOTEXTIL, enumerar los tipos que se conocen a la fecha y describir algunas de sus aplicaciones. Con el término geotextil definimos a las telas que se usan en la Geotecnia, existen diferentes tipos de geotextiles de acuerdo a su fabricación y al tipo de fibras que lo constituyen.

### TIPOS DE GEOTEXTILES

De acuerdo a su fabricación existen tres tipos distintos que son:

- a) Materiales entrelazados.— Son los que todo el mundo conoce y consisten en dos series de hilos y/o fibras y/o cables, generalmente entrelazados en forma perpendicular o poligonal constituyendo una verdadera malla.
- b) Materiales que constituyen una verdadera tela, también muy usados y son aquellos que están constituidos por fibras unidas mediante un verdadero tejido de punto.
- c) Materiales no tejidos. Consisten en fibras que se colocan al azar — estos tipos de geotextiles no son muy conocidos por lo que merecen la explicación que se da a continuación:

La etapa inicial de su fabricación consiste en colocar en la zona que se quiera reforzar, las fibras al azar formando una tela heterogénea sin resistencia; en una segunda etapa la resistencia de la tela se obtiene por alguno de los procedimientos de unión química, térmica o mecánica que se indica a continuación.

UNION QUIMICA. Se le agrega una sustancia química a las fibras para unir las y formar la tela.

UNION TERMICA. Con las fibras colocadas al azar son calentadas y comprimidas, lo que causa su fundición parcial y que se adhieran entre si.

UNION MECANICA. Por traslape y cosido de geotextiles de menor tamaño.

Los geotextiles no tejidos son relativamente gruesos ( de 2 a 5mm de espesor) mientras que los otros son más delgados (0.5 a 1mm).

En resumen un geotextil se puede obtener por la combinación de dos o más tipos de fabricación.

POLIMEROS. Los geotextiles difieren de los polímeros porque estos pasan a formar las fibras de los geotextiles entre los polimeros más empleados se cuentan el poliester, polipropileno, el polietileno, etc.

Con respecto al intemperismo químico y biológico propiciado por el terreno natural, se pueden esperar decenas de años en la vida util de los mismos en un ambiente normal. Pero en medios donde se encuentran combustibles como el diesel, ácidos altamente concentrados o las aguas alcalinas pueden tener un envejecimiento prematuro; por otra parte todos los polímeros son afectados por la luz, por lo que en su fabricación y colocación es necesario evitar su exposición a los rayos solares; sobre todo a tiempos de exposición muy largos de luz ultravioleta. En algunos casos el geotextil estará permanentemente expuesto a la luz, por lo que debe protegerse.

#### APLICACIONES DE LOS GEOTEXTILES

En la práctica un geotextil puede tener una o varias aplicaciones; en este

artículo se describen algunas aplicaciones y se da un ejemplo en cada caso.

- 1.- Dren.- La tela geotextil se coloca en un suelo de baja permeabilidad, a través del cual fluye lentamente el agua; la función del geotextil será la de captar el agua y trasladarla al exterior. -  
Ejemplo: Un dren chimenea en el talud de aguas abajo del corazón impermeable de una presa de materiales graduados. Fig. 1.a
  
- 2.- Membrana impermeable.- La tela geotextil se impregna de un material aislante, en este caso a diferencia de los demás se tiene un geotextil modificado. El material aislante puede ser asfalto o el plástico su función, es detener los líquidos y gases.  
Ejemplo: Recubrimiento de un canal ( Fig. 1.b. )
  
- 3.- Subdrenes de zanja.- La tela geotextil forma parte del subdren y a manera de envoltura sirve para que capte y pase el agua a través de él, pero no permite que pase el suelo fino.  
Dos circunstancias deben distinguirse:
  - Se presenta un flujo laminar: como ejemplo se tiene un subdrén de zanja. (Fig 1.c )
  - Flujo dinámico; como ejemplo se tiene la protección de un muelle en el que el geotextil se coloca entre el talud natural y el enrocamiento que forma al muelle. ( Fig. 1.d )
  
- 4.- Filtro.- La tela geotextil es colocada con el objeto de detener las partículas sólidas que contiene un fluido viscoso, dejando pasar solo el agua .  
Ejemplo: Pozo de decantación ( Fig. 1.e.)

5.- Soporte o apoyo.- La tela geotextil se coloca entre una membrana impermeable y un material agrietado con el fin de prevenir que se reviente la membrana.

Ejemplo: El fondo de un canal viejo agrietado y que es revestido o pavimentado. ( Fig. 1. f )

6.- Separador de materiales.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tiendan a mezclarse e incrustarse entre otras cosas por los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas o por peso propio; su función es mantener separados estos materiales o suelos y minimizar la incrustación.

Un ejemplo es la colocación de la geotextil sobre el terreno natural que soporta el balasto de una vía de F.F.C.C. ( Fig. 1. g )

7.- Superficie de rodamiento: La tela geotextil se coloca sobre el terreno natural para suministrar una superficie de rodamiento plana y limpia para el tránsito.

Ejemplo: Helipuerto sobre el terreno natural. ( Fig. 1.h. )

8.- Malla de contención.- La tela geotextil se coloca sobre un talud de una masa de roca y/o suelo, con el fin de prevenir caídos.

Ejemplo: Malla colocada sobre un talud. ( Fig. 2.a )

9.- Membrana.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que tienen diferentes resistencias; su función es la de retener los esfuerzos que le produzca una carga en la capa de mayor resistencia.

Ejemplo: Camino revestido para impedir que las llantas de un vehículo se hundan sobre la capa subrasante formada por material de mala calidad. ( Fig. 2. b )

10.- Anclaje.- La tela geotextil une a dos masas de suelo y roca las -  
cuales tienden a moverse.

Ejemplo: Los anclajes de un muro de retención. ( Fig. 2. c )

11.- Fijadora.- La tela geotextil se coloca sobre un suelo cuyas partícu-  
las tienen tendencia a moverse.

Ejemplo.- Prevensión de la erosión de un talud ( Fig. 2. d )

12.- Refuerzo.- La tela geotextil se coloca en un suelo que no es capaz  
de tomar los esfuerzos de tensión, su función es absorber dichos -  
esfuerzos.

Ejemplo: Masa de suelo armada con capas multiples de geotextiles.

( Fig. 2. e )

13.- Amortiguador.- La tela geotextil se coloca sobre una masa de suelo  
sometida a impactos y vibraciones, su función es reducir la inten-  
sidad de los impactos y vibraciones transmitidas a la masa de suelo.

Ejemplo: El uso de un geotextil entre los durmientes y el balasto.

( Fig. 2. f )

14.- Refuerzo para evitar agrietamientos superficiales.- La tela geotex-  
til se colocará entre dos capas que tienen una tendencia a reflejar  
las grietas ; su función será evitar que se transmita el agrietamien-  
to de la capa inferior a la superior. ( Fig. 2. g )

Ejemplo: Prevenir que se refleje el agrietamiento sobre la superfi-  
cie de rodamiento, de un pavimento.

15.- Ligadura.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales que no  
deben tener movimientos, su función será incrementar su resistencia  
( adherencia y fricción ) entre esos materiales ( Fig. 2. h. )

16. Lubricante.- La tela geotextil se coloca entre dos materiales los -  
que se deben desplazar entre si; su función es reducir su resistencia  
en la superficie de contacto ( adherencia y fricción )

Ejemplo: Una capa multiple de concreto, geotextil, geomembrana y - -  
pavimento para un recubrimiento de un canal donde se esperan movimien  
tos diferenciales. ( Fig. 2. i )

México, D.F. 23 de Octubre de 1984.

M. en I. Gabriel García Altamirano.

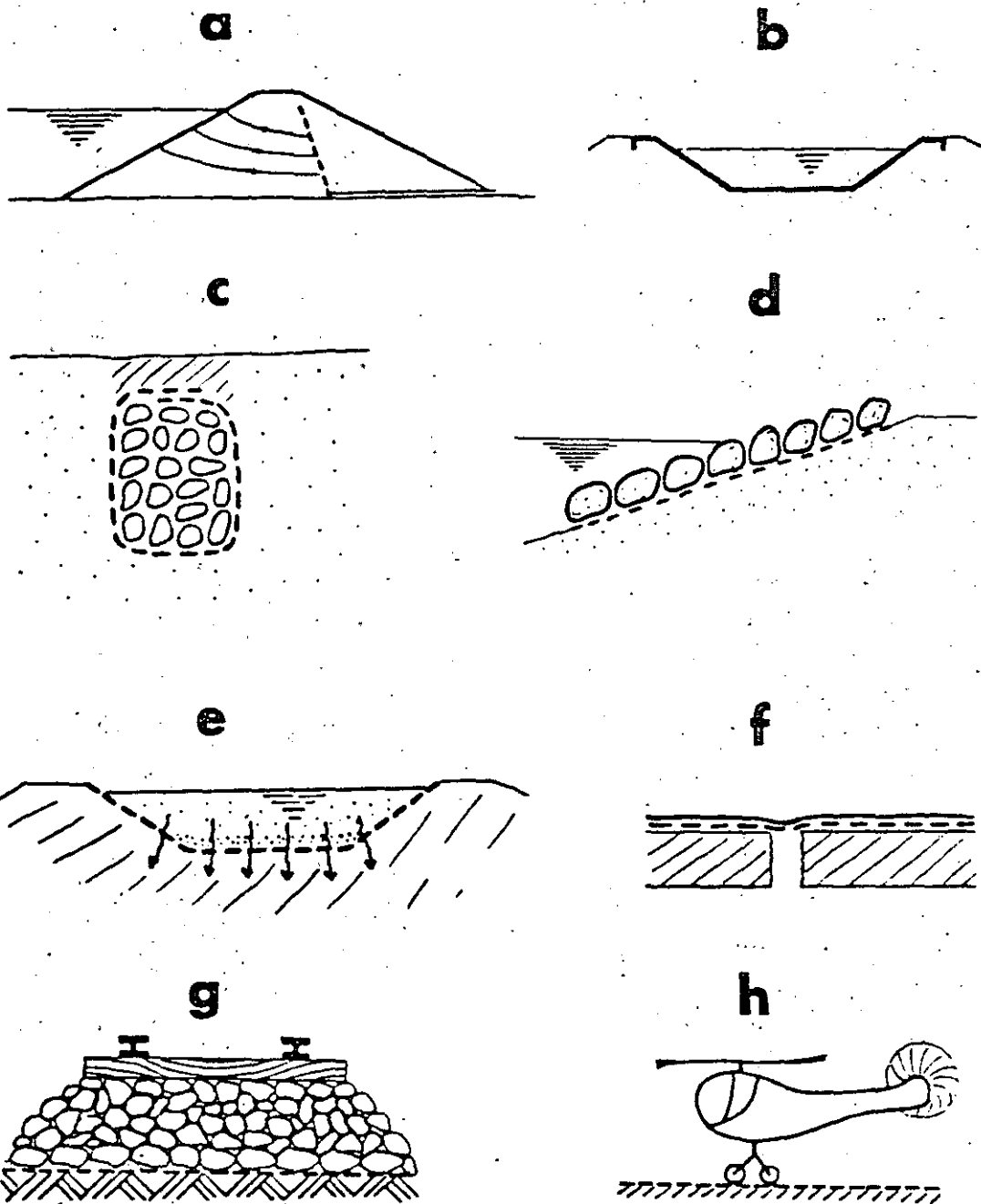


FIGURA No. 1.

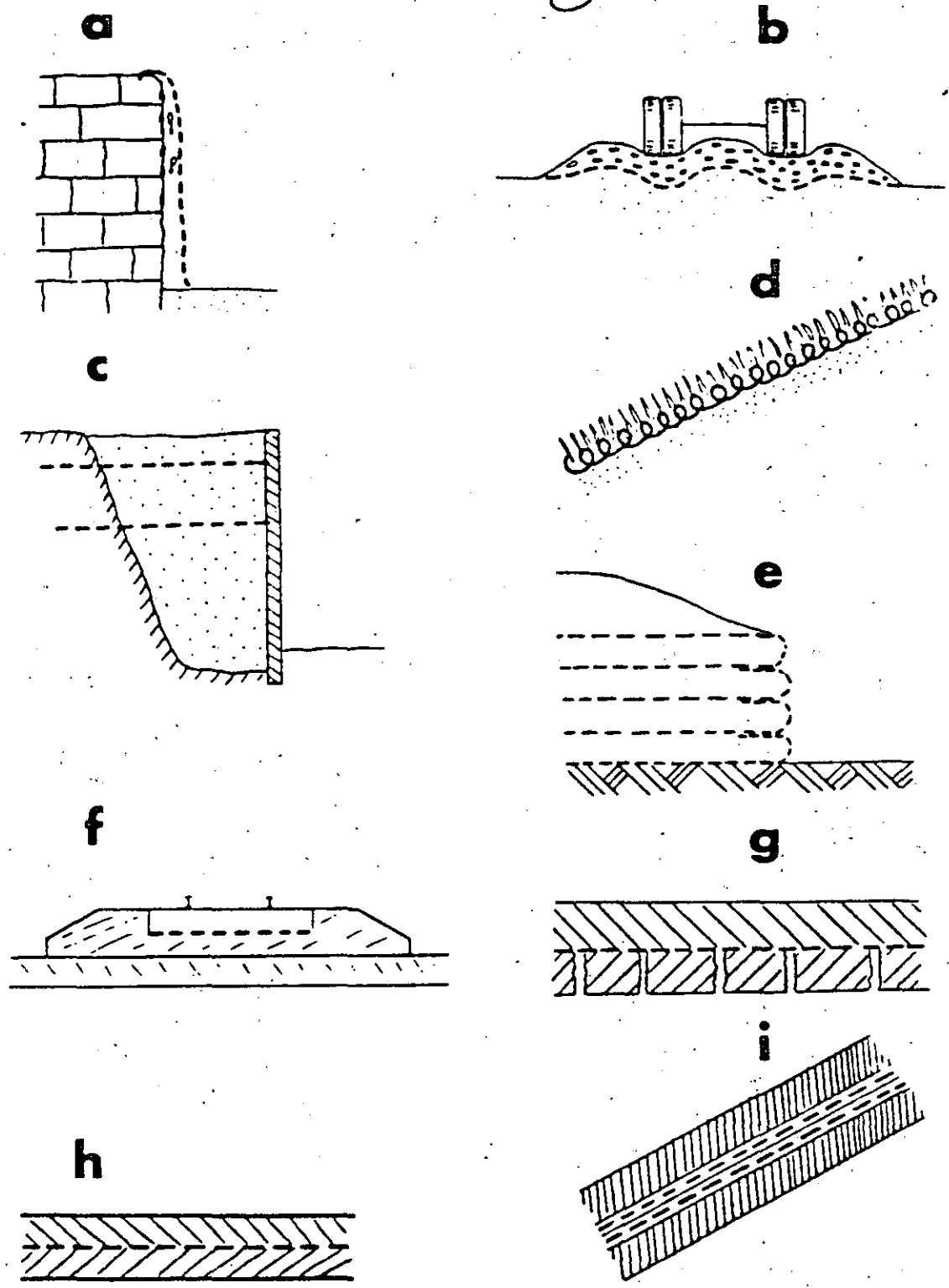


FIGURA No. 2





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA

LA GEOTECNIA EN LOS PUERTOS INDUSTRIALES

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

OCTUBRE 9 1984

## INTRODUCCION

El acelerado crecimiento alcanzado por nuestro país en los últimos años ha puesto de manifiesto la importancia del sistema portuario nacional en el desarrollo y consolidación de los sectores estratégicos de la economía. El transporte, el comercio, la pesca y la industria requieren de un sistema portuario integrado, moderno y eficientemente operado.

El programa de Puertos Industriales, iniciado en 1979 y actualmente en ejecución, tiene como objetivo principal fomentar el desarrollo económico y social mediante el establecimiento, en las áreas de cada puerto, de la industria pesada que el país requiere para su desarrollo futuro y de la industria mediana y pequeña que permitan la creación de nuevos empleos y la desconcentración de la actividad económica que tradicionalmente se ha asentado en el altiplano. En los sitios seleccionados para estos ambiciosos proyectos concurren factores favorables como la existencia de amplios recursos naturales y, en particular, energéticos. Dadas estas condiciones, está previsto que los puertos constituyan polos de atracción y de desarrollo regional.

La Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, atenta a los problemas prioritarios del país, ha seleccionado para la celebración de la XI Reunión Nacional en Veracruz, Ver., el análisis y discusión de los problemas de ingeniería geotécnica (cimentación de muelles, estabilidad de taludes de los canales de acceso) asociados al desarrollo de los puertos industriales. Con esta finalidad ha invitado a un grupo distinguido de sus miembros que han tenido participación en las diversas fases de estudios, proyecto y construcción en los puertos de Altamira, Tamps., El Ostión, Ver., Salina Cruz, Oax., Lázaro Cárdenas, Mich. y Dos Bocas, Tabasco.

Se espera que de la concurrencia y aportación de los ingenieros de suelos en este foro nacional se puedan definir aquellas áreas en las que se ha logrado avanzar y los problemas pendientes de solución y/o tratamiento.

Dada la magnitud de las inversiones asignadas y las expectativas que se han cifrado en los proyectos, se confía que los resultados de la reunión propicien el avance tecnológico del país y de la profesión, y permitan la ejecución de los proyectos logrando importantes ahorros en sus costas y tiempo de ejecución.

# XI REUNION NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS

LA GEOTECNICA  
EN LOS PUERTOS  
INDUSTRIALES



VERACRUZ, VER. DEL 17 AL 20 DE NOVIEMBRE DE 1962



ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

GEOREDES Y GEOTEXTILES, MATERIALES QUE OFRECEN NUEVAS ALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS

RESUMEN.- Los autores mencionan el interés de aplicar nuevos métodos en Ingeniería Marítima y Costera a raíz de los avances logrados en tecnología de materiales, mencionan antecedentes de que Georedes de Plástico, en muchos casos, mejoran al acero en el refuerzo de suelos, describen los diferentes Geotextiles y mencionan experiencias en México con estos nuevos materiales. Se hace una breve descripción de los métodos convencionales y se mencionan dos casos a base de alternativas desarrolladas en México: las fajinas del Puerto de Dos Bocas, en Tabasco, y el rompeolas sur del Puerto de Servicio, del Puerto Industrial Laguna del Ostión en Veracruz, haciendo una descripción de los procesos constructivos se dan rendimientos, equipos y personal requerido. En el análisis de resultados se indican las ventajas respecto a las soluciones tradicionales y se da una relación del empleo de tecnología mexicana en otros países. Se establecen una serie de conclusiones, respecto a la adecuación de la tecnología a las condiciones locales y al apoyo de instituciones para intentar por primera vez alternativas no convencionales; la necesidad de difundir estas experiencias exitosas o no para conjuntamente avanzar en las técnicas de aplicación recomendado que se incluyan algunas de estas ideas en las conclusiones finales del Congreso.

1. INTRODUCCION.

1.1 La utilización de materiales plásticos y textiles sintéticos ofrecen un reto a la imaginación, creatividad o ingenio de los especialistas en obras marítimas y de ingeniería civil, en general.

1.2 En el caso de los problemas específicos de mecánica de suelos y de las zonas costeras a desarrollar por los puertos industriales el empleo de soluciones no tradicionales que permitan resolverlos más racional, simple, rápida y económicamente, representan un interés especial, dar a conocer los resultados alcanzados y las experiencias logradas a la fecha.

2. ANTECEDENTES.

2.1 Con los avances logrados en tecnología de materiales, a la fecha existen materiales plásticos con características equiparables al acero y otras más que permiten superarlo en ciertos casos.

2.2 Como un ejemplo, se puede mencionar el caso de refuerzo de suelos en los que se requiere: adecuada resistencia, alta tenacidad, buena flexibilidad, no afectable por la corrosión y baja fragilidad. Dependerá del tipo de estructura y si es temporal o permanente para elegir entre el acero y el plástico como elementos de refuerzo del suelo.

2.3 En el caso de los Geotextiles, éstos pueden ser tejidos o no tejidos, y a partir de allí se deriva una amplia gama según el proceso de fabricación, termosoldado, picado de aguja, adhesión por resinas, etc. así como según el material, polipropileno, poliester, nylon, etc., etc., el tipo de fibras largas, cortas, fibrilizadas, multifilamentos, etc., etc.

2.4 El empleo de Geotextiles en obras de ingeniería civil se ha incrementado entre 35 y 40% en los EE.UU. en los últimos 5 años previniéndose consumos del orden

de 12,000 tons/año para 1985.

2.5 La experiencia en México, de los Geotextiles, como elemento separador y filtrante ha sido interesante en el caso de los terraplenes del tramo Minatitlán al Puente Coatzacoalcos II, y según los especialistas de la SAHOP, los ahorros logrados en volúmenes de terracerías son superiores al 30%.

2.6 Por parte de PEMEX, desde 1981, se han realizado pruebas sistemáticas y continuas para utilizar las Georedes Plásticas como refuerzo y los Geotextiles (no tejidos) ambos de fabricación nacional en las zonas productoras de Veracruz, Tabasco y Chiapas.

2.7 Se pueden mencionar: reforzamiento de acceso al cactus 343; acceso y pera de perforación: Cárdenas 107, Magallanes 922, Mora 1, Jujo 24, entre otros. Dependiendo de los Distritos de Cárdenas, Agua Dulce, Villahermosa, las Choapas, Reforma de las Gerencias Sur y Sureste.

2.8 Con la SARH, también se han hecho pruebas con las Direcciones de: Conducción y Abastecimiento de Agua; de Distritos de Riego, de Investigación e Ingeniería Experimental (Tecamachalco), Comisión del Lago de Texcoco, de Grande Irrigación y otras. También con SAHOP a través de la Dirección General de Carreteras Federales; con la Secretaría de Marina; con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Obras Marítimas; Secretaría de Pesca y otras dependencias gubernamentales y particulares.

2.9 Respecto a Geotextiles (tejidos), permeables, especialistas mexicanos desarrollaron, patentaron y han aplicado con éxito en México y muchos otros países una serie de contenedores textiles, cimbras flexibles reforzadas, que permiten fabricar directamente in-situ elementos incrementando su peso de unos cuantos kilogramos a varias toneladas en cuestión de minutos. Lo atractivo del sistema es que requiere

ING. JOSE OCHOA ZUÑIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
 ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
 ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

un mínimo de equipo de construcción, utiliza en su mayoría materiales de construcción que existen prácticamente a pie de obra y emplea personal de la misma región que va capacitando durante la ejecución de los trabajos.

### 3. METODOS CONVENCIONALES.

3.1 Tradicionalmente, la ejecución de obras portuarias y marítimas requieren de una gran infraestructura de parte de los contratistas, por lo que siempre se programan inversiones considerables y se diseñan con rigurosos márgenes de seguridad.

3.2 Los rompeolas de enrocamiento requieren elementos de coraza de un peso tal que resista los efectos de la ola de diseño; para lograr una adecuada explotación de las canteras se requiere planeación y un correcto plan de ataque, viene luego el transporte a la obra y su colocación en el lugar del proyecto.

3.3 En Europa, desde hace mucho tiempo, cuando se construyen estructuras en fondos arenosos para limitar la incrustación de la roca siempre costosa y la necesidad de obras de mantenimiento para reparar daños originados por asentamientos diferenciales que ocasionan socavaciones y erosiones de fondo al pie de los rompeolas han construido e instalado en el fondo del mar unas balsas de varas que denominamos "fajinas". Actualmente se les incorpora un Geotextil, que es el que evita precisamente que las partículas del fondo se desplacen por las corrientes inducidas y por otros efectos dinámicos al ocurrir condiciones oceánicas extremas.

### 4. ALTERNATIVAS CON GEOREDES Y GEOTEXILES.

#### 4.1 Caso 1: Fajinas del Puerto de Dos Bocas, Tab.

4.1.1 El diseño constructivo de los rompeolas Este y Oeste realizado por Proyectos Marinos, S.C. y sus asesores incluyó la fabricación, lanzamiento, remolque, posicionamiento, hundir y dejar en el fondo en los lugares indicados en proyecto casi 300,000 m<sup>2</sup> de fajinas (15 x 30 m. y 15 x 60 m).

4.1.2 Los contratistas adquirieron un Geotextil tejido de fabricación holandesa que se indicaba en las especificaciones y procedieron a conseguir las varas de mangle para posteriormente fabricar los "torones" con los que se integró "la fajina" en un patio especialmente construido para este fin.

4.1.3 La primera fajina quedó lista en agosto de '81 pero existieron muchos problemas para lanzarla al mar. Posteriormente se modificó la rampa de lanzamiento con rodillos y otras facilidades y en octubre de 1981 finalmente, una fajina fue remolcada y posicionada lista para ser hundida, presentándose serios problemas en su control de posición durante la fase de hundimiento. Posteriormente, con ayuda de 4 pilotes hincados, se logró controlar tanto el hundimiento como su colocación en el fondo.

4.1.4 Considerando las dificultades antes mencionadas, se analizaron otras alternativas de solución entre las que se hicieron ensayos con las Georedes Plásticas. La función de los "torones" de Mangle es doble: mantener extendido al Geotextil en el fondo del mar y protegerlo del impacto de las rocas al caer sobre él.

4.1.5 Al tener éxito los ensayos preliminares de resistencia de la Geored al impacto de rocas, se procedió a diseñar un método constructivo que permitiera primeramente ligar la Geored al Geotextil (importado) lo cual se realizó en los mismos patios de fabricación, simplemente cosiendo con cordeles y agujas de pescador ambos materiales, para, posteriormente, enrollarlo al ancho de diseño requerido (15 m.).

4.1.6 A bordo de un chalán, anclado en posición con cuatro malacates y con el rollo de la "fajina" Geored Geotextil a bordo, se descendió el extremo de la fajina con un "tubo cabecero" para asegurarlo en el fondo y, posteriormente, al desplazar el chalán en la superficie que el rollo se fuera desenrollando coordinadamente al mismo tiempo que, periódicamente, la grúa de a bordo colocaba bloques de concreto para asegurar que la fajina quedará extendida correctamente en el fondo. Esta operación se ha perfeccionado y actualmente tender una "fajina" de 15 x 60 m. requiere de menos de 3 horas a partir de que el chalán este en "posición".

4.1.7 La ubicación de la fajina en el fondo del mar queda definida, por lo menos, por 4 boyarines en sus extremos, lo cual facilita el posicionamiento del barco de descarga de fondo y la operación correspondiente.

4.1.8 Por la rapidez de las operaciones involucradas, se puede programar perfectamente para aprovechar al máximo la información meteorológica disponible y racionalizar estas actividades que se ven afectadas por el estado del mar.

#### 4.2 Caso 2: Rompeolas Temporal Puerto Laguna del Ostión, Veracruz.

4.2.1 El diseño del rompeolas Sur del Puerto de Servicio realizado también por Proyectos Marinos, S.C., consideraba la alternativa de utilizar contenedores textiles llenos de arena para su construcción, esto para facilitar su demolición una vez que su vida útil terminara, como ésta se establece de 3 años, el diseño incluyó el empleo de cimbras textiles para colar "in-situ" elementos de concreto, a manera de coraza de protección.

4.2.2 La empresa contratista adquirió los elementos textiles de Patente y fabricación nacional y procedieron a la construcción de la mencionada estructura.

4.2.3 Para los contenedores de arena el equipo que requiere es una simple motobomba (30 H.P.); uno o dos operadores en la succión a manera de cortador de draga, para mantener alto el porcentaje de sólidos, y dos o tres trabajadores anfibios manteniendo en posición el contenedor textil hasta que adquiere suficiente peso propio para que el mar no lo desplace.

4.2.4 El procedimiento no puede ser más simple, ya que se trata de confinar la arena de la playa con ayuda del agua de mar, esta última nos la transporta al ser bombeada la mezcla a través de tuberías y mangueras, nos la deposita dentro del contenedor textil, posteriormente, por la misma presión hidráulica la compacta, y, finalmente, abandona el contenedor ya que éste es permeable, el diseño de Patente mexicana incluye una válvula de auto-cierre, que facilita notablemente las operaciones y acelera los rendimientos de trabajo.

4

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

4.2.5 En el rompeolas Sur en los primeros 24 días de trabajo a pesar de que hubo que capacitar al personal del contratista, se colocaron un promedio de 30 unidades por bomba y por turno.

4.2.6 Los avances al 5 de octubre, según información del contratista, se han instalado "in-situ" 1,300 elementos de 2.8 ton cada uno. Cabe señalar que es muy importante la ordenada y correcta colocación, según un programa pre-establecido para lograr: traslapes, amarres, encajonamiento, y, en ocasiones, llenándolos sólo a un porcentaje de su capacidad para darles flexibilidad a los elementos "de faldón" al pie de ambos lagos de la estructura.

4.2.7 Como se indicó en 4.2.1, para proteger estos contenedores textiles llenos hidráulicamente de arena, de vandalismo, abrasión de la tela y los efectos de rayos ultravioleta y gamma, el diseño incluyó cimbras textiles impermeables, que permiten fabricar en el lugar bloques de mortero de 4 toneladas.

4.2.8 El equipo requerido también es sencillo, incluye dos unidades revolventoras y una bomba de concreto, "n" tramos de tubería rígida y varios tramos de mangueras flexibles al final. Las cimbras textiles cuentan con varias bocas de llenado y purga, de cierre manual, también de Patente y fabricación nacional. Se tiene previsto un dispositivo adicional para facilitar su estiba cuando se proceda a desmantelar la estructura, dentro de 3 años.

4.2.9 En cuanto a rendimientos, el contratista indicó un promedio de 40 bloques BC-4 por turno y por bomba con un sobrestante, un mecánico, 12 peones, y 4 operadores anfíbios.

4.2.10 En el rompeolas Sur del Ostión al 5 de octubre, se llevaban recubiertos aproximadamente 60 m. de los 160 m. de avance a esa fecha de la estructura.

4.2.11 Cabe indicar que los elementos que se encuentran en la zona de salpicaduras y bajo el agua rápidamente han sido recubiertos por vegetación marina lo cual actúa como una cubierta protectora, además de los bloques de mortero de la coraza antes indicados.

4.2.12 Podemos anotar que debido a ciertos problemas iniciales en el abastecimiento de enrocamiento para el rompeolas Norte del mismo puerto, PEMEX ordenó al contratista iniciar los trabajos con elementos BC-4 colocados en el lugar a partir del 19 de julio y hasta el 30 de septiembre se colocaron y colaron "in-situ" casi 1,700 unidades con un avance de 220 m (la corona a su cota final del orden de 180 m). Se trabajó con una sola bomba, 2 revolventoras de tambor y un sólo turno por día.

### 5. ANALISIS DE RESULTADOS.

5.1 Con relación a las fajinas de Georedes Plásticas y Geotextiles, creemos que superan con muchísimas ventajas a las convencionales de "torones de Mangie y Geotextil" por su sencillez de fabricación y bajo costo, su fácil manejo, tanto en tierra como en el chالان (un rollo de 15 m. de ancho y aprox. 1.0 de diámetro), su rápida instalación y la seguridad de que ha quedado correctamente ubicado en el fondo del mar, que ha sido y es verificada por los buzos dan como resultado que la tenacidad, entusiasmo y confianza de los ingenieros mexicanos (de PEMEX, del contratista,

de los Asesores Técnicos, del fabricante de las Georedes, y otros más) han visto coronados sus esfuerzos, con un desarrollo más simple, práctico y eficaz que la solución que originalmente se tenía prevista.

5.2 Respecto al uso de elementos textiles llenos hidráulicamente de arena, de cimbras textiles, para moldear mortero, que también son desarrollos mexicanos; éstos, sin embargo, a pesar de que no es la primera vez que son utilizados para obras temporales (caso 7). Existen estructuras con cerca de 12 años de construidas y que continúan sirviendo para el fin que fueron diseñadas.

5.3 Cabe indicar que no solo en México se han utilizado, con éxito, existen obras en Venezuela, Colombia, Brasil, Perú, Nicaragua, Guatemala, Curazao, Santa Cruz Islas Vírgenes, en Connecticut, Florida, Texas, California y Alaska. También en Africa del Norte y Medio Oriente, existiendo varios proyectos en las islas del Pacífico y el extremo Oriente.

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Podemos concluir que la capacidad de invención y desarrollo de los mexicanos, así como adecuación de soluciones a los recursos disponibles una vez más ha quedado demostrada en los dos casos aquí presentados ya que ambos ofrecen alternativas interesantes para resolver problemas de mecánica de suelos en regiones costeras y en el caso de Puertos Industriales, en particular.

Es importante resaltar que se requiere valor y audacia para intentar por primera vez soluciones diferentes a las convencionales y que sin el apoyo de PEMEX ni de los contratistas, hubiera sido muy difícil o casi imposible intentar la utilización de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y los Geotextiles. Así como el apoyo que la Dirección General de Obras Marítimas en los setentas brindó para el desarrollo de los contenedores y cimbras textiles. Esta tecnología mexicana es base para una alternativa seriamente analizada para la protección de taludes de las islas artificiales que las grandes empresas petroleras construyen en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Ártico.

6.2 - Podemos decir que el empleo de Georedes y Geotextiles en Ingeniería Civil está dentro de una etapa inicial y que todos estamos cada día aprendiendo más de su comportamiento, de sus nuevas aplicaciones y de los límites a que podemos diseñar con la información que hasta ahora disponemos.

6.3 Por lo anterior, recomendamos que dentro de las Conclusiones del Congreso Nacional de Mecánica de Suelos se incluya, si es posible, un párrafo que se refiera al empleo de nuevos materiales como las Georedes Plásticas y Geotextiles en soluciones no convencionales y que en futuras reuniones se informe de aplicaciones, ya sea que hayan tenido éxito o no, ya que es mediante la comunicación de experiencias que podremos avanzar en la tecnología y poco a poco mejorar, simplificándolos, los métodos de construcción convencionales.

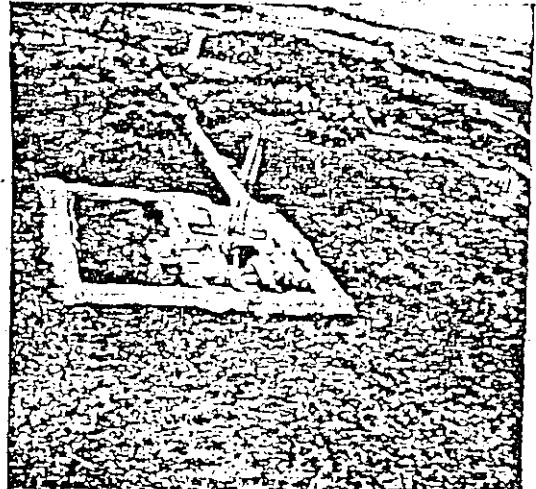
6.4 Los autores quieren expresar su reconocimiento a PEMEX, Coordinadora Dos Bocas, Dirección General de Obras Marítimas, Constructora General del Norte, S.A., Protexa, Estudios y Construcciones de Obras, S.A.,

ING. JOSE OCHOA ZUÑIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY-MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ DIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

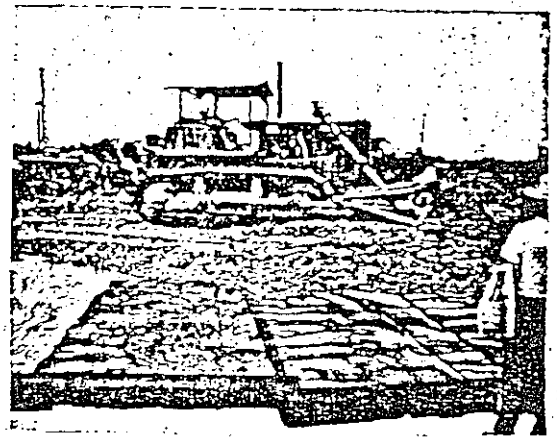
Polímeros y Derivados, S.A., Tubos Flexibles, S.A. y Control de Erosión, S.A.

REFERENCIAS.

1. Brown and Root, Inc. (1977): Spoil Disposal at Quintana Beach, Feasibility Study for Dredge Spoil Containment Structure for the Brazos River Harbor, Navigation District, Houston, Texas.
2. INPH: Instituto de Pesquisas Hidroviarias, Porto bras (1982): Estudo de Estabilidade dos Molhes Leste e Oeste do Passe Navegavel na Barra do Furado-Municipio de Campos, Rio de Janeiro, Brazil.
3. Maza, J.A., and M.A. Haces (1977): Estudio Sobre el Comportamiento de Elementos Bolsacreto, Instituto de Ingeniería, Ciudad Universitaria, Mexico, D.F.
4. Palacios, Molinet Ricardo Ing.: Comunicación Personal.
5. Patterson, D.R., A.T. Shak, and M.T. Czerniak (1982): "Inspection of Submerged Arctic Structures by Side Scan Sonar," Proceedings of 14th Offshore Technology Conference, pp. 705-712.
6. Pinter, Julio Ing.: Comunicación Personal.
7. Porraz M. (1975a): "Operational Designs Systems, Bolsaroca and Bolsacreto, Examples of Third World Technology," Second General Assembly of the Engineering Committee on Ocean Resources, Tokyo, Japan.
8. Porraz, M. (1975b): "Operational Designs Systems Technology for Developing Countries," Conference of the Institution of Engineers from India, New Delhi, India.
9. Porraz, M. (1975c): "Bolsacreto and Bolsaroca Technology for Third World Countries," Fifth General Assembly of The World Federation of Engineering Organizations, Tunis, Tunisia.
10. Porraz, M. (1976a): "Labor Intensive Construction for Shore Erosion Control," United National Interregional Seminar on Development and Management of Resources of Coastal Areas, Berlin, Hamburg, Kiel and Bremen, Germany.
11. Porraz, M. (1976b): "Textile Forms Slash Cost of Coastal Zone Structures," Ocean Industry, October, pp. 61-64.
12. Porraz, M. and R.R. Medina (1977): "Low Cost, Labor Intensive Coastal Development: Appropriate Technology-Simplicity is the Key to Use in Developing Nations," Sea Technology, August.
13. Porraz, Mauricio Ing., Porta, Eduardo, Ing., Meuregh Héctor, Ing.: "Empleo de Georedes Plásticas y Geotextiles en Diversos Proyectos y Estructuras de Ingeniería Civil," II Congreso Latinoamericano de Consultoría, 12-16 Julio '81, FEAC-AMEC, México, D.F.
14. Proyectos Marinos, S.C.: "Análisis Geotécnico Preliminar del Rompeolas Oriente del Puerto Petroquímico-Petrolero, Proyecto Dos Bocas, Tabasco, Reporte Técnico para PEMEX, Diciembre 1979.
15. Soto Yáñez, Eduardo Ing.: Comunicación Personal.

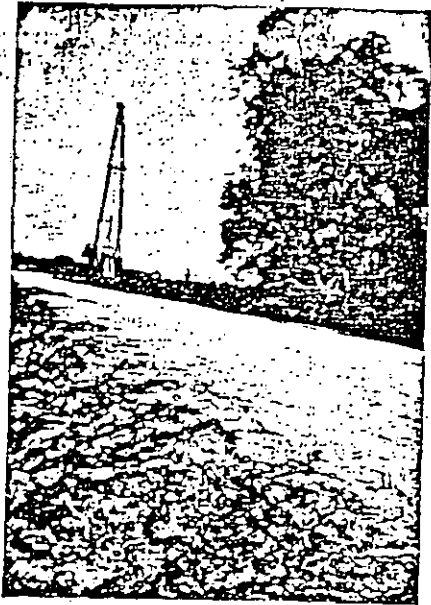


En los antecedentes de uso Georedes y Geotextiles se menciona el Pozo Magallanes 922, cuyo terraplen (pera) y camino de acceso están en el pantano, tal como lo muestra la foto Aérea No.1, en la cual se han indicado los números de otra localizaciones del mismo campo Magallanes dependiente del Distrito de Agua Dulce de la zona Sur de Pemex.



En el mismo Pozo Magallanes 922, Foto No. 2, con la instalación de un Geotextil (poliester no-tejido de color blanco Fijasol C-252) y una Geored (Redlon CE-121) de polietileno de alta densidad extruido mediante proceso axial rotativo patentado (color negro) se le coloca una capa de material friccionante arena, la cual una vez compactada actúa distribuyendo realmente las cargas y gracias al anclaje mecánico logrado entre Geored, con el material de revestimiento se limitan notablemente los asentamientos diferenciales.

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DE NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.



Un tramo del camino de acceso a ese Pozo, Magallanes 922, fue reforzado pudiendo tener un análisis comparativo con los tramos no reforzados en la Foto No. 3, se aprecia claramente la Geored y Geotextil con un revestimiento de cerca de 15 m. de arena compactada, su comportamiento ha sido muy satisfactorio.

mosa, indicó ahorros de hasta 70% respecto al material de revestimiento, respecto a otros pozos en condiciones similares.

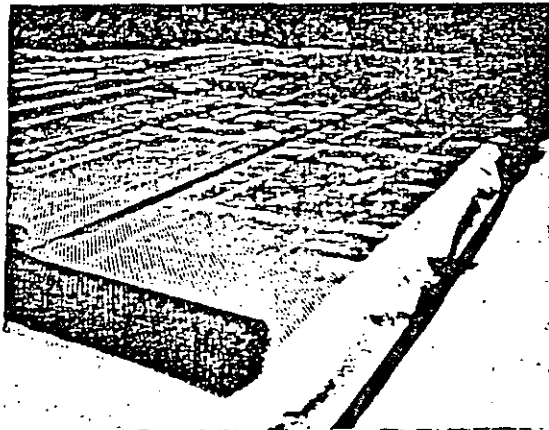


Foto No. 5, vista general de los trabajos realizados en el Pozo Jujo No. 24, en el cual se adicionaron al Geotextil (Fijaso T-135) de poliéster termo-soldado y la Geored (Redlon CE-131) se instalaron una serie de Geodrenes (100 mm.  $\phi$  con canaleta), colocando relleno de grava previamente a la colocación del refuerzo.

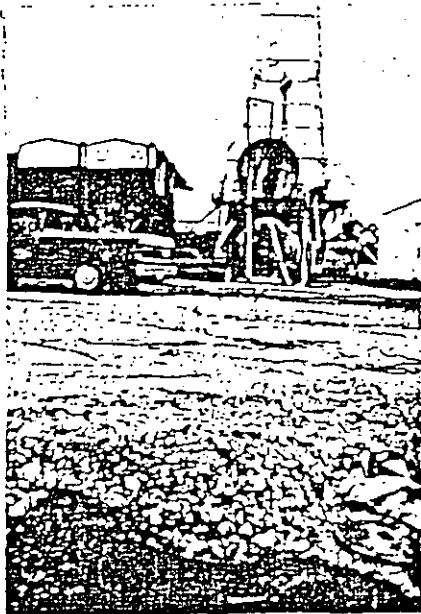


Foto No. 4, aspecto de la pera del Pozo Cárdenas 107, reforzado en Diciembre de 1981, con Geored CE-131 y grava en 20 cm. de espesor; después de terminado el pozo, la Superintendencia de Perforación en Villaher-



Foto No. 6, aspecto general del rompeolas Oriente del Puerto Sanchez Magallanes de 700 m. aprox. de longitud, construido en 1972 con elementos colados "in-situ" (Bolsacret BC-6" como se aprecia, se encuentra en condiciones operacionales, no obstante el embate durante cerca de 10 años de condiciones oceánicas extremas.

7

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HARDY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE.  
ING. MAURICIO PORRAZ DIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

6

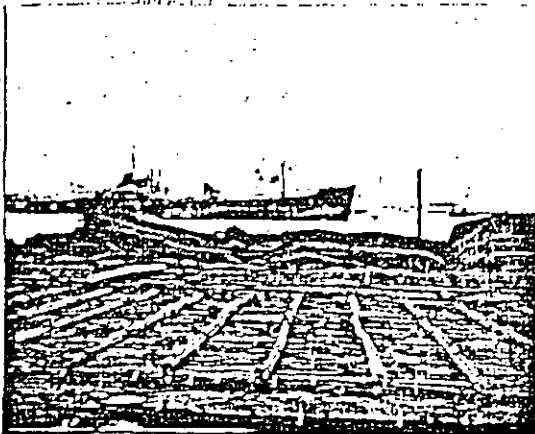


Foto No. 7. patio de fabricación de las fajinas en el Puerto de Dos Bocas, Tabasco.

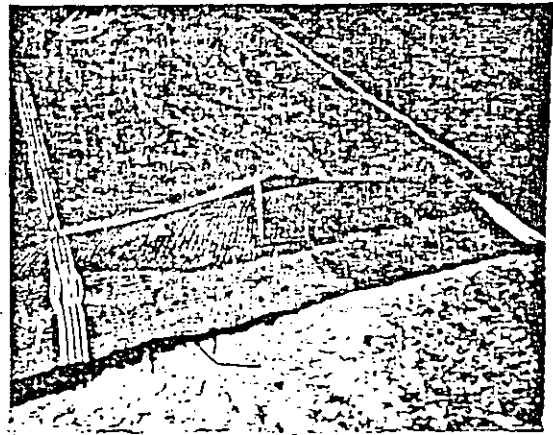


Foto No. 9. alternativa de substituir el Mangle por la Geored (Redion CE-121) tal como lo ilustra la fotografia.



Foto No. 8. Acercamiento a las fajinas convencionales de "torones" y vacas de Mangle.



Foto No. 10. aspecto de las operaciones de incorporación de la Geored Plástica (fabricada en Mexico) al Geotextil tejido (de importación). Las operaciones de cosido las realizan personal no especializado con cordel y aguja de pescador.



8

ING. JOSE OCHOA ZURIGA - SUPERINTENDENTE DE PUERTOS, PEMEX.  
ING. VICTOR HAROY MONDRAGON - CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE,  
ING. MAURICIO PORRAZ JIMENEZ LABORA - CONTROL DE EROSION, S.A.

7

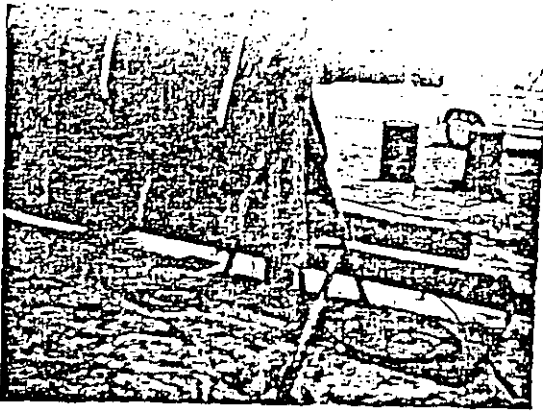


Foto No. 11, El Geotextil y la Geored Plástica se enrollan y se fijan en los extremos una serie de tubos: el "cabecero", "planchador", y el de rotación con frenos de ajuste para asegurar el control de tensión durante la operación de tendido en el fondo del mar.

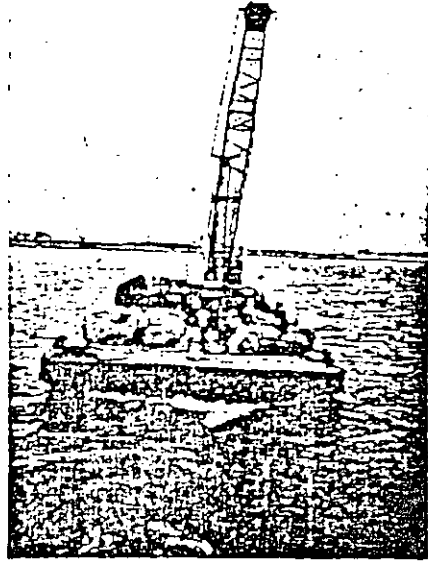


Foto No. 13, el chalán es remolcado a temprana hora a su posición correspondiente de acuerdo con el programa de tendido de las fajinas. Una vez bien anclado, gracias a sus cuatro malacates, se puede desplazar sin necesidad del remolcador.

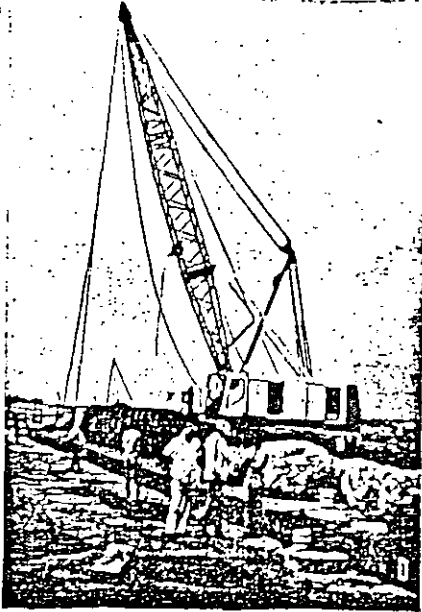
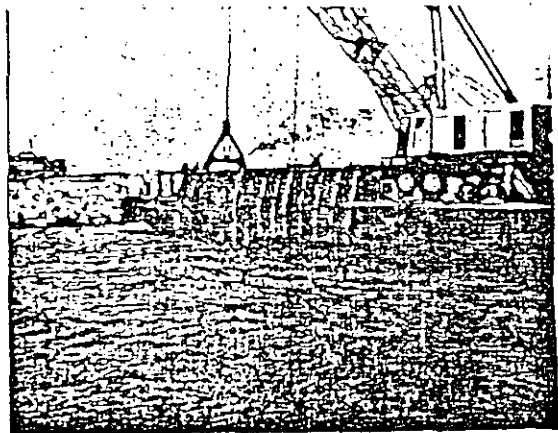
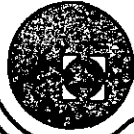


Foto No. 12, vista general del chalán con una fajina (Geored-Geotextil de 15 x 60 m) lista aparecen en la foto el Ing. Ricardo Palacios Molinet y el Ing. Enri que Guzman de la empresa contratista con uno de los operadores del chalán.



La fajina prácticamente ya ha sido desenrollada e instalada adecuadamente en el fondo del mar en el trazo previsto en el diseño de la escollera. Esta operación requiere de aprox. 3 horas y es supervisada de manera periódica por los operadores.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE. COLIMA, COLIMA

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA  
CIVIL DE GEOTEXILES, GEOREDES, GEOMEMBRANAS-  
E HIDROSEMBRADO

M. EN I. GABRIEL GARCIA A.

9 DE OCTUBRE 1984

MEXICO, D.F.

12 DE AGOSTO 1981

APLICACIONES EN OBRAS PUBLICAS DE INGENIERIA CIVIL DE: GEOTEXTILES, GEOREDES,  
GEOMEMBRANAS E HIDROSEMBRADO

1.- INTRODUCCION.

Con los últimos adelantos en la tecnología de materiales, muchos sistemas y métodos de construcción han podido aprovecharlos utilizando elementos fabricados con polímeros logrando en muchos casos útiles y racionales combinaciones de materiales plásticos con textiles, empleando al máximo los recursos disponibles en la zona de los trabajos tanto naturales como humanos.

Desde hace cerca de 11 años, Ingenieros Mexicanos han desarrollado y aplicado con éxito sistemas patentados para confinar hidráulicamente arena en contenedores textiles, cimbras flexibles de membranas impermeables para fabricar bajo el agua enormes bloques de concreto: tejido doble con tensores para revestir ríos y canales sin necesidad de que estén secos. Estas tecnologías se utilizan en la actualidad en México y prácticamente todo el mundo: en Kuwait, en el Golfo Arabe, en el Canal de Suez, en Africa del Norte, en Africa Occidental; en Brasil, Perú, Colombia, Venezuela, Curazao, Centro América y el Caribe; en EE.UU., en la Costa del Golfo de México, la Atlántica y la del Pacífico, incluyendo importantes trabajos en Alaska, en el Mar de Beaufort, dentro del Círculo Polar Artico.

El uso de los Geotextiles en México; ha sido estudiado desde 1971; el M. en I. Jesús Alberro del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. concluyó en su estudio: "De los Geotextiles analizados los más eficientes eran los fabricados 100% de poliéster, y recomendó que de querer utilizar los fabricados en México se debería mejorarles sus características físicas y mecánicas; también indicó que los Geotextiles "no tejidos" de poliéster tienen mejores características y ofrecen mayor uniformidad en el trabajo en ambos sentidos respecto a las muestras tejidas con las que se compararon".

Las aplicaciones de Geotextiles en México en los últimos 3 años se han realizado en poco más de media docena de proyectos en los que se ha utilizado un Geotextil de importación fabricado en EE.UU. a base de filamentos de polipropileno termofijados.

Respecto a las Georedes, han tenido un sinnúmero de aplicaciones en Italia, Europa y en el extremo oriente, principalmente en el Japón. En México, apenas se están efectuando las pruebas iniciales, con la SAHOP y con PEMEX.

El Hidrosembrado es un procedimiento muy utilizado en EE.UU., y otros países, sin embargo, hace pocos años especialistas mexicanos y brasileños desarrollaron importantes mejoras en el sistema empleando bacterias y adecuando el aglutinante de índices de germinación y reducir drásticamente la necesidad de riegos periódicos. Se recomienda para la protección de taludes de cortes y terraplenes, restituyendo la ecología afectada por la obra pública construida.

2.- GEOTEXILES.

En general, se puede decir que se han aplicado intensamente en la Industria de la Construcción en los últimos años, actuando como: cimbras, contenedores, moldes a los que se les inyecta mezclas fraguables o no que permanecen en su interior, constituyendo elementos de construcción en obras fluviales, hidráulicas y marítimas y, como ya se mencionó, las experiencias mexicanas han sido adoptadas y se emplean continuamente por los Ingenieros de otros países. Cabe señalar que la investigación y desarrollo ha continuado y constantemente se logran mejoras que incrementan la eficiencia, disminuyen los costos sin perder el concepto original de sencillez que permite construcciones rápidas y de manera muy práctica y lónica.

Ante el reto de resolver un proyecto especialmente complicado a mediados de 1980 los investigadores mexicanos, tuvieron que revisar a nivel mundial materiales y métodos más avanzados. Se trata de construir islas artificiales para plataformas de perforación petrolera en uno de los lugares donde las condiciones de las operaciones en el verano son cerca de 70 días, todavía reducidos a menos, por las tormentas, y el efecto del empuje de los hielos, el resto del año. Algo verdaderamente difícil y complicado.

De allí, surgieron en México nuevas soluciones que aplican racionalmente las Georedes plásticas y los Geotextiles para utilizar los materiales disponibles en zonas cercanas (Gravillas pequeñas empacada en arcilla roja).

Una empresa mexicana en Puebla manufacturó Geotextiles de poliéster reforzado con polipropileno tejido que pasó las pruebas y especificaciones de la EXXON, en Houston, Tex. Con ello hace tan sólo unas semanas, surgió la idea de mejorar aún los Geotextiles manufacturados en México, dándoles un refuerzo que mejorará sus características; lo cual se logró utilizando una Geored de polietileno de alta densidad con sus moléculas orientadas térmicamente.

Este nuevo Geotextil FIASO1 325 tiene un gran número de ventajas respecto a otros productos ya que en principio puede ajustarse, aumentar su refuerzo, adecuarse según las condiciones de diseño del proyecto, ofreciendo ilimitadas posibilidades en la fabricación y en las aplicaciones.

En general, se puede decir que los Geotextiles actúan como elementos: separadores, filtrantes y, en algunos casos, de refuerzo.

3.- GEOREDES.

Las Georedes que también se fabrican en México, según un proceso especial patentado de origen inglés, Netlon, se elaboran mediante extrusión axial rotativa de polietileno de alta densidad en una muy amplia gama de formas y aberturas.

Tienen útiles aplicaciones en la construcción de carreteras y pistas de aeropuertos, distribuyendo cargas, evitando deformaciones. Se utiliza para estabilizar terraplenes, reforzamiento de suelos, protección de taludes, control de erosión y protección de costas.

También se utiliza como Eolipantalla, Captador Sumergido de Sedimentos, - Cubiertas contra el Sol, Redes anti-animales, jaulas, bardas y corrales, redes y trampas para mariscos y peces, bolsas de embalaje, protección industrial, -- etc...

Las Georedes Redlon permiten el refuerzo efectivo de subrasante con bajo valor de soporte al distribuir las cargas, absorbiéndolas gracias a su alta resistencia tensional, minimizando los asentamientos del conjunto y evitando las fallas por esfuerzo cortante en forma de cono truncado.

Su efecto favorable se debe a que confinan los granos del terraplén y el estrato subyacente, al lograrse un anclaje mecánico real entre la Geored-Agregado y condiciones de frontera, la acción de la Geored como refuerzo local, todo lo cual ofrece inegables atractivos para muchas obras públicas.

Cuando se ha definido un valor generalmente aceptable de la relación de esfuerzos entre la carga vertical y la resistencia (a veces no consolidada y no drenada) del suelo, se puede determinar el espesor necesario de material pétreo, estableciendo los límites de deformación de la superficie de rodamiento y las pruebas en curso nos permitirán muy pronto conocer los índices en que mejora esa relación de esfuerzos al utilizar los diversos modelos de la Geored Redlon, se espera con esos resultados tener los elementos necesarios para poder mejorar los diseños con muy importantes ahorros en tiempo, material pétreo y en especial en costos.

#### 4.- GEO-MEMBRANAS.

Se consideran aquellas que tienen características de impermeabilidad ya sean tejidos impregnados, laminados o películas extruidas con y sin refuerzo.

Tienen también un amplio campo de aplicación en proyectos de ingeniería - como recubrimiento de lagos, estanques, canales, depósitos, etc... Para estructuras de protección, contra la lluvia, construcciones provisionales en los llamados drenes de aleta (Finn Drains), etc...

En estos materiales se deben considerar las dimensiones de fabricación, ya que los empalmes y traslapes deben hacerse con bastante cuidado.

#### 5.- HIDROSEBRADO.

La técnica de aplicar hidráulicamente semillas y fertilizantes para reverdecer y proteger taludes requiere previamente de una adecuada planeación y estudio para cada aplicación, ya que deben identificarse los problemas, según el tipo de suelo, orientación, pendiente, etc...

La adecuada preparación del terreno y la formulación correcta de fertilizantes, diversos tipos de semillas (gramíneas, leguminosas) elementos activadores, etc... son fundamentales para lograr los objetivos en el tiempo deseado.

Inmediatamente después del hidrosebrado se procede a la aplicación de una cubierta de material orgánico con un elemento aglutinante.

La función de esa cubierta protectora es múltiple, favoreciendo la formación de un cultivo de bacterias, protegiendo las semillas de los rayos ultravioleta y de los pájaros, sobre todo captando y conservando la humedad, con lo cual se elimina la necesidad de riegos continuos; con todo lo anterior, es posible garantizar elevados índices de germinación.

Cabe señalar que a pesar de que en México prácticamente no se ha aplicado este sistema, se debe tener conciencia de que casi en el 50% de los taludes de cortes y terraplenes de nuestras carreteras en construcción se tienen problemas de erosión y deslaves.

Los métodos de implantación manual, trasplante de "tepos" (pasto alfombra) y otros más se han usado por años, pero creemos que es tiempo de analizar las ventajas en rapidez, eficiencia y costo que ofrece una nueva alternativa.

#### 6.- CONCLUSIONES.

Existen varios sistemas de cimbras textiles desarrollados en México que han probado su efectividad ampliamente en el mundo y que permiten construir obras de defensa en ríos, puentes y playas, utilizando racionalmente al máximo los materiales locales y dando empleo al personal de la región capacitándolos, durante los mismos trabajos.

Los Geotextiles son elementos comúnmente aplicados con éxito en muchos países, en México se están aplicando hace pocos años unos que son de importación, creemos que es el momento de darle oportunidad al producto fabricado en nuestro país y que además ofrece muchas otras ventajas adicionales.

Las Georedes plásticas se empiezan a conocer y con las experiencias satisfactorias de otros países y las pruebas ahora en curso será posible encontrar un sinnúmero de aplicaciones que resuelvan problemas de acceso al lugar de trabajo en zonas pantanosas, ahorro en terraplenes sobre suelos suaves, fabricación de elementos alambroca (Gabiones Redlon) cilíndricos o convencionales, sin problemas de corrosión, abrasión ni desgaste. Muros ligeros para contención de "suelo reforzado", mejores diseños de pavimentos, sobrecarpetas, drenes convencionales, de aleta, "lavaderos" de caminos a base de un enorme Alambroca o super Gabion Redlon, etc...

Las Geo-Membranas han tenido unas ciertas aplicaciones con película simple de polietileno pero sus posibilidades de empleo son más amplias cuando las Geo-Membranas son a base de combinar materiales y se logra la impermeabilidad con elementos de refuerzo.

El hidrosembado con cubierta orgánica protectora deberá tener un gran futuro en México, ya que además de lograr un control de la erosión se restituye la ecología que se afecta al construir obras públicas, lo cual tiene una importancia fundamental para las generaciones futuras.

Se ha presentado una amplia gama de métodos, sistemas y materiales diversos, los cuales conjunta o separadamente si se analizan con una mentalidad positiva y espíritu constructivo, ingenieros con los conocimientos y la experiencia que indudablemente tienen sabrán aprovecharlos y lograr resolver problemas actuales y futuros con soluciones más racionales, rápidas y económicas, logrando al mismo tiempo aportar nuevos conceptos para la Ingeniería Civil de Obras Públicas.

ING. MAURICIO PORRAZ  
PRESIDENTE  
CONTROL DE EROSION, S. A.  
Bld. Adolfo López Mateos 1384 - 1er. Piso  
Mixcoac, México 19, D.F.  
Tels.- 598-0111  
598-0127



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO GEOTECNIA APLICADA A LAS VIAS TERRESTRES  
DEL 5 AL 9 DE NOVIEMBRE, COLIMA, COLIMA.

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA,  
AVANCES EN LA TECNOLOGIA

9 DE OCTUBRE 1984.



II CONGRESO LATINOAMERICANO DE CONSULTORIA

12 - 16 de Julio México D. F.

FELAC - AMEC

TEMA I

DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LA ACTIVIDAD CONSULTORA

" AVANCES EN LA TECNOLOGIA "

TITULO:

" EMPLEO DE GEOREDES PLASTICAS Y GEOTEXILES EN DIVERSOS  
PROYECTOS Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA CIVIL "

Ing. Mauricio Porraz J. L. \*

Ing. Héctor Meuregh \*\*

Ing. Eduardo Porta

\* Presidente Control de Erosión S. A .  
Apartado Postal 60549  
México 18, D. F.

\*\* Gerente Mercado  
REDLON  
T. F. México

\*\*\* Gerente General  
Porta Felt.  
México.

El uso de Geotextiles en Obras de Ingenierfa Civil en los Estados Unidos se ha incrementado en los últimos años a un ritmo entre 30 y 40% anualmente y se espera que continúe así. En 1979 se vendieron y colocaron cerca de 50 millones de metros cuadrados de productos textiles representando 9 millones de Kilos de fibras y tejidos. Las Geo-mallas plásticas han tenido un desarrollo impresionante en Japón y grandes aplicaciones en Europa durante los pasados 8 años.

En Latinoamerica su empleo ha sido en menor escala, sin embargo consideramos que en un futuro próximo deberá incrementarse notablemente.

Los Ingenieros Consultores somos unos individuos poco comunes " No creemos nada de lo que está escrito en un folleto de un fabricante a menos que se encuentre soportado por un detallado reporte técnico" igualmente " Nos preocupamos por no tener una fórmula en la cual substituir las variables con la información existente" éstos entre otros pueden ser unos factores que pudieran restringir el uso de las Georedes plásticas y los Geotextiles.

1.- Georedes Plásticas.

El Dr. Brian Mercer Ingeniero Textil Inglés desarrolló un proceso de extrucción NETLON para producir mallas de Polietileno de alta densidad las cuales tienen infinidad de aplicaciones algunas de las cuales están dentro del Campo de Ingeniería Civil. Hace unas cuantas semanas en México se empezaron a fabricar Georedes bajo el sistema Netlon, por primera vez en nuestro Continente.

Al compactar un suelo sobre una superficie Geored, esta se traba con el material del suelo, en su lugar con lo cual no puede torcerse ni moverse. Siendo bastante rígida absorben más facilmente las cargas dinámicas, evitando asentamientos gracias al anclaje mecánico obtenido con el suelo mismo.

El nuevo Aeropuerto de Tokyo " Narita " se construyó en terrenos que fueron arrozales; reforzando el suelo con Georedes se pudo lograr una mejor distribución de las cargas.

En caminos de acceso temporales ó permanentes construídos en terrenos pantanosos es común los atascamientos de los camiones, los que pueden ser evitados instalando una Geored cubierta de material Granular.

*(6) Georedes 20.000*

*20*

*(8) Tokyo  
(9) Camión*

*(21) Camión  
(18) Camión*

En cimentaciones en zonas donde el suelo es heterogéneo y se esperan asentamientos diferenciales se puede resolver el problema desenrollando geored la cual gracias a su rigidez tensional y al amarre mecánico con el suelo da mucho mayor soporte, mejor apoyo y reduciendo cualquier eventual deformación diferencial del terreno.

Las Georedes pueden jugar un papel muy importante en Terraplenes minimizando la necesidad de préstamos permitiendo trabajar en climas lluviosos, aumentando la pendiente de los taludes, al reforzar el suelo y dando el apoyo necesario en la base, con los adecuados sistemas de drenaje para reducir la humedad en el suelo. En un trabajo presentado en 1979 en EE.UU. por los Ingenieros de los Ferrocarriles Estatales del Japón indicaron que el uso de Georedes en us Terraplenes no solo les facilitó el procedimiento de construcción, mejoró los índices de estabilidad, redujo los volúmenes de Terracerías y también además aumentó la resistencia respecto al efecto de Temblores y Terremotos.

Con los avances en la Tecnología de Materiales, ahora es posible contar con georedes en que sus moléculas han sido orientadas dinámicamente y termicamente pudiendo alcanzar resistencias a la Tensión de hasta 8 Ton por metro de geored (TENSAR-SRI) con lo cual el horizonte de aplicaciones se extiende de manera impresionante.

El construir muros ó paredes verticales con refuerzos de Geored-Tensar dentro del relleno es una muy interesante aplicación al reforzar el suelo, de relleno.

Igualmente al construir Terraplenes sobre terrenos pantanosos, que al aumentar su dimensión actuaban como una cuña, incrustándose y provocando un buffamiento del suelo suave.

Utilizando una plataforma rígida de apoyo se consigue un diseño estable con un índice de asentamiento regular est se logra con una Colchoneta de Cimentación fabricada con Geored-Tensar.

Para reparar deslizamientos de tierra en taludes la Geored puede funcionar como un gigantesco gabión de malla plástica que una vez lleno de material granular se cierra la geored asegurándolo.

Este método también puede utilizarse en carreteras para substituir Vertederos, y otro tipo de Obras de Arte.

27 Feb  
29 ✓  
30 abriendo  
31 Acc. con

35 Sección Lap.

39 Sección Lap.

33 Cimentación

40

41 Sección Lap.  
51 Cimentación  
42 Sección Lap.  
44

62 Cimentación  
75  
77  
78

79 ✓

La Geored plástica por su flexibilidad puede ofrecer una solución para reducir deslaves y retener rocas sueltas en acantilados.

Para proteger Taludes contra la erosión existen una variedad de Georedes desde las ligeras para adherencia con el pasto y la vegetación hasta las redes pesadas de las ya mencionadas gabiones llenados "in-situ" además de las tuberías plásticas NETLON para Drenaje para estabilizar las pendientes donde la subpresión origina problemas.

Los Tubos Netlon son muy prácticos para fabricar Drenes laminares ó de aleta con los cuales es posible bajar el nivel freático para estabilizar sitios de construcción. También se usan para sellar la presión de poro a través del terreno y de las más interesantes drenaje en la parte posterior de muros sólidos de mampostería ó concreto. Facilísimo de instalar con una simple Zanjadora angosta, dos hombres pueden instalar más de 200 m de dren-laminar por día.

Los Gabiones de geored compiten con ventajas respecto a los fabricados de acero. El Polietileno de alta densidad son anticorrosivos con una muy alta resistencia a la abrasión, son más ligeros, fáciles de transportar y de erigir, siendo más flexibles se acomodan mejor al Terreno. La abertura de la malla puede ajustarse a la granulometría de relleno a utilizar.

Los Gabiones de Geored plástica tubulares son sumamente rápidos y fáciles de llevar, manual ó mecánicamente.

Las Georedes Netlon se han utilizado mucho con éxito para proteger, el pie de los taludes en rios y canales.

Las Georedes pueden utilizarse también como cercas de nieve ó de arena para estabilizar dunas y como barreras antideslumbrante ó de limitación de grandes aplicaciones en áreas de Aeropuerto ya que no interfieren en el radar.

II.- Los Geotextiles.- También se refieren a una gran familia de productos en telas no tejidas que actúan como separadores.

Una de las mayores causas de degradación de las Carreteras Norteamericana es que el material de apoyo pasa a través de la base y la subbase contaminándolas. El Departamento Federal de Carreteras está investigando cómo actúan los Geotextiles y cómo pueden mejorar las características y funcionamiento en los caminos gracias a su función de separación.

Handwritten notes and a vertical list of numbers:

- Top right: circled number 71.
- Below 71: "Rutas" and "copias" with a box containing the number 2.
- Below that: a box containing the number 5.
- Below that: a box containing the number 6.
- Below that: a box containing the number 14.
- Below that: a box containing the number 18.
- Below that: a box containing the number 19.
- Below that: a box containing the number 21.
- Below that: a box containing the number 25.
- Below that: a box containing the number 31.
- Below that: a box containing the number 36.
- Below that: a box containing the number 37.
- Below that: a box containing the number 40.
- Below that: a box containing the number 53.
- Bottom: a box containing the number 19.
- Bottom: a box containing the number 20.

Respecto a los Tejidos, en 1975 en el Proyecto Delta en Holanda se utilizaron Geotextiles Tejidos; posteriormente el cuerpo de Ingenieros del Ejército Americano los han utilizado en numerosas obras Costeras.

En el Mar del Norte casi el 50% plataformas petroleras están protegidas contra la socavación y corrientes de fondo con Geotextiles Tejidos.

Respecto a los Materiales estos pueden ser, Poliéster, Nylon, Polietileno, Polipropileno entre otros. Entre los no tejidos los geotextiles pueden ser simplemente pegados, ó ligados con picado de aguja, etc... En los Tejidos puede ser plano con diseño modificado. En el tejido pueden usarse monofilamentos, multifilamentos y fibras texturizadas.

Existen también Geotextiles a base de membranas impermeables para muy diversas aplicaciones, que son telas laminadas y reforzadas para almacenar productos, líquidos, impermeabilizar y proteger construcciones etc... etc...

En general para concluir el campo de aplicación de las Georedes Plásticas y los Geotextiles en muchos casos es complementando y se pueden aplicar conjunta ó separadamente.

Lo importante es saber que éstos productos son resultado de avances Tecnológicos, conocer que ya todos ellos se producen en México a precios accesibles y con una calidad garantizada y que el recomendar su empleo ó señalarlos como una alternativa posible en un proyecto representará un diseño de Ingeniería más moderno y apegado la realidad de nuestro tiempo.

Junio 1981.



Foto No. 1

La Geored siendo desenrollada sobre arcillas suaves para permitir acceso.

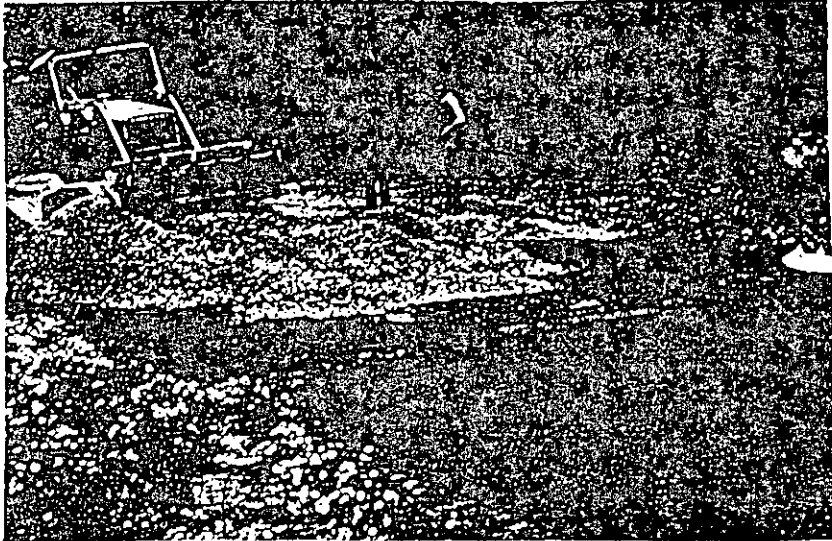


Foto No. 2

La Geored colocada logra una distribución de las cargas dinámicas y logra un anclaje mecánico con el material granular de recubrimiento.

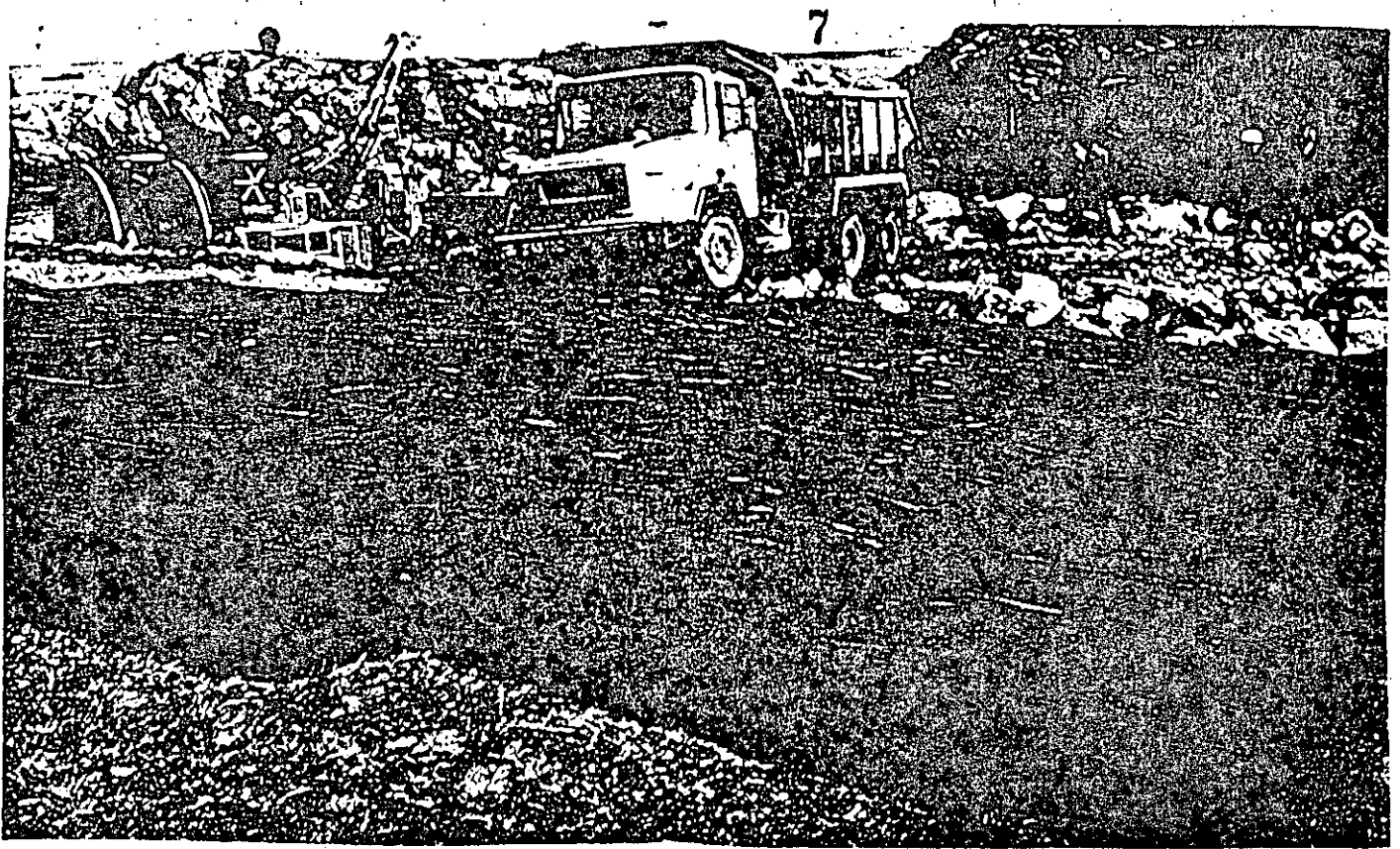


Foto No. 5

Construcción de una base firme de Apoyo sobre una zona pantanosa en Sullum Voe al Norte de Escocia.

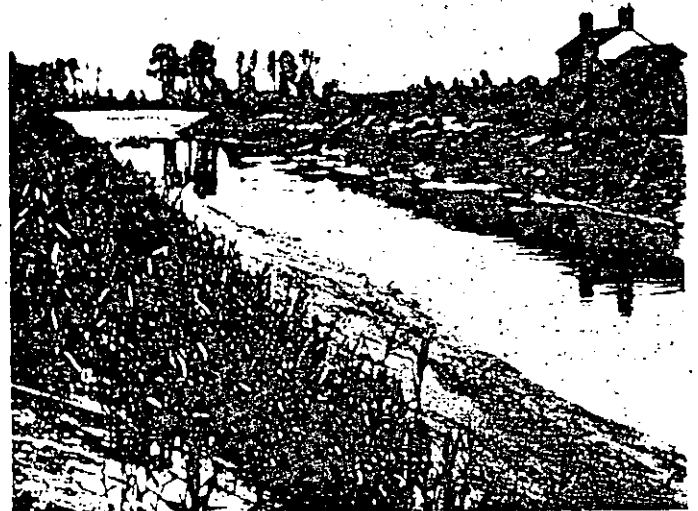


Foto No. 6

Protección de Taludes de un Canal con Geored después de la instalación.

Foto No. 7

El mismo sitio 3 meses después.

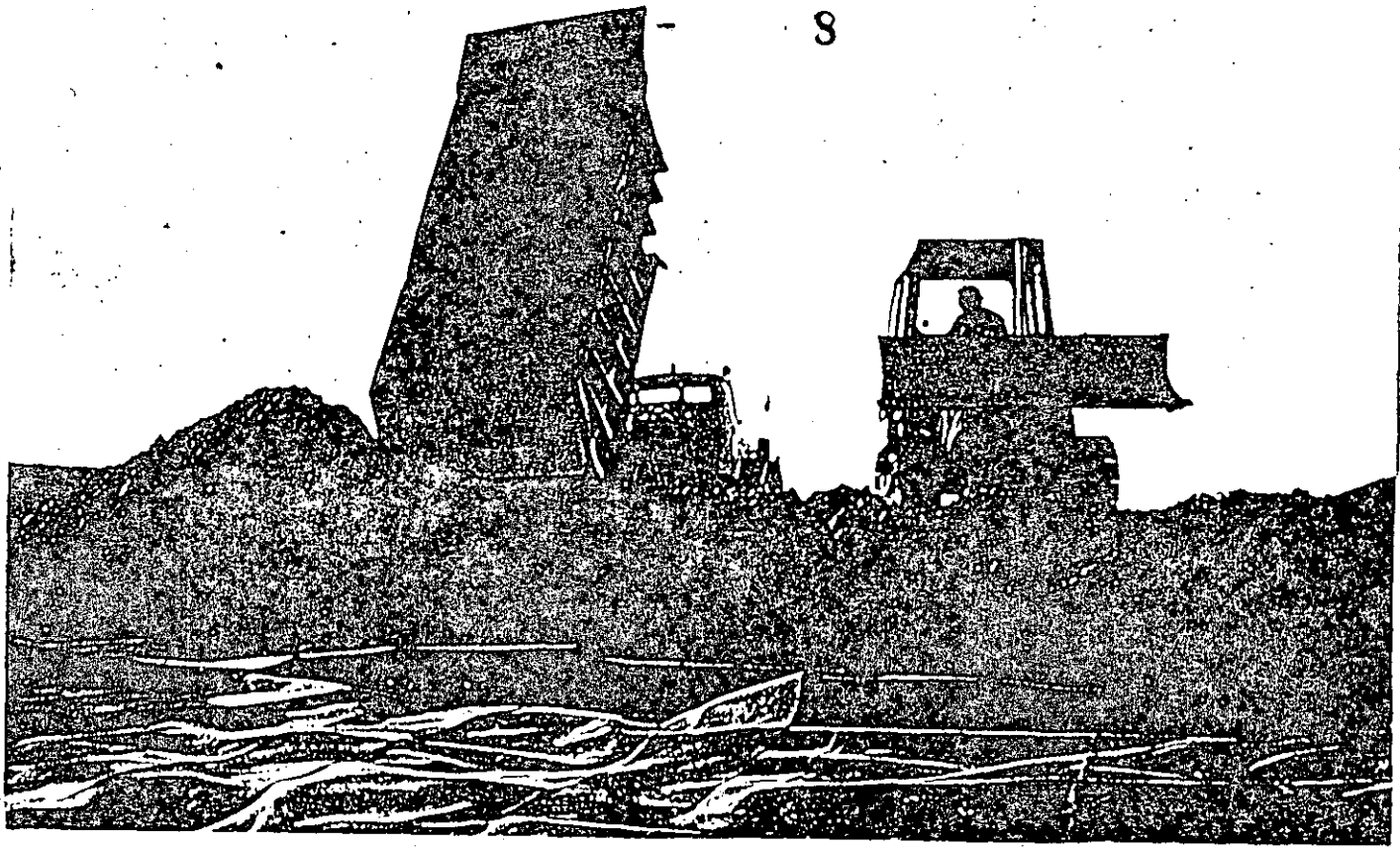


Foto No. 3

Construcción de Terraplenes sobre suelo muy comprensible utilizando Geored como refuerzo del Terreno de relleno.

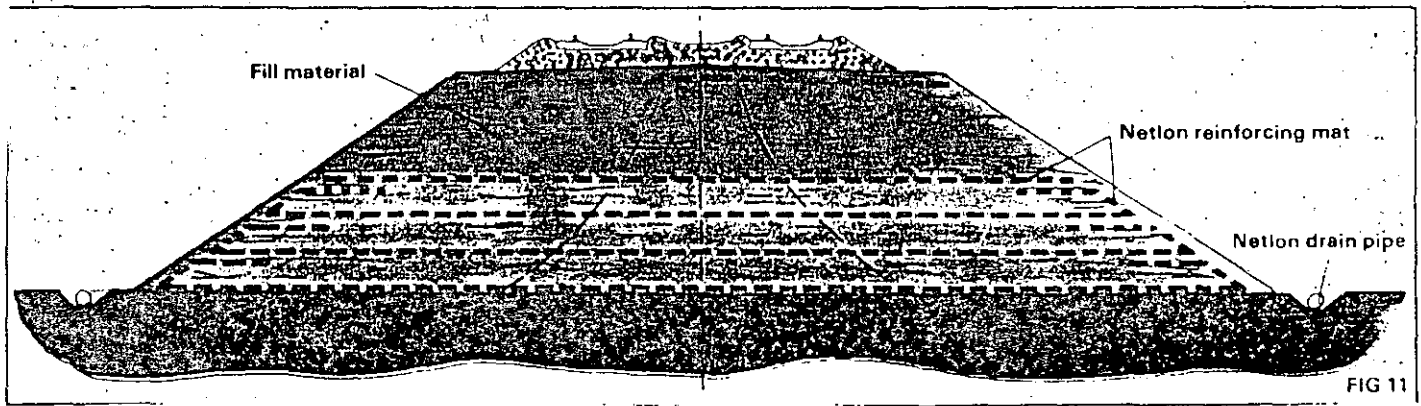


Foto No. 4

Sección Transversal de un Terraplén probado satisfactoriamente por los Ferrocarriles Nacionales del Japón.



# Geored edlon®

hecho en México con licencia  
**NETLON®**  
Netlon Ltd England



tubos flexibles s.a. de c.v.

boulevard toluca 40 - naucalpan, edo. de México - tel. 576 56 22 • telex 017 22 06 affime  
av. ciencia 11 cuautitlán tel. (91-591) 2 09 44, 2 07 93, y 2 08 87 telax. 017 73 856 affime

Una cimentación estable es el punto de partida en el diseño de cualquier estructura, y la solución óptima, constructiva y económica, depende de las características del suelo y su capacidad para soportar el tipo de carga requerida.

El problema principal es la penetración del material de base en el suelo blando. La capacidad de carga de la carretera, disminuye notablemente y, a falta de un mantenimiento que resultaría tardado y costoso, el deterioro continúa y tarde o temprano se produce la falla.

Son bien conocidos los métodos de compactación, drenes adecuados y estabilización química para aumen-

tar la capacidad de carga del suelo. Ultimamente, se ha dirigido la atención hacia el confinamiento del terreno por medio de membranas estructurales.

Esta idea no es nueva, durante siglos se han venido usando mallas de varas entretrejidas y se ha comprobado su eficacia en cimentación sobre una gran variedad de suelos.

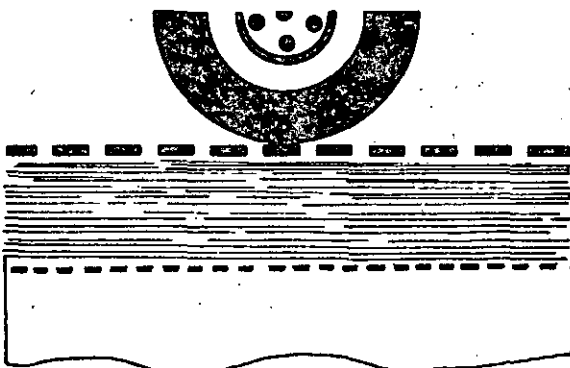
La Geored de refuerzo y contención de terreno Redlon® desempeña una función similar proporcionando una cimentación estable cuya aplicación tiene muchas ventajas.

B) Distribuye la carga uniformemente gracias a su escasa flexibilidad, reduciendo los hundimientos diferenciales.

C) Incrementa la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, en virtud que su alta resistencia a la tensión se desarrolla por la fricción que opone la geored al deslizamiento debido a la forma de su sección transversal.

A) Previene la pérdida del material de base en el suelo natural.

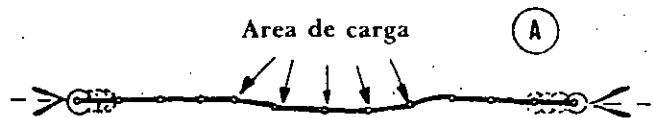
D) Permite una disipación más rápida de la presión de poro.



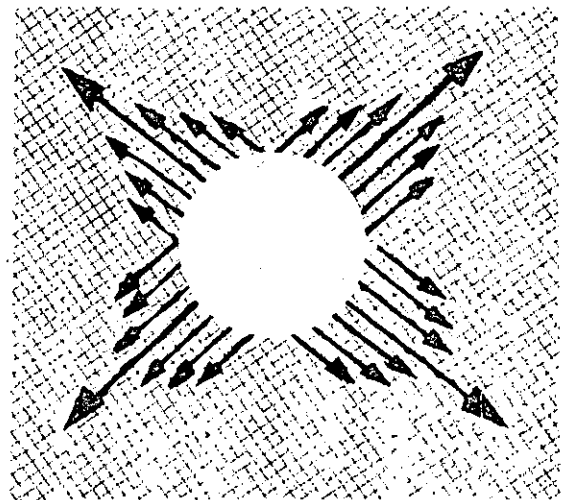
**FIG. 1** Refuerzo para controlar suelos en construcción de caminos o pistas de aeropuertos y en avenidas de tráfico intenso.



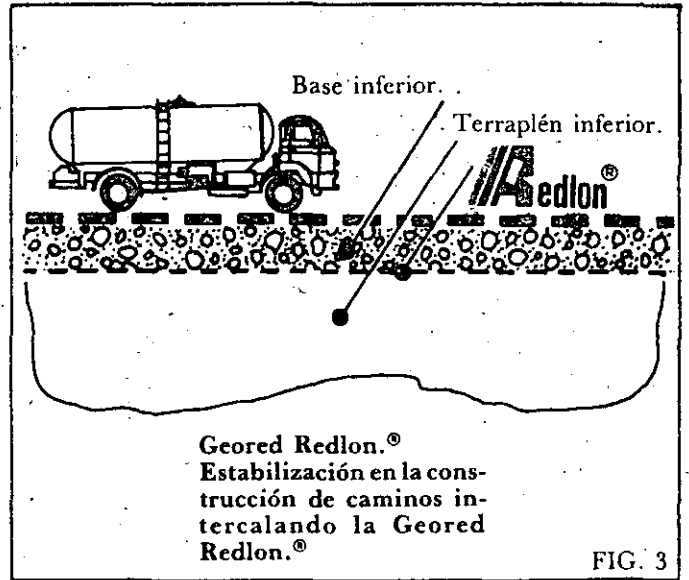
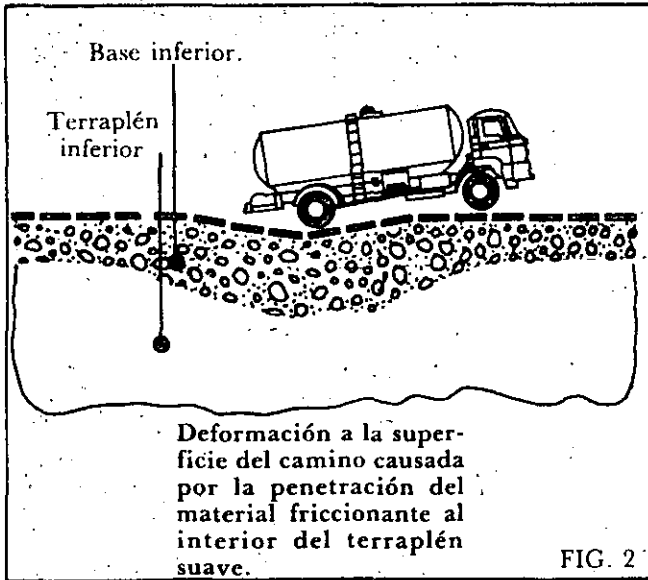
Amplificación de un corte transversal de la Geored de refuerzo.



La resistencia a la tensión se desarrolla totalmente debido a la fricción que opone la geored al deslizamiento por la forma de su sección transversal.

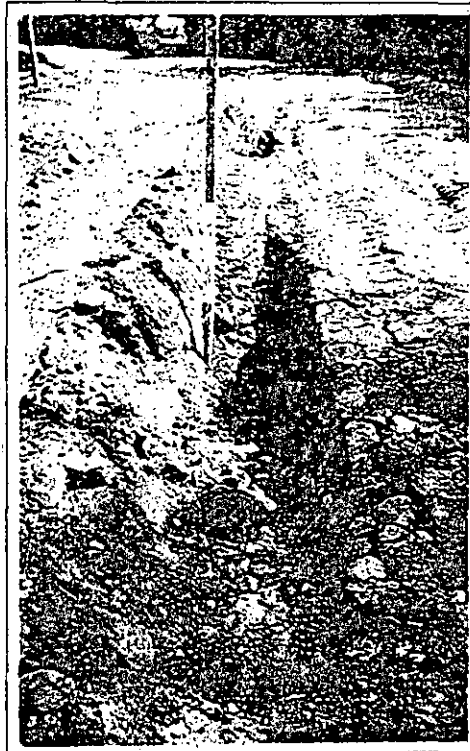


La Geored Redlon® proporciona un control multidireccional al hundimiento asegurando una distribución uniforme de la carga minimizando asentamientos diferenciales.



La penetración del material de la base en el suelo suave de la cimentación afecta seriamente la capacidad de carga y la geometría del camino, provocando un alto costo de mantenimiento y llegando en algunos casos a la falla (Fig. 2). Las fotografías de abajo ilustran el tipo de falla indicada que ocurrió a pesar del empleo de un geotexte.

El empleo de una Geored Redlon® entre la base y el suelo de cimentación previene la penetración de la base y aumenta la capacidad de carga. Esto permite la reducción del espesor de la base.



**Redlon®**



tubos flexibles s.a. de c.v.

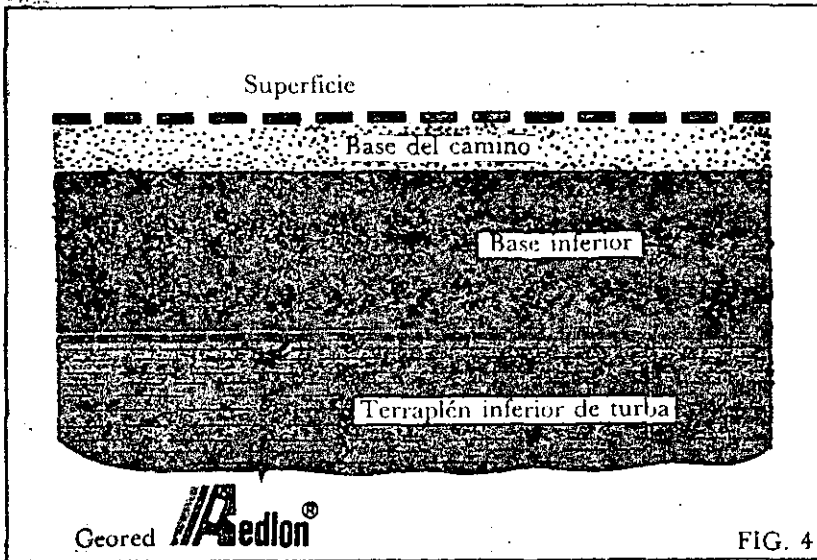
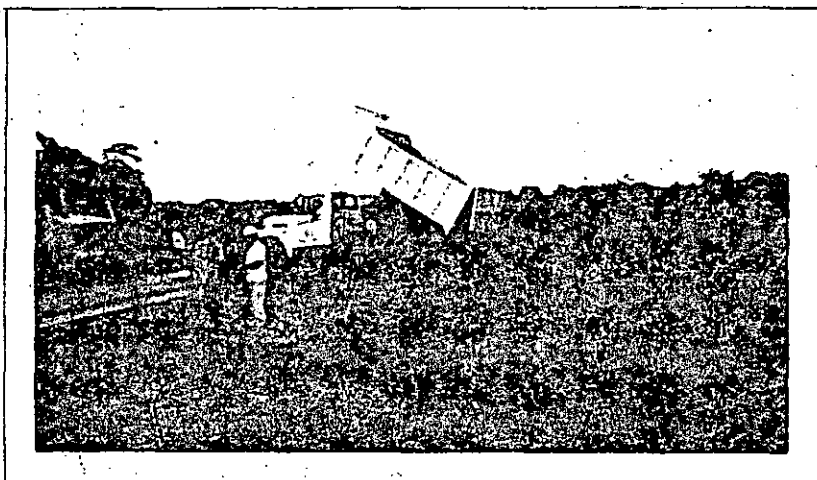


FIG. 4

La Geored Redlon® para controlar del suelo resultará particularmente efectiva para lograr adecuada cimentación sobre terrenos pantanosos y de turba. Puede colocarse directamente sobre el terraplén inferior sin preparación alguna de la superficie. Por su estructura, La Geored Redlon se fija al suelo evitando se formen surcos y la construcción del camino puede iniciarse de inmediato (ver Fig. 4).



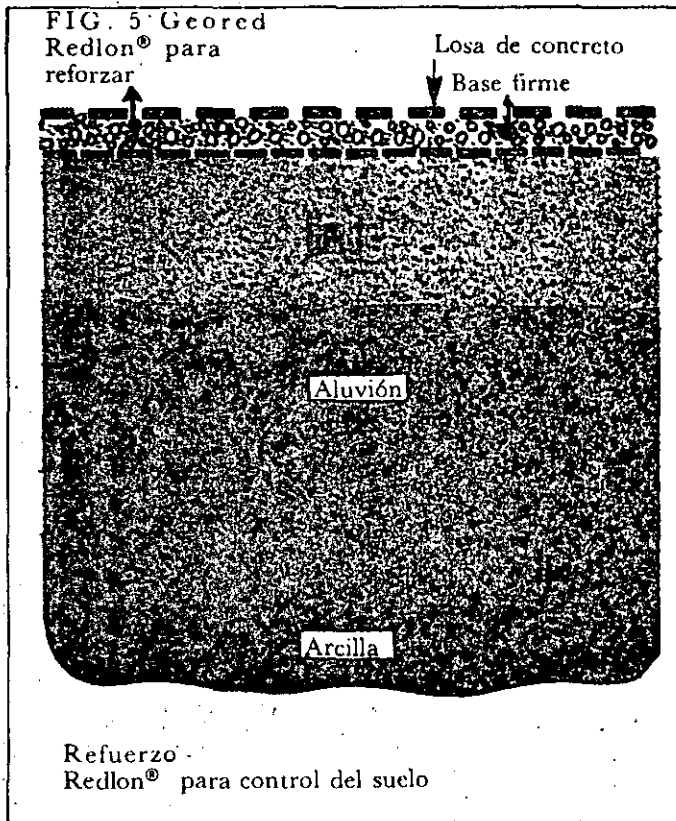
Colocación de la Geored Redlon en la construcción de un camino permanente sobre un terreno de turba. La turba tiene una profundidad variable entre 2 a 4 metros con contenidos de agua, en algunos casos, correspondientes al límite líquido.



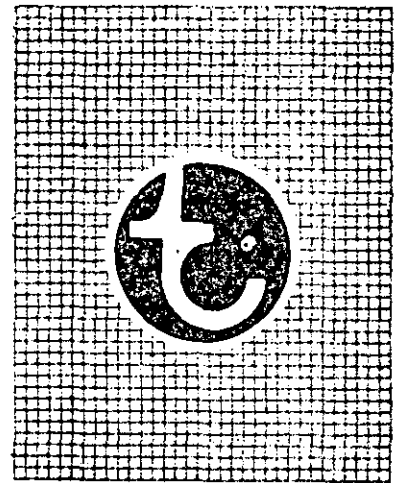
El empleo de la Geored Redlon® en la construcción de caminos para cargas grandes y en caminos de acceso con pendientes pronunciadas.



# Cimentación para fábricas

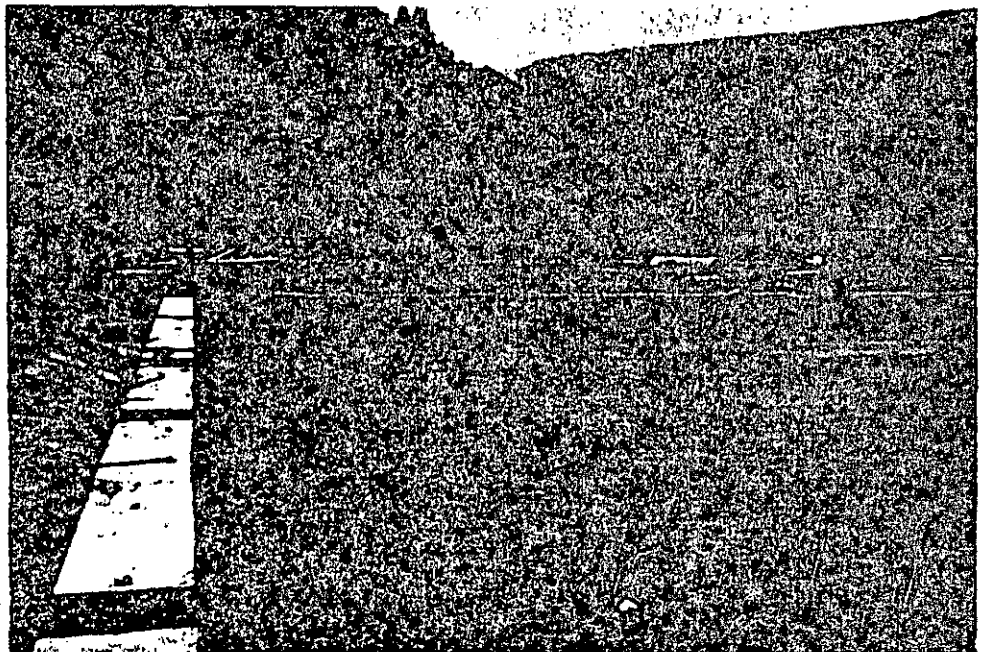


La Geored Redlon® ofrece un método efectivo y económico para mejorar la distribución de la carga sobre áreas que tengan que soportar grandes pesos en terrenos preparados. El diseño de la cimentación para grandes estructuras industriales se puede simplificar enormemente adoptando técnicas de refuerzo del suelo, para mejorar su capacidad para soportar cargas, evitando así la necesidad de emplear costosos sistemas de cimentación (ver Fig. 5).



Geored Redlon® en la construcción de cimentación para una fábrica sobre un terreno preparado.

Losas de concreto reforzado colocados sobre una base firme con refuerzo de Redlon®. Elimina asentamientos locales y mejora la distribución de cargas.



La construcción de un terraplén elevado como base para caminos, vías de ferrocarril o para instalaciones industriales como un malecón o dique para proteger áreas contra posibles inundaciones tienen un factor en común: hacen falta grandes cantidades de material de relleno. Esto en sí puede plantear problemas respecto a la fuente, cantidad y calidad de los materiales que puedan obtenerse.

La explotación de bancos de préstamo y canteras para la obtención de los materiales en grandes cantidades, crean un problema por sí-mismos; por lo que es de desearse que las obras para crear un terraplén se mantengan al mínimo, tanto por motivos económicos como ambientales.

El diseño de un terraplén se hace de acuerdo al tipo de trabajo a que se someterá y adecuándolo a las propiedades mecánicas del material económicamente disponible y la capacidad de carga del suelo de la cimentación. Aunque existen diferentes criterios para calcular la pendiente de los taludes y alturas de los terraplenes, la falla de éstos generalmente se asume que ocurre a lo largo de superficies circulares.

Este tipo de falla provoca un bufamiento al pie del talud y un hundimiento de la corona (Fig. 6).

El diseño convencional de terraplenes estables de una altura dada, implica disminuir las pendientes de los taludes o emplear bermas, ambas acciones aumentan considerablemente el volumen de materiales, el tiempo de construcción y en ancho de la base del terraplén. Otros métodos tales como la mezcla de suelos y la estabilización química son costosos, dilatados y de difícil control.

Localizar material para relleno en la construcción de malecones o diques puede ser un problema y frecuentemente la única fuente de material disponible en cantidades económicas es tierra de propiedades muy variables. El ingeniero entonces se ve ante la necesidad de evaluar las opciones de mezclas al suelo, medios de estabilizar los suelos

o construir bermas o emplear taludes poco pronunciados.

El método de estabilizar terraple-

nes reforzándolos con lajinas (esteras de ramas entrelazadas) colocadas en capas dentro de la construcción del terraplén es bien conocido, y durante la pasada década se han aplicado métodos similares empleando refuerzos de Geored Redlon® resistencia y buen anclaje mecánico.

Los refuerzos con Geored Redlon® dan solución práctica y permanente a los problemas de la estabilidad, permitiendo que se construyan terraplenes de corte sencillo y económico a las alturas requeridas. La malla se coloca horizontalmente en la base del terraplén y luego a diversas alturas al irse formando el terraplén, extendiéndose desde la cara de la pendiente lateral a todo el ancho transversal pasando el plano del deslizamiento calculado.

El refuerzo de Geored Redlon® añade una alta resistencia a la tensión a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Esta se desarrolla debido a la fricción entre el suelo y la geored (Fig. 8).

Las capas pueden ser continuas a todo lo ancho de la sección del terraplén o limitadas a un ancho que sobrepase el plano calculado de falla, según el análisis de estabilidad y situación de los planos de falla.

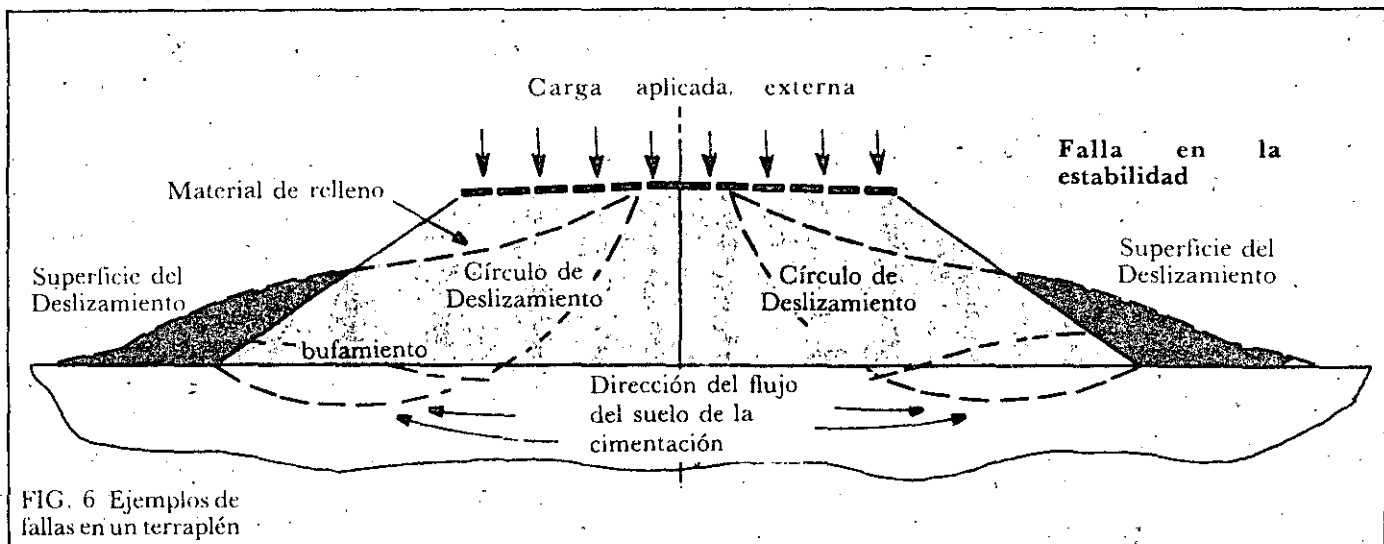
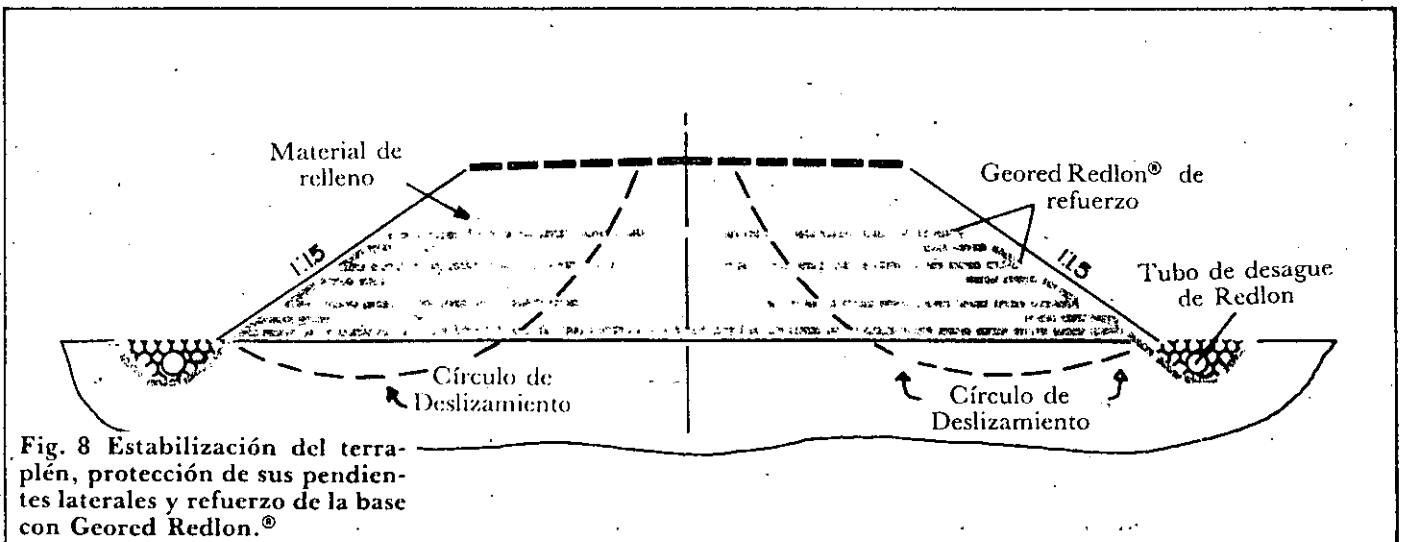
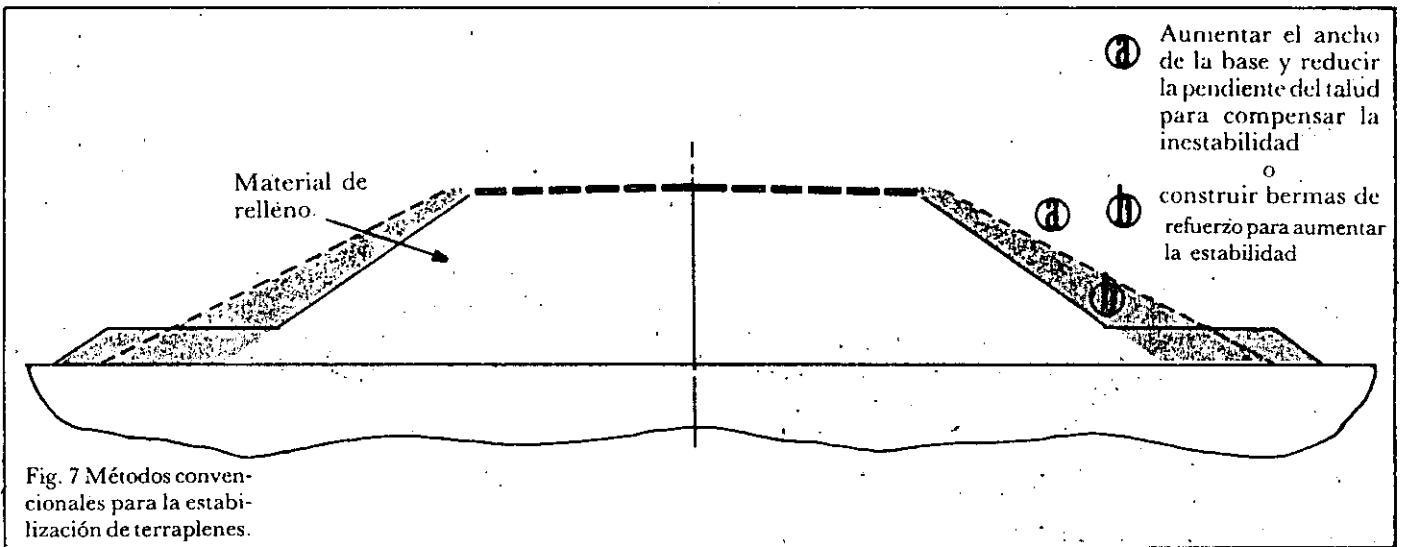
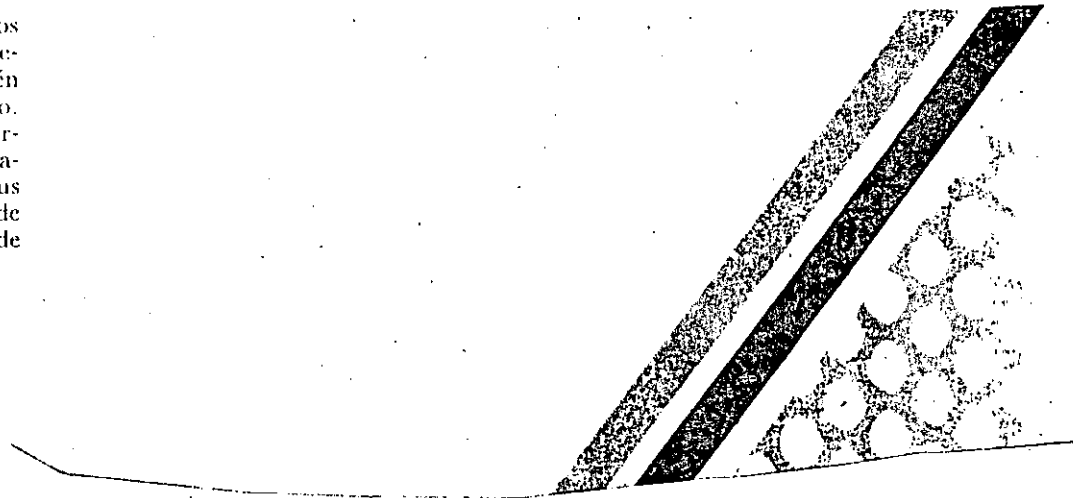


FIG. 6 Ejemplos de fallas en un terraplén

Redlon® permite contar con altos ángulos de pendientes laterales, reduciendo el volumen del terraplén y el área necesaria para tenderlo. Promueve una distribución uniforme de la carga y disipa más rápidamente la presión del agua por sus poros. Es de peso ligero, fácil de transportar y manejar así como de instalación sencilla y rápida.

Fig. 8



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY** - 16

**NETLON**

---

PROJECT: THE CONSTRUCTION OF A BRICK FACED SOIL  
RETAINING WALL AT WHEELWRIGHT CLOSE  
LEEDS

DATE: SPRING '80

---

CLIENT: WEST YORKSHIRE METROPOLITAN C.C.

---

SPECIFIER: CLIENT

---

CONTRACTOR: DIRECT LABOUR

---

PRODUCT EMPLOYED: TENSAR SR2 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS:

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

After a brick built retaining wall had collapsed at Wheelwright Close, Lower Wortley, Leeds; The West Yorkshire Metropolitan County Council decided to replace it with a brick faced retaining wall reinforced with high tensile strength Tensar Geogrids. Designed by W.Y.M.C.C., it was felt that the reinforced wall as a concept, provided a highly competitive method of construction for walls up to 4m high compared with a conventional brick faced wall with counterfortes.

**DESIGN PHILOSOPHY**

The major prerequisites for the structure were that its appearance would blend in with that of the area and that it would provide the stability required for a turning head to be sited on top.

The simple and cost effective design utilised the high tensile properties of the Tensar Geogrids so that loads could be uniformly distributed, taking pressure off the vertical wall. The apertures within the grids also enabled the wall to be tied back into the soil mass, by cementing the grids into the brickwork (See Photograph 1).

/cont



## CONSTRUCTION

Prior to construction, approximately  $45\text{m}^3$  of soil was excavated to provide an area in which the reinforcing layers could be placed.

The design (See Photograph 2) called for a 215mm double skin, brick faced retaining wall 2.5m high, 9m wide; topped with a conventional brick wall 1.15m high.

Tensar SR2 grids (2.5 x 1.0m) were laid, full width, across every seventh brick course, with 40mm of a self compacting standard quarry crusher run, placed in between successive grids (See Photograph 3).

Weep pipes, at 3m centres, were set with porous blocks behind and at these points the polymer grids were simply cut to shape.

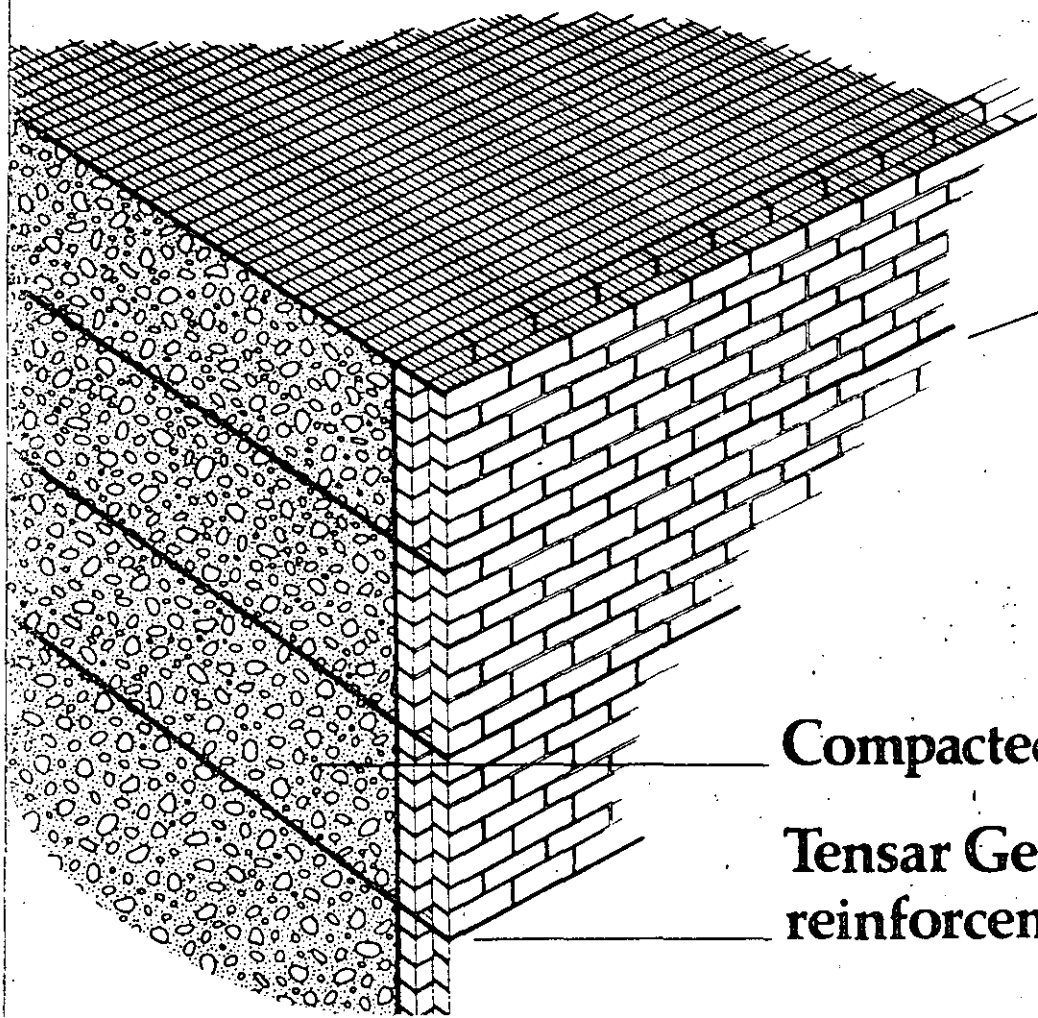
## OBSERVATIONS

1. The only skilled labour required to complete the construction was two bricklayers.
2. No overlapping of the grids was required.
3. The construction would have been equally successful with stone instead of bricks.

The completed wall (See Photograph 4) has been monitored over an 8 month period with no measurable movement.

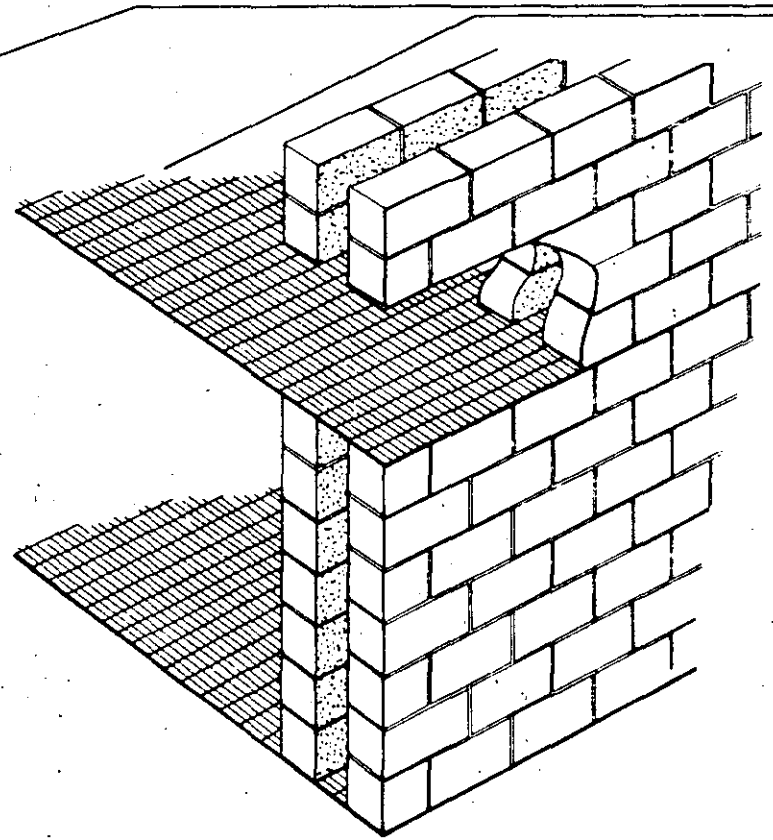
The structure highlights a simple and innovative application for Tensar Geogrids which provides a relatively low cost solution to a recurring problem.

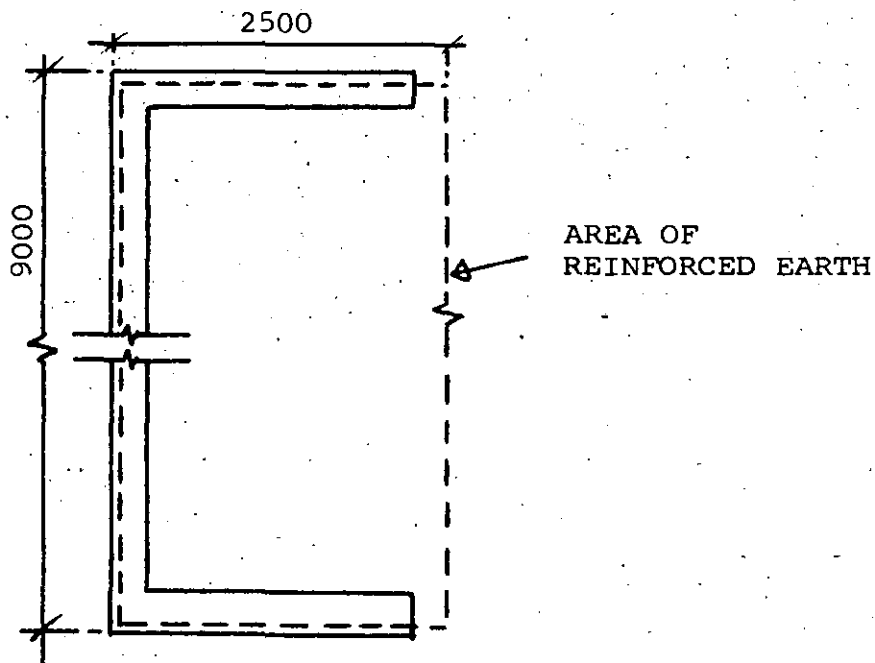
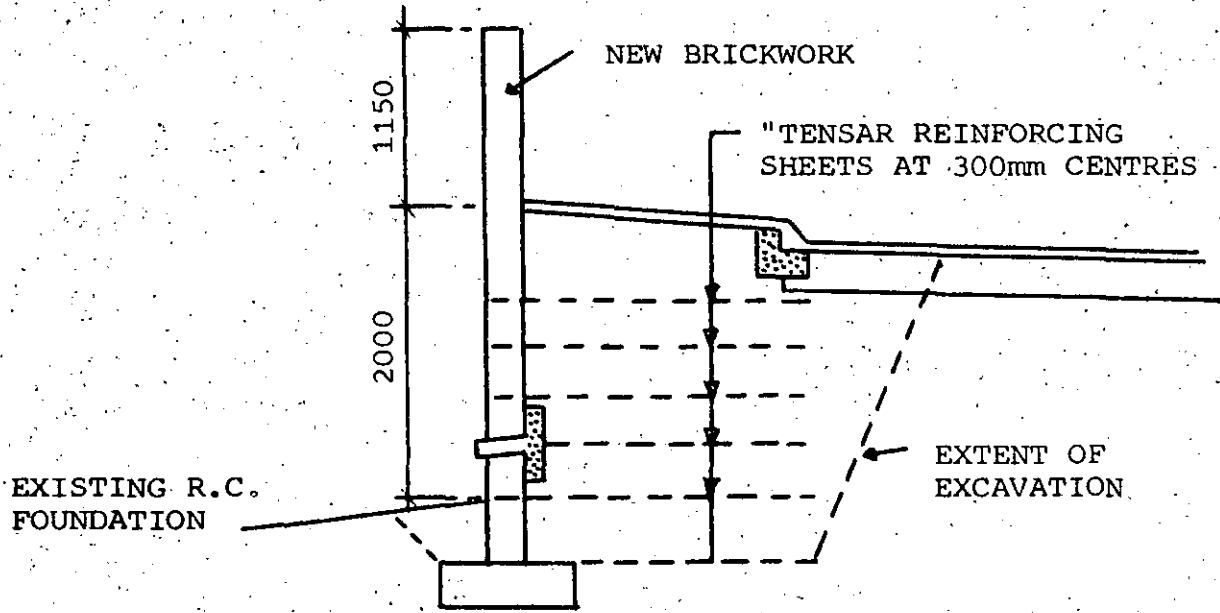
# Tensor brick faced reinforced oil retaining wall

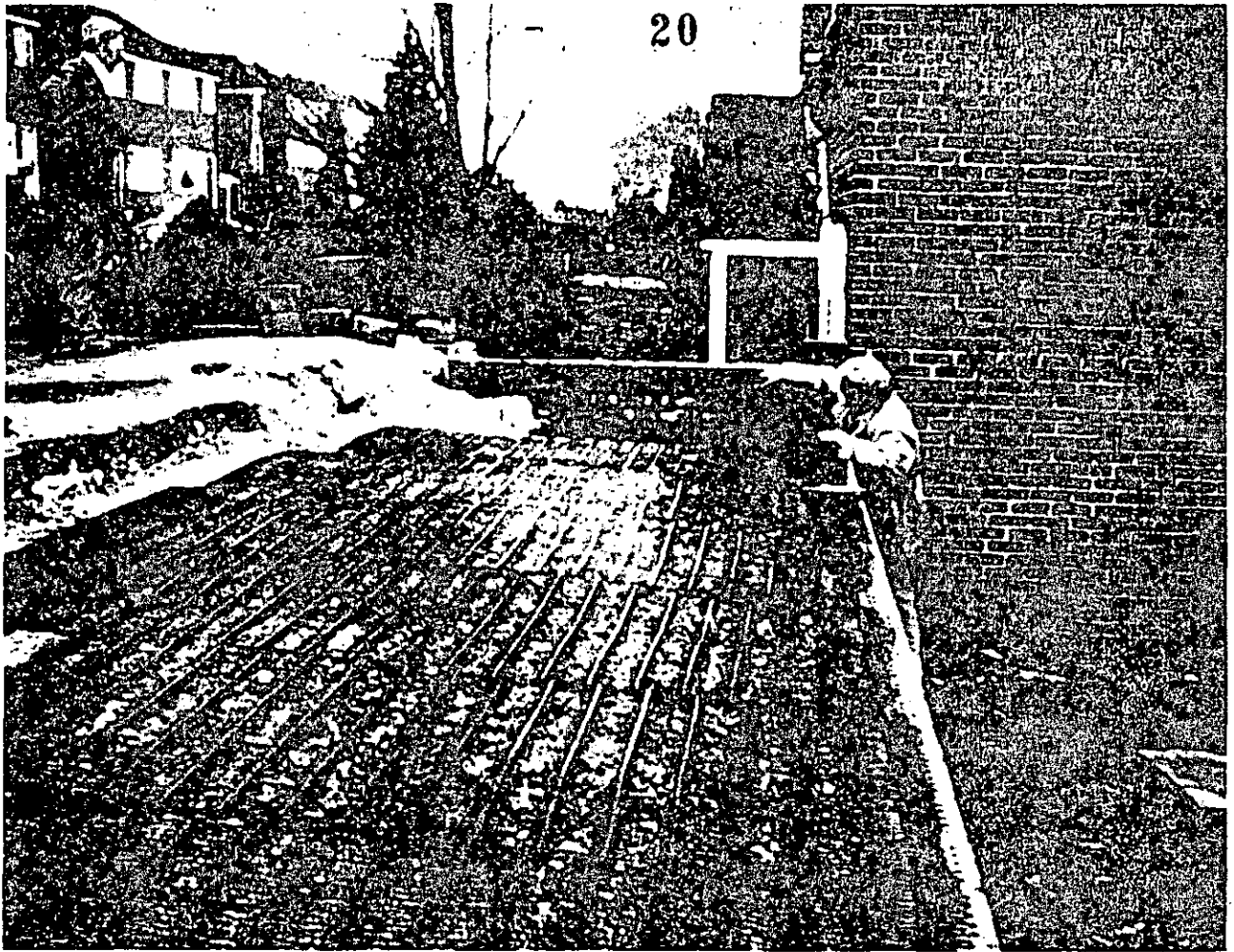


Compacted fill  
Tensor Geogrid  
reinforcement

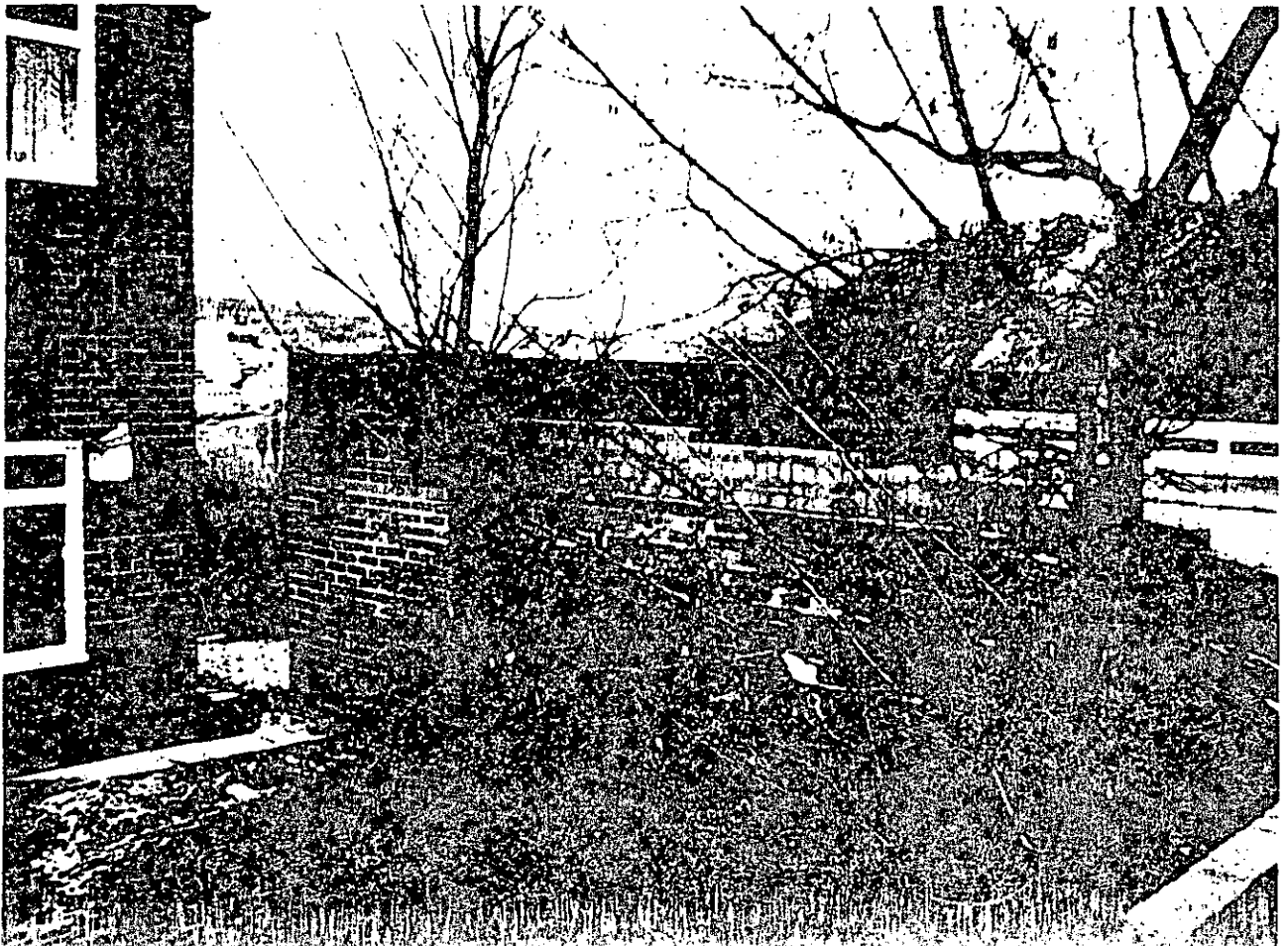
Geogrids cemented  
through brick faces to  
act as ties.







Photograph 3



**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

21

**NETLON**

---

PROJECT: COASTAL PROTECTION

DATE:

---

CLIENT: MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD  
LOOE - CORNWALL

---

SPECIFIER: REX FLACK, LISANDRA HOUSE  
FORE STREET, LOOE, CORNWALL

---

CONTRACTOR: R. M. DOUGLAS CONSTRUCTION LTD  
138 HED-Y-GAS, CWMBURLA, SWANSEA

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON GABIONS CONSTRUCTED  
FROM CE151

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR. WEST  
MILLENDREATH HOLIDAY VILLAGE LTD

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Millendreath Holiday Village is situated on a relatively narrow strip of land on the Cornish coast in the vicinity of Looe. In order to make optimum use of the available land, it was necessary to make up the slope down to the water and to install a retaining wall to a height of 4m affording protection against the scouring effects of severe wave attack as the soil in this area is predominantly sand. (See Photograph 1).

DESIGN PHILOSOPHY

The problems were of providing -

- a) Earth retention
- b) Scour resistance
- c) A system of absorbing wave energy without reflecting the waves

/cont

The solution -

A stepped retaining wall constructed of stone filled gabions designed to

- a) Satisfy the wall construction theory
- b) Provide a sufficient permeable mass of stone with sufficiently rough surfaces
- c) Ensure that the 'batter' of the stepped gabion wall would be sufficient to absorb wave run-up and minimise overtopping.

Gabions constructed from Netlon CE131 grids were selected because they offer

- a) The complete corrosion resistance of high density polyethylene from which Netlon CE151 is produced
- b) Flexibility, which allows settling and adaptation to the contours of the base and the adjacent cliff
- c) Sufficient flexing in the face of wave attack without deterioration
- d) Competitive prices compared with plastic coated steel mesh gabions

#### CONSTRUCTION

The ground in front of the Village was levelled and the lowest tier of the 2m Netlon gabions was erected by joining individual units using a 400 kilo breaking strength braided high density polyethylene cord.

Filling of the gabions was achieved, mainly, by mechanical means using a Massey Ferguson tracked hydraulic backacter equipped with a 1m wide shovel. By positioning the shovel at the top and the rear of the gabion and elevating the back of the shovel, it was possible to fill accurately and with minimal top-up by hand. The gabions were internally cross-tensioned at 330mm and 660mm high levels. (See Photograph 2).

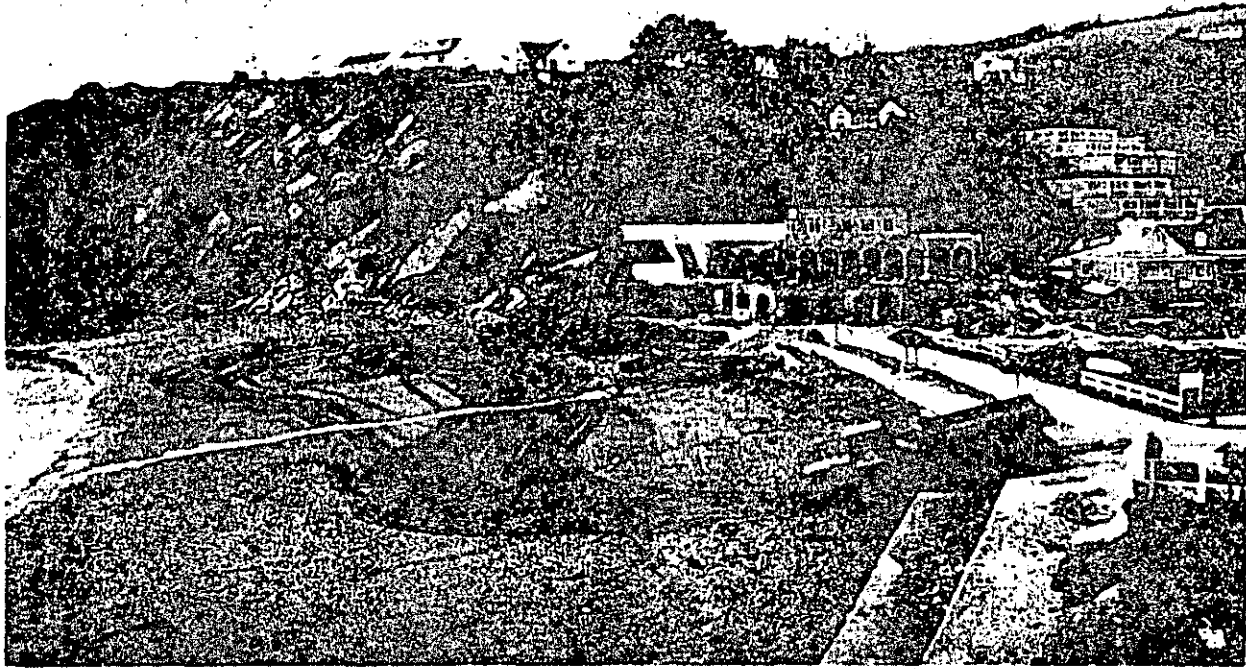
A similar procedure was used for the second and third tiers.

#### OBSERVATIONS

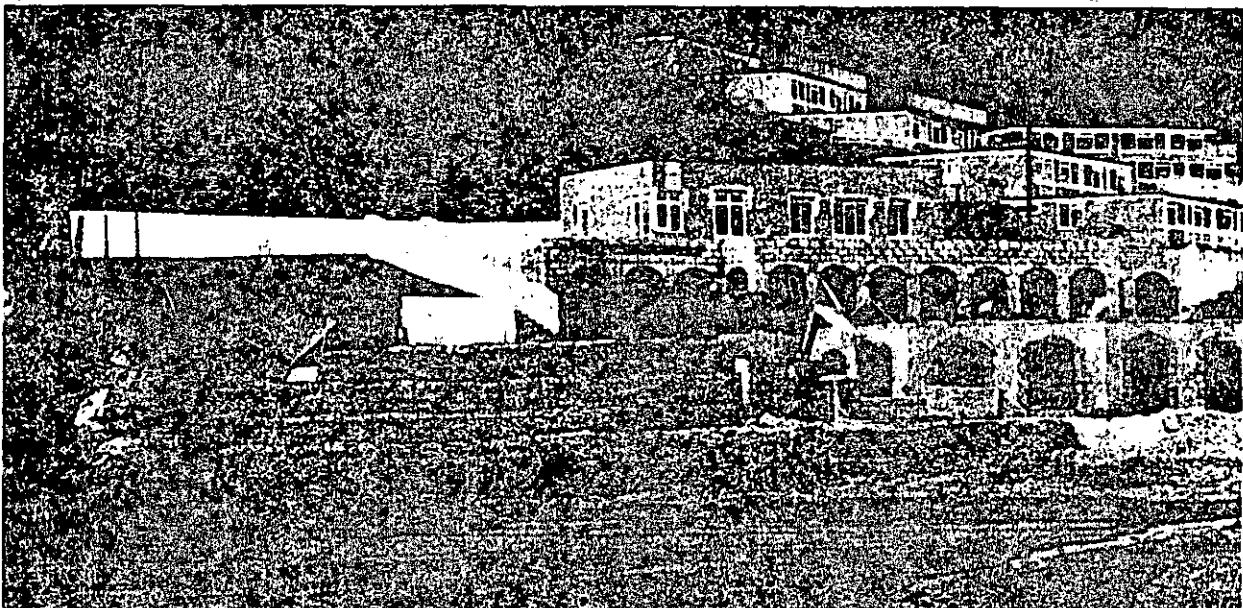
1. Netlon CE151 gabions have since been superseded by Tensar sided gabions which offer superior strength
2. The installation has withstood the effects of the 1980 Spring Tide without damage occurring.

CONCLUSIONS

1. The Netlon polymer based gabion represents an important advance in coastal engineering work.
2. A track mounted hydraulic backacter fitted with a 0.5m to 1m shovel, and using a skilled operator, provides a highly efficient method of filling Netlon gabions.



Photograph 1





**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

25

**NETLON**

PROJECT:

PROTECTION OF FACES & SLOPES

DATE: APRIL '79

CLIENT:

AVON COUNTY COUNCIL

SPECIFIER:

MANDER RAIKES & MARSHALL

CONTRACTOR:

NOTT BRODIE

PRODUCT EMPLOYED:

CE121 & CE152

ACKNOWLEDGEMENTS:

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Following inspections of certain rock faces overlooking the A4 trunk road which passes through the Avon Gorge at Bristol, the dangerous nature of parts of these faces and slopes was brought to the attention of the Avon County Council. As a result the road was closed from February 1977 when remedial work began, terminating in April 1979 (see Photographs 1 & 2).

In addition to its importance as a route for the A4, known locally as Portway, the Gorge is an area of great natural beauty and provides a natural habitat for very rare plant species. In this respect the area is perhaps unique in Great Britain.

When preparing their proposals for the project, the consultants, Mander Raikes & Marshall, gave careful consideration to the choice of materials to be used on the face, in order that the visual appeal and the unique habitat should remain unimpaired. For this and other reasons, Netlon was selected to provide an unobtrusive stabilisation mesh to help contain rock falls (CE152) and prevent soil erosion (CE121).

/cont

Netlon CE152 and CE121 proved to be sufficiently strong, yet flexible enough to conform to the sharp angles (see Photograph 3) and hollows remaining after the very loose rock and a number of overhangs had been removed. Apart from the more obvious benefits, Netlon afforded protection from rain water run-off to seeds and seedlings. It has also retained soil, reduced weathering and protected both roots and rock face from frost damage. When the vegetation cover is fully developed it will also reinforce the root mat and the support plants.

Two different methods of top fixing were used. In areas where there was sufficient soil, the mesh was buried in a trench about 0.5m deep. In other more rocky areas, wooden posts of 100mm square section were driven into the cliff top at 1 metre centres. The mesh was holed at suitable intervals and fitted over the posts (see Photograph 4). Additional fixing was provided by plastic coated steel wire threaded through the mesh and bound to the posts.

Similar wire was also used to link the mesh lengths at the overlaps. In all sections, intermediate fixings to the vertical part of the face were of 450mm x 25mm diameter galvanised rock bolts and 75mm heavy square washers.

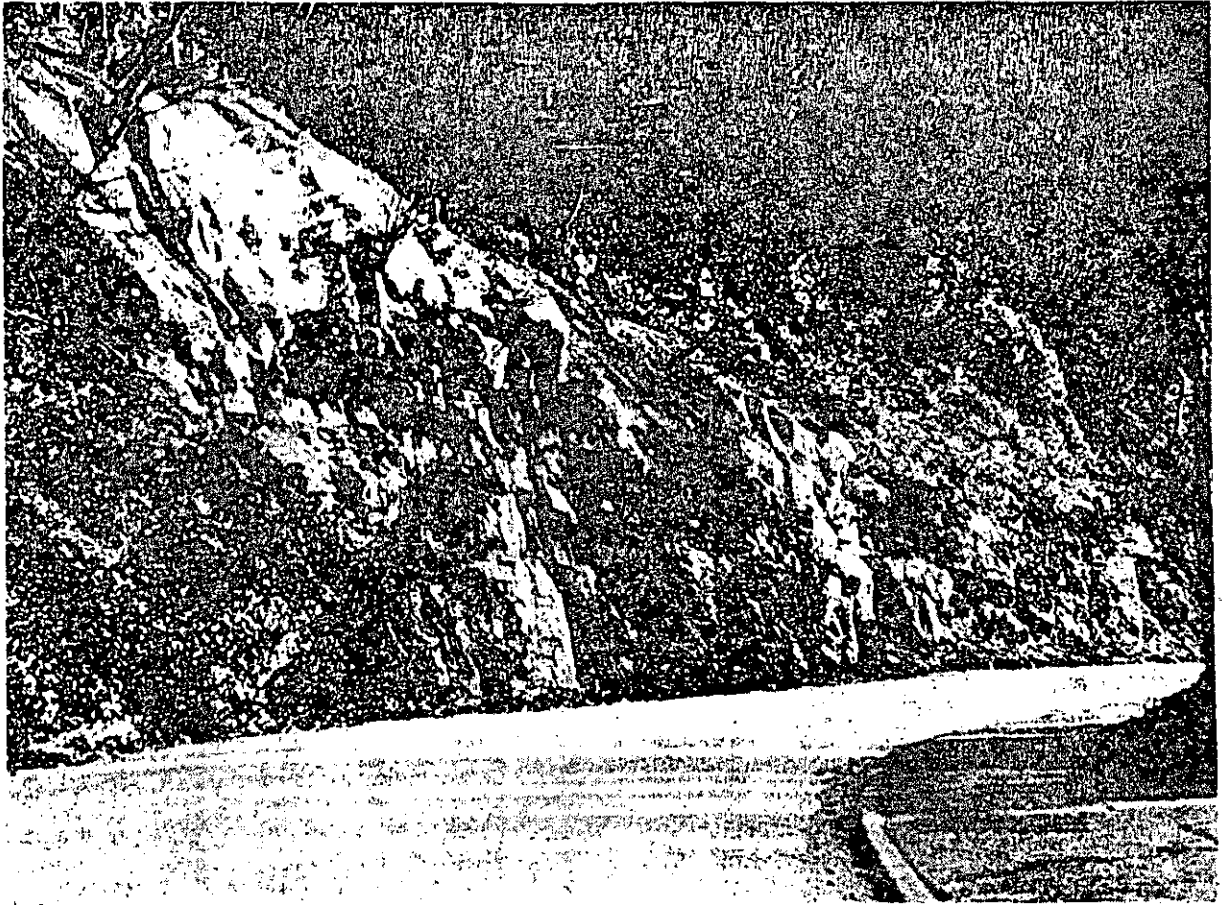
Minimal labour was required due to the lightweight nature of the Netlon mesh and it was considered much safer to work with than other mesh types - an important consideration where dangerous cliff faces are involved.

The part played by Netlon in the Avon Gorge project illustrates its effectiveness in providing long-term solutions to erosion and instability of rock faces.

Tests have indicated that the development of vegetation would enhance the durability of Netlon in such environments, as this would exclude the harmful ultra-violet light (see Photograph 5).

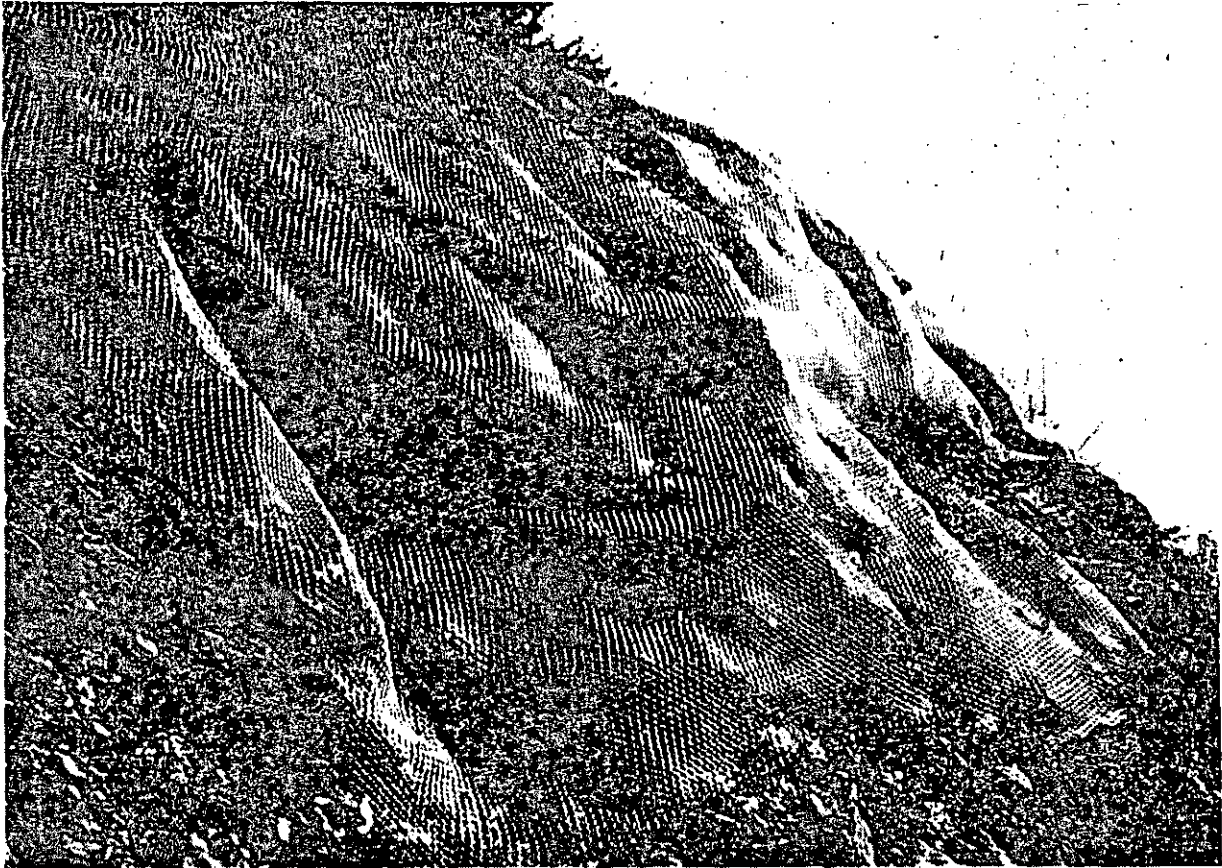
In areas of total exposure to sunlight, the inclusion of UV absorbers is sufficient to combat these adverse effects.

By February 1979 a large proportion of the Netlon was already obscured by new growth at Avon Gorge.

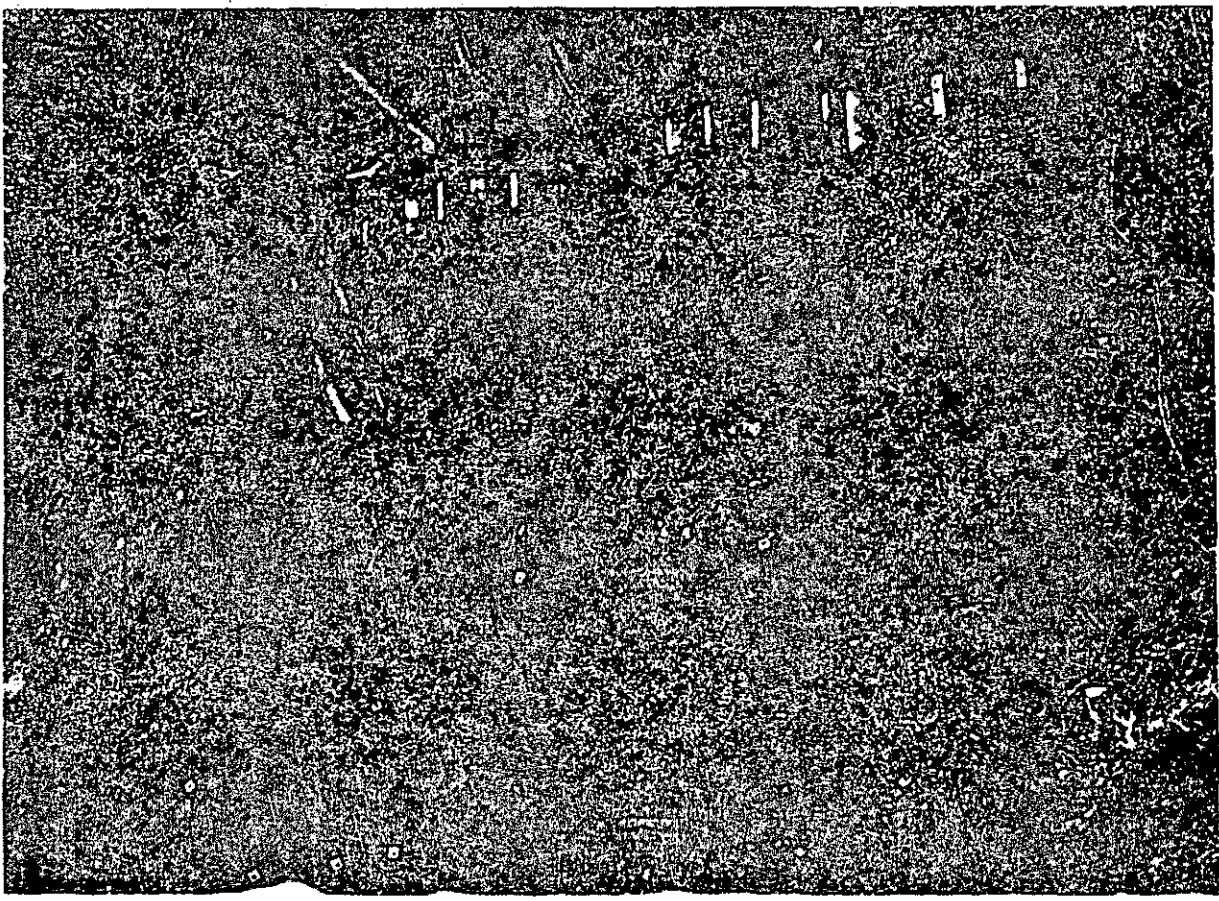


Photograph 1





Photograph 3





Photograph 5

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
A CASE STUDY**

30

**NETLON**

PROJECT:

CONSTRUCTION OF FACTORY FOUNDATIONS  
ON A FLOOD PLAIN AT TODMORDEN

DATE: NOV '75

CLIENT:

HEATHERDALE FABRICS LTD,  
DERDALE MILL, TODMORDEN

SPECIFIER:

THE BIRKETT STEVENS COLMAN PARTNERSHIP,  
BRAMHOPE, LEEDS

CONTRACTOR:

WILLIAM MALLINSON (YORKSHIRE) LTD  
HUDDERSFIELD

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE121 GEOGRIDS

ACKNOWLEDGEMENTS:

ABBEY HANSON ROWE & PARTNERS  
HUDDERSFIELD

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Boreholes at the site (See Photograph 1) on a flood plane between the River Calder and the Rochdale Canal, revealed that in general, a 2m thick layer of ash fill covered 4m of silt which overlaid a mixture of firm clay, sand and gravel.

Initially, vibro-compaction of the ash and silt was considered as a way of avoiding settlement of the ground slabs that were to be used. This was ruled out due to expense and a second, lower cost alternative of vibro-compacting the 2m layer of ash, was eliminated, as trial pits indicated that this layer was not consistent over the site.

Netlon Geogrids were employed to eliminate local settlement and reduce general settlement by improved load distribution.

/cont

CONSTRUCTION

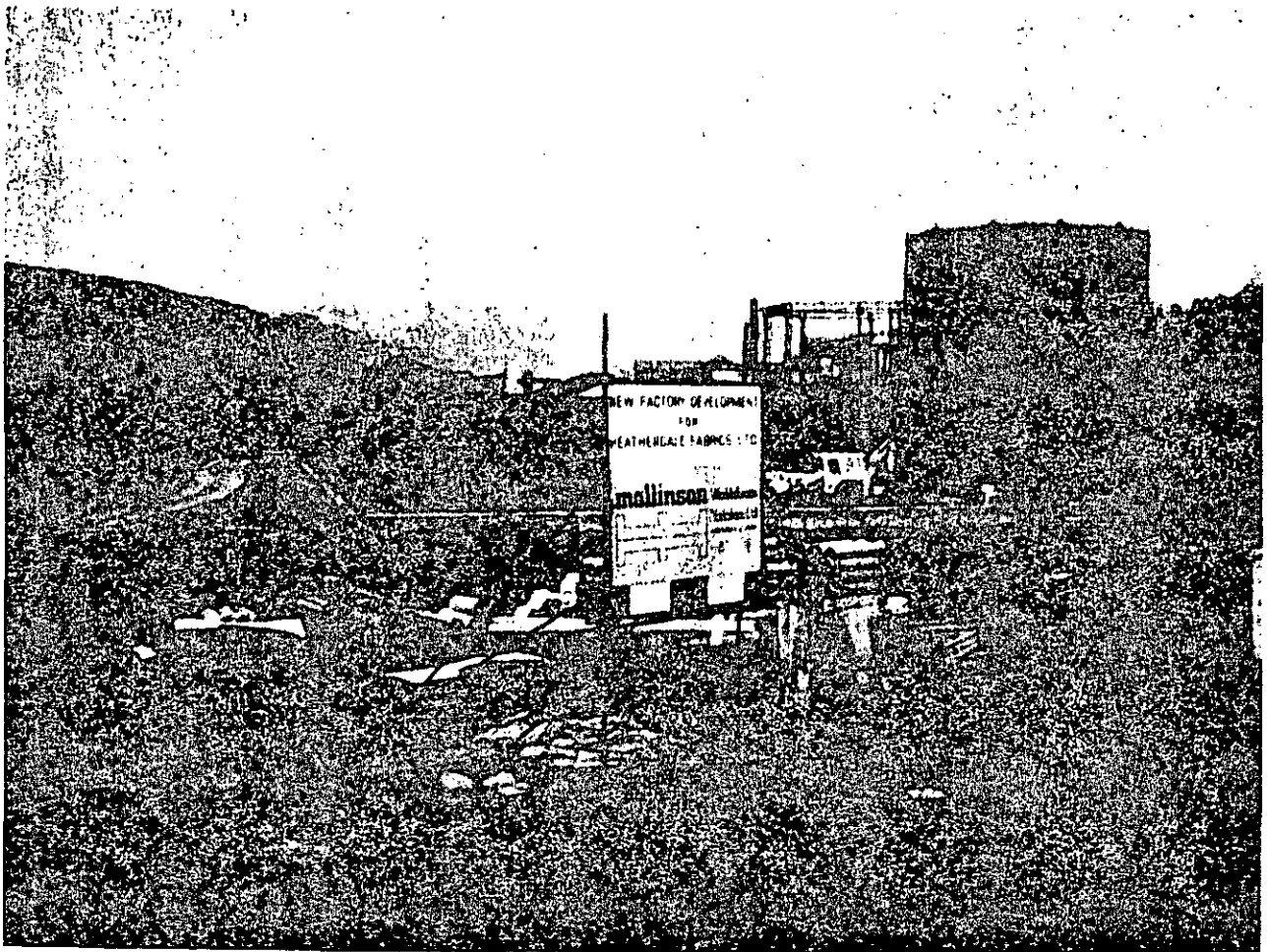
Ground slabs, produced by the "long-bay casting" method, 175mm and 150mm thick, reinforced with A252 mesh, were laid over a 600mm thick bed of compacted hardcore with Netlon CE121 Geogrids below (See Photograph 2). Construction joints in the slab were positioned so as to allow articulation between the edge and tie beams so that settlement could be accommodated.

Having completed the stable foundations, a mill was erected consisting of a single storey, two bay, steel portal frame (56m x 66m) with a two storey, two bay, steel framed office block (12m x 24m).

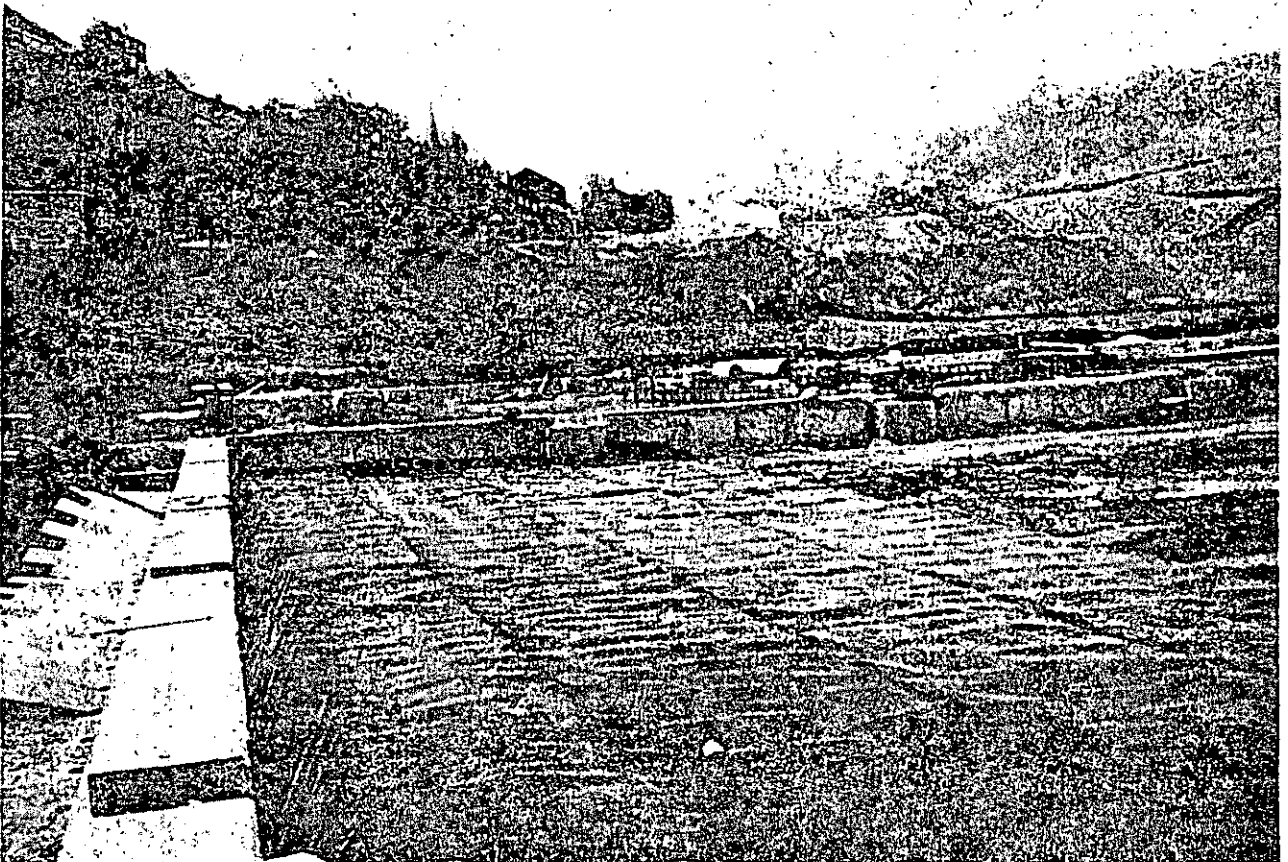
This design handled the vertical loads by utilising driven cast in-situ piles with average lengths of 11m. Horizontal thrusts would be distributed by r.c. edge beams between a system of transverse tie beams below the floor slab.

Finally, a power float finish was applied to the ground slabs after cladding of the structure had been completed.





Photograph 1





# Specification data for Netlon civil engineering products



Specification data	CE 111	CE 121	CE 131	CE 151	CE 152	CE 153
Form	Sheet	Sheet	Sheet	Layflat tube	Sheet	Sheet – mattresses
<b>Dimensions</b>						
Width	2 m	2 m	2 m	1 m layflat	2 m	1 m (1 m mattress)
Length	30 m	30 m	30 m	5 m	30 m	6 m
Mesh aperture size	8 x 6 mm	8 x 6 mm	27 x 27 mm	74 x 74 mm	74 x 74 mm	60 x 60 mm
Mesh thickness	2.9 mm	3.3 mm	5.2 mm	5.9 mm	5.9 mm	5.9 mm
Structural weight	425 g/m <sup>2</sup>	730 g/m <sup>2</sup>	660 g/m <sup>2</sup>	1100 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>
Colour	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Polymer	LD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene	HD polyethylene
<b>Mechanical properties</b>						
Tensile strength Max load kN/m	2.00	7.68	5.80	9.64 (double layer)	4.82	4.82
Extension at max load	41%	20.2%	16.5%	23.2%	23.2%	23.2%
Load at 10% extension kN/m	1.32	6.8	5.20	7.86	3.83	3.83
Elongation at $\frac{1}{2}$ peak strength %	6.1	3.2	3.7	4.4	4.4	4.4
* Flexural strength at maximum strain DIN 53452 MN/m <sup>2</sup>	n/a	35	35	35	35	35
* Shore hardness D DIN 53505	n/a	67	67	67	67	67
* Vicat softening point DIN 53460 °C	102	127	127	127	127	127
* Impact strength (notched Charpy) DIN 53453 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
* Tensile impact strength DIN 53448 kJ/m <sup>2</sup>	n/a	400	400	400	400	400
* Abrasion resistance DIN 53754E (Taber) mm <sup>3</sup> /100 revs	n/a	10	10	10	10	10

\* Tests conducted on raw material

# Environmental behaviour

## Chemical Composition

Netlon Civil Engineering nets are made from high density polyethylene with the exception of CE 111, which is made from low density polyethylene.

## Chemical Resistance

Alkali resistant to all naturally occurring soil alkalis.

Acid resistant to all naturally occurring soil acids (ie to < pH 2).

Netlon has excellent resistance to all chemical attack.

## Biological Resistance

Resistant to attack by bacteria, fungi etc.

Not attractive to rats or termites.

## Temperature Stability

Netlon is stable over a temperature range of -60°C to + 100°C but with strength reduced at elevated temperatures — for long periods.

## Resistance to Sunlight

Netlon products which are designed to be used in conditions where they are subject to prolonged exposure to sunlight — contain 2½% finely divided carbon black.

In temperate climates a life of over 15 years without loss of more than 20% of the products strength may be expected.

Ground restraint products contain sufficient carbon black to protect the Netlon in outdoor storage and prior to use. — even in areas subject to high UV radiation.

Netlon gabions have been used for sea protection work for periods of over ten years without any sign of deterioration.



**Netlon Limited**

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

Telephone 0254 62431 Telex 63313

# Applications

## CE 111

Separator. To prevent buried objects rising to the surface. Suitable for sports and recreation amenities and landscape areas to be created on reclaimed moorland, waste ground, refuse tips, industrial and opencast mining areas.

## CE 121

Ground stabilisation — Reclaimed soft ground for subsequent construction. A structure of high tensile, impact, static and dynamic load bearing characteristics. Suitable for initial access to ground of low load bearing capacity CBR below 5 for heavy plant, piling work and wherever it is necessary to improve, quickly and economically, weak sub-soils or bogland for road construction, or subsequent development of airports, industrial areas and other installations.

## CE 131

Road bed and general stabilisation. An open structure for use in sandy sub-soils. To prevent rock-fill punching through into the base and to act as a restraint layer, replacing or reducing conventional labour and materials and time consuming methods, in rigid or flexible road construction.

## CE151

Settle Gabions. Layflat tubular structure 1 m wide. Sold in 5 m lengths which can be placed into position by crane and can be filled mechanically by gravity feed — when placed on a 'strongback'. They are designed to settle into the contours of the ground in which they are placed.

## CE 152

General Restraint. This is the same structure as the gabion tubes but available in 2 m single width on 15 m rolls. For general applications such as large section groynes in river and coastal work, embankment and rock face retention, forestry and moorland temporary tracks for equipment on wheels, tracks or runners.

## CE 153

A square net structure with heavy strands along edges — used in the construction of gabions and mattress — and for use in waterway — coastal and slope protection.


Mattresses and gabions are sold in an assembled collapsed form in standard sizes:

6 m length x 1 m width x 17, 23 or 30 cms

2 m length x 1 m width x 50 cms

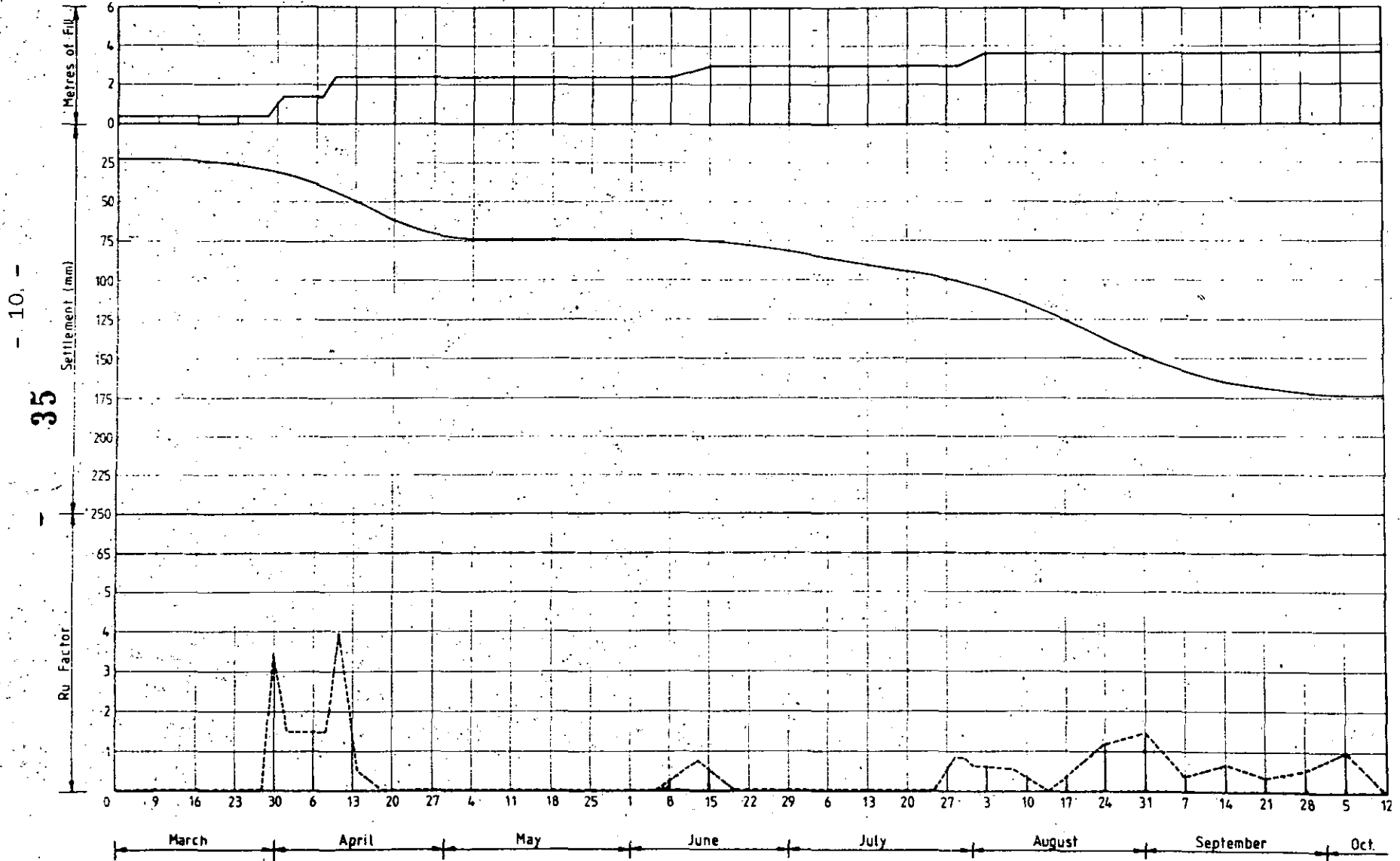
'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

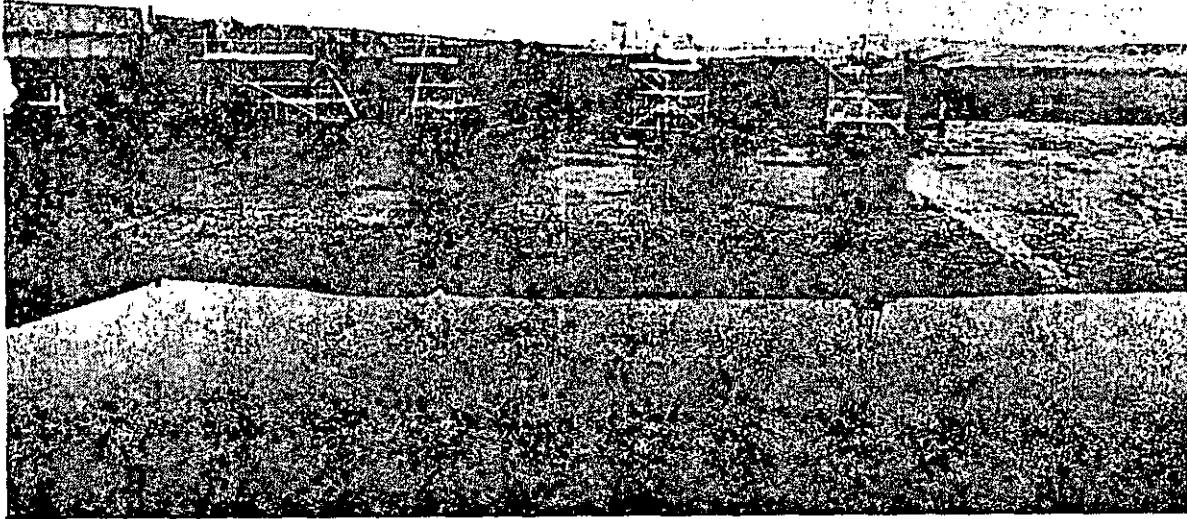
Designed and printed in England by  
Revell & George Limited Manchester M4 6JD

	
DEPARTMENT OF THE COUNTY SURVEYOR & ENGINEER	
A178 Greatham Creek Bridge Improvement	
G. M. W. Drabble County Surveyor Engineer	D

TOTAL SETTLEMENT BENEATH EMBANKMENT

317 INC 2

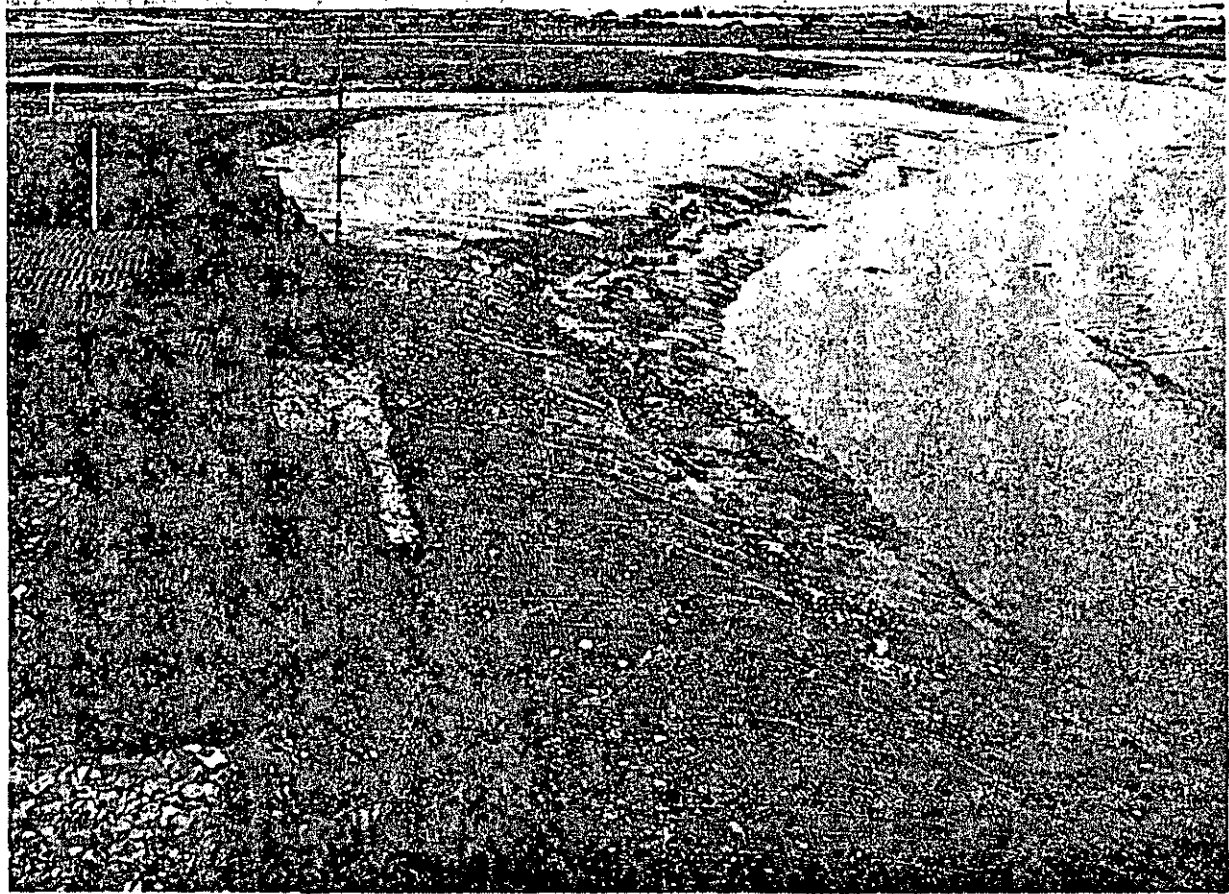




Photograph 6



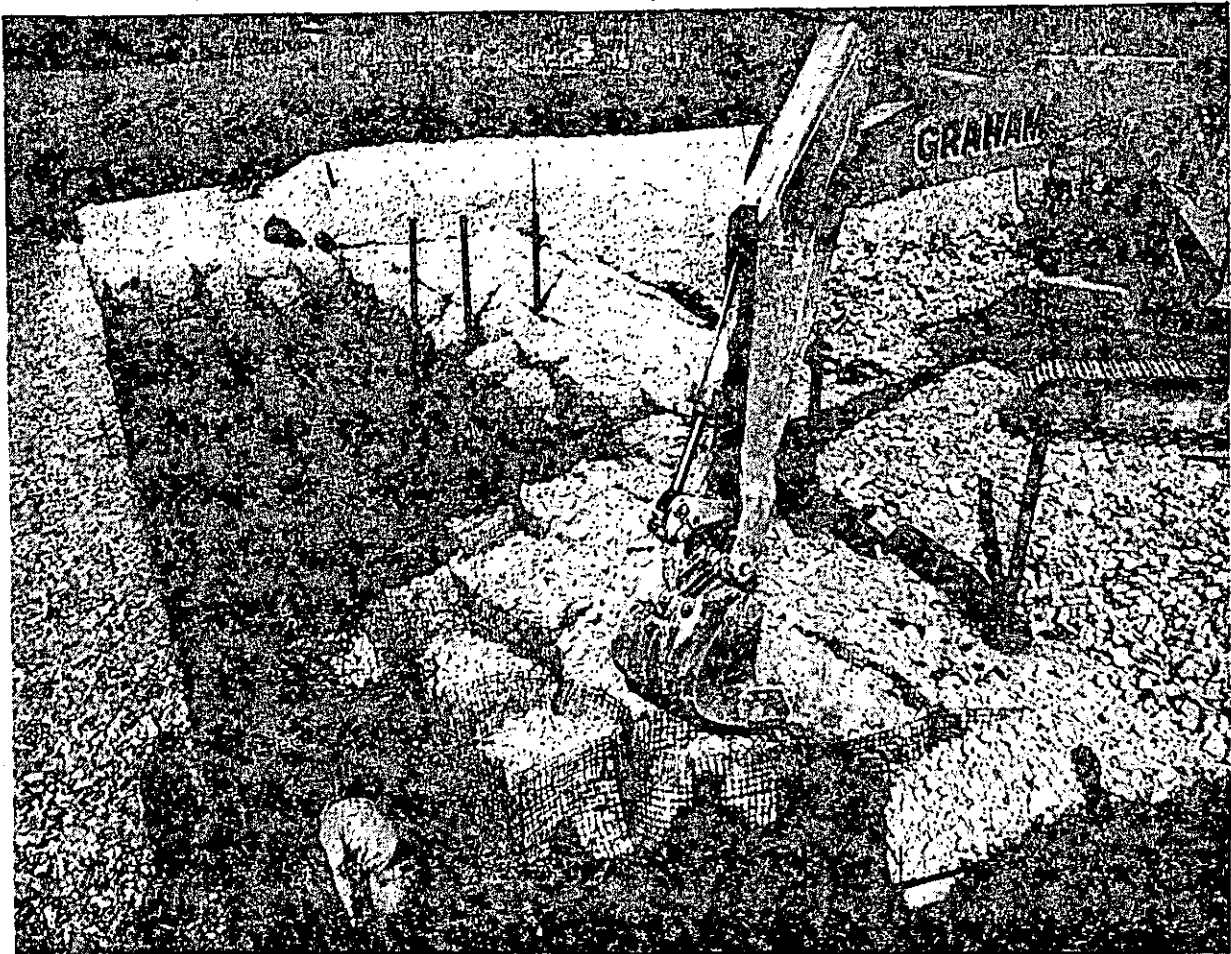
Photograph 7



Photograph 4



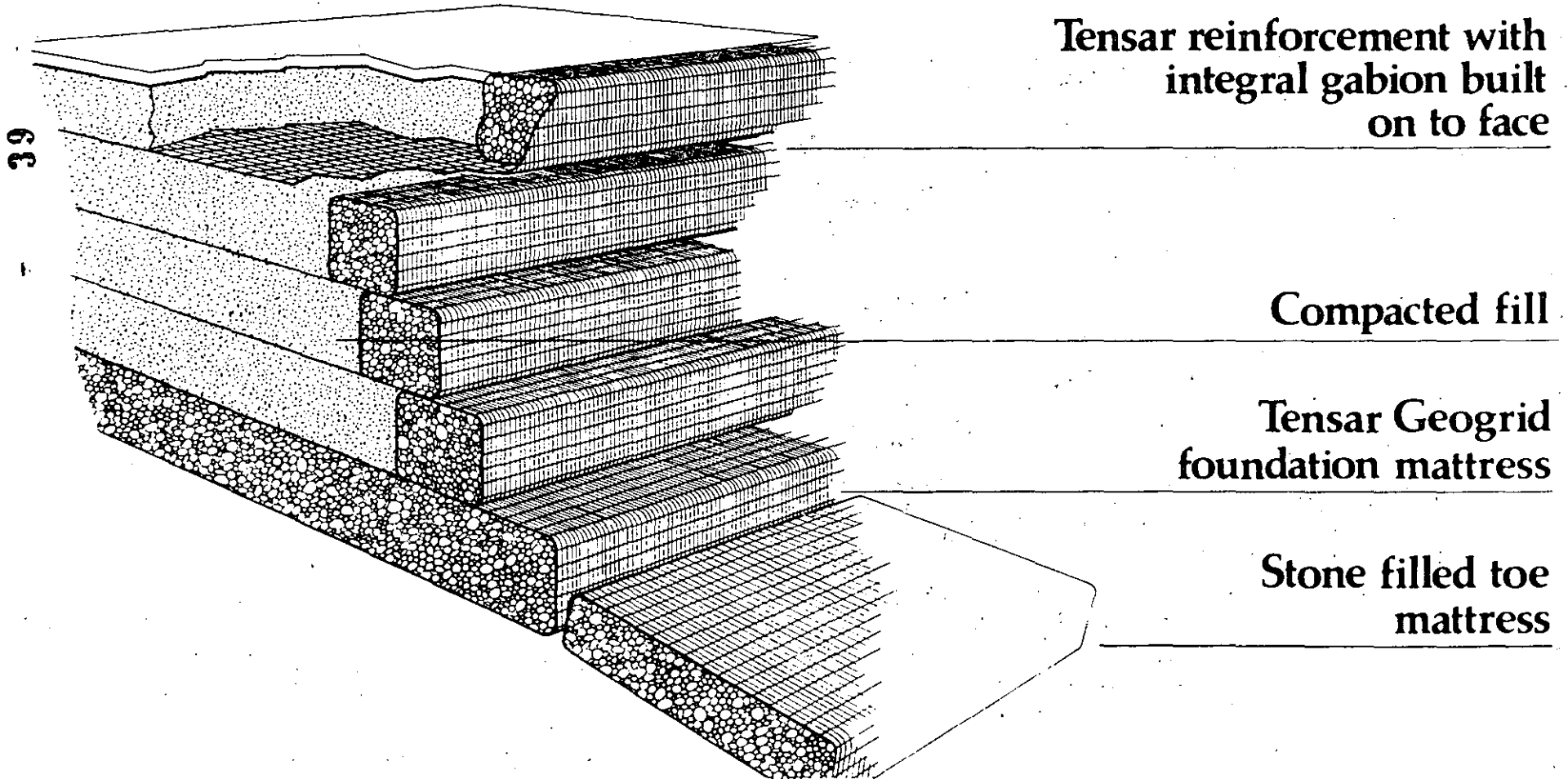




Photograph 2



# Gabion faced reinforced soil marine wall with foundation mattress & self regulating toe protection



Tensar reinforcement with  
integral gabion built  
on to face

Compacted fill

Tensar Geogrid  
foundation mattress

Stone filled toe  
mattress

3. Construction of steep slopes in marine environments with scour protection and construction access from one side - a reinforced soil retaining wall system constructed using facing units and reinforcement as one integral unit based on Tensar SR1 Geogrids.
4. Durable, corrosion resistant and flexible scour protection in marine environments - Netlon CE151 stone filled toe mattress with self-regulating adjustment to accommodate movement.

\*\*\*\*\*

GEOGRIDS PROVIDE THE CIVIL ENGINEER  
WITH COST-EFFECTIVE AND LONG TERM  
SOLUTIONS TO GEOTECHNICAL, COASTAL  
ENGINEERING AND WATERWAY PROBLEMS

\*\*\*\*\*

All design and construction under the  
direction of G M W Drabble B.Sc, Dip.T.P.,  
C.Eng, F.I.C.E., F.I.H.E.

PROJECT MANAGER	P Elwell, M.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
BRIDGE ENGINEER	J E Johnson, B.Sc, C.Eng, M.I.C.E.
RESIDENT ENGINEER	D J McGloin, B.Sc, C.Eng, M.I.Mun.E., M.I.H.E.
CONSTRUCTION ENGINEER	J L Lonsdale, C.Eng, M.I.Mun.E, M.I.H.E.



the legs, was more than sufficient (see Photograph 7).

Once the instruments were installed, the scaffolding was removed and a layer of 300mm of stone blinding was laid over the CE121 to provide the basis for the construction.

#### OBSERVATIONS.

1. Savings against the estimated cost of conventional reinforced wing walls were over £80,000. There was, however, some doubt about the feasibility of the other alternatives even though estimated costs were much higher.
2. The construction method was simple and straightforward, placing no reliance on specialist skills other than a high level of supervision and workmanship at certain stages such as filling of the gabions. Attention would be required to ensure the correct degree of compaction.
3. Mechanical filling was efficiently achieved using a tracked hydraulic backactor rather than a Drot, which was used at the early stages.
4. The 'tailed' gabions were supplied, as standard, in a prefabricated layflat format.
5. The slight tendency for the top tier of gabions to move forward could have been prevented by securing the top of the fourth tier into the earth mass.
6. The filling of the toe mattress on the weak silt of the embankment proved to be an easier task than was originally imagined.

#### CONCLUSIONS

The Greatham Creek Bridge Abutment and Wing Wall project highlights four major applications for Tensar and Netlon Geogrids.

1. The improvement of the load bearing characteristics of poor terrain such as estuarine silt - Netlon CE121 provided support for extensive scaffolding and enabled access.
2. The capacity to extend the zone of influence and distribute load intensities in embankment construction - Tensar SR1 foundation mattress.

42

N.B. Prior to final assembly on site, sections of the mattress were prefabricated at the County of Cleveland Workshops.

Filling was achieved by the use of a tracked hydraulic backactor utilising a 1m bucket (see Photograph 2), enabling the stone to be carefully placed in the mattress.

2. The toe mattress was laid on the bank and was filled using a hydraulic backactor operating with its tracks positioned on the foundation mattress (see Photograph 3).
3. The 70° and 45° slopes were achieved by the use of 'tailed' gabions which consisted of extended bases to conventional box-shaped gabions manufactured from Tensar SRL. The first tier of gabions was positioned above the face of the foundation mattress with the Tensar tails extending back over it. After filling with 150mm to 50mm carboniferous limestone, the gabion lids were closed and secured with pvc coated wire. An embankment, 1m high, was achieved by backfilling over the tails, providing a base for the second tier laid in a staggered formation to give a stepped effect (see Photograph 4).

The procedure was repeated until four successive tiers and levels of fill were placed (see Photograph 5).

Due to the compressible nature of the soils in the area under the embankments, a certain degree of movement was anticipated in both the horizontal and vertical directions, so it was considered essential that all such movements should be completed before the second phase of the project was started, i.e. the installation of piles to support the structure.

In order to monitor this, instrumentation valued at over £40,000 was installed, consisting of

- pneumatic piezometers to measure pore water pressure
- inclinometers to measure horizontal movement
- settlement gauges to measure vertical movement

#### INSTALLATION OF INSTRUMENTS

The majority of the instruments were located in bore holes; sunk, using portable drilling rigs, to depths indicated by earlier soil investigations.

A layer of CE121 was laid over the bank in order to gain access over the mobile silt and to provide support for the scaffolding (see Photograph 6). This innovation generated interest with the scaffolding erectors as the conventional procedure involves the use of the more expensive plywood. In this case CE121, in conjunction with the standard scaffold boards immediately below

However, none of these appeared to be as economical or as practical as the design that was adopted.

#### DESIGN PHILOSOPHY

The general equations used to establish the design are depicted in Netlon's booklet 'Designing with Tensar'\*, which employs equations based on classical soil mechanics' principles (pages 4/5 - foundation mattresses and pages 8/9 - gabion faced reinforced soil structure).

Calculations indicated that a semi-rigid base, constructed from a Tensar foundation mattress 1m thick, filled with stone, would extend the zone of influence and would effectively reduce the intensity of the applied load on the sub soil.

The design called for full loading of the embankment area to the rear of the abutment, prior to the piling operation taking place.

The use of the Tensar gabion reinforced soil retaining wall allowed a slope of 70° to be attained at the interface with the bridge, whilst the wing walls were designed in a similar manner to have a stepped slope with an effective gradient of 45°.

The stone filled gabion face provided a permeable and permanent structure, avoiding the inducement of forces caused by differential hydraulic heads (due to tidal movement) which would have otherwise occurred with a conventional reinforced concrete wall.

The design system is also sufficiently flexible to allow adjustment in the height of the embankment if settlement is less than anticipated.

The front toe of the South foundation mattress was protected, from scour, by a 300mm deep stone filled mattress constructed from Netlon CE153 as this grid's flexibility allows the mattress to rotate downwards, producing a self-regulating toe protector (see Photograph 1).

One of the major advantages with Netlon and Tensar grids is their inherent resistance to marine environments, as they are manufactured from high density polyethylene, a corrosion resistant polymer, which means longevity in marine constructions.

#### CONSTRUCTION

1. The foundation mattress was constructed using Tensar SR1 geogrids for the bottom and top, with Netlon CE153 sides and diaphragms to create 2m x 1m cells within the overall structure.

# CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

## A CASE STUDY

44

# NETLON

PROJECT: ADVANCE WORKS FOR BRIDGE ABUTMENTS AND  
WING WALLS WITH TOE PROTECTION AT  
GREATHAM CREEK ON THE A178

DATE: SUMMER '80

CLIENT:

COUNTY OF CLEVELAND

SPECIFIER:

COUNTY SURVEYOR & ENGINEER

CONTRACTOR:

COUNTY OF CLEVELAND  
DIRECT LABOUR CONSTRUCTION UNIT

PRODUCT EMPLOYED: CE121, TENSAR SR1 GEOGRIDS &  
NETLON MATTRESSES CONSTRUCTED  
FROM CE153

ACKNOWLEDGEMENTS: COUNTY OF CLEVELAND -  
SURVEYOR & ENGINEER'S  
DEPARTMENT (see Page 5)

CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1284

MEXICO 19, D. F.

APDO. POSTAL 60-349 Z. P. 19

Tels. 598-01-27 y 598-01-11

### DESCRIPTION OF PROJECT:

With the substantial volume of traffic on the A178 between Port Clarence and Hartlepool, coupled with the increase in the weight of unit loads, the corrosion taking place on the existing bridge at Greatham Creek (installed in 1914) necessitated the construction of a newer version.

The new bridge was sited alongside the existing one so that the road, at this section, could be straightened at the same time. Abutments and wing walls had to be placed on mobile estuarine silt and it had been noted that the deep water channel under the old bridge had been migrating from the North to the South side of the Creek, giving rise to a steep slope on the Southern bank.

Bore hole tests had indicated that the soils were soft to very soft, dark grey, very silty clay with traces of both black sand and organic matter present to depths of 7m.

A number of alternative constructions were considered, e.g.

- i) increasing the span of the bridge to clear the mud flats, and
- ii) sheet piling to enclose area of embankment
- iii) tipping stone on the silt to allow it to displace the silt, until finally stable

# Netlon in river and canal protection works

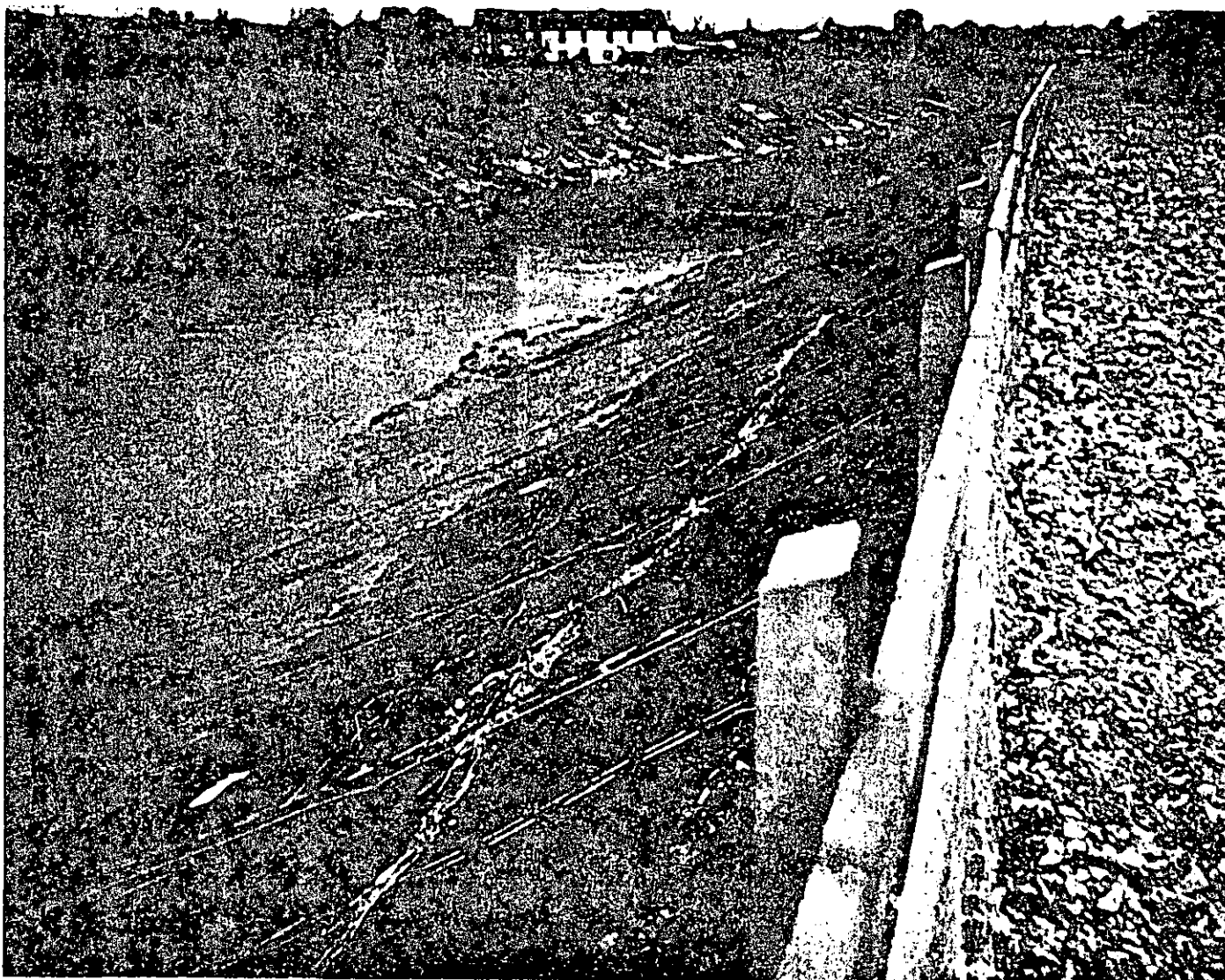
CONTROL DE EROSION, S. A.

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS 1384  
MEXICO 19, D. F.  
ATCO. POSTAL 60-549 Z. P. 18

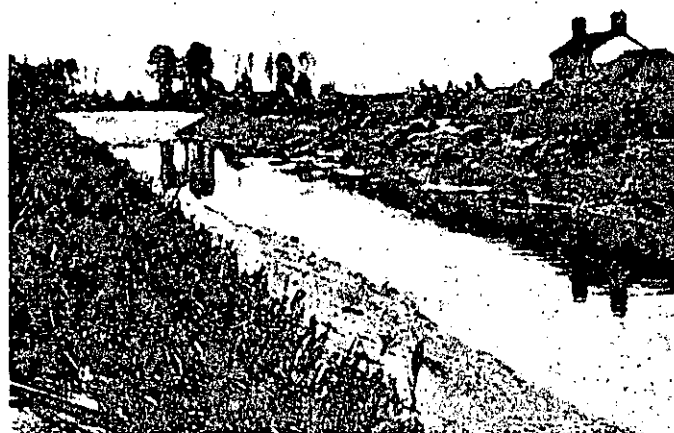
Tels. 598-01-27 y 598-01-11

**NETLON**

45



Netlon riverbank protection mat



# Gabions and mattresses

46

Lining of waterways to prevent scour has become a very costly exercise and therefore is required to be as permanent as possible.

Netlon have in the introduction of their mattresses and gabions, provided a cost saving and permanent solution.

The corrosion resistance of the high strength polyethylene mesh structure ensures that it far outlasts any conventional metal mesh.

Ease of handling and mechanical methods of filling, dramatically save installation costs.

Tubular gabions, manufactured from CE152 mesh are supplied in circular, square and rectangular forms (fig 1).

Long lengths of Netlon tubular gabions are mechanically filled by standing the tubes in a near-vertical position, and gravity-filling stones into the gabion tubes.

Where mechanical means are not available stones can be inserted through slits in the tube wall.

Netlon tubular gabions are supplied in Layflat form, 5 metres in length by a width of 1 metre with apertures of 74 x 74 mm.

## Tubular gabion mattresses

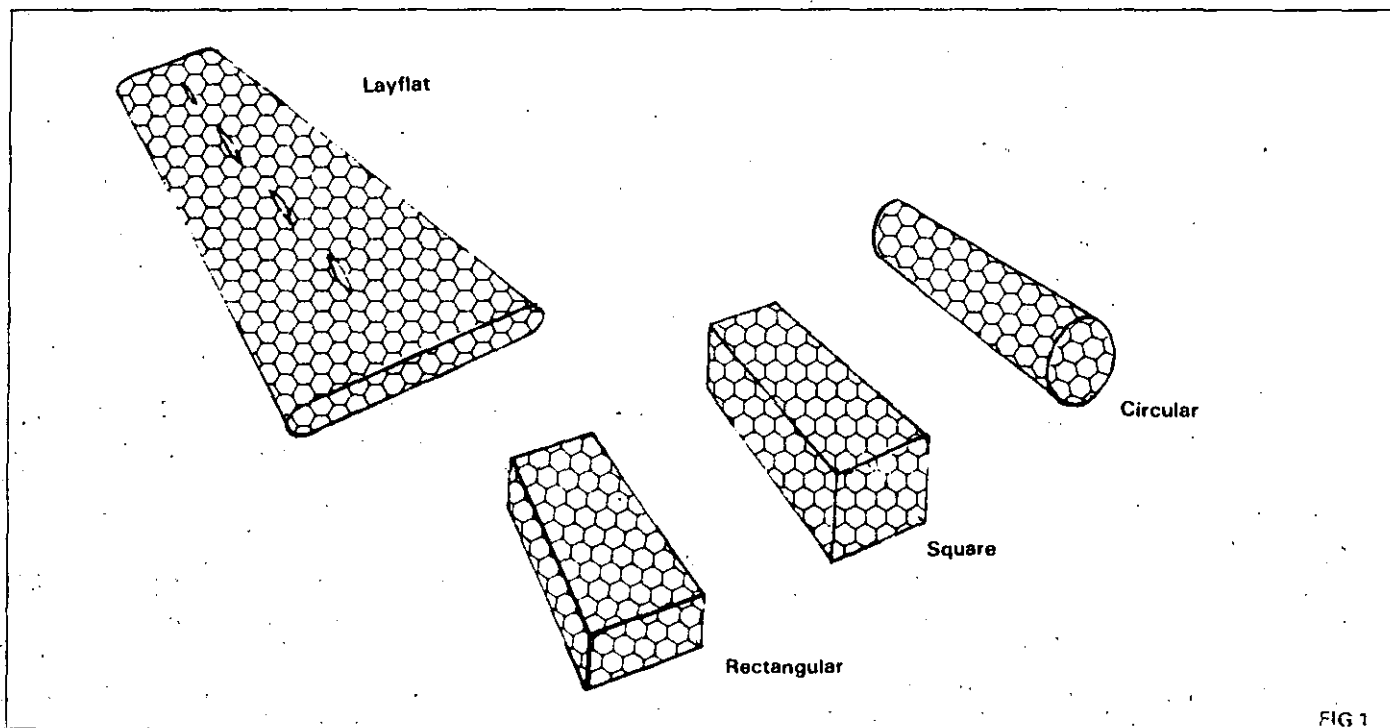


FIG 1

### Sizes available

Netlon mattresses are manufactured from CE153 structure and are available, up to 6 metres in length, with or without lids, in standard heights of 170 mm, 230 mm and 300 mm and a width of 1000 mm.

The aperture size of CE153 is 60 x 60 mm. Mattresses can be supplied as non-standard with the base made from mesh of aperture size 27 x 27 mm or 6 x 6 mm.

Netlon mattresses are supplied in collapsed form (figs 2 and 3) with compartment separators attached at 1 m spacings. Lids are supplied separately.

The CE153 structure is a heavy square mesh structure with thicker strands situated at 1 metre spacing, and along all edges of the mesh panels.

Erection of the mattresses on site, binding them together, and fastening on of lids is made easy because of the design of the square mesh panels 'framed' with thicker strands.

### Rectangular gabion – mattress unit

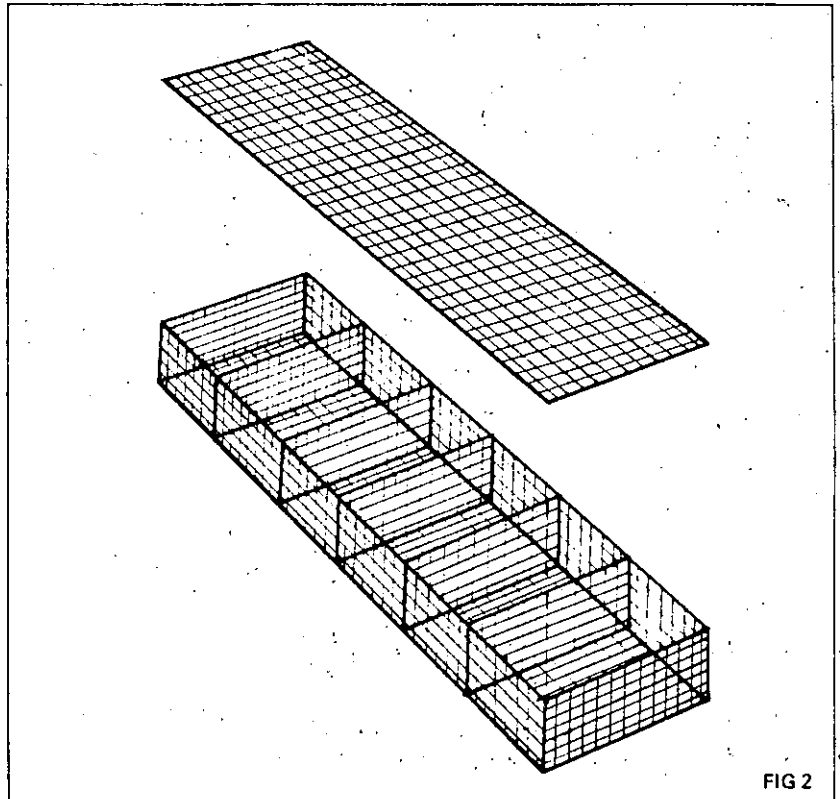


FIG 2

Overall size 6 m in length x 1 m wide and up to 300 mm depth

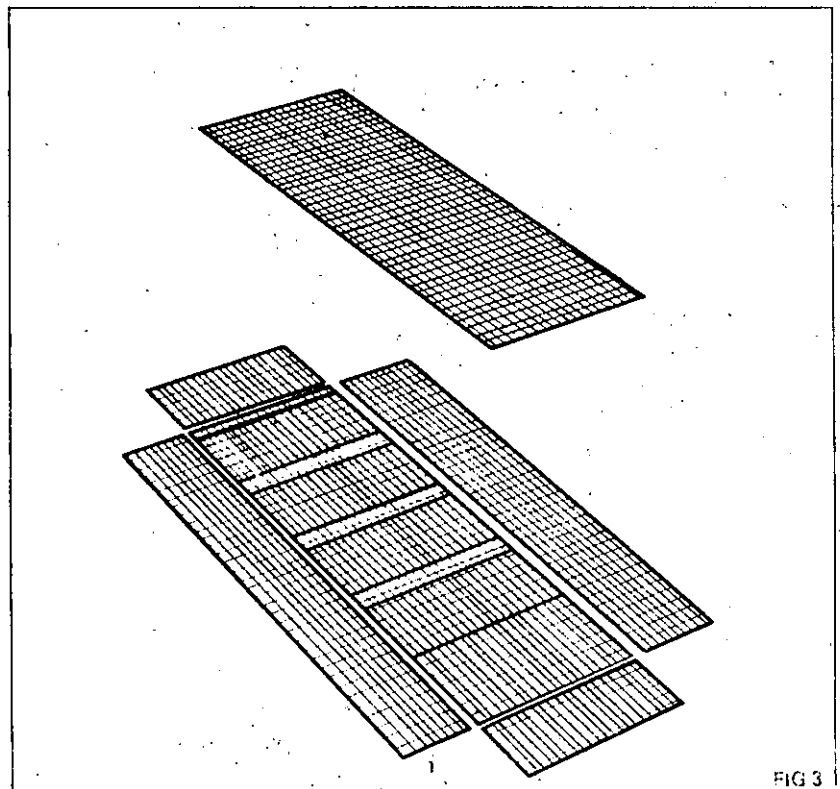


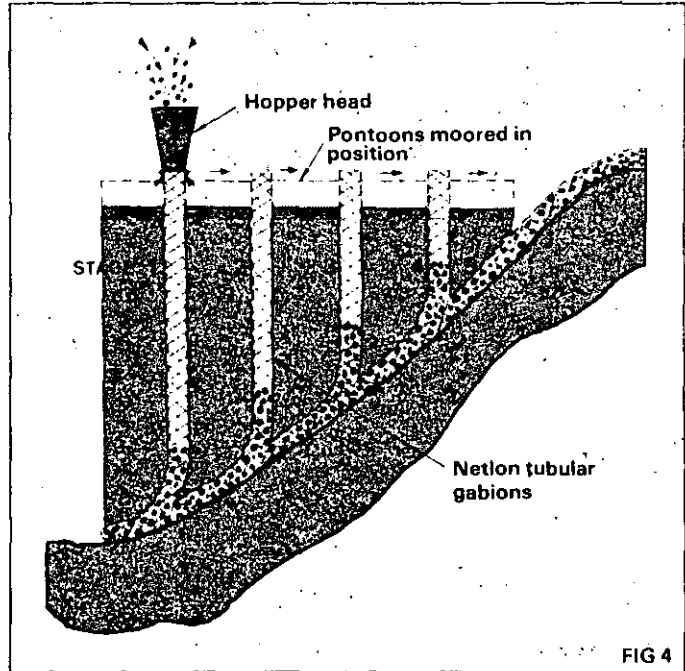
FIG 3

# Gabion protection works

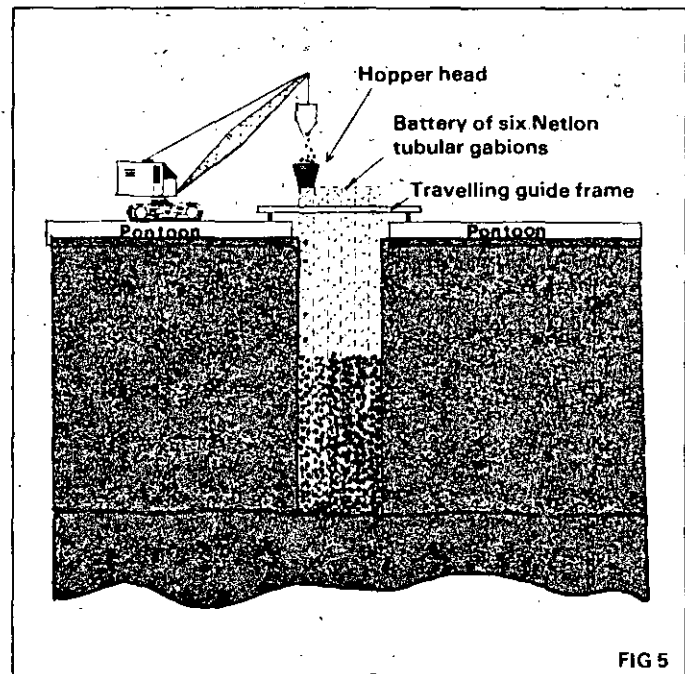
48

## Method of laying Netlon tubular gabions in deep water

Netlon tubular gabions approx 636 mm diameter, of any desired length, erected in batteries of 4, 6 or 8 units, are suspended from a travelling guide framework which spans between two pontoons or barges anchored in position. Broken stone is placed in the gabions initially to provide ballast to sink the gabions in position. The gabions are then filled, progressively, through a hopper head and the guide frame moved in stages as shown (figs 4 and 5) towards the bank to allow the stone filled sections of the gabions to settle in position on the river bed/bank surface. As each battery is filled and laid, the pontoons are repositioned and the procedure repeated.



Netlon gabions can be produced in any length, and can be joined on site to give a continuous unit. As the gabions are filled, additional lengths are added and the filled portion allowed to settle on to the bed/bank profile. Locating rings can be used to hold the gabion units firmly in position.





# Construction on shore

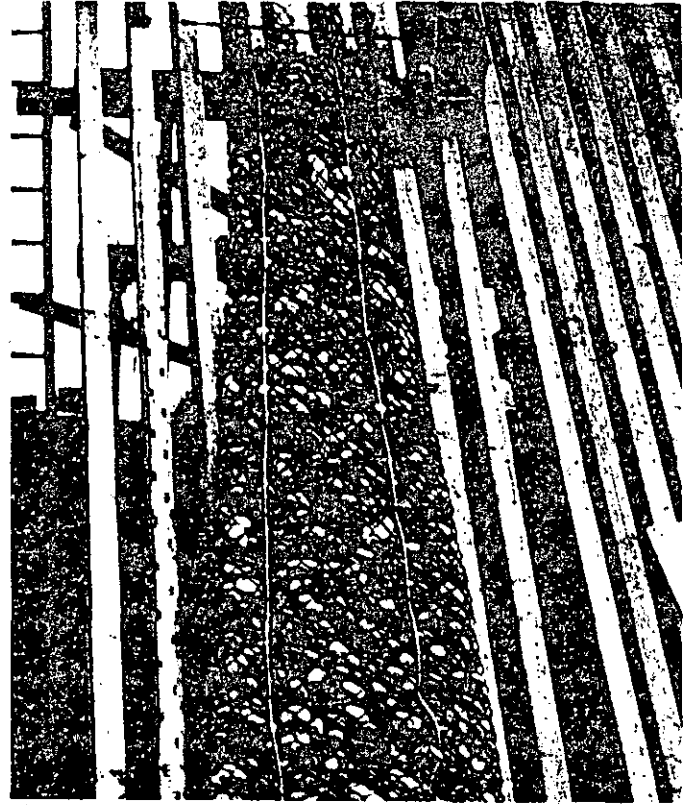
49

## Mechanized filling of Netlon tubular gabions

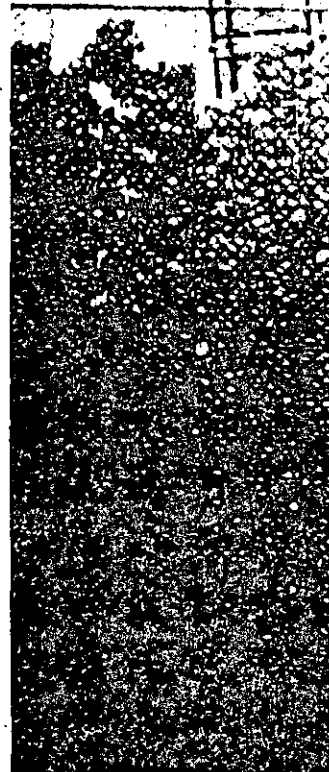
Tubular gabions are shown being filled while held against a sloping platform.



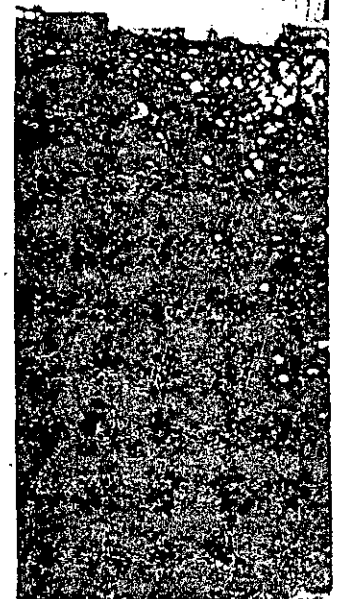
Filling — by means of a crane and bucket



Partly filled gabions



Filled tubular gabions being lifted into position



A battery of tubular gabions being installed

# River bed and bank protection

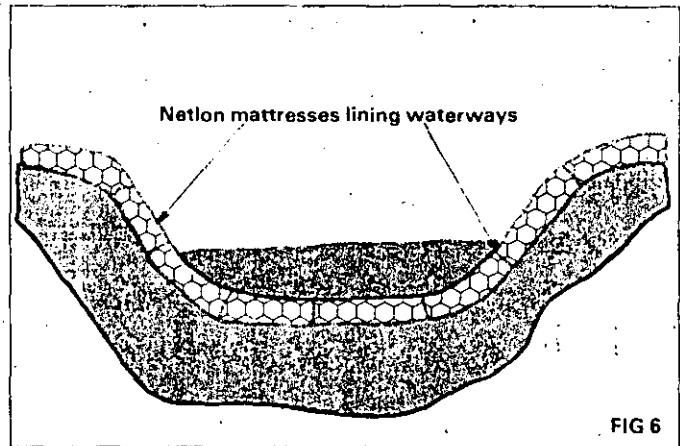
50

## Mattresses for river training works, slope and bed protection

Stone filled tubular gabions, in single or multi-unit form, can be constructed in continuous lengths to provide heavy duty protection against scour and erosion of navigable and fast flowing waterways.

Being flexible they follow the bank and bed profile (figs 6 and 8) and being of permeable construction they obviate the need for pressure relief.

They can be stone filled by mechanical means in situ, or prefilled and lifted into position.

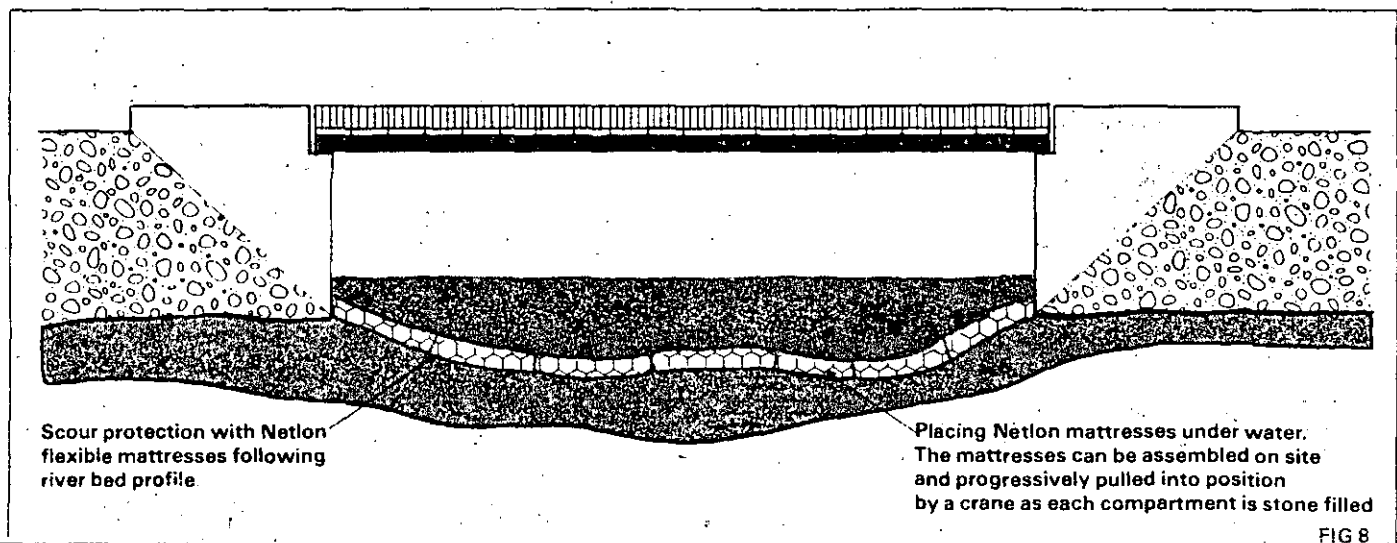
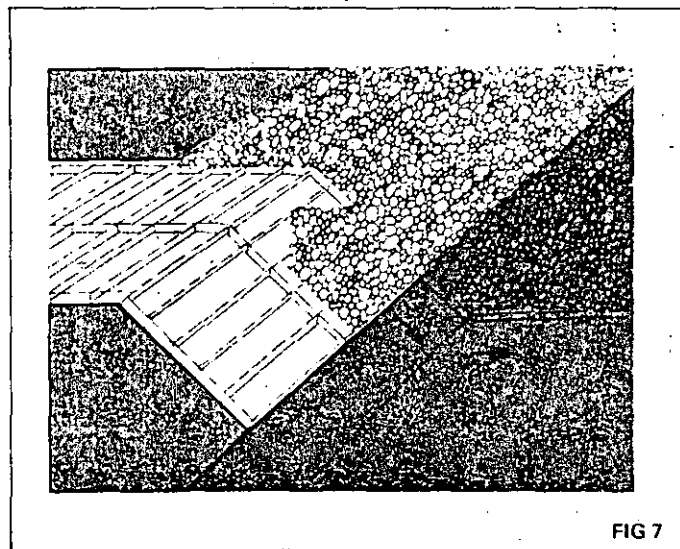


## Mattress installation

Rectangular mattresses of open construction provide a simple but effective lining for banks and shallow waterways where the greater depth and heavier protection of the tubular gabions is not required.

They can be stone filled by manual or mechanical means and lifted, or pulled, into position progressively as each compartment is filled and covered (fig 7).

Whilst providing protection against scour, their permeable construction does not prevent vegetation growth.



# Coast and bank erosion

51

## Linmat flexible mat on bank slope

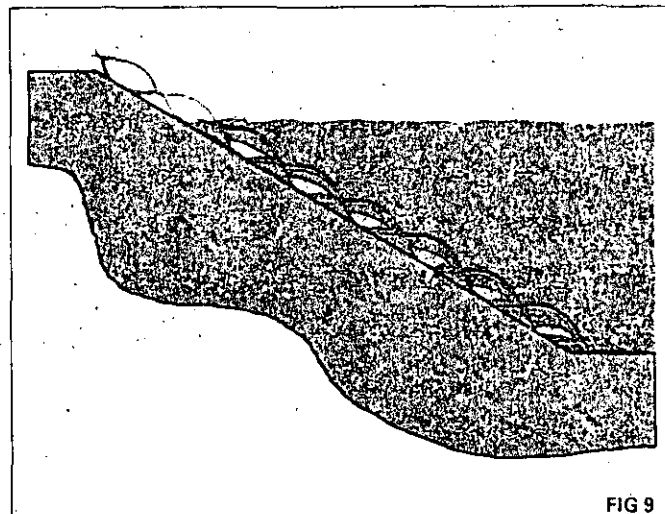
Linmat is a flexible mat system for controlling coast and bank erosion using Netlon tubing of oval profile.

It operates by creating an artificial boundary layer which slows the current to a speed at which scouring ceases and waterborne material is deposited.

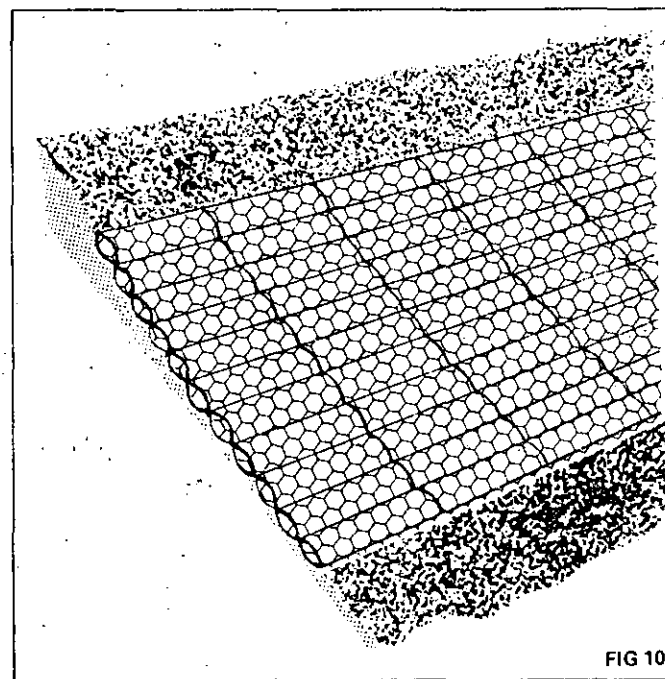
By this means the mat gradually fills to its overall depth with sand or silt. The upper surface mesh allows entry of the material in suspension, and also prevents deposited material from being washed away (figs 9 and 10).

If undercutting occurs the flexible mat settles to the new profile to protect the eroded area, and the process of siltation continues as before.

Because the mat follows the natural line of the coast, or bank, no spurious turbulence is created and the existing natural regime remains unaffected.



Progressive sand deposition



Installation of Linmat flexible mat on bank slope

# Access over waterlogged terrain

52

Access to areas where breaches have occurred in river banks, can prove difficult in the presence of large areas of alluvial plains and mud flats, particularly when these areas have to be traversed for transporting materials and carrying out remedial works.

Netlon ground retention matting laid directly over the silt performs two functions. It provides a stable platform enabling inspection work to be undertaken in safety, and also serves as a foundation for more permanent access ways, and for remedial work to river banks.

The light weight of Netlon mattress, gabions, Linmat etc are of major advantage in this type of remedial work because of the ease with which they can be transported to site, even over waterlogged terrain.

More permanent access ways can be constructed using a combination of Netlon matting and tubing.



Netlon ground retention matting being laid over silt



Netlon Limited

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn BB2 4PJ

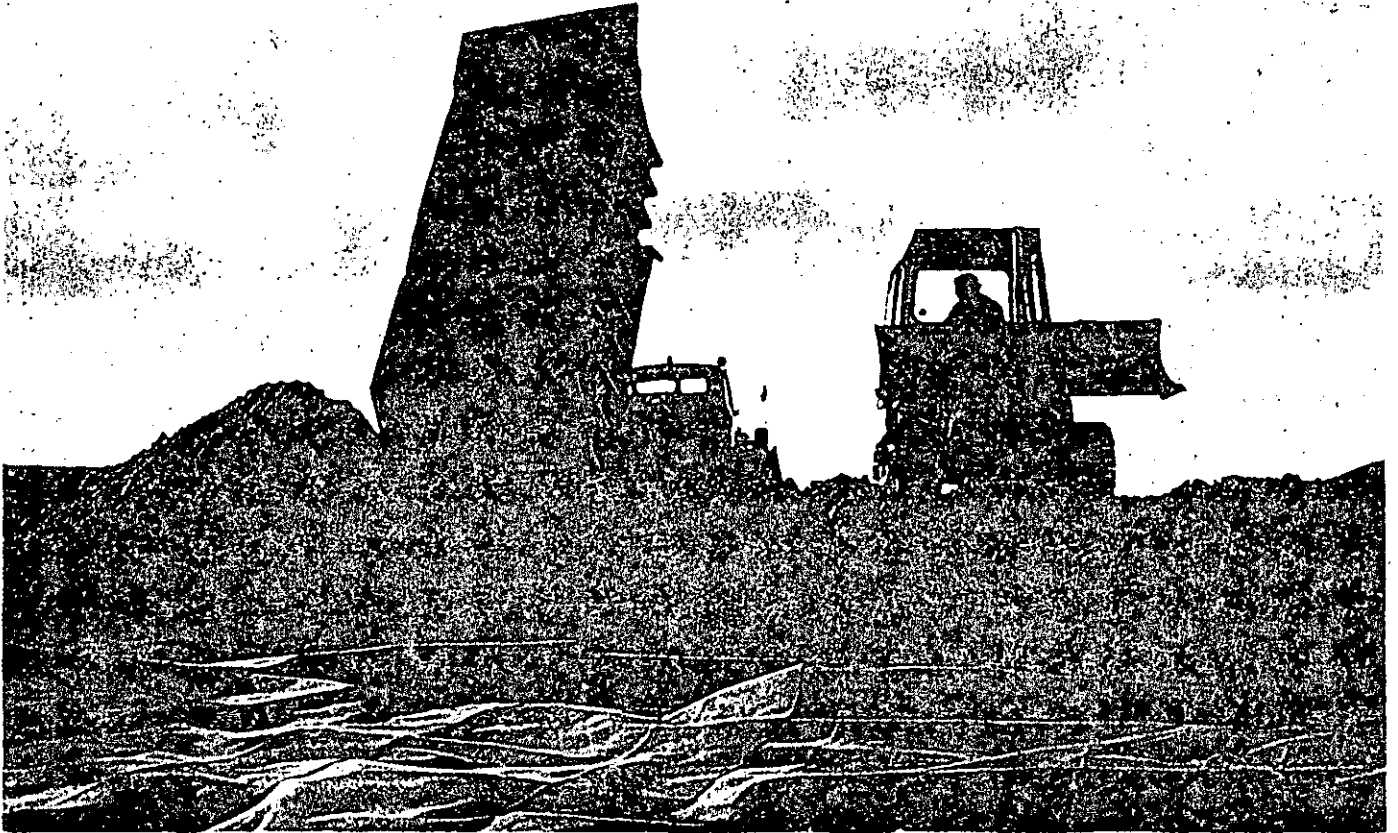
Telephone 0254 62431 Telex 63212

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

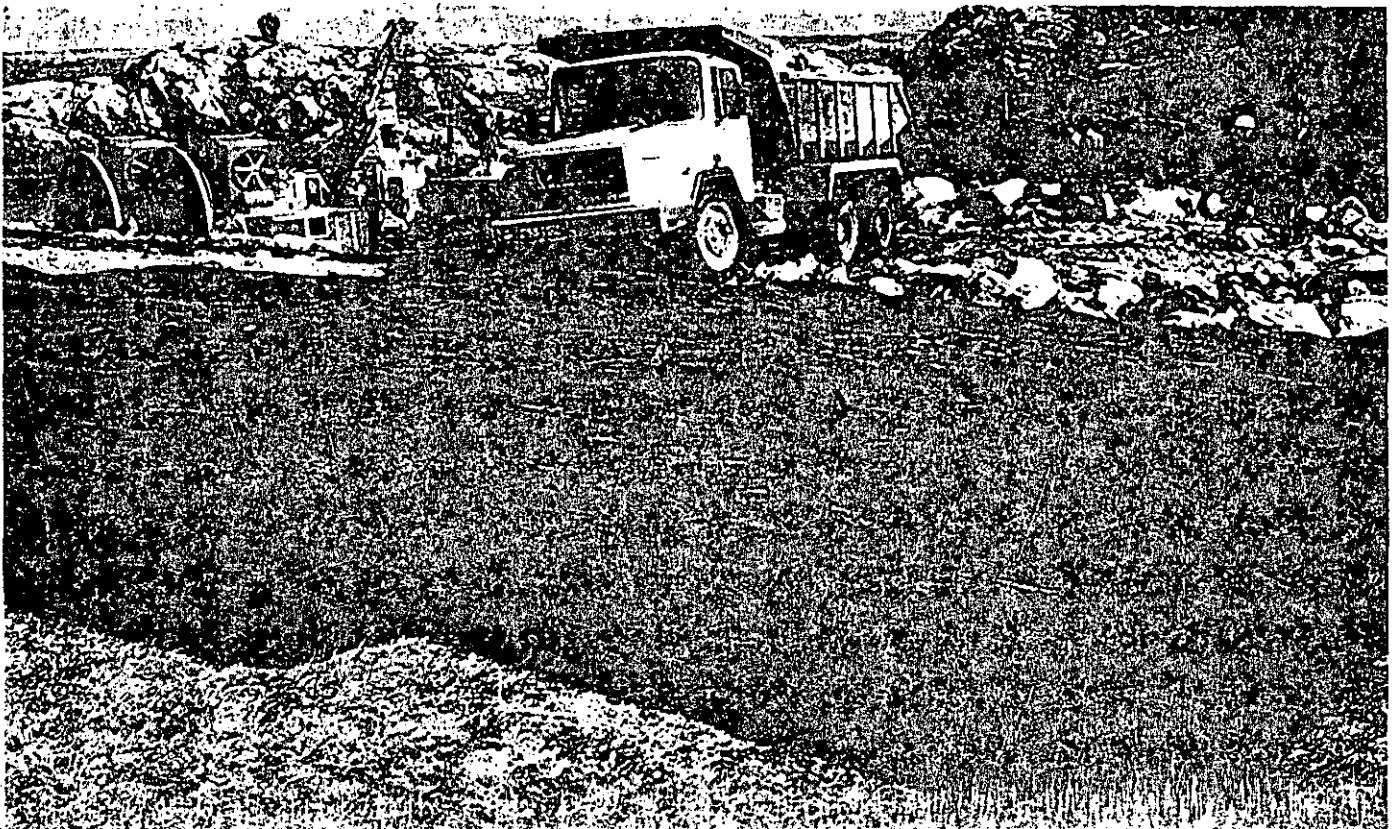
Designed and printed in England by

# Netlon in ground restraint and soil reinforcement

53



Road construction over soft ground



# Ground restraint

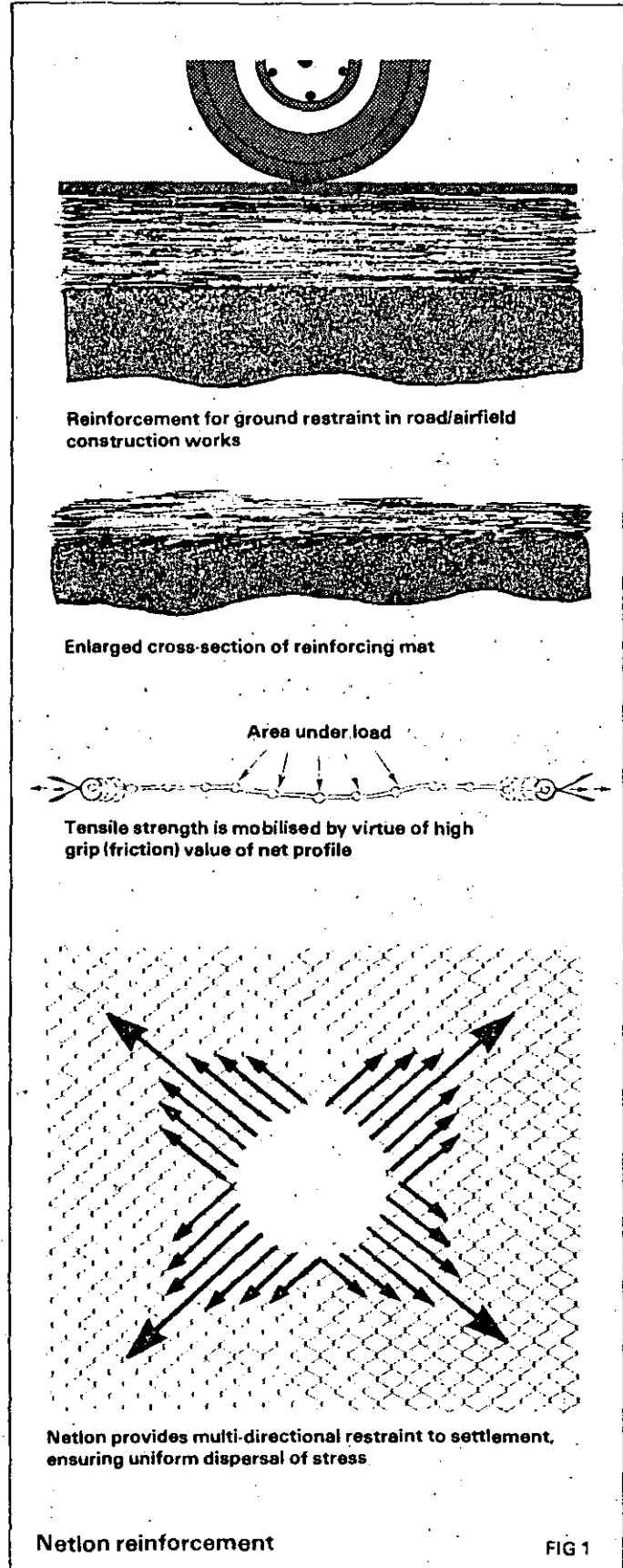
A stable foundation is the starting point for the design and construction of any structure, and the optimum solution in terms of both engineering and economic consideration is ultimately dependent on the soil characteristics and its capacity to accept the required load pattern.

Methods of increasing the bearing capacity of soils by compaction, drainage, or chemical stabilization are well known, and in recent years interest has been shown throughout the world in the method of ground restraint using structural membranes. Ground restraint is not a new concept. It has been in use in the form of fascines (woven brushwood matting) for centuries, and has proved successful in providing a stable foundation for earthworks over indifferent ground conditions.

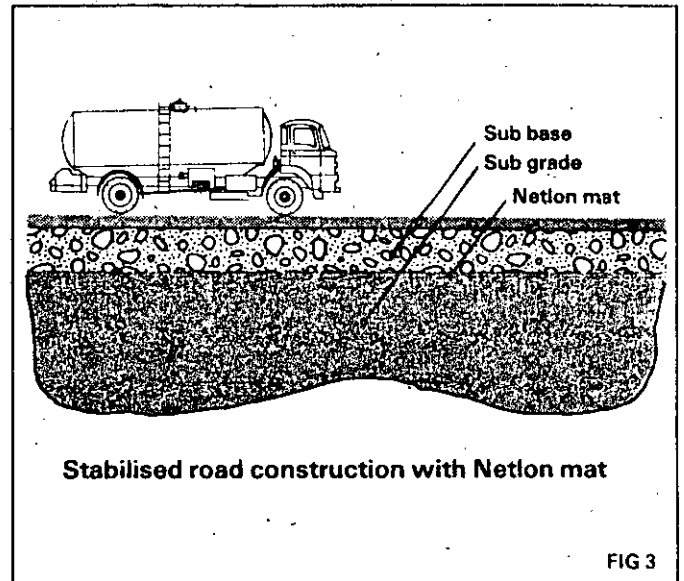
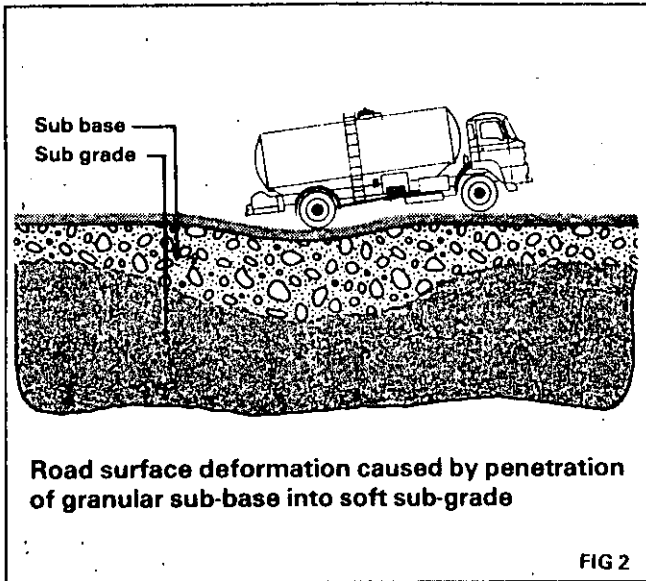
Netlon ground restraint netting performs a similar function in providing a stable foundation with many applications and advantages:

- a) It prevents loss of sub-base material into the sub-grade.
- b) It distributes load uniformly over a wide area by virtue of its stiffness, and thereby reduces differential settlement.
- c) It adds to the shear strength of the soil by virtue of its high tensile strength fully mobilised by the high friction value of the net profile (fig 1).
- d) Its net structure allows more rapid dissipation of pore water pressure.

The following pages describe some of the applications for which Netlon reinforcement is particularly suitable and illustrates its successful use.

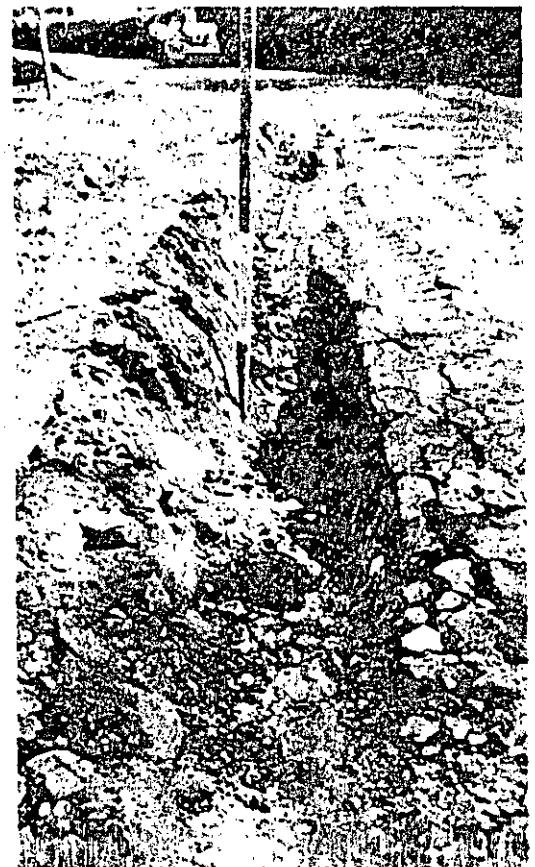






The loss of sub-base material into a soft sub-grade seriously affects the load bearing capacity of the road construction, and in the absence of timely and costly maintenance, deterioration increases until ultimately failure occurs (fig 2). The photographs below illustrate the type of failure shown in fig 2, (which occurred in spite of the use of a non-woven textile membrane).

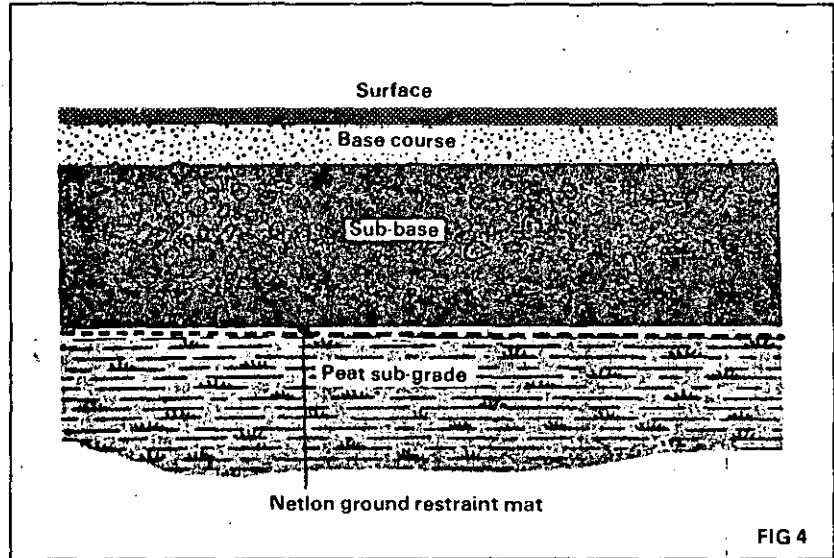
Netlon ground restraint netting laid at the sub-grade/sub-base interface prevents the penetration of sub-base material into the sub-grade, and increases the bearing capacity of the sub-grade thereby reducing the design thickness of the road base construction (fig 3).



# Road construction

56

Netlon ground restraint mat is particularly effective as a foundation medium on marshlands and peat. It can be laid directly on the sub-grade without any surface preparation. Because of its net structure, Netlon settles on the ground without 'rutting' and road construction can be commenced immediately (fig 4).



Netlon in the construction of a permanent carriageway over peat. The peat varied in depth between 2m — 4m and in areas of greatest depth it was in a highly mobile, almost liquid, condition.



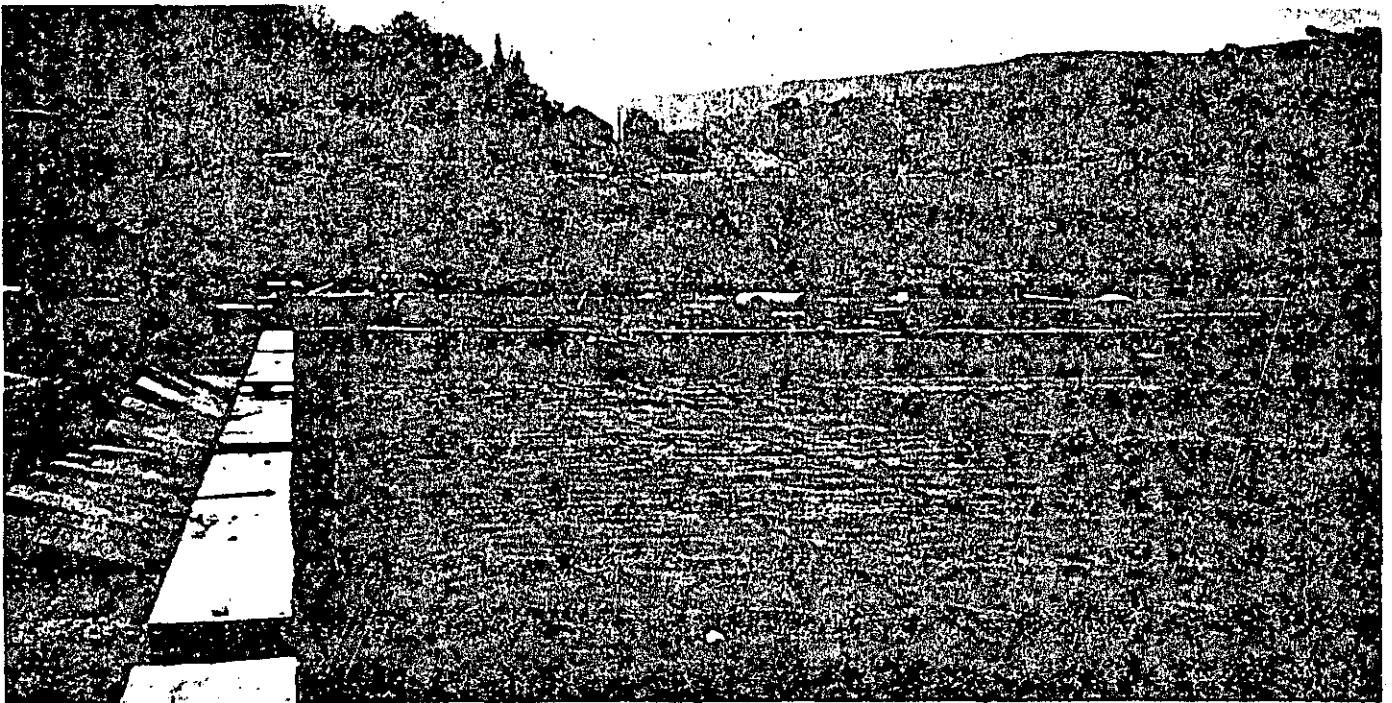
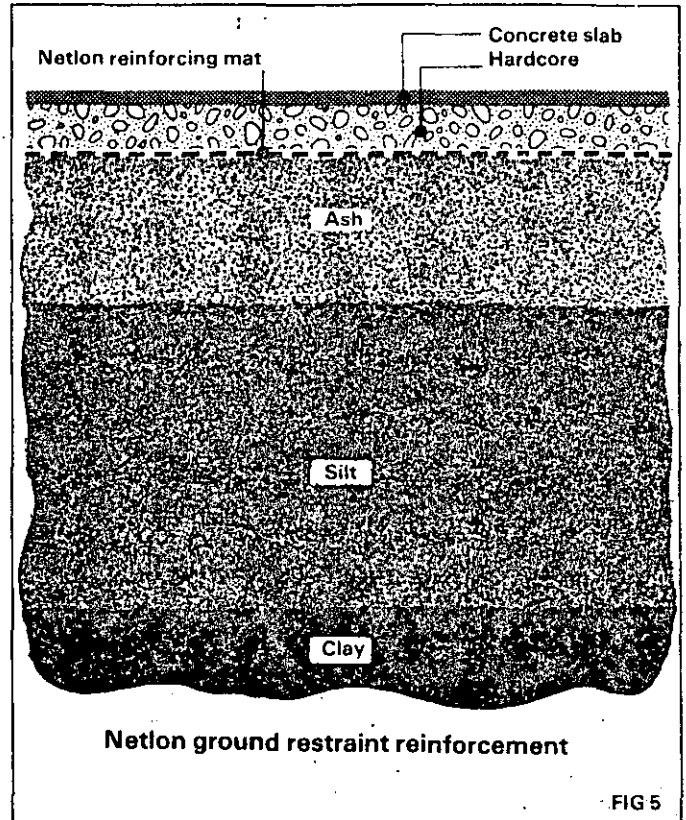
Netlon in the construction of hardstandage and access roads, cut into a steeply sloping embankment.





# Factory foundations

Netlon provides an effective and economical method of improving load distribution over large heavily loaded areas of made up ground. Foundation design of industrial structures can be greatly simplified by the adoption of ground restraint techniques, to improve the bearing capacity of the soil, thus obviating the need for expensive foundation systems (fig 5).



Netlon in the construction of factory foundations on made up ground

Reinforced concrete slabs, supported on a bed of hardcore reinforced with Netlon to eliminate local settlement, and improve load distribution.

# Earthworks Stabilisation

58

The construction of elevated earthworks as foundations for highways, railways or industrial developments or as protective bunds in flood areas have a common factor — they all require large quantities of fill material. This in itself can pose problems, with regard to the source, the quantity and the quality available.

The creation of borrow pits and quarry faces by the excavation of large quantities of soil create problems of their own. It is therefore both economically and environmentally desirable to keep earthworks to a minimum.

The conventional method of constructing to a stable slope for a given height, or adding berms to the toe, can involve considerable expense in materials, plant, construction time and extension to the base area of the embankment (fig 7). Other methods including soil admixture, sandwich construction and chemical stabilization, can be equally costly in time, materials and supervision.

The method of stabilisation of embankments by soil reinforcement in the form of 'fascines' (woven brushwood matting) arranged in layers within the bank construction is well known, and during the past decade similar methods have been applied using a high strength, high grip Netlon mesh reinforcement.

Netlon mesh reinforcement provides a practical and permanent solution to the problems of stability, enabling banks of simple and economical cross section to be constructed to the required heights. The mesh is placed horizontally at the base of the embankment, and thereafter in layers at calculated heights as construction proceeds, extending from the face of the slope to a grip length beyond the calculated slip plane. Netlon mesh reinforcement adds a high tensile resistance to the shear strength of the soil. This resistance is achieved by virtue of

Formation widths and heights are usually dictated by design requirements and local topography, and the steepness of the slopes by the mechanical properties of the fill material and bearing capacity of the foundation. While different criteria are used to calculate (a) the slope angles and (b) the heights of embankments made respectively from sandy and clay soils, failure of earth slopes is generally assumed to occur along a circular plane. A portion of the bank slips downwards and heave occurs at the toe (fig 6).

Locating fill material for the construction of embankments can be a problem and frequently the only source of material available in economic quantities is soil of widely different properties. The Engineer is then faced with evaluating the options of soil admixtures, means of soil stabilisation, or the construction of berms or low angles of slope.

the friction developed between the net structure and the soil (fig 8).

The layers may be continuous throughout the width of the bank cross section or curtailed a grip length beyond the calculated plane of failure, dependent upon the stability analysis and location of failure planes.

**Netlon** enables high angles of slope to be achieved, reduces earthworks volume and land-take areas. It encourages uniform load distribution, and dissipates pore water pressure more quickly. It is lightweight, easy to transport and handle and is simple and quick to install.

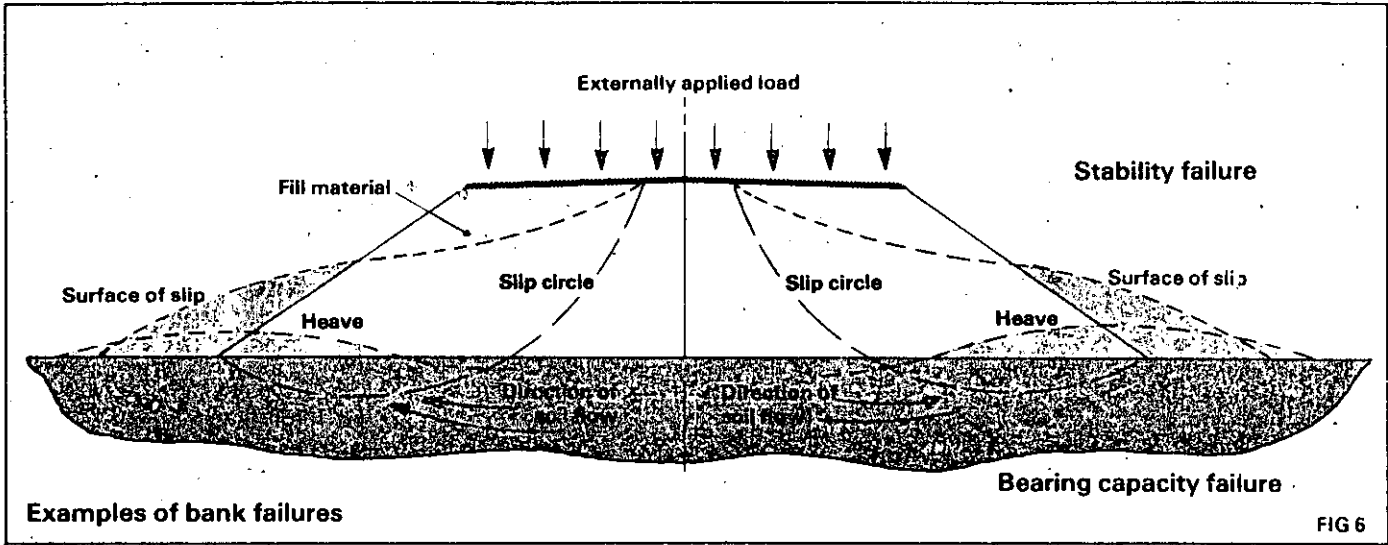


FIG 6

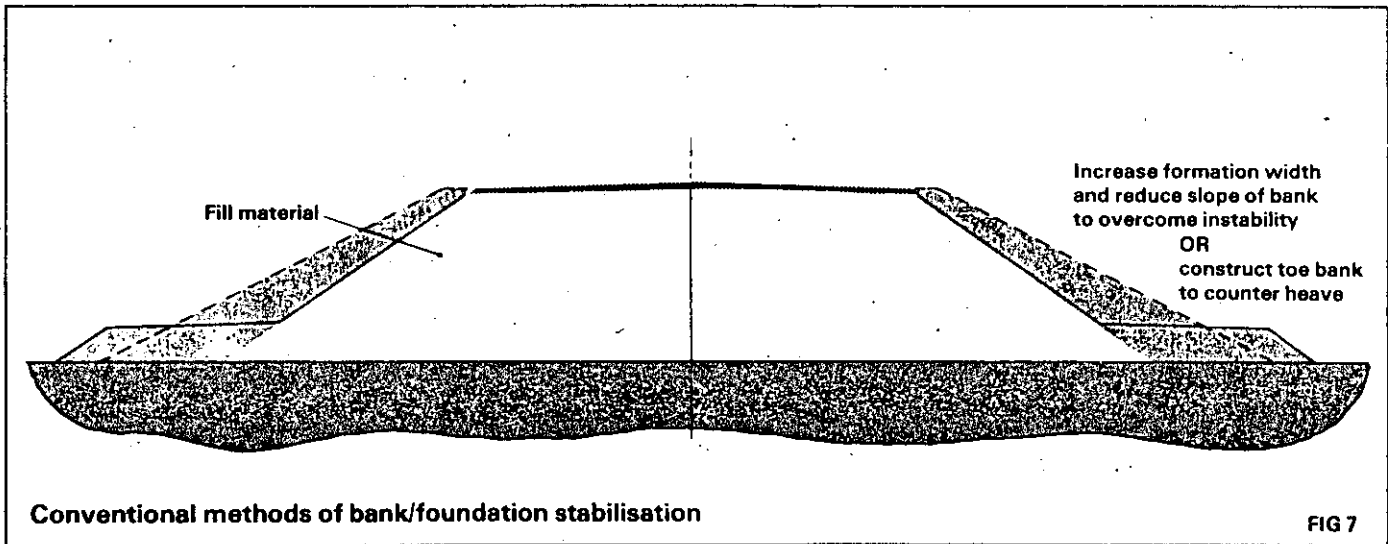


FIG 7

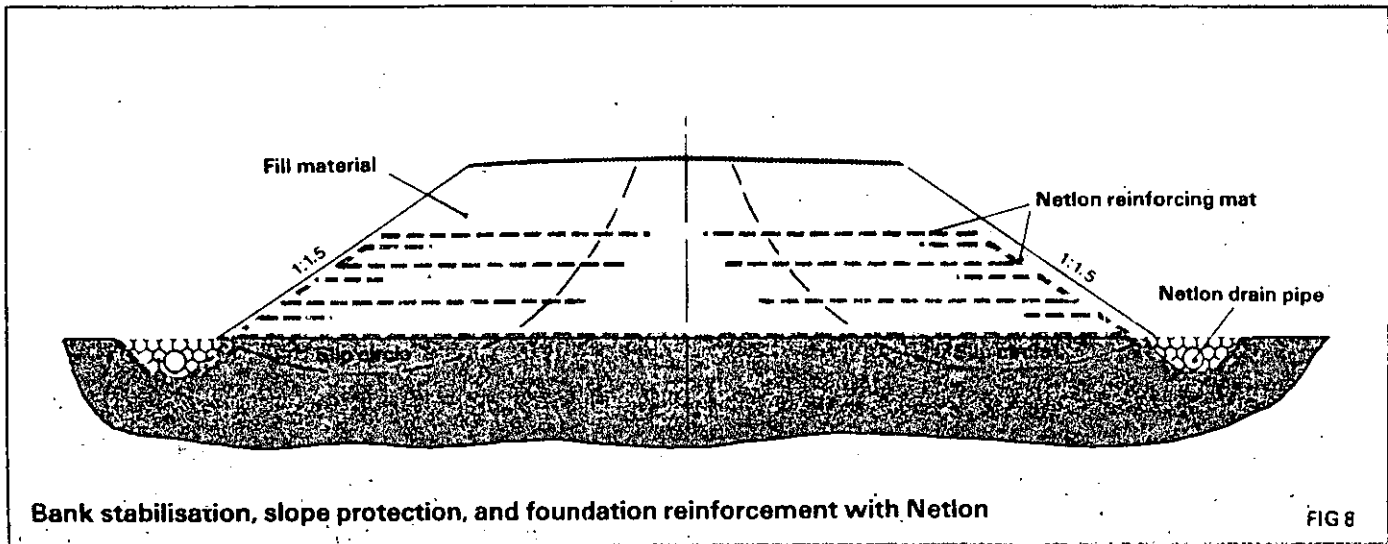


FIG 8

# Railway construction

60

With the increased dynamic forces resulting from the trend towards higher speeds, there is a need to improve and maintain track to a higher standard. To achieve the design objectives of track stability under high vertical and lateral forces, passenger comfort and ease of maintenance, consideration must be given not only to the geometry and composition of the track and its sub-structure, but also to the earth works below, which must ultimately bear the applied load.

Problems caused by differential settlement or penetration of the ballast in to the sub-grade (fig 9), affect the life of the track components, passenger comfort and traffic safety. Netlon laid at the sub-ballast/sub-grade interface prevents ballast loss, distributes loads uniformly over a greater area, thus reducing stresses and strains in the soil, and protects against tension cracks in the sub-grade (fig 10).

Embankment stability is governed by the ratio of the restoring moment, a function of soil strength, to the disturbing moment, which is the function of the dead and imposed loads. For safety, the ratio must be significantly greater than unity, and the possibility of future increases in live load should not be overlooked. Netlon provides an effective means of increasing the factor of safety, by virtue of the friction induced tensile resistance mobilised under load, without additional earthworks.

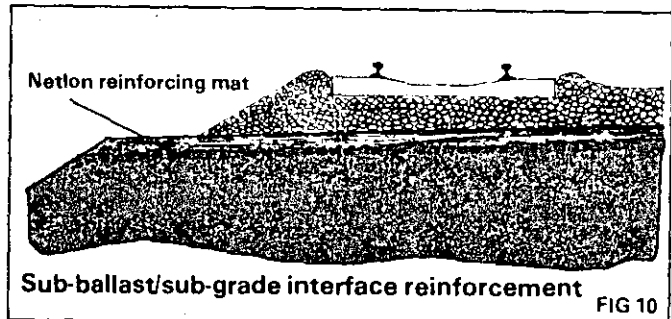
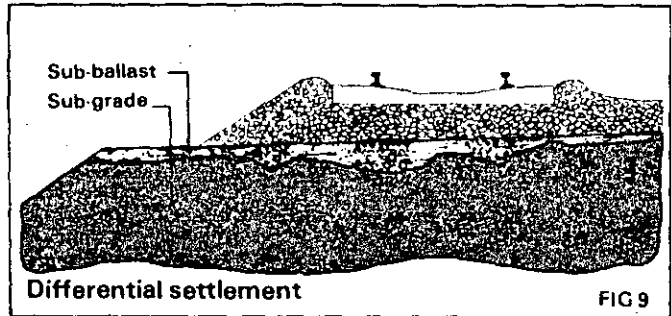
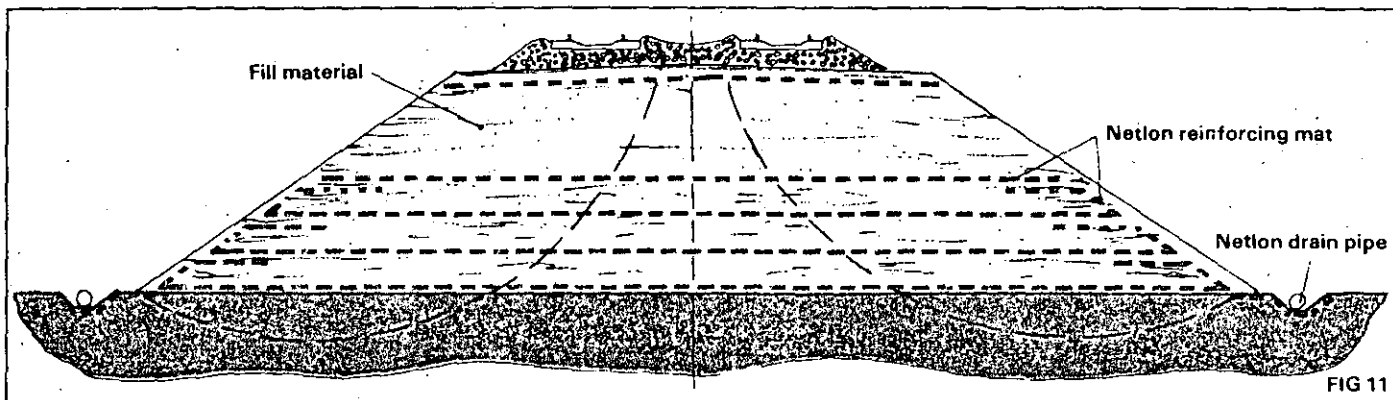


Fig 11 illustrates a similar concept, with the top unreinforced section of optimum height supported by a reinforced section below. The reinforcement may be continuous, or curtailed a grip length beyond the slip circle, and either straight ended or returned up the slope depending on the relative positions of the slip circle for each side of the bank, and the possibility of slope erosion.



Netlon Limited

Civil Engineering Department  
Mill Hill, Blackburn, BB2 4P.J

'Netlon' is the registered trade mark  
for integrally extruded mesh

# CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

## A CASE STUDY

61

**NETLON**

---

PROJECT:

NEW ROAD CONSTRUCTION OVER POOR LOAD  
BEARING GROUND IN THE SHETLAND ISLANDS DATE: SPRING '75

---

CLIENT:

THE DIRECTOR OF CONSTRUCTION,  
SHETLAND ISLANDS COUNCIL, LERWICK,  
SHETLAND

---

SPECIFIER:

THE CLIENT

---

CONTRACTOR:

THE CLIENT

---

PRODUCT EMPLOYED:

NETLON CE121 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS:

---

### **DESCRIPTION OF PROJECT:**

The project involved the construction of three sections of permanent roads over peat deposits varying between 2m and 4m in depth.

The first was to form part of the A970 (Sandwater to Voe) at Long Kames, eighteen miles north of Lerwick. The section would be 400m of 6.3m wide carriageway bounded by 2m verges on either side.

The second was to form part of the A968 (Basta to Yell), which would be 200m long, 6m wide with a 5m verges, and the third section being on the same route at Sandwater.

**CONTROL DE EROSION, S. A.**

/cont

Blvd. Adolfo L. Mateos No. 1384  
Col. Mixcoac 03910 México, D. F.  
TEL. 598-01-11 Y 598-01-27  
Apdo. Postal 60-549 Méx - 03800

CONSTRUCTION

62

As the 400m stretch of the A970 would effectively run over ground with a gradient from north to south, to make this an acceptable gradient, it was necessary to excavate at the northern end and construct a supporting embankment to the south.

Where excavation was undertaken, Netlon CE121 Geogrids were laid as a sub base restraint layer and a road base of locally available moraine sand was placed over the grids to a compacted depth of 1.2m. A 300mm course of crushed stone road metal was constructed over this, and the formation was dressed with chippings prior to the application of a two course flexible surfacing. (See Photograph 1).

At the southern end CE121 Geogrids were laid over virgin ground, without any preparation, to form a stable base for construction of the embankment.

\* \* \* \* \*

Construction of the 200m section of the A968 between Basta and Yell was made more difficult by the presence of surface water and soft ground conditions making plant operation very difficult.

Once again, CE121 Geogrids were laid directly over the peat acting as a restraint layer for the sub base (See Photograph 2). A road base of high rock content moraine sand was placed over the Geogrids and compacted to a depth of 900mm. A 200mm base course was constructed from crushed stone road metal and this was covered with a wearing course of quarried fines followed by flexible surfacing.

\* \* \* \* \*

The third section, at Sandwater, was constructed over peat with underlying hard granular moraine deposits and in areas of its greatest depth, the peat was in a highly mobile, almost liquid condition.

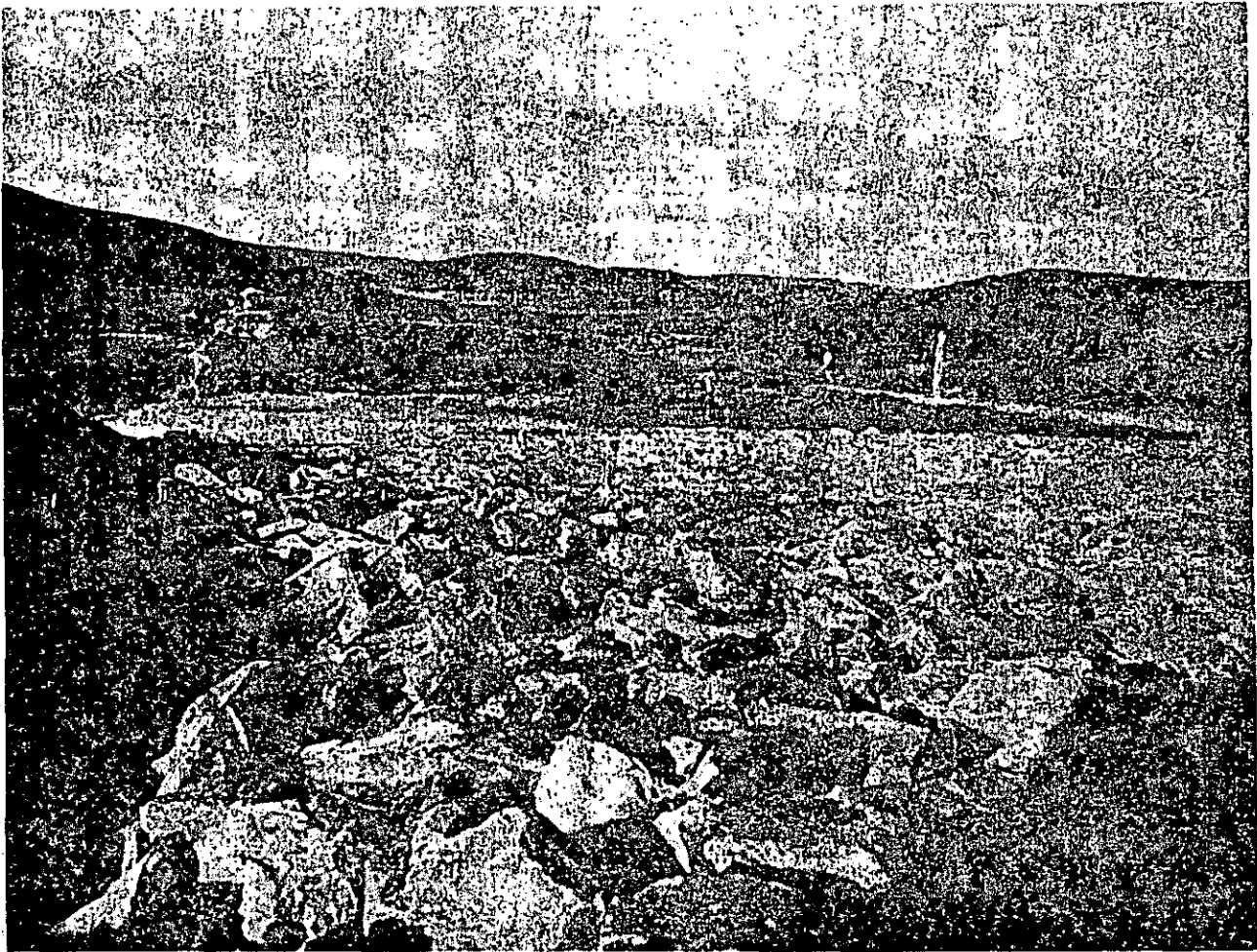
Where the peat was only 2m deep, it was found practical to excavate and use the moraine deposit at the sub-grade.

In all other areas, the CE121 Geogrids were laid directly over the peat and no other preparation was necessary.

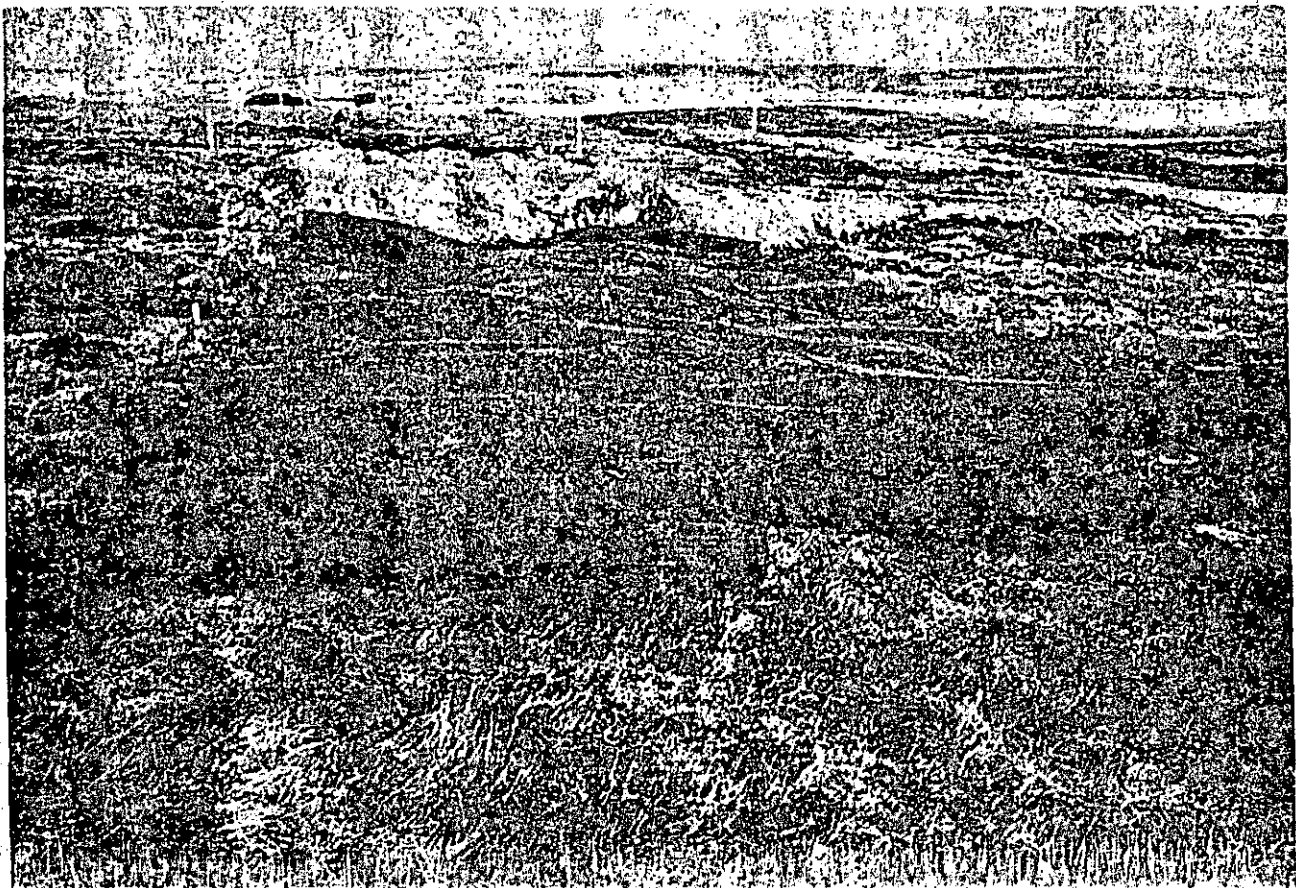
OBSERVATIONS

- i) All three sections were completed with considerable reductions in labour and materials when compared with the alternative methods that were considered.
- ii) Placing of the Geogrids was easily handled by two men so much so that excavation (where necessary), placing of mesh and construction of the road base became a continuous process.

The construction of these three sections of road demonstrates the effectiveness of Netlon's Geogrids in distributing loads especially over weak ground such as peat.



Photograph 1





**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

65

**NETLON**

---

PROJECT: STABILISATION OF A SLIP FAILURE IN A  
CUTTING ON THE M4 AT YATTENDON

DATE: SUMMER '80

---

CLIENT: ROYAL BERKSHIRE COUNTY COUNCIL

---

SPECIFIER: SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT  
ASSISTED BY TRANSPORT ROAD RESEARCH  
LABORATORY

---

CONTRACTOR: THE CLIENT

---

PRODUCT EMPLOYED: NETLON CE131 GEOGRIDS

---

ACKNOWLEDGEMENTS: MR R BURT, ROYAL BERKSHIRE CC  
MR MURRAY, TRANSPORT ROAD RESEARCH LABORATORIES (TRL)  
MR WRIGHTMAN, SOUTH EASTERN ROAD CONSTRUCTION UNIT

---

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

A slip failure had occurred on the slopes of the M4 at a cutting in the Yattendon area and soil had slid on to the hard shoulder of the motorway itself.

The banking at this point was over 20 metres in height and the slip was some 70 metres in width.

The soil consisted of London clays of various hues.

DESIGN PHILOSOPHY

Rather than excavate the clay, transport it, and replace the clay with imported granular material, it was decided to reinstate the clay and to increase the factor of safety by

- a) Providing better drainage
- b) Reinforcing the clay with Netlon CE131 Geogrids

/cont

## 66

Calculations carried out by Mr R Murray of the TRRL showed that improving the drainage and layering the replaced soil with Netlon CE131 would increase the factor of safety from less than 1.0 to 1.5.

The calculations also indicated that near the base of the embankment it would be necessary to space the layers of Netlon 0.5m apart, but at higher levels 1m spacing would be adequate.

Drainage layers consisting of stone, between two layers of Netlon CE131, were installed at three levels (See Illustration).

### CONSTRUCTION

Over 8,000 cubic metres of clay was excavated, using a Mustang shovel, and was placed in a field at the rear of the slope.

Clay at the base of the slip was stabilised, to provide a working surface, by spreading finely divided quicklime. 2 metre wide sheets of Netlon CE131 were laid with their overlaps laced with polypropylene strapping.

The clay soil was placed with a Mustang machine (See Photograph 1) and was compacted with a T182 vibrating roller. The Netlon CE131 in each layer was extended up the face over the clay lifts, and joined to the base of the next CE131 grid immediately above it (See Photograph 2).

A layer of top soil was then spread over the resulting Netlon CE131 face (See Photograph 3) of the slope which was finally seeded with grass.

Drainage layers were incorporated by using 100mm stone instead of the clay, in three positions up the slope (See Illustration).

### OBSERVATIONS

The slope has shown no sign of movement since completion of the work in August 1980.

Grassing of the slope has been very effective with the grass mat looking plusher over the reconstituted slip area when compared with the adjacent areas (See Photograph 4).

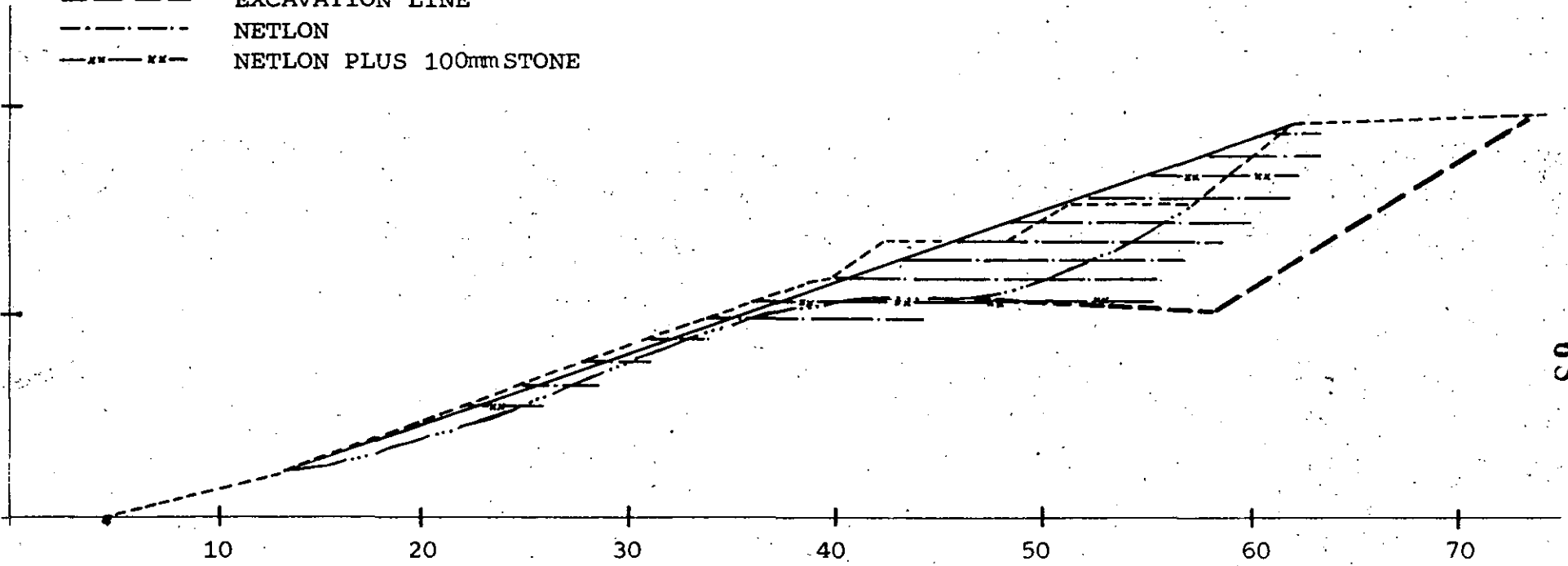
Royal Berkshire County Council estimate that the use of Netlon Geogrids represented a saving of over £70,000 or approximately 40% of what the repair would have cost if the London clay had been replaced with a granular material.

\* \* \* \* \*

The use of the higher tensile strength Tensar Geogrids which are now available, would lead to even greater efficiencies. This is possible as the reinforcing layers can be spaced at wider intervals to give the required factor of safety.

- EXISTING GROUND LEVEL
- ORIGINAL GROUND LEVEL TO BE RECOVERED
- ..... SLIP PLANE
- EXCAVATION LINE
- NETLON
- NETLON PLUS 100mm STONE

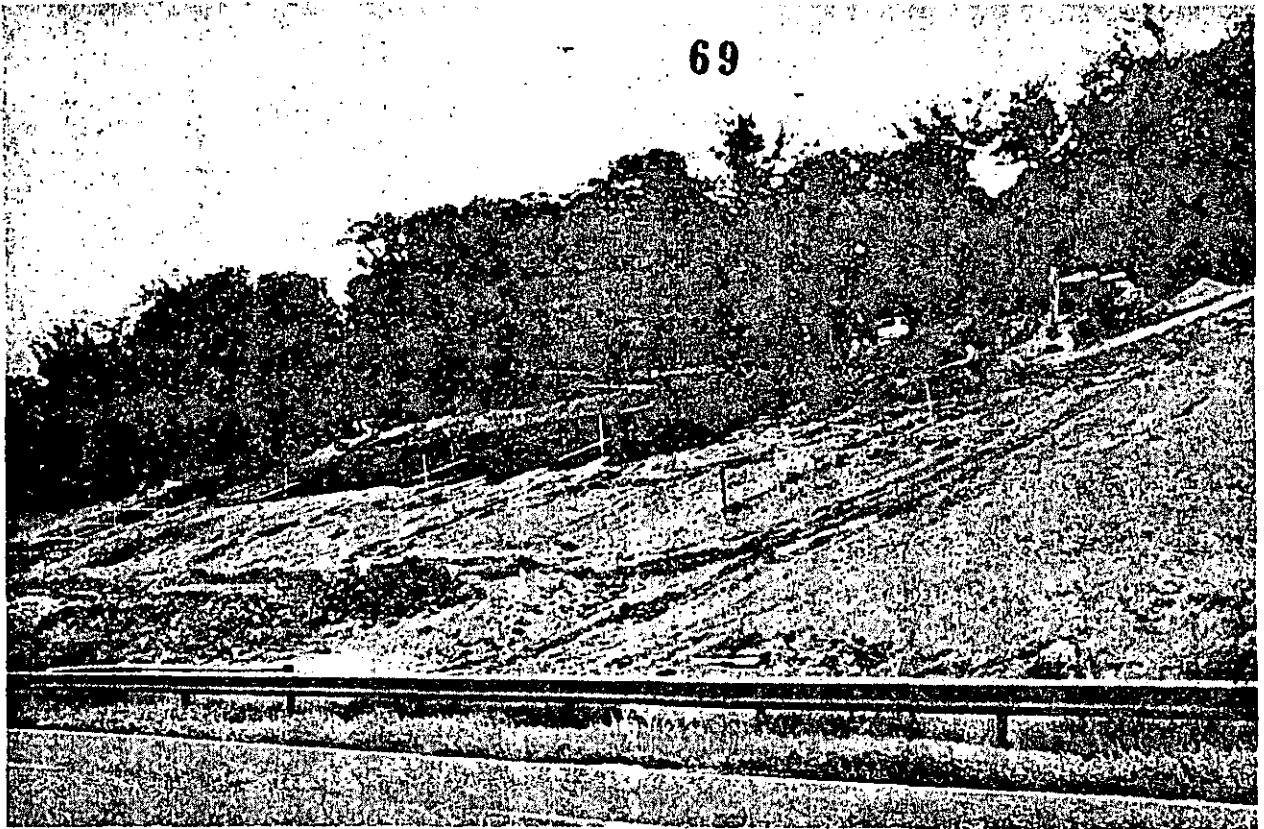
SCALE: 1 : 300



69

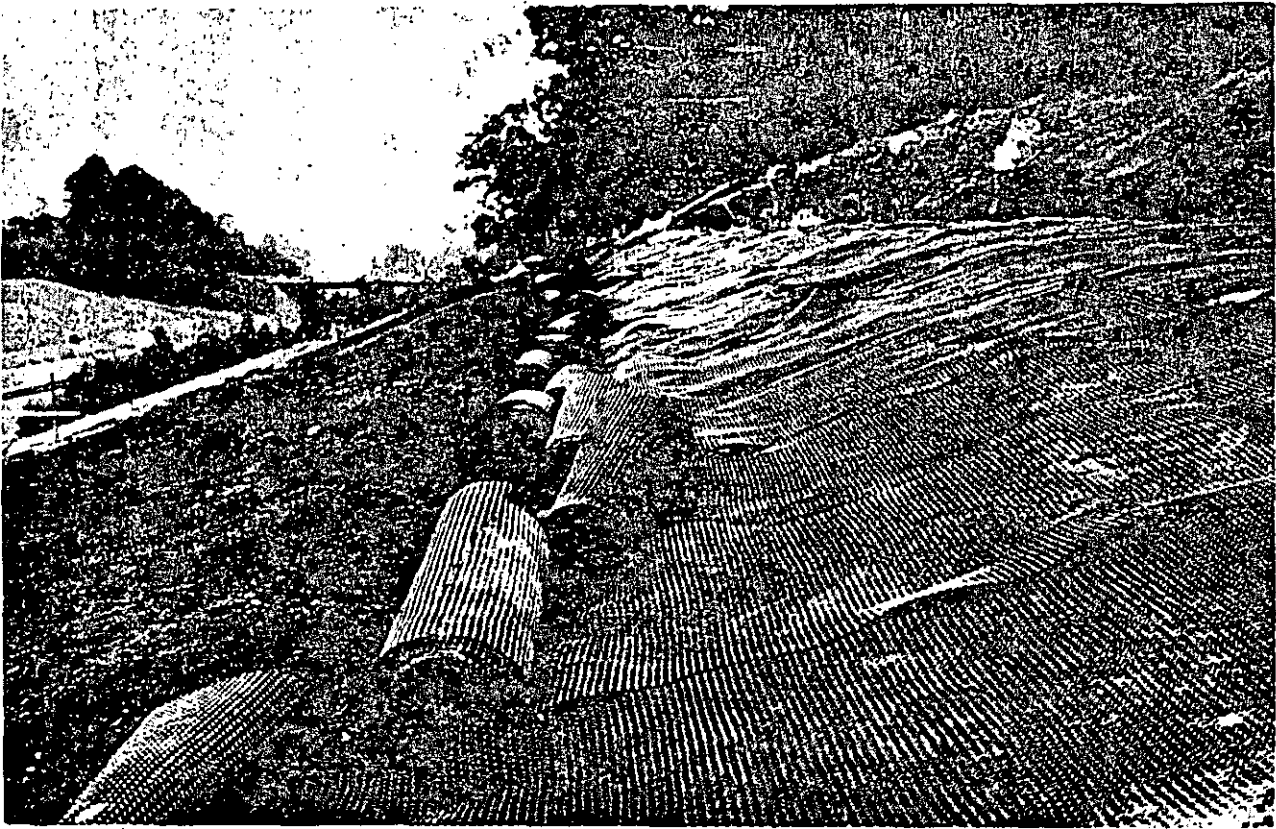
SECTION D-D

YATTENDON BANK SLIP  
CROSS SECTION D-D



Photograph 1





**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**A CASE STUDY**

- 71

**NETLON**

**PROJECT:**

THE CONSTRUCTION OF SERVICE ROADS & CAR  
PARKS ON POOR QUALITY GROUND

DATE: NOV 1979

**CLIENT:**

LONDON & MANCHESTER ASSURANCE COMPANY LTD

**SPECIFIER:**

OVE ARUP & PARTNERS

**CONTRACTOR:**

SLEEMAN CONSTRUCTION LTD

**PRODUCT EMPLOYED:**

NETLON CE131

**ACKNOWLEDGEMENTS:**

**DESCRIPTION OF PROJECT:**

Due to the poor condition of the ground on which the client required roads and car parks built to service a new block of offices, it was found that the use of Netlon grids, rather than any other products, proved to be more successful in overcoming the problem.

The initial soil survey revealed a dense layer of red/brown silty, fine sand to a depth of 3m with water present at approximately 2.5m - suggesting a perched water table. It was initially thought that these conditions would preclude construction work. However, a start was made by stripping 600mm of top soil and a layer of 300mm of hardcore was laid, but as compaction was applied it was found that the hardcore was being punched into the formation. It was concluded that the shear strength of the soil was inversely proportional to the depth. This determined the policy to be adopted for the remainder of the road, which was to leave the existing ground undisturbed, apart from the removal of 150mm of topsoil, and build up the construction thicknesses from there. Fortunately, finished levels were able to be raised to suit.

/cont

Despite the use of a permeable fabric separator on a trial length of road, rutting still occurred (see Photograph 1). However, when Netlon CE131 was used, an immediate improvement was apparent due to its inherent superior frictional properties when placed, providing a positive mechanical lock between the sub-base and the sub-grade - thus restraining any anticipated lateral movement of the sub-base.

The formation was shaped and rolled using a pedestrian roller and Netlon CE131 was laid with 150mm overlaps (see Photograph 2). This proved to be a simple task as the lightweight nature of Netlon made it easy to handle and manipulate even in windy conditions. Initially an attempt was made to spread the sub-base material by dozer. Due to the ground conditions this proved too disruptive to the formation and to the Netlon. An alternative procedure using a crane and a skip was adopted (see Photograph 3) - the spreading of the material being carried out by hand. This method proved to be the most successful and is recommended where adverse ground conditions prevail.

A crusher-run of 75mm down was then laid to a thickness of approximately 100mm and compacted by light rolling. This was followed by a further 200mm of crusher-run and similarly rolled until no further compaction could be achieved. A loaded lorry weighing 13 tons was driven onto the treated area and no rutting occurred (see Photograph 4). 50mm of Type 1 material was then vibrated into the surface. In order to increase the factor of safety in consideration of the heavy construction traffic still to be carried by the road, lean concrete was then laid as a sub-base.

The final specification was as follows:

Surfacing	:	55mm DBM surface dressed
Road-base	:	175mm lean concrete
Sub-base	:	200mm crusher-run on Netlon CE131

Without Netlon the sub-base thickness would have been increased to 500mm minimum. Following the success of the trial section, and mindful of the cost savings achieved, it was decided that Netlon would be employed in the construction of two large car parks at the same site.



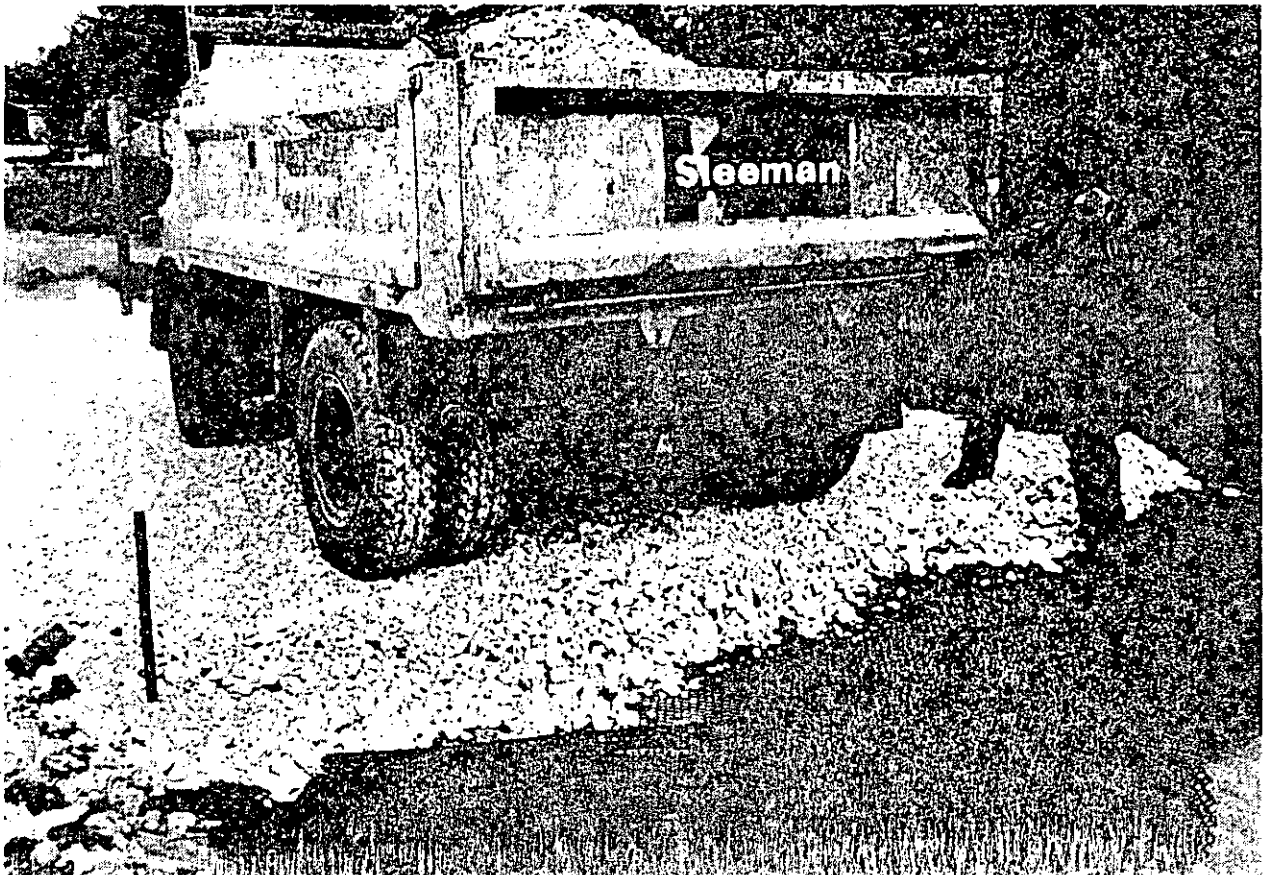


Photograph 1



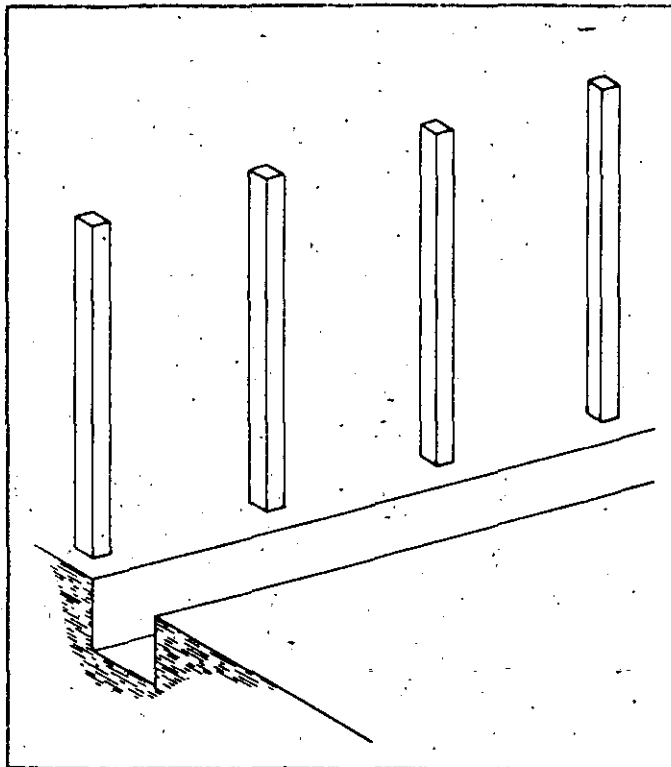


Photograph 3

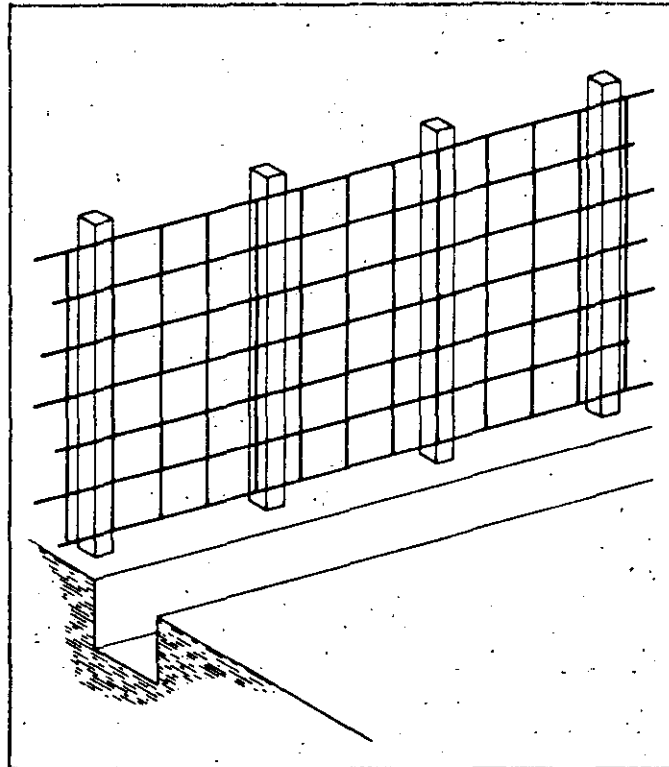


# Construcción de Protecciones contra el Azolvamiento, Utilizando TYPAR®, Membrana Filtrante.

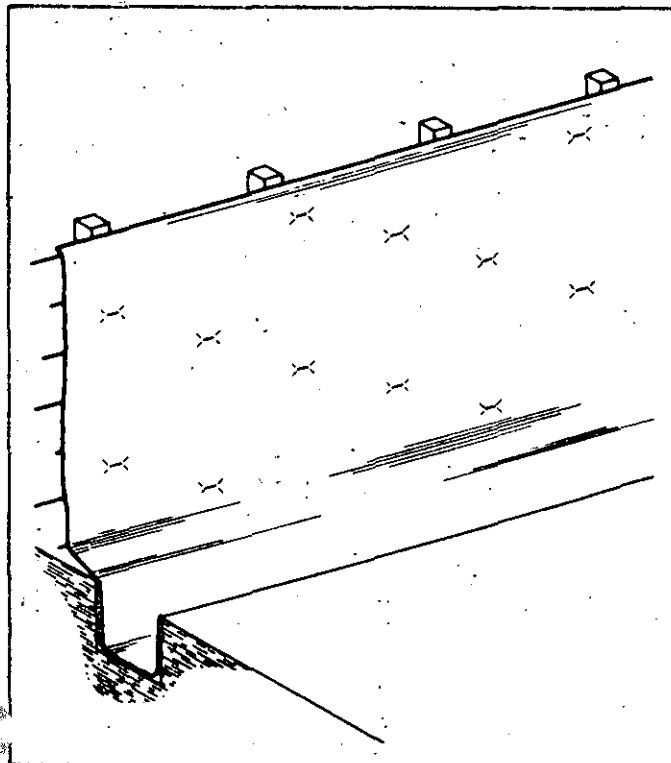
75



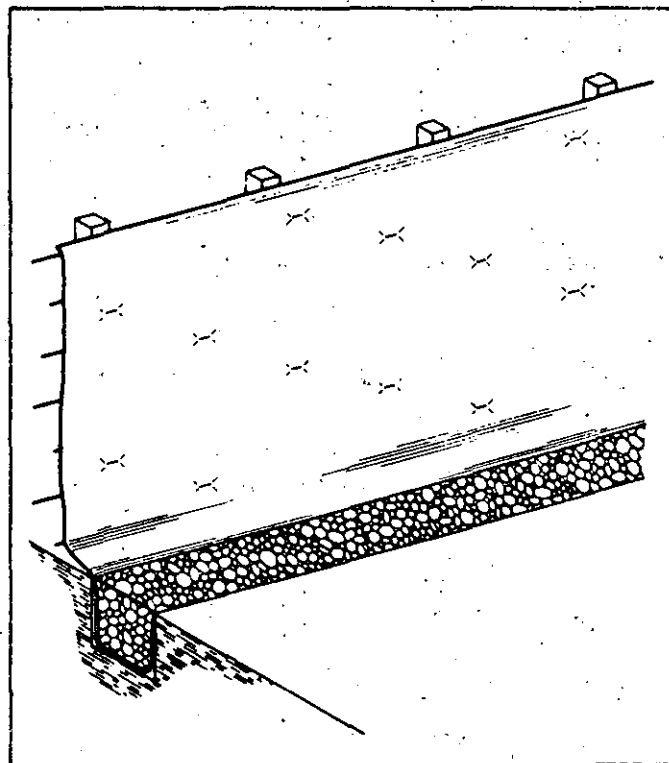
1. Se instalan postes de soporte y se cava una zanja de 15 cms., para reducir la velocidad del agua corriente y evitar arrastre de sedimentos.



2. Se construye un armazón de malla de alambre o de tablas de madera, que servirá de tablero para sostener la membrana



3. Posteriormente, se coloca una tira de TYPAR de 0.90 - 1.20 m. de ancho sobre el armazón, utilizando grapas o alambres para fijarlo. Deje 30-45 cms. adicionales de TYPAR para revestir la zanja de 15 cms.



4. Por último, rellene la zanja con piedras para completar el sistema de anclaje. La membrana tiene una duración de varios meses estando expuesta al sol. En áreas sombreadas durará mucho más.



Si se buscan soluciones prácticas a los problemas de Creación de Suelos y Asolvamiento, entonces la necesidad de la membrana filtrante de Du Pont TYPAR para las estructuras de protección. TYPAR simplifica la construcción, proporciona mayor flexibilidad de diseño, contribuye a la mayor duración de la estructura y representa sólo una pequeña parte del costo de construcción. Los beneficios económicos de los puntos anteriores son obvios, especialmente cuando los materiales convencionales son escasos y existen con gran portador grandes distancias.

Los hechos más convincentes y comprobados por nuestra experiencia están basados en nuestra propia investigación y la de otras personas. Se basan en costo y en consideraciones de costo. No se garantiza exactitud en el tiempo y el precio. El tiempo necesario para poner en el plano de la construcción de una estructura convencional o que los constructores hagan sus propios proyectos puede variar la construcción de una estructura de una línea particular.

Además, los constructores pueden a los posibles. En nuestro problema no basta la construcción de rocas. Esto es un hecho. El tiempo necesario para poner en el plano de Du Pont o la construcción.

**DU PONT, S.A. de C.V.**  
**DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS**  
 Homero No. 206 - 9o. Piso  
 Tel. 260-90-33  
 México 5, D.F.  
 TELEX DU PONT MEX 017-71-610  
**MEXICO**

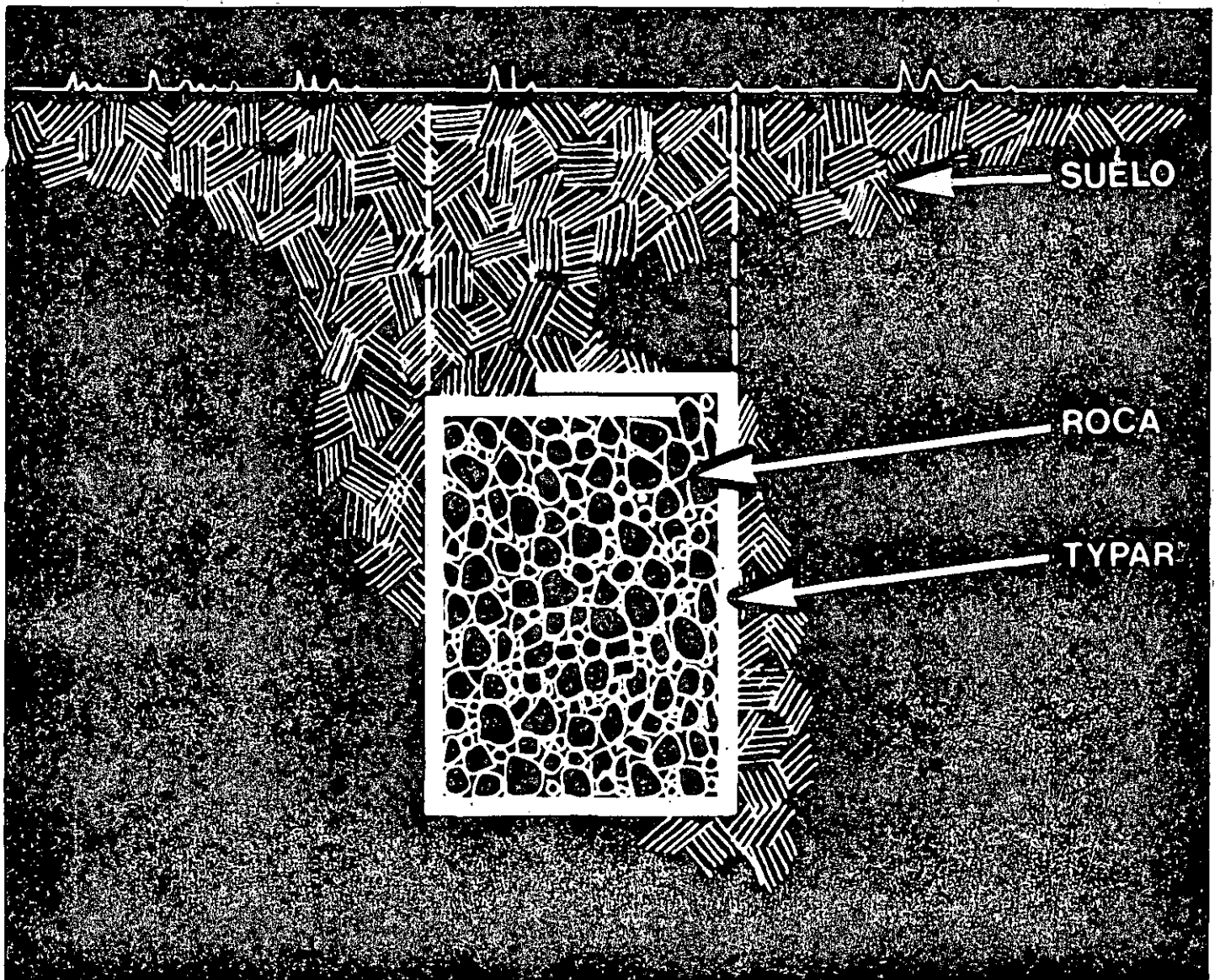


**TYPAR®**

membrana filtrante

# Un método más simple para la construcción de drenajes subterráneos

Razones para emplear la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR como sustituto de filtros de arena y de agregados graduados.



# TYPAR trabaja como un filtro de arena y agregados, a menor costo.

Los ingenieros que valúan la importancia de los costos, están empleando la membrana de polipropileno de Du Pont, TYPAR, en la construcción de sistemas de drenaje más económicos.

TYPAR es una lámina filtrante, no tejida, muy resistente y tenaz, fabricada 100 % de polipropileno, con filamentos continuos, orientados en los sentidos longitudinal y transversal de la hoja, y unidos térmicamente en los puntos de cruce.

TYPAR no se descompone, resiste el moho, los insectos y los agentes químicos comunes.

TYPAR no se encoge, ni crece, ni deshila, y es muy resistente a la perforación y al rasgado. **78**

Tradicionalmente, los drenajes subterráneos se han diseñado usando una combinación de arena, piedra y en algunos casos, tubos perforados. (Fig. 1)

Los sistemas de filtración convencionales son efectivos para retener partículas que pueden ocluir el sistema, pero son complicados y a menudo muy caros. La arena y la piedra son difíciles de colocar y en ocasiones, deben ser transportadas a considerables distancias.

TYPAR se usa como filtro en drenajes subterráneos, porque 1) permite el paso del agua, reteniendo la mayor parte de sólidos con tamaño mayor a 150 micrones 2) simplifica la construcción y 3) es estructuralmente estable. El uso de TYPAR como filtro (Figs. 2 y 3), elimina la mayoría

de las desventajas de los sistemas convencionales, ofreciendo en cambio la ventaja de la larga duración de la envoltura filtrante.

Las paredes de la zanja se pueden construir con la verticalidad que la estabilidad del suelo permita. (Foto 1)

Debido a que todo el trabajo se efectúa desde el nivel del suelo, se elimina el tablaestacado.

Es ideal el uso de TYPAR como filtro en una gran variedad de suelos con menor permeabilidad que la de la membrana.

Estos tipos de suelos son:

- Arcillosos, de alta plasticidad.
- Arcillosos, de baja plasticidad.
- Limos, de plasticidad media.
- Gravas arcillosas, plásticas.
- Arenas arcillosas, plásticas.
- Arcillas orgánicas, plásticas.
- Turba y fango.

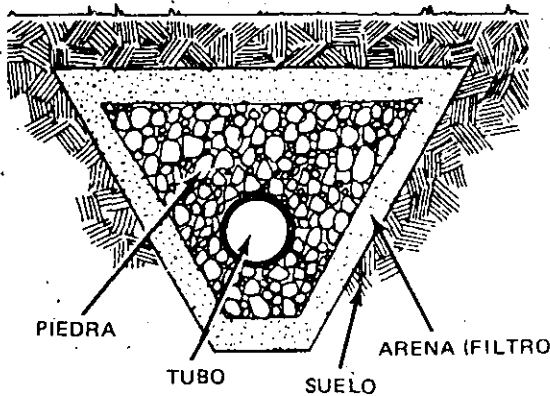


FIGURA 1

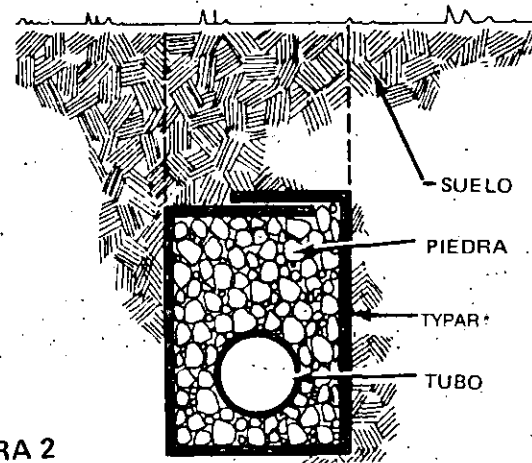


FIGURA 2

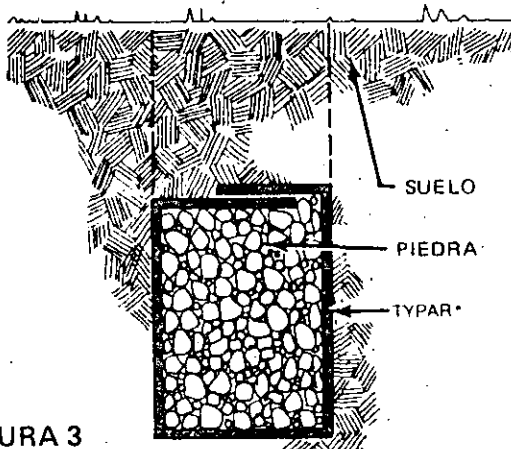


FIGURA 3

FIGURA 1  
SISTEMA DE SUBDRENAJE CONVENCIONAL,  
CON TUBO PERFORADO

FIGURA 2  
SUBDREN CON TYPAR Y TUBO PERFORADO.

FIGURA 3  
SUBDREN CON TYPAR SIN TUBO PERFORADO



## CONSTRUCCION DE UN DRENAJE.

Se emplean tres componentes en la construcción de drenajes en los suelos antes descritos:

● **TYPAR** - De la longitud y ancho más conveniente para el trabajo.

● **PIEDRA** - Con TYPAR como filtro, se pueden reemplazar los tubos perforados, con agregados gruesos y altamente permeables, en drenajes con moderada o baja descarga. En drenajes con alta descarga donde se utilicen tubos perforados, la piedra no debe contener partículas finas.

● **TUBO** - La selección del tipo de tubo depende de los requerimientos del uso y de aspectos económicos. Tubos de cemento, acero galvanizado o plástico, se pueden combinar con TYPAR.

### INSTALACION.

Si el ancho de TYPAR es suficiente

para envolver completamente la piedra, el canal puede cubrirse longitudinalmente (Foto 2).

El agregado se descarga hasta cierta profundidad, para posteriormente colocar el tubo (Foto 3), después de lo cual se descarga el resto del agregado (Foto 4); entonces se dobla la pestaña de TYPAR sobre la piedra, cuidando que el traslape de las láminas sea al menos 30 cms. Finalmente, se cierra la instalación.

Cuando las dimensiones del sistema son demasiado grandes para colocar longitudinalmente la membrana, ésta se tiende perpendicularmente al canal y a lo largo de toda la instalación, cuidando que el traslape sea de unos 30 cms.. Este método se prefiere en canales profundos, para que la operación de tendido del TYPAR no se adelante demasiado a la de cierre del canal.

En el remoto caso que el TYPAR se rasgara durante la operación, colóquese un parche del mismo material sobre el orificio. El parche debe ser aproximadamente 30 cms. más grande que el orificio.

### DIMENSIONES DEL TYPAR

TYPAR se surte normalmente en dos anchos: 3.84 y 5.00 m. y en dos tamaños de rollo: 91.4, y 274.3 m. Los rollos de 91.4m pueden ser cargados fácilmente por dos hombres.

### RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO.

No obstante que TYPAR no es degradado por los agentes químicos normalmente encontrados en un sistema de drenaje, se debe evitar exponerlo prolongadamente a la luz directa del sol. Para mejores resultados debe conservarse en su envoltura hasta el momento de usarse.

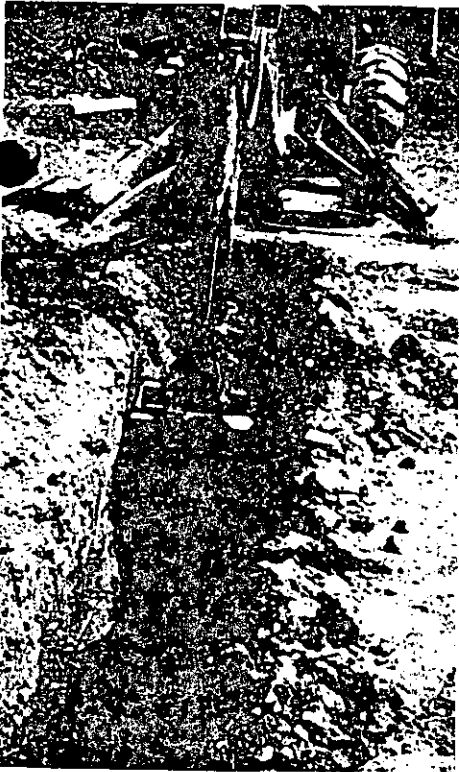


FOTO 2



FOTO 3



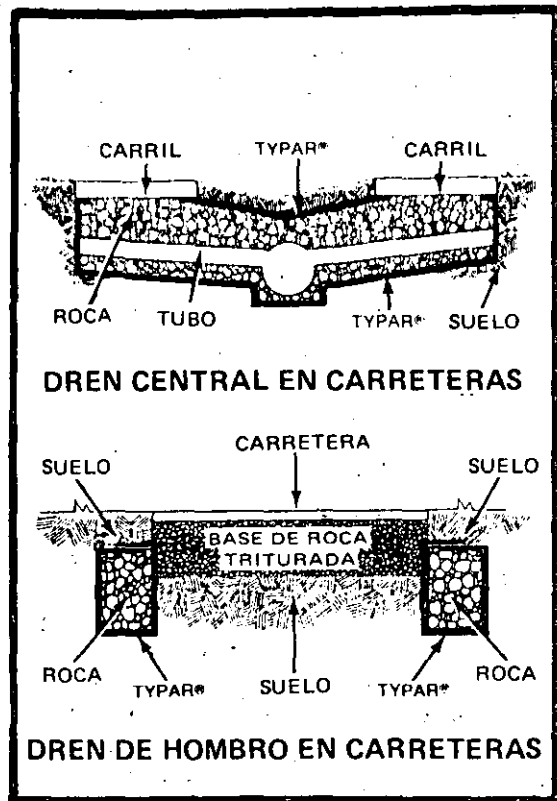
FOTO 4

FOTO 1 Zanja con paredes verticales

FOTO 2 Colocación del TYPAR

FOTO 3 Tubo y roca colocados

FOTO 4 Subdren a punto de cubrirse



Los hechos aquí consignados así como las recomendaciones que se hacen, están basados en nuestra propia investigación y la de otras personas. Se ofrecen sin costo y se consideran exactas. No se garantiza su exactitud sin embargo, y los productos mencionados se distribuyen asimismo sin garantía expresa o implícita condicionados a que los receptores hagan sus propias pruebas para determinar la adecuación de tales productos para sus fines particulares. Asimismo, las declaraciones relativas a los posibles usos de nuestro producto no llevan la intención de recomendarlo para ser usado infringiendo alguna patente propiedad de Du Pont o de otros.

**80**

**TYPAR, MEMBRANA 100 % POLIPROPILENO PARA LA INGENIERIA CIVIL**

**PROPIEDADES FISICAS - ESTILO 3401**

**APLICACIONES COMO SOPORTE DE CAMINOS, ESTABILIZADOR DE SUELOS Y TEJIDO FILTRANTE**

Peso	134 gms/m <sup>2</sup> (4.0 oz./yd. <sup>2</sup> )	ASTM D1910
Espesor	40 milésimas (15 mils)	ASTM D1777
Resistencia Tensil	59 Kgs (130 lbs)	ASTM D1682
Estiramiento hasta falla	62 %	ASTM D1682
Rotura trapezoidal	32 Kgs (70 lbs)	ASTM D2263
Falla de Mullen	12 Kg/cm <sup>2</sup> (170 psi)	ASTM D774-46
Peso específico	0.95	
Abertura equivalente		
EOS	Malla 70 a 100 (U.S.Std)	ASTM D422
Flujo	9370 lts/m <sup>2</sup> /min con 25 cms. de tirante de agua (230 gal/ft /min con 10 plgs. tirante agua)	EURM-100*
Coef. de Permeabilidad de Agua (K)	2 X 10 <sup>-2</sup> cm/seg	EURM-100*
Módulo	545 Kgs. (1200 lbs)	ASTM D1682
<b>Resistencia Deformante</b>		

Elongación %	Carga		Deformación		
	Kgs/cm	(lbs/plg)	Kgs/cm/gm/m (lbs/plg/oz./yd.)		
5	4	(22.8)	0,043	(5.7)	0,0
10	5	(29.2)	0,055	(7.3)	1,2
15	6	(32.4)	0,061	(8.1)	1,9

Encogimiento		
132 C	(270 F)	1 %
149 C	(300 F)	3 %
171 C	(340 F)	Se funde

**Descripción Idónea:** Estructura laminada compuesta totalmente de filamentos isotácticos ininterrumpidos de polipropileno, orientados y unidos por calor generalmente en los puntos de cruce, con peso de 134 ± 18 gms/m (4. ± 0.5 oz/yd).

\* Procedimiento de prueba de E. I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.)

Para mayor información sobre el uso de TYPAR en subdrenajes, póngase en contacto con nosotros.

Du Pont, S.A. de C.V.  
Departamento de Explosivos  
Homero 206 - 9o. Piso  
México 5, D.F.  
Tel. 250-90-33  
México  
TELEX DU PONT MEX 017-71-310

