



ESPAÑA

20 JUL. 1977

ES

NUMERO	460.292
FECHA DE PRESENTACION	30-6-77

A1

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

# PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO		32 FECHA	33 PAIS
27371/76		1-7-76	Gran Bretaña
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA	
	B32B; C04B; D03D		
64 TITULO DE LA INVENCION			
"UN PROCEDIMIENTO PERFECCIONADO PARA FABRICAR HOJAS U OTROS ARTICULOS A BASE DE UNA MASA ENDURECIBLE CON AGUA Y UN ELEMENTO DE REFUERZO".			
71 SOLICITANTE (S)		(Woven Sheets)	
UNIVERSITY OF SURREY y DAVID JAMES HANNANT			
DOMICILIO DEL SOLICITANTE			
Guildford, GU 2 5XH, Surrey, Inglaterra y 27 Dorking Road, Great Bookham, Surrey, Inglaterra.			
72 INVENTOR (ES)			
David James Hannant			
73 TITULAR (ES)			
74 REPRESENTANTE		(P.- 66.245)	
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ			

Esta invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de hojas u otros artículos que comprende las etapas de proporcionar una red de material orgánico e incorporar la red en una masa endurecible con agua y después de ello endurecer la masa.

Se sabe desde hace muchos años que el amianto y en particular el amianto "azul" presenta un peligro para la salud, tanto para los operarios que intervienen en su minería como para los usuarios, particularmente cuando el usuario se ve obligado a manipular por corte o aserrado artículos que contienen fibras de amianto.

En la industria de la construcción, se han utilizado comúnmente hojas de fibro-cemento y otros productos tales como tuberías y accesorios para bajantes de aguas debido a su precio económico y sus propiedades de resistencia a la intemperie en los casos en que las condiciones de servicio son de carga baja. Una vez instalados, es improbable que el contenido de amianto de tales productos tenga ningún efecto adverso apreciable sobre las personas que habitan el edificio, pero hasta la etapa de instalación se ha demostrado ahora que los riesgos para las personas que manipulan físicamente los accesorios que contienen amianto están lejos de ser despreciables.

Numerosas alternativas son asequibles para los artículos de fibrocemento con inclusión de los materiales de construcción tradicionales, pero todas ellas presentan la desventaja de ser intrínsecamente más caras o de requerir mayores costes de mano de obra en la instalación o en algunos casos en la etapa del transporte.

De estos antecedentes se sigue que se hayan rea-

1 lizado muchos intentos para proporcionar un sustituto de  
los productos basados en mezcla de fibrocemento, pero las  
propuestas presentadas hasta ahora tienen las desventajas  
de ser excesivamente caras cuando se comparan con el fibro  
5 cemento y/o de tener propiedades inferiores.

En la Memoria Descriptiva de la Patente Británica  
Nº 1.130.612 se ha propuesto incorporar en una masa endure  
cible con agua, definida como una mezcla constituida total  
o principalmente por uno o más materiales inorgánicos con  
10 agua, la cual mezcla es capaz de fraguar para formar una  
masa sólida coherente, hasta sólo 2% en peso de fibras cor  
tas formadas a partir de una película estirada y después  
fibrilada. Esta memoria descriptiva propone, además, que la  
película debe ser una película de poliolefina y en particu  
15 lar una película de polipropileno. Las fibras propuestas en  
esta memoria descriptiva previa tienen una longitud no ma  
yor que 7,5 cm, y las hojas delgadas fabricadas a partir de  
mezclas que contengan tales fibras resultarían insatisfac  
torias para la mayoría de los fines.

20 En la Memoria de la patente norteamericana Nº  
3.591.395, que corresponde en líneas generales a la memo  
ria de la patente británica Nº 1.130.612, se hace referen  
cia adicionalmente al uso de una malla tejida de material  
plástico de hasta 1 metro para aplicaciones en las que se  
desea orientación de las fibras en planchas o paneles pla  
25 nos. El uso de una malla tejida de material plástico forma  
da a partir de película fibrilada retorcida es de interés,  
pero el coste de tal malla tejida es alto, y como única  
mente se contempla una sola capa de refuerzo, no es de es  
perar que se obtengan resultados satisfactorios en términos  
30 económicos o técnicos.

1                    Se ha propuesto también en la Memoria Descripti-  
va de la Patente Británica N.º 1.429.167 proporcionar una  
composición reforzada con fibras que incorpora una pre-com  
binación físicamente unida de fibras absorbentes y fibras  
5                    reforzantes seleccionadas de entre fibras de vidrio, acero,  
carbono, boro, cobre, latón, aluminio y sus aleaciones, amian  
to y compuestos de silicio, poliamidas no absorbentes, po-  
liésteres no absorbentes, compuestos poliacrílicos no absor  
bentes, poliolefinas y poliuretanos. Adicionalmente, esta  
10                    memoria descriptiva anterior propone que la pre-combinación  
puede incluir cintas pre-tejidas, telas o mallas metálicas.

                  Los ejemplos reales descritos en esta memoria  
descriptiva se refieren sólo a alambres de acero y fibra de  
vidrio como filamentos reforzantes, y éstos, en combinación  
con las fibras absorbentes, dan propiedades de resistencia  
15                    aceptables. Sin embargo, el requerimiento de pre-combinación  
de fibras reforzantes y fibras absorbentes obliga a una eta  
pa adicional del procedimiento y da como resultado un mate-  
rial caro para poder conseguir el objetivo de esta propues-  
ta previa. El hecho de que el amianto se mencione como una  
20                    posible fibra reforzante indica que la propuesta previa no  
tenía por objeto proporcionar un sustituto de las hojas de  
fibrocemento sino que tenía por finalidad mejorar las pro-  
piedades de resistencia mecánica de tales hojas.

                  Por consiguiente, el problema sigue siendo propor  
25                    cionar una alternativa para los productos de fibrocemento  
que sea competitiva con dichos productos de fibrocemento.

                  El problema se resuelve por la provisión de que  
la red se ha fabricado a partir de una película orgánica fi  
brilada continua.

30                    Por el uso de una película orgánica fibrilada

1 continua incorporada como una red en una masa endurecible  
con agua, se hace posible fabricar artículos que tienen pro-  
piedades que al menos en algunos aspectos son sustancialmen-  
te superiores a las de, por ejemplo, el fibrocemento, y que  
5 pueden ser competitivos en coste.

Preferiblemente, la red utilizada en el procedi-  
miento está basada en película de poliolefina fibrilada, da-  
do que ésta proporciona propiedades particularmente satis-  
factorias a un coste que es actualmente competitivo con las  
10 fibras de amianto convencionales. Por incorporación del ma-  
terial reforzante más preferido, a saber, el polipropileno,  
se hace posible por incorporación de un gran número de capas  
por centímetro de espesor del producto, obtener un producto  
final que tiene propiedades de resistencia mecánica adecua-  
das para la producción de hojas basadas en cemento de tal mo-  
15 do que el procedimiento permite obtener un producto final  
que no sólo es competitivo en precio con el fibrocemento si-  
no que tiene propiedades que permiten su empleo en muchas  
situaciones en las que no puede utilizarse el fibrocemento.

Para ciertos fines puede ser deseable proporcionar  
20 entre dos capas separadas de masa endurecible con agua y  
red, al menos una intercapa de una masa endurecible con agua  
u otro material sin ningún reforzamiento.

De acuerdo con la presente invención se proporcio-  
na también una hoja u otro artículo que comprende una red de  
25 material orgánico embebido en una masa endurecida con agua,  
caracterizada porque la red está constituida por una pelícu-  
la orgánica fibrilada continua.

La expresión "masa endurecida con agua" tiene por  
objeto significar aquí una mezcla seca o sustancialmente se-  
30 ca de uno o más materiales inorgánicos que, cuando se mezcla

1 con agua, fragua para formar una masa sólida y rígida. El  
cemento Portland y el yeso son ejemplos de una tal masa.

5 El término "continua" en relación con una película  
orgánica fibrilada tiene por objeto fundamentalmente descri-  
bir una situación en la que los elementos individuales que  
forman una red se extienden sobre una dimensión mayor de un  
artículo que incorpora la red tal como la anchura o la lon-  
gitud o ambas, anchura y longitud. Más generalmente, el tér-  
mino significa que la red no puede mezclarse con la masa en-  
10 durecible con agua en un mezclador rotatorio. Esto contras-  
ta con los materiales reforzados basados en una masa endure-  
cible con agua en los que el reforzamiento está constituido  
por fibras cortas sueltas que pueden mezclarse para obtener  
homogeneidad en un mezclador rotatorio. La película que es  
capaz de conseguir resultados satisfactorios será de tal  
15 longitud que si se somete a mezclado rotatorio, en lugar de  
formar un producto homogéneo, la película formaría una masa  
enmarañada separada en gran parte de la masa endurecible con  
agua. Asimismo, la película no puede aplicarse por pulveri-  
zación por medio de una pistola con la masa endurecible con  
20 agua, como en el caso de los fibrocementos y hormigones pul-  
verizados.

La invención no está basada en la absorción de agua  
de la película orgánica incorporada, pero no excluye tales  
materiales. Por ejemplo, cuando se aplica a polipropileno  
25 la absorción de agua es efectivamente nula en una atmósfera  
húmeda. Después de la inmersión en agua durante 24 horas,  
se encontró que la absorción era menor que 0,10% en las con-  
diciones expuestas en el "Report D 570-63" de la American  
Society for Testing and Materials.

30 La incorporación de la película puede favorecerse

1 empleando un agente dispersante que desflocula la suspensión  
de partículas del material endurecible con agua y favorece  
la penetración a través de la malla para entrelazar firme-  
mente unos componentes con otros. Generalmente, tales agen-  
5 tes dispersantes que son adecuados para tal propósito están  
constituidos por materiales polímeros sulfonados tales como  
resina de peso molecular bajo, resina de melanina-formaldehi-  
do sulfonada o resina de naftaleno-formaldehido sulfonada.

10 Un agente dispersante no es, sin embargo, esencial,  
dependiendo la resistencia del material del entrelazamiento  
mecánico y de la superficie externa muy grande de la red pa-  
ra un volumen dado, lo cual controla el agrietamiento en la  
masa endurecible con agua.

15 Preferiblemente, una multiplicidad de capas de ma-  
lla impregnadas fabricadas a partir de una red de película  
orgánica fibrilada continua se incorporan y se prensan, se  
extienden con la llana o se vibran juntas en capas cada una  
de las cuales tiene generalmente menos de 5 mm de espesor,  
y se añaden capas sucesivas hasta que se consigue el espe-  
sor total requerido para el producto.

20 La red se deriva preferiblemente de una película  
de poliolefina que se ha estirado para promover la orienta-  
ción de la estructura molecular, lo cual da una elevada re-  
sistencia a la tracción y hace que aumente también el módu-  
lo de elasticidad. En las aplicaciones industriales utiliza-  
25 das actualmente de la película de polipropileno, el procedi-  
miento de estirado produce un alargamiento en la película de  
polipropileno de cinco a veinte veces la longitud sin estirar.

Alternativamente, la película se puede producir  
por cristalización fibrilar.

30 Después del procedimiento de estirado o crista-

lización, la película se encuentra en un estado de fibrilación inminente y puede llegar a fibrilarse durante la manipulación ulterior o por un tratamiento mecánico adecuado, por ejemplo, mediante laminación con rodillos de púas de un modo similar al empleado sobre la película de polipropileno utilizada como la materia prima del bramante.

La malla producida puede describirse como una red abierta aplastada de película de polipropileno sin tejer en la que los elementos están fabricados a partir de la película en oposición a monofilamentos. Sin embargo, no debe interpretarse que el término "aplastado" signifique que la red sea necesariamente "plana" en el producto acabado, aunque antes de la incorporación la misma será normalmente tan flexible que se adaptará perfectamente a una superficie plana cuando se extienda sobre ésta.

La malla que forma el reforzamiento puede, alternativamente, ser un tejido, conocido a veces como tejido de gasa de vuelta, en el que la urdimbre está duplicada de tal modo que en cada intersección la trama pasa sobre una urdimbre de la urdimbre duplicada o de hilo torcido y por debajo de la otra urdimbre de la urdimbre de hilo torcido. Las dos urdimbres se retuercen después antes que la nueva trama pase otra vez del mismo modo entre las dos urdimbres. Esto tiene la ventaja de formar una malla que retiene su forma cuando se manipula en equipo industrial, y el uso de la trama doble contribuye a la unión mecánica entre la masa endurecible con agua y las redes. Si bien la red de fibra tejida presenta ventajas desde el punto de vista de la fabricación, tiene la desventaja de ser más costosa y proba-

blemente requiere un mayor volumen de material para conseguir propiedades equivalentes. La urdimbre y la trama del tejido de gasa de vuelta están formadas, como las redes no tejidas, a partir de polipropileno fibrilado aplastado, pero no expandido.

El reforzamiento preferido a que se ha hecho referencia anteriormente en esta memoria es, sin embargo, la malla no tejida "expandida" producida por fibrilación mecánica según un patrón regular, de una película estirada como se ilustra en la Figura 1. Una ventaja de esta red de forma no tejida, además de su coste notablemente reducido, es que la misma puede fabricarse a partir de películas muy delgadas y de este modo puede resultar posible aumentar la superficie externa específica del material e incorporar muchas más capas de reforzamiento en un espesor dado de hoja acabada para un volumen dado de material de reforzamiento. El espesor de la película puede estar comprendido entre 1 y 1000 micras, pero la preferencia es por películas más delgadas dentro del intervalo de 15 a 150 micras. La selección del espesor depende, sin embargo, del volumen de red a incorporar y por tanto de las propiedades deseadas en el producto final. El uso de película delgada orgánica fibrilada permite alcanzar un entrelazamiento mecánico muy satisfactorio entre la masa y la red, lo cual se cree da lugar a las útiles propiedades conseguidas. Esto da como resultado las deseables cualidades de una separación reducida de grietas y una anchura reducida de grietas en el producto en condiciones de post-agrietamiento. Entre las poliolefinas, se prefiere el polipropileno, pero las poliamidas tienen propiedades adecuadas y pueden fabri-

larse para proporcionar redes tejidas o no tejidas.

La masa endurecible con agua es preferiblemente cemento Portland convencional con una carga tal como arena muy fina y/o cenizas de combustible pulverizadas, y la finura es importante ya que de lo contrario no habrá una penetración adecuada entre la red y la masa, produciéndose como consecuencia huecos y puntos débiles. La finura de la carga llega a ser particularmente importante cuando se incorpora un número muy grande de capas de red y el tamaño de grano se seleccionará teniendo en cuenta el número de capas de la red de reforzamiento.

La composición puede contener también aditivos en la forma de fibras cortadas cortas que, entre otros efectos, mejoran el acabado superficial del producto.

Tales aditivos no forman parte, sin embargo, de la red de película orgánica fibrilada, y normalmente estarán distribuidos por encima y debajo de dicha red.

Preferiblemente, en una hoja que deba reemplazar a una hoja convencional de fibrocemento de espesor medio, se emplearán al menos seis o siete capas de malla que constituyen aproximadamente 5-7% del volumen de la hoja, pero pueden alcanzarse mayores resistencias aumentando el número de capas de malla y, de hecho, cuando redes continuas fabricadas a partir de película muy delgada se utilizan como material de partida, el número de capas de malla puede aumentarse a varios centenares y, dentro de ciertos límites, la resistencia al impacto y el área bajo la curva de deformación en flexión, así como el área bajo la curva esfuerzo/deformación en tensión pueden mejorarse mucho más allá de lo alcanzable con el fibrocemento. Se cree que el límite su-

perior es del orden de 15% en volumen de película referido a la masa endurecible con agua.

5 Normalmente será deseable en aquellas hojas que han de ser onduladas simétricamente al modo de las hojas de fibrocemento que la mayoría de las capas de la malla se orienten en la misma dirección con respecto a las ondulaciones, pero para otros usos puede ser preferible disponer las capas de malla con orientaciones alternadas o incluso orientaciones diferentes a través del espesor de la hoja, no necesariamente en ángulos rectos unas con otras. 10 En los casos en que puede predecirse la dirección de aplicación de una carga de tracción para un artículo durante su empleo, es por supuesto preferible alinear la mayoría de los elementos fibrilados en dicha dirección.

15 Durante la fabricación de las hojas, es deseable que después que se ha depositado un cierto número de capas de masa endurecible con agua y de reforzamiento, se aplique presión para estimular y promover la unión mecánica entre la masa y los elementos fibrilados, y además, puede eliminarse el exceso de agua por aplicación de vacío a través de una esterilla filtrante como en muchos procedimientos de la producción de hormigón. 20

Pueden formarse muchos artículos diferentes de las hojas simples. En efecto, se pueden envolver capas múltiples de red alrededor de moldes para producir formas especiales deseadas. 25

Se hará ahora referencia a Ejemplos de artículos que materializan la invención y estos Ejemplos se referirán a los dibujos adjuntos, en los cuales: 30

La Figura 1 es una vista isométrica en despiece

ordenado de una hoja que materializa la invención y que muestra varias redes de película fibrilada continua de forma no tejida;

5 la Figura 2 es un gráfico que representa la carga en kN (eje de ordenadas) frente a la deformación en mm (eje de abscisas), y que muestra como inserción la correspondiente probeta de ensayo que contiene redes de película fibrilada no tejida. La curva continua representa la zona de post-agrietamiento y la curva de trazos discontinuos la zona de grietas múltiples con separación aproximada de 1-3 mm, visibles solamente al microscopio;

10 la Figura 3 es un gráfico que representa el esfuerzo en  $\text{MN/m}^2$  (eje de ordenadas) frente a la deformación  $\times 10^{-6}$  (eje de abscisas), para una probeta de ensayo adicional que se muestra como una inserción y que contiene película fibrilada de polipropileno no tejida. La curva representa el agrietamiento múltiple con separación de 5-10 mm;

15 la Figura 4 es un gráfico que representa la carga en kN (eje de ordenadas) frente a la deformación en mm (eje de abscisas) y que muestra como una inserción la forma y dimensiones de una correspondiente probeta de ensayo adicional del mismo material que en la Figura 3;

20 la Figura 5 es un gráfico que representa el esfuerzo en  $\text{MN/m}^2$  (eje de ordenadas) frente a la deformación  $\times 10^{-6}$  (eje de abscisas) en la etapa de agrietamiento inicial y que muestra como una inserción la forma y dimensiones de una probeta de ensayo adicional que contiene polipropileno tejido;

25 la Figura 6 es un gráfico que representa el

esfuerzo en  $\text{MN/m}^2$  (eje de ordenadas) frente a la deformación  $\times 10^{-6}$  (eje de abscisas) que ilustra la ductilidad post-agrietamiento para la probeta de ensayo que se muestra en la Figura 5. La curva de trazos discontinuos representa grietas finas con separación de 3-6 mm;

la Figura 7 es un gráfico que representa la carga en kN (eje de ordenadas) frente a la deformación en mm (eje de abscisas) para una probeta de ensayo que incorpora película fibrilada de polipropileno tejida. La curva de trazo continuo representa grietas finas de 5-10 mm de separación y la de trazo discontinuo de 3-6 mm de separación.

#### Ejemplo 1

Una probeta para someter a carga bajo flexión se fabricó por el método de acuerdo con la invención y contenía 6% del volumen total de la probeta constituido por redes aplastadas continuas de película de polipropileno fibrilada estirada y expandida de un espesor aproximado de 100 micras. Se seleccionaron las proporciones en peso siguientes para la masa endurecible con agua: cemento, 1,0; agua total, 0,34; cenizas de combustible pulverizadas, 0,25; arena fina que pasa por el tamiz de 600 micras, 0,19; y agente dispersante (resina de melamina-formaldehído sulfonada), 0,03.

La muestra era rectangular, con dimensiones de 13,5 mm x 50 mm x 150 mm. Se realizaron ensayos sobre una distancia de 135 mm, y los resultados se ilustran en el gráfico de carga en kN frente a la deformación en mm de la Fi-

5 gura 2. La considerable ductilidad post-agrietamiento se hizo posible por entrelazamiento de la red continua con la matriz de cemento y aplicación de la carga, sin arrancamiento, después que se había producido el agrietamiento de la matriz.

10 Se retiró la carga para una deformación de aproximadamente 6 mm y se recuperó la deformación hasta menos de 1,5 mm del cero inicial. No eran fácilmente visibles en absoluto grietas a simple vista en la cara de tracción de la viga después que se hubo retirado la carga, pero la inspección con un microscopio reveló grietas muy finas con una separación comprendida entre 1 mm y 3 mm.

15 En la Figura 2, en el punto de retirada de la carga, el módulo de rotura calculado de la manera convencional conforme a un análisis de elasticidad era aproximadamente  $27 \text{ MN/m}^2$  pero no se había alcanzado la carga máxima. Otras probetas similares han alcanzado módulos de rotura que exceden de  $30 \text{ MN/m}^2$ . En la Figura 2,  $1 \text{ kN} = 14,8 \text{ MN/m}^2$  de módulo de rotura.

### 20 Ejemplo 2

25 Aunque es preferible tener un volumen de elementos de reforzamiento que exceda de 5%, es también posible de acuerdo con la invención conseguir un agrietamiento múltiple en tensión y en flexión y un aumento en la resistencia a la flexión con volúmenes menores de redes continuas, aplastadas y no tejidas.

30 Se fabricó una probeta para carga de tracción (Figura 3) empleando la masa endurecible con agua del Ejem-

5 plo 1 con 324 capas de una red aplastada y abierta de película fibrilada de polipropileno no tejida. El espesor de cada película estaba en el extremo inferior del intervalo de espesores. La muestra era de sección rectangular, con  
10 dimensiones de 15 mm x 30 mm x 280 mm, y por consiguiente había aproximadamente 22 capas de película por mm de espesor. El volumen de película total era 2,3% del volumen global de la probeta. El volumen de película efectivo en la dirección del esfuerzo de tracción es difícil de determinar con las redes planas y abiertas, pero probablemente estaba comprendido entre 1,5% y 2% en este Ejemplo. Se ensayó luego la probeta, y los resultados se indican en la Figura 3. Se hizo posible una considerable ductilidad post-agrietamiento, como en el Ejemplo 1.

### 15 Ejemplo 3

20 Se fabricó una probeta para carga de flexión del mismo material descrito en el Ejemplo 2. La probeta era rectangular, con dimensiones de 14,5 mm x 50,5 mm x 150,00 mm. Se realizaron los ensayos sobre una distancia de 135,0 mm, y los resultados se ilustran en el gráfico de carga en kN frente a la deformación de la Figura 4. El aumento en la carga bajo agrietamiento se hizo posible por  
25 el comportamiento post-agrietamiento descrito en el Ejemplo 1. En este ensayo, el módulo de rotura viene dado por  $1 \text{ kN} = 12,7 \text{ kN/m}^2$ .

### 30 Ejemplo 4

En este Ejemplo se fabricó una hoja ondulada,

y la masa endurecible con agua tenía una composición igual a la del Ejemplo 1.

5 Se utilizó material tejido (tejido de gasa de vuelta) como reforzamiento, y dicho material estaba constituido por película de polipropileno continua, orientada y fibrilada con mallas de 3 mm y aproximadamente dos urdimbres por cada trama. Se incorporaron seis capas de malla para dar un espesor de 5,5 mm. Cuatro capas se dispusieron con la urdimbre paralela a las ondulaciones, y dos  
10 con la trama paralela a las ondulaciones.

La hoja acabada, de 0,23 mm x 1,1 mm con una altura de ondulación de 20 mm, se ensayó de acuerdo con la Norma Británica 690, parte 3, 1973, y soportó la carga requerida de 334 Newtons. Se aplicaron cargas cíclicas, inicialmente hasta 150 N, luego 350 N, 400 N y, finalmente a  
15 800 Newtons. Se realizaron tres ciclos de carga para cada carga. A 150 N, se formaron una o dos grietas pequeñas. A 350 N, la separación de las grietas era de 10 a 40 mm; a 400 N, se redujo la separación de las grietas, y a 800 N  
20 se acusó una deformación sustancial y la separación de las grietas estaba comprendida dentro del intervalo de 3 a 6 mm.

Se realizaron ensayos de carga de larga duración sobre una hoja similar con cargas prolongadas, distribuidas uniformemente, de  $0,75 \text{ kN/m}^2$  durante 27 días y  $1,5 \text{ kN/m}^2$  durante 33 días adicionales. La deformación por termofluencia elástica residual después de la retirada de la carga era menor que 2 mm en una distancia de 0,93 m. La carga uniformemente distribuida se aumentó a  $2 \text{ kN/m}^2$ , en  
25 cuyo punto la curva carga/deformación indicaba que se había  
30

producido un agrietamiento considerable. Una prolongación ulterior de la carga a razón de  $0,75 \text{ kN/m}^2$  en el estado agrietado produjo una deformación por termofluencia de  $0,25 \text{ mm}$  en 30 días. Las cargas distribuidas uniformemente son las especificadas en la Norma Británica 5249, Parte 14, 1975, para hoja de fibrocemento.

#### Ejemplo 5

Se fabricó una probeta para carga de tracción empleando la mezcla del Ejemplo 1 y 150 capas de polipropileno tejido (tejido de gasa de vuelta), sometiéndose las capas a presión durante la acumulación de dichas capas. El 8% en volumen de la probeta estaba constituido por la red.

Se ensayó después la probeta, y los resultados conseguidos se indican en las Figuras 5 y 6. En ambas Figuras, se representa gráficamente el esfuerzo en  $\text{MN/m}^2$  frente a la deformación  $\times 10^{-6}$ . En la Figura 5, el Módulo Inicial  $E = 21\text{GN/m}^2$ . La Figura 5 ilustra las características de agrietamiento iniciales, mientras que la Figura 6 ilustra la curva total que muestra la ductilidad post-agrietamiento. La curva del lado izquierdo de la Figura 6 es equivalente a la Figura 5 en una escala diferente.

#### Ejemplo 6

Se fabricó una probeta para carga de flexión empleando la mezcla del Ejemplo 1 y se incorporaron 100 capas de polipropileno tejido. La probeta era rectangular, con dimensiones de  $500 \times 100 \times 74,5 \text{ mm}$ . La distancia durante

el ensayo fue de 406 mm.

Se realizaron los ensayos, y los resultados se ilustran en la Figura 7, en la que se representa gráficamente la carga en kN frente a la deformación en mm. El módulo de rotura calculado de la manera convencional en un análisis de elasticidad se expresa en esta Figura como  $10 \text{ kN} = 7,32 \text{ MN/m}^2$ . Como resultará evidente, la probeta se cargó progresivamente con cargas cada vez más altas, alcanzándose un aumento considerable en la capacidad de resistencia a las cargas después que se hubo producido el agrietamiento.

Las hojas fabricadas por el procedimiento de acuerdo con la invención son adecuadas para aplicaciones en las que se han empleado hasta ahora hojas de fibrocemento, las cuales están sometidas a cargas de flexión y están expuestas a impacto en ciertas condiciones. Se ha encontrado que las hojas poseen una tenacidad adecuada y una pseudo-ductilidad deseable, siendo atribuible el último fenómeno a un agrietamiento fino múltiple, sin que, no obstante, se vea afectada desfavorablemente la resistencia del material a la flexión. Una ventaja adicional es que pueden hacerse pasar clavos directamente a través de hojas delgadas sin fracturar la hoja lejos del agujero. El material es capaz, así pues, de una alta absorción de energía durante el fallo, tanto bajo cargas de impacto como bajo cargas que aumenten lentamente. A este respecto, por consiguiente, el material en hoja de acuerdo con la presente invención presenta una mejora sobre el fibrocemento, el cual es susceptible de fractura quebradiza por impacto. La carga de rotura a la tracción de la hoja cuando se somete a esfuerzos de tracción

directos no es probable que aumente en la misma proporción que bajo cargas de flexión.

En la construcción preferida con capas múltiples de redes, se eliminan sustancialmente los riesgos de puntos débiles debidos a la ausencia de reforzamiento.

Con las fibras discontinuas, el riesgo de falta de homogeneidad es alto.

La invención se puede aplicar a revestimientos, canales, tuberías sin presión, y accesorios para bajantes de aguas tales como los que se utilizan en la industria de la edificación y la construcción, elementos que pueden ser ondulados, planos y asimétricos. Es también posible que el material producido por el método de acuerdo con la invención pueda utilizarse para producir muebles de jardín, revestimientos interiores de alcantarillado, pozos de ventilación, barreras contra choques, elementos de cajas y paneles de revestimiento que incorporan poliestireno expandido. Alternativamente, el material puede incorporar gránulos de poliestireno para producir un material aislante ligero.

La invención puede aplicarse adicionalmente a hormigón reforzado y otros miembros estructurales como un elemento de encofrado permanente no para aportar resistencia a la estructura sino más bien para producir un patrón de grietas superficiales finas. Esto haría posible la aplicación de esfuerzos mayores al reforzamiento de las vigas antes de alcanzarse una anchura de grieta limitante, cuando se comparan con el hormigón reforzado normal.

Las hojas de acuerdo con la invención no son simplemente sustitutos de las hojas de fibrocemento, sino

que son adicionalmente adecuadas para usos finales en aplicaciones internas y externas no servidas previamente por el fibrocemento.

5

10

15

20

25

30

1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Un procedimiento perfeccionado para fabricar hojas u otros artículos a base de una masa endurecible con agua y un elemento de refuerzo, que comprende las etapas de proporcionar una red de material orgánico fibrilado e incorporar la red en una masa endurecible con agua y después de ello endurecer la masa, caracterizado porque la red se ha fabricado a partir de una película orgánica fibrilada continua y se incorpora como una pluralidad de capas en la masa endurecible con agua.

15

20

2ª.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque las capas se obtienen por expansión de la película orgánica fibrilada.

3ª.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1ª ó la reivindicación 2ª, caracterizado porque la película orgánica fibrilada es una película de poliolefina.

25

30

4ª.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizado porque la película continua fibrilada se deriva de una película de poliolefina que se ha producido de tal manera que se promueve la orientación de la estructura molecular, y la película, que se encuentra entonces en un estado de fibrilación inminente, puede fibrilarse por tratamiento mecánico

1 adicional.

5 5ª.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque la película orgánica fibrilada es una película orgánica estirada.

6ª.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizado porque la película orgánica es polipropileno.

10 7ª.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque las capas se someten a acción mecánica, tal como vibración, presión o succión durante la etapa de fabricación.

15 8ª.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7ª, caracterizado porque cada capa de masa endurecible con agua y red tiene un espesor de 5 mm o inferior.

20 9ª.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 8ª, caracterizado porque una pluralidad de capas de masa endurecible con agua y red tienen al menos una intercapa de una masa endurecible con agua u otro material entre ellas.

10ª.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1ª, ó 3ª a 9ª, caracterizado porque la red se obtiene tejiendo piezas de película orgánica fibrilada plana.

25 11ª.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1ª, 2ª ó 4ª a 10ª, caracterizado porque la red se halla en forma de un tejido con urdimbres de hilo torcido y tramas simples y se teje de tal manera que en cada intersección la trama pasa por encima de una urdimbre y por debajo de la otra urdimbre.

30

1                    12ª.- Un procedimiento perfeccionado para fabri-  
car hojas u otros artículos a base de una masa endurecible  
con agua y un elemento de refuerzo.

5                    Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-  
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y pa-  
ra los fines que se han especificado.

                    Esta Memoria consta de veintidós hojas escritas  
a máquina por una sola cara.

10

Madrid, 16. MAY 1978

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder

15

20

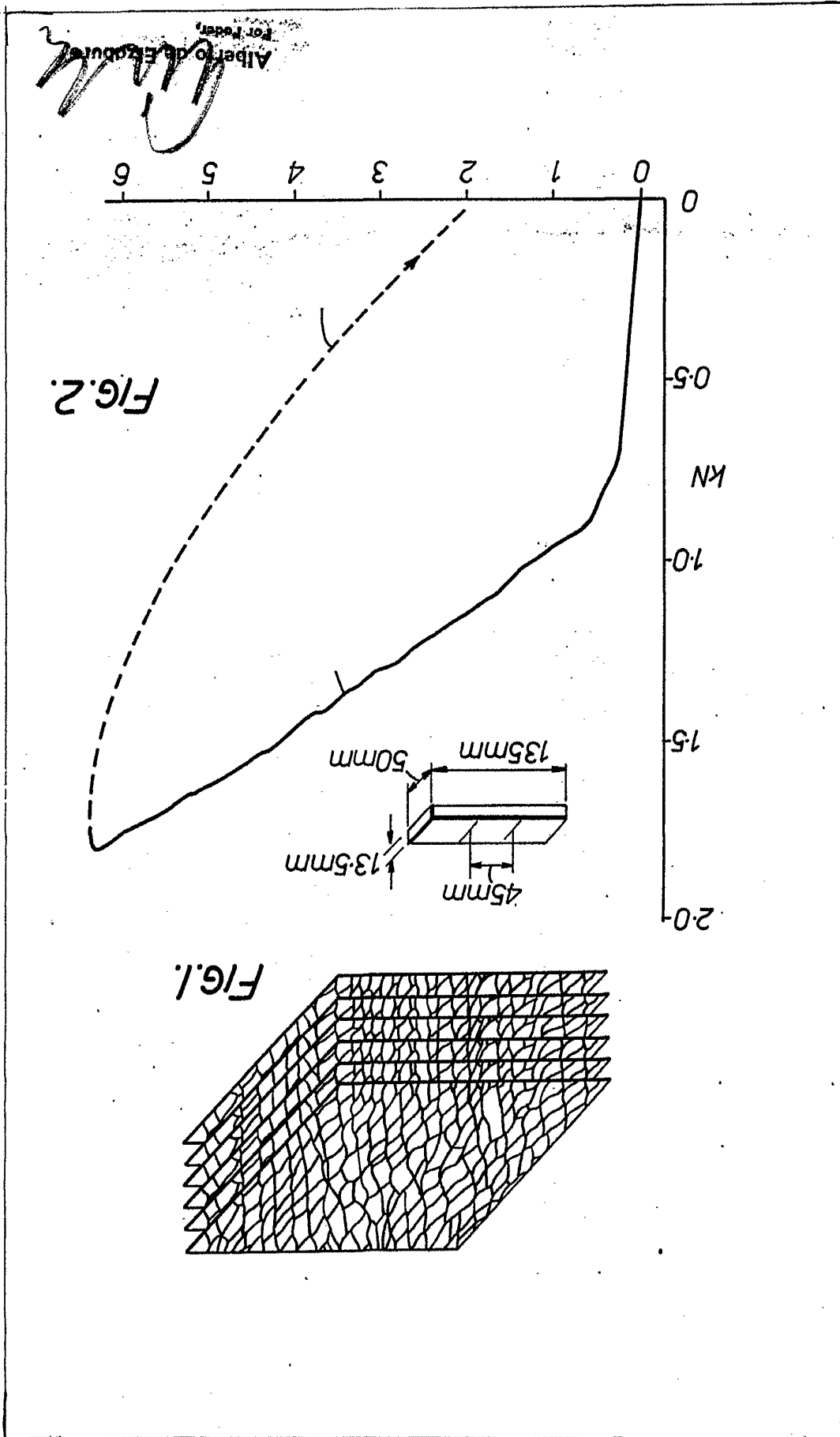
25

30

10058

JL/

POOR QUALITY



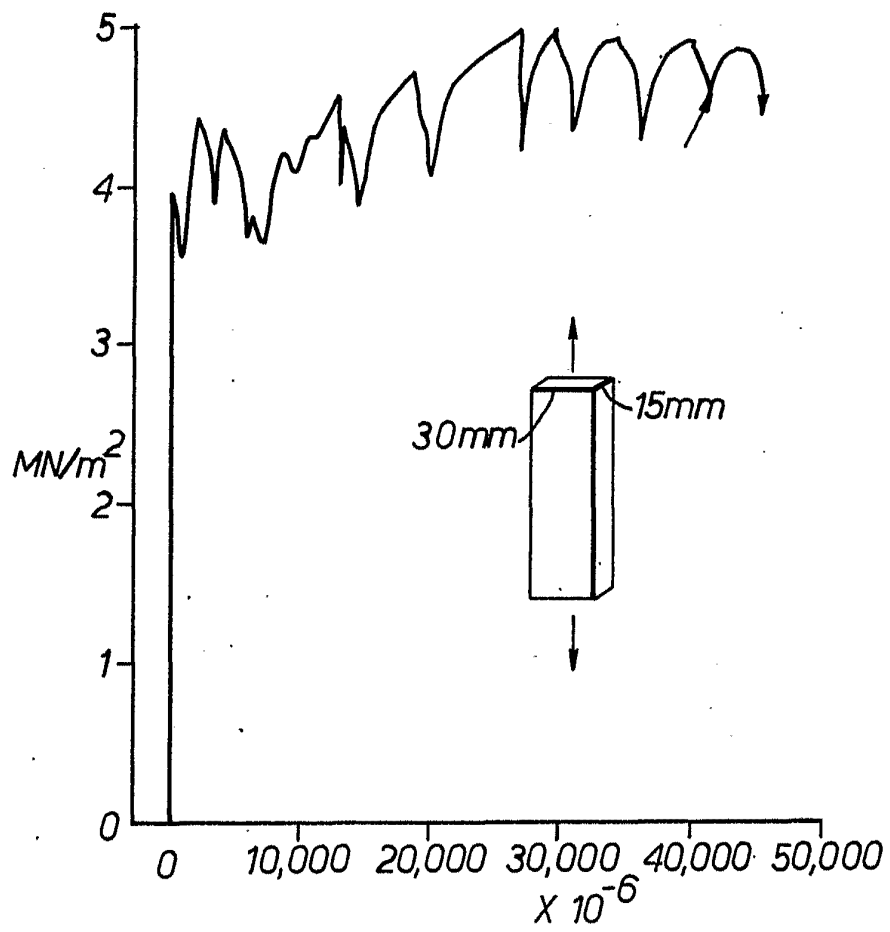


FIG. 3.

Alberto de Elzaburu  
For [unclear]

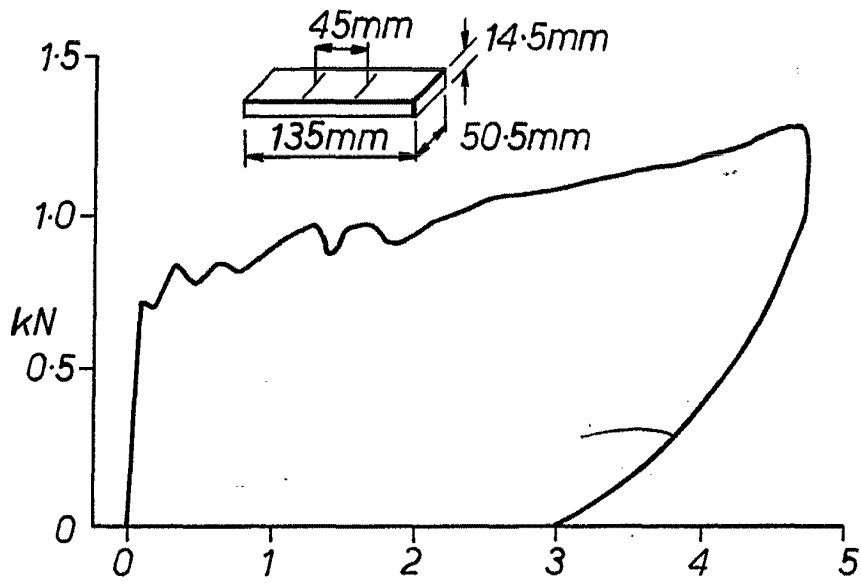


FIG. 4.

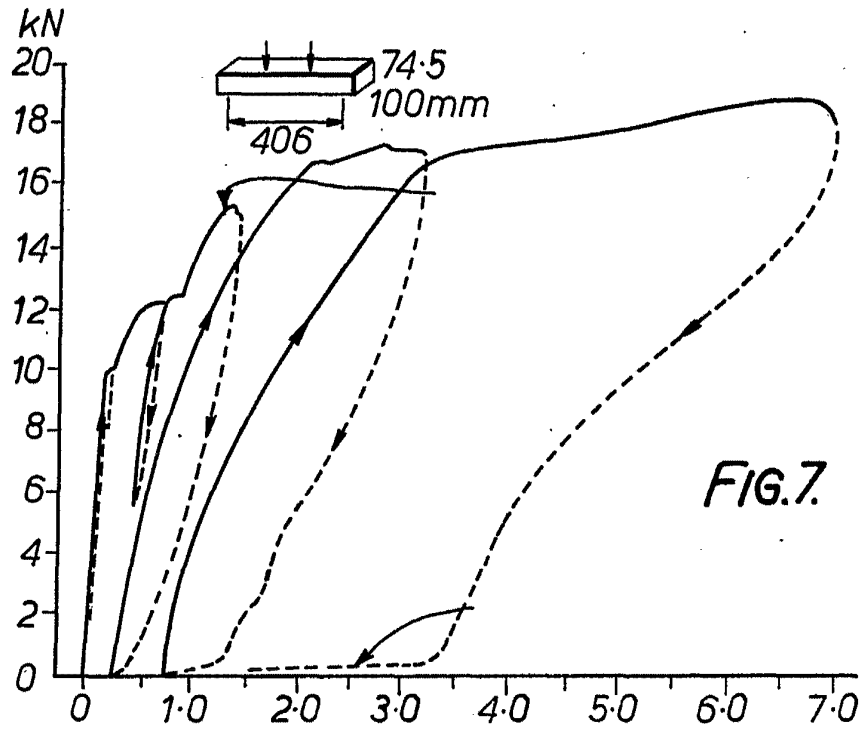
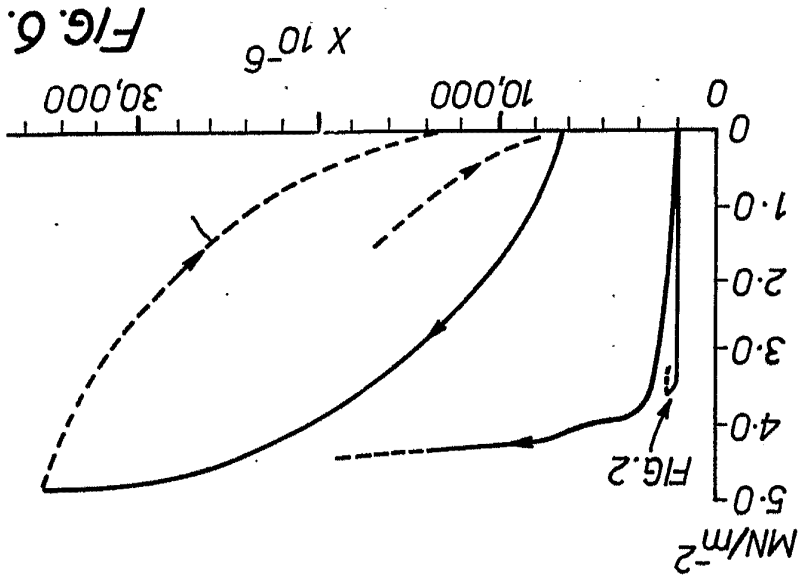
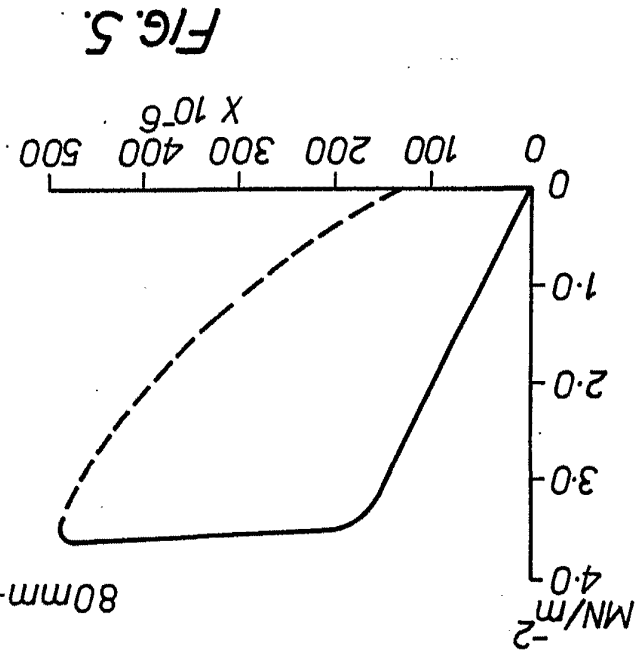
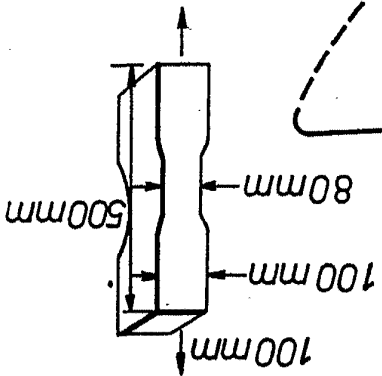


FIG. 7.

Alberto d'Alzaburo  
For Food



Alberto...  
Per...  
Alberto...