

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



19 ES	11 NUMERO	10 A1
21	464.925	
22	FECHA DE PRESENTACION	
	9.12.77	

**PATENTE DE INVENCION**

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

**20 JUL. 1978**

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F16L	

54 TITULO DE LA INVENCION

"UN METODO PARA PRODUCIR UN TUBO QUE CONTIENE CEMENTO, NO TENSADO, REFORZADO, RIGIDO, SUSTANCIALMENTE NO FLEXIBLE"

71 SOLICITANTE (S)

CEMENT ASBESTOS PRODUCTS COMPANY (241082 U.S. 655.189)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

2144 Highland Avenue South, Birmingham, Alabama, Estados Unidos de América

72 INVENTOR (ES)

James Wright

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 67.574)

1                   Esta invención se relaciona a un tubo no esfor-  
zado, reforzado, que contiene cemento y más particularmen-  
te a un tubo no esforzado, reforzado, de alta resistencia,  
que contiene cemento, especialmente un tubo de asbestos  
5                   y cemento caracterizado por su alta resistencia a la re-  
ventazón o explosión y a su alta resistencia a la flexión,  
y a un método para producir dicho tubo.

                  Las patentes de los Estados Unidos Nos.  
3.631.897 y 3.813.098 describen tubo de concreto o de as-  
bestos y cemento esforzado y otros artículos tubulares en  
10                   los que se envuelven o devanan hilos proporcionadores de  
tensión de naylon, poliéster o de polipropileno alrededor  
de la superficie del tubo y del artículo tubular y se es-  
tiran hasta una longitud cuando menos 5% mayor que su lon-  
15                   gitud estable, rebajada. El material de los hilos o tren-  
zas se fija en su condición estirada o alargada alrededor  
del tubo y del artículo tubular, y el material de los hi-  
los o trenzas fijos alrededor del tubo y del artículo tu-  
bular está en tensión en una cantidad de 15% o más de su  
20                   resistencia final al rompimiento. Las patentes de los Es-  
tados Unidos Nos. 2.251.201; 2.375.971 y 2.711.291, des-  
criben tubo de concreto que tiene alambre de metal como  
alambre de acero, enrollado o devanado alrededor del tubo  
para reforzarlo. La patente de los Estados Unidos No.  
25                   2.791.241 se relaciona a tubo de resina fibroso reforzado  
que comprende una primer serie de fibras largas de refuer-  
zo de vidrio o asbestos, helicoidalmente devanadas a un  
ángulo de helicoide de entre dos grados y 10º, y una se-  
gunda serie de las fibras de refuerzo largas antes mencio-  
nadas superpuesta sobre la primer serie de devanado heli-  
30

1 coidal y devanado con un ángulo helicoidal de entre 80°  
y 88°. Una resina endurecida asegura las fibras una con  
la otra para formar un tubo integral.

5 Una aplicación importante del tubo de asbestos  
y cemento del arte anterior que consistía de fibra de as-  
bestos, cemento y sílice, había sido la transportación o  
conducción de agua bajo presión. El tubo de hierro vacia-  
do también se utilizaba en el arte anterior para conducir  
10 agua bajo presión. El tubo de hierro vaciado puede reque-  
rir la instalación de un sistema de protección catódico  
sacrificatorio o de corriente impresa, que no se requiere  
en el tubo de asbestos y cementos, para evitar la corro-  
sión del tubo de hierro. El requisito de la protección ca-  
tódica aumenta materialmente el costo del tubo de hierro  
15 vaciado. Adicionalmente, hay aún campo para mejorar la re-  
sistencia a la revenzón, así como la resistencia a la fle-  
xión en el tubo de asbestos y cemento del arte anterior  
antes mencionado.

20 De acuerdo con la presente invención, se propor-  
ciona un tubo no esforzado, reforzado, rígido, substancial-  
mente inflexible que contiene cemento, y que comprende un  
tubo rígido substancialmente inflexible compuesto de un  
cuerpo de artículo tubular de una composición que compren-  
de un cemento hidráulico, una pluralidad de devanados de  
25 filamentos continuos de una fibra de poliamida aromática  
de alta resistencia a la tensión y de baja capacidad de  
alargamiento alrededor de cuando menos una capa de la com-  
posición que contiene cemento dentro del interior del tubo,  
sin que esté estirado, y el filamento continuo de los de-  
30 vanados también está caracterizado en que substancialmente

1 no está en tensión y tiene su longitud normal, y hay ele-  
mentos para mantener los devanados ó vueltas del filamen-  
to continuo alrededor de una o más capas que contienen ce-  
mento dentro del interior del tubo y sin que estén estira-  
5 dos y substancialmente sin estar en tensión.

La invención también proporciona un método para  
producir un tubo que contiene cemento, no esforzado, re-  
forzado, rígido, substancialmente inflexible, que compren-  
de formar un cuerpo de artículo tubular que comprende una  
10 pluralidad de capas sobre puestas de una composición com-  
puesta de un cemento hidráulico y agua, un devanado de  
un filamento continuo de una fibra de poliamida aromática  
alrededor de cuando menos una de las capas que contienen  
cemento mencionadas dentro del interior del tubo, durante  
15 o después de la formación de la capa que contiene el ce-  
mento, y antes de la formación de la siguiente capa com-  
pleta que contiene cemento en la misma, sin estirar el  
filamento continuo y substancialmente sin poner el fila-  
mento continuo en tensión, y la fibra de poliamida aromá-  
tica del filamento continuo está caracterizada en que tie-  
20 ne alta resistencia a la tensión y una baja capacidad de  
alargamiento, y endurecer el tubo obtenido en esta forma.

El filamento continuo de la fibra de poliamida  
aromática usualmente se devana y se mantiene tirante al-  
rededor de una o más capas de la composición que contiene  
25 cemento dentro del interior del tubo. Con la palabra "ti-  
rante", como se utiliza en la presente al referirse a los  
devanados del filamento continuo de la fibra de poliamida  
aromática alrededor de una o más capas de la composición  
que contiene cemento dentro del interior del tubo, se quie-

1 re decir que el filamento continuo de la fibra de poliami-  
da aromática está devanado apretadamente o substancialmen-  
te apretadamente alrededor de la capa o capas que contie-  
nen cemento sin que haya ningún tramo flojo o substancial-  
mente ninguna flojedad en dicho filamento.

5 El tubo de asbestos y cementos no esforzado de  
la presente invención, está caracterizado en que propor-  
ciona una extraordinaria mejora en la resistencia hidros-  
tática a la reventazón y una considerablemente más alta  
10 resistencia hidrostática al estallido o reventazón que la  
resistencia al estallido hidrostática del tubo de asbestos  
y cemento del arte anterior que no está reforzado con un  
filamento o hilo continuo. El tubo no reforzado de asbes-  
tos y cemento de esta invención también está caracterizado  
15 en que exhibe una considerable mejor resistencia a la fle-  
xión. En las pruebas de resistencia hidrostática al esta-  
llido o reventazón, el tubo de asbestos y cemento no es-  
forzado de esta invención resistió una presión hidrostáti-  
ca tan grande como de 77.340 kg. por  $\text{cm}^2$ , que es aproxima-  
20 damente 110% mayor que la resistencia hidrostática a la  
reventazón o explosión que se requiere que resista un tubo  
de acuerdo con las normas de la A. W. W. A. En las pruebas  
de resistencia a la flexión, el tubo de asbestos y cemento  
no esforzado de esta invención logró una resistencia a la  
25 flexión que fué hasta de 37% por arriba de la resistencia  
a la flexión que se requiere que resista un tubo de acuer-  
do con las normas A. W. W. A.

30 Las pruebas de resistencia llevadas a cabo en  
el tubo de asbestos y cemento no esforzado, de alta re-  
sistencia de esta invención indican que dicho tubo está

1 adaptado para ser utilizado en transportar o conducir  
agua bajo presiones considerablemente más altas que las  
que son capaces de conducir los tubos de asbestos y cemen-  
to del arte anterior. Adicionalmente, se logra un margen  
5 adicional de seguridad en el tubo de la presente invención  
destinado a ser utilizado para transportar agua bajo ca-  
rretera o calles, debido a los devanados del filamento  
continuo de la fibra de poliamida aromática, ya que el  
tubo bajo las carreteras o las calles tiende a ser some-  
10 tido a ciertas condiciones extremas de alta fibración,  
gran peso, a condiciones de esfuerzo cortante.

La fibra de poliamida aromática del filamento  
continuo utilizado en la presente invención tiene una  
alta resistencia a la tensión de cuando menos 27.420 kg.  
15 por  $\text{cm}^2$  y una baja capacidad de alargamiento de no más  
de 7%. Esta fibra de poliamida aromática usualmente tiene  
una alta resistencia a la tensión en la gama comprendida  
entre aproximadamente 28.123 kg. por  $\text{cm}^2$  y aproximadamen-  
te 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$ , y de preferencia una capacidad de  
20 alargamiento muy baja en la gama de entre aproximadamente  
2% y aproximadamente 4%. Una fibra apropiada es la que  
se obtiene de E.I. DuPont de Nemours & Co., bajo la marca  
de KEVLAR hilado de una poliamida aromática que de acuer-  
do como se reporta, se prepara reaccionando un ácido dicar-  
25 boxílico aromático, tal como un ácido tereftálico ó anhí-  
drido, y una diamina aromática tal como una p-fenilendia-  
mina. Alternativamente, la poliamida aromática puede ser  
un ácido aminocarboxílico aromático tal como, por ejemplo  
el ácido 4-aminobenzoico. El United States Federal Trade  
30 Commission ha asignado a las poliamidas aromáticas una

1 clasificación genérica de "aramidas".

5 La fibra de poliamida aromática KEVLAR 49 pre-  
ferida para ser utilizada en la presente tiene una muy  
alta resistencia a la tensión en la gama comprendida entre  
aproximadamente 36.559 kg. por  $\text{cm}^2$  y aproximadamente  
36.841 kg. por  $\text{cm}^2$ , y una capacidad muy baja de alargamien-  
to, dentro de la gama de capacidad de alargamiento compren-  
dida entre aproximadamente 2% y aproximadamente 4%. Con  
el término "capacidad de alargamiento", como se utiliza  
10 en la presente y en las cláusulas adjuntas, se quiere de-  
cir la longitud máxima o substancialmente máxima a la que  
puede alargarse la fibra desde su longitud relajada esta-  
ble. De esta forma, por ejemplo, una capacidad de alarga-  
miento de 7% significa que la fibra puede ser alargada  
15 a una longitud máxima que es 7% mayor que su longitud re-  
lajada, estable; y una capacidad de alargamiento de apro-  
ximadamente 2% significa que la fibra puede ser alargada  
a una longitud máxima que es aproximadamente 2% mayor que  
la longitud de su estado estable, relajado.

20 El filamento continuo utilizado en la presente  
puede ser, por ejemplo, hilo, mecha, o tela tejida usual-  
mente de anchura angosta o en forma de tira en la que la  
tira tiene una anchura, por ejemplo, típicamente compren-  
dida entre aproximadamente 6,35 mm. y 2,54 cm. También  
25 puede concebirse el filamento continuo como una cuerda, o  
como una estera o tela no tejida con anchura angosta o en  
la forma de una tira, como se describe inmediatamente en  
lo anterior. El hilo es utilizable en una amplia gama de  
deniers, de típicamente entre 195 y 1420. Con el término  
30 "filamento continuo" como se utiliza en la presente y en

1 - las cláusulas adjuntas, se quiere decir un filamento con una longitud considerable, ordinariamente de una pluralidad de metros de longitud, y usualmente con una longitud de muchos metros o de numerosos metros, en contraste con  
 5 las fibras cortas, discretas de asbestos, con una longitud típica de 31 mm. u otro llenador corto, desmenuzado, de longitud corta similar.

Las fibras utilizadas en esta invención tienen una alta relación entre la resistencia y el peso y no tienen igual en la categoría de fibras orgánicas de alta tenacidad o alta resistencia a la tensión; la fibra KEVLAR preferida tiene una muy alta resistencia a la tensión que es más que el doble del de el hilo de nylon representativo de peso comparable y considerablemente mayor que la de  
 10 la fibra de poliéster de lacron y de propileno. La notable superioridad en la resistencia a la tensión de la fibra de KEVLAR 49 con respecto a las fibras típicas de nylon, lacron y de propileno, se establece en seguida:

Resistencia a la Tensión

20	Fibra de aramida KEVLAR 49 .....	35.153 kg. por cm <sup>2</sup>
	Nylon tipo 729 .....	9.843 kg. por cm <sup>2</sup>
	Dacron T-68 .....	11.249 kg. por cm <sup>2</sup>
	Polipropileno .....	6.609 kg. por cm <sup>2</sup>

El nylon tipo 728 fué una poliamida alifática.

25 Un hilo de nylon de poliamida alifática de alta resistencia representativo tiene una tenacidad aproximada de 10 gramos por denier; el hilo de KEVLAR en un peso comparable, tiene una tenacidad de más de 22 gramos por denier y otros hilos de KEVLAR tienen tenacidades superiores a  
 30 25 gramos por denier.

1                   Adicionalmente, la fibra de KEVLAR tiene una ex-  
celente estabilidad dimensional debido a su alto módulo  
o módulo intermedio a su bajo alargamiento, peso ligero,  
buena resistencia a la temperatura y demuestra buena re-  
5                   sistencia al calor y al fuego. El hilo preferido que  
KEVLAR 49 para ser utilizado en la presente, tiene una  
densidad de 1,45 gramos/cm<sup>3</sup>, que es 40% menor que el del  
vidrio. El alargamiento de la fibra es de 2,8% lo que es  
significativamente más baja que el alargamiento de la fi-  
10                   bra de otras fibras orgánicas; una resistencia a la ten-  
sión de 36.911 kg. por cm<sup>2</sup>, lo que es considerablemente  
mayor que la resistencia a la tensión de las fibras orgá-  
nicas convencionales; un módulo de 1.336 x 16 a<sup>6</sup> kg. por  
cm<sup>2</sup>, que es el doble del del vidrio E; buena resistencia  
15                   a los productos químicos, y es altamente resistente a los  
solventes orgánicos, combustibles y lubricantes; una ex-  
celente resistencia a la temperatura, sin degradación de  
las propiedades del hilo en exposiciones durante corto  
periodo de tiempo a temperaturas hasta de 269°C. El hilo  
20                   KEVLAR 29, también utilizable en la presente, tiene una  
densidad de 1,44 gramos/cm<sup>2</sup>, un alargamiento al rompimien-  
to de entre 3 y 4%, una resistencia a la presión de  
28.123 kg. por cm<sup>2</sup>, un módulo de 0,633 x 10<sup>6</sup> kg. por cm<sup>2</sup>,  
una excelente resistencia a la temperatura y tiene propie-  
25                   dades útiles a través de una amplia gama de temperaturas  
desde la temperatura de subcero hasta las altas tempera-  
turas, específicamente desde -251°C hasta 260°C.

                  Es crítico que el filamento continuo de la fibra  
de poliamida aromática utilizada en la presente invención  
no sea colocado o mantenido en tensión durante la produc-

1 - ción del tubo. La razón de esto es que el asbestos-cemento  
es de consistencia plástica y relativamente blando, y el  
concreto puede solo estar parcialmente fraguado y es tam-  
bién relativamente blando en el momento en que dicho fila-  
5 - mento es devanado alrededor de la capa o las capas de asbes-  
to-cemento, o la capa o las capas de concreto, y si el fi-  
lamento continuo se pone o se mantiene bajo una tensión  
significativa en el momento del devanado, el filamento con-  
10 - tinuo cortaría entrando en el asbestos-cemento o el con-  
creto blando y podría cortar el asbestos-cemento o el con-  
creto blandos hasta el mandril. En cualquier caso, el tubo  
cortado de asbestos-cemento o el tubo cortado de concreto  
quedaría dañado e indudablemente dañado hasta tal grado  
como para hacer que no pudiera venderse. El filamento con-  
15 - tinuo de fibra de poliamida aromática del tubo cementoso  
de alta resistencia de esta invención puede ser colocado  
con cierta cantidad de tensión durante el uso del tubo  
cuando el tubo sustancialmente es sometido a cierto esfuer-  
zo, por ejemplo, esfuerzos de flexión cuando se entierra  
20 - debajo de carreteras de calles, debido al peso de los auto-  
móviles.

Es importante que la fibra de poliamida aromáti-  
ca utilizada en la presente tenga una capacidad de bajo  
alargamiento no superior al 7%, en razón de que si dicha  
25 - fibra tiene una capacidad de alargamiento significativamen-  
te por arriba del 7%, que es lo que sucede en las fibras  
altamente elásticas tales como los nylons de poliamida  
alifática, las fibras de poliéster "Dacron" y de propileno,  
el tubo reforzado indudablemente no tendría la resistencia  
30 - que tiene el tubo cuando se refuerza con el filamento con-

1 - tino de la poliamida aromática que tiene un más bajo gra-  
do de alargamiento por debajo del 7%, o cuando menos no  
arriba del 7%. El filamento de refuerzo de fibra que tiene  
una capacidad de alargamiento más elevada significativamen-  
5 te por arriba del 7%, tendría la tendencia a estirarse cuan-  
do el tubo reforzado que contiene la misma se somete a un  
esfuerzo material, y por esta razón el tubo reforzado no  
sería tan fuerte como cuando se refuerza con el filamento  
continuo de fibra de poliamida aromática que tiene una ca-  
10 pacidad más baja de alargamiento por debajo del 7%, cuando  
menos no por arriba del 7%.

La pluralidad de devanados del filamento conti-  
nuo dentro del interior del tubo puede ser devanada manual-  
mente o por un aparato de devanado convencional a través  
15 de toda la longitud o substancialmente toda la longitud del  
tubo, sobre una porción mayor, es decir sobre el 50% o más,  
de la longitud del tubo, sobre una porción menor, es decir  
menos del 50%, pero una porción apreciable de la longitud  
del tubo, sobre una porción central, por ejemplo una ter-  
20 cera parte intermedia, de la longitud del tubo, o sobre  
otra porción de la longitud del tubo. Los devanados ordina-  
riamente son devanados helicoidales y pueden consistir de  
una sola capa de devanados con un ángulo helicoidal típico  
de 50% o dos o más capas sobrepuestas de devanados alrededor  
25 de una o más capas de asbestos-cemento o concreto, y el án-  
gulo helicoidal de una de las capas de dichos devanados  
usualmente es diferente que el ángulo de helicoidal de la  
otra capa de los devanados helicoidales de dicho filamento  
continuo sobre puesto directamente sobre el mismo, por ejem-  
30 plo; un devanado helicoidal en una dirección que tenga un

1 -ángulo helicoidal agudo típicamente de 50°C, y un devanado helicoidal en la dirección opuesta que tenga un ángulo helicoidal obtuso típicamente de 120°.

5 El método de esta invención para producir un tubo que contiene cemento o cementoso no esforzado, reforzado, comprende formar un cuerpo de artículo tubular compuesto de una pluralidad de capas sobre puestas de una composición que contiene cemento hidráulico y agua, y devanar un filamento continuo de la fibra de poliamida aromática previamente descrita en la presente, y obtenible como la fibra de aramida KEVLAR, alrededor de una o más de dichas capas que contienen cemento, usualmente mientras está húmedo y sin fraguar, o solo parcialmente fraguado, dentro del interior del tubo durante o después de la formación de la capa que contiene cemento y antes de la formación de la siguiente capa subsecuente, completa, que contiene cemento dispuesto sobre la primera. El filamento continuo de la fibra de poliamida aromática está caracterizado en que tiene una alta resistencia a la tensión y un bajo alargamiento, así como las otras propiedades previamente descritas en la presente. El tubo obtenido de esta forma se fragua. El método de la presente está eminentemente bien adaptado para producir un tubo de asbesto-cemento para transportar agua bajo alta presión. También este método es utilizable para producir de tubos de concreto para fines de drenaje o los tubos llamados de alcantarilla.

10  
15  
20  
25

Más significativamente en el método de la presente invención para producir un tubo no esforzado, de asbesto-cemento de alta resistencia, se forma una lámina u hoja dispuesta con agua, de asbestos-cemento húmedo a partir de una

30

1 -pasta acuosa de fibra de asbestos y cemento, y el agua se  
elimina de la lámina húmeda de asbesto-cemento. La lámina  
aún húmeda, parcialmente deshidratada, se enrolla sobre  
un mandril formador de tubo como una pluralidad de devana-  
5 dos en espiral, con las capas de asbesto-cemento húmedas  
sobre el mismo y mientras se aplica presión a la lámina de  
asbesto-cemento húmeda sobre el mandril. Se devana un fila-  
mento continuo, por ejemplo, hilo, de la fibra de poliamida  
aromática previamente descrita en la presente, y obtenida  
10 como fibra de aramida KEVLAR, usualmente por devanado heli-  
coidal y usualmente apretada, alrededor de una o más de las  
capas de asbesto-cemento húmedo espiralmente devanadas den-  
tro del interior del tubo final sobre el mandril durante el  
devanado de las capas de asbesto-cemento húmedo sobre el  
15 mandril, sin ninguna o substancialmente ninguna flojedad  
en el filamento continuo, y sin nada o substancialmente na-  
da de estiramiento del filamento continuo y sin poner el  
filamento continuo bajo tensión. El filamento continuo de  
la fibra de poliamida aromática está caracterizado en que  
20 tiene una alta resistencia a la tensión, un bajo alarga-  
miento, y las otras propiedades previamente descritas en  
la presente. El mandril se separa de la superficie interior  
del tubo, y el tubo ordinariamente está precurado, el man-  
dril se extrae de dentro del tubo, y el tubo precurado es  
25 subsecuentemente curado o fraguado hasta un estado totalmen-  
te fraguado o substancialmente totalmente fraguado. Un de-  
vanado en espiral de la capa de asbestos cementos del tubo  
es una revolución completa de la capa de asbesto cemento  
del tubo.

1 — endurece o precura después de separar el mandril de la su-  
perficie interior del tubo, y antes de extraer el mandril  
de dentro del tubo. El precurado se lleva a cabo durante  
un periodo de tiempo que sea suficiente para hacer que el  
5 tubo de asbestos cementos esté suficientemente rígido y  
pueda sustentarse así mismo como para ser capaz de que el  
mandril sea extraído del tubo sin que se desintegre el tu-  
bo.

El precurado o prefraguado y el fraguado del tu-  
10 bo de asbestos-cementos ordinariamente y de preferencia  
se lleva a cabo sometiendo el tubo a calentamiento a tem-  
peratura elevada en una atmósfera que tenga un alto conte-  
nido de humedad o una alta humedad relativamente, tal como  
el prefraguado y fraguado que se conoce y es convencional  
15 en el arte. El fraguado también puede lograrse sumergien-  
do el tubo de asbesto cemento en agua durante 28 días, pe-  
ro esto no se prefiere.

Al producir el tubo de asbesto-cemento de alta  
resistencia de la presente, la lámina húmeda de asbesto  
20 cemento ordinariamente se forma por uno o más, típicamente  
dos, cilindros de tamiz giratorios parcialmente sumergidos  
en una pasta de asbesto-cemento acuosa, y el cilindro de  
tamiz recoge la pasta como una lámina o trama húmeda de  
asbestos cementos, delgada, dispuesta con agua, sobre su  
25 superficie de tamiz, y el agua es eliminada de la lámina  
húmeda de asbesto cementos en la superficie del cilindro  
de tamiz forzándolo a través de las aberturas del tamiz  
del cilindro de tamiz. La lámina de asbesto cemento aún  
húmeda es transferida del cilindro de tamiz giratorio has-  
30 ta un miembro móvil, continuo, permeable al agua, usualmen-

1 te una felpa, y la lámina de asbesto cemento es transporta-  
da en el miembro permeable en movimiento, hasta un mandril  
formador de tubo para devanarla sobre el mismo, mientras  
se elimina agua adicional de la lámina de asbesto cemento  
5 durante su transportación al mandril.

El tubo de concreto reforzado con poliamida aro-  
mática de esta invención puede ser producido, de acuerdo  
con un método, colando el concreto en un molde de tubo de  
acero que tenga un mandril cilíndrico de acero dispuesto  
10 y asegurado en el mismo y con una cavidad de molde que ten-  
ga una anchura equivalente a aproximadamente la mitad del  
espesor radial que se desea en la pared del tubo final don-  
de dos capas de concreto van a ser coladas para formar el  
tubo. Cuando se desean más de dos capas de concreto, por  
15 ejemplo tres o cuatro capas de concreto, en la pared del  
tubo final, la cavidad del molde tiene una anchura equiva-  
lente a una tercera parte o a una cuarta parte de respec-  
tivamente el espesor radial deseado en la pared del tubo  
final. Después de que se cuele la capa de concreto, el  
20 concreto colado en el molde se prefragua o se deja endure-  
cer parcialmente de manera conocida y convencional, por  
ejemplo al aire ambiente, durante un periodo de tiempo que  
es suficiente para hacer que el concreto colado se sosten-  
ga así mismo cuando el cubrimiento exterior del molde se  
25 saca, y posteriormente se saca la cubierta exterior del  
molde para exponer y hacer accesible la capa de concreto  
vaciada, la que puede ser aún de concreto relativamente  
blanco, debido a que solo está parcialmente fraguado, y por  
lo tanto solo parcialmente endurecido, sobre el mandril. El  
30 filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR que tiene las

1 características de alta resistencia a la tensión y de bajo  
alargamiento así como las otras propiedades previamente  
descritas en la presente, se devana después manualmente o  
5 por medio de un aparato de devanado convencional, ordina-  
riamente por devanado helicoidal, y usualmente apretado,  
alrededor de la capa de concreto sin que haya o substan-  
cialmente que sin que haya ningún estiramiento del filamen-  
to y sin que haya o substancialmente sin que haya tensión  
del filamento. Los devanados del filamento continuo de la  
10 fibra de aramida de KEVLAR se mantienen alrededor de cada  
una de las capas de concreto amarrando el propio filamento  
sobre la capa de concreto por medio de un nudo fuerte apro-  
piado, es el medio que mantiene los devanados continuos  
del filamento alrededor de una o más capas que contienen  
15 cemento o de concreto dentro del interior del tubo. Se  
dispone después una cubierta de molde exterior de un diá-  
metro mayor que la primer cubierta de molde mencionado y  
con un diámetro suficiente o correspondiente como para pro-  
porcionar una capa de concreto del espesor deseado, en po-  
20 sición adecuada, alrededor del mandril y se cue la otra  
capa de concreto sobre los devanados de filamento continuo  
de fibra de aramida KEVLAR sobre la primer capa de concre-  
to. Si solo se desean dos capas de concreto en el tubo, des-  
pués de sacar el mandril, el tubo se fragua de manera con-  
25 vencional en un autoclave bajo vapor y presión o, si se  
desea, el aire ambiente. Cuando se desean dos o más capas  
de concreto en el tubo, se devana nuevamente el filamento  
continuo de fibra de aramida KEVLAR, ordinariamente por me-  
dio de un devanado helicoidal y usualmente apretado, alre-  
30 dedor de la segunda capa de concreto. Los devanados de fi-

1 lamento continuo de fibra de aramida KEVLAR se mantienen  
o se aseguran alrededor de cada una de las capas de con-  
creto amarrando el filamento así mismo sobre la capa de  
concreto por medio de un nudo fuerte apropiado. Esta se-  
5 cuencia de colado de capas de concreto y devanado de fila-  
mento continuo de fibra de aramida KEVLAR alrededor de la  
capa de concreto colada, se repite hasta que se cuela el  
número deseado de capas de concreto alrededor del mandril,  
sin embargo, sin que haya el filamento continuo de fibra  
10 de aramida de KEVLAR devanado ordinariamente alrededor de  
la última capa de concreto, y por lo tanto ordinariamente  
no queda expuesto el filamento continuo de fibras sobre  
la superficie principal expuesta de extrema exterior del  
producto del tubo.

15 El concreto también puede ser producido por co-  
lado o vaciado centrifugado de las capas de concreto so-  
bre un mandril, de manera convencional, seguido por el de-  
vanado del filamento continuo de las fibras de KEVIAR al-  
rededor de cada una de las capas de concreto, de la manera  
20 descrita previamente en la presente.

La presente invención puede ser utilizada con  
cualquier método para producir un tubo de asbesto cemento  
o un tubo de concreto de capas múltiples, mientras el mé-  
todo permita el devanado y el filamento continuo de la fi-  
25 bra de poliamida aromática KEVLAR alrededor de la capa o  
de las capas de asbesto cemento o concreto, según se desee.

El filamento continuo de la fibra de poliamida  
aromática KEVLAR usualmente es un filamento no tratado de-  
vanado alrededor de la capa o de las capas de asbesto ce-  
30 mento o concreto que en la presente se utiliza para produ-

1 - cir el tubo de alta resistencia. Sin embargo, dicho filamento puede ser tratado, si se desea, antes de dicho devanado, por ejemplo, prerevistiéndolo con una gel de sílice o una pasta de asbesto cemento.

5 La figura 1 es una vista isométrica, parcialmente quebrada, mostrando un tramo de tubo de asbesto cemento no esforzado, de alta resistencia, de la presente invención;

10 la figura 2 es una vista en elevación lateral, parcialmente quebrada, mostrando un tramo del tubo de asbesto cemento, no esforzado, de alta resistencia de la presente invención;

15 la figura 3 es una vista longitudinal parcialmente quebrada, mostrando un tramo del tubo de concreto no esforzado, de alta resistencia, de esta invención;

la figura 4 es un diagrama de flujo ilustrando el aparato utilizado para producir el tubo de asbesto cemento no esforzado, de alta resistencia, de la invención;

20 la figura 5 es una vista esquemática, fragmentada, mostrando el aparato para devanar el filamento continuo de la fibra de poliamida aromática dentro del tubo de asbesto cemento, durante la formación de dicho tubo en la máquina para hacer el tubo; y

25 la figura 6 es una vista esquemática, fragmentada, mostrando las bobinas móviles del aparato de devanado de filamento para devanar el filamento continuo de la poliamida aromática dentro del tubo de asbesto cemento, durante la formación del tubo sobre el mandril de la máquina para fabricar el tubo.

30 Con referencia a las figuras 1 y 2, el tubo 10

1 de asbesto cemento comprende una pluralidad de capas 11  
enrolladas convelutivamente y comprimidas, y una plurali-  
dad de devanados 12 de un hilo de filamento continuo de  
5 una fibra de poliamida aromática que tiene las caracterís-  
ticas previamente descritas. El hilo 12 de filamento con-  
tinuo está comprimido plano o substancialmente plano, o  
es ovalado, o substancialmente ovalado, entre las capas 11  
de asbesto cemento, como se muestra en la Figura 2, duran-  
te la formación del tubo sobre el mandril formador del tubo  
10 bo, y el cemento es forzado o dispersado entre las fibras  
del hilo 12. El cemento se endurece entre las fibras del  
hilo dando por resultado que el hilo 12 y sus fibras quedan  
unidas dentro del tubo por el cemento endurecido. La super-  
ficie principal expuesta de extrema exterior del tubo 10  
15 está exenta de filamentos continuos.

Como se muestra en la Figura 1, los devanados  
12 del hilo de filamento continuo se devanan helicoidalmen-  
te alrededor de cada una de las capas de asbesto cemento  
excluyendo la capa 13 de asbesto cemento de extrema exte-  
rior, y los devanados están a diferentes ángulos helicoida-  
20 les, y en diferentes direcciones en las capas 11 sucesivas.

Con referencia a la Figura 3, un tubo 15 de con-  
creto comprende una pluralidad de capas 16 separadas, con-  
céntricas de concreto, y una pluralidad de devanados 17 de  
25 un hilo de filamento continuo de fibra de poliamida aromá-  
tica que tiene las propiedades previamente establecidas.  
Los devanados 17 del hilo de filamento continuo están de-  
vanados helicoidalmente alrededor de cada una de las capas  
de concreto excluyendo la capa de crema exterior y los de-  
vanados helicoidales están a diferentes ángulos helicoida-  
30

1 les y en diferentes direcciones en las capas sucesivas.

5 Con referencia ahora a la Figura 4, se suministran desde las tolvas 19, 20 y 21, fibras de asbesto, cemento y ordinariamente también harina de sílice, respectivamente, al interior del tanque 22, y se alimenta agua alcalina a través de la línea 23 al interior del tanque 22. Las fibras de asbesto, el cemento, la harina de sílice y el agua se mezclan uno con el otro en el tanque 22 para formar una pasta de asbesto cemento. Como ejemplo, se suministran hasta el interior del tanque 22 un cemento de tipo bien conocido en el arte para ser utilizado en la producción de tubo de asbestos, y harina de sílice, en las proporciones de 60% por peso de cemento y 40% por peso de sílice. La fibra de asbestos, que típicamente es una mezcla de fibra de crisolita larga y fibra de crocidolita larga, se suministran hasta el interior del tanque 22 en una cantidad de aproximadamente 15% por peso del peso total del cemento más la sílice. El agua, que se ha hecho previamente alcalina, se alimenta hasta el tanque 22 en una cantidad suficiente como para ser una pasta apropiada de consistencia bien conocida en el arte para la fabricación de tubo de asbesto cemento. La temperatura de la pasta de asbesto cemento formada de esta manera en el tanque 22 típicamente es de alrededor de 40,5°C. Los cilindros de tamiz 24 y 25 con un tamaño típico de 40 mallas se sumergen parcialmente y se hacen girar en sentido inverso en la pasta de asbesto cemento en los tanques 26 y 27 para recoger la pasta como una lámina húmeda delgada de asbesto cemento sobre los cilindros de tamiz, y el agua es forzada hacia afuera de las láminas de asbesto cemento a través

1 de las aberturas del tamiz de los cilindros. Una felpa 28  
que se mueve sobre rodillos 9 que llevan la felpa recoge  
la lámina húmeda de los cilindros 25 - 24 y lleva la lá-  
mina de asbesto cemento al mandril 29 formador del tubo.  
5 Se elimina agua adicional de la lámina húmeda de asbesto  
cementos en la felpa porosa 28 por medio de un vacío par-  
cial aplicado al mismo a través de una caja de vacío (no  
mostrada). La lámina continua de asbestos cementos húmeda  
10 con contenido reducido de agua se devana sobre el mandril  
29 mientras se aplica una presión considerable por medio  
de los rodillos de presión 30 y es soportada por medio del  
rodillo de apoyo 31. El mandril 29, los rodillos de pre-  
sión 30 y el rodillo de apoyo 31 son rodillos de acero.  
La felpa 32, que se comprime directamente contra el tubo  
15 de asbesto cementos que se está formando en el mandril 29  
por medio de los rodillos de presión, funciona para des-  
hidratar adicionalmente el tubo de asbestos cementos que  
se está formando en el mandril 29. La felpa 32 corre so-  
bre los rodillos que llevan la felpa 33 y las capas de va-  
20 cío que eliminan el agua de la felpa 32.

Mientras la lámina húmeda de asbestos cementos  
se está devanando sobre el mandril 29 que forma el tubo,  
se devana apretadamente, en forma helicoidal, un filamento  
25 35 continuo de fibras de poliamida aromática como se des-  
criben previamente, pero este filamento está sin estira-  
miento, y es suministrado desde un carrete 36, también mos-  
trado en la Figura 5, alrededor de cada una de la plurali-  
dad de capas de asbesto cemento que se está devanando so-  
bre el mandril 29 y dentro del interior del tubo formado  
de esta manera. Como se muestra en la figura 5, el filamen-  
30  
12127

1 to continuo 35 pasa desde el carrete 36 a través de la  
güía 37, de los rodillos 38 alimentadores de potencia, y  
entre las cuchillas de una cortadora 39 automática, antes  
de ser devanado helicoidalmente sobre las capas de asbes-  
5 to cemento sobre el mandril 29. La cortadora 39 corta el  
filamento continuo 35 hasta la longitud deseada de dicho  
filamento para que sea devanado helicoidalmente sobre las  
capas de asbesto cemento en el mandril 29. Los devanados  
de dicho filamento continuo se mantienen apretados o subs-  
tancialmente apretados alrededor de las capas de asbesto  
10 cemento dentro del interior del tubo sin que sean substan-  
cialmente estirados y sin tensión substancial, por medio  
de las capas de asbesto cemento sobre puestas directamente  
sobre dichos devanados. Con referencia a la Figura 6, se  
15 emplean dos o más carretes 36, cada uno de cuyos carretes  
oscila hacia adelante y hacia atrás y aplica un devanado  
helicoidal del filamento continuo 35 sobre más del 50% de  
la longitud de las capas de asbesto cemento, excluyendo  
la capa de asbesto cemento de extrema exterior, desde los  
20 extremos opuestos del mismo sobre el mandril 29, traslapán-  
dose sobre la porción central de las capas de asbesto ce-  
mento.

25 Con referencia nuevamente a la Figura 4, el man-  
dril 29 y el tubo 49 de asbesto cemento sobre el mismo son  
transportados como una unidad por medio de un transporta-  
dor de cadena 41 hasta una calandria 42 que comprende dos  
rodillos 43 de acero giratorios por medio de los cuales se  
separa el tubo 40 de asbesto cemento del mandril, 29. Un  
operador ordinariamente comienza la separación del tubo de  
asbestos cementos desde el mandril con una herramienta en

1 la porción de extremo del tubo, y la acción de los rodi-  
llos 43 giratorios de la calandria da por resultado que el  
tubo de asbestos cemento se separe del acero del mandril en  
toda la longitud del tubo de asbestos cementos. El mandril  
5 29 con el tubo separado 40 aún sobre él, es transportado  
por medio de un transportador 44 de cadena a un horno de ca-  
lor húmedo 45 para el prefraguado. La temperatura en el  
horno 45 típicamente es de alrededor de 121°C y la humedad  
relativa en el mismo típicamente es entre aproximadamente  
10 95% y 100%, y el mandril con el tubo de asbesto cemento  
separado del mismo se mantiene en el horno 45, de manera  
típica, aproximadamente una hora y 15 minutos. Se cree que  
el calor y la humedad en el horno 45 aceleran ciertas reac-  
ciones que ocurren en el cemento del tubo de asbestos ce-  
15 mentos 40 con lo que, al sacar el mandril 29 y el tubo 40  
del horno 45, el tubo 40 de asbestos cementos tiene una  
rigidez y una resistencia suficientes como para permitir  
que el mandril 29 sea sacado del tubo 40.

20 Después de sacar el mandril 29 y el tubo 40 del  
horno 45, el mandril y el tubo son transportados hasta el  
extractor 46 del mandril por medio de un transportador 44  
de cadenas. El mandril 29 se saca manualmente del tubo 40  
de asbestos cementos en el extractor 46, y el tubo 40 es  
transferido después manualmente a otro transportador de ca-  
25 dena 47. El tubo 40 es transportado por medio del transpor-  
tador 47 hasta otro horno de calentamiento húmedo 48, y el  
tubo 40 es retenido en el horno 48 típicamente a una tempe-  
ratura aproximada de 49°C y a una humedad relativa típica  
de entre 60 y 70% durante aproximadamente 1 hora y cuarto.  
El mandril desprendido es llevado por el elevador 49 a otro

1 transportador 50 de cadena, el que regresa el mandril 29 y usualmente también otros mandriles que han sido sacados en el extractor de mandriles 46, hasta la máquina de formación de tubos.

5 El tubo 40 se saca del horno 48 después de un tiempo típico aproximado de una hora, y cuarto y es cargado usualmente junto con otros tubos de asbesto cemento sacados del horno 48, sobre una charola. Las charolas que tienen el tubo 40 de asbesto cemento formado de esta manera son transferidas por medio de un vehículo 51 de transporte a las autoclaves a 52 y se insertan en las autoclaves. Las puertas de las autoclaves 52 se cierran después y los tubos de asbesto cemento son fraguados por completo en las autoclaves 52 bajo las siguientes condiciones: Se  
10 acumula presión de vapor gradualmente hasta que llegue a 8.788 kg. por  $\text{cm}^2$  durante el transcurso de entre aproximadamente una hora y una hora y media y dicha presión de vapor se mantiene durante entre 12 y 16 horas adicionales. La temperatura es de aproximadamente 177°C a dicha presión de vapor. El tubo 40 de asbestos de cementos se saca después de la autoclave 52 como un tubo de asbestos cementos totalmente fraguado. Los extremos del tubo totalmente fraguados son maquinados después en aparatos de maquinado hasta la configuración deseada, usualmente como un extremo de  
20 espiga dentro del cual se instala una conexión de acoplamiento. Antes de embarcar dicho tubo, se somete a una prueba de flexión y a una prueba hidrostática de presión interna.

25 Se llevaron a cabo pruebas en las que longitudes medidas de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR

1 49 de tres denieros diferentes se devanaron intermitente-  
mente dentro de las paredes de asbesto cemento de los tubos  
de asbesto cemento durante la formación del tubo sobre el  
mandril en la máquina formadora del tubo, durante los ci-  
5 cles de producción normal del tubo. El filamento continuo  
de fibra de aramida KEVLAR 49 fué alimentado a mano con  
una tensión en el filamento que solo era suficiente para  
evitar cualquier flojedad. Puesto que se estaba produciendo  
un tubo de asbesto cementos de la clase 150 con un diá-  
10 metro de 40,6 cm. en el momento de las pruebas, puesto que  
el punto más débil en un tubo de este tamaño era en las  
pruebas de la presión hidrostática y la fractura primaria  
consistentemente era en el centro o aproximadamente al cen-  
tro de cada tramo de 3,96 metros, el devanado del filamen-  
15 to continuo de la fibra de aramida KEVLAR 49 se concentró  
en el centro o en el área intermedia del tubo. Las pruebas  
de presión hidrostática se llevaron a cabo de acuerdo con  
el método de prueba C-500 de la ASTM, y las pruebas de la  
flexión se llevaron a cabo de acuerdo con el método C-500  
20 de la ASTM. En las pruebas y en los resultados de las prue-  
bas que se establecen posteriormente, las palabras "pre-  
sión requerida" o "presión que se requiere" significa la  
presión hidrostática o la presión a la fricción que la  
A. W. W. A., es decir, the American Water Works Association,  
25 requiere que resistan los tubos de asbesto cemento. El tér-  
mino "tejido cerrado" al que se hace referencia en las  
pruebas y en los resultados de las pruebas, significa que  
el filamento continuo se devanó helicoidalmente dentro del  
tubo de tal manera que el filamento continuo estaba devana-  
do helicoidalmente en forma de que un filamento estaba ad-  
30

1 yacente al otro y/o tocando uno con el otro y sin que hu-  
biera grandes espacios entre los devanados helicoidales.  
El término "tejido de espiral abierta" al que se hace re-  
5 ferencia en las pruebas y en los resultados de las prue-  
bas, significa que el filamento continuo se devanó helicoi-  
dalmente en el tubo de tal forma que el filamento continuo  
de los devanados helicoidales estaba espaciado a una dis-  
tancia apreciable uno del otro y no estaban adyacentes ni  
tenían contacto uno con el otro.

10 La mejora considerable en la resistencia a la  
reventazón o explosión del tubo de la presente invención  
que contiene el filamento continuo de fibra de KEVLAR de-  
vanado internamente con respecto al tubo convencional que  
no contiene el filamento continuo de fibra de KEVLAR, se  
15 demuestra posteriormente por medio de los resultados de las  
pruebas Nos. 1,2,3,4,5,6 y 7, en comparación con los resul-  
tados de la resistencia a la reventazón o explosión hidros-  
tática para un tubo convencional que no contiene el fila-  
mento continuo, el que se reporta posteriormente en la por-  
20 ción de los "resultados" de la prueba No. 6. La excelen-  
te resistencia a la presión que se proporciona al tubo de  
esta invención que contiene el filamento continuo de fibra  
de KEVLAR devanado internamente, se demuestra posteriormen-  
te por medio de los resultados de las pruebas Nos. 8, 9,  
25 10, 11 y 12. Se lograron aumentos extraordinarios en la  
resistencia hidrostática a la reventazón o explosión que  
representan más del 200% de la resistencia hidrostática a  
la reventazón o explosión que se requiere, por medio del  
tubo de la presente invención que contiene el filamento con-  
30 tinuo de fibra de poliamida aromática KEVLAR devanado inter-

1 namente, como se demuestra posteriormente por medio del  
resultado de la prueba en la prueba No. 4. Se lograron au-  
mentos considerables en la resistencia a la flexión de  
aproximadamente 35% o más por arriba de la resistencia a  
5 la flexión o "carga" que se requiere, por medio del tubo  
de la presente invención que contiene devanado internamen-  
te el filamento continuo de fibra de KEVLAR, como se mues-  
tra posteriormente por medio de los resultados de la prue-  
ba en las pruebas No. 9 y 11.

10 Prueba No. 1.

Se devanaron tramos de 195, 390 y 1424 denier  
de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 en  
el centro de diferentes tubos de asbestos cementos comen-  
zando con la primera o la segunda de las capas de asbesto  
15 cemento de cada uno de los tubos y continuando hasta que  
se había utilizado el tramo completo. Se devanaron filamen-  
tos continuos de 56 metros de 195 denier, 28 metros de 308  
denier y 7,3 metros de 1424 denier dentro de diferentes  
tubos de asbestos cementos. Se utilizó una envoltura de  
20 una sola espiral sin tratar de que hubiera tejido.

Resultados: El tubo No. 1 que contenía 56 M. de 195 denier,  
resistió una prueba de presión hidrostática has-  
ta de 37.966 kg. por  $\text{cm}^2$  y falló a 37.966 kg.  
por  $\text{cm}^2$ .

25 El tubo No. 2 que contenía 28 metros de 380 denier,  
resistió la prueba de presión hidrostática hasta  
35.153 kg. por  $\text{cm}^2$  y falló a 35.153 kg. por  $\text{cm}^2$ .

El tubo No. 3 que contenía 14,6 m de 1424 denier,  
resistió la prueba de la presión hidrostática

1

hasta 34.450 kg. por  $\text{cm}^2$  y falló a 34,450 kg por  $\text{cm}^2$ .

Prueba No. 2

5

Se utilizaron variaciones de tejido en espiral de cantidades no medidas de filamento continuo de 195, 380 y 1424 denier de fibra de aramida KEVLAR 49. Comenzando en el centro de cada uno de los tubos de 40,6 cm. de diámetro de clase 150, se alimentó el filamento continuo a mano moviendo hacia un extremo y continuando hacia el extremo opuesto y regresando al centro.

10

Resultados: Tubo No. 1 que contenía 1434 denier. El filamento continuo se añadió desde el centro hasta el lado del extremo impulsado y de regreso hasta el lado del operario, pero el filamento continuo tubo que ser cortado antes de regresar al centro. Esto dió por resultado un tubo que estaba doble devanado en un extremo y con un solo devanado en el otro. El tubo no se reventó en la prueba de presión hidrostática hasta que se llevó a una presión de 37.966 kg. por  $\text{cm}^2$ , y se observó que el tubo solo se dividió desde el centro regresándose al lado que contenía un solo hilo.

15

20

25

El tubo No. 2 que contenía filamento continuo de 380 denier de la fibra de aramida KEVLAR 49 no se reventó en la prueba de la presión hidrostática hasta que se llevó a una presión de 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$ :

30

El tubo No. 3 contenía el filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 con 195 denier

1 no se reventó en la prueba hidrostática hasta que se llevó a una presión de 36.911 kg. por cm<sup>2</sup>.

5 El tubo No. 4 contenía filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier y no se reventó en la prueba de la presión hidrostática hasta que se llegó a una presión de 37.966 kg. por cm<sup>2</sup>.

10 Tres de estos cuatro tubos pasaron la prueba requerida de 36.911 kg. por cm<sup>2</sup>. También vale la pena notar que ninguno de los tubos se dividió o se agrietó a toda la longitud del tubo cuando reventó, que es el tipo de reventamiento normal en tubos de gran diámetro.

### Prueba No. 3

15 Nuevamente concentrándose en la sección central del tubo de asbesto cemento, se devanaron los tres diámetros o denier de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 sobre diferentes longitudes en el centro del tubo.

20 Resultados: El tubo No. 1 tenía un filamento continuo de fibra de amida de KEVLAR 49 de 195 denier devanado sobre los 91 cm. centrales moviéndose desde el centro hacia la izquierda aproximadamente a una distancia de 45 cm. y envolviendo hasta este punto durante 10 capas antes de mover los 45 cm. a la derecha pasando por el centro, haciéndolo lentamente durante 10 capas y luego regresando al centro durante otras 10 capas. Esto se continuó hasta que se llegó a la cuenta total de 110 capas. Este tubo se probó

25

30 en las pruebas de presión hidrostática primera-

1

mente a 35.153 kg. por  $\text{cm}^2$ , luego a 38.217, 39.723, 45.699, 45.699, 45.699 kg. por  $\text{cm}^2$ , y finalmente a 48.160 kg. por  $\text{cm}^2$  antes de que se reventara. Nuevamente, este tubo no se agrietó extremo a extremo, sino que tenía una grieta en forma de U desde el borde del área de aplicación y de regreso.

5

10

El tubo No. 2 se devanó de la misma manera que el tubo No. 1 con el filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier confinado entre o dentro de los 61 cm. del centro. Este tubo se probó en las pruebas de presión hidrostática a 35.153 kg. por  $\text{cm}^2$ , 45.699 kg. por  $\text{cm}^2$  y 53.433 kg. por  $\text{cm}^2$  antes de reventarse.

15

20

El tubo No. 3 se devanó de la misma manera que el tubo No. 2 pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier. Este tubo se probó dos veces a 45.699 kg. por  $\text{cm}^2$  y no se reventó hasta que llegó a una presión de 48.512 kg. por  $\text{cm}^2$ .

25

30

El tubo No. 4 se devanó de la misma manera que los anteriores, pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 1424 denier y confinándolo a los 45 cm. de la parte central del tubo. Este tubo se probó en las pruebas de presión hidrostática a 37.263, 41.481, 42.184, y 45.699 kg. por  $\text{cm}^2$ , y no se reventó hasta que

1 - llegó a una presión de 49.215 kg. por  $\text{cm}^2$ .

5 Ninguno de estos tubos se agrietó de extremo a extremo al fallar en las pruebas hidrostáticas. Puesto que el 80% de la totalidad del tubo de asbestos cementos de clase 150 con un diámetro de 40,6 cm. producido el día antes de las pruebas y el 20% de todos los tubos de asbesto cemento de clase de 150 con diámetro de 40,6 cm. producido el mismo día de la prueba sin la incorporación en los mismos del filamento continuo de fibra de aramida

10 KEVLAR 49 devanándolo en el tubo no tuvieron la resistencia suficiente como para resistir la prueba de la presión hidrostática ni aún a 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$ , los resultados de la prueba demuestran la mejora considerable en la resistencia cuando se devana en el tubo la fibra de aramida

15 KEVLAR 49. Los resultados de la prueba indicaron que un tejido cerrado en el área central del tubo es superior a un solo tejido de una sola espiral abierta a través de toda la longitud del tubo.

Prueba No. 4

20 Esta es una prueba de fines múltiples en un tubo de asbesto cemento clase 150 con diámetro de 10 cm, puesto que todos los tubos con diámetro desde 10 cm. a 20 cm. deben resistir tanto una prueba de presión hidrostática como una prueba a la flexión. Se hicieron 13 tubos de prueba de

25 asbesto cemento y se separaron del mandril de la máquina para hacer tubos.

Resultados: Tubos Nos. 1, No. 2 y No. 3 se tejieron con

un tejido de espiral abierta en los 91 cm.

de la parte media de cada uno de los tubos

mientras duró en el enrollamiento, utilizando

1

un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier. Los tres tubos pasaron la prueba de la presión calibrada requerida de

5

9.425 kg. por  $\text{cm}^2$  o de 498.952 kg. de carga aplicada en la prueba en la flexión. El tubo No. 1 se sometió a una presión de 9.843 kg. por  $\text{cm}^2$  en la prueba de flexión y se rompió a una distancia de 2,33 metros desde el extremo de impulsión cuya ruptura estaba justamente al borde del área

10

de aplicación. Los tubos No. 2 y No. 3 se sometieron después a presiones hidráulicas comenzando a la presión requerida de 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$  y continuando con incrementos de 3.515 kg. por  $\text{cm}^2$  hasta que el tubo No. 2 se rompió a una presión de 70.307 kg. por  $\text{cm}^2$ , y se rompió solo en

15

el extremo de impulsión. El tubo No. 3 se reventó a una presión hidrostática de 69.604 kg. por  $\text{cm}^2$  en el extremo del operario. Ambos se rompieron fuera del área de aplicación.

20

Los tubos No. 4 y No. 5 se tejieron de una manera tan similar como fué posible a los tres anteriores, pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier. Ambos tubos pasaron la prueba requerida de 9.421 kg. por  $\text{cm}^2$  de presión calibrada en la prueba de flexión y el tubo No. 5 resistió una prueba a la flexión adicional hasta 9.843 kg. por  $\text{cm}^2$ . Nuevamente ambos tubos se probaron hidrostáticamente comenzando a 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$  continuando

25

Los tubos No. 4 y No. 5 se tejieron de una manera tan similar como fué posible a los tres anteriores, pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier. Ambos tubos pasaron la prueba requerida de 9.421 kg. por  $\text{cm}^2$  de presión calibrada en la prueba de flexión y el tubo No. 5 resistió una prueba a la flexión adicional hasta 9.843 kg. por  $\text{cm}^2$ . Nuevamente ambos tubos se probaron hidrostáticamente comenzando a 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$  continuando

30

12127

1

hasta que el tubo No. 4 se reventó a 61.870 kg. por  $\text{cm}^2$  de presión hidrostática y el tubo No. 5 se reventó a 42.184 kg. por  $\text{cm}^2$ . Ambos se quebraron en el extremo del lado del operario y fuera del área de aplicación.

5

10

Los tubos No. 6 y No. 7. El filamento continuo se aplicó como en los tubos anteriores, pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 1424 denier. Ambos tubos pasaron la prueba de presión calibrada requerida de 9.421 kg. por  $\text{cm}^2$  en la prueba a la flexión. El tubo No. 6 se sometió a una prueba de flexión adicional de 9.843 kg. por  $\text{cm}^2$  y se rompió a una distancia de 2 metros 36 cm. desde el extremo del lado de impulsión - nuevamente en el borde del área de aplicación. El tubo No. 7 se probó hidrostáticamente comenzando a una presión de 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$  y continuando hasta 61.870 kg. por  $\text{cm}^2$ . Este tubo no se reventó y resistió pruebas adicionales.

15

20

25

Los tubos del No. 8 al No. 13 se tejieron comenzando en el centro y aplicando tres capas, moviéndose 31,7 cm. hacia la izquierda y deteniéndose durante 3 capas, moviéndose a la derecha durante 91 cm. y deteniéndose durante 3 capas y regresando al centro mientras duró el hilo. El tubo No. 8 contenía filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 1424 denier y pasó la prueba a la

30

1 flexión requerida de una presión calibrada de  
9.421 kg. por  $\text{cm}^2$  y se rompió durante una prue-  
ba de flexión adicional a 10.546 kg. por  $\text{cm}^2$  a  
5 una distancia de 1,88 metros desde el extremo  
del lado de impulsión.

Resultados: Los tubos No. 9 y No. 10 contenían filamento  
continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380  
denier y ambos pasaron la prueba a la flexión  
requerida a una presión de 9.421 kg. por  $\text{cm}^2$  pe-  
10 ro el tubo No. 9 falló en la prueba en la fle-  
xión adicional a 9.843 kg. por  $\text{cm}^2$  y se rompió  
a una distancia de 2,31 cm. desde el extremo del  
lado de impulsión. El tubo No. 10 se probó hidros-  
táticamente a 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$  y se continuó  
15 aumentando la presión en incrementos de 3.515 kg.  
por  $\text{cm}^2$  hasta que falló a una prueba de presión  
hidrostática a 70.307 kg. por  $\text{cm}^2$ , quebrándose  
en el extremo del lado del operario.

20 Los tubos No. 11, No. 12 y No. 13 todos contenían  
material de 195 denier y pasaron la prueba a la  
flexión de 9.421 kg. por  $\text{cm}^2$  de presión calibra-  
da, y el tubo No. 11 falló en las pruebas adicio-  
nales a la flexión a 10.546 kg. por  $\text{cm}^2$ . Tanto  
25 el tubo No. 12 como en el tubo No. 13 se probaron  
hidrostáticamente a partir de una presión de 36.  
911 kg. por  $\text{cm}^2$ , hasta que el tubo No. 12 falló  
en el centro a una presión hidrostática de 69.604  
kg. por  $\text{cm}^2$  y el tubo No. 13 falló en el centro a  
una presión hidrostática de 77.341 kg. por  $\text{cm}^2$

1 (la presión de 77.341 kg. por  $\text{cm}^2$  representa el 210% de la presión de la prueba hidrostática requerida).

5 Debe observarse que se requiere que un tubo de clase 150 con un diámetro de 10 cm. pase de los 36.911 kg. por  $\text{cm}^2$  en la prueba de presión hidrostática. La mayoría de los tubos en estos experimentos de prueba de esta prueba No. 4, resistió presiones hidrostáticas comprendidas entre 63.276 kg. por  $\text{cm}^2$  y 70.307 kg. por  $\text{cm}^2$ , que es un aumento extraordinario en la resistencia hidrostática a la reventazón o explosión del tubo, y que representa aproximadamente un 190% (para 70.307 kg. por  $\text{cm}^2$  de la presión de prueba hidrostática requerida.)

#### Prueba No. 5

15 Se llevó a cabo una continuación de las pruebas en un tubo de asbesto cemento de clase 150 con 40,6 cm. de diámetro. Nuevamente, se tejieron filamentos continuos de fibra de aramida KEVLAR 49 de cada uno de los denier dentro de los 91 cm. del centro de cada uno de los tubos de prueba, comenzando al centro y deteniéndose durante 10 capas antes de moverse a la izquierda en una helicoidal de aproximadamente 45 cm, y deteniéndose nuevamente durante otras 10 capas; luego, de nuevo en el helicoidal, regresando al centro y deteniéndose durante 10 capas antes de moverse a la derecha aproximadamente a 45 cm. y deteniéndose durante otras 10 capas, y de nuevo regresando al centro. Este ritmo se continuó a través de todo el ciclo de enrollamiento completo durante aproximadamente 110 capas de asbesto cemento sobre el mandril donde se formaba el tubo.

30 Resultados: Los tubos No. 1 y No. 2 contenían filamento

1 continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier y el tubo No. 1 resistió presiones hidrostáticas hasta de, pero reventándose a 41.129 kg. por  $\text{cm}^2$ .

5 El tubo No. 2 siguió el mismo patrón de prueba y reventó a 40.778 kg. por  $\text{cm}^2$ .

10 El tubo No. 3 contenía filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier y reventó a una presión hidrostática de 37.263 kg. por  $\text{cm}^2$ .

15 Los tubos No. 5 y nº 6 contenían filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 1424 denier y el tubo No. 4 resistió presiones hidrostáticas hasta de, pero se reventó a, 42.184 kg. por  $\text{cm}^2$ . El tubo No. 5 también siguió el mismo patrón de prueba y reventó a una presión hidrostática de 43.239 kg. por  $\text{cm}^2$

20 Los tubos hechos durante el periodo de estos experimentos de prueba sin la adición de este filamento continuo de fibra de KEVLAR solo hubieran resistido presiones hidrostáticas en la gama comprendida entre 28.123 y 29.880 kg. por  $\text{cm}^2$ .

#### Prueba No. 6

25 Se añadió un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier a dos tubos de asbesto cemento utilizando diferentes métodos que cualquiera de los que se trataron en las pruebas anteriores. En el tubo No. 7, el filamento se aplicó en los puntos en donde el tubo se dividía en tres secciones iguales pero sin ningún tejido.

30

1 En el tubo No. 8 el filamento se aplicó en puntos que dividían el tubo en cuatro secciones iguales nuevamente sin tejido. En ambos tubos el filamento se añadió mientras duró el ciclo de enrollamiento.

5 Resultados: Tubo No. 7, reventó a una presión hidrostática de 32.314 kg. por  $\text{cm}^2$ .

El tubo No. 8, reventó a una presión hidrostática de 33.747 kg. por  $\text{cm}^2$ .

10 Prueba No. 7

Se devanó un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier en un tubo de asbesto cemento con una espiral muy abierta de extremo a extremo y nuevamente de regreso mientras duró el ciclo de enrollamiento, en el tubo No. 9.

15 Resultados: El tubo No. 9 reventó a una presión hidrostática de 33.747 kg. por  $\text{cm}^2$ .

Prueba No. 8

20 Se llevaron a cabo series de prueba como continuación y similares a las de las series anteriores, en tubos de asbesto cementos de clase 150 y de clase 200 con diámetro exterior de 10 cm. Hasta la fecha solo se han obtenido los resultados de las pruebas a la flexión. El tubo No. 1 se devanó con un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier con una espiral abierta comenzando a 30 cm. a cada lado del centro y continuando pasando por el centro hacia el extremo opuesto. El tubo No. 2 se devanó con filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier con una espiral abierta comenzando a 15 cm. desde un extremo y continuando hasta dentro de los 15 cm.

25

30

1 del extremo opuesto. El tubo No. 3 se devanó con un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier de la misma manera que el tubo No. 1, pero comenzando a 61 cm. a cada lado del centro (195 denier).

5 Resultados: El tubo No. 1 con un diámetro exterior de 13,61 cm se probó en su resistencia a la flexión a la presión calibrada requerida de 11.812 kg. por  $\text{cm}^2$  para el tubo de clase 200, y cada una de las presiones de prueba subsecuentes aumentó hasta que el tubo se rompió a una presión de 14.764 kg. por  $\text{cm}^2$  (25% arriba de la presión requerida para la prueba a la flexión).

10

15

El tubo No. 2 que tenía un diámetro de 13 cm. se probó en cuanto a su resistencia a la flexión a la presión calibrada requerida de 9.421 kg. por  $\text{cm}^2$  para el tubo de clase 150 y se probó nuevamente a la flexión a una presión calibrada de 10.546 kg. por  $\text{cm}^2$  (12% por arriba de la presión que se requiere para la prueba a la flexión) y no se rompió.

20

25

El tubo No. 3 con un diámetro exterior de 13,61 cm se probó en cuanto a su resistencia a la flexión a la presión calibrada requerida de 11.812 kg. por  $\text{cm}^2$  para los tubos de clase 200 y se probó nuevamente a la flexión a una presión calibrada de 12.796 kg. por  $\text{cm}^2$  (8% arriba de la presión que se requiere para la prueba a la flexión) y no se rompió.

30

12127

1 Prueba No. 9

56 Se enrollaron tubos de asbesto cemento No. 4, No. 5, No. 6 y No. 7 con filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 con una espiral de tejido cerrado, un filamento al lado del otro, sobre a una distancia comprendida entre 61 y 91 cm. de la parte media de cada uno de los tubos, utilizando un solo hilo de filamento de 195 denier. Los tubos producidos se sometieron a las pruebas a la flexión.

10

## Resultados:

Clase	Diámetro Exterior (cm.)	Presión calibrada requerida	Presión máxima que resistió en la prueba a la flexión.	Presión a la que falló
# 4 200	13,84	11.811	15.326	15.819 **
15 # 5 200	13,76	11.811	14.905	-
# 6 200	13,71	11.811	13.799	-
# 7 150	13,03	9.421	10.546	11.249 ***

\* 34% arriba de la carga requerida

20 \*\*\* 19% arriba de la carga requerida

Prueba No. 10

25 Se devanaron los tubos de asbesto cemento No. 8 y No. 9 con un tejido de espiral cerrada es decir un filamento al lado del otro, a una distancia de 1,82 cm. en la parte media, con dos hilos de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier, simultáneamente. Los tubos producidos se sometieron a las pruebas a la flexión.

30

## 1 Resultados:

	Clase	Diámetro exterior (cm.)	Presión calibrada requerida	Presión Máxima que resistió en la prueba a la flexión	Presión a la que falló
5	#8 150	12,90	9.421	9.421	-
	#9 150	12,98	9.421		11.811*

\* 25% arriba de la carga requerida.

Prueba No. 11

10 Se devanaron los tubos de asbesto cementos No. 10 y No. 11 con una espiral tejida cerrada, es decir un filamento al lado del otro, a través de 1,82 cm. en la parte media con 2 hilos de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier, simultáneamente.

## 15 Resultados:

	Clase	Diámetro exterior (cm.)	Presión calibrada requerida	Presión Máxima que resistió en la prueba a la flexión	Presión a la que falló
	#10 200	13,84	11.811	13.006	16.170*
	#11 200	13,71	11.811	13.006	-

20 \* 35% arriba de la carga requerida.

Prueba No. 12

25 Se devanaron los tubos del No. 12 al No. 17 con un tejido de espiral cerradas, es decir un filamento del lado del otro, a una distancia de 1,22 metros en la parte media del tubo, con un solo hilo de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier y un hilo de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier, simultáneamente.

## 1 - Resultados:

	Clase	Diámetro exterior (cm.)	Presión calibrada requerida	Presión máxima que resistió en la prueba a la flexión	Presión a la que falló
5	#12 200	13,74	11.811	11.811	-
	#13 200	13,74	11.811	11.811	-
	#14 200	13,81	11.811	12.655	14.764*
	#15 200	13,74	11.811	13.006	-
	#16 200	13,71	11.811	13.217	14.764
10	#17 200	13,71	11.811	13.358	-

\* 25% arriba de la carga requerida.

15 La razón para que los valores de presión no se establezcan para los tubos No. 12, 13, 15 y 17 en la tabla anterior, en la columna de "presión a la que falló" es que dichos tubos no se probaron hasta su destrucción, sino que se retuvieron para otras pruebas. En la prueba a la flexión cada presión calibrada en kg. por cm<sup>2</sup> representa 3.723,5 kg. de carga real aplicada. El "diámetro exterior" en todas las pruebas significa el diámetro exterior del tubo. El extremo "del lado de la impulsión" del tubo en la prueba es el extremo del tubo en el lado en que el mandril tiene la impulsión; el extremo "lado del operario" del tubo en las pruebas es el extremo del tubo del lado del operario en el mandril, que es el lado opuesto al extremo del lado de impulsión.

25 Varios de estos tubos se probaron hasta su destrucción resistiendo presiones en las pruebas a la flexión que se aproximaban a entre 25 y 35% por arriba de la carga requerida, pero debe indicarse que todas se probaron a presiones equivalentes a la carga al rompimiento más elevada

1 - de cualquier tubo compatible producido sin la adición de  
este material. La carga al rompimiento promedio del tubo  
de prueba en las pruebas de resistencia a la flexión es  
aproximadamente 20% más elevado que la carga promedio al  
5 rompimiento de un número igual de tubo standard con la  
más alta resistencia.

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

15

20

1ª.- Un método para producir un tubo que contiene cemento, no tensado, reforzado, rígido, substancialmente no flexible, caracterizado en que se forma un cuerpo de artículo tubular que comprende una pluralidad de capas sobrepuestas de una composición compuesta de cemento hidráulico y agua, devanando un filamento continuo de una fibra de poliamida aromática alrededor de cuando menos una de las capas que contiene cemento dentro del interior del tubo durante o después de la formación de la capa que contiene cemento, y antes de la formación de la siguiente capa completa que contiene cemento sobre la misma, sin estirar el filamento continuo y substancialmente sin poner en tensión al filamento continuo, y la fibra de poliamida aromática del filamento continuo está caracterizado en que tiene una alta resistencia a la tensión y una baja capacidad de alargamiento, y fraguar o endurecer el tubo obtenido de esta forma.

25

2ª.- Un método de acuerdo con lo reivindicado en la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que el cuerpo del artículo tubular se forma formando primeramente una lámina de asbesto cementos húmeda a partir de una pasta de fibra de asbestos y cemento, eliminar el

1 agua de la lámina de asbestos cementos húmeda, y aplicar  
la lámina deshidratada, aún húmeda sobre un mandril forma-  
dor de tubo; y el filamento continuo de la fibra de polia-  
5 mida aromática se devana alrededor de los asbestos cemen-  
tos húmedo y dentro del interior del tubo final sobre el  
mandril, durante la aplicación de las capas de asbesto  
cemento húmedas sobre el mandril..

10 3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación  
2ª, caracterizado por el hecho de que el filamento de la  
fibra de poliamida aromática se devana apretadamente alre-  
dedor de la capa que contiene cemento.

15 4ª.- Un método de acuerdo con lo reivindicado  
en las reivindicaciones 2ª ó 3ª, caracterizado por el he-  
cho de que después de devanar el filamento continuo sobre  
la capa, el mandril se separa de la superficie interior  
del tubo formado de esta manera y se extrae del interior  
del tubo, y el tubo se fragua o se endurece después.

20 5ª.- Un método de acuerdo con lo reivindicado  
en la reivindicación 3ª o en la reivindicación 4ª, ca-  
racterizado por el hecho de que el tubo se prefragua des-  
pués de separar el mandril de la superficie interior del  
tubo y antes de sacar el mandril del interior del tubo.

25 6ª.- Un método de acuerdo con lo reivindicado  
en cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 5ª, caracte-  
rizado por el hecho de que la lámina de asbestos cementos  
húmeda se forma cuando menos haciendo girar un cilindro  
de tamiz parcialmente sumergido en la pasta, y el cilindro  
de tamiz recoge la pasta como una lámina de asbestos cemen-  
tos húmeda, delgada, dispuesta con agua, sobre su superfi-  
cie de tamiz, y el agua se elimina de la lámina de asbes-

1 tos cementos húmeda sobre la superficie de cilindro de  
tamiz forzándola a través de las aberturas del tamiz del  
cilindro del tamiz, y la lámina de asbestos cementos aún  
5 húmeda se transfiere desde el cilindro de tamiz giratorio  
hasta un miembro movable, continuo, permeable al agua y  
la lámina de asbestos cementos es transportada sobre el  
miembro permeable móvil, hasta el mandril que forma el tu-  
bo para devanarlo sobre el mismo mientras se elimina agua  
10 adicional de la lámina de asbestos cementos durante su  
transporte sobre el miembro permeable.

7<sup>a</sup>.- Un método de acuerdo con lo reivindicado  
en cualquiera de las reivindicaciones 3<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup>, caracteri-  
zado por el hecho de que la pasta de fibra de asbesto  
y cemento también contiene sílice.

15 8<sup>a</sup>.- Un método como el reivindicado en cualquie-  
ra de las reivindicaciones 3<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup>, caracterizado por  
el hecho de que el filamento continuo se devana helicoidal-  
mente alrededor de cada una de una pluralidad de capas de  
asbestos cementos dentro del interior del tubo.

20 9<sup>a</sup>.- Un método de acuerdo con lo reivindicado  
en cualquiera de las reivindicaciones 3<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup>, caracte-  
rizado por el hecho de que el filamento continuo se deva-  
na helicoidalmente alrededor de una porción central de una  
o más de las capas de asbesto cemento dentro del interior  
25 del tubo.

10<sup>a</sup>.- Un método de acuerdo con lo reivindicado  
en cualquiera de las reivindicaciones 3<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup>, caracte-  
rizado por el hecho de que el filamento continuo se deva-  
na helicoidalmente para proporcionar cuando menos dos de-  
vanados helicoidales sobrepuestos del filamento continuo

1 alrededor de cuando menos una de las capas de asbesto ce-  
mento dentro del interior del tubo, y el ángulo helicoidal  
de uno de los devanados helicoidales es diferente del án-  
gulo helicoidal de la otra capa de los devanados helicoida-  
5 les sobrepuesta a la misma.

11ª.- Un método para producir un tubo que contie-  
ne cemento, no tensado, reforzado, rígido, sustancialmente no  
flexible.

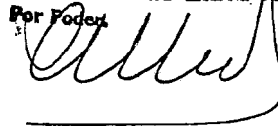
10 Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-  
cede, representado en los dibujos que se acompañan y con  
los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de cuarenta y cinco hojas es-  
critas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17. FEB. 1978

P.A.

**Fernando de Elizaburu**  
Por Poder



09028  
VGD.



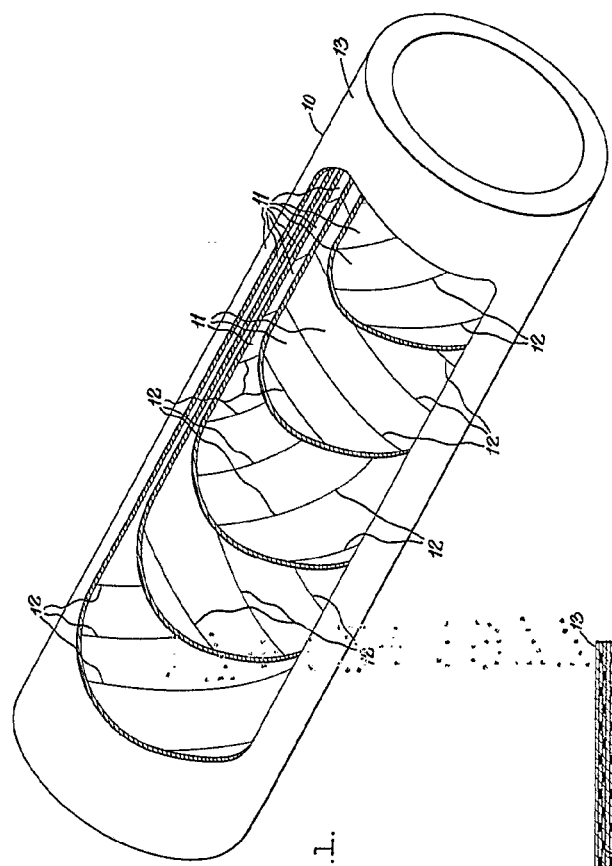


Fig. 1.

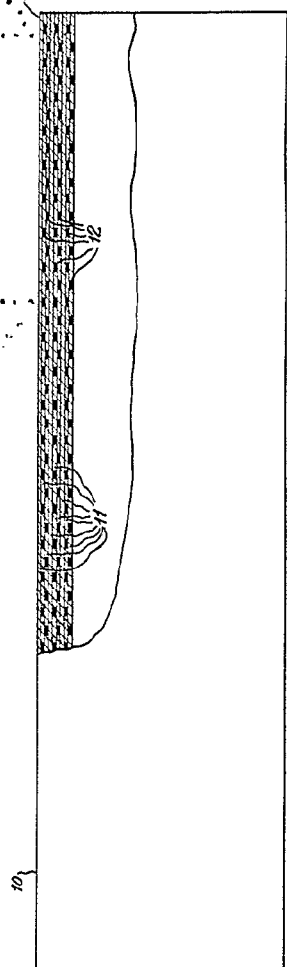


Fig. 2.

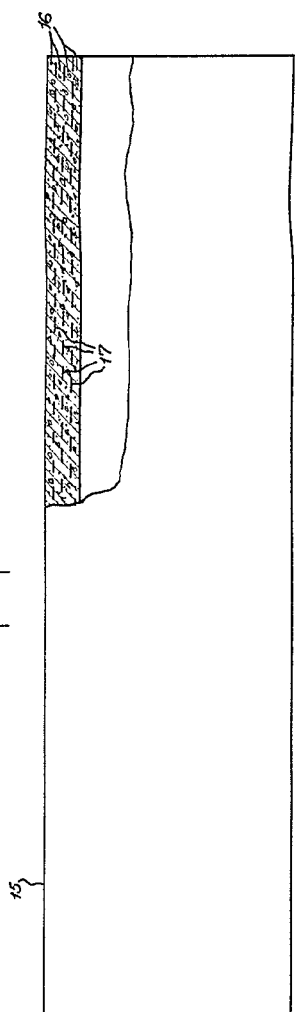


Fig. 3.

Fernando de Elzaburu  
Por Poder.

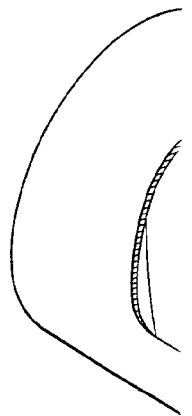


Fig. 1.

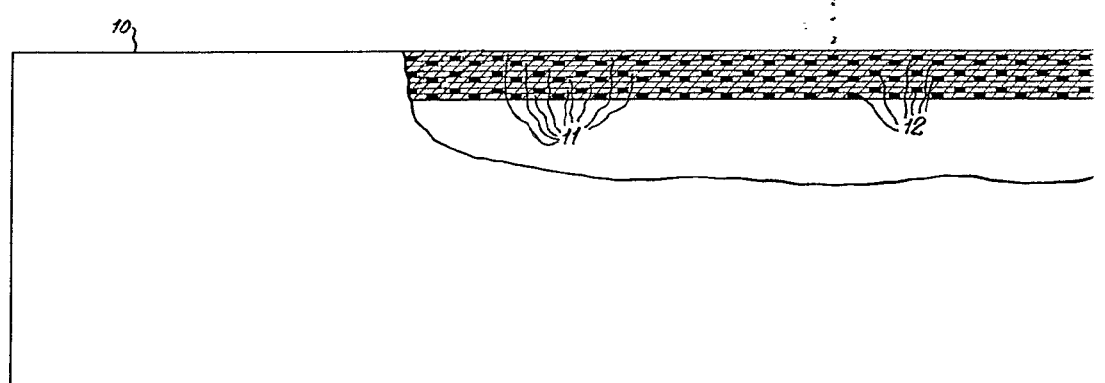


Fig. 2.

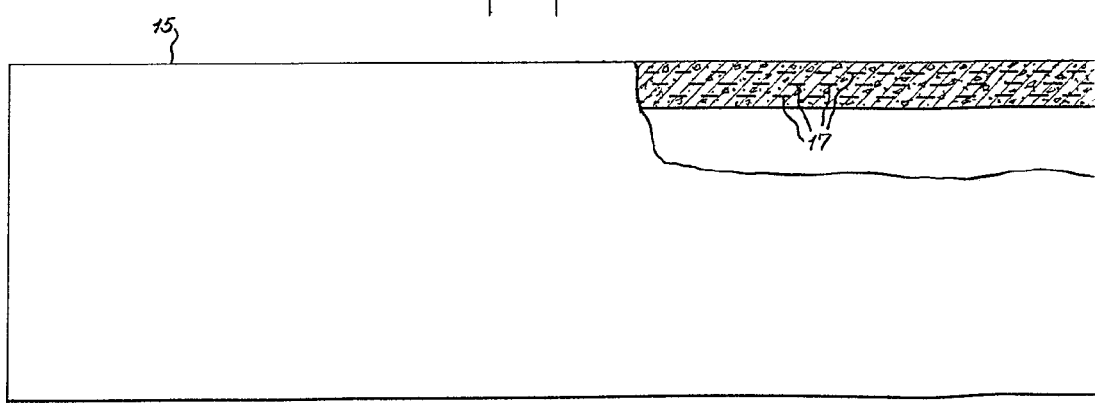
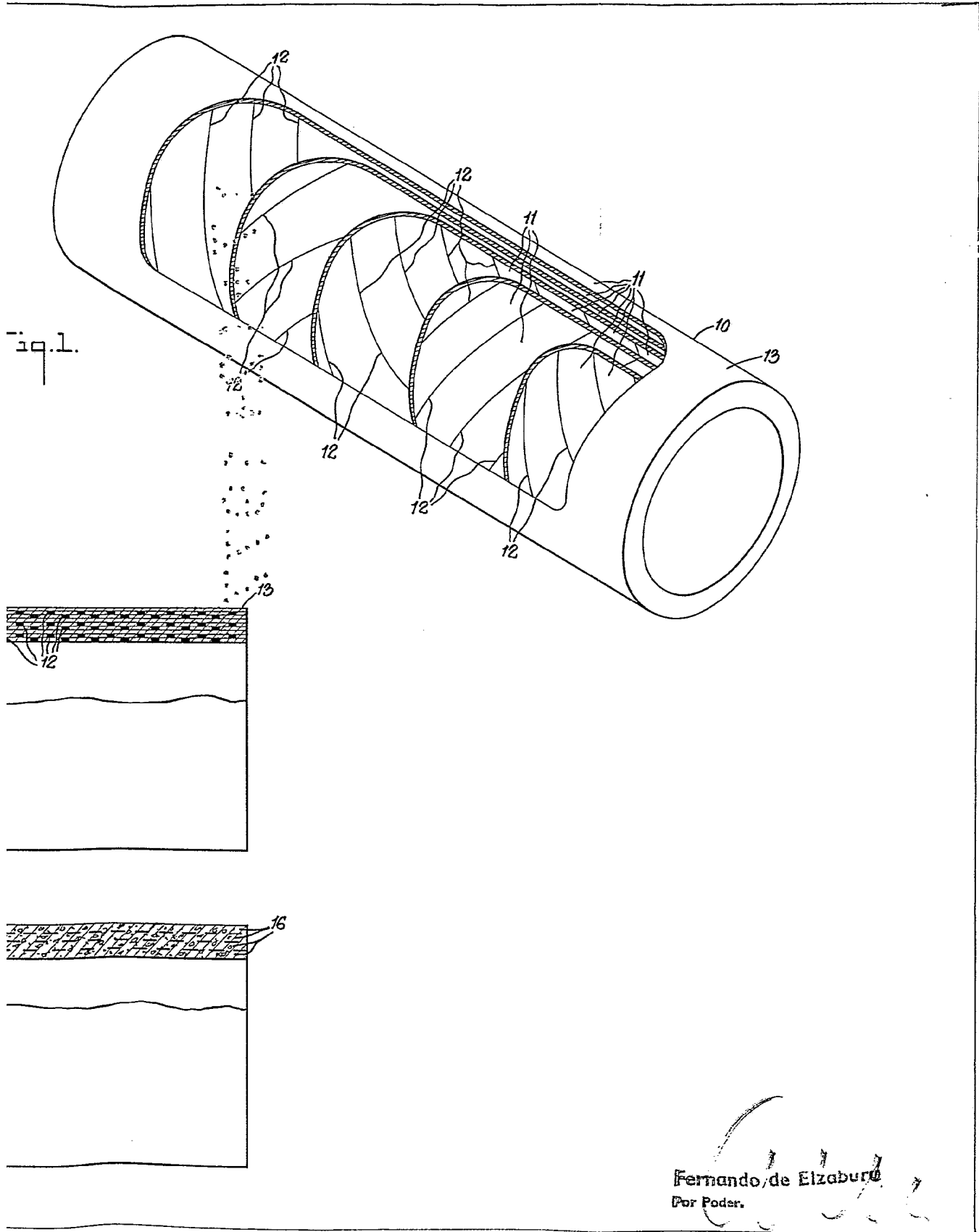


Fig. 3.



Fernando de Elizaburo  
Por Poder.

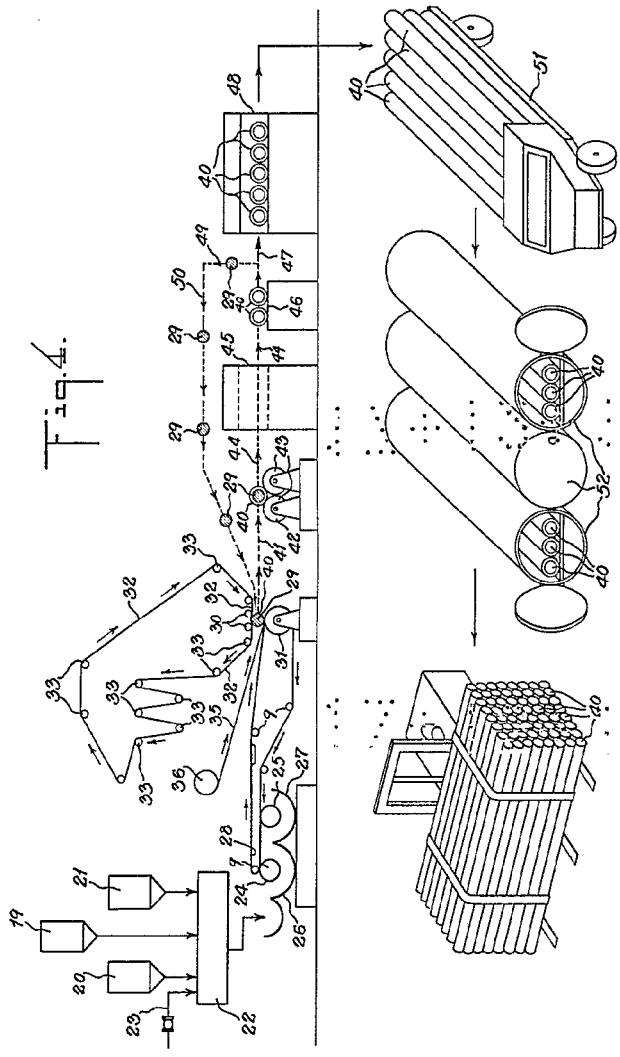


Fig. 4.

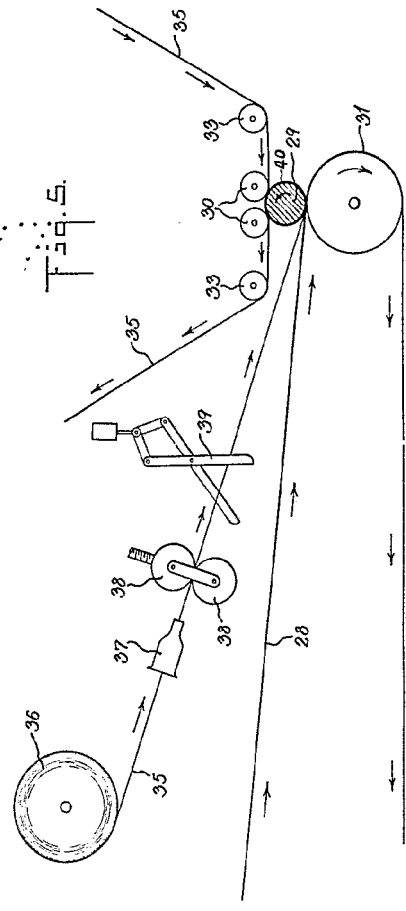


Fig. 5.

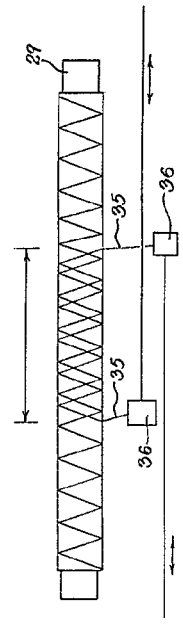


Fig. 6.

Fernando de Elizaburu  
Por Poder.

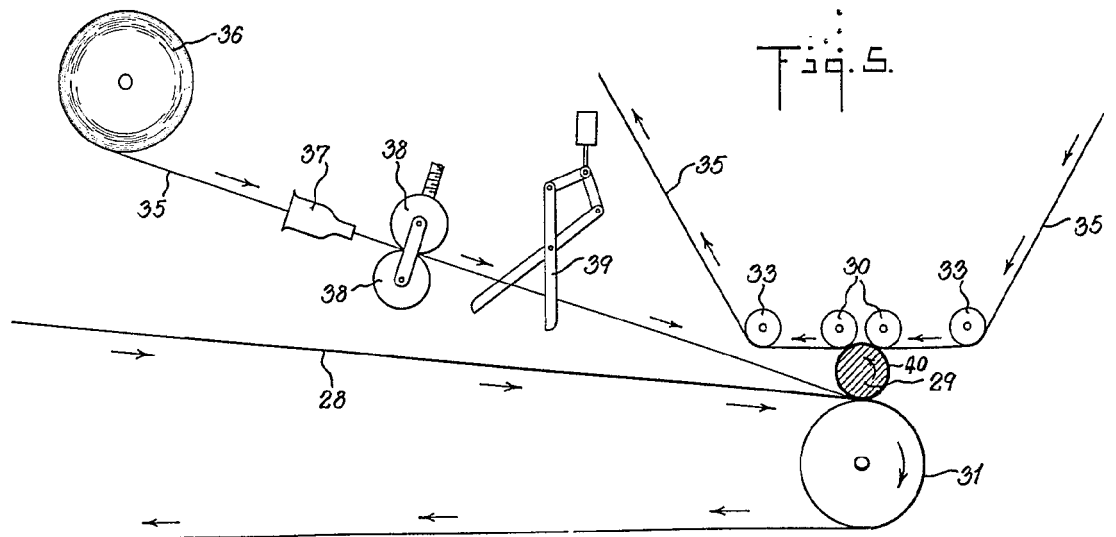
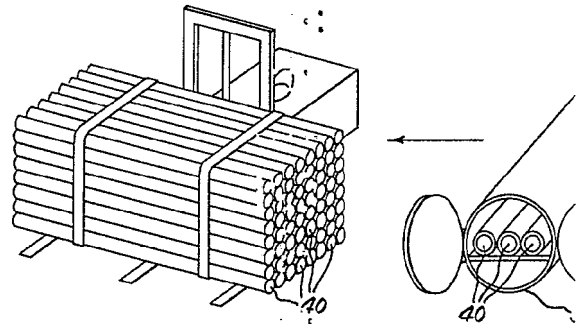
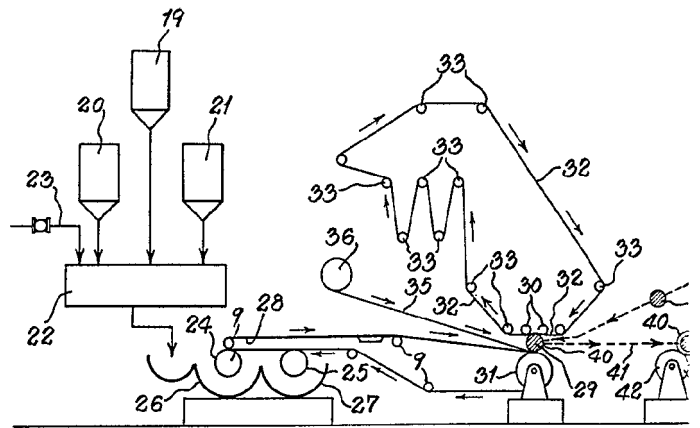
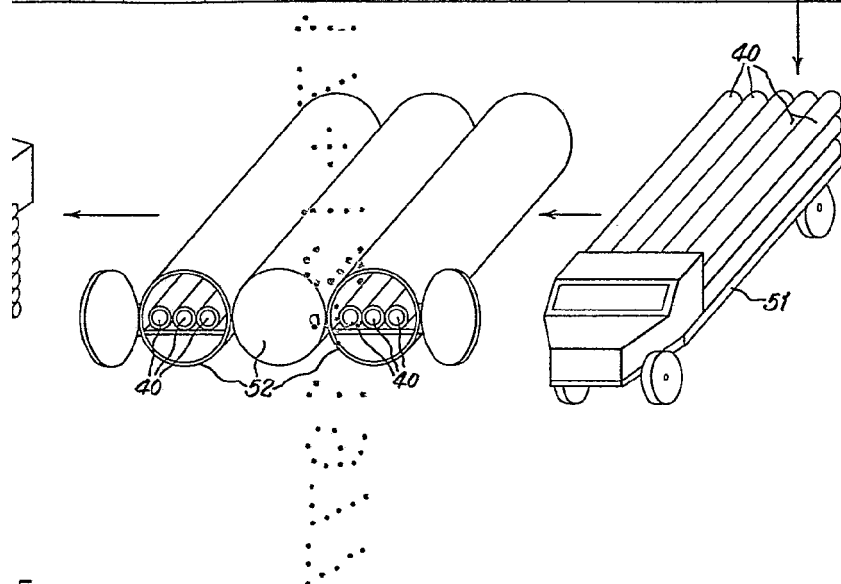
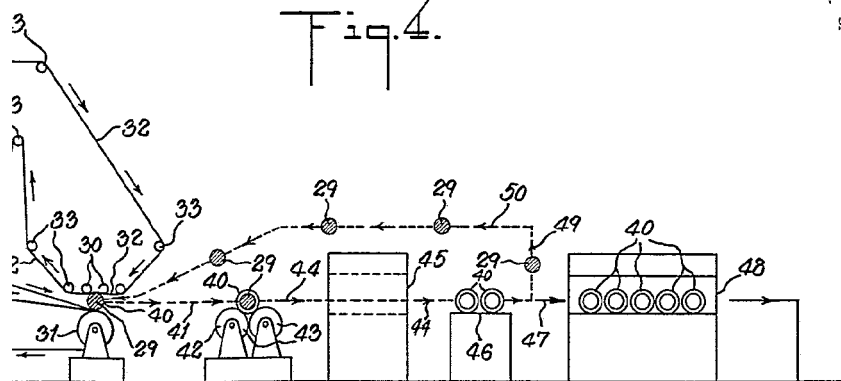


Fig. 4.



E.

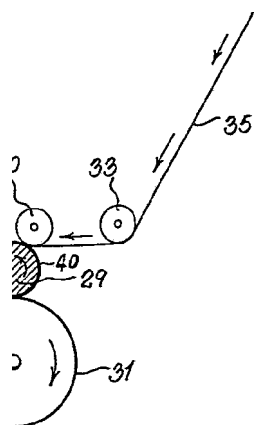
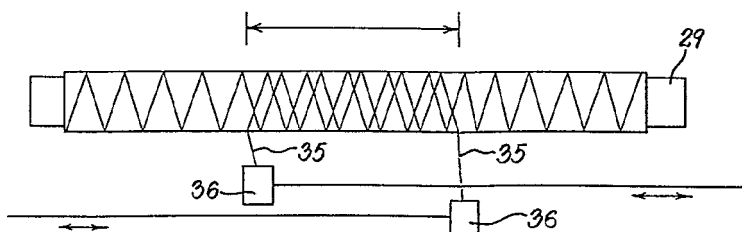


Fig. 6.



Fernando de Elizaburu  
Por Poder.