

E 210

428288

CONCEDIDA

- 6 FEB. 1976

MEMORIA DESCRIPTIVA

Correspondiente a la solicitud de registro de una Patente de In-
vención que, por veinte años se solicita para España, a favor de
Don Lucio ARANA SAGASTA, de nacionalidad española, residente en
Zaragoza, Coso núm. 34, - - - - -

p o r

" SISTEMA DE CONSTRUCCION DE TUNELES Y CONDUCCIONES POR MEDIO
DE ELEMENTOS MODULARES "

La presente memoria descriptiva tiene como fin la declaración
del objeto sobre que ha de recaer el privilegio de explotación in-
dustrial y comercial exclusiva en el territorio nacional de una
Patente de Invención conforme a la Legislación vigente en materia
de Propiedad Industrial, que, según expresa el enunciado, trata
de un sistema de construcción de túneles y conducciones subterrá-
neas de cualquier tipo, mediante la aplicación de elementos modula-
res.

5

El sistema que se preconiza ha sido estudiado y desarrollado
con pleno éxito, para facilitar la construcción de todo tipo de

10

POOR
QUALITY

conducciones subterráneas, bien sean túneles, galerías y pozos verticales e inclinados de explotaciones mineras: canalizaciones, alcantarillado y túneles viales, etc., mediante la aplicación de elementos laminares prefabricados en dimensiones modulares, que se montan a medida que se vá produciendo la excavación, sirviendo simultáneamente como estructura resistente y encofrado del hormigón que se aloja entre dichos elementos modulares y la bóveda excavada.

La presente invención está llamada a sustituir a los actuales sistemas convencionales de construcción de túneles y galerías, por cuanto suprime una serie de operaciones y obras auxiliares de preparación hasta ahora necesarias, pudiendo reducir notablemente los tiempos de ejecución y mano de obra, en beneficio de unos menores costos y más bajas inversiones.

La aplicación de elementos modulares, según la invención, hace posible construir túneles de cuerdas variables con flecha constante, permitiendo obtener mayores anchuras sin aumento de la bóveda tanto si la galería es cilíndrica como cuando la bóveda queda asentada sobre estribos laterales según las formas típicas de túneles viales, tanto de carreteras como de ferrocarril.

Una forma ideal de ejecución de un túnel o galería, sería excavar el perfil y simultáneamente colocar el revestimiento final de hormigón.

Si bien tal cosa es totalmente utópica, la aplicación del presente sistema permite aproximar notablemente ambos procesos, reduciendo extraordinariamente el espacio de tiempo que media entre estas operaciones, hasta tal punto que pueden darse por terminadas cuando las presiones de la roca son iguales a cero, o por lo menos muy bajas.

Como se ha dicho anteriormente, el presente sistema se basa en la aplicación de unas chapas metálicas de dimensiones modula-

res, adecuadas a cada caso, dotadas de una cierta curvatura para que se adapten convenientemente al perfil del túnel o galería, cuyas placas pueden trabarse entre sí, mediante elementos de unión cuando se montan a tope, o bien por medio de unos pasadores de conexión que garanticen un rápido armado por solapado de placas, para formar en cualquiera de los casos un encofrado suficientemente resistente, para lo cual el grosor de las mencionadas placas se calculan adecuadamente para que puedan absorber las cargas vivas correspondientes a obras de infraestructura de naturales diferentes pero situadas sobre la misma bóveda o túnel.

Las citadas placas modulares pueden ser totalmente lisas, es decir, formadas por placas enterizas, dotadas de una pestaña periférica orificada para permitir su unión a tope, o bien estar dotadas de un ranurado que determina una conformación de ondas sobre ambas caras, al mismo tiempo que unas acanaladuras a modo de costillas que se constituyen en los elementos o estructura resistente; en este caso, el montaje de placas se realiza por solapado en una superficie adecuada, permitiendo la colocación de varillas o pasadores de unión caladas por las ranuras onduladas; en cualquier caso se puede formar un recubrimiento total del perfil del túnel inmediatamente después de producida la excavación.

La fase inmediata es la de vertido del hormigón, que se deposita en el espacio comprendido entre las chapas y la bóveda excavada, para ser vibrado finalmente al objeto de obtener una perfecta adherencia entre la roca, el hormigón y la chapa, con la particularidad de que añadiendo aditamentos apropiados y perfectamente conocidos, pueda obtenerse una fábrica absolutamente impermeable; las chapas perforadas y deformadas en ondulaciones, son suficientemente rígidas para resistir la presión de encofrado, y suficientemente densas en sus perforaciones o ranurados para impedir que

se produzcan fugas de mortero , al mismo tiempo que facilita una adherencia mucho mejor que las de las varillas de hierro comunmente usadas como estructura resistente.

5 Por otro lado, en las pruebas y ensayos realizados del presente sistema, se ha demostrado que a pesar de la máxima deformación que se produce en las rocas muy friables o sometidas a esfuerzos, no se han producido grietas visibles ni otros daños en las obras hechas con el revestimiento de hormigón.

10 Al verter o inyectar el hormigón recubriendo la roca, y una vez bien vibrado, se forma un cuerpo con las placas, sin huecos, definiendo perfectamente el perfil de la excavación, evitando la ulterior destrucción de la roca por influencias extrañas, como son el aire y el agua, y desvia las cargas de las rocas menos resistentes a las formaciones rocosas más potentes, al mismo tiempo que
15 asegura la zona de excavación en un tiempo muy pequeño.

En general, el montaje de las placas, tanto de chapa continua como perforada y ranurada, puede realizarse sin ningún tipo de apuntalamiento, sobre todo cuando el perfil del túnel o galería es cilíndrico; ahora bien, es muy aconsejable, y en la práctica así
20 debe ser, el montar unas estructuras auxiliares, en forma de arcos, que posteriormente se ván desplazando a medida que avanza el tajo; dichos arcos de sujeción impiden que el revestimiento de hormigón se agriete durante los procesos de dinamitado, lo cual ocurre con frecuencia en los métodos de afianzado por rociado de hormigón por
25 ejemplo.

El montaje de las placas y revestimiento posterior de hormigón, constituye, un simple proceso operativo sobre el terreno, con absorción de las presiones de la roca por la estructura compacta u homogénea de la roca y estructura de hormigón, en colaboración
30 con las armaduras y arcos de sujeción, de modo que estas operacio-

nes se puedan ir realizando sin que cause la más mínima interrupción en el proceso de excavación del frente de perforación.

Según una característica de la invención, el hormigonado implica el uso de arcos de sustentación de las chapas, sobre todo en el caso de grandes luces, ya que para pequeñas canalizaciones, principalmente cilíndricas, no son necesarios; el número de estos arcos puede variar en función de las posibilidades diarias de excavación, debido a que deben permanecer montados durante un tiempo fijo necesario para que se inicie, cuando menos, la solidificación del mortero de hormigón; después de este tiempo, los arcos pueden correrse hacia el frente de perforación, para lo cual suelen estar constituidos por tramos convenientemente articulados para facilitar el desplazamiento sobre vehículos rodantes adecuados, tal que orugas; generalmente la curvatura de los mencionados arcos se prevee de acuerdo con la proyectada para la obra del túnel o galería, al mismo tiempo que se calcula su resistencia estática con el coeficiente necesario para resistir las presiones de la roca hasta que el revestimiento de hormigón alcanza su plena capacidad de sustentación sin deformarse o deteriorarse por el constante barrenado a que está expuesto el arco de sujeción.

Las placas de encofrado y armadura metálica, se entregan debidamente curvadas de acuerdo con el proyecto, uniéndose por solapado y la colocación de varillas de trabado, de modo que se puedan solapar en la dirección tangencial y axial del túnel a voluntad, reforzándose si las presiones lo exigieran sin ningún inconveniente; este montaje se realiza fácilmente, ya que su dimensionado está proyectado de acuerdo con un sistema de unidades compuestas.

A medida que las operaciones de barrenado y carga han terminado en un tramo previsto, se desplazan algunos de los arcos de fijación, según las presiones de la roca, uniéndose mediante unas vari-

llas o riostras que absorben las tensiones y presiones; seguidamente se colocan una por una las placas a ambos lados del eje; comenzando las operaciones a partir del suelo, colocándolas sobre los arcos de sujeción, solapándolas y trabandolas; simultáneamente se rellena con hormigón el espacio existente entre roca y chapa por medio de una bomba, vibrándose a continuación hasta que fluya a través de las costillas o nervaduras, obteniéndose de esta forma una perfecta adherencia monolítica entre roca, hormigón y chapa.

Los laterales o estribos del túnel se rellenan de hormigón desde lo alto, al mismo tiempo que se van elevando las placas, provocando además el vibrado; el relleno de la parte superior o cierre de la bóveda, se realiza desde la parte delantera, mediante bombeo, vibrándose seguidamente con cuidado, añadiendo nuevas aportaciones de hormigón a medida que las vibración crea espacios. No obstante, si siguiera habiendo huecos en la parte de arriba, el hormigón tendría que granallarse a presión.

Para evitar que el hormigón se salga por la parte delantera, en dirección del frente de perforación, se coloca un tramado frontal metálico que sirva de contención, previendo que al menos una costilla de las chapas colocadas últimamente queden libre para facilitar el bloqueo con las chapas que se han de colocar a continuación.

La distancia entre el frente de excavación y el montaje del revestimiento depende de la calidad y estabilidad de la roca, debiendo ser determinada en cada caso por personal facultativo; si existe peligro de desprendimiento se puede asegurar por medio de una fina capa de hormigón rociado o mediante puntales provisionales adecuados, siguiendo fórmulas de entibado. Igualmente, cabe que las chapas puedan ser rociadas con una capa de hormigón para

establecer un aislamiento externo, e incluso disponer una segunda bóveda o recubrimiento de cualquier tipo ornamental o estructural, según el tipo de acabado que se le dé al túnel de acuerdo con su aplicación.

5 Igualmente cabe destacar que las chapas normalizadas aplicables pueden ser montadas directamente en contacto con la roca o bóveda excavada cuando ésta sea suficientemente estable, siempre que tales chapas puedan soportar y absorber las tensiones y presiones en cualquier dirección.

10 Para la mejor comprensión del contenido de esta memoria, se acompañan a la misma planos en los que se ilustran unos ejemplos de ejecución en la realidad del sistema cuya protección se preconiza, los cuales se citan y representan a modo de simple enunciación y, por consiguiente, sin carácter limitativo alguno.

15 En dichos planos:

La figura 1, muestra una disposición desarrollada de la unión de chapas estructurales, así como sendas secciones longitudinal y transversal.

20 La figura 2, muestra una forma esquemática de disposición transversal de las placas en un túnel dotado de estribos laterales.

La figura 3, corresponde a un detalle, igualmente esquemático en sección longitudinal de un túnel.

La figura 4, corresponde a una variante de montaje de las placas de recubrimiento sobre una galería o túnel cilíndrico.

25 Las figuras 5, 6 y 7, muestran respectivamente una vista en planta, lateral y perfil de una variante de realización de placa modular.

30 Según se representa en las mencionadas figuras, y de acuerdo con las referencias indicadas en las mismas, el sistema objeto del presente registro consta fundamentalmente de unas chapas perfo

radas de dimensiones preestablecidas -1-, cuyas perforaciones vienen definidas por una pluralidad de ranuras paralelas -2- equidistantes en trazos discontinuos para formar una serie de ondulaciones -3- creadas por el curvamiento de porciones comprendidas entre ranuras -2- a uno y otro lado de la placa, al mismo tiempo que se forman una serie de resaltes o puntos singulares -4-, a modo de nervios, para establecer unas acanaladuras diédricas continuas.

5

10

Las placas -1- presentan, generalmente una curvatura adecuada al perfil del túnel o canalización que las tenga que recibir, para que dichas chapas -1- formen un recubrimiento de encofrado, uniéndose entre si convenientemente.

15

20

25

Como se ha dicho anteriormente, las chapas -1-, estan dotadas de una serie de ranuras -2- que determinan superficies onduladas -3- y nervios reforzantes -4-; también dichas chapas pueden ser totalmente lisas, figuras 5,6 y 7, en cuyo caso constan de una placa -11- curvada en sentido longitudinal, es decir, con las generatrices en disposición transversal; en este caso, los bordes de la placa -11- están volteados para formar una pestaña periférica -12- dotada de una serie de taladros rasgados -13-, de modo que el montaje de tales placas se realice por yuxtaposición de pestañas -12- quedando finalmente fijadas por medio de tornillos u otros elementos de solidarización, como remaches, grapas, etc. De esta manera, al montar las chapas -11-, y en función de su curvatura, se puede formar el revestimiento de la bóveda, figura 4, según perfil cilíndrico, o bien en forma convencional de túnel, es decir con estribos laterales, para lo cual en los costados se pueden emplear una o más filas de placas planas, sobre todo en el caso de que el perfil no sea semicilíndrico.

30

Este tipo de placas lisas, -11-, es decir, no ranuradas ni onduladas, se pueden emplear en galerías y conducciones subterráneas

de muy diversa índole, si bien con mayor preferencia se vienen a emplear las placas perforadas -1- dada su mayor resistencia mecánica.

5 Estas placas fundamentales -1- se montan solapándose, figura 1, para que puedan ser trabadas adecuadamente por medio de unas varillas -5- que se intercalan por los espacios alternativos de las ondulaciones -3- que coinciden en el solapado de chapas -1-, de modo que se establece una lámina adaptada paralelamente al perfil de la excavación, figura 2, formando así un encofrado altamente resistente en que las acanaladuras diédricas -4- quedan dispuestas a modo de elementos o armadura resistente transversal que forman parte de las propias chapas -1-, las cuales aportan también una cierta resistencia de notable importancia.

15 En determinados casos, basta el montaje de las placas -1-, si bien en numerosas ocasiones deben sustentarse mediante arcos de sujeción -6-, figuras 2 y 3, cuya cantidad a emplear queda determinada por las posibilidades diarias de excavación, puestos que los mencionados arcos -6- deben permanecer en su emplazamiento un tiempo fijo, normalmente 36 horas, antes de desmontarse. Para la perfecta adaptación a la obra en que se han de emplear, tales arcos de sujeción -6- reciben una curvatura adecuada a la prevista en la bóveda de terminación, incorporando una serie de articulaciones -7- que proporcionan una mayor facilidad de manipulación para su montaje y desmontaje.

25 Una vez colocadas las placas -1-, y fijadas con los arcos de sujeción -6-, o bien cuando se han adaptado las placas -11-, figura 4, se deposita el mortero de hormigón -8-, de dosificación adecuada, en el espacio comprendido entre la excavación -9- y las chapas -1- ó -11- procediendo al vibrado del mortero -8- al objeto de obtener una perfecta compacticidad, hasta que fluya a través de las

30

nervaduras de la chapa -1-, en el caso de que se aplique dicha chapa, al objeto de obtener una adhesión rígida entre la bóveda excavada -9-, hormigón -8- y chapa -1- ó -11-.

5 Para evitar que el mortero -8- se derrame por el espacio frontal inmediato al frente de perforación -10-, figura 3, se coloca en dicho espacio frontal un entramado -14- de naturaleza variable, teniendo cuidado de dejar libre la última scanaladura de la chapa extrema -1a- para poder solapar y fijar chapas consecutivas de recubrimiento, a medida que se vá ampliando la excavación del túnel.

10 El proceso de colocación de las chapas de recubrimiento -1- se realiza una a una a ambos lados del eje de la obra iniciando la colocación a partir del suelo, y en disposición adosada a los arcos de sujeción -6- si existieren, solapándolas y bloqueándolas con los pasadores -5-, o por medio de la tornillería fijada en los taladros -13- de las pestañas -12-, cuando las placas -11- se adosan por yuxtaposición, figura 4. Simultáneamente se vá rellenando con hormigón -8- el hueco existente entre la excavación -9- y placas -1-, por medio de bombas de/hormigonado; finalmente, el relleno se vibra convenientemente.

15 Los arcos -6- de apoyo de las placas -1-, deben permanecer durante un tiempo fijo, según se ha expuesto anteriormente, de modo que una vez transcurrido se pueden correr hacia el frente de excavación -10- para prolongar sucesivamente el revestimiento y encofrado con las placas -1-; dichos arcos -6- pueden arriostrarse entre sí mediante puntales -15- con el fin de asegurar su emplazamiento durante la operación de excavación, para que el barrenado del frente -10- no agriete el revestimiento de hormigón -8- anterior.

20 El desplazamiento de los arcos de sujeción -6- se puede reali

zar por distintos medios, siendo preferente el método que emplea vehículos oruga o de neumáticos según las formas convencionales de entibado.

5 Generalmente, los arcos -6- se calculan mecánicamente de tal forma que puedan absorber la presión de la roca hasta que el revestimiento del hormigón -8- alcance plena capacidad de sustentación sin deformarse o deteriorarse por el consiguiente barrenado del frente de excavación.

10 En determinadas ocasiones, de acuerdo con la naturaleza del terreno excavado, las placas de revestimiento -1- pueden ser colocadas directamente en contacto con la excavación, prescindiendo del relleno de hormigón -8-.

15 Finalmente, sobre las placas -1- pueden incluirse diversos tipos de acabado del túnel, bien sea mediante un simple rociado de hormigón, creando así una protección externa de las chapas -1-, o bien incluyendo otras obras de fábrica y enlucidos de diversa índole.

20 Cabe destacar que el sistema descrito tiene numerosas aplicaciones tanto para obras nuevas como para remozamiento de viejas estructuras debilitadas por el transcurso del tiempo; igualmente, las chapas -1- pueden ser aplicadas como elementos de afianzamiento de la roca detrás de la máquina excavadora de túneles para proteger de posibles desprendimientos.

25 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como ejemplos de realización práctica del mismo, solamente cabe añadir que en dichos ejemplos es posible introducir cambios de materias, formas y disposición de sus elementos, siempre que tales alteraciones no suponga variación sustancial en el objeto reivindicado.

EN RESUMEN: la presente Patente de Invención que por veinte años se solicita para España, ha de recaer sobre las siguientes reivindicaciones:

5 1ª.- Sistema de construcción de túneles y conducciones por medio de elementos modulares, caracterizado porque simultáneamente a la excavación del túnel o galería, guardando una cierta distancia respecto del frente de ataque, se aplican placas metálicas modulares, dotadas de una curvatura adecuada a la de excavación, cuyas placas se vinculan entre si con medios de unión de manera
10 que se consume un revestimiento continuo de estructura resistente al mismo tiempo que encofrado de un mortero de hormigón que se vierte y vibra entre el revestimiento y la bóveda excavada.

15 2ª.- Sistema de construcción de túneles y conducciones por medio de elementos modulares, según la anterior reivindicación, caracterizado porque las placas modulares del revestimiento comprenden una chapa de superficie curva en sentido longitudinal, dotada de una pestaña periférica orificada con varios taladros rasgados equidistantes, de modo que se forme el revestimiento por yuxtaposición de placas vinculadas entre si por medio de
20 tornillos, remaches o elementos análogos de fijación, determinando superficies cilíndricas de sección circular o elíptica, total o incompleta, susceptible de recibir el hormigón de recubrimiento entre placas y excavación.

25 3ª.- Sistema de construcción de túneles y conducciones por medio de elementos modulares, según anteriores reivindicaciones, caracterizado porque las placas modulares del revestimiento presentan una disposición acanalada continua formando ondulaciones por ambas caras de la placa, al mismo tiempo que unas acanaladuras diedricas que forman por la cara opuesta nervios resistentes;
30 dichas placas se montan en sucesión por solapado de bordes que-

dando trabadas mediante unas varillas o pasadores intercaladas entre los espacios ondulados creados por las acanaladuras, amoldándose perfectamente en forma de encofrado al perfil de la excavación del túnel o conducción, para recibir entre éste y las chapas el mortero del hormigón.

4ª.- Sistema de construcción de túneles y conducciones por medio de elementos modulares, según anteriores reivindicaciones, caracterizado porque las placas de revestimiento y encofrado se soportan por medio de arcos de sujeción para evitar el agrietamiento y otros daños que pudiera sufrir el hormigón vertido en periodo de solidificación durante la fase de dinamitado y perforado del frente de excavación próximo, determinando el número de soportes arqueados la capacidad diaria de excavación en función del tiempo de permanencia fija de dichos soportes, los cuales transcurrido este periodo se trasladan en avance, en espacios modulares para sustentar nuevos anillos de chapas de recubrimiento y encofrado; la curvatura de los soportes viene a referirse al arco que ha de formar el recubrimiento, y están dotados de unas articulaciones intermedias que facilitan su manejo de montaje y traslación; esta traslación se realiza preferentemente por medio de vehículos rodantes adecuados de tipo convencional.

5ª.- Sistema de construcción de túneles y conducciones por medio de elementos modulares, según anteriores reivindicaciones, caracterizado porque las placas se colocan a ambos lados del eje de la excavación y a partir del suelo o punto inferior cuando es anular, trabándolas convenientemente y apoyándolas sobre los arcos soportes cuando existan, para en fase sucesiva e inmediata se proceda al vertido y vibrado del mortero de hormigón en el espacio comprendido entre las placas y excavación.

6ª.- Sistema de construcción de túneles y conducciones por

5 medio de elementos modulares, según anteriores reivindicaciones, caracterizado porque en el borde del revestimiento que queda próximo al frente de perforación se coloca un entramado retentor del mortero de hormigón vertido para evitar que este se derrame, dejando libre al menos la última nervadura de las placas de revestimiento finales para recibir y trabar las sucesivas.

6º.- Por último se reivindica como objeto sobre el que ha de recaer la presente patente de invención que, por veinte años se solicita para España, - - - - -

10

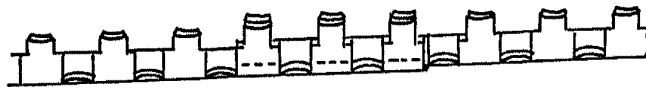
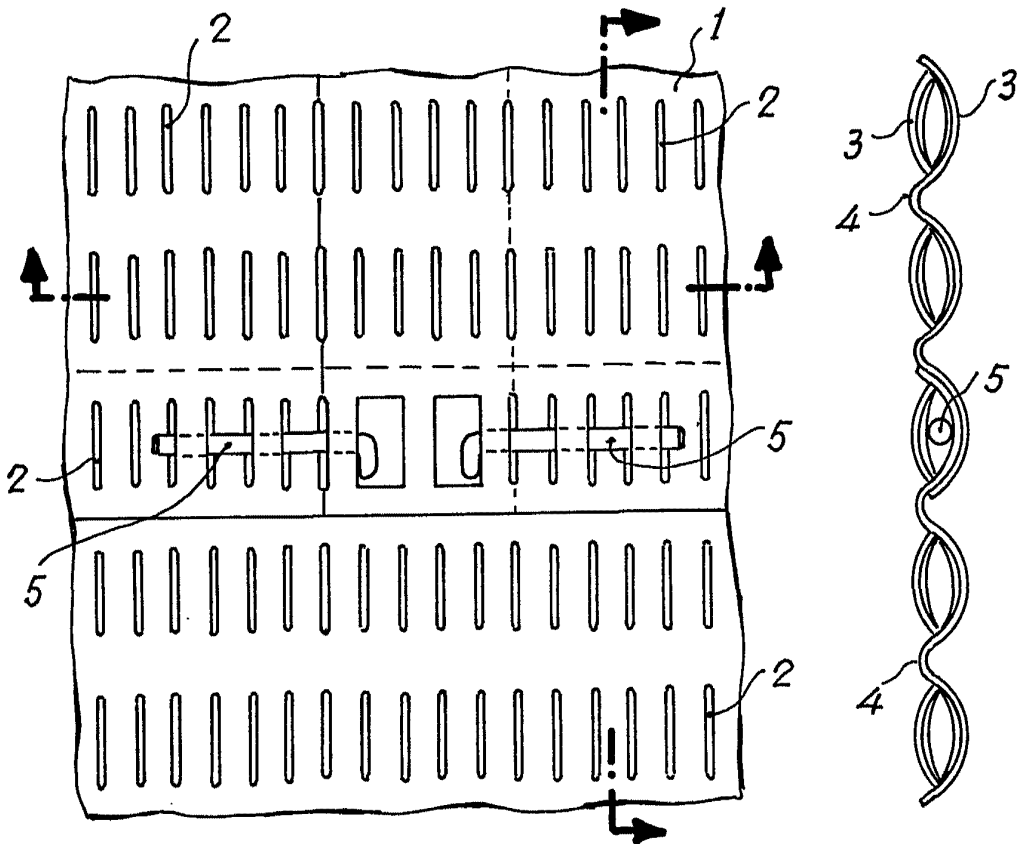
p o r

" SISTEMA DE CONSTRUCCION DE TUNELES Y CONDUCCIONES POR MEDIO DE ELEMENTOS MODULARES "

Todo conforme queda expresado en la presente Memoria Descriptiva que consta de catorce hojas foliadas escritas a máquina por una sola cara y planos que se acompañan.

Madrid,
P.A., 16 JUL. 1974
PEDRO FERNANDEZ
P.º

FIG. 1



Madrid, JUL 1974
P.A.

Escala variable

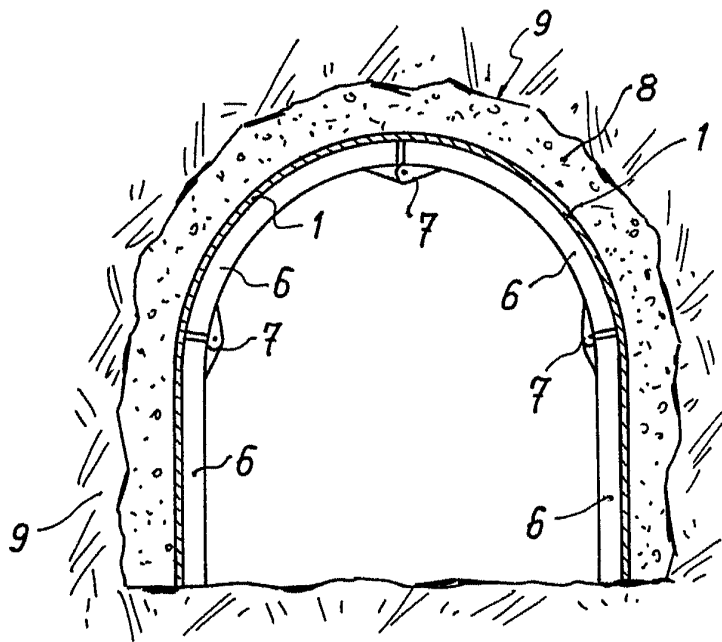
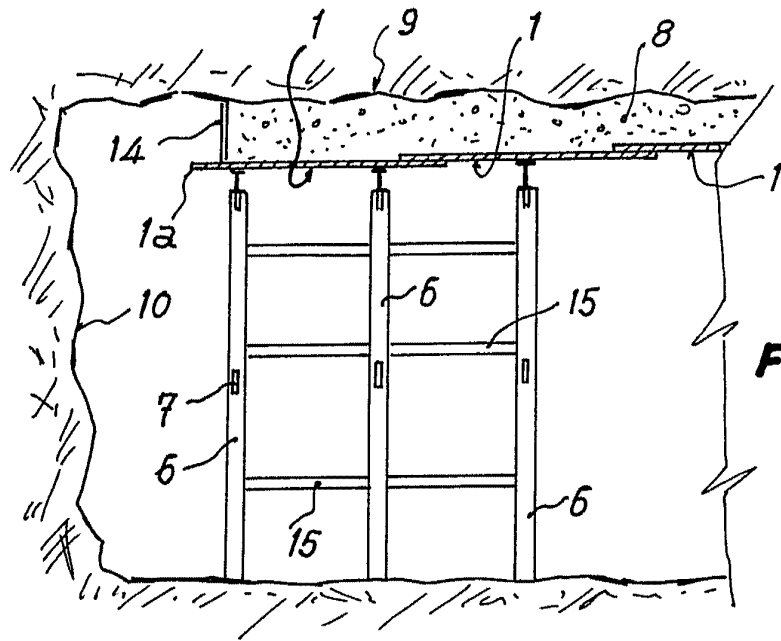


FIG. 3

FIG. 2

Madrid,
P.A.

SEBASTIÁN SAGASTA
S. D.

Escala variable

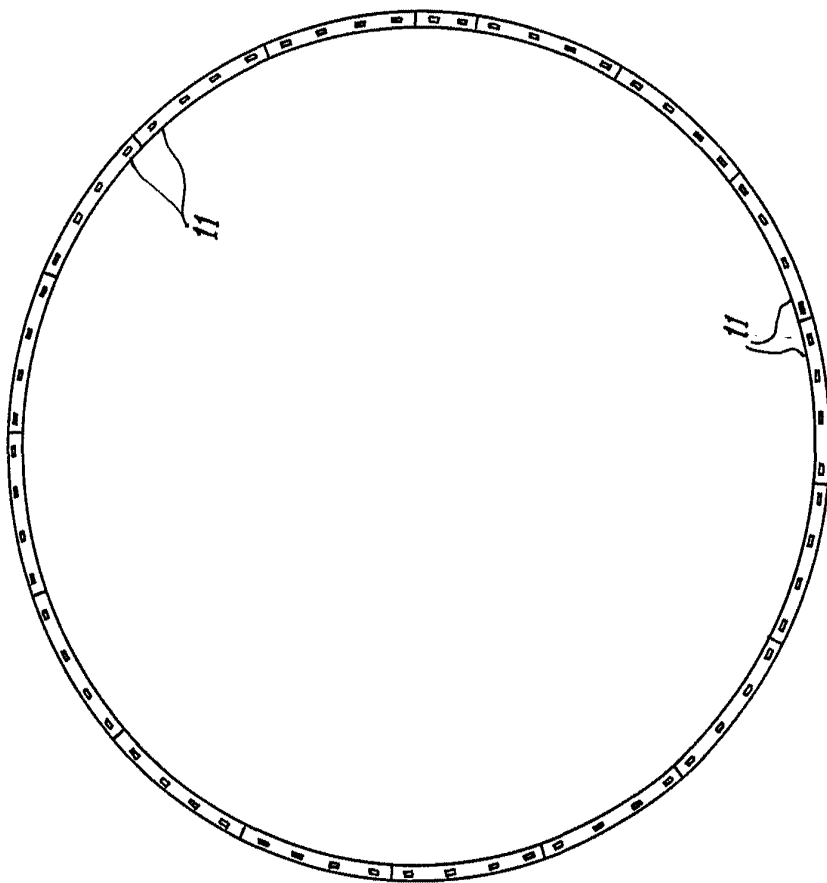


FIG. 4

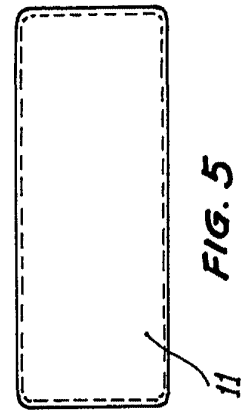


FIG. 5

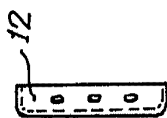


FIG. 6

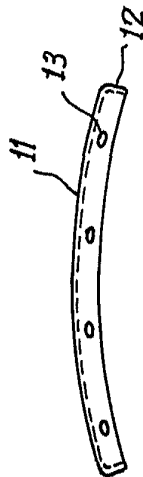


FIG. 7

Escala variable.

Madrid, 16 JUN 1974
P.A.
[Signature]

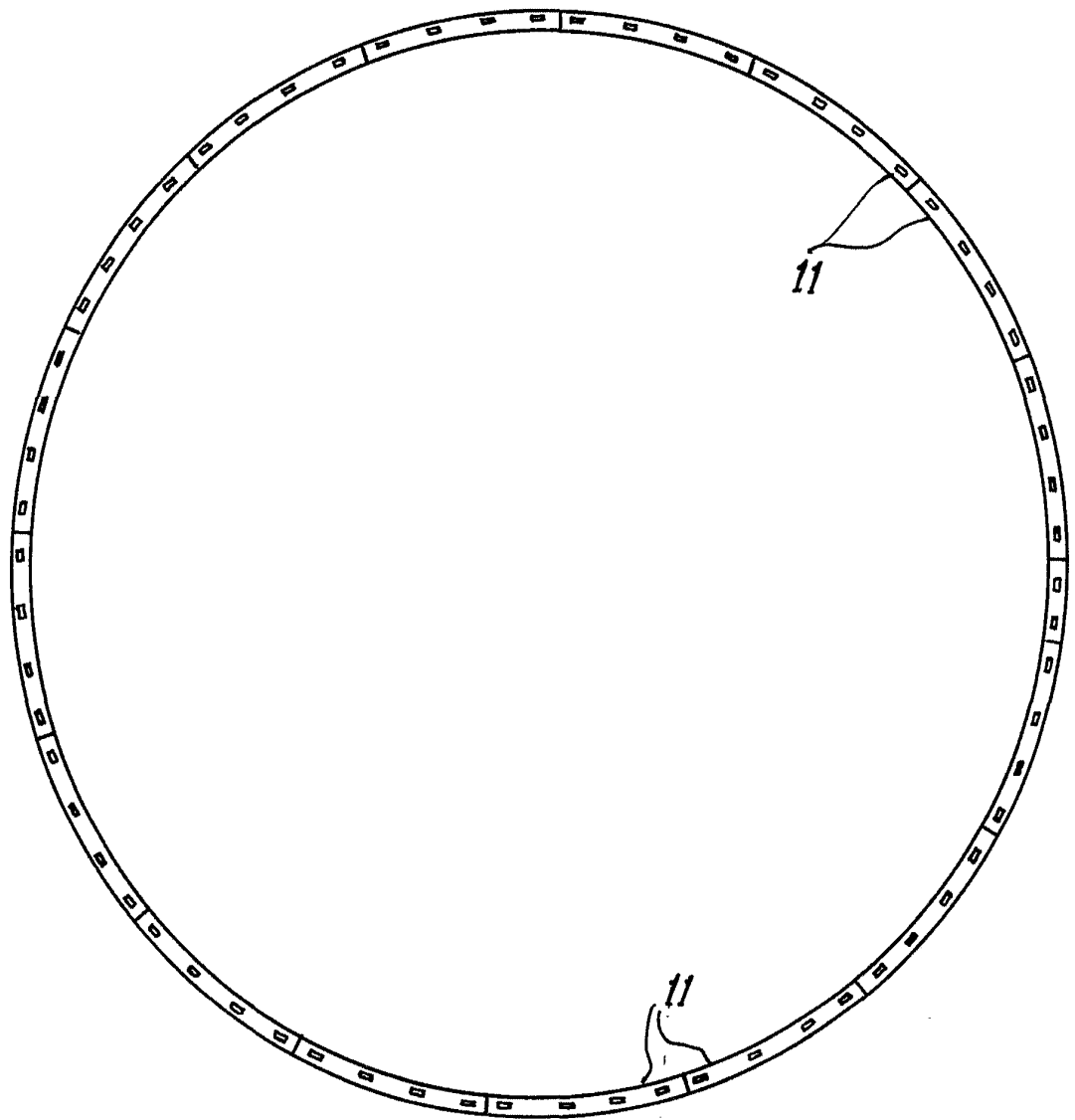
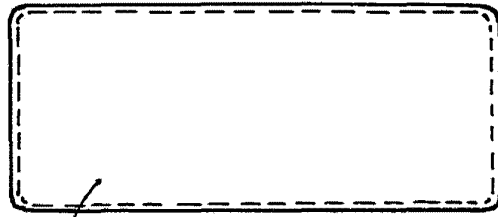
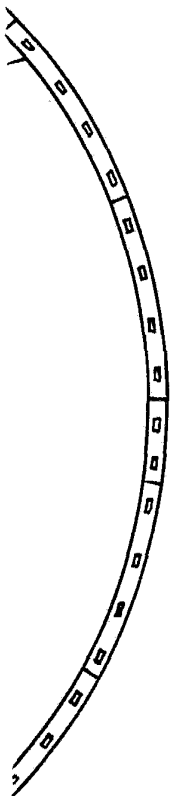


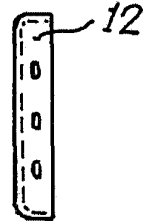
FIG. 4

Escala variable.



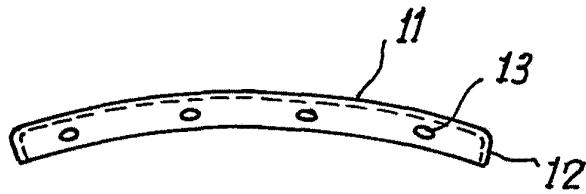
11

FIG. 5



12

FIG. 6



11

13

12

FIG. 7

Madrid, 16 JUL 1974
P.A.