

184



PATENTE DE INVENCION.

178513

178513

MEMORIA DESCRIPTIVA

SOBRE:

"PROCEDIMIENTO PARA EJECUTAR TUNELES Y OPERACIONES
SUBTERRÁNEAS SIMILARES".

SOLICITANTE: ZAKO SYTSE BEIJIL, domiciliado en:
13, Clarges Street, LONDRES, W. 1. -
Inglaterra.

Este invento se refiere a la construcción de túneles y a operaciones subterráneas análogas, tales como la explotación de minas y de canteras. En estas operaciones, se extrae roca de la corteza terrestre, dejando cavidades, y la roca circundante se somete siempre a fuerzas, ya que las rocas estaban sometidas a esfuerzos antes de retirar las partes excavadas. El esfuerzo se produjo por varias causas durante la solidificación y petrificación o después de ellas, pero en el transcurso del tiempo, parte de las rocas pueden haber llegado a



liberarse parcialmente de las fuerzas. De todos modos, el grado y la distribución de esta liberación, son desconocidos. Sea de ello lo que fuere, las rocas se encuentran en un estado de equilibrio, que la operación subterránea altera.

15. Al llegar a un estado de equilibrio, la corteza terrestre ha almacenado una cantidad enorme de "energía para resistir los esfuerzos", llamada también energía elástica o energía latente de deformación, pero el esfuerzo se distribuye muy irregularmente, a consecuencia de distintas
20. causas, tales como la inclusión de nódulos o partes duras o la descarga parcial o local por fuerzas tectónicas destructivas. Otra causa es la existencia de planos de debilidad o deslizamiento, tales como planos de estratificación en las rocas sedimentarias y planos de fisura, que se pre-
25. sentan en series paralelas en estas rocas y también en las de origen ígneo. En cuanto se extrae algo de roca y se forma una cavidad, quedando al descubierto superficies libres, la energía elástica tiene oportunidad para empezar a actuar localmente y se esfuerza en dilatar la roca hacia la cavi-
30. dad, para alcanzar así su volumen natural, un volumen que jamás ocupó anteriormente.

- La liberación o reducción de los esfuerzos, así empezada, se propagará desde las superficies libres de la cavidad hacia fuera, al interior de la roca virgen o inalterada, en la que, ante todo, produce desplazamientos moleculares y, luego, la desintegración inicial que, finalmente, se traduce en la pérdida completa de cohesión. La roca virgen, en su estado de equilibrio estable, se encuentra, por tanto, en unas condiciones de previamente sometida a fuerzas con anterioridad a la excavación, ya que el
- 35.
- 40.



- esfuerzo existía antes de que la formación de la cavidad diera oportunidad a la energía elástica para empezar a actuar. Por tanto, si por algún medio se hace posible el estabilizar las condiciones elásticas y el mantener el
45. estado primitivo de equilibrio estable en la roca, alrededor de la cavidad, la energía elástica allí almacenada se verá privada de la oportunidad de realizar trabajo y, por tanto, de causar perjuicios. Este invento tiene por objeto proporcionar este medio.
50. Por los experimentos realizados por el Profesor Adams y otros, bajo los auspicios de la Institución Rockefeller de Washington, se sabe que la cantidad de carga de dicha roca en su condición de sometida a fuerzas previas, es mucho mayor que después de haber obtenido la liberación de esfuerzos, es decir, en las condiciones en que
55. se usa, por ejemplo, en la construcción de edificios. La capacidad de carga, en las condiciones de sometida a fuerzas previas, puede llegar a ser siete veces la del mismo material empleado como piedra de construcción que, desde
60. luego, ocupa su volumen natural.
- El equilibrio en la corteza terrestre significa que si se considera un plano u otra superficie imaginarios en cualquier punto de la roca maciza, las fuerzas que actúan a un lado de esta superficie, de cualquier clase,
65. magnitud y dirección que sean, están exactamente equilibradas por fuerzas iguales y contrarias del lado opuesto de dicha superficie. Así, en la producción de alguna cavidad, se anulan las fuerzas que obran en un lado de su superficie y, por tanto, las del lado opuesto dejan de estar
70. equilibradas por fuerzas iguales y contrarias; las acciones



(fuerzas) producidas por la energía elástica latente, quedan en libertad y empiezan a actuar como antes se indicó. La intensidad del efecto producido, depende de la cantidad de energía elástica almacenada antes de la formación de la

75. cavidad, y de la elasticidad (trabajo de deformación) o compresibilidad del material rocoso.

La irregularidad con que se realiza la liberación de los esfuerzos al formarse una cavidad, da por resultado la separación o disgregación falta de uniformidad

80. de los estratos, que empieza en la superficie expuesta de la cavidad, y actúa gradualmente hacia fuera, al interior de la roca. Esto puede expresarse en otros términos, diciendo que el trabajo en roca virgen altera el equilibrio estable que existe localmente, y la alteración así iniciada se propaga hacia el exterior y solo se detiene cuando

85. pueda compensarse un estado de equilibrio inestable.

Para mantener la solidez de la estructura y prevenir así los efectos destructivos de la liberación de la energía, ha sido práctica corriente revestir tales cavidades, bien permanentes o bien temporalmente, según el uso a

90. que se destina la cavidad. Estos revestimientos son, con frecuencia, de hormigón o de mampostería. Para dejar sitio para el revestimiento, hay que excavar más material del necesario para formar la cavidad.

Evidentemente, la liberación o aparición de esfuerzos alrededor de la cavidad, no se contrarresta en modo alguno por el revestimiento, y éstos pueden propagarse hacia el exterior hasta una distancia no controlada, dado que el

95. objeto principal del revestimiento es el resistir la combadura de la roca hacia el interior y el sostener la carga del

100.



material rocoso separado por la liberación o aparición de esfuerzos. El revestimiento, en realidad, se coloca siempre demasiado tarde para que actúe como medio preventivo, ya que el desarrollo de esfuerzos empieza tan pronto como la superficie queda al descubierto. Esto explica porque
105. ocurren tantos casos de aplastamiento o hundimiento de los revestimientos, que dan lugar a gastos y a reparaciones incesantes.

Este invento se describirá en relación con la
110. construcción o perforación de túneles, que ha de considerarse como representativa de otras operaciones subterráneas, tales como la abertura de pozos, la construcción de cámaras subterráneas para bombas y locomotoras, y otras grandes cavidades para la explotación de minas y canteras.

De acuerdo con este invento, al construir túneles y cavidades subterráneas análogas, se practican perforaciones que irradian hacia el exterior y se prolongan más allá de lo que habrá de ser la superficie final de la cavidad, una distancia que incluye una zona o espesor de roca a reforzar, y se insertan en las perforaciones elementos de
120. anclaje o atirantado de longitud prácticamente igual al espesor citado y dotados en ambos extremos de mordazas o garras de sujeción o atarugamiento que se aprietan, tensándose los elementos de anclaje para reforzar la roca alrededor de la cavidad.
125.

Para impedir que se presente cualquier desarrollo de esfuerzos antes de introducir y de tensar los elementos de anclaje, en muchos casos es preferible abrir un túnel piloto de menor sección transversal que la cavidad final y
130. aproximadamente en el centro de ésta, practicar las perfo-



178513

135. raciones e insertar los elementos de anclaje desde el túnel piloto, extrayendo el resto de la roca, para formar la cavidad final, únicamente después de haber introducido y tensado los elementos de anclaje. En este caso, algunas de las fases u operaciones del método pueden realizarse a la vez en diferentes sitios a lo largo de la cavidad.

Los elementos de anclaje o riostras, deben disponerse de modo tal que pueda apretarse o sujetarse primero la garra o mordaza exterior, y luego la interior, independientemente una de otra; de otro modo, puede resultar imposible conseguir el firme agarre en ambos extremos, condición necesaria para enlazar en forma de conjunto el material de la envoltura reforzada.

140. Las garras o mordazas han de apretarse después de insertar el elemento o riostra de anclaje. En algunos casos puede ser posible introducir las riostras con los elementos de agarre o sujeción ya en su sitio, pero frecuentemente sólo se podrá introducir la mordaza más allá del sitio de trabajo, con el elemento de anclaje, que se abrirá luego a la posición de agarre, introduciendo luego el otro elemento de amordazado y desplegándolo en condiciones para tensar todo el elemento de anclaje.

Este invento se describe a continuación y se aclara por medio de los dibujos adjuntos, en los que:

155. La fig. 1, es un corte transversal de un túnel, durante la construcción por el método preferido;

La fig. 2, representa un perno de refuerzo en posición, y

160. Las figs. 3 y 4, son vistas en perspectiva de un refuerzo para la superficie de un túnel, que puede em-



plearse con los pernos de la fig. 2.

165. Con referencia a la fig. 1, el círculo 1 representa lo que ha de ser finalmente el taladro o perfil del túnel terminado (en el ejemplo particular de un conducto circular) y el espacio comprendido entre los círculos 1 y 2, representa el material de la zona envolvente que, por medio de este invento, se mantiene en su condición de sometido a fuerzas previas para lograr la permanencia o invariabilidad del túnel.
170. La primera operación al construir el túnel, consiste en abrir un túnel, conducto o galería piloto 3 separado del perfil 1 por todos sus lados. Desde la galería 3, se taladran perforaciones 4, 4 en dirección más o menos radial, hasta la superficie representada por el círculo 2, en las que se colocan pernos de refuerzo que se tensan o se aprietan para mantener sometida a compresión la roca situada entre los círculos 1 y 2. Esto se lleva a cabo antes de que el deterioro, por aparición de esfuerzos, que se empieza en la superficie de la galería 3, haya tenido tiempo de llegar a la superficie 1. De este modo, la zona anular comprendida entre los círculos 1 y 2, se mantiene en su estado de esfuerzo primitivo. Ya colocados y bien apretados los pernos, la roca restante situada en el interior del círculo 1 puede retirarse sin peligro del desarrollo de esfuerzos en la capa reforzada que constituye así, en realidad, un revestimiento para el túnel. La protección así obtenida, hace posible prescindir de los soportes o entibación temporal de madera, corrientemente necesarios en la construcción de túneles. La separación de los pernos de refuerzo alrededor de la periferia del túnel y a lo largo
- 175.
- 180.
- 185.
- 190.



del mismo, dependerá de la naturaleza de la roca en que aquél se construye.

La fig. 2 representa una forma de perno adecuada para llevar a cabo el refuerzo antes descrito. En esencia, es una combinación de dos formas de perno de anclaje descritas en la Memoria de la Patente Británica nº 444.623. El taladro 4 se representa a mayor escala que en la fig. 1, pero se observará que se ha dado un corte entre las partes representadas de los círculos 1 y 2, y que el perfil 3 del túnel piloto está por debajo del extremo inferior de la figura.

El extremo exterior del perno, tiene una cabeza tronco-cónica 5 con un manguito expansible 6 de cuatro segmentos, unidos por una junta flexible en la parte inferior, para agarrarse al interior del taladro 4. Por debajo de la cabeza 4 (tal como se observa en la fig. 2), el perno tiene tres partes: una maciza 7 en la que está formada la cabeza 5; otra tubular 8 de la misma sección transversal que la anterior, y otra maciza 9; las tres unidas por pasos de rosca a derechas. Entre los extremos superior de la parte 8 e inferior del manguito 6, se interpone una arandela 10.

El extremo inferior de la parte tubular 8, tiene una ranura 11 tallada a su través, para ajustarse con una llave parecida a un destornillador, como se describirá más adelante. La parte 9 del perno está rodeada por un manguito expansible 12 análogo al manguito 6 y cuyo extremo superior está separado del extremo inferior de la parte 8 del perno, por una arandela 13 y un muelle 14. En el extremo inferior de la parte 9 del perno se coloca una

178513



225. tuerca cónica 15, roscada a izquierdas, que tiene la misión de abrir el manguito 12, cuyos segmentos están desde luego articulados en su extremo superior. La parte 9 termina en una cabeza cuadrada 16 de un tamaño que permita que la tuerca 15 pase a su alrededor.

230. Al colocar un perno en posición, después de abrir los taladros 4, se separa la parte 9 y se acoplan las partes 7 y 8 con la arandela 10 y el manguito 6, sosteniéndose éste en su sitio por algún medio temporal, tal como un ligero muelle de alambre que lo rodee. Este conjunto se coloca en el taladro 4 y se empuja hasta el final del mismo por cualquier medio adecuado. Se introduce una llave con un extremo parecido a un destornillador, para ajustarse en la ranura 11, y esta herramienta puede ser
235. la utilizada para empujar el conjunto al interior del taladro.

240. Se hace girar la llave para atornillar la parte 8 en la parte 7 y para empujar, por medio de la arandela 10, el manguito 6 hacia arriba en la pendiente de la cabeza 5, abriendo así el manguito 6 para que se agarre en las paredes del taladro 4 tan fuertemente como pueda desearse. Bajo la presión de la llave, existe fricción suficiente entre el extremo de la cabeza 5 y el extremo del taladro 4 para impedir que la parte 7 gire con la parte 8 y, si es preciso, la fricción puede aumentarse por
245. asperezas o salientes en el extremo de la cabeza 5. Desde luego la parte 7 se sujeta con fuerza creciente contra la rotación cuando los segmentos del manguito 6 empiezan a agarrarse.

250. En la parte 9 se atornilla la tuerca 15 y se

1785 13 48



255. acoplan el manguito 12, la arandela 13 y el muelle 14, sostenidos o situados por cualquier medio temporal apropiado. El conjunto se introduce en el taladro 4 seguido por una llave con un extremo en forma de encaje para ajustarse en el extremo cuadrado 16. La llave se hace girar para apretar el conjunto, como se explicará a continuación.

260. El primer efecto del giro de la llave, es el empezar a atornillar la parte 9 en la parte 8. El muelle 14 se comprime un poco y, bien pronto empuja el manguito 12 en contacto con las paredes del taladro 4, a causa de la tuerca cónica 15 que, de este modo, se sujeta contra la rotación y se mueve hacia el interior por la ulterior rotación de la parte 9, ya que la tuerca tiene una rosca a izquierdas. Al mismo tiempo, la parte 9 se rosca más en la parte 8 y ésta, por la misma acción, puede roscarse más en la parte 7, si previamente no se apretó del todo. Así pues, el giro de la llave sujeta los agarres o mordazas en ambos extremos, a menos que, claro está, la mordaza interior se haya apretado ya del todo, y al mismo tiempo, aplica tensión entre las mordazas, para sujetar la capa de roca comprendida entre las superficies 1 y 2.

275. A veces puede ser necesario evitar la presencia o desarrollo de esfuerzos locales en la capa protectora de roca, debidos a la expansión dentro de los taladros 4. Para este objeto, cada uno de ellos puede revestirse, entre los elementos de agarre 6 y 12, con un tubo de acero de paredes gruesas, o bien pueden envolverse en cemento los pernos de refuerzo, para rellenar los huecos.

280. Ya colocados en su sitio los pernos, en un número suficiente de taladros 4, puede extraerse la roca del inte-



- rior de la superficie 1. El desarrollo de esfuerzos, que empieza en la superficie 3, se habrá extendido a la roca circundante, pero en ninguna de las condiciones que pueden encontrarse, habrá llegado a la superficie 1 antes de que los pernos de refuerzo ocupen su posición en la sección considerada. En algunos casos, la roca reforzada puede ser lo bastante resistente por sí misma para actuar como revestimiento del túnel. En otros casos, puede precisarse alguna forma de revestimiento.
- 285.
290. Si por cualquier razón, se desea o precisa cubrir la roca por completo, puede aplicarse del modo conocido un revestimiento de mampostería, hormigón o metálico que, en este caso, no es más que una protección y no un sostén como en el procedimiento corriente de construcción de túneles.
295. Así pues, será innecesario separar alrededor del revestimiento, tanta roca como en la práctica corriente se requiere.
- A veces, puede ser adecuado un revestimiento parcial, y en las figs. 3 y 4, se representa una forma sugerida para este objeto. Una pieza 17 de hierro en U actúa como arandela o sujetador y se sostiene en el extremo del perno 9 por una tuerca 18; con tal fin, el perno 9 se prolonga adecuadamente. La U 17 sostiene tiras de acero ondulado 19 contra la cara de la roca y prolongadas longitudinalmente desde un taladro 4 al próximo o un múltiplo de esta distancia, colocándose una tira 19 a cada lado del perno 9. Otras tiras 20 de acero ondulado se prolongan en la dirección periférica del túnel, desde una U 17 a la próxima, sostenidas en los extremos de éstas, que sobresalen de las tiras 19.
- 300.
- 305.
310. Ya terminado el interior del túnel u otra estructura, hay que conceder alguna atención a la cuestión



de la infiltración de agua. La capa protectora de roca, reforzada por sujeción, puede en algunos casos ser de naturaleza tal que impida la infiltración del agua subterránea. Cuando el escape no se impide por completo, sino que se reduce solamente, el agua puede controlarse por medio de un sistema de drenaje o agotamiento prolongado a través del revestimiento.

315. Si el terreno, alrededor de la cavidad a construir, contiene oquedades, fracturas u otros orígenes de falta de consistencia, puede ser conveniente comunicar al material de la zona reforzada una mayor cohesión por medio de algún material de trabazón tal como cemento. En el caso de que se pueda esperar la presencia de agua salada o ácida alrededor de la cavidad, hay que adoptar alguna medida para controlar el efecto perjudicial. La parte tubular 8 del perno de refuerzo puede dotarse de pequeños orificios regularmente distribuidos en toda su longitud. En este caso, el cemento u otra substancia protectora puede introducirse luego a presión en la parte tubular 8, antes de insertar la parte 9 del perno con su manguito 12. El cemento u otra substancia, fluirá por los agujeros y llenará el espacio hueco que en el taladro 4 se forma alrededor del perno, así como todas las oquedades o fisuras que rodeen al taladro. Es ventajoso emplear para este objeto cemento que se dilate, dado que la presión por él desarrollada al fraguar ayuda a conservar la compresión en la roca.

320. La descripción anterior para aclarar el empleo de este invento, se refería a una sección transversal circular para la roca reforzada, y es evidente que esta sección es la más adecuada para el fin perseguido. Dentro del

335.

340.



anillo de roca reforzada puede excavarse una cavidad de cualquier forma, tal como un túnel de sección en herradura, un pozo inclinado de sección transversal rectangular, una cámara para bombas o un depósito subterráneos para locomotoras de minas. Sin embargo, la roca reforzada puede ser de sección distinta de la circular, de acuerdo con el fin para que haya de usarse la cavidad y con la naturaleza de la roca en que se construye.

- NOTA -

345. Habiendo ya descrito ampliamente la naturaleza del invento, así como la manera de llevarlo a cabo en la práctica, se hace constar que los procedimientos anteriormente descritos son susceptibles de ligeras modificaciones de detalle, sin que por ello se altere el principio fundamental del invento. También se hace constar que dicho invento se refiere a una Patente presentada en Inglaterra con fecha 25 de Mayo de 1945, bajo el N° 13.153, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia de dicho invento y por lo que se solicita Patente de Invención por veinte años en España: "Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares"; caracterizándose por lo siguiente:

350. 1º - Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares, que incluye las etapas de practicar taladros en direcciones radiales hacia el exterior y prolongados más allá de lo que constituirá la superficie final de la cavidad, una distancia que incluya un espesor adecuado de roca a reforzar, de introducir en los taladros elementos de anclaje de longitud prácticamente igual al



espesor citado y dotados de garras de encuñadura o sujeción en ambos extremos, de apretar dichas garras y de tensar los elementos de anclaje para reforzar la roca alrededor de la cavidad.

375.

2º - Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares, según lo especificado en la reivindicación 1, en el que se abre un túnel o cavidad piloto antes de practicar los taladros para los elementos de anclaje; el túnel o cavidad piloto es de sección transversal menor que la cavidad final y está situado, aproximadamente, en el centro de ésta, y en el que el resto de la roca se extrae, para constituir la cavidad final, solamente

380.

-después de haber introducido y tensado los elementos de anclaje.

385.

3º - Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares, según lo especificado en la reivindicación 1 o 2, en el que, algunas por lo menos de las etapas se realizan simultáneamente en puntos distintos a lo largo del recorrido de la cavidad.

390.

4º - Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares, según lo especificado en la reivindicación 1, 2 o 3, en el que la capa de roca reforzada es de sección transversal anular.

395.

5º - Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los taladros y cualesquiera oquedades o fisuras a ellos adyacentes, se obturan por la inyección de un medio de taponamiento, después de insertar en el taladro respectivo,

400.

una parte por lo menos del elemento de anclaje o refuerzo.

- 178513 18



6º - Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares, según lo especificado en la reivindicación 5, en el que el medio de taponamiento es cemento dilatante.

405. 7º - Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares, que incluye un elemento de anclaje o refuerzo para emplear en el mismo, que comprende dos partes de perno o tornillo y una parte tubular para unir las partes por ajuste de rosca, y elementos de encuñadura que rodean las partes extremas de las secciones de perno o tornillo y están preparadas para abrirse y ponerse en contacto con las paredes del taladro de la roca, por medio de una cabeza cónica de una parte del perno y de una tuerca cónica de la otra parte del mismo, con una rosca de dirección opuesta a las roscas por medio de las cuales las partes del perno se acoplan en la parte tubular.
410. 8º - Procedimiento para ejecutar túneles y operaciones subterráneas similares; tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria y representado en los dibujos que se acompañan.
415. Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

420. Madrid, 18 de Junio de 1947.

ZAKO SYTSE BEIJIL

Por Poder de J. GOMEZ ACEBO

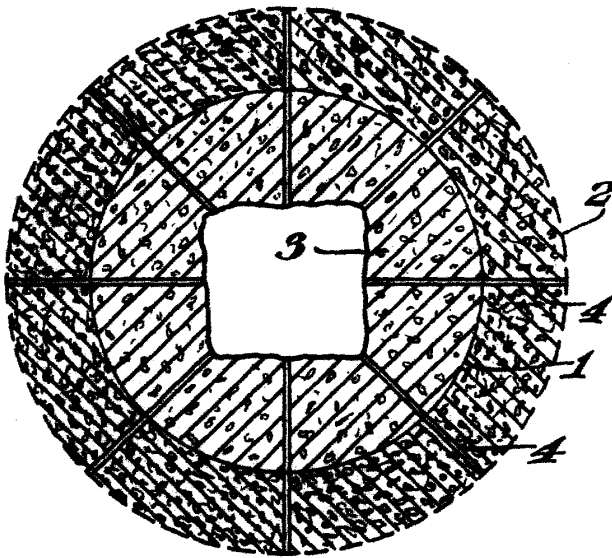


Fig. 1.

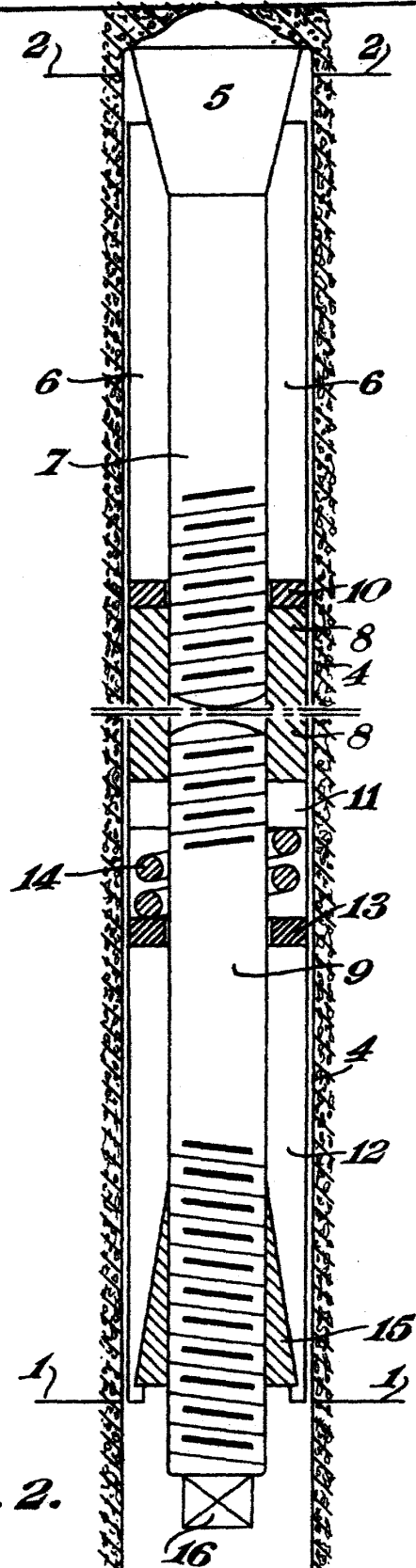


Fig. 2.

Madrid, 18 de junio de 1917.

Por Poder de J. GOMEZ ACEBO

178513

Dos hojas.- Hoja 2.

ZAKO SYTSE BEIJL.

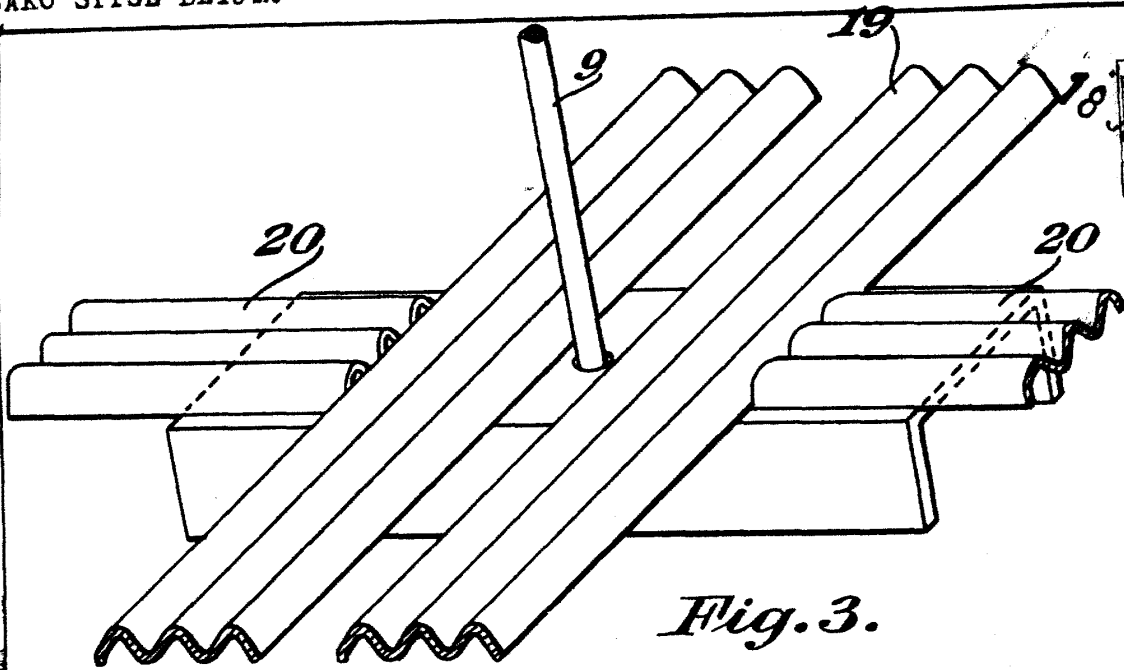


Fig. 3.

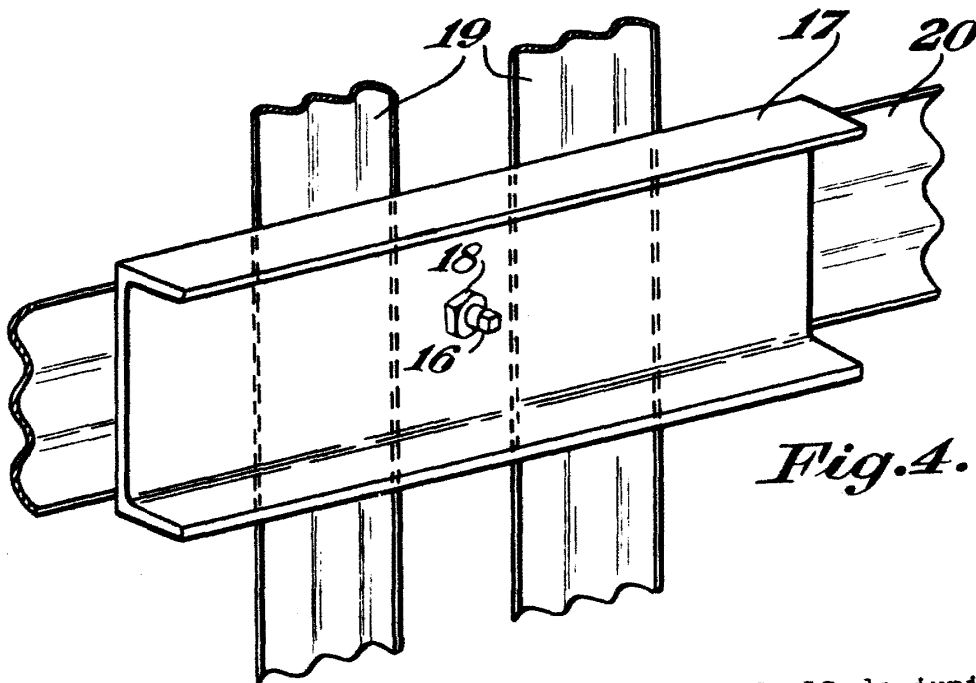


Fig. 4.

Madrid, 18 de junio de 1947.

Por Poder de J. GOMEZ ACEBO