

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 189**

51 Int. Cl.:

E21F 16/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2023** **E 23153304 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024** **EP 4230839**

54 Título: **Obra de construcción de túnel**

30 Prioridad:

18.02.2022 DE 102022103878

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

10.12.2024

73 Titular/es:

**WAYSS & FREYTAG INGENIEURBAU AG
(100.0%)
Eschborner Landstrasse 130-132
60489 Frankfurt am Main, DE**

72 Inventor/es:

**DIETZ, MAGDALENA;
STOPKA, MICHAEL;
EITEL, STEPHAN y
GERSTEWITZ, THOMAS**

74 Agente/Representante:

URÍZAR VILLATE, Ignacio

ES 2 992 189 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Obra de construcción de túnel

5 La invención se refiere a una obra de construcción de túnel con un revestimiento interior que se extiende en una dirección longitudinal con una solera abierta y un sistema de drenaje de agua de montaña que discurre longitudinalmente, en donde el revestimiento interior comprende secciones de revestimiento interior dispuestas sucesivamente en la dirección longitudinal y que se apoyan unas contra otras, en donde las secciones de revestimiento interior comprenden en cada caso un segmento de solera a ambos lados con respecto a la dirección longitudinal y,
10 descansando encima, un segmento de bóveda en una o varias piezas que define un espacio interior de túnel de forma arqueada, en una pieza de hormigón en obra y en varias piezas de piezas prefabricadas de hormigón, en donde el sistema de drenaje de agua de montaña está dispuesto en un lado del segmento de solera orientado en sentido opuesto al espacio interior de túnel y, por tanto, en el lado de la montaña, en donde partiendo del espacio interior de túnel hacia el sistema de drenaje de agua de montaña están previstas aberturas de inspección, distanciadas entre sí
15 en la dirección longitudinal por varias secciones de revestimiento interior.

Partiendo de la montaña, es decir, de la galería excavada o de la abertura de túnel excavada, la obra de construcción de túnel comprende normalmente una capa de hormigón proyectado, asociada a la obra de construcción o temporalmente a la montaña durante el tiempo de construcción, que forma un revestimiento exterior. A continuación sigue un sistema de sellado de unos 5 cm de grosor radialmente hacia el interior. El sistema de sellado puede comprender, por ejemplo, una banda con hoyuelos, una banda de material no tejido permeable al agua, dado el caso una capa de plástico impermeable al agua, pero también, en particular, materiales permeables al agua, en particular materiales a granel, que solo se introducen posteriormente en un intersticio anular que queda. El sistema de sellado sirve, por un lado, como barrera contra el agua de montaña radialmente hacia el interior y, por otro lado, como evacuación para el agua de montaña que penetra desde el exterior a través de la capa de hormigón proyectado hacia abajo, hacia el sistema de drenaje de agua de montaña. Forma entonces la transición con el revestimiento interior de hormigón en obra o de piezas prefabricadas de hormigón. En cualquier caso, el agua procedente de la montaña debe desviarse hacia abajo fuera del revestimiento interior y, a continuación, drenarse a través del sistema de drenaje de agua de montaña, de modo que no pueda pasar a través de las secciones de revestimiento interior, que preferentemente están selladas entre sí, ni a través de la solera, que está abierta en la parte inferior, hacia el espacio interior de túnel.
20
25
30

Estas aberturas de inspección hacia el sistema de drenaje de agua de montaña están dispuestas a una distancia de, por ejemplo, unos 100 m entre sí en la dirección longitudinal, es decir, es posible un acceso al sistema de drenaje de agua de montaña situado fuera cada 100 m para fines y medidas de inspección y limpieza. Actualmente está previsto en este sentido que el perfil de túnel se ensanche hacia la montaña en la región de la abertura de inspección respectiva para formar una cámara de inspección, a menudo denominada también pozo o hueco de escorrentía o inspección. Este ensanchamiento de la abertura longitudinal propiamente dicha que delimita la obra de construcción de túnel en la montaña requiere a su vez su acondicionamiento, en particular mediante una capa de hormigón proyectado y mediante la fijación de un revestimiento interior, lo que requiere los elementos de encofrado necesarios para ello *in situ* en la abertura de túnel.
35
40

El diseño y la construcción de respectivas cámaras de inspección reforzadas es ya complejo y requiere mucho tiempo y material en la nueva construcción de una obra de construcción de túnel. Dado que un número cada vez mayor de túneles existentes necesitan ahora renovación y ampliación (algunos tienen más de 100 años), estas medidas son aún más complejas, ya que la renovación de la obra de construcción de túnel suele ir acompañada de un ensanchamiento de la abertura, debiendo llevarse a cabo las medidas durante la explotación en curso fuera de una zona de circulación radialmente interior para los trenes. Esto significa que el espacio de construcción radialmente disponible fuera del espacio de circulación es extremadamente limitado de todos modos y requiere el uso de máquinas especiales de tipo pórtico, que se sitúan a modo de pórtico en el intersticio entre el espacio de circulación y la obra de construcción de túnel o la montaña.
45
50

El documento DE 2 019 775 A propone una obra de construcción de túnel con un único revestimiento de hormigón y sistema de drenaje de agua de montaña exterior, en donde se excavan perforaciones en la montaña en diferentes ángulos desde puntos sucesivos en la dirección longitudinal con el fin de drenar la montaña y reducir así la presión del agua sobre el único almacén de hormigón. En la región de estos puntos, desde los que parten las perforaciones, se rebaja el revestimiento de hormigón para dejar libres o formar allí pozos de drenaje de agua. Estos rebajes en el revestimiento de hormigón para evacuar el agua de drenaje también permiten comprobar e inspeccionar las perforaciones. Por lo tanto, estos rebajes están abiertos hacia la montaña y solo pueden cubrirse hacia el espacio interior del túnel. No se menciona la accesibilidad al sistema de drenaje de agua de montaña. El documento KR101027380B también divulga una obra de construcción de túnel.
55
60

La presente invención se basa en el objetivo de poder llevar a cabo la nueva construcción o la rehabilitación de obras de construcción de túnel del tipo mencionado anteriormente de una manera menos lenta y más económica que hasta la fecha.
65

Este objetivo se consigue mediante una obra de construcción de túnel con las características de la reivindicación 1.

Por lo tanto, se propone según la invención que una cámara de inspección no se extienda hacia fuera hacia la montaña transversalmente a la dirección longitudinal. De este modo, no es necesario realizar cambios adicionales en la sección transversal al excavar la abertura de túnel para formar la cámara de inspección. No hay excavación adicional y, por tanto, no hay medidas de seguridad adicionales ni gastos adicionales para el encofrado y refuerzo de la galería de túnel. Solo es necesario formar un rebaje correspondiente a la cámara de inspección en el segmento de solera o en el segmento de bóveda y, adicionalmente, en una región inferior del segmento de bóveda que descansa encima. En este último caso, si el rebaje del segmento de solera confluye con otro rebaje en el segmento de bóveda que descansa encima, la cámara de inspección es mayor en su conjunto; por lo que es más accesible y más grande, lo que puede resultar ventajoso a la hora de introducir aparatos de inspección o limpieza.

Por tanto, la cámara de inspección se desplaza en cierto modo desde la región fuera de la superficie envolvente exterior de los revestimientos interiores hasta la región de la sección de revestimiento interior en cuestión mediante la formación de un rebaje correspondiente en el material de la sección de revestimiento interior. Si la cámara de inspección sobresale ligeramente, es decir, un máximo de 5 cm, más allá del revestimiento interior propiamente dicho hacia fuera, sigue alojándose, en esta zona sobresaliente, en un espacio intermedio respecto a la capa de hormigón proyectado entonces contigua hacia fuera, de modo que no es necesario modificar el diseño de los componentes exteriores al revestimiento interior y, en particular, de la capa de hormigón proyectado en la región de la cámara de inspección. En particular, la sección transversal y el diseño de la galería de túnel no se verán afectados en absoluto.

Si el respectivo segmento de solera y/o el o los segmentos de bóveda se fabrican *in situ* con hormigón en obra, solo es necesario introducir en el encofrado estándar del segmento de solera o del segmento de bóveda un cuerpo formador de rebaje correspondientemente a la abertura de inspección para mantener libre la cámara de inspección y así formarla. A través de esta cámara de inspección es posible acceder directamente al sistema de drenaje de agua de montaña desde el interior del túnel. Otra ventaja es que ya no es necesario formar una abertura de inspección para el sistema de drenaje de agua de montaña por medio de una cubierta muy pesada, que descansa en el suelo por encima del sistema de drenaje y que deba retirarse laboriosamente para el acceso, sino que la abertura de inspección o la cámara de inspección pueden cerrarse o abrirse fácilmente por medio de trampillas, puertas o correderas.

Como ya se ha mencionado, el sistema de drenaje de agua de montaña está dispuesto en un lado del segmento de solera orientado en sentido opuesto al espacio interior de túnel. Se propone además que el sistema de drenaje de agua de montaña se disponga en una región de transición del segmento de solera entre la solera y la pared de la montaña, estando conformado allí el segmento de solera libremente para formar un espacio de alojamiento que se extiende en la dirección longitudinal para el sistema de drenaje de agua de montaña y sus componentes. Esto tiene la ventaja de que el sistema de drenaje de agua de montaña puede colocarse lo más profundo posible y queda entonces protegido de forma muy eficaz contra los movimientos de la montaña y las fuerzas inductoras de deformación por el propio segmento de solera debido a la disposición en una región moldeada libremente del segmento de solera.

Se propone además que las aberturas de inspección estén dispuestas a una distancia en la dirección longitudinal de al menos 60 m, en particular de al menos 80 m, en particular de al menos 90 m y más en particular de como máximo 140 m, en particular de como máximo 120 m, en particular de como máximo 110 m.

Las extensiones longitudinales típicas de las secciones de revestimiento interior son de unos 10 a 15 metros para la construcción de hormigón en obra y de 1,5 a 2 metros en el caso del uso de piezas prefabricadas de hormigón.

Cuando las secciones de revestimiento interior se diseñan como piezas prefabricadas de hormigón, las cámaras de inspección se rebajan durante la producción de las piezas prefabricadas de hormigón, de modo que la cámara de inspección se realiza en cierto modo en su totalidad en forma de un segmento de solera y/o segmento de bóveda correspondientemente rebajado, a saber, un segmento de pared, que se introduce en la abertura de túnel.

Según la invención, se propone además que se moldee en su interior un componente de carcasa resistente a la humedad para formar la abertura de inspección respectiva y delimitar la cámara de inspección respectiva. Este componente de carcasa es preferentemente de acero, aunque también pueden considerarse otros materiales, tal como a base de plástico.

En este sentido, resulta ventajoso que el componente de carcasa presente un perfil de sellado que se extiende a lo largo de la transición con el material de la sección de revestimiento interior, que preferentemente está moldeado en su interior para evitar la entrada de agua entre el componente de carcasa y la sección de revestimiento interior.

Se propone además según la invención que el componente de carcasa esté formado con elementos de anclaje que puedan agarrarse por detrás, que se adentran en el material del segmento de bóveda y/o del segmento de solera y están moldeados en el interior de los mismos. De este modo, se puede conseguir una conexión muy estable entre el componente de carcasa y el segmento de revestimiento interior en cuestión.

Se propone además según la invención que el componente de carcasa presente una pared trasera, dos paredes

laterales distanciadas entre sí en la dirección longitudinal y una pared superior y que esté abierto hacia abajo en dirección al sistema de drenaje de agua de montaña y presente una abertura de acceso a la carcasa abierta hacia el espacio interior de túnel. Por lo tanto, el componente de carcasa está abierto hacia dentro, hacia el espacio interior de túnel, y hacia abajo, hacia el sistema de drenaje de agua de montaña, de modo que se puede acceder al sistema de drenaje de agua de montaña desde el espacio interior de túnel. En esta forma de realización, la pared trasera del componente de carcasa forma una terminación del segmento de revestimiento interior respectivo hacia fuera. Esto permite garantizar que materiales a granel o de relleno previstos en el exterior de los segmentos de revestimiento interior, es decir, entre el lado exterior de los segmentos de revestimiento interior y la montaña o galería circundante o una capa de hormigón proyectado aplicada allí, como el denominado relleno de intersticio anular, no puedan penetrar en la cámara de inspección desde el exterior y obstruir el sistema de drenaje de agua de montaña. Se propone además que el componente de carcasa y la terminación hacia el exterior creada por este preferentemente sean sustancialmente estancos a los líquidos.

Se propone además que el componente de carcasa presente una abertura de acceso a la carcasa que pueda cerrarse y abrirse, preferentemente que pueda cerrarse de forma estanca al agua, mediante una o varias correderas o trampillas o puertas o cubiertas que puedan colocarse encima y, dado el caso, materiales de sellado adicionales, y que pueda abrirse y sea accesible desde el espacio interior de túnel. De este modo, las correderas o trampillas, puertas o cubiertas fáciles de abrir y cerrar sustituyen a las medidas antes engorrosas de levantamiento de una cubierta extremadamente pesada en el hueco de escorrentía o inspección que sobresale en voladizo hacia fuera.

Como ya se ha mencionado, los segmentos de revestimiento interior pueden ser de hormigón en obra. En cambio, también resulta ventajoso que los segmentos de solera y/o el o los segmentos de bóveda estén formados por piezas prefabricadas de hormigón que se hayan fabricado fuera de la obra de construcción de túnel y, a continuación, se introducen en una abertura de túnel y se llevan a su posición de montaje prevista. La fabricación de los segmentos de solera y de bóveda en forma de piezas prefabricadas de hormigón tiene la ventaja de que las piezas se fabrican fuera de la abertura de túnel y, por lo tanto, no en condiciones angostas y utilizando tecnología de encofrado de hormigón en obra. A continuación, pueden transportarse al lugar de uso en dispositivos especialmente diseñados que se desplazan fuera del espacio de circulación de trenes y se colocan allí según lo previsto.

También resulta ventajoso que el segmento de bóveda comprenda un segmento de pared apoyado a ambos lados del segmento de solera respectivo y uno o más segmentos de bóveda contiguos en la dirección circunferencial y, en particular, un segmento de cumbrera superior.

Por lo que respecta a la manipulación dentro de la abertura de túnel, resulta ventajoso que las piezas prefabricadas de hormigón estén diseñadas con casquillos roscados y varillas roscadas que pueden enroscarse en ellos para posicionar y orientar las piezas prefabricadas de hormigón dentro de la abertura de túnel y con respecto a las secciones de revestimiento interior ya instaladas allí. Esto es especialmente ventajoso para los segmentos de solera en los que las varillas roscadas de que pueden enroscarse y desenroscarse sirven para el posicionamiento y la orientación con respecto a la base de la solera.

También puede resultar ventajoso que las piezas prefabricadas de hormigón estén diseñadas con casquillos roscados moldeados en su interior o tacos moldeados en su interior, en los que pueden enroscarse y desenroscarse elementos de anclaje con cabezas de enganche posterior, para que los elementos de anclaje con sus cabezas de enganche posterior puedan posicionarse sobresaliendo más allá de una superficie exterior, de modo que puedan agarrarse como medio auxiliar para el transporte y formen un medio para sujetar, introducir y posicionar las piezas prefabricadas de hormigón dentro de la abertura de túnel.

En un perfeccionamiento de este concepto inventivo, resulta ventajoso que las piezas prefabricadas de hormigón estén diseñadas con rebajes abiertos a la superficie alrededor de los casquillos roscados o las espigas, de modo que la cabeza de enganche posterior de los elementos de anclaje pueda alojarse en ellos enroscando los elementos de anclaje para que no sobresalga de la superficie envolvente exterior de la pieza prefabricada de hormigón.

También resulta ventajoso que las piezas prefabricadas de hormigón presenten rebajes, en particular rebajes cónicos, que se extienden desde el interior y hacia el interior de la pieza prefabricada de hormigón, y que forman puntos de partida para sujetar, introducir y posicionar las piezas prefabricadas de hormigón dentro de la abertura de túnel y/o que están diseñados para una posterior rotura hacia fuera con el fin de inyectar masa de terraplén en el lado de la montaña del revestimiento interior. En casos especiales, esta masa de terraplén puede ser hormigón poroso, por ejemplo, que se rellena en el espacio intermedio entre los segmentos de revestimiento interior y el revestimiento exterior en forma de hormigón proyectado contra la pared de la montaña.

Los segmentos de bóveda de diferentes secciones de revestimiento interior, que están diseñados en particular como piezas prefabricadas de hormigón, se apoyan unos contra otros en su posición de montaje prevista a través de caras frontales axiales, es decir, orientadas transversalmente a la dirección longitudinal. Resulta ventajoso a este respecto que los segmentos de bóveda, como piezas prefabricadas de hormigón, se apoyen entre sí en su posición de montaje prevista a través de caras frontales axiales, es decir, orientadas transversalmente a la dirección longitudinal, y se sellen preferentemente a través de uno o varios elementos de sellado, en particular en forma de tira, que se extienden

a lo largo de la cara frontal en forma de arco.

5 También resulta ventajoso que los segmentos de bóveda comprendan un elemento de sellado circunferencial, en particular en forma de tira, que se extiende de forma continua por ambas caras frontales axiales y preferentemente por ambos lados de borde que discurren en la dirección longitudinal. De este modo, los segmentos de bóveda contiguos se apoyan entre sí en cada caso a través de dos elementos de sellado (uno de cada segmento de bóveda). En este sentido resulta ventajoso que los elementos de sellado en la superficie de sellado no se sitúen uno junto a otro, sino uno encima de otro, es decir, que forman un paquete.

10 También resulta ventajoso que las secciones de revestimiento interior, en particular los segmentos de bóveda, como piezas prefabricadas de hormigón, presenten, en sus caras frontales axiales, es decir, orientadas transversalmente a la dirección longitudinal, elementos de ranura/lengüeta o espigas/rebajes o elementos de aseguramiento, en particular elementos de espiga/taco, que entran en conexión de retención por apriete, para que los segmentos de bóveda que se apoyan unos contra otros en la dirección longitudinal queden asegurados contra el desplazamiento transversal a la dirección longitudinal y, preferentemente, también en la dirección longitudinal.

15 También resulta ventajoso que los segmentos de solera de una sección de revestimiento interior encajan mutuamente con los segmentos de solera de una sección de revestimiento interior adyacente en la dirección longitudinal y transversalmente a la dirección longitudinal y se solapan parcialmente entre sí, de modo que se facilite la capacidad de posicionamiento de los segmentos de solera unos con otros.

20 También resulta ventajoso que, para fijar segmentos de bóveda de una sección de revestimiento interior que se apoyan unos contra otros en la dirección circunferencial, se usen conexiones roscadas con tacos insertados en la otra pieza o moldeados en su interior.

25 También resulta ventajoso que, fuera de las secciones de revestimiento interior, la obra de construcción de túnel comprenda una capa de hormigón proyectado que puede aplicarse sobre una superficie interior de la galería de túnel y que forma un revestimiento exterior de la obra de construcción de túnel.

30 Además, resulta ventajoso que, fuera de las secciones de revestimiento interior y, en particular, entre las secciones de revestimiento interior y una capa de hormigón proyectado, que puede estar aplicada sobre una superficie interior de la galería de túnel y que forma un revestimiento exterior de la obra de construcción de túnel, la obra de construcción de túnel comprenda una banda con hoyuelos como banda de drenaje de agua y/o una banda de material no tejido y/o materiales a granel o de relleno, en particular grava perlada, mortero de drenaje o mortero para el intersticio anular.

35 Se divulga además una obra de construcción de túnel diseñada conforme a los siguientes puntos:

40 1. Obra de construcción de túnel (2) con un revestimiento interior (24) que se extiende en una dirección longitudinal (10) con una solera (14) abierta y un sistema de drenaje de agua de montaña (40) que discurre longitudinalmente, en donde el revestimiento interior (24) comprende secciones de revestimiento interior (26) dispuestas sucesivamente en la dirección longitudinal (10) y que se apoyan unas contra otras, en donde las secciones de revestimiento interior (26) comprenden en cada caso un segmento de solera (28) a ambos lados con respecto a la dirección longitudinal y, descansando encima, un segmento de bóveda (30) en una o varias piezas que define un espacio interior de túnel (54) de forma arqueada, en donde el sistema de drenaje de agua de montaña (40) está dispuesto en un lado del segmento de solera (28) orientado en sentido opuesto al espacio interior de túnel (54) y, por tanto, en el lado de la montaña, en donde partiendo del espacio interior de túnel (54) hacia el sistema de drenaje de agua de montaña (40) están previstas aberturas de inspección (50), distanciadas entre sí en la dirección longitudinal (10) por varias secciones de revestimiento interior (26), caracterizada por que una cámara de inspección (52) que delimita la respectiva abertura de inspección (50) está dispuesta dentro de una superficie envolvente (38) exterior en forma de U, y que es uniforme en la dirección longitudinal (10), del revestimiento interior (24) de la obra de construcción de túnel (2) o, en cualquier caso, sobresale hacia fuera como máximo 5 cm más allá de la superficie envolvente (38), estando configurado un rebaje (56) en el segmento de solera (28) o un rebaje (56) en el segmento de solera (28) y adicionalmente un rebaje (58) en una región inferior del segmento de bóveda (30) para formar la cámara de inspección (52).

55 2. Obra de construcción de túnel (2) según el punto 1, caracterizada por que el sistema de drenaje de agua de montaña (40) está dispuesto en una región de transición (36) del segmento de solera (28) entre la solera (14) y la pared de la montaña, estando formado allí el segmento de solera (28) libremente para formar un espacio de alojamiento que se extiende en la dirección longitudinal (10) para el sistema de drenaje de agua de montaña (40) y sus componentes.

60 3. Obra de construcción de túnel (2) según el punto 1 o 2, caracterizada por que las aberturas de inspección (50) están dispuestas a una distancia en la dirección longitudinal (10) de al menos 60 m, en particular de al menos 80 m, en particular de al menos 90 m y más en particular de como máximo 140 m, en particular de como máximo 65 120 m, en particular de como máximo 110 m.

4. Obra de construcción de túnel (2) según el punto 1, 2 o 3, caracterizada por que un componente de carcasa (66) resistente a la humedad está introducido y preferentemente moldeado en el interior del segmento de solera (28) y/o del segmento de bóveda (30) para formar la respectiva abertura de inspección (50) y delimitar la respectiva cámara de inspección (52).

5. Obra de construcción de túnel (2) según uno o varios de los puntos anteriores, caracterizada por que el componente de carcasa (66) está diseñado con elementos de anclaje (80) que pueden engancharse por detrás y que penetran en el material del segmento de solera (28) y/o del segmento de bóveda (30) y, en particular, están moldeados en el interior de los mismos.

6. Obra de construcción de túnel (2) según el punto 5, caracterizada por que el componente de carcasa (66) presenta una pared trasera (68), dos paredes laterales (70, 72) distanciadas entre sí en la dirección longitudinal (10) y una pared superior (74) y está abierto hacia abajo en dirección al sistema de drenaje de agua de montaña (40) y presenta una abertura de acceso a la carcasa (76) que está abierta hacia el espacio interior de túnel (54).

7. Obra de construcción de túnel (2) según el punto 5 o 6, caracterizada por que el componente de carcasa (66) presenta una abertura de acceso a la carcasa (76) que puede cerrarse y abrirse, la cual puede cerrarse y abrirse preferentemente de forma estanca al agua mediante una o varias correderas o trampillas (78) o puertas o cubiertas y, dado el caso, materiales de sellado adicionales, y que es accesible desde el espacio interior de túnel (54).

8. Obra de construcción de túnel (2) según uno o varios de los puntos anteriores, caracterizada por que, fuera de las secciones de revestimiento interior (26), comprende una capa de hormigón proyectado (8) que puede aplicarse sobre una superficie interior de la galería de túnel (6) y que forma un revestimiento exterior de la obra de construcción de túnel.

9. Obra de construcción de túnel (2) según uno o varios de los puntos anteriores, caracterizada por que, fuera de las secciones de revestimiento interior (26) y, en particular, entre las secciones de revestimiento interior (26) y una capa de hormigón proyectado (8), que puede estar aplicada sobre una superficie interior de la galería de túnel (6) y que forma un revestimiento exterior de la obra de construcción de túnel, comprende una banda con hoyuelos como banda de drenaje de agua y/o una banda de material no tejido y/o materiales a granel o de relleno, en particular grava perlada, mortero de drenaje o mortero para el intersticio anular.

Otras características, particularidades y ventajas de la invención se desprenden de las reivindicaciones adjuntas y de la representación en los dibujos y la siguiente descripción de una forma de realización preferida de la obra de construcción de túnel según la invención.

En el dibujo, muestran:

la Figura 1 una vista en sección transversal de una forma de realización de una obra de construcción de túnel según la invención con un sistema de drenaje de agua de montaña situado por fuera;

la Figura 2 una vista en sección de la obra de construcción de túnel según la invención correspondiente a la Figura 1 en la región de las aberturas de inspección a ambos lados para el sistema de drenaje de agua de montaña;

la Figura 3 una vista en perspectiva de una sección de revestimiento interior de la obra de construcción de túnel según la invención que delimita la abertura de inspección;

la Figura 4 un desarrollo interno de varias secciones de revestimiento interior dispuestas unas junto a otras en la dirección longitudinal de la obra de construcción de túnel, en donde una de las secciones de revestimiento interior contiene una abertura de inspección a cada lado;

la Figura 5 un fragmento de la Figura 3 en representación ampliada;

la Figura 6 una vista frontal de la parte según la Figura 5 y

las Figuras 7 y 8 dos vistas en perspectiva de un componente de carcasa que puede moldearse en el interior de una sección de revestimiento interior para delimitar la abertura de inspección.

Las figuras 1 y 2 muestran una obra de construcción de túnel 2 según la invención en una montaña 4 u otra masa de terreno. Para ello, se forma una galería de túnel 6 en la montaña 4 o en la otra masa de terreno, en particular mediante excavación en el curso de la nueva construcción o en el curso de la rehabilitación y el desmantelamiento de una obra de construcción de túnel existente combinada con una ampliación y nueva construcción de la galería de túnel para la nueva obra de construcción de túnel.

Normalmente, se aplica una capa 8 de hormigón proyectado sobre la superficie interior de la galería de túnel 6, que

refuerza internamente toda la superficie de formación de bóveda de la galería de túnel 6. Se extiende por así decir de forma cerrada en una dirección longitudinal 10 ortogonal al plano de dibujo de la figura 1 y a lo largo de una dirección circunferencial 12 o dirección de bóveda hasta una respectiva solera 14 de la galería de túnel 6 o hasta una capa de base ya aplicada sobre ella. Esta capa 8 de hormigón proyectado está, por tanto, íntimamente unida a la montaña 6 o a la otra masa de tierra y forma, por así decir, un revestimiento exterior 16 de la obra de construcción de túnel 2 que pertenece más bien a la montaña. A esta capa 8 de hormigón proyectado le sigue normalmente por dentro un espacio intermedio 18, por ejemplo de 5 cm en el sentido del espesor, para alojar una banda 20 conductora del agua, en particular una banda con hoyuelos, y una banda de material no tejido contigua a la misma en el lado de la montaña. Más capas o material a granel o de relleno 22 pueden introducirse como relleno del intersticio anular en una etapa posterior, por ejemplo grava perlada o un mortero de drenaje, o mortero para el intersticio anular u otros. A continuación, sigue hacia el interior un revestimiento interior 24 formado por una pluralidad de secciones de revestimiento interior 26 contiguas entre sí en la dirección longitudinal 10. Cada sección de revestimiento interior 26 comprende un segmento de solera 28 a cada lado y, descansando encima, segmentos de bóveda 30 que se extienden en la dirección circunferencial 12 y contiguos entre sí, que en el caso de ejemplo y preferentemente ilustrado están formados por piezas prefabricadas de hormigón, es decir, no están fabricados *in situ* de hormigón en obra, aunque esto también sería concebible en principio. Los tres segmentos de bóveda 30 representados son dos segmentos de pared 32 inferiores, apoyados directamente sobre el segmento de solera 28 respectivo, y un segmento de cumbrera 34 dispuesto en el vértice superior de la obra de construcción de túnel.

A ambos lados fuera del segmento de solera 28, en una región de transición 36 entre la solera 14 y la capa 8 de hormigón proyectado o pared de la galería, se indica un sistema de drenaje de agua de montaña 40. El sistema de drenaje de agua de montaña 40 comprende un tubo de drenaje 42 que se extiende en la dirección longitudinal 10 y que, en el caso de ejemplo y preferido, descansa sobre una capa de base 44, en particular de mortero de asiento, por ejemplo hormigón magro, y queda alojado y rodeado en un lecho filtrante de grava 46. Entre el espacio de alojamiento para los componentes sobresalientes del sistema de drenaje de agua de montaña 40 y el segmento de solera 28 está prevista también una capa 48 de mortero de rejuntado, que se extiende desde la solera 14 hasta el borde superior del segmento de solera 28 y forma una fijación adicional del segmento de solera 28 para evitar que se incline hacia fuera.

El agua que se filtra radialmente hacia el interior desde la montaña 4 a través de la capa 8 de hormigón proyectado pasa por gravedad a través del espacio intermedio 18 entre la capa 8 de hormigón proyectado y el revestimiento interior 24 hacia abajo en dirección al sistema de drenaje de agua de montaña 40 y se evacua desde allí en la dirección longitudinal 10 de la obra de construcción de túnel.

La solera 14 abierta de la obra de construcción de túnel 2, indicada en la figura 1, puede diseñarse de una manera conocida *per se* con una estructura básica, por ejemplo consistente en una capa de hormigón de relleno y balasto de vía colocado encima para alojar una vía férrea. También se puede tener allí un drenaje interno adicional en relación con los segmentos de solera 28 para el drenaje longitudinal de la solera, al que se podría acceder a través del lecho de balasto en caso necesario.

Sin embargo, como el sistema de sistema de drenaje de agua de montaña 40 discurre por fuera del revestimiento interior 24 o del segmento de solera 28, inicialmente no hay acceso directo al sistema de drenaje de agua de montaña. Por lo tanto, a intervalos regulares en la dirección longitudinal 10 de, por ejemplo, 100 metros, está prevista una abertura de inspección 50 hacia el sistema de drenaje de agua de montaña 40. Esta abertura de inspección 50 está formada y delimitada por una cámara de inspección 52 tridimensional, a la que se puede acceder desde el espacio interior de túnel 54, es decir, desde el interior del revestimiento interior 24, por ejemplo, para introducir un aparato desplazable de inspección o limpieza en el tubo de drenaje 42 del sistema de drenaje de agua de montaña 40 y sacarlo fuera de la cámara de inspección 52 respectiva. Según la invención, la abertura de inspección 50 o la cámara de inspección 52 hacia el sistema de drenaje de agua de montaña 40 se desplaza al espacio de construcción del revestimiento interior 26 o se forma en una sección de revestimiento interior 26 respectiva, formando un rebaje 56 en el segmento de solera 28 y un rebaje 58 adicional contiguo en el segmento de pared 32 contiguo en el caso representado a modo de ejemplo. Esta cámara de inspección 52 en forma de los rebajes 56, 58 está formada en cada caso en una única sección de revestimiento interior 26, que se muestra en una representación en perspectiva en la figura 3. Es particularmente esencial que la respectiva cámara de inspección 52 esté dispuesta según la invención dentro de una superficie envolvente 38 exterior en forma de U del revestimiento interior 24 de la obra de construcción de túnel 2, es decir, que no se extienda hacia fuera transversalmente a la dirección longitudinal 10 sobre el revestimiento interior 24 y, por tanto, no requiera ningún otro rebaje o hueco en la galería de túnel 6.

La figura 3 también muestra el segmento de solera 28 respectivo, el segmento de pared 32 respectivo situado encima y el segmento de cumbrera 34 que conecta los dos segmentos de pared 32 en la dirección circunferencial 12. En esta representación puede verse también que los segmentos de solera 28 presentan una región 60 sobresaliente en un lado en la dirección longitudinal 10 y una región 62 rebajada en el lado opuesto que es complementaria a la misma, en donde las regiones no se extienden a lo largo de toda la altura de base h de los segmentos de solera 28, sino solo a lo largo de aproximadamente la mitad de esta altura de base h. De este modo, puede producirse una disposición solapada de segmentos de solera 28 contiguos entre sí en la dirección longitudinal 10. De este modo, los segmentos de solera 28 se mantienen en arrastre de forma unos respecto a otros en altura y también en extensión transversal, pudiendo así posicionarse mejor entre sí.

La figura 4 muestra un desarrollo interno de cuatro secciones de revestimiento interior 26 contiguas en la dirección longitudinal 10, cada una de las cuales comprende dos segmentos de solera 28, dos segmentos de pared 32 y un segmento de cumbrera 34 en el centro del vértice. Con ayuda de este desarrollo interno también se observa que los segmentos de bóveda, es decir, los segmentos de pared 32 y el segmento de cumbrera 34, se apoyan uno contra otra a través superficies de flanco 64 ligeramente inclinadas con respecto a la dirección longitudinal 10. Debido a esta ligera inclinación con respecto a la dirección longitudinal 10, un segmento de cumbrera 34 respectivo de la figura 4 puede insertarse desde la derecha en la dirección longitudinal 10 entre los dos perfiles de pared 32 ya colocados. Debido a la ligera inclinación de las superficies de flanco 64, puede evitarse que el componente se tuerza con respecto a los componentes adyacentes, realizándose así una especie de autocentrado, que facilita el posicionamiento de los componentes, lo que se lleva a cabo utilizando aparatos especiales. Como ya se ha mencionado, estas medidas a veces se llevan a cabo en el intersticio entre un espacio central de circulación de trenes y la capa 8 de hormigón proyectado.

En la segunda sección de revestimiento interior 26 desde la izquierda, se puede observar la formación de la abertura de inspección 52, concretamente en forma del rebaje 58 en el segmento de pared 32.

Las figuras 5 y 6, así como 7 y 8, también muestran cómo se diseñan y fabrican la abertura de inspección 50 y la cámara de inspección 52. Las figuras 7 y 8 muestran un componente de carcasa 66 resistente a la humedad, preferentemente de acero, en estado cerrado (figura 7) y abierto para el acceso (figura 8). El componente de carcasa 66 comprende una pared trasera 68, dos paredes laterales 70, 72 distanciadas en la dirección longitudinal 10 y una pared superior 74. Los bordes frontales de las paredes laterales 70, 72 y la pared superior 74 forman una abertura que puede liberarse y cerrarse mediante dos trampillas o puertas 78 pivotantes, que están articuladas de manera pivotante a las paredes laterales 70, 72. Estos componentes de carcasa 66 descritos hasta ahora se moldean en el interior del segmento de pared 32 para formar el rebaje 58 que forma la cámara de inspección 52. Para poder anclar de forma estable el componente de carcasa 66 en el material del segmento de pared 32, desde la pared trasera 68 y desde las paredes laterales 70, 72 se extienden elementos de anclaje 80 con una cabeza 82 que puede engancharse por detrás, que se moldean en el interior del componente de carcasa 66 al moldear este dentro o alrededor durante la fabricación del segmento de pared 32 y proporcionan así un anclaje no separable para el componente de carcasa 66. Además, en la región de transición entre las paredes laterales 70, 72 y la pared superior 74 hacia la pared trasera 68, puede verse un perfil de sellado 84, por ejemplo, un perfil de sellado elastomérico, que también está moldeado en su interior. Por ejemplo, este tiene forma laminar o de fuelle, de modo que puede conseguirse un sellado laberíntico.

Las figuras 7 y 8 muestran, separada por una línea divisoria 86, otra pared trasera 88 del componente de carcasa 66, por ejemplo en forma de placa plana, que, sin embargo, no está moldeada en el interior del segmento de pared 32, sino en el segmento de solera 28 situado debajo y que presenta correspondientes elementos de anclaje 80.

Las figuras 5 y 6 muestran una representación ampliada de la figura 3 y otra vista frontal de un segmento de solera 28 y una parte de un segmento de pared 32 apoyado encima con el componente de carcasa 66 moldeado en su interior. Mediante la inserción o el moldeado del componente de carcasa 66 en el interior de tal manera que en el segmento de pared 32 en cuestión el espacio interior delimitado por el componente de carcasa 66 no se rellena con hormigón, sino que forma el rebaje 58 abierta hacia abajo en el segmento de pared 32, que confluye con el rebaje 56 situado debajo en el segmento de solera 28, se delimita la cámara de inspección 52. A este respecto, el rebaje 56 desemboca libremente hacia abajo y proporciona así acceso al sistema de drenaje de agua de montaña 40 dispuesto en la región de transición 36 entre la solera 14 y la pared de la montaña.

Sin embargo, en las figuras 5 y 6 puede verse que los segmentos de solera 28 disponen de varillas roscadas 90 enroscables, que pueden enroscarse en mayor o menor medida en casquillos roscados moldeados en el interior, no representados en detalle. De este modo, los segmentos de solera 28 pueden posicionarse u orientarse con respecto a la solera 14 o la base de la solera de la galería de túnel 6 y con respecto a segmentos de solera 28 contiguos a ambos lados de secciones de revestimiento interior 26 contiguas. Para la fijación definitiva, el segmento de solera 28 se reviste con un mortero de rejuntado, que posteriormente puede rellenarse a través de aberturas de rellenado 92 en el segmento de solera 28, que se extienden verticalmente a modo de ejemplo, para que pueda formarse una cimentación estable para el segmento de solera 28 en la orientación prevista correspondiente.

La figura 6 también muestra cómo el segmento de pared 32 se apoya en el segmento de solera 28. El segmento de pared 32 dispone de dos superficies de contacto 94 saledizas para la transmisión de la presión y el apoyo hacia abajo, entre las que está formada una ranura 96. En este punto, el segmento de solera 28 dispone de un saliente 98 complementario en forma de lengüeta, que encaja en la ranura 96. Sin embargo, también serían concebibles otros diseños de las superficies de contacto transmisoras de fuerza entre los segmentos. En cada una de las dos superficies de contacto transmisoras de fuerza se muestra algo más hacia el exterior otra ranura 99 que discurre en la dirección longitudinal 10, en la que puede introducirse un elemento de sellado, no representado, en particular de material elastomérico, para impedir la penetración de agua entre el segmento de pared 32 y el segmento de solera 28.

También cabe señalar que un segmento de bóveda 30 respectivo, es decir, los segmentos de pared 32 y el segmento de cumbrera 34, pueden presentar en cada caso elementos de sellado elastoméricos, no representados,

completamente circunferenciales en sus caras frontales 100 que discurren ortogonalmente a la dirección longitudinal 10 y en sus superficies de apoyo 102 que se extienden esencialmente en la dirección longitudinal, de modo que los segmentos contiguos entre sí a tope siempre están sellados uno contra otro a través de dos de tales elementos de sellado. En cualquier caso, resulta ventajoso que todos los segmentos del revestimiento interior 24 estén sellados entre sí de forma que no pueda penetrar agua desde el exterior radialmente hacia el interior.

Además, con ayuda de las figuras 1 a 3 puede observarse mejor que los segmentos de bóveda 30 que se sitúan uno contra otro en la dirección circunferencial 12 están fijados uno contra otro en su posición de montaje prevista a través de uniones roscadas 104. También puede observarse que en los segmentos de bóveda 30 están previstos rebajes 108, preferentemente en forma de rebajes cónicos, que se extienden desde el interior y hacia el interior de la pieza prefabricada de hormigón. Estos forman puntos de partida para sujetar, introducir y posicionar las piezas prefabricadas de hormigón dentro de la abertura de túnel 54. Además, en el caso representado a modo de ejemplo, estos están diseñados para una posterior rotura radialmente hacia fuera con el fin de inyectar masa de terraplén en el lado de la montaña del revestimiento interior 26.

Además, en las figuras se indica que todas las piezas prefabricadas de hormigón están formadas por casquillos roscados moldeados en su interior o tacos 110 moldeados en su interior, en los que pueden enroscarse y desenroscarse elementos de anclaje, no representados, con cabezas de enganche por detrás, para que estos elementos de anclaje puedan posicionarse con sus cabezas de enganche por detrás sobresaliendo más allá de una superficie exterior de las piezas prefabricadas de hormigón o de los segmentos de revestimiento interior, de modo que puedan agarrarse como medio auxiliar para el transporte del segmento o pieza prefabricada de hormigón en cuestión. Después se pueden volver a enroscar. Para ello, alrededor de los tacos y los anclajes enroscables hay formados unos rebajes 112 abiertos a la superficie para poder alojar en su interior las cabezas de los elementos de anclaje, para que no sobresalgan hacia fuera cuando ya no se necesiten.

También puede verse en las figuras 1 a 3 que en las caras frontales axiales de los segmentos de bóveda 30 hay espigas/rebajes 114, en particular elementos de espiga/taco, espigas que encajan en un rebaje complementario del otro componente respectivo. Esto también puede favorecer el posicionamiento y la disposición no desplazable de los componentes entre sí.

REIVINDICACIONES

1. Obra de construcción de túnel (2) con un revestimiento interior (24) que se extiende en una dirección longitudinal (10) con una solera (14) abierta y un sistema de drenaje de agua de montaña (40) que discurre longitudinalmente, en donde el revestimiento interior (24) comprende secciones de revestimiento interior (26) dispuestas sucesivamente en la dirección longitudinal (10) y que se apoyan unas contra otras, en donde las secciones de revestimiento interior (26) comprenden en cada caso un segmento de solera (28) a ambos lados con respecto a la dirección longitudinal y, descansando encima, un segmento de bóveda (30) en una o varias piezas que define un espacio interior de túnel (54) de forma arqueada, en donde el sistema de drenaje de agua de montaña (40) está dispuesto en un lado del segmento de solera (28) orientado en sentido opuesto al espacio interior de túnel (54) y, por tanto, en el lado de la montaña, en donde partiendo del espacio interior de túnel (54) hacia el sistema de drenaje de agua de montaña (40) están previstas aberturas de inspección (50), distanciadas entre sí en la dirección longitudinal (10) por varias secciones de revestimiento interior (26), **caracterizada por que** una cámara de inspección (52) que delimita la respectiva abertura de inspección (50) está dispuesta dentro de una superficie envolvente (38) exterior en forma de U, y que es uniforme en la dirección longitudinal (10), del revestimiento interior (24) de la obra de construcción de túnel (2) o, en cualquier caso, sobresale hacia fuera como máximo 5 cm más allá de la superficie envolvente (38), estando configurado un rebaje (56, 58) en el segmento de solera (28) y en una región inferior del segmento de bóveda (30) para formar la cámara de inspección (52), y por que un componente de carcasa (66) resistente a la humedad está moldeado en el interior del segmento de solera (28) y/o del segmento de bóveda (30) para formar la respectiva abertura de inspección (50) y delimitar la respectiva cámara de inspección (52), y por que el componente de carcasa (66) presenta una pared trasera (68, 88), que forma una terminación de la respectiva sección de revestimiento interior hacia fuera, dos paredes laterales (70, 72) distanciadas entre sí en la dirección longitudinal (10) y una pared superior (74) y está abierto hacia abajo en dirección al sistema de drenaje de agua de montaña (40) y presenta una abertura de acceso a la carcasa (76) que está abierta o puede abrirse y cerrarse hacia el espacio interior de túnel (54), la cual puede cerrarse y abrirse mediante una o varias correderas o trampillas (78) o puertas o cubiertas y es accesible desde el espacio interior de túnel (54), y por que el componente de carcasa (66) está diseñado con elementos de anclaje (80) que pueden engancharse por detrás, que penetran en el material del segmento de solera y/o del segmento de bóveda (30) y están moldeados en el interior de los mismos.
2. Obra de construcción de túnel (2) según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el sistema de drenaje de agua de montaña (40) está dispuesto en una región de transición (36) del segmento de solera (28) entre la solera (14) y la pared de la montaña, estando conformado allí el segmento de solera (28) libremente para formar un espacio de alojamiento que se extiende en la dirección longitudinal (10) para el sistema de drenaje de agua de montaña (40) y sus componentes.
3. Obra de construcción de túnel (2) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** las aberturas de inspección (50) están dispuestas a una distancia en la dirección longitudinal (10) de al menos 60 m, en particular de al menos 80 m, en particular de al menos 90 m y más en particular de como máximo 140 m, en particular de como máximo 120 m, en particular de como máximo 110 m.
4. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** los segmentos de solera (28) y/o el o los segmentos de bóveda (30) están formados por piezas prefabricadas de hormigón que se produjeron fuera de la obra de construcción de túnel (2) y luego se incorporaron en una abertura de túnel y se llevaron a su posición de montaje prevista.
5. Obra de construcción de túnel (2) según la reivindicación 4 **caracterizada por que** las piezas prefabricadas de hormigón están diseñadas con casquillos roscados y varillas roscadas (90) que pueden enroscarse en ellos para posicionar y orientar las piezas prefabricadas de hormigón dentro de la abertura de túnel y con respecto a las secciones de revestimiento interior (26) ya instaladas allí.
6. Obra de construcción de túnel (2) según la reivindicación 4 o 5 **caracterizada por que** las piezas prefabricadas de hormigón están diseñadas con casquillos roscados (110) moldeados en su interior o tacos moldeados en su interior, en los que pueden enroscarse y desenroscarse elementos de anclaje con cabezas de enganche posterior, para que los elementos de anclaje con sus cabezas de enganche posterior puedan posicionarse sobresaliendo más allá de una superficie exterior, de modo que puedan agarrarse como medio auxiliar para el transporte y formen un medio para sujetar, introducir y posicionar las piezas prefabricadas de hormigón dentro de la abertura de túnel.
7. Obra de construcción de túnel (2) según la reivindicación 6, **caracterizada por que** las piezas prefabricadas de hormigón están diseñadas con rebajes (112) abiertos a la superficie alrededor de los casquillos roscados (110) o tacos, de modo que la cabeza de enganche posterior de los elementos de anclaje pueda alojarse en ellos para que no sobresalga más allá de la superficie envolvente exterior de la pieza prefabricada de hormigón.
8. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones anteriores 4-7, **caracterizada por que** las piezas prefabricadas de hormigón presentan rebajes (108), en particular rebajes (108) cónicos, que parten desde el interior y se extienden hacia el interior de la pieza prefabricada de hormigón y que forman puntos de partida para

sujetar, introducir y posicionar las piezas prefabricadas de hormigón dentro de la abertura de túnel y/o están diseñados para una posterior rotura hacia fuera con el fin de inyectar masa de terraplén en el lado de la montaña del revestimiento interior.

- 5 9. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones anteriores 4-8, **caracterizada por que** los segmentos de bóveda (30) como piezas prefabricadas de hormigón en su posición de montaje prevista se apoyan unos contra otros a través de caras frontales (100) axiales, es decir, orientadas transversalmente a la dirección longitudinal, y preferentemente están sellados a través de uno o varios elementos de sellado, en particular en forma de tira, que se extienden a lo largo de la cara frontal en forma de arco.
- 10 10. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones precedentes 4-9, **caracterizada por que** los segmentos de bóveda (30) comprenden un elemento de sellado totalmente circunferencial, en particular en forma de tira, que se extiende de forma continua por ambas caras frontales (100) axiales y preferentemente por ambas caras de borde que discurren en la dirección longitudinal.
- 15 11. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones anteriores 4-10, **caracterizada por que** las secciones de revestimiento interior (26), en particular los segmentos de bóveda (30), como piezas prefabricadas de hormigón presentan, en sus caras frontales (100) axiales, es decir orientadas transversalmente a la dirección longitudinal (10), elementos de ranura/lengüeta o espigas/rebajes (114) o elementos de aseguramiento, en particular elementos de espiga/taco, que entran en conexión de retención por apriete, para que los segmentos de bóveda (30) que se apoyan unos contra otros en la dirección longitudinal (10) queden asegurados contra el desplazamiento transversalmente a la dirección longitudinal (10) y, preferentemente, también en la dirección longitudinal (10).
- 20 12. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los segmentos de solera (28) de una sección de revestimiento interior (26) encajan mutuamente con los segmentos de solera (28) de una sección de revestimiento interior (26) adyacente en la dirección longitudinal (10) y transversalmente a la dirección longitudinal (10) y se solapan parcialmente entre sí, de modo que se facilita la capacidad de posicionamiento de los segmentos de solera (28) unos con otros.
- 25 30 13. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que**, para fijar segmentos de bóveda (30) de una sección de revestimiento interior (26) que se apoyan unos contra otros en la dirección circunferencial (12), se usan conexiones roscadas (104), en particular con tacos insertados en la otra pieza o moldeados en su interior.
- 35 14. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que**, fuera de las secciones de revestimiento interior (26), comprende una capa de hormigón proyectado (8) que puede aplicarse sobre una superficie interior de la galería de túnel (6) y que forma un revestimiento exterior de la obra de construcción de túnel.
- 40 45 15. Obra de construcción de túnel (2) según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que**, fuera de las secciones de revestimiento interior (26) y, en particular, entre las secciones de revestimiento interior (26) y una capa de hormigón proyectado (8), que puede estar aplicada sobre una superficie interior de la galería de túnel (6) y que forma un revestimiento exterior de la obra de construcción de túnel, comprende una banda con hoyuelos como banda de evacuación de agua y/o una banda de material no tejido y/o materiales a granel o de relleno, en particular grava perlada, mortero de drenaje o mortero para el intersticio anular.

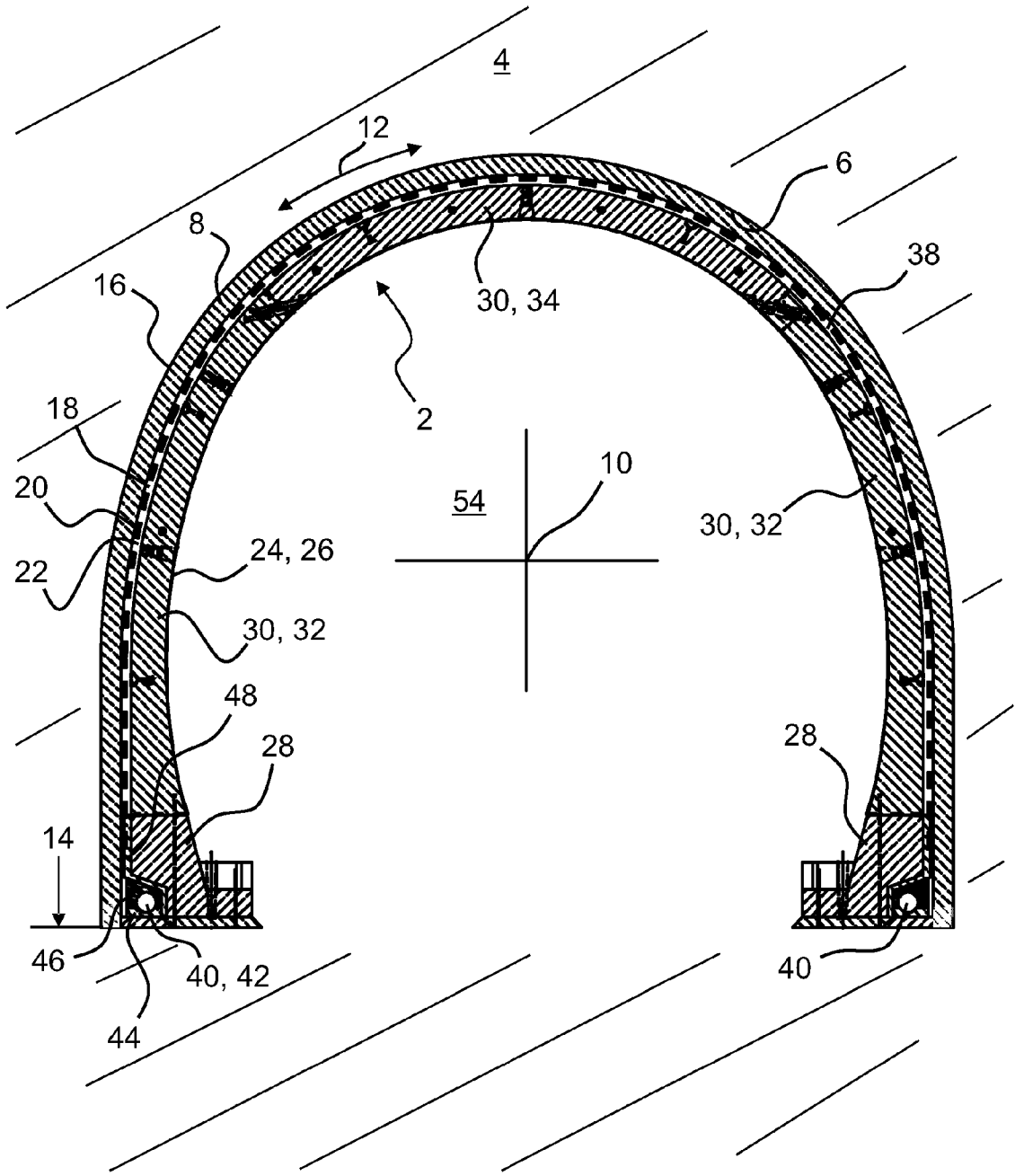


Fig. 1

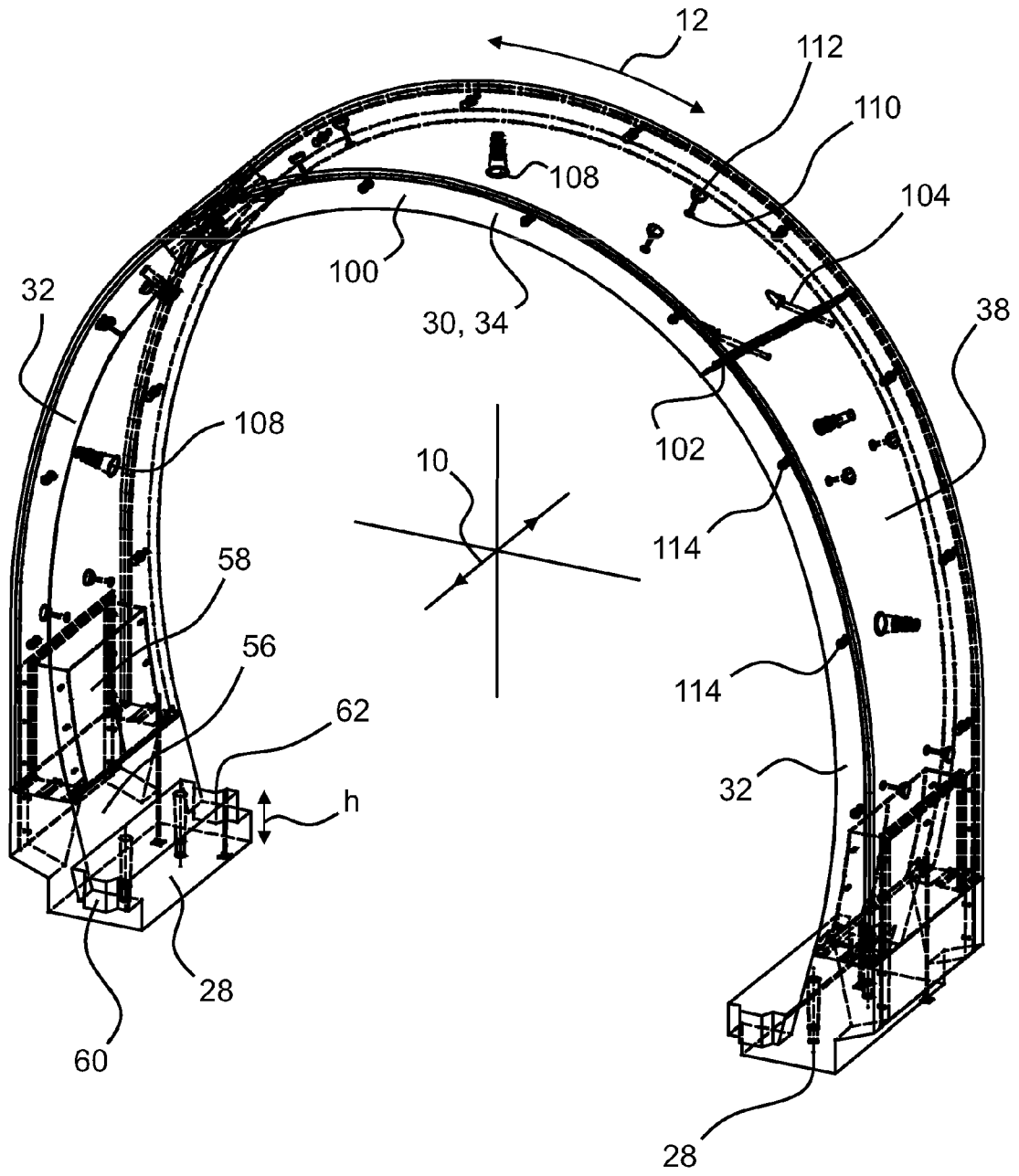


Fig. 3

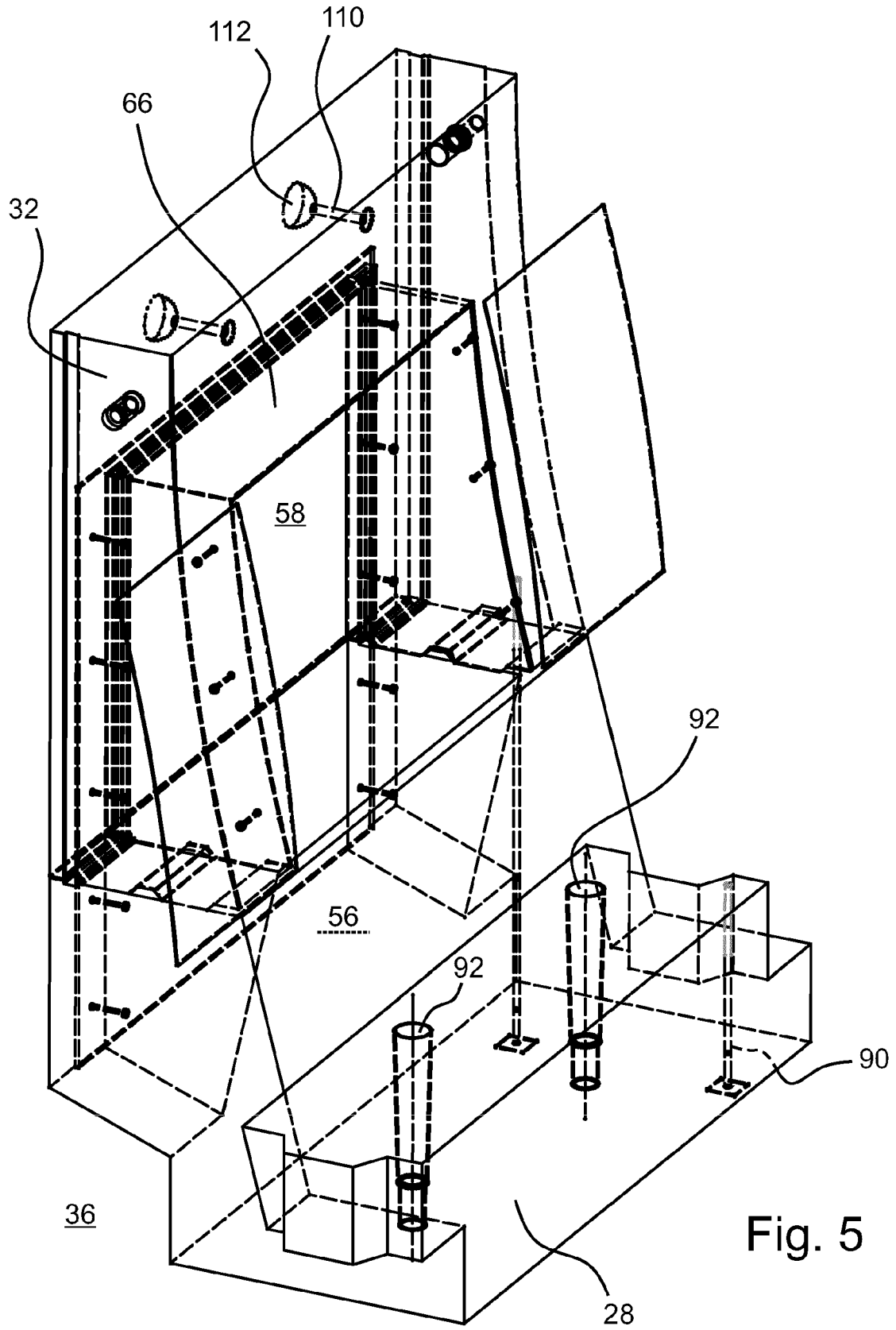


Fig. 5

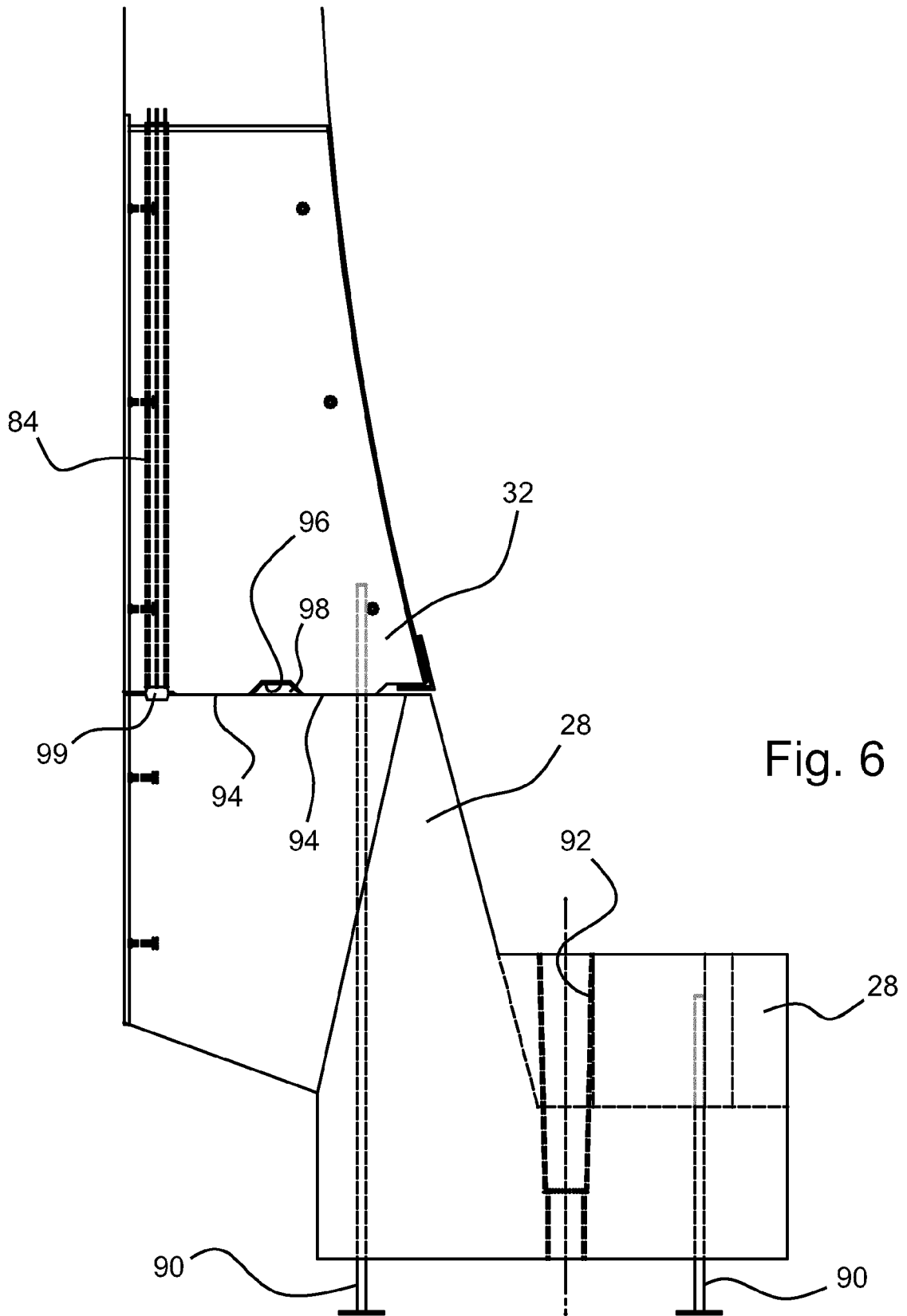


Fig. 6

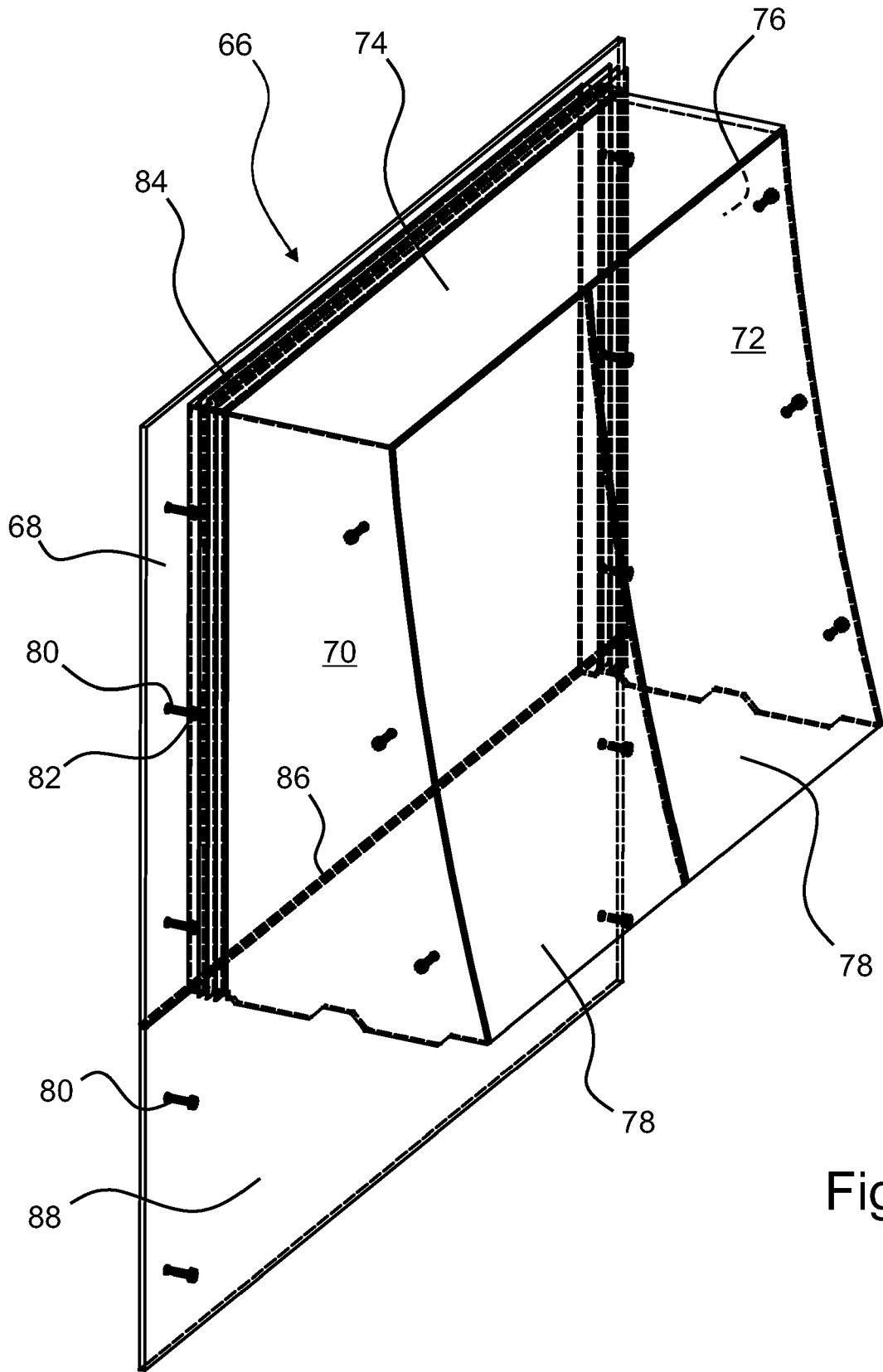


Fig. 7

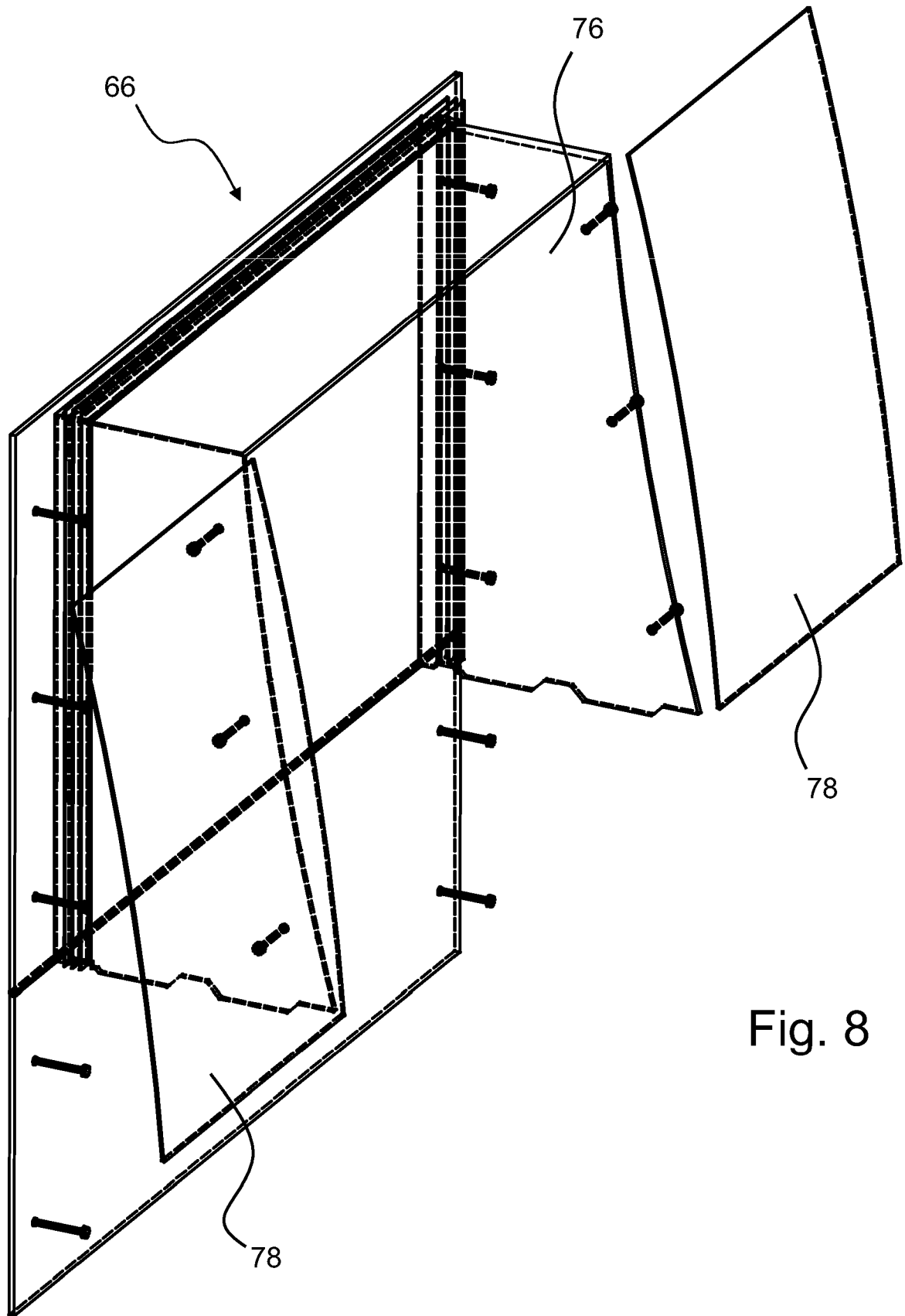


Fig. 8