

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 012**

51 Int. Cl.:

G21C 13/10 (2006.01)

G21C 13/028 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2015** **E 15165437 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018** **EP 2940692**

54 Título: **Estructura modular de refuerzo de la estanquidad al aire de recinto de confinamiento, módulos constitutivos de esta estructura, su procedimiento de colocación y de desmontaje**

30 Prioridad:

30.04.2014 FR 1453978

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

29.05.2018

73 Titular/es:

**EIFFAGIE GENIE CIVIL (100.0%)
3-7 Place de l'Europe
78140 Velizy Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

**DOLO, JEAN-MARIE y
DESFOUR, SÉBASTIEN**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 670 012 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

Estructura modular de refuerzo de la estanquidad al aire de recinto de confinamiento, módulos constitutivos de esta estructura, su procedimiento de colocación y de desmontaje

5

Sector de la técnica

La presente invención trata sobre una estructura modular de refuerzo de la estanquidad al aire de recinto de confinamiento, en concreto, para el encamisado externo de los recintos internos de las centrales nucleares, sobre los módulos constitutivos y sobre su procedimiento de colocación y de desmontaje.

10

Estado de la técnica

En el marco de la prolongación de la vida útil de las centrales nucleares de 40 años a 60 años, es necesario reforzar la estanquidad al aire de los recintos de confinamiento con doble pared de los reactores nucleares de las generaciones P4, P4' y N4.

15

En el marco legal actual, la estanquidad al aire de estos recintos se verifica periódicamente haciéndoles experimentar una prueba de hinchamiento representativa de los casos accidentales de dimensionado. El resultado de las pruebas más recientemente realizadas deja poner de manifiesto que un cierto número de estos recintos se acerca al límite autorizado.

20

Teniendo en cuenta el envejecimiento del hormigón y las pérdidas de pretensión por fluencia, los límites autorizados por la ley tienen una fuerte probabilidad de ser rebasados en algunos años. Por lo tanto, es importante prevenir unos rebasamientos de este tipo e incrementar los márgenes de seguridad reforzando la estanquidad al aire de estos recintos.

25

El recinto contribuye al confinamiento de las materias radioactivas presentes en el circuito primario.

30

Es la última barrera de confinamiento de un conjunto de tres barreras que están constituidas por:

- La manga del combustible
- El circuito primario
- El recinto de confinamiento.

35

La tercera barrera de confinamiento está compuesta por tres elementos independientes:

- el recinto interno que mantiene el confinamiento de las materias radioactivas en el volumen del edificio reactor;
- el espacio intermedio que desempeña un papel de confinamiento dinámico (volumen en depresión respecto al exterior, control de la radioactividad y tratamiento del aire antes de expulsión) en caso de pérdida de estanquidad del recinto interno;
- el recinto externo del edificio participa en el confinamiento por la creación de este espacio intermedio y asegura la resistencia a las agresiones exteriores potenciales.

40

Para prevenir unos defectos de estanquidad al aire del recinto interno, se considera, por lo tanto, reforzar la pared externa del recinto interno. El refuerzo de esta pared debe poder ser realizado de forma total, pero igualmente parcial si solo están fragilizadas unas zonas del recinto. Sería igualmente ventajoso que este refuerzo pudiera ser reversible para poder ser sustituido él mismo en algunos años o decenas de años por unos sistemas diferentes o de más rendimiento sin que el recinto interno se dañe.

50

Objeto de la invención

Los presentes inventores han encontrado que era posible mejorar la permeabilidad al aire de un soporte, en concreto, de un recinto de confinamiento de central nuclear, colocando sobre el soporte cuya estanquidad al aire debe ser mejorada, una estructura modular de refuerzo que comprende una red continua de módulos constituidos cada uno por un marco metálico que inserta una placa de hormigón con fibras de ultra alto rendimiento BFUHP, estando dicho marco metálico fijado de manera estanca sobre el soporte.

55

Siendo la estructura según la invención modular, es fácilmente adaptable para un recubrimiento parcial del soporte que debe ser recubierto. De este modo, será posible colocar los módulos sobre toda la superficie del soporte o bien únicamente sobre las superficies de soporte donde han aparecido o son susceptibles de aparecer unos fallos de estanquidad.

60

En la estructura según la invención, el marco metálico de un módulo es de forma general poliédrica, preferentemente rectangular o hexagonal. Se pueden considerar todas las dimensiones. Por ejemplo, el marco metálico puede ser un

65

rectángulo de 1 m*3 m.

Cuando los marcos metálicos son hexagonales, están dispuestos ventajosamente en una red en forma de nido de abeja.

5 Cuando los marcos metálicos son rectangulares, están dispuestos ventajosamente al tresbolillo.

En la estructura según la invención, el marco metálico puede presentar diferentes perfiles adaptados de forma que se solidarice dicho marco metálico con un marco metálico adyacente.

10 Según un modo de realización, el perfil del marco metálico es un perfil omega.

El perfil omega se describirá de manera más precisa más abajo en relación con el módulo.

15 Según otro modo de realización particular, el perfil del marco metálico es un perfil en gancho de ángulo recto hacia abajo que se describirá igualmente de manera más precisa más abajo en relación con el módulo.

El marco metálico puede estar realizado de acero con las características mecánicas habituales o bien de acero inoxidable.

20 La invención trata igualmente sobre los módulos de refuerzo de la estanquidad al aire de un soporte. Cada módulo comprende un marco metálico que inserta de forma estanca una placa de hormigón con fibras de ultra alto rendimiento BFUHP.

25 El módulo según la invención presenta una forma general poliédrica, preferentemente rectangular o hexagonal.

En la estructura, o el módulo, según la invención, una placa de hormigón con fibras de ultra alto rendimiento está encerrada de forma estanca en el marco metálico.

30 La placa de hormigón BFUHP presenta un espesor adaptado según la estanquidad al aire requerida. De forma general, este espesor es de 10 a 15 cm aproximadamente.

Este hormigón con fibras tiene unas características mecánicas e intrínsecas cercanas al que sería necesario en el marco de los revestimientos de recinto (en cuanto a compacidad, a contracción y a consistencia mecánica).

35 Las características respecto a la permeabilidad al aire de este revestimiento deben ser equivalentes al soporte no deteriorado (en su conjunto) que está destinado a reforzar.

40 De este modo, se considera que la placa de hormigón con fibras es estanca (con una permeabilidad, al aire, equivalente a la pared del recinto interno en buen estado).

45 El BFUHP es un material de matriz cementosa, reforzado por unas fibras. Su formulación recurre a unos adyuvantes (por ejemplo, superplastificantes, reductores de agua), unas composiciones granulares específicas (por ejemplo, 4 a 5 escalas de granos), una fuerte dosificación de cemento de las fibras y un contenido de agua muy escaso (relación agua/cemento <0,25, incluso <0,20).

El BFUHP presenta las siguientes características:

- Módulo de tracción en 28 días: de 6 a 10 MPa
- 50 - Módulo de flexión: de 18 a 35 MPa
- Contracción en 28 días: inferior a 350 $\mu\text{m}/\text{m}$ a un 50 % de HR
- Permeabilidad al aire: al menos de $2 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2$ (según la norma XP P 18-463) en 90 días.

55 El refuerzo constituido por el hormigón con fibras tiene una capacidad de transferencia al aire de como máximo 15 Nlitros/m²/h (normolitros: volumen de gas equivalente llevado a la presión atmosférica).

Estos rendimientos se obtienen sin tratamiento térmico.

60 Según un modo de realización, en la estructura o el módulo de la invención, el perfil del marco metálico es un perfil omega. Los perfiles omega están fijados por sus partes planas al recinto con la ayuda de clavijas, preferentemente con enclavamiento de forma. Debajo del omega (es decir, entre el marco metálico y el soporte) están colocadas unas juntas (una junta plana debajo de las partes planas y una junta tórica en la cámara de deformación). Este complejo de juntas permite garantizar la estanquidad al aire del módulo y de la estructura. La cámara de deformación del perfil omega está dotada de una parte superior elástica, desmontable o fija. Está realizada, por

65 ejemplo, por una forma en acordeón.

Las deformaciones residuales de la placa de hormigón con fibras, así como las del soporte (recinto hormigón) se recuperan por deformaciones del perfil Omega.

5 El perfil Omega está coronado a ambos lados de la cámara de deformación por 2 protuberancias, por ejemplo, en forma de T. Estas permiten solidarizar y anclar (de maneras estanca), la placa de hormigón con fibras con el marco metálico constituido por perfil omega.

10 Según otro modo de realización particular, en la estructura o el módulo de la invención, el perfil del marco metálico es un perfil en gancho de ángulo recto hacia abajo.

15 Los perfiles en gancho de ángulo recto hacia abajo comprenden, en concreto, una parte plana y un extremo en forma de gancho (s) de ángulo recto hacia abajo. Estos perfiles están fijados por sus partes planas al recinto con la ayuda de clavijas, preferentemente con enclavamiento de forma. Debajo del perfil en gancho de ángulo recto están colocadas unas juntas (una junta plana debajo de las partes planas y una junta en forma de U debajo de los ganchos de ángulo recto). Más particularmente, las partes libres del perfil en gancho de ángulo recto de 2 marcos adyacentes se insertan en la parte central de la junta en U. Este complejo de juntas permite garantizar la estanquidad al aire del módulo y de la estructura.

20 En el caso del perfil omega o del perfil en gancho de ángulo recto, la junta plana situada debajo de las partes planas de los perfiles puede ser una junta multicapa.

25 De este modo, según un modo de realización, la junta plana es una junta multicapa compuesta por una alternancia de capas rígidas y de capas flexibles. Una capa se denomina rígida si su Dureza Shore A es superior a 70. Si su Dureza Shore A es inferior a 70, entonces, la capa se denomina flexible.

30 En concreto, cada capa puede estar constituida por caucho eventualmente celular de rigidez diferente. Por ejemplo, las capas rígidas pueden ser de caucho celular de tipo etileno-propileno-dieno y las capas flexibles pueden ser de caucho celular de tipo EPK (que es igualmente de tipo etileno-propileno-dieno, pero es no sulfurado).

35 De este modo, se ha demostrado que la superposición de las capas siguientes depositadas sobre un soporte permitía obtener unos resultados óptimos en cuanto a estanquidad al aire del módulo y de la estructura: capa de 0,5 a 1,5 mm, preferentemente 1 mm constituida por una junta EPDM/ capa de 8 a 12 mm, preferentemente 10 mm de una espuma EPK/ capa de 3 a 8 mm, preferentemente 5 mm constituida por una junta EPDM/ capa de 3 a 8 mm, preferentemente 5 mm de una espuma EPK/capa de 0,5 a 1,5 mm, preferentemente 1 mm constituida por una junta EPDM.

40 La junta plana puede estar directamente adosada al marco metálico o bien fijada a este último mediante una capa adhesiva, como, por ejemplo, una capa que comprende propileno silicona y una emulsión acrílica.

45 Cuando la junta plana es una junta multicapa, puede estar presente una capa adhesiva entre las diferentes capas constitutivas.

Según otro modo de realización, se aplica una capa de apresto entre el soporte y la junta plana, con el fin de taponar los poros del soporte. Esta capa de apresto puede ser parafina.

50 En el caso de un perfil en gancho de ángulo recto, una junta en forma de U está dispuesta debajo de los ganchos de ángulo recto, insertándose cada uno de los ganchos de dos marcos adyacentes en la parte central de la junta en U.

Esta junta en forma de U puede presentar igualmente varias capas de materiales diferentes que tienen unos espesores diferentes.

55 Según un modo de realización, la junta en U es una junta multicapa. Esta junta en U multicapa está constituida por una sucesión de capas de caucho celular rígido y de caucho celular flexible, estando la capa de caucho celular rígida de referencia en contacto con el soporte. A título de ejemplo, la junta multicapa en U puede estar constituida por una primera capa rígida destinada a entrar en contacto con el soporte de 0,5 a 1,5 mm, preferentemente de 1 mm, por ejemplo, de EPDM, sobre la que está dispuesta una capa flexible de 10 a 20 mm, preferentemente de 15 mm, por ejemplo, de EPK y sobre la que está colocada una capa rígida de 25 a 35 mm, preferentemente de 30 mm, por ejemplo, de EPDM.

60 La junta multicapa en U puede obtenerse por extrusión.

65 Según un modo de realización, la junta en forma de U presenta una altura superior a la de la junta plana situada debajo de las partes planas del marco metálico.

La invención trata igualmente sobre un procedimiento de colocación de un módulo, tal como se ha definido anteriormente, sobre un soporte. Dicho procedimiento comprende:

- 5
- la fijación sobre dicho soporte del marco metálico, en concreto, por enclavijado;
 - el vertido de la placa de BFUHP en el marco metálico.

La etapa de fijación comprende:

- 10
- la colocación entre el marco metálico y el soporte de una junta de estanquidad;
 - la colocación de clavijas de fijación que atraviesan el perfil Omega o el perfil en gancho de ángulo recto hacia abajo, la junta de estanquidad y una parte del soporte;
 - la colocación en el soporte de pernos de fijación en la parte central delimitada por el marco metálico.

15 Las clavijas de fijación son unas clavijas con enclavamiento de forma, tales como las descritas en la solicitud de patente europea EP 0 811 775.

Los pernos se colocan gracias a una resina de sellado estanco al aire, tal como la descrita en la solicitud de patente europea EP 1118628. Por ejemplo, se puede utilizar una resina epoxi de tipo RE500 de la casa HILTI®.

20 El sistema completo se ancla en los 12 primeros cm del velo de recinto. Por este hecho, no alcanza la zona de los cables de pretensión (zona que se sospecha que hace unas redes de fugas).

25 La etapa de vertido comprende la colocación de un encofrado, el llenado del encofrado por el BFUHP fresco, el secado y el desencofrado. El fraguado del hormigón con fibras, así como su resistencia óptima se obtiene a temperatura ambiente.

30 La consistencia mecánica de la placa de hormigón con fibras en el soporte (velo hormigón del recinto) se obtiene, por una parte, por las clavijas de fijación del Omega (marco metálico) y, por otra parte, por unos pernos sellados con la resina en el velo soporte.

35 La invención trata igualmente sobre el procedimiento de colocación de una estructura modular tal como se ha definido anteriormente, que comprende la fijación de los diferentes marcos metálicos de los módulos para formar una red continua y el vertido de las placas de hormigón con fibras en cada uno de los marcos metálicos. Las etapas de fijación y de vertido se realizan como se ha descrito anteriormente.

40 Siendo la estructura desmontable, la invención trata igualmente sobre un procedimiento de desmontaje de la estructura modular. Este procedimiento de desmontaje puede aplicarse a toda la estructura o solamente a algunos módulos. Consiste en destruir la placa de hormigón con fibras y en retirar las clavijas y pernos, luego en sellar los agujeros dejados por las clavijas y pernos con una resina de sellado estanca al aire. La resina de sellado puede ser la misma que la descrita anteriormente para sellar los pernos.

La estructura y/o el módulo es aplicable sobre las diferentes partes del recinto:

- 45
- sobre el cilindro;
 - en línea con las traviesas con la implementación de pieza de marco adaptado o de prolongación de tubos de reserva;
 - en línea con las escotillas (material y personal).

50 Descripción de las figuras

La invención se describirá de forma más detallada en relación con los dibujos en los que:

- 55
- la figura 1 representa un corte transversal de un módulo de refuerzo de la estanquidad al aire fijado sobre un soporte según un modo de realización;
 - la figura 2 representa un aumento del perfil omega (parte II) de la figura 1;
 - la figura 3 representa un corte transversal de los medios de fijación colocados sobre un soporte;
 - la figura 4 representa un corte transversal de un módulo de refuerzo de la estanquidad al aire fijado sobre un soporte con los esfuerzos debidos a la contracción después de vertido del hormigón;
 - la figura 5 representa un corte transversal de un módulo de refuerzo de la estanquidad al aire fijado sobre un soporte según otro modo de realización;
 - la figura 6 representa un aumento del perfil en gancho de ángulo recto (parte en punteado) de la figura 5;
 - la figura 7 representa un perfil en gancho de ángulo recto hacia abajo que comprende un conjunto de juntas multicapas;
 - la figura 8 representa esquemáticamente una estructura modular montada al tresbolillo;
 - la figura 9 representa esquemáticamente una estructura modular en nido de abeja;
- 65

- las figuras 10a-10d son unas representaciones en corte transversal de un módulo de refuerzo de la estanquidad al aire fijado sobre un soporte durante las diferentes etapas de una prueba de puesta a presión de 4,5 bar, según el ejemplo 2;
- las figuras 11a-11d son unas representaciones en corte transversal de un módulo de refuerzo de la estanquidad al aire fijado sobre un soporte durante las diferentes etapas de una prueba de puesta a presión de 6,5 bar, según el ejemplo 3.

Descripción detallada de la invención

10 La figura 1 representa un módulo 1 de refuerzo de la estanquidad al aire fijado sobre un soporte 2. El módulo comprende un marco metálico 3 que rodea una placa 4 de hormigón con fibras de ultra alto rendimiento (BFUHP). El marco metálico presenta un perfil Omega 5 cuya estructura detallada se da a continuación en relación con la figura 2. El perfil Omega 5 está fijado al soporte 2 con la ayuda de clavijas 6 con enclavamiento de forma. La placa 4 de hormigón está fijada al soporte 2 en su parte central por unos pares (se representa uno solo en la figura 1) de pernos 7 sellados por una resina 8 en el soporte.

15 El perfil Omega 5 permite solidarizar dos módulos de refuerzo de la estanquidad 1 entre sí. Comprende dos partes planas 9a destinadas a estar en apoyo sobre el soporte 2 y a soportar la zona periférica de cada una de las placas de BFUHP que permite solidarizar. Estas dos partes planas 9a se prolongan cada una por una parte oblicua 9b. Los extremos libres 9c de las partes oblicuas 9b están frente por frente y se reúnen por una zona 10 en acordeón, que, de este modo, forma la cámara de deformación del perfil Omega. Sobre cada una de las partes oblicuas 9b del perfil Omega está soldada perpendicularmente una protuberancia 11 en T. El perfil Omega está fijado al soporte por unas clavijas 6 con enclavamiento de forma que atraviesan cada una de las partes 9a del perfil destinadas a estar en apoyo sobre el soporte. La estanquidad entre el soporte y el marco metálico está asegurada, por una parte, por una junta plana 12 dispuesta debajo de las partes 9a del perfil en contacto con el soporte 2 y, por otra parte, por una junta tórica 13 dispuesta en el cámara de deformación del perfil Omega.

20 Las figuras 3 y 4 ilustran el procedimiento de colocación de un módulo 1 de refuerzo de la estanquidad al aire sobre un soporte 2. En una primera etapa, ilustrada por la figura 3, el marco metálico 3 se fija al soporte por los perfiles Omega 5 y unos pares de conectores 7 se fijan al soporte 2 en la parte central delimitada por el marco metálico 3. Una vez fijado el soporte metálico, se vierte el hormigón BFUHP en el marco metálico. La cabeza de los conectores 7 y los elementos 10 y 11 del perfil Omega se encuentran sumidos en la masa de BFUHP solidarizando, de este modo, la placa de hormigón BFUHP 4 y el marco metálico 3.

30 La figura 5 representa un módulo 11 de refuerzo de la estanquidad al aire fijado sobre un soporte 22. El módulo comprende un marco metálico 33 que rodea una placa 44 de hormigón con fibras de ultra alto rendimiento (BFUHP). El marco metálico 33 presenta un perfil con gancho de ángulo recto 55 cuya estructura detallada se da a continuación en relación con la figura 6. El perfil en gancho de ángulo recto 55 está fijado al soporte 22 con la ayuda de clavijas 66 con enclavamiento de forma. La placa 44 de hormigón está fijada al soporte 22 en su parte central por unos pares (se representa uno solo en la figura 5) de pernos 77 sellados por una resina (no representada) en el soporte 22.

35 El perfil con gancho de ángulo recto 55 permite solidarizar dos módulos de refuerzo de la estanquidad 11 entre sí. Comprende una parte plana 15 destinada a estar en apoyo sobre el soporte 22 y a soportar la zona periférica de cada una de las placas de BFUHP que permite solidarizar. Estas dos partes planas 15 se prolongan cada una por otra parte plana 16 perpendicular a la parte plana 15. Un gancho de ángulo recto hacia abajo 17 está solidario con la parte plana 16. El perfil de gancho de ángulo recto está fijado al soporte 22 por unas clavijas 66 con enclavamiento de forma que atraviesan cada una de las partes planas 15 del perfil destinadas a estar en apoyo sobre el soporte. La estanquidad entre el soporte y el marco metálico está asegurada, por una parte, por una junta plana 32 dispuesta debajo de las partes 15 del perfil en contacto con el soporte 22 y, por otra parte, por una junta 43 en forma de U, llegando el gancho del perfil de un marco y el gancho del perfil del marco adyacente cada uno a insertarse en la parte central de la U.

40 La figura 7 representa un perfil en gancho de ángulo recto que comprende un complejo de juntas que incluye una junta plana multicapas 322 situada debajo de las partes planas del marco metálico 332 y una junta en forma de U 323 debajo del gancho de ángulo recto 355 del perfil.

45 La junta plana 322 es una junta multicapa que comprende (a) una de tipo EPDM de un espesor de 1 mm dispuesta sobre el soporte 333/ (b) una capa de 10 mm de una espuma EPK/ (c) una capa de tipo EPDM de un espesor de 5 mm/ (d) una capa de 5 mm de una espuma EPK/ (e) una capa de tipo EPDM de un espesor de 1 mm.

50 La junta en forma de U 323 es igualmente una junta multicapa que comprende una primera capa dispuesta sobre el soporte 333 de 1 mm constituida por una junta EPDM, luego una segunda capa de 15 mm de una espuma EPK y, finalmente, una tercera capa de 30 mm de tipo EPDM.

65

En la figura 8 está formada una estructura al tresbolillo 100 por diferentes módulos rectangulares 101, que forman una red continua. Cada módulo comprende un marco metálico rectangular 103 en el que está insertada de manera estanca una placa de BFUHP 104. Los diferentes módulos están fijados sobre el soporte 102 por unas clavijas 106 que atraviesan las partes planas del perfil Omega o del perfil en gancho de ángulo recto del marco metálico.

5 En la figura 9, la estructura en nido de abeja 200 está formada por diferentes módulos hexagonales 201, que forman una red continua. Cada módulo comprende un marco metálico hexagonal 203 en el que está insertada de manera estanca una placa de BFUHP 204. Los diferentes módulos están fijados sobre el soporte 202 por unas clavijas 206 que atraviesan las partes planas del perfil Omega o del perfil en gancho de ángulo recto del marco metálico.

10 A continuación, se describe la invención con la ayuda de ejemplos no limitativos dados a título de ilustración solamente.

15 Ejemplos

20 Ejemplo 1: Preparación de un módulo de encamisado

Un módulo de encamisado tal como se describe en la figura 1 se coloca sobre un soporte. Debajo de las partes planas del perfil Omega del marco metálico están dispuestas unas juntas planas y en la cavidad de deformación del perfil Omega está colocada una junta tórica de elastómero EPDM (etileno-propileno dieno monómero). El marco metálico de acero, rectangular de 1 m*3 m, se fija sobre su periferia por unas clavijas HILTI® con enclavamiento de forma. En la zona central delimitada por el marco metálico 3 se fijan pares de pernos al soporte por sellado con resina estanca al aire de tipo RE500 de la casa HILTI®. Rebasando la cabeza de los pernos en 10 cm.

25 Se dispone un encofrado sobre las caras del marco metálico, dejando un espacio de 15 cm y se vierte el hormigón BFUHP en el encofrado, luego se seca durante 24 h a temperatura ambiente. Después de 2 días, puede retirarse el encofrado. El BFUHP no experimenta tratamiento térmico y presenta las siguientes características:

- 30 - Módulo de tracción en 28 días: de 6 a 10 MPa
- Módulo de flexión: de 18 a 35 MPa
- Contracción en 28 días: inferior a 350 $\mu\text{m}/\text{m}$ a un 50 % de HR
- Permeabilidad al aire: al menos de $2 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$ (según la norma XP P 18-463) en 90 días.

35 Después de secado, se observa que la contracción del BFUHP de 300 $\mu\text{m}/\text{m}$ ha conducido a un ligero desplazamiento del marco metálico hacia el interior del módulo, como se ilustra en la figura 4. Los pernos y las clavijas han experimentado una ligera rotación (de ángulo α) hacia la periferia del módulo. Las tensiones relacionadas con la contracción son totalmente absorbidas por las clavijas y los pernos, en concreto, gracias a la resina de sellado.

40 Ejemplo 2: Prueba de puesta a presión 4,5 bar

Un módulo preparado y fijado como en el ejemplo 1 se somete a una prueba reglamentaria de subida de presión a 4,5 bar.

45 La evolución del módulo en ausencia de fuga en el soporte se representa en las figuras 10a a 10c.

Se aplica una presión de 4,5 bar debajo del soporte sobre el que está colocado el módulo. Por el efecto de la presión, la placa de hormigón se deforma (figura 10a). Experimenta un alargamiento longitudinal d_1 hacia la periferia del orden de 300 $\mu\text{m}/\text{m}$ y un hinchamiento del orden de 10 $\mu\text{m}/\text{m}$. Para soportar las tensiones de deformación, el marco se desplaza hacia la periferia en una distancia d_1 y los pernos y clavijas experimentan una rotación hacia la periferia en un ángulo α_1 .

50 Durante el regreso a la presión atmosférica (figura 10b), el módulo vuelve a encontrar su estado inicial que corresponde al de la figura 4. Igualmente, puede tomar un estado intermedio, tal como se representa en la figura 10c, con un desplazamiento d' ligeramente superior a d , pero inferior a $d+d_1$ y una rotación de ángulo α' ligeramente superior al ángulo α , pero inferior a α_1 .

60 En presencia de una fuga, no se observa despegamiento ni deformación de la placa de hormigón, siendo el valor de la presión P_a escaso, incluso nulo (figura 10 d). Se observa un muy ligero alargamiento longitudinal d_1 que provoca una ligera rotación de los pernos en un ángulo α_2 muy ligeramente superior a α_1 .

Se han obtenido unos resultados similares utilizando un perfil en gancho de ángulo recto hacia abajo.

65 Ejemplo 3: Prueba de puesta a presión 6,5 bar

ES 2 670 012 T3

Se repite el ejemplo 2 implementando una presión de 6,5 bar. La evolución del módulo se presenta en las figuras 11a a 11c en ausencia de fuga y 8d en presencia de una fuga.

- 5 Se aplica una presión de 6,5 bar debajo del soporte sobre el que está colocado el módulo. Por el efecto de la presión, la placa de hormigón se deforma (figura 11a). Experimenta un alargamiento longitudinal d_2 hacia la periferia y un hinchamiento que son ligeramente superiores a los obtenidos después de puesta a presión de 4,5 bar. Para soportar las tensiones de deformación, el marco se desplaza hacia la periferia en una distancia d_2 y los pernos y clavijas experimentan una rotación hacia la periferia en un ángulo a_2 .
- 10 Durante el regreso a la presión atmosférica, el módulo vuelve a encontrar su estado inicial que corresponde al de la figura 4. Igualmente, puede tomar un estado intermedio, tal como se representa en la figura 11c, con un desplazamiento d' ligeramente superior a d , pero inferior a $d+d_2$ y una rotación de ángulo a' ligeramente superior al ángulo a , pero inferior a a_2 .
- 15 En presencia de una fuga, no se observa despegamiento ni deformación de la placa de hormigón, siendo el valor de la presión P_a escaso, incluso nulo (figura 11d). Se observa un muy ligero alargamiento longitudinal d_1 que provoca una ligera rotación de los pernos en un ángulo a'_2 muy ligeramente superior a a_1 .

Se han obtenido unos resultados similares utilizando un perfil en gancho de ángulo recto hacia abajo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura modular de refuerzo de la estanquidad al aire de un soporte (2) que comprende una red continua de marcos (3) metálicos fijados de forma estanca sobre el soporte, insertando cada uno de los marcos metálicos una placa (4) de hormigón con fibras de ultra alto rendimiento BFUHP.
2. Estructura según la reivindicación 1, **caracterizada por el hecho de que** cada marco metálico es de forma general poliédrica, preferentemente rectangular o hexagonal.
- 10 3. Estructura según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizada por el hecho de que** cada marco metálico es hexagonal y los marcos están dispuestos en una red en forma de nido de abeja.
4. Estructura según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizada por el hecho de que** cada marco metálico es rectangular y los marcos están dispuestos al tresbolillo.
- 15 5. Estructura según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por el hecho de que** cada marco metálico presenta un perfil elegido en el grupo que consiste en un perfil (5) omega y un perfil en gancho de ángulo recto hacia abajo.
- 20 6. Estructura según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** el BFUHP presenta las siguientes características:
- Módulo de tracción en 28 días: de 6 a 10 MPa
 - Módulo de flexión: de 18 a 35 MPa
 - 25 - Contracción en 28 días: inferior a 350 $\mu\text{m}/\text{m}$ a un 50 % de HR
 - Permeabilidad al aire: al menos de $2 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2$ (según la norma XP P 18-463) en 90 días.
7. Módulo (1) de refuerzo de la estanquidad al aire de un soporte que comprende un marco metálico que inserta una placa de hormigón con fibras de ultra alto rendimiento BFUHP.
- 30 8. Módulo según la reivindicación 7, **caracterizado por el hecho de que** presenta una forma general poliédrica, preferentemente rectangular o hexagonal.
9. Módulo según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por el hecho de que** el BFUHP presenta las siguientes características:
- 35
- Módulo de tracción en 28 días: de 6 a 10 MPa
 - Módulo de flexión: de 18 a 35 MPa
 - Contracción en 28 días: inferior a 350 $\mu\text{m}/\text{m}$ a un 50 % de HR

40 - Permeabilidad al aire: al menos de $2 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2$ (según la norma XP P 18-463) en 90 días.
10. Procedimiento de colocación de un módulo, tal como se define en la reivindicación 8 o 9, sobre un soporte que comprende:
- 45
- la fijación sobre dicho soporte del marco metálico;
 - el vertido de la placa de BFUHP en el marco metálico.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la fijación comprende:
- 50
- la colocación entre el marco metálico y el soporte de una junta de estanquidad;
 - la colocación de clavijas (6) de fijación que atraviesan el marco metálico, la junta de estanquidad y una parte (9a) del soporte;
 - la colocación en el soporte de pernos de fijación en la parte central delimitada por el marco metálico.
- 55 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por el hecho de que** la junta es una junta multicapa, estando cada capa constituida por caucho alveolar de rigidez diferente.
13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, en el que el vertido comprende la colocación de un encofrado, el llenado por el BFUHP fresco, el secado y el desencofrado.
- 60
14. Procedimiento de colocación de una estructura modular tal como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende la fijación de los marcos metálicos de cada módulo para formar una red continua y el vertido del BFUHP en cada uno de los marcos metálicos.
- 65 15. Procedimiento de desmontaje de la estructura modular tal como se define en una cualquiera de las

reivindicaciones 1 a 7 que comprende la destrucción de al menos una placa de BFUHP y la retirada de las clavijas (6) de fijación y de los pernos (7) y el sellado de los agujeros dejados por las clavijas con una resina (8) de sellado estanco al aire.

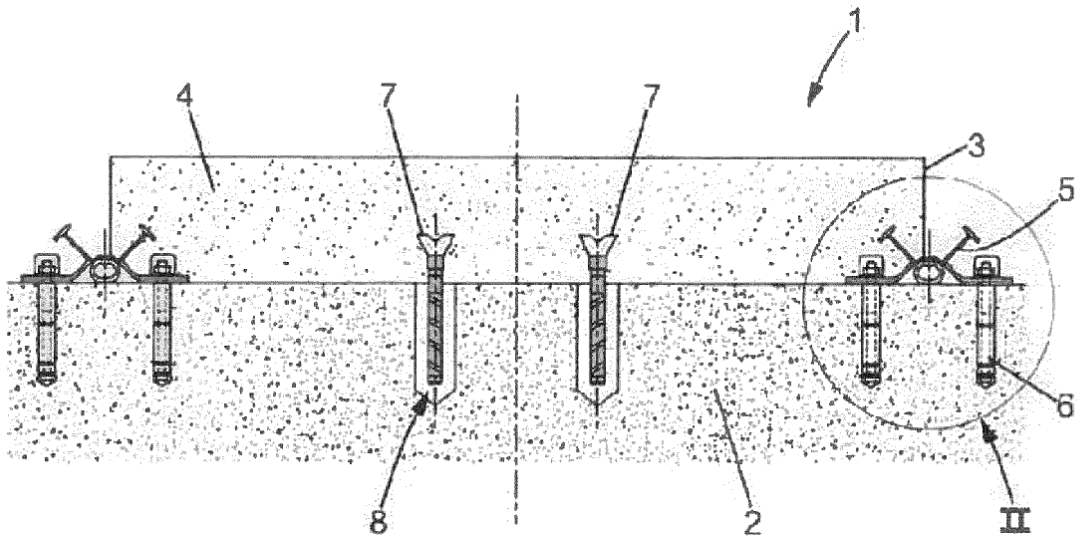


Figura 1

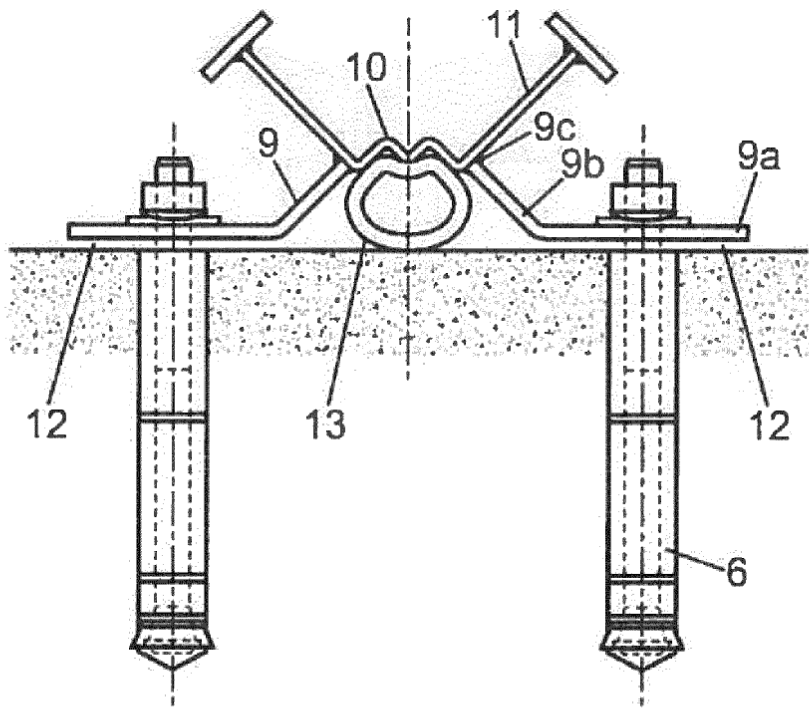


Figura 2

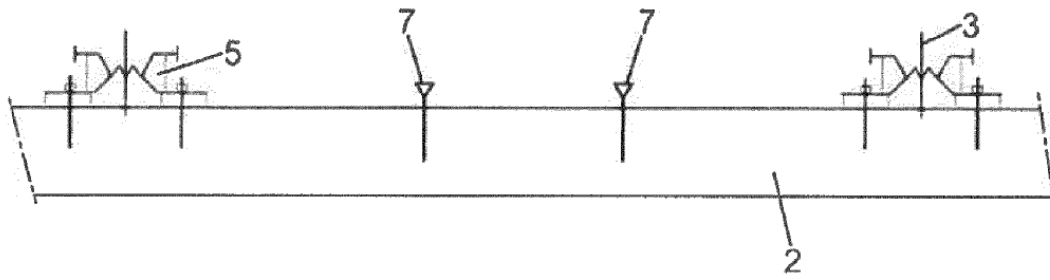


Figura 3

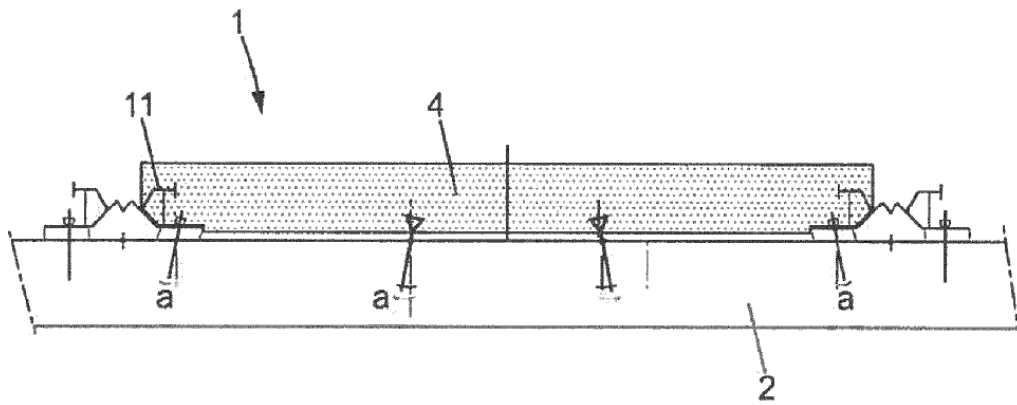


Figura 4

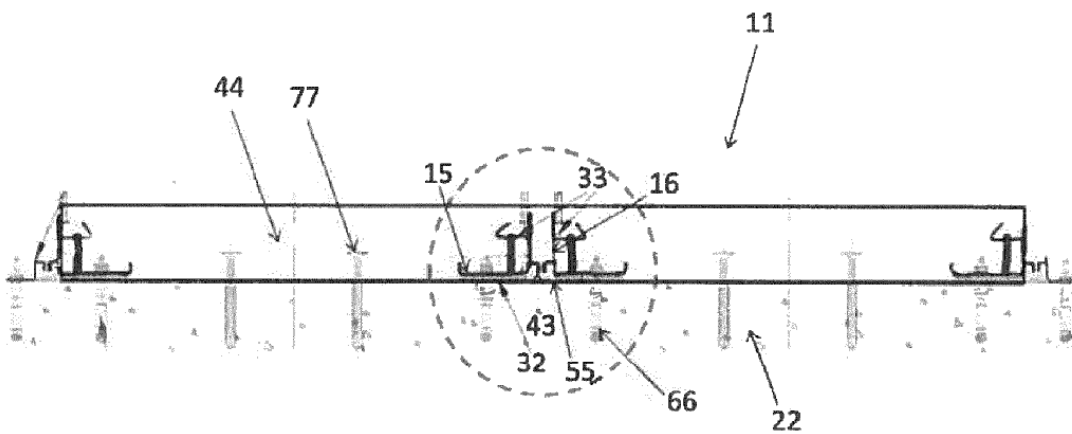


Figura 5

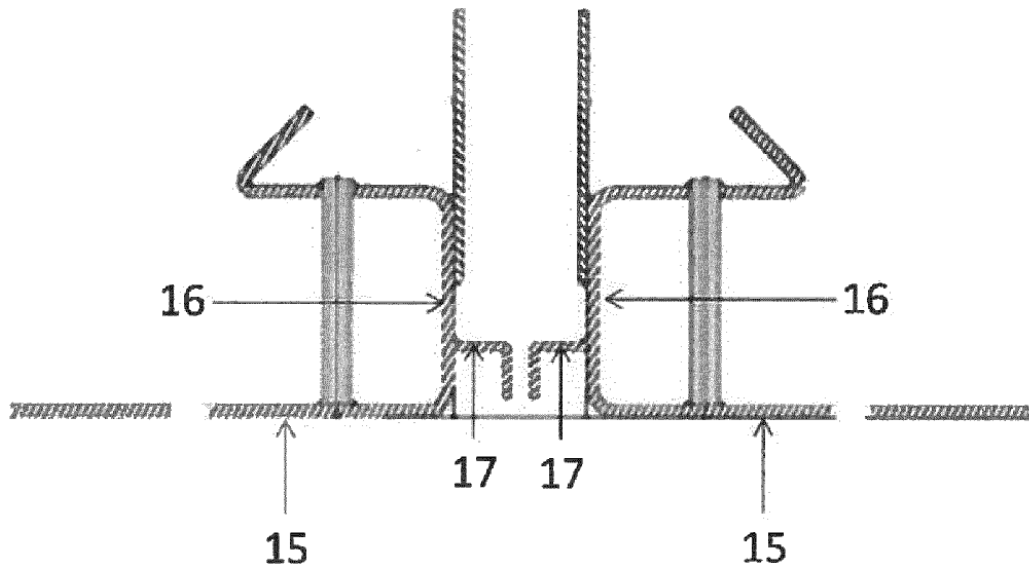


Figura 6

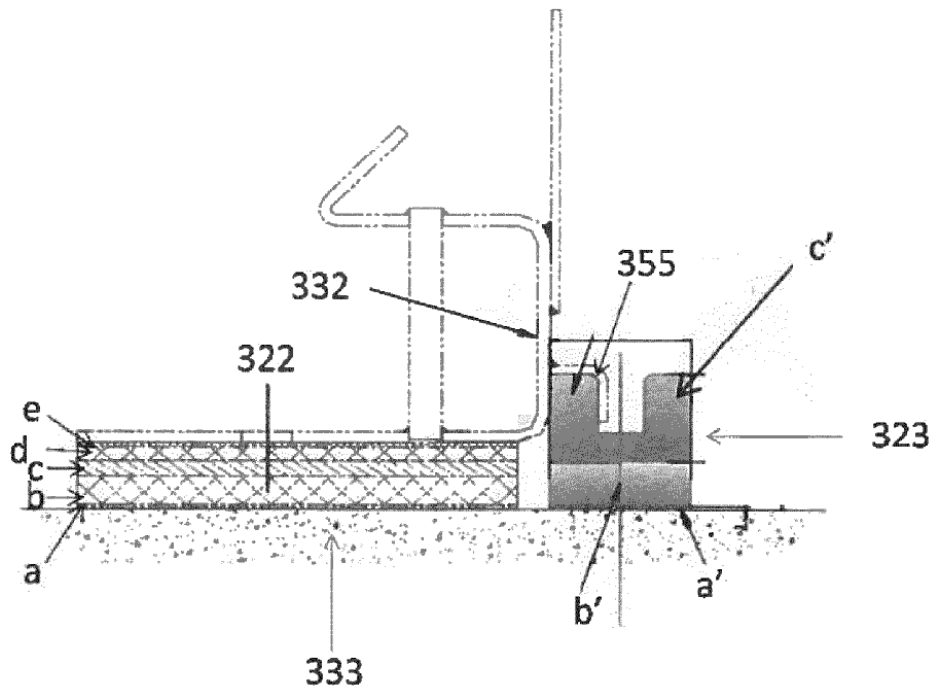


Figura 7

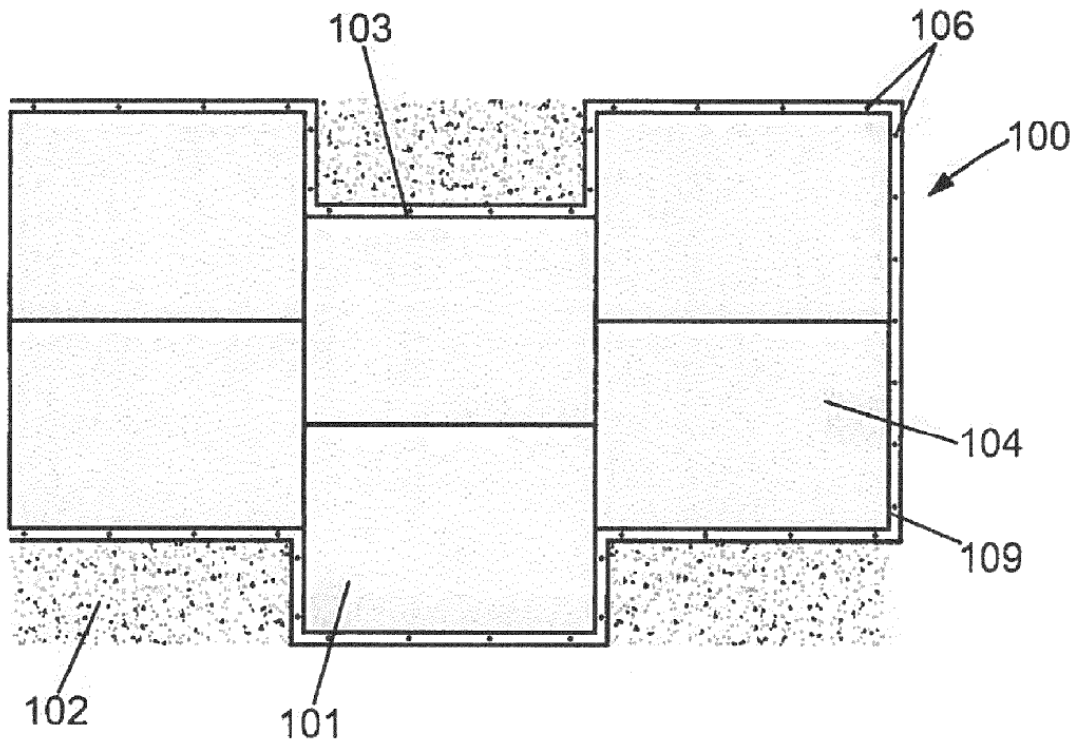


Figura 8

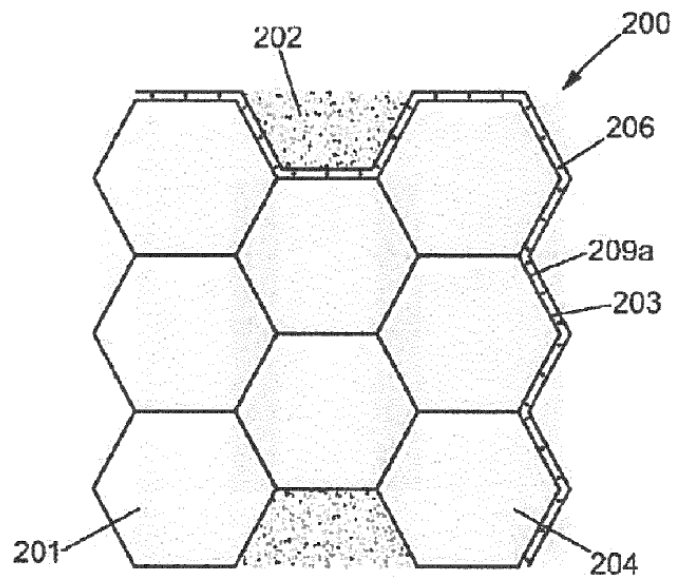


Figura 9

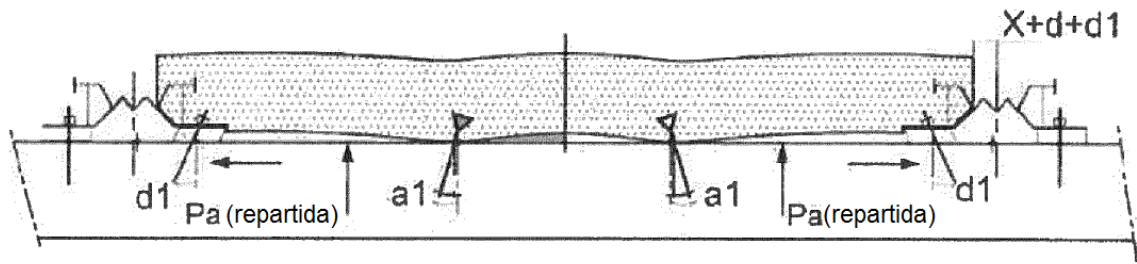


Figura 10a

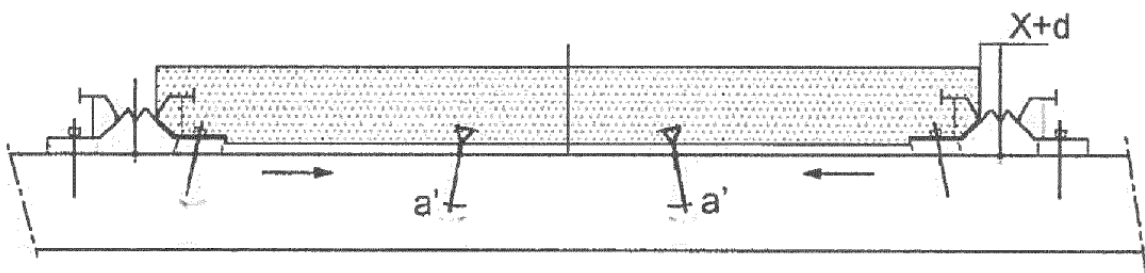


Figura 10b

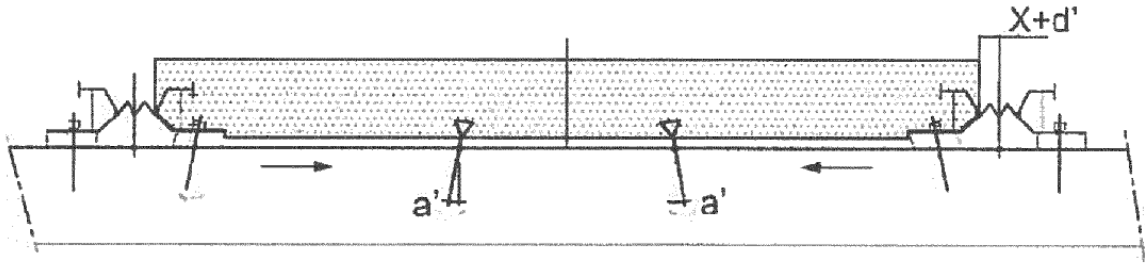


Figura 10c

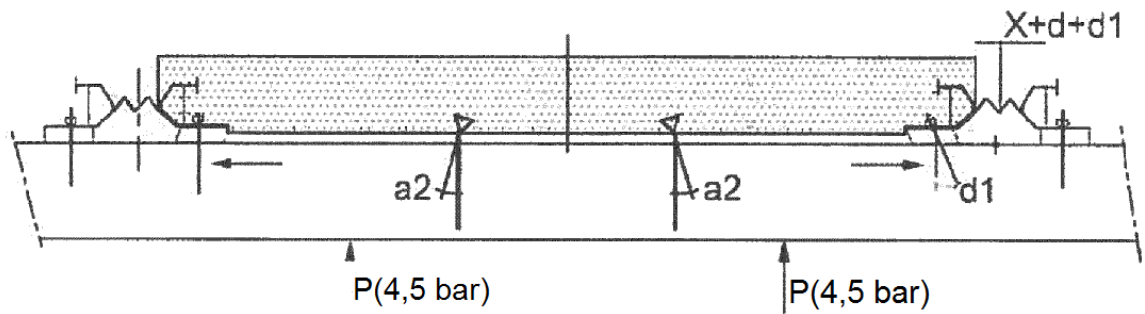


Figura 10d

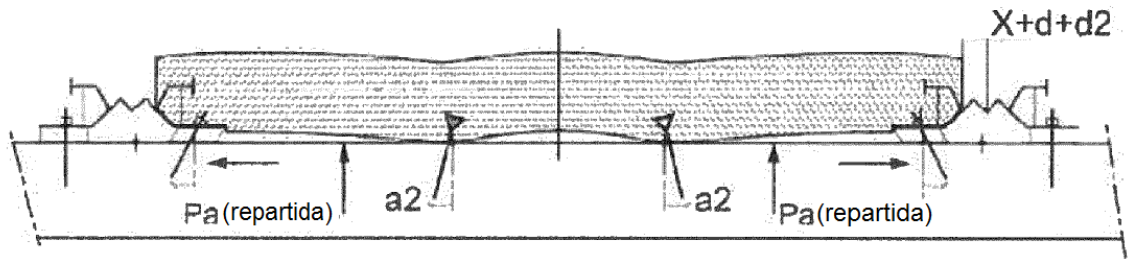


Figura 11a

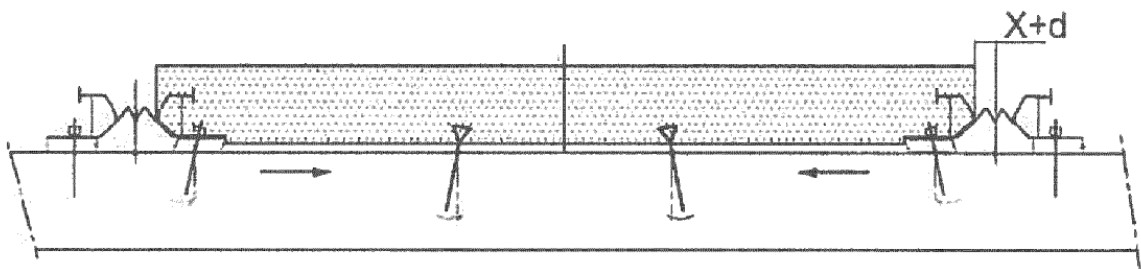


Figura 11b

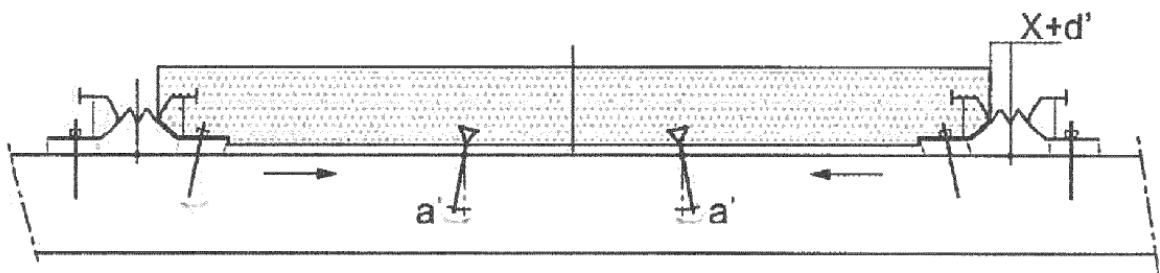


Figura 11c

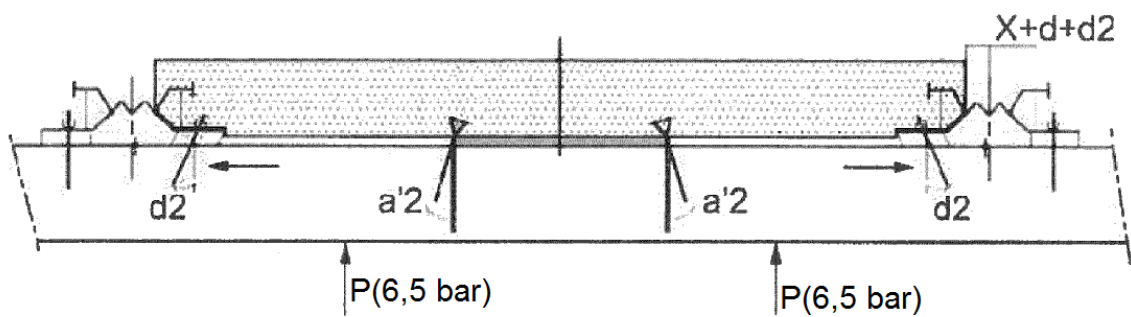


Figura 11d