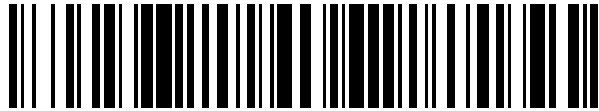


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 568**

21 Número de solicitud: 201830494

51 Int. Cl.:

E04B 1/94 (2006.01)

E04B 5/40 (2006.01)

E04C 3/293 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

23.05.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.09.2018

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
(100.0%)**

**Edificio Nexus (6G) - 3ª planta Camí de Vera, s/n
46022 Valencia ES**

72 Inventor/es:

**ROMERO GARCÍA, Manuel Luis;
HOSPITALER PÉREZ, Antonio;
ALBERO GABARDA, Vicente;
ESPINÓS CAPILLA, Ana y
SERRA MERCÉ, Enrique**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

54 Título: **VIGA PLANA CON RESISTENCIA AL FUEGO MEJORADA PARA FORJADOS DE ACERO-HORMIGÓN Y SU PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN**

57 Resumen:

Viga plana con resistencia al fuego mejorada para forjados de acero-hormigón y su procedimiento de fabricación

Viga (10) (IFP-SFB) para forjados de acero-hormigón que comprende: un perfil (20) de acero en I (de doble T), de doble U () [ó []) o de H; una chapa (40) de acero unida al ala inferior (30) del perfil y con una anchura mayor (W1) que la anchura (W2) del ala inferior (30) a la que está unida; una cavidad formada entre el ala inferior (30) y la chapa (40); y una capa aislante (50), dispuesta en el interior de la cavidad y formada material aislante no combustible, con una densidad en de 150-600 kg/m³, una conductividad inferior a 0,11 W/mK a 600 °C y un calor específico superior a 1.000 J/kg.K.

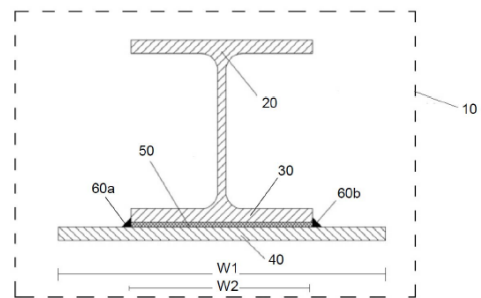


Fig. 2

DESCRIPCIÓN

VIGA PLANA CON RESISTENCIA AL FUEGO MEJORADA PARA FORJADOS DE ACERO-HORMIGÓN Y SU PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN

5 CAMPO DE LA INVENCÓN

La presente invención pertenece al sector técnico de la construcción, por ejemplo y sin carácter limitativo, a la construcción de edificaciones industriales, comerciales y/o residenciales.

10

Más en particular, la invención se refiere a una viga destinada a utilizarse en un forjado de acero-hormigón, de tipo plano llamado "slim-floor"/"shallow-floor". Este tipo de forjados se caracterizan porque las vigas empleadas quedan embebidas en el canto del forjado evitando descuelgues. La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de dicha viga para forjados de acero-hormigón con viga plana con resistencia al fuego mejorada.

15

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los forjados planos de viga acero-hormigón del tipo slim-floor ("forjado plano" en inglés), formados por vigas de acero embebidas en el canto del forjado, se utilizan cada vez con más frecuencia en la construcción de edificaciones porque permiten una reducción del canto total de forjado, en comparación con otros tipos de forjado del estado de la técnica actual como, por ejemplo, los forjados formados por vigas mixtas descolgadas. Los forjados planos de viga acero-hormigón slim-floor permiten, asimismo, aumentar el espacio útil entre forjados (en comparación con los forjados de vigas descolgadas) y facilitar la instalación de equipamiento técnico por debajo de dicho forjado.

20

25

Existen diversas tipologías de vigas planas utilizadas en forjados del tipo slim-floor. De entre ellas, las más habituales son las vigas denominadas SFB (Slim Floor Beam, "Viga plana", en inglés) comercializadas por la empresa Arcelor Mittal. Dichas vigas SFB se caracterizan porque comprenden una viga convencional, de perfil en I (doble T), doble U ([] [ó []) o en H, que tiene soldada, en su parte inferior, una chapa metálica de mayor anchura que el ala inferior de la viga.

30

Otro tipo de vigas utilizadas habitualmente en forjados del tipo slim-floor son las vigas denominadas IFB (Integrated Floor Beam, "Viga integrada en el canto del forjado", en inglés) comercializadas igualmente por la empresa Arcelor Mittal. Este tipo de vigas tienen 1/2 perfil en I (doble T) o H y tienen una chapa metálica soldada en la parte inferior o superior. Resultado
5 que el ala inferior de la viga tiene un ancho mayor que el ala superior. Otro ejemplo de viga IFB es la viga mixta asimétrica denominada "*Asymmetric Slimflor Beam*" ® (ASB), comercializada por la empresa Tata Steel, muy similar a la viga IFB de Arcelor Mittal.

En los forjados planos de acero-hormigón slim-floor, además de las vigas de acero, también
10 incorporan embebidos otros elementos tales como: placas o prelosas de hormigón prefabricado, armadas o pretensadas, placas alveolares pretensadas, viguetas de hormigón armado o pretensado, prefabricadas o ejecutadas "in situ", viguetas metálicas o chapas de acero colaborante, además de las armaduras de atado, de suspensión o de refuerzo longitudinal (en inglés, "rebars") destinadas a mejorar la capacidad mecánica del forjado.
15 Asimismo, es habitual añadir una losa superior de hormigón vertido en obra (in situ) donde se alojan las armaduras de negativos y la armadura de reparto, para asegurar el monolitismo del forjado.

Los requisitos que deben cumplir las vigas planas de uso en los forjados de acero-hormigón
20 slim-floor en situación permanente o transitoria vienen recogidos en el Eurocódigo 4 parte 1-1 (EN 1994-1-1:2004) y para situación accidental de incendio los requisitos que establece el Eurocódigo 4 parte 1-2 (EN 1994-1-2:2005), la principal normativa europea destinada a este fin, editada por el CEN, Comité Europeo para la Estandarización.

25 A pesar de las ventajas de los forjados del tipo slim-floor arriba mencionadas, en el estado de la técnica no existen todavía vigas diseñadas específicamente para su uso en forjados del tipo "slim-floor" y que tengan, además, propiedades de resistencia al fuego (R) mejoradas.

Dentro del sector, se han desarrollado procedimientos para aumentar la resistencia al fuego de
30 elementos estructurales, tales como vigas, forjados y otros elementos de construcción.

Dicha resistencia al fuego (R) se mide cuantitativamente en minutos de exposición a un fuego normalizado tras los que el elemento estructural alcanzará el colapso. La metodología de

evaluación de esta resistencia al fuego de los elementos estructurales está basada en tres modelos diferentes: Un modelo de incendio, un modelo térmico de transmisión de calor y un modelo de comportamiento mecánico de los materiales a altas temperaturas.

5 El modelo de incendio es el encargado de reproducir y/o simular el comportamiento del incendio. Los modelos de incendio más sencillos consisten en curvas nominales tiempo-temperatura que reproducen la evolución de la temperatura en el recinto que se produce el incendio. La curva normalizada tiempo-temperatura (ISO834-1:1999) del Artículo 3.2.1 de la norma EN1991-1-2:2002, editada por el CEN (Comité Europeo para la Estandarización), y
10 recogida en la norma de ensayo de resistencia al fuego EN1363-1:2012 es un ejemplo de este tipo de modelos de incendio, que reproduce la evolución de la temperatura de un gas en un recinto, durante un incendio. Existen, además, otro tipo de modelos de incendio más avanzados que tienen en cuenta aspectos de conservación de la masa y la energía, como modelos de zonas o modelos de campo basado en dinámica de fluidos computacional (en
15 inglés, Computational Fluid Dynamics, CFD).

El modelo térmico de transmisión de calor analiza la evolución de la temperatura a lo largo del elemento estructural, para un modelo de incendio dado. El modelo térmico puede ser, tanto un modelo simplificado o aproximado, como un modelo avanzado basado en modelos numéricos
20 (elementos finitos, diferencias finitas, etc.).

Por último, el modelo de comportamiento mecánico a altas temperaturas analiza la evolución de la capacidad mecánica del elemento estructural teniendo en cuenta la reducción de las propiedades mecánicas que sufren los materiales estructurales como el acero y el hormigón a
25 elevadas temperaturas. Al igual que sucedía con los dos modelos anteriores, existen modelos de comportamiento mecánico a altas temperaturas simplificados, como los previstos en el anexo B de la norma EN1992-1-2:2004 y modelos avanzados basado en métodos numéricos (elementos finitos, diferencias finitas, etc.).

30 Los procedimientos para aumentar la resistencia al fuego ya conocidos, del estado de la técnica, contemplan la aplicación de una capa de material aislante en la superficie exterior de los elementos estructurales, que en caso de incendio queden expuestos a las altas temperaturas. De este modo, la interposición de un material aislante entre dicho elemento

estructural y el área de un recinto que pueda verse sometida a un incendio, altera significativamente la evolución de las temperaturas en el elemento estructural durante el transcurso de un eventual incendio, de modo que la capacidad mecánica de dicho elemento estructural y por tanto su resistencia al fuego se conservará durante más tiempo.

5

Algunos materiales aislantes empleados habitualmente en dichas capas son morteros aislantes proyectados tales como los morteros de yeso, de lana mineral, de vermiculita o perlita. También es muy habitual el empleo de pinturas intumescentes en elementos metálicos. Otra alternativa sería la disposición de aplacados de material aislante.

10

Las pinturas intumescentes se caracterizan porque al estar expuestas a altas temperaturas habituales en un incendio, tienden a hincharse, por efecto de un agente espumógeno que actúa como capa de protección térmica.

15

Una desventaja de los procedimientos para aumentar la resistencia al fuego conocidos arriba descritos es que las capas de material aplicadas están expuestas a agentes ambientales externos, lo que puede producir un deterioro de sus propiedades físico-químicas a lo largo del tiempo. Por esta razón, tanto las capas de material basadas en morteros aislantes, como las basadas en pinturas intumescentes, deben someterse periódicamente a operaciones de revisión y/o mantenimiento.

20

Así, los morteros aislantes pueden perder su adherencia con el paso del tiempo, pudiendo desprenderse del elemento de construcción al que protegen. Para evitar que esto suceda es necesario aplicar cada cierto tiempo nuevas capas de reparación de dichos materiales. Las pinturas intumescentes también se deterioran con el paso del tiempo, por lo que es igualmente necesario aplicar, de forma periódica, nuevas capas de mantenimiento.

25

En vista de lo anterior, sería deseable, por tanto, desarrollar vigas diseñadas específicamente para su uso en forjados plano de acero hormigón que incorporasen elementos destinados a aumentar su resistencia al fuego y que no necesitasen ser sometidos a operaciones de mantenimiento, facilitando y simplificando a su vez su rápida puesta en obra y eliminando o reduciendo las operaciones de aplicación de protección pasiva a los elementos expuestos a la acción de fuego.

30

DEFINICIONES

A lo largo de la presente memoria descriptiva debe entenderse que un
5 “forjado plano de acero hormigón de tipo slim-floor”, es todo aquel forjado hecho a partir de
vigas de acero que quedan embebidas o integradas en el canto del forjado y que cumple,
además, con los criterios establecidos por la parte 1-1 y la parte 1-2 del Eurocódigo 4 (EN
1994-1-1:2004, EN1994-1-2:2005), “Design of Composite Steel and Concrete Structures”
(Diseño de Estructuras Compuestas de Acero y Hormigón), editado por el CEN, Comité
10 Europeo para la Estandarización, en Bruselas en 2004 y 2005.

Asimismo, en la presente memoria descriptiva la expresión “altas temperaturas” se refiere al
rango de temperaturas que pueden llegar a experimentar los elementos estructurales en
caso de incendio. Dichas altas temperaturas están dentro de los rangos contemplados por la
15 curva normalizada tiempo-temperatura (ISO834-1:1999) provista por el Artículo 3.2.1 de la
norma EN1991-1-2:2002, editada por el CEN (Comité Europeo para la Estandarización) y
recogida en la norma de ensayo de resistencia al fuego EN1363-1:2012.

Por otro lado, debe entenderse que un material “no combustible” es aquel material que
20 cumple todos los requisitos correspondientes al grupo A1 ó A2-s1d0 contemplado por la
norma europea de reacción al fuego EN13501-1:2002, editado por el CEN, Comité Europeo
para la Estandarización.

También debe entenderse que “acero estructural” es aquel acero que presenta las
25 propiedades térmicas y mecánicas dispuestas por las partes 1-1 y 1-2 del Eurocódigo 4 (EN
1994-1-1:2004, EN1994-1-2:2005), “Design of Composite Steel and Concrete Structures”
(Diseño de Estructuras Compuestas de Acero y Hormigón), editado por el CEN, Comité
Europeo para la Estandarización, en Bruselas en 2004 y 2005. Se entiende como acero
estructural todos aquellos recogidos en las normas EN 10025-1:2004 y EN 10088-1:2005,
30 esta última para el caso de aceros inoxidables.

Por último, debe entenderse que, en la presente memoria descriptiva, la “parte inferior” de
un elemento de construcción es aquella porción del elemento situada en el intradós del

forjado. Contrariamente, la "parte superior" de un elemento de construcción es aquella porción del elemento situado supradós del forjado. Asimismo, por dirección "longitudinal" de una viga o elemento de construcción, debe entenderse que se hace mención a aquella dirección predominante que sigue la directriz de la viga [es decir, por ejemplo, en una viga SFB de perfil I, la dirección perpendicular al plano de la sección de dicho perfil I (plano transversal)]. Lógicamente, también debe entenderse que el término "transversal" hace mención a un plano perpendicular a la dirección longitudinal.

OBJETO DE LA INVENCION

10

Con objeto de abordar los problemas y desventajas existentes en el estado de la técnica arriba mencionados, la invención proporciona, de acuerdo con un primer aspecto de la misma, una viga plana con resistencia al fuego mejorada para forjados de acero-hormigón que comprende:

15

- un perfil, laminado o armado, de acero en forma de I (de doble T), de doble U () [ó ()] o de H, con al menos un ala.
- una chapa de acero unida al ala inferior de dicho perfil, siendo la anchura de la chapa de acero, mayor que la anchura del ala inferior a la que está unida;

20

estando dicha viga caracterizada porque también comprende:

25

- una cavidad, preferiblemente una cavidad cerrada, formada entre dicha ala y la chapa de acero; y
- una capa aislante, dispuesta en el interior de la cavidad y formada por al menos un material no combustible, con una densidad en el rango de 150-600 kg/m³, una conductividad inferior a 0,11 W/mK a 600 °C y un calor específico superior a 1.000 J/kg.K.

30

La combinación de diferentes propiedades físicas de la capa aislante según la invención se ha elegido adecuadamente para que dicha capa, además de ralentizar significativamente la transmisión de calor, también sea flexible y resistente. Esto permite que dicha capa aislante sea capaz de acompañar posibles deformaciones del perfil como las que pueden aparecer,

por ejemplo, en caso de incendio.

Esta característica técnica supone una diferencia importante con respecto a los morteros proyectado de la técnica anterior utilizados en los procedimientos para aumentar la
5 resistencia al fuego, puesto que dichos materiales, tras su fraguado y endurecimiento, presentan un comportamiento frágil.

Por otro lado, la capa aislante de las vigas según la presente invención debe quedar forzosamente confinada en la cavidad formada entre el perfil y la chapa.

10

En vista de ello, las pinturas intumescentes de la técnica anterior tampoco podrían utilizarse como capas aislantes de las vigas de acuerdo con la presente invención ya que, según lo visto anteriormente, dichas pinturas basan su efecto de protección frente al fuego en que están provistas de un agente espumógeno, que se expande cuando la temperatura supera
15 un determinado valor umbral, generando una capa de protección térmica. Por tanto, la cavidad, preferiblemente la cavidad cerrada, es de volumen constante (dentro los límites de la expansión y contracción del acero dependiente de la temperatura) e impide la expansión del espumógeno u por tanto el uso de tales pinturas.

20

A diferencia de las soluciones propuestas por la técnica anterior, las vigas planas con resistencia al fuego mejorada (denominadas en inglés Internally Fire Protected – Slim Floor Beam, IFP-SFB en la presente patente y usadas para ejemplificar la presente invención) para forjados de acero-hormigón según la presente invención no precisan ser sometidas a operaciones de mantenimiento, puesto que la capa aislante está alojada en una cavidad,
25 preferiblemente una cavidad cerrada, que la protege de los agentes ambientes externos, lo que evitará que dicha capa aislante sufra agresiones físicas o químicas. Además, es estéticamente más aceptable que con proyecciones porque la capa de protección no es visible y sólo queda a la vista la chapa inferior de acero

30

Es importante señalar que la solución a los problemas de la técnica anterior propuesta por las vigas según la presente invención, en las que la capa aislante posee unas propiedades fisicoquímicas muy específicas definidas en la reivindicación 1 (a saber, una densidad en el rango de 150-600 kg/m³, una conductividad inferior a 0,11 W/mK a 600 °C y un calor

específico superior a 1.000 J/kg.K) y está interpuesta entre la chapa de acero y el perfil, no era obvia a priori.

5 De hecho, una vez desarrollado a nivel teórico un prototipo inicial de viga según la presente invención, fue necesario determinar entre otras variables, si ésta poseía, o no, unas características de resistencia al fuego adecuadas para el uso que se le pretendía dar. Para evaluar la resistencia al fuego de dicho prototipo inicial, hubo que someterlo a tres modelos de ensayo diferentes que interactuaban entre sí (según lo visto anteriormente: un modelo de incendio, un modelo térmico y un modelo mecánico a altas temperaturas) y sin conocer a priori, si dicho prototipo iba a responder de la forma deseable a cada uno de ellos por separado y en combinación entre sí. Además, dichos ensayos tuvieron que realizarse en instalaciones especializadas, más concretamente, en el Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón (ICITECH), de la Universitat Politècnica de Valencia, (en Valencia, España).

15 De hecho, durante este proceso de ensayo se determinó que dicha viga según la presente invención poseía unas características de resistencia al fuego adecuadas para el uso al que estaba destinada, y que cumplía, simultáneamente, con las especificaciones técnicas establecidas por la parte 1-1 y 1-2 del Eurocódigo 4 (EN 1994-1-1:2004, EN 1994-1-2:2005), al que se ha hecho mención anteriormente.

20 La capa aislante de las vigas tiene, más preferiblemente una densidad en el rango de 175-500 kg/m³, una conductividad inferior a 0,10 W/mK a 600 °C y un calor específico superior a 1.000 J/kg.K, aun más preferiblemente una densidad en el rango de 190-450 kg/m³, una conductividad inferior a 0,09 W/mK a 600 °C y un calor específico superior a 1.050 J/kg.K, 25 La capa aislante de las vigas según una realización todavía más preferible de la presente invención puede comprender, por ejemplo y sin carácter limitativo, fibrosilicatos, preferentemente fibrosilicatos comercializados por la compañía PROMAT bajo el nombre comercial ALSIFLEX® y/o fibrosilicatos comercializados por la compañía Morgan Advanced Materials bajo el nombre comercial Superwool® Plus MD paper.

30 El perfil de las vigas según una realización mucho más preferible de la presente invención está hecho, preferiblemente, de acero estructural (i.e., acero con propiedades térmicas y mecánicas según el Eurocódigo 4, partes 1-1 y 1-2 y recogido en las normas EN 10025-1:2004

y EN 10088-1:2005, esta última para el caso de aceros inoxidables.

La chapa inferior podrá ser, en una realización muy preferible de la presente invención, de acero estructural (EN 10025-1:2004), acero inoxidable (EN 10088-1:2005), o acero de alta
5 resistencia (EN 10025-1:2004). Se prefieren estos materiales porque otorgan a la viga plana metálica (IFP-SFB), según la invención, una mejora adicional de la resistencia al fuego derivada del uso de estos materiales.

En la presente invención, el perfil (es decir el perfil de la viga a que se une la chapa de acero)
10 puede tener cualquiera forma que le permita comprender dos alas. Preferiblemente, es un perfil en forma de I (de doble T), de doble U () [ó []) o de H, según el plano transversal de la viga perpendicular a la dirección longitudinal de la misma, donde ambas alas son de la misma o de distintas anchuras. Asimismo, el perfil puede tener el eje de mayor longitud del alma en el plano transversal, como un eje de simetría plano (donde el centro del eje de mayor longitud de ambas
15 alas y el eje de mayor longitud del alma se alinean en el plano transversal), o el perfil puede ser asimétrico (donde el centro del eje de mayor longitud de al menos un ala y el eje de mayor longitud del alma no se alinean en el plano transversal). Más preferiblemente, el eje de mayor longitud del alma del perfil en el plano transversal es un eje de simetría plano, como en las vigas IFP-SFB. En una realización aún más preferida de la invención, el perfil de la viga es un perfil
20 en forma de I (de doble T), de doble U () [ó []) o de H, donde ambas alas son de la misma anchura y el perfil tiene el eje de mayor longitud del alma en el plano transversal, como un eje de simetría plano.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un forjado acero-hormigón que
25 incluye al menos una viga plana con resistencia al fuego mejorada para forjados de acero-hormigón, según el primer aspecto de la invención.

El forjado de viga plana acero-hormigón según la presente invención está preferiblemente provisto de placas o prelosas de hormigón prefabricado, armadas o pretensadas, placas
30 alveolares pretensadas, viguetas de hormigón armado o pretensado, prefabricadas o ejecutadas en obra (in situ), viguetas metálicas o chapas de acero colaborante, además de las armaduras de atado, de suspensión o de refuerzo longitudinal (en inglés, "rebars") destinadas a mejorar la capacidad mecánica del forjado.

Asimismo, el forjado plano según la presente invención está más preferiblemente provisto de una losa superior de hormigón vertido en obra (in situ) donde se alojan las armaduras de negativos y la armadura de reparto, para asegurar el monolitismo del forjado.

5

Un tercer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una viga plana metálica de resistencia al fuego mejorada (IFP-SFB) para forjados de acero-hormigón caracterizado porque comprende las siguientes etapas consecutivas:

- 10
- a) proporcionar un perfil de acero con al menos dos alas;
 - b) disponer, bajo el ala inferior del perfil, una capa aislante formada por al menos un material no combustible, con una densidad en el rango de 150-600 kg/m³, una conductividad inferior a 0,11 W/mK a 600 °C y un calor específico superior a 1.000 J/kg.K;
- 15
- c) colocar, bajo la capa aislante, una chapa de acero de mayor anchura que la anchura del ala sobre la que está dispuesta la capa aislante; y
 - d) unir la chapa de acero al perfil de modo que se define una cavidad, preferiblemente una cavidad cerrada, en cuyo interior está dispuesta la capa aislante.

20

El hecho de que, en el procedimiento de la invención, la capa aislante se coloque bajo un ala del perfil, de acuerdo con la etapa b), antes de que la chapa de acero se una al perfil, de acuerdo con la etapa d), permite que la capa aislante quede perfectamente dispuesta en el interior de la cavidad formada entre el perfil, más preferiblemente el ala inferior del perfil, y la chapa de acero.

25

La unión de la chapa de acero al perfil se realiza, preferiblemente, mediante soldadura y más preferiblemente, mediante una soldadura que comprende un cordón de soldadura que encierra la cavidad, o alternativamente, dos cordones de soldadura continuos longitudinales, estando cada uno de dichos cordones de soldadura dispuesto en los bordes del ala inferior de la viga colocada sobre la capa aislante, todavía más preferiblemente, mediante una soldadura que comprende cordones de soldadura continuos, uno para cada borde de la cavidad que se genere.

30

En una realización preferida del procedimiento según la presente invención, el perfil de la viga, laminado o armado, provisto en la etapa a) está hecho de acero estructural (con propiedades térmicas y mecánicas según el Eurocódigo 4, partes 1-1 y 1-2 y recogido en las normas EN 5 10025-1:2004 y EN 10088-1:2005, esta última para el caso de aceros inoxidables.

En una realización aún más preferida del procedimiento según la presente invención, el perfil de la viga es un perfil en forma de I (de doble T), de doble U () [ó []) o de H.

10 En una realización todavía más preferida del procedimiento según la presente invención, la chapa de acero de la etapa c) está hecha de acero estructural (EN 10025-1:2004), acero inoxidable (EN 10088-1:2005) o acero de alta resistencia (EN 10025-1:2004).

15 DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1A es una vista en sección transversal de una viga SFB de la técnica anterior;

La Figura 1B es una vista en sección transversal de una viga IFB de la técnica anterior;

20

La Figura 2 es una vista en sección transversal (plano transversal) de una viga (IFP-SFB) según una realización de la presente invención, donde la dirección longitudinal de la viga es perpendicular al plano transversal;

25 La Figura 3 es una gráfica que compara el comportamiento – en términos de carga frente a desplazamiento vertical – de la viga de la Figura 1A (perteneciente a la técnica anterior) y la viga (IFP-SFB) de la Figura 2 (según una realización de la presente invención);

La Figura 4 es una representación gráfica del modelo térmico obtenido para distintos elementos de la viga de la Figura 1A (perteneciente a la técnica anterior), así como para distintos elementos de la viga (IFP-SFB) de la Figura 2 (según una realización de la presente invención);
30 y

La Figura 5 es una representación gráfica que compara la resistencia al fuego de una sección de viga plana de forjado de acero-hormigón, que incluye una viga según la Figura 1A (perteneciente a la técnica anterior), con la resistencia al fuego de una sección de viga plana forjado de acero-hormigón, que incluye una viga (IFP-SFB) según la Figura 2 (de acuerdo con una realización de la presente invención).

REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

A continuación, se describe – a modo de ejemplo y sin carácter limitativo – un ejemplo concreto de la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

La Figura 1A muestra un ejemplo de viga del tipo SFB, perteneciente a la técnica anterior. Dicha viga se ha designado con la referencia numérica (100) y comprende un perfil (200) de acero S355.

Dicho perfil (200) está compuesto por un ala superior (300a), unida a un ala inferior (300b), a través de un alma (350). El ala inferior (300b) está unida, a su vez, a una chapa (400) de acero S355, a través de cordones de soldadura (500) dispuestos en los extremos transversales de dicha ala (300b).

La Figura 1B muestra un ejemplo de viga del tipo IFB, perteneciente a la técnica anterior. Dicha viga se ha designado con la referencia numérica (100') y comprende un 1/2 perfil (200') de acero S355.

Dicho perfil (200') tiene, en este caso forma de T, por lo que sólo está provisto de una única ala superior (300'), unida a un alma (350'). El extremo libre del alma (350') está unido, a su vez, a una chapa (400') de acero S355, a través de dos soldaduras (500').

La Figura 2 muestra un ejemplo de realización no limitativo de una viga (10) (IFP-SFB), según la presente invención. Tal y como puede observarse en dicha Figura 2, la viga (10) comprende un perfil (20) de acero S355, en forma de H, provisto de un ala inferior (30) que está en contacto con una capa aislante (50). La anchura del ala (30), se ha designado con la referencia (W2).

Asimismo, en la realización mostrada en la Fig. 2 la capa aislante (50) está formada por fibrosilicatos, un material aislante no combustible de tipo ALSIFLEX®-1260, con una densidad en el rango de 200-400 kg/m³, una conductividad inferior a 0,08 W/mK a 600 °C y un calor específico superior a 1.080 J/kg.K.

La viga (10) también comprende una chapa (40) de acero S355, de anchura W1, que está unida mediante cordones longitudinales (60a) y (60b), de soldadura, al ala inferior (30). De este modo, entre el perfil (20) y la chapa (40) se define una cavidad en cuyo interior está dispuesta la capa aislante (50).

La Figura 3 es una gráfica que compara el comportamiento en términos de carga frente a desplazamiento vertical de la viga (100) (perteneciente a la técnica anterior, mostrada en la Figura 1A y a la que también se designará en lo sucesivo indistintamente como “viga SFB”) y la viga (10) (según la invención, mostrada en la Figura 2 y a la que también se designará en lo sucesivo indistintamente como ejemplo de una “viga IFP-SFB”).

Puede observarse que tanto para la viga SFB de la técnica anterior, como para la viga IFP-SFB según la presente invención, se obtuvo una carga máxima similar, de unos 115 kN. Esto implica que la viga IFP-SFB según la invención, tiene el mismo comportamiento a temperatura ambiente que una viga SFB del estado de la técnica.

Para obtener la Fig. 4, se partió de un modelo de incendio, según la curva normalizada tiempo-temperatura (ISO834-1:1999) del Artículo 3.2.1 de la norma EN1991-1-2:2002. Posteriormente, se realizaron ensayos destinados a registrar la evolución con el tiempo de la temperatura de la sección, por medio de termopares dispuestos en distintos puntos, tanto de las vigas SFB, como de las vigas IFP-SFB.

La Figura 4 muestra, por tanto, la evolución en función del tiempo de las temperaturas obtenidas para los siguientes elementos de la viga SFB (perteneciente a la técnica anterior y mostrada con la referencia numérica (100) en la Figura 1A):

- La chapa (400) de acero (cuya representación gráfica es la indicada con la leyenda “chapa SFB”); y

- El ala inferior (300b) (cuya representación gráfica es la indicada con la leyenda “ala SFB”);

5 Dicha Figura 4 también incluye una representación gráfica (indicada con la leyenda “Ref. SFB”) de la evolución de las temperaturas para una armadura de refuerzo longitudinal que forma parte de un forjado acero-hormigón del tipo slim floor, incluyendo dicho forjado, además, una viga SFB embebida en el canto del forjado.

10 En la en la Figura 4 se muestra, igualmente, una representación gráfica de la respuesta térmica para los siguientes elementos de la viga IFP-SFB (según la presente invención y mostrada con la referencia numérica (10) en la Figura 2):

- La chapa (40) de acero (cuya representación gráfica es la indicada con la leyenda “chapa IFP-SFB”); y
- 15 • El ala (30) (cuya representación gráfica es la indicada con la leyenda “ala IFP-SFB”);

20 Por último, en la Figura 4 se incluye una representación gráfica (indicada con la leyenda “Ref. IFP-SFB”) del modelo térmico obtenido para una armadura de refuerzo longitudinal que forma parte de un forjado acero-hormigón del tipo slim floor, incluyendo dicho forjado, además, una viga IFP-SFB embebida en el canto del forjado.

25 Puede observarse que, para la viga IFP-SFB (según la presente invención), la diferencia de temperaturas entre la chapa (40) de acero y el ala inferior (30) del perfil pasa, a los 120 minutos de exposición al fuego, de unos 100 °C a algo más de 250 °C. Además, se observa una reducción mayor de 50 °C en la temperatura de la armadura del forjado que incluye la viga IFP-SFB, con respecto a la de la armadura del forjado que incluye la viga SFB.

30 Esta reducción de la temperatura, tanto a lo largo del perfil (20) de acero, como en las armaduras, debida a la interposición de la capa aislante en la viga IFP-SFB, produce un aumento importante de su resistencia al fuego.

Esta afirmación se demuestra en la Figura 5, que muestra la evolución de la capacidad mecánica de una sección de forjado acero-hormigón que incluye una viga IFP-SFB según la

presente invención, y la evolución de la capacidad mecánica de una sección de forjado acero-hormigón que incluye una viga SFB de la técnica anterior.

5 Para ello, se utiliza un modelo de comportamiento mecánico de los materiales a altas temperaturas, para una exposición creciente a una curva de fuego normalizada tiempo-temperatura (ISO-834-1:1999, EN1991-1-2:2002).

10 Como puede observarse en la Fig. 5, la reducción de la capacidad mecánica para una exposición creciente al fuego en la sección de forjado que incluye una viga IFP-SFB, según la presente invención, es menor que en la sección de forjado que incluye una viga SFB de la técnica anterior. De hecho, para un nivel de carga del 41% de la capacidad en frío de la sección, la sección de forjado que incluye una viga IFP-SFB permite un aumento de la resistencia de R60 a aproximadamente R90 y para un nivel de carga del 21%, el aumento es de R120 a más de R180, según se resume en la siguiente tabla:

15

μ_{fi}	Viga SFB (Técnica anterior)	Viga IFP-SFB (Presente invención)
0,41	R60	R87,5
0,27	R90	R153
0,21	R120	R195

Siendo μ_{fi} el coeficiente de sobredimensionado de la sección en estudio y R_t la resistencia en situación de estudio en el instante t.

20 Consecuentemente, puede concluirse que, dependiendo del grado de utilización en situación de incendio (coeficiente de sobredimensionado), las vigas IFP-SFB según la presente invención y mostradas con la referencia numérica (10) en la Figura 2 pueden mejorar el tiempo de resistencia al fuego entre 30 y 60 minutos, con respecto a las vigas SFB de la técnica anterior.

25 Aunque la invención se ha descrito únicamente con relación a las realizaciones a las que se hace mención en la presente memoria descriptiva, debe entenderse que otras posibles combinaciones, variaciones y mejoras, también estarían incluidas dentro del alcance de protección de la invención, el cual está definido exclusivamente por las reivindicaciones adjuntas.

30

LISTADO DE REFERENCIAS NUMÉRICAS EMPLEADAS EN LAS FIGURAS

- (10) Viga según la presente invención;
- (20) Perfil;
- 5 • (30) Ala inferior del perfil que está colocada sobre la capa aislante;
- (40) Chapa de acero;
- (50) Capa aislante;
- (60a y 60b) Cordones de soldadura;
- (W1) anchura de la chapa de acero;
- 10 • (W2) anchura del ala inferior;
- (100) Viga SFB de la técnica anterior;
- (200) Perfil (técnica anterior);
- (300a) Ala superior (técnica anterior);
- (300b) Ala inferior (técnica anterior);
- 15 • (350) Alma (técnica anterior);
- (400) Chapa de acero (técnica anterior);
- (500) Cordones de soldadura (técnica anterior);
- (100') Viga IFB de la técnica anterior;
- (200') Perfil (técnica anterior);
- 20 • (300') Ala (técnica anterior);
- (350') Alma (técnica anterior);
- (400') Chapa de acero (técnica anterior);
- (500') Cordones de soldadura (técnica anterior).

REIVINDICACIONES

1. Viga (10) plana para forjados de acero-hormigón que comprende:

- 5
- un perfil, laminado o armado, (20) de acero con al menos un ala (30);
 - una chapa (40) de acero unida al ala inferior (30) de dicho perfil (20), siendo la anchura (W1) de la chapa (40) de acero, mayor que la anchura (W2) del ala inferior (30) a la que está unida;

10 estando dicha viga (10) caracterizada porque también comprende:

- una cavidad formada entre el ala inferior (30) y la chapa (40) de acero; y
- una capa aislante (50), dispuesta en el interior de la cavidad y formada por al menos un material aislante no combustible, con una densidad en el rango de 150-600 kg/m³,
15 una conductividad inferior a 0,11 W/mK a 600 °C y un calor específico superior a 1.000 J/kg.K.

2. Viga (10) según la reivindicación 1, caracterizada porque el perfil (20) está hecho de acero estructural según EN 10025-1:2004.

20

3. Viga (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el perfil (20) es un perfil en forma de I (de doble T), de doble U ([] [ó []) o de H.

4. Viga (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la
25 chapa (40) está hecha de acero estructural según EN 10025-1:2004, acero inoxidable según EN 10088-1:2005 o de acero de alta resistencia según EN 10025-1:2004.

5. Viga (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la capa aislante (50) comprende fibrosilicatos.

30

6. Forjado de acero-hormigón, caracterizado porque comprende al menos una viga (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

7. Forjado de acero-hormigón según la reivindicación 6, caracterizado porque además está provisto de placas o prelosas de hormigón prefabricado, armadas o pretensadas, placas alveolares pretensadas, viguetas de hormigón armado o pretensado, prefabricadas o ejecutadas en obra, viguetas metálicas o chapas de acero colaborante, además de las armaduras de atado, de suspensión o de refuerzo longitudinal destinadas a mejorar la capacidad mecánica del forjado.
8. Forjado de acero-hormigón según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado porque está provisto de una losa superior de hormigón vertido en obra, donde se alojan las armaduras de negativos y la armadura de reparto, para asegurar el monolitismo del forjado.
9. Procedimiento de fabricación de vigas (10) para forjados de acero-hormigón, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque comprende las siguientes etapas consecutivas:
- a) proporcionar un perfil (20) de acero con al menos dos alas (30);
 - b) disponer, bajo el ala inferior (30) del perfil (20), una capa aislante (50) formada por al menos un material aislante no combustible, con una densidad en el rango de 150-600 kg/m³, una conductividad inferior a 0,11 W/mK a 600 °C y un calor específico superior a 1.000 J/kg.K;
 - c) colocar, bajo la capa aislante (50), una chapa (40) de acero de mayor anchura (W1) que la anchura (W2) del ala (30) sobre la que está dispuesta la capa aislante (50); y
 - d) unir la chapa (40) de acero al ala (30) de modo que se define una cavidad en cuyo interior está dispuesta la capa aislante (50).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la unión de la chapa (40) de acero al ala (30) de la etapa d), se realiza mediante soldadura.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque la unión de la chapa (40) de acero al ala (30) de la etapa d), se realiza mediante una soldadura que comprende dos cordones de soldadura longitudinales, estando cada uno de dichos cordones de soldadura dispuesto en un extremo transversal del ala (30) colocada sobre la capa aislante (50).

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque el perfil (20) provisto en la etapa a) está hecho de acero estructural.

5 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque el perfil (20) provisto en la etapa a) es un perfil en forma de I (de doble T), de doble U ([] ó []) o de H.

10 14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado porque la chapa (40) de acero de la etapa c) está hecha de acero estructural según EN 10025-1:2004, acero inoxidable según EN 10088-1:2005, o acero de alta resistencia según EN 10025-1:2004.

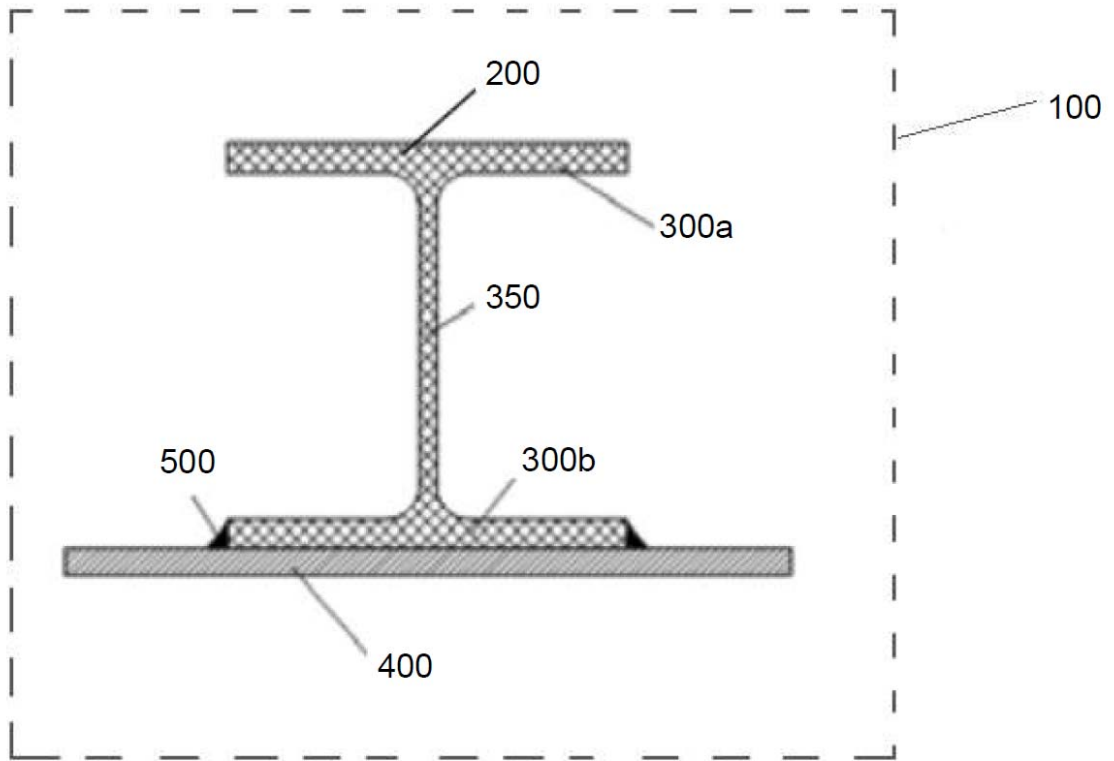


Fig. 1A

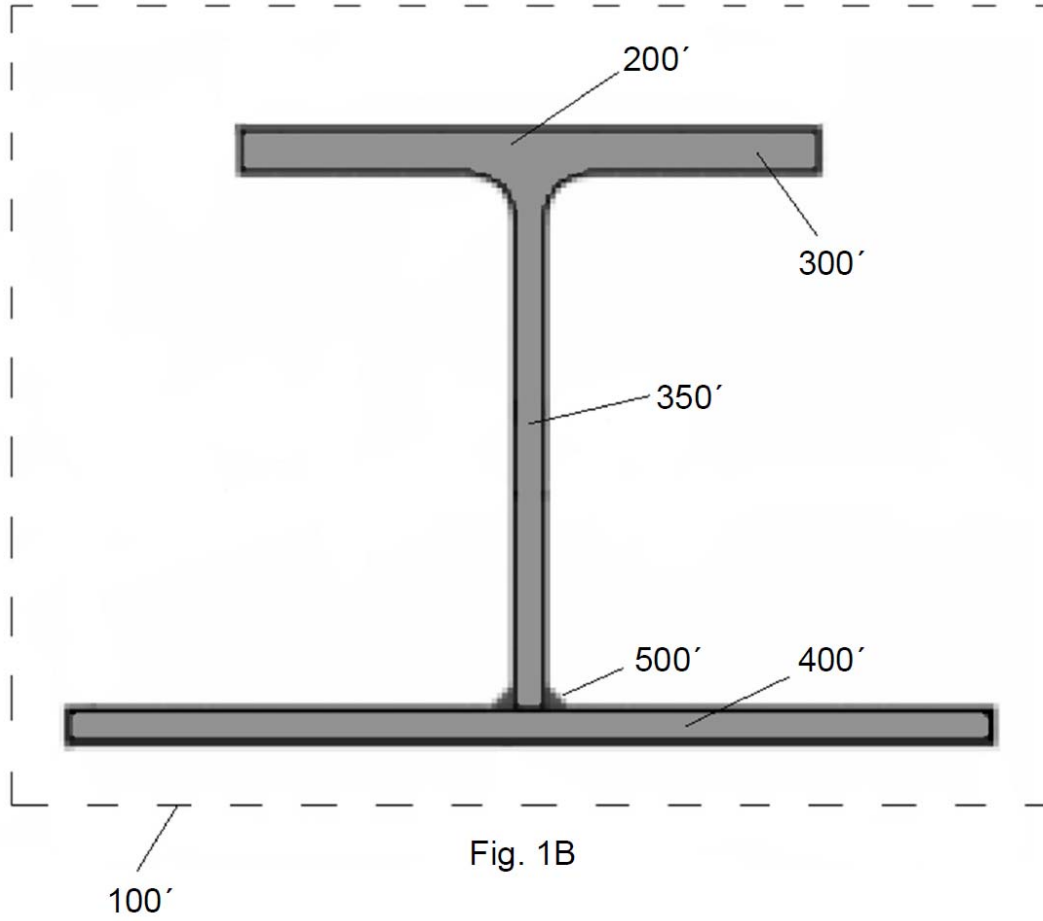


Fig. 1B

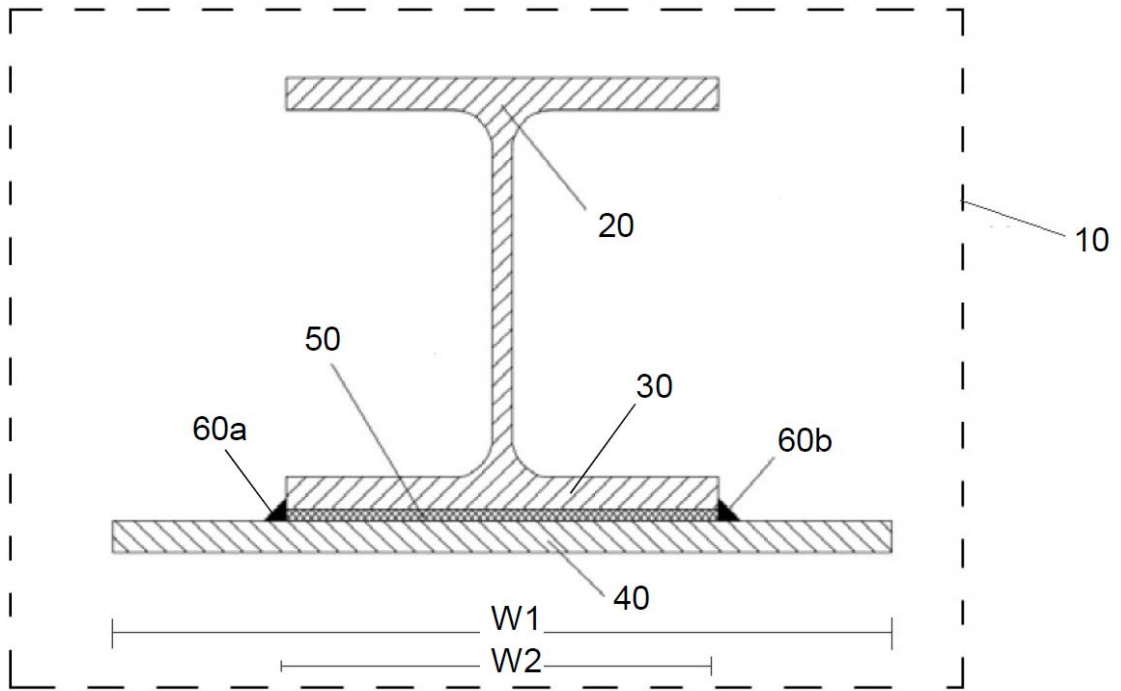


Fig. 2

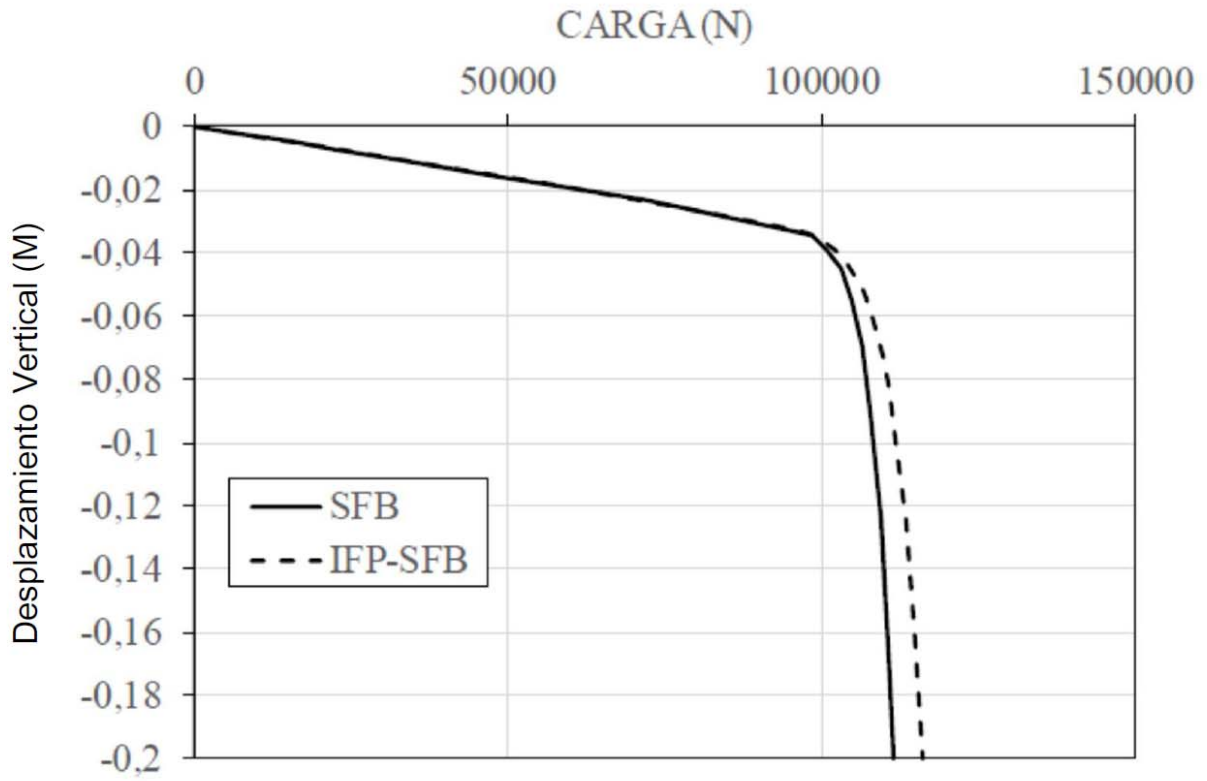


Fig. 3

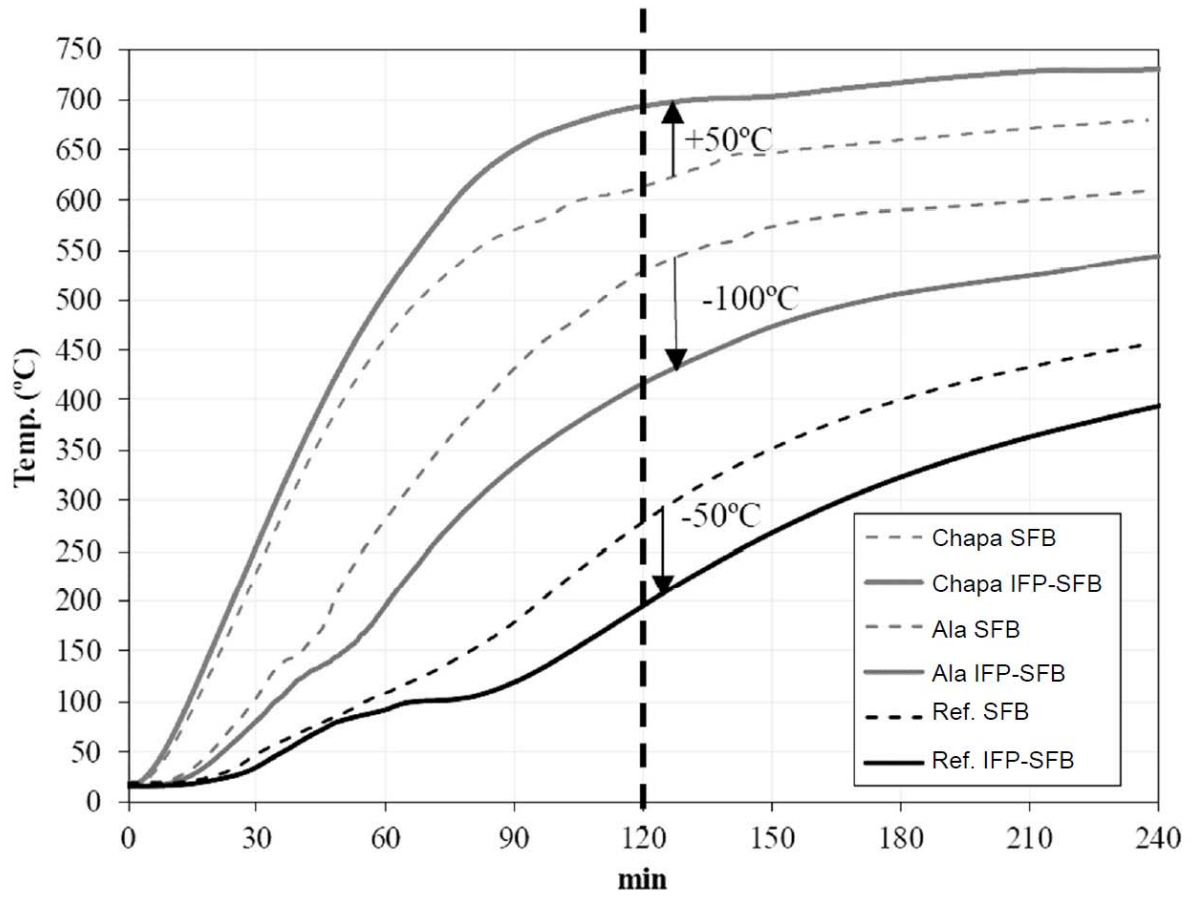


Fig. 4

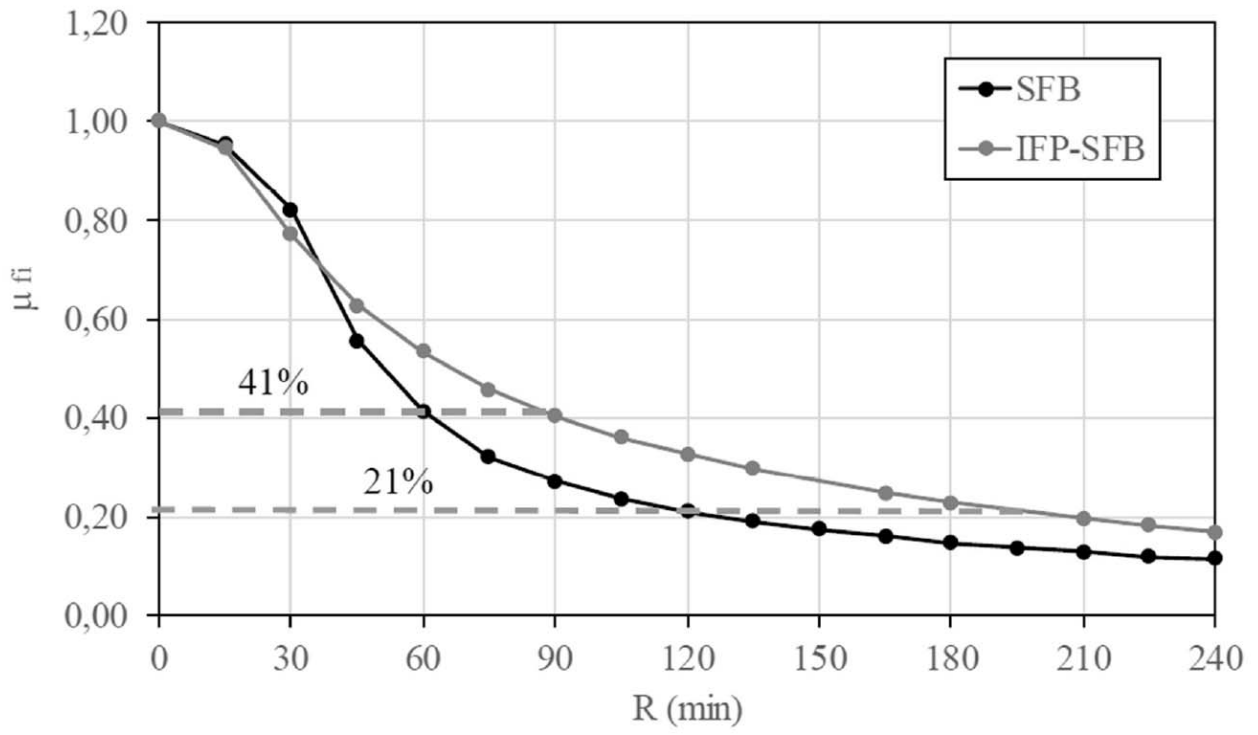


Fig. 5



- ②① N.º solicitud: 201830494
②② Fecha de presentación de la solicitud: 23.05.2018
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 0292449 A2 (THOR JORGEN) 23/11/1988, Columna 1, línea 3 - columna 4, línea 43; figura 5.	1-14
X	WO 9012173 A1 (PEIKKORAKENNE OY) 18/10/1990, Todo el documento.	1-8
A		9-14
A	WO 2008119876 A1 (RAUTARUUKKI OYJ et al.) 09/10/2008, Todo el documento.	1-14
A	ALSIFLEX.18/07/2017. Recuperado de Internet <URL: https://web.archive.org/web/20170718120202/https://www.promat-hpi.com/en/products/high-temperature-wool/alsiflex-paper-products >. [en línea][Recuperado el 31/08/2018]; todo el documento.	1,5-6,9
A	Grupo Ferrero. Fibrosilicatos.12/10/2016. Recuperado de Internet <URL: https://web.archive.org/web/20161012184110/http://grupferrero.es/plaques-fibrosilicats/ >; [en línea][Recuperado el 31/08/2018];todo el documento.	1,5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
31.08.2018

Examinador
M. Á. Pérez Quintana

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

E04B1/94 (2006.01)

E04B5/40 (2006.01)

E04C3/293 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

E04B, E04C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC