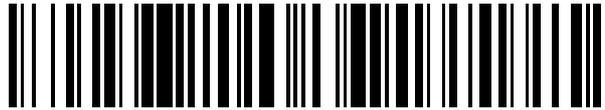


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 721**

21 Número de solicitud: 201531584

51 Int. Cl.:

E04C 3/29 (2006.01)
B29C 70/00 (2006.01)
F16S 3/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

04.11.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.03.2016

Fecha de la concesión:

28.10.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

07.11.2016

73 Titular/es:

**ENGINEERING COMMUNITY, S.L. (100.0%)
Jacint Verdaguer, 157
08750 Molins de Rei (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

ROCA RODRÍGUEZ, Adrià

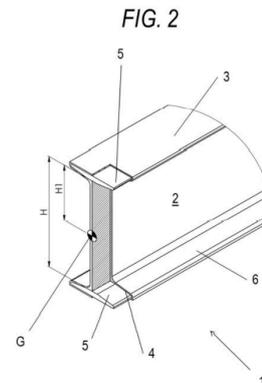
74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

54 Título: **Perfil estructural reforzado, estructura reforzada y método de fabricación del mismo**

57 Resumen:

Perfil estructural reforzado, de configuración alargada, que comprende por lo menos una cavidad alargada dispuesta en la dirección longitudinal del perfil estructural, comprendiendo dicha cavidad una porción de material compuesto, presentando el perfil estructural una sección transversal mixta en la que dicha cavidad está dispuesta de modo que está desplazada una distancia respecto al centroide de la sección transversal mixta de dicho perfil estructural; una estructura reforzada que comprende dicho perfil estructural reforzado; y un método de fabricación del perfil estructural reforzado que comprende las etapas: a) disponer un perfil estructural con una cavidad alargada y posicionar unas fibras de material compuesto dentro de dicha cavidad empleada a modo de molde, b) curado de las fibras de material compuesto y de la matriz, de forma que la porción queda permanentemente unida al resto del perfil estructural.



ES 2 562 721 B1

DESCRIPCIÓN

Perfil estructural reforzado, estructura reforzada y método de fabricación del mismo

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente solicitud tiene por objeto el registro de un perfil estructural reforzado, así como de una estructura reforzada que comprende el mismo y el método de fabricación del mismo que incorpora notables innovaciones.

10

Más concretamente la presente invención propone un perfil estructural reforzado con materiales compuestos, lo que resulta en unas propiedades mecánicas mejoradas, incluyendo una rigidez superior frente a las cargas aplicadas en el perfil.

15

La invención se puede aplicar en el montaje de estructuras ligeras para el sector del transporte, de maquinaria provista de movimientos de traslación y/o rotación y en estructuras portantes esbeltas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

Los materiales compuestos, cuyo consumo ha crecido exponencialmente durante las dos últimas décadas, son utilizados principalmente en aquellas aplicaciones donde tanto el peso como las propiedades mecánicas son consideraciones de diseño de vital importancia. No obstante, su utilización se ve generalmente condicionada por el mayor coste de ingeniería y fabricación cuando se compara con piezas de materiales metálicos tradicionales. Por esta razón, la industria del transporte (aeronáutica, automovilística y ferroviaria) ha sido la que ha destinado más recursos al desarrollo de tecnologías de fabricación más eficientes que permitiesen disminuir su coste y, por consiguiente, permitiese la introducción de los materiales compuestos en piezas donde hace unos años hubiese sido impensable.

30

Por material compuesto se entiende aquel material fruto de la unión de dos materiales cuyas propiedades no son posibles de conseguir con un único material de los tradicionales. El uso del término material compuesto generalmente también hace referencia a plásticos reforzados con fibras de alta resistencia. Por consiguiente, para evitar confusiones, de aquí

en adelante, se entiende como material compuesto aquel conformado por fibras recubiertas de una matriz que es la encargada de cohesionarlas.

5 Cabe destacar que las propiedades mecánicas de los materiales compuestos no son únicamente dependientes de los tipos de fibra y matrices seleccionados, sino que varían también en función de la orientación de las fibras (diseño del material) y del proceso productivo.

10 Tradicionalmente, la fabricación de piezas de materiales compuestos tiene asociado un elevado coste debido a ser un proceso intensivo en mano de obra. Por lo general, se requiere un molde donde se superpone la mezcla de fibra y matriz; por lo que se trata de un proceso de fabricación discontinuo, produciéndose una pieza única cada vez. Por consiguiente, las piezas de grandes dimensiones, y principalmente las de longitudes importantes, son costosas. La superposición del material compuesto en el molde
15 generalmente se lleva a cabo mediante un proceso de infusión, el cual mediante el uso del vacío favorece la impregnación de las fibras, o bien mediante materiales pre-impregnados (pre-preg), que permiten la aplicación manual sucesiva de láminas de material compuesto que precisan de un curado posterior para ser polimerizadas. Por las cuestiones de diseño anteriormente comentadas, las fibras deben ser procesadas en tejidos (“fabrics” en inglés),
20 antes de ser superpuestas, hecho que encarece el coste de la materia prima.

A fin de abaratar el coste de fabricación de perfiles constantes, recientemente se han desarrollado nuevas tecnologías destinadas a la producción en continuo, como sería la pultrusión y el enrollado de filamentos (“pultrusion” y “filament winding” en inglés,
25 respectivamente). En estos procesos, la fibra no requiere ningún pre-proceso, ya que normalmente se parte de las fibras directamente (en lugar de tejidos). No obstante, tienen algunas limitaciones. Por ejemplo, en el proceso de pultrusión, donde las fibras son estiradas a través de una matriz (similar a la extrusión) donde se inyecta la resina, las buenas propiedades mecánicas quedan limitadas en la dirección de las fibras. Por consiguiente, cualquier esfuerzo aplicado tangencialmente a las fibras, podría provocar una
30 fisura, ya que en esa dirección la matriz sería la única que lo estaría soportando. Por ejemplo, esté proceso permitiría la fabricación de perfiles IPN pero su alma, con las proporciones del perfil, no presentaría una resistencia óptima frente al esfuerzo cortante. En cambio, la tecnología de enrollado de filamentos, permite la obtención de materiales
35 trenzados con unas propiedades más isotrópicas, pero su utilización se ve limitada

principalmente a perfiles convexos huecos (circulares u óvalos). En ambos casos, el acabado superficial es cosméticamente no atractivo, si no es convenientemente tratado.

5 En pultrusión también se puede hacer un tejido entrecruzado de fibras para resistir de manera más óptima los esfuerzos en los tres ejes. Sin embargo supone un método de fabricación complejo, y en consecuencia con unos costes elevados que limitan en gran medida su utilización.

10 Otras investigaciones, han llevado a cabo las denominadas preformas, las cuales son producidas cosiendo productos semi-acabados de fibra seca, y que, gracias a su estado seco y flexible, permiten ser adaptadas posteriormente a otras piezas con geometría compleja, antes de ser curadas. De esta manera, pueden producirse, por ejemplo, nervios en forma de T para reforzar las pieles de los aviones ("T-stringers" en inglés), cuya geometría es curva.

15 Siguiendo en la línea de reforzar estructuras, también ha tomado considerable interés el uso de materiales compuestos para aumentar la resistencia y rigidez de las estructuras de acero, mediante el recubrimiento exterior de las mismas. En particular, el PRFC (polímero reforzado con fibra de carbono) se ha posicionado como el material compuesto más
20 adecuado.

Por otra parte, también han sido utilizados perfiles de materiales compuestos para reforzar hormigón, en lugar de utilizar acero como se hace tradicionalmente con el hormigón armado.

25 Por consiguiente, es evidente que existe en la industria la necesidad de desarrollar estructuras/perfiles ligeros que incrementen la resistencia y rigidez, de forma sencilla, fiable y eficiente, de lo cual se deriva una reducción en su coste de fabricación.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

30 La presente invención se ha desarrollado con el fin de proporcionar un perfil estructural reforzado, una estructura reforzada y un método de fabricación que resuelva los inconvenientes anteriormente mencionados, aportando, además, otras ventajas adicionales que serán evidentes a partir de la descripción que se acompaña a continuación.

35

Es por tanto un objeto de la presente solicitud un perfil estructural reforzado, de configuración alargada, que comprende por lo menos una cavidad alargada dispuesta en la dirección longitudinal del perfil estructural, comprendiendo dicha cavidad una porción de material compuesto, presentando el perfil estructural una sección transversal mixta en la que dicha cavidad está dispuesta de modo que está desplazada por lo menos una distancia respecto al centroide de la sección transversal mixta de dicho perfil estructural.

En la presente solicitud se entenderá como sección transversal mixta, aquella que comprende el perfil y las cavidades con la porción de material compuesto.

Gracias a estas características se consigue un perfil estructural reforzado, en el que se emplean materiales compuestos únicamente en aquellas zonas donde aportan mayor rigidez al perfil estructural. En este perfil estructural, estos materiales compuestos se sitúan alejados del centroide de la sección del propio perfil estructural, y unidos entre sí por el propio perfil estructural. Considerando las diferentes densidades de los materiales compuestos y los metales, se consigue además un perfil estructural más ligero que por ejemplo uno macizo de metal.

A diferencia del estado de la técnica, como sería la pultrusión, el presente perfil estructural puede soportar esfuerzos cortantes de manera óptima, evitando las fisuras. En el caso de aplicar la presente invención a un perfil IPN, habría una cavidad en cada una de sus alas, en una posición lo más distante entre ellas para optimizar la rigidez. El alma del perfil IPN resistiría de forma óptima los esfuerzos cortantes evitando las fisuras, cosa que no sucede en la técnica de pultrusionado.

Por otro lado, el uso optimizado de materiales compuestos para reforzar perfiles estructurales, permite aprovecharse de sus excelentes propiedades mecánicas en aquellas partes del perfil donde son más valiosas, gracias por ejemplo a un módulo de Young específico superior al de un metal tal como el aluminio o un plástico técnico.

En cuanto al enrollado de filamentos del estado de la técnica, la presente invención puede aplicarse a una mayor variedad de formas, y no está limitada a perfiles convexos huecos (circulares u óvalos).

La presente invención tampoco requiere necesariamente un tratamiento superficial para conseguir un aspecto visual atractivo.

5 Otra ventaja adicional de la invención es que no implica rediseñar completamente un perfil ya existente, puesto que con pequeñas modificaciones se consiguen mejorar enormemente las propiedades mecánicas del perfil estructural resultante.

10 La distancia de separación entre la cavidad y el centroide de la sección transversal mixta ha de entenderse como una distancia de separación entre el centroide de la sección transversal mixta y el punto del perímetro de la cavidad más próximo a dicho centroide.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la porción de material compuesto puede comprender por lo menos alguno de los siguientes objetos: un elemento pultrusionado, una preforma tejida, o fibras secas.

15 Por su parte, el material compuesto puede comprender a su vez fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida u otras, las cuales optimizan las propiedades mecánicas del perfil estructural.

20 De manera ventajosa, el perfil estructural puede ser metálico a partir de aluminio extruible, dadas sus elevadas propiedades mecánicas en relación al peso. En una alternativa el perfil estructural puede estar hecho de material plástico técnico.

25 Según otro aspecto de la invención, la cavidad con la porción de material compuesto puede estar dispuesta a lo largo de toda la longitud del perfil estructural. Gracias a esta característica se consigue que toda la longitud del perfil estructural presente las propiedades mecánicas optimizadas.

30 En un ejemplo de la invención, el presente perfil estructural puede presentar alternativamente una configuración curvada a lo largo de su longitud. Esta configuración curvada está pensada para aplicaciones particulares donde así se requiera.

35 En otro ejemplo de la invención, el presente perfil estructural puede comprender por lo menos un par de cavidades con la porción de material compuesto, estando desplazadas las respectivas cavidades entre sí, por una distancia superior a las respectivas distancias

mínimas entre cada una de las cavidades y el centroide de la sección transversal mixta de dicho perfil estructural.

5 En una variante de la invención, la cavidad puede comprender por lo menos una ranura dispuesta en la dirección longitudinal del perfil estructural que comunica el interior de la cavidad con el exterior del perfil estructural.

10 Es también objeto de la presente invención, una estructura reforzada que comprende por lo menos un perfil estructural reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores. La utilización de perfiles estructurales permite la realización de geometrías complejas que permiten encajes a presión o atornillados entre diversas piezas estructurales. Además la estructura reforzada resultante presenta igualmente unas propiedades mecánicas mejoradas frente a las estructuras convencionales.

15 Un objeto adicional de la presente invención hace referencia a un método de fabricación de un perfil estructural reforzado según se ha descrito anteriormente y que comprende las siguientes etapas:

- 20 a) disponer un perfil estructural con al menos una cavidad alargada y posicionar unas fibras de material compuesto dentro de dicha cavidad empleada a modo de molde;
- b) curado de las fibras de material compuesto y de la matriz, de forma que se consigue unir permanentemente la porción al resto del perfil estructural.

25 Gracias a estas características, se consigue un método de fabricación sencillo y fiable de perfiles estructurales con propiedades mecánicas optimizadas frente al estado de la técnica, como sería la pultrusión y el enrollado de filamentos, evitando los inconvenientes citados anteriormente. Se consigue un producto fiable y sencillo como lo es un perfil estructural, pero que a su vez presenta zonas reforzadas que aportan propiedades mecánicas superiores a los perfiles convencionales sin los inconvenientes mencionados. El método

30 produce perfiles en los que la porción del material compuesto está perfectamente unida y encajada con el resto del perfil estructural, lo cual es de gran importancia para conseguir las propiedades mecánicas optimizadas del conjunto. Con el nuevo método, las propiedades mecánicas del perfil estructural en su conjunto, no dependerán exclusivamente de la orientación en la que estén dispuestas las fibras, ya que el propio perfil estructural provee

35 también capacidad portante.

De manera opcional, adicionalmente a la etapa b) se procede a un post-curado, para conseguir propiedades mecánicas mejoradas cuando así se requiera o los materiales de la porción lo permitan.

- 5 De manera preferida, la matriz empleada puede ser de tipo termoestable (“epoxi”, fenólica u otras), o bien termoplástica (PP, PA, PEEK u otras) u otra.

10 Cuando la matriz es termoestable, previamente a la etapa b) se procede a alimentar el interior de la cavidad con la matriz para poner en contacto las fibras de material compuesto con dicha matriz, curándose dicha matriz con las fibras de material compuesto en la etapa b). En este caso las fibras de material compuesto presentarán una sección transversal cuyas dimensiones sean ligeramente inferiores a la sección transversal de la cavidad para dar cabida a la matriz;

- 15 Para alimentar el interior de la cavidad con la matriz, se pueden infundir las fibras de material compuesto, succionando la matriz en el interior de la cavidad mediante la generación de vacío en dicha cavidad; al generar el vacío se evita así la creación de burbujas en el interior de la cavidad que podrían disminuir drásticamente las propiedades mecánicas en determinados puntos a lo largo de la longitud del perfil estructural.

20 La succión de la matriz se lleva a cabo preferentemente desde una abertura de la cavidad a otra, estas pueden ser los orificios de la cavidad en cada uno de los extremos opuestos del perfil estructural.

- 25 En otra alternativa para alimentar la matriz, previamente a la etapa b) se inyecta la matriz en la cavidad donde están dispuestas las fibras de material compuesto. En este caso, gracias a la presión ejercida también se evita la aparición de burbujas.

30 En el caso de que el perfil estructural presente una ranura que comunique el interior de la cavidad con el exterior, está previsto que se proceda a cerrar herméticamente y de forma reversible dicha ranura por lo menos en la etapa b). Así se consigue aportar o fundir la matriz en un molde cerrado, sin pérdidas.

Cuando las fibras de material compuesto están asociadas a una matriz termoplástica, en la etapa b) se funde el termoplástico encargado de cohesionar las fibras con el resto del perfil estructural, mediante la aplicación de calor.

- 5 Otras características y ventajas del perfil estructural reforzado, la estructura reforzada y el método de fabricación objetos de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1.- Es una vista de un diagrama de flujo de un método según la presente invención;

Figura 2.- Es una vista esquemática en perspectiva y seccionada de una primera realización del perfil estructural de acuerdo con la invención;

- 15 Figura 3.- Es una vista esquemática en perspectiva y seccionada de una segunda realización del perfil estructural de acuerdo con la invención; y

Figura 4.- Es una vista esquemática en perspectiva y seccionada de una tercera realización del perfil estructural de acuerdo con la invención;

20 DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

Tal como se muestra en las figuras adjuntas, se representan tres realizaciones del presente perfil estructural designado de forma general con la referencia numérica 1.

- 25 En las figuras 2-4 puede verse sendos ejemplos no limitativos de perfiles estructurales 1 reforzados, de configuración alargada. Será evidente que dichos perfiles estructurales 1 puedan adoptar otras secciones transversales, como cilíndricas, ovaladas, etc. dependiendo de los requisitos de cada proyecto.

- 30 El material preferido para realizar el perfil estructural sería de tipo metálico y más concretamente, sería un aluminio extruible de la serie 6000, dadas sus elevadas propiedades mecánicas en relación al peso y costes relativamente contenidos. No obstante, otros materiales pueden ser válidos, siempre y cuando la estructura resultante cumpla las especificaciones de resistencia mecánica y rigidez. Por esta razón, la utilización de

materiales relativamente asequibles como aluminios, aceros, aleaciones u otros metales debe ser también considerado.

5 De forma alternativa, el perfil estructural 1 también puede estar hecho de material plástico técnico. No se entrará en mayor detalle con el tipo de plástico técnico puesto que podrá ser cualquier disponible en el mercado y adecuado para el uso en la presente invención.

10 Continuando con las figuras 2-4, el perfil estructural 1 comprende por lo menos una cavidad 4 alargada dispuesta en la dirección longitudinal del perfil estructural 1. En los ejemplos mostrados en las figuras 2 y 3, hay provistas dos cavidades 4 y en el ejemplo de la figura 4, hay cuatro cavidades 4. En función de las necesidades puntuales de cada diseño, el experto en la materia podrá variar de manera evidente el número y la forma de las cavidades 4.

15 En cualquiera de los ejemplos mostrados, el perfil estructural 1 presenta ventajosamente una sección transversal en la que dichas cavidades 4 comprenden una porción 5 de material compuesto, presentando el perfil estructural 1 una sección transversal mixta en la que dicha cavidad 4 está dispuesta de modo que está desplazada por lo menos una distancia H1 respecto al centroide G de la sección transversal mixta de dicho perfil estructural 1.

20 En los casos ilustrados, se puede ver que el perfil estructural 1 comprende por lo menos un par de cavidades 4 con la porción 5 de material compuesto, estando desplazadas las respectivas cavidades 4 entre sí. Hay una separación entre cavidades 4 definida como distancia H superior a las respectivas distancias H1 entre cada una de las cavidades 4 y el centroide G de la sección transversal mixta de dicho perfil estructural 1. De forma preferida, 25 la separación mínima entre dos cavidades 4 puede ser la distancia mínima entre ellas, es decir, los respectivos puntos perimetrales de la cavidad vista en sección transversal del perfil estructural 1.

30 Esta porción 5 puede comprender por lo menos un elemento pultrusionado o por lo menos una preforma tejida. Alternativamente la porción 5 también puede comprender fibras secas. En cuanto al material compuesto, puede escogerse de entre fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida u otras, aunque en una realización preferida se emplean fibras de carbono, porque la fibra de carbono se plantea como el tipo de fibra cuyas propiedades mecánicas pueden optimizar en mayor grado el perfil estructural 1. No obstante,

aplicaciones con especificaciones particulares pueden requerir el uso de las fibras de vidrio, fibras de aramida u otras.

5 Como ya se ha mencionado, las figuras 2-4 representan tres realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención, particularmente puede verse que en todos los casos, el perfil estructural 1 comprende por lo menos un par de alas 3, 6, o dos pares como en la figura 4, que están unidas entre sí mediante un alma 2, o más como en la figura 4. De forma preferida cada una de las alas 3, 6 comprende una cavidad 4 con la porción 5 de material compuesto y la cavidad 4 con la porción 5 están dispuestos a lo largo de toda la longitud del perfil estructural 1, para mejorar así las propiedades mecánicas a lo largo de toda la longitud del perfil estructural 1. Cabe señalar que en las figuras 2-3 aparecen sendos perfiles estructurales 1 comerciales (figura 2 es un IPN) y en la figura 4 aparece un perfil estructural 1 adaptado a un uso particular.

15 Es evidente para el experto en la materia modificar el número de alas 3, 6, de almas 2 o cavidades 4 con porciones 5 de acuerdo a las necesidades particulares de cada caso. Por ejemplo en una misma ala 3, 6 se podrían disponer varias cavidades 4 y cada una con una longitud o porción 5 distintas. En las figuras adjuntas se han representado los perfiles longitudinales 1 con una distribución simétrica de las cavidades 4 y porciones 5, pero puede ser el caso de que el perfil estructural 1 presente una distribución no simétrica de las mismas.

25 De esta forma, la porción 5 está alejada del centroide G de la sección transversal mixta del perfil estructural 1. De hecho la cavidad 4 está dispuesta a una distancia mínima H1 del centroide G y hay una separación o distancia H entre las propias porciones. La distancia H1 se describe entre el centroide G y por ejemplo el punto más cercano del perímetro de la cavidad, visto en sección transversal.

30 En los diseños de perfiles estructurales 1 mostrados en las figuras adjuntas, se optimiza la utilización de la fibra de carbono, maximizando la rigidez del perfil estructural 1 resultante, cuya rigidez está intrínsecamente ligada a la distancia entre la cavidad 4 y el centroide G – distancia H1 en las figuras- y a la distancia H total máxima entre las cavidades 4 – cota H en las figuras 2-4. Se busca maximizar H y H1 para aumentar la rigidez del perfil estructural 1.

Al mismo tiempo el diseño resultante debe cumplir con los requisitos de paredes y radios mínimos asociados al método de fabricación escogido. Adicionalmente, y como es evidente, cálculos analíticos y mediante simulación deben ser realizados por el experto en la materia a fin de garantizar la idoneidad y durabilidad del perfil estructural 1 para cada aplicación particular (configuración, dimensiones, materiales, etc.), así como para garantizar una correcta unión entre los dos materiales, metal o plástico técnico y material compuesto.

En una realización adicional no mostrada, puede ser que el perfil estructural 1 presente una configuración curvada a lo largo de su longitud, de esta forma se puede adaptar a cualquier requisito geométrico de configuración.

En otro ejemplo no mostrado la cavidad 4 puede comprender por lo menos una ranura dispuesta en la dirección longitudinal del perfil estructural 1 que comunica el interior de la cavidad 4 con el exterior del perfil estructural 1. De esta forma una parte de la porción 5 de material compuesto podrá estar en contacto con el exterior del perfil estructural 1, lo cual demuestra una óptima capacidad de adaptación de la presente invención.

Con los perfiles estructurales definidos 1 anteriormente se puede conseguir una estructura reforzada (no mostrada) con unas propiedades mecánicas totales mejoradas, incluyendo un peso menor, gracias a la configuración más resistente y ligera de los perfiles estructurales 1 frente al estado de la técnica. Las aplicaciones y geometrías donde es aplicable la estructura reforzada son numerosas por la versatilidad de la misma.

Como ya se ha comentado, la presente invención permite la obtención de un perfil estructural 1 con propiedades mecánicas mejoradas, sin la necesidad de fabricar todo el perfil estructural 1 de material compuestos, optimizando el uso de dichos materiales. A continuación se desarrolla un caso práctico de justificación para un perfil estructural 1 sometido a flexión simple:

Se tiene en cuenta que la rigidez K de una viga (perfil estructural 1) con un primer extremo empotrado, depende de la carga P (fuerza) aplicada en el otro extremo libre, dividida entre la deformación (flexión en el caso de una viga). En el presente ejemplo se considera que por motivos de claridad, la carga P aplicada en el extremo libre es puntual.

De acuerdo con los conocimientos de un experto en la materia, se sabe que la flexión máxima f_{\max} en el extremo libre de la viga es:

$$f_{\max} = \frac{1}{3} \frac{P L^3}{E I} \quad (1)$$

5 siendo L la longitud total de la viga, E el módulo de Young de la viga e I el momento de inercia de la sección transversal de la viga.

Para conocer la rigidez K de la viga, simplemente se divide la carga P aplicada entre la flexión calculada mediante la fórmula anterior, es decir:

10

$$K = \frac{3 E I}{L^3} \quad (2)$$

De lo cual se deduce que cuanto mayor sea el producto $E I$ calculado para (1) y (2), mayor será la rigidez K de la viga.

15 En el presente caso, al tratarse de un perfil longitudinal 1 multimaterial, el cálculo analítico del momento de inercia I se lleva a cabo mediante el cálculo del momento de inercia I equivalente que pondera el momento de inercia particular de cada componente, en función de la relación de módulos de Young E de los distintos materiales para la sección transversal mixta (coeficiente de equivalencia mecánico entre los distintos materiales), de manera que el
 20 momento de inercia de las partes con mayor módulo de Young E adquiere un papel más relevante.

Con este ejemplo se justifica mecánicamente la adopción del presente perfil estructural 1. Las cavidades 4 con porciones 5 de material compuesto presentan un posicionamiento lo
 25 más alejado posible del centroide G de la sección transversal mixta, y respectivamente entre las propias cavidades 4, por lo que se tiende a maximizar H y H_1 . Esto maximiza a su vez el producto $E I$ de las cavidades 4 con porción 5 de material compuesto.

Las porciones 5 que comprenden material compuesto, presentan un módulo de Young E
 30 específico de magnitud superior al resto del perfil estructural 1, que está hecho preferentemente de materiales metálicos tales como aluminio o de plásticos técnicos.

Con todo ello se justifica las soluciones adoptadas por la presente invención para resolver eficazmente los inconvenientes del estado de la técnica. Se utilizan los materiales compuestos de forma óptima, en aquellos emplazamientos donde mejoran sustancialmente las propiedades mecánicas de los perfiles estructurales 1, evitando aquellos que no suponen una mejora sensible, por lo tanto disminuyendo la complejidad de fabricación y los costes asociados.

Para la fabricación de un perfil estructural 1 preferido según la invención (por ejemplo el IPN de la figura 2 realizado en aluminio con matriz termoestable) se siguen ventajosamente las siguientes etapas:

a) disponer un perfil estructural 1 con una cavidad 4 alargada y posicionar unas fibras de material compuesto dentro de dicha cavidad 4 que actuará ventajosamente a modo de molde; estas fibras podrán ser cualesquiera de las mencionadas anteriormente y en cualquiera de los formatos ya citados (elemento pultrusionado, preforma tejida o fibras secas). Para ello se introducirán las fibras por ejemplo por un extremo de la cavidad 4. Es evidente que dependiendo de los formatos, se tienen que elaborar previamente, pero al tratarse de métodos ya conocidos para el experto en la materia, no se entrará en mayor detalle. Esta etapa se representa en el recuadro 11 de la figura 1;

Previamente a la etapa b), se alimenta el interior de la cavidad 4 con una matriz para poner en contacto las fibras de material compuesto con dicha matriz. La matriz empleada es preferiblemente una matriz termoestable "epoxy", aunque también puede ser otro tipo de matriz termoestable ("fenólica" u otras), según se necesite; esta alimentación se representa en el recuadro 12 de la figura 1.

En esta alimentación se pueden seguir distintos modos de actuación, aunque principalmente se emplean la infusión y la inyección. En el caso de la infusión, se infunden las fibras de material compuesto, succionando la matriz al interior de la cavidad 4 mediante la generación de vacío en dicha cavidad 4. La succión de la matriz se lleva a cabo desde una abertura de la cavidad 4 a la otra situada por ejemplo en el otro extremo del perfil estructural 1 en forma de IPN.

En el caso de la inyección se inyecta la matriz en la cavidad 4 donde están dispuestas las fibras de material compuesto. La cantidad de presión vendrá determinada según el tipo de materiales empleados o la temperatura a la cual se lleva a cabo la operación.

5

En ambos casos se consigue que las fibras de material compuesto se empapen adecuadamente de matriz, evitando la aparición de imperfecciones que pudiesen reducir las propiedades mecánicas en alguna ubicación del perfil estructural 1.

10 b) curado de las fibras y matriz. Cuando la matriz es “epoxi”, se aplica una temperatura de curado igual o inferior a 170 °C; esta etapa se representa en el recuadro 13 de la figura 1;

c) post-curado opcional. Esta etapa se representa en el recuadro 14 de la figura 1.

15

Se ha de tener en cuenta que cuando el experto en la materia modifique el tipo de matriz o fibras, podrá variar las temperaturas para llevar a cabo las etapas b) y c).

20 La unión conseguida entre el perfil estructural 1, preferentemente metálico y la porción 5 es permanente y el proceso de fabricación se agiliza frente a los procesos de fabricación de elementos estructurales conocidos.

25 Volviendo al caso del perfil estructural 1 provisto de al menos una cavidad 4 con ranura, para llevar a cabo el método, se procede a cerrar herméticamente y de forma reversible dicha ranura por lo menos en la etapa b) y adicionalmente la c). De esta forma se evita cualquier fuga de matriz mientras se aplica la misma en la cavidad o se funde en la misma.

30 Cuando la matriz sea termoplástica (PP, PA, PEEK u otras) y esté vinculada a las fibras, en la etapa b) se funde el termoplástico encargado de cohesionar las fibras con el resto del perfil estructural, mediante la aplicación de calor. Ya no es necesaria la aplicación de matriz como en el caso explicado anteriormente de matriz termoestable, puesto que con la aplicación de calor los materiales termoplásticos se pueden fundir y posteriormente solidificarse al enfriarse, uniéndose solidariamente con el resto del perfil estructural 1.

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los materiales empleados en la fabricación del perfil estructural, estructura reforzada y el método de fabricación del mismo de la invención podrán ser convenientemente sustituidos por otros que no se aparten del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación.

5

REIVINDICACIONES

1. Perfil estructural (1) reforzado, de configuración alargada, caracterizado por el hecho de que comprende por lo menos una cavidad (4) alargada dispuesta en la dirección longitudinal del perfil estructural (1), comprendiendo dicha cavidad (4) una porción (5) de material compuesto, presentando el perfil estructural (1) una sección transversal mixta en la que dicha cavidad (4) está dispuesta de modo que está desplazada por lo menos una distancia (H1) respecto al centroide (G) de la sección transversal mixta de dicho perfil estructural (1).
2. Perfil estructural (1) reforzado según la reivindicación anterior, caracterizado por el hecho de que la porción (5) comprende por lo menos un elemento pultrusionado.
3. Perfil estructural (1) reforzado según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la porción (5) comprende por lo menos una preforma tejida.
4. Perfil estructural reforzado según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la porción (5) comprende fibras secas.
5. Perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el material compuesto comprende fibras de carbono, fibras de vidrio o fibras de aramida.
6. Perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el perfil estructural (1) es metálico.
7. Perfil estructural (1) reforzado según la reivindicación anterior, caracterizado por el hecho de que el perfil estructural (1) es de aluminio extruible.
8. Perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, caracterizado por el hecho de que el perfil estructural (1) está hecho de material plástico técnico.
9. Perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la cavidad (4) con la porción (5) de material compuesto está dispuesta a lo largo de toda la longitud del perfil estructural (1).

10. Perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el perfil estructural (1) presenta una configuración curvada a lo largo de su longitud.

5

11. Perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el perfil estructural (1) comprende por lo menos un par de cavidades (4) con la porción (5) de material compuesto, estando desplazadas las respectivas cavidades (4) entre sí, al menos por una distancia (H) superior a las respectivas distancias (H1) mínimas entre cada una de las cavidades (4) y el centroide (G) de la sección transversal mixta de dicho perfil estructural (1).

10

12. Perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la cavidad (4) comprende por lo menos una ranura dispuesta en la dirección longitudinal del perfil estructural (1) que comunica el interior de la cavidad (4) con el exterior del perfil estructural (1).

15

13. Estructura reforzada que comprende por lo menos un perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

20

14. Método de fabricación de un perfil estructural (1) reforzado según una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, caracterizado por el hecho de que comprende las etapas:

- a) disponer un perfil estructural (1) con al menos una cavidad (4) alargada y posicionar unas fibras de material compuesto dentro de dicha cavidad (4) empleada a modo de molde;
- b) curado de las fibras de material compuesto y de la matriz, de forma que la porción (5) queda permanentemente unida al resto del perfil estructural (1).

25

15. Método de fabricación de un perfil estructural según la reivindicación anterior, caracterizado por el hecho de que adicionalmente a la etapa b) se procede a un post-curado.

30

16. Método de fabricación de un perfil estructural según una cualquiera de las reivindicaciones 14-15, caracterizado por el hecho de que la matriz es de tipo termoestable.

35

17. Método de fabricación de un perfil estructural según una cualquiera de las reivindicaciones 14-15, caracterizado por el hecho de que la resina es de tipo termoplástico.
- 5 18. Método de fabricación de un perfil estructural según la reivindicación 16, caracterizado por el hecho de que, previamente a la etapa b) se procede a alimentar el interior de la cavidad (4) con una matriz para poner en contacto las fibras de material compuesto con dicha matriz, curándose dicha matriz con las fibras de material compuesto en la etapa b).
- 10 19. Método de fabricación de un perfil estructural según la reivindicación anterior, caracterizado por el hecho de que previamente a la etapa b) se alimenta la matriz a ser infundada, succionando la matriz al interior de la cavidad (4) mediante la generación de vacío en dicha cavidad (4).
- 15 20. Método de fabricación de un perfil estructural según la reivindicación anterior, caracterizado por el hecho de que la succión de la matriz se lleva a cabo desde una abertura de la cavidad (4) a otra.
- 20 21. Método de fabricación de un perfil estructural según la reivindicación 16, caracterizado por el hecho de que previamente a la etapa b) se alimenta la matriz inyectándola en la cavidad (4) donde están dispuestas las fibras de material compuesto.
- 25 22. Método de fabricación de un perfil estructural de la reivindicación 12 según una cualquiera de las reivindicaciones 14-21, caracterizado por el hecho de que se procede a cerrar herméticamente y de forma reversible dicha ranura por lo menos en la etapa b).
- 30 23. Método de fabricación de un perfil estructural según la reivindicación 17, caracterizado por el hecho de que, cuando las fibras de material compuesto están asociadas a una matriz termoplástica, en la etapa b) se funde el termoplástico encargado de cohesionar las fibras de material compuesto con el resto del perfil estructural, mediante la aplicación de calor.

FIG. 1

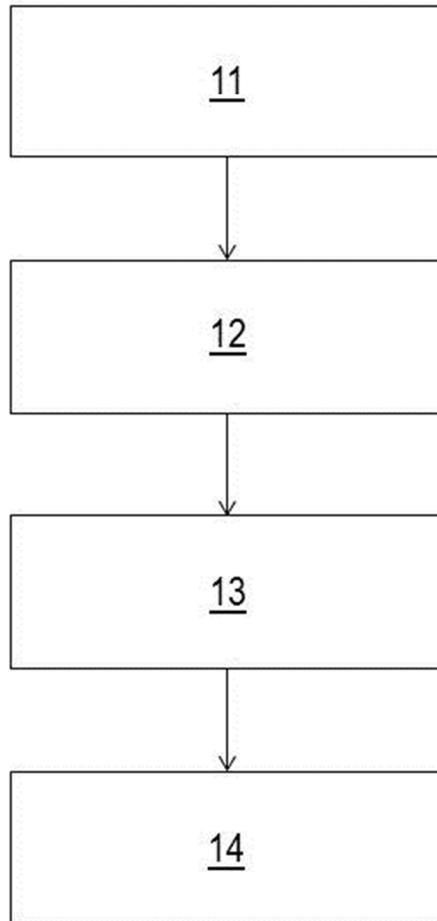


FIG. 2

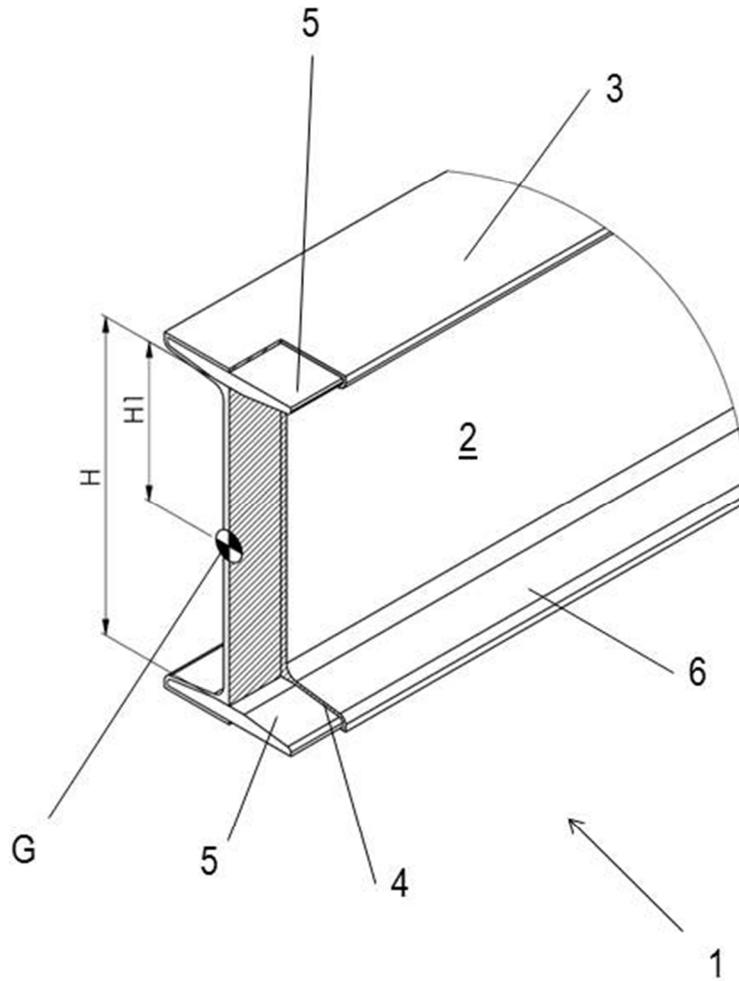


FIG. 3

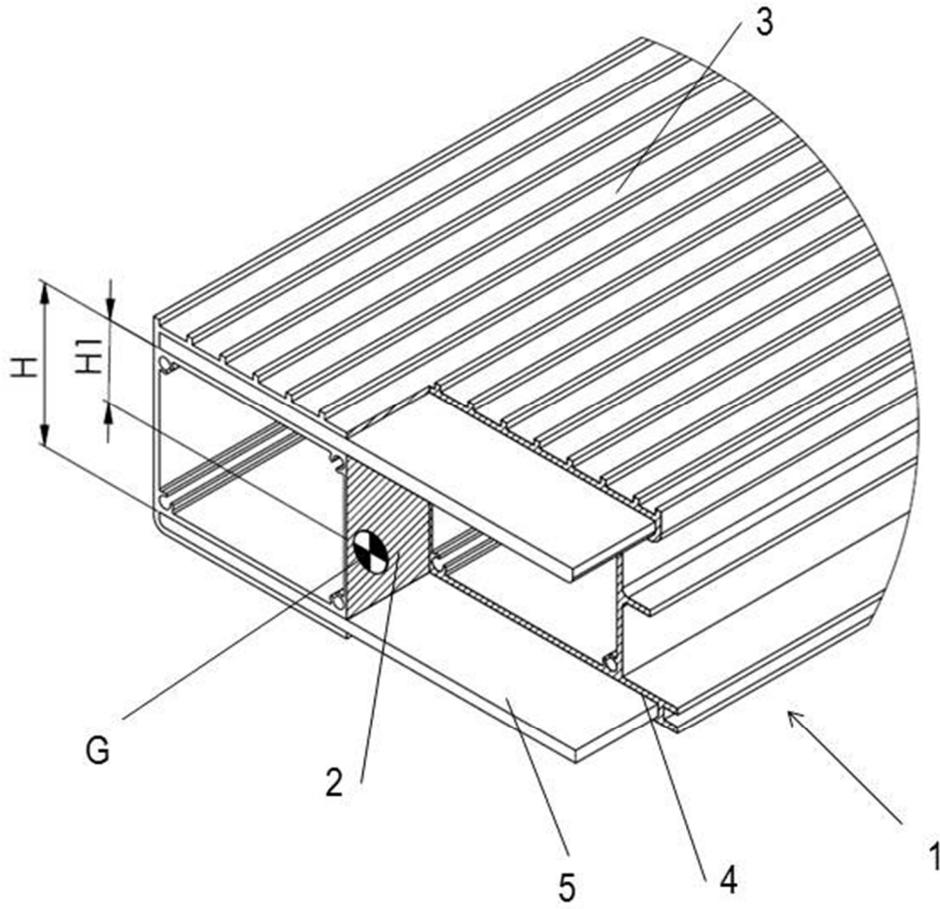
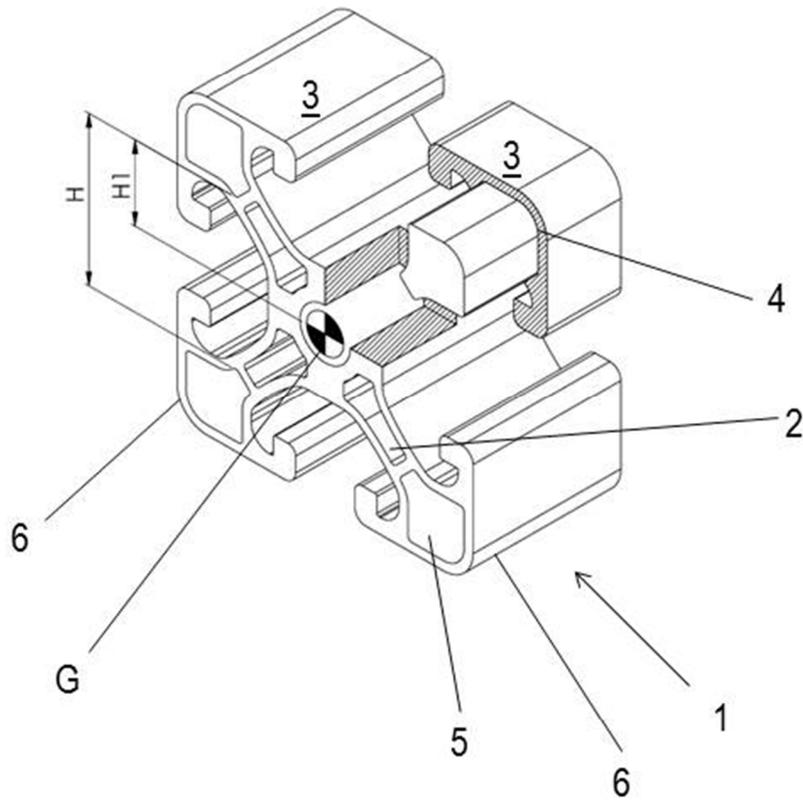


FIG. 4





- ②¹ N.º solicitud: 201531584
②² Fecha de presentación de la solicitud: 04.11.2015
③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤¹ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 3623203 A (HENSHAW JIM et al.) 30.11.1971, columna 3, reivindicaciones; figuras.	1-23
A	US 2010212710 A1 (ROEDER HEINZ) 26.08.2010, todo el documento.	1-23
A	WO 2010022204 A2 (CESTERNINO ANTHONY J) 25.02.2010, todo el documento.	1-23

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 n.º:

Fecha de realización del informe
26.02.2016

Examinador
A. Pérez Igualador

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

E04C3/29 (2006.01)
B29C70/00 (2006.01)
F16S3/00 (2006.01)

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

B29C, F16S, 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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 26.02.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2,3,8,12,13,17,22,23	SI
	Reivindicaciones 1,4-7,9-11,14-16,18-21	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-23	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 3623203 A (HENSHAW JIM et al.)	30.11.1971
D02	US 2010212710 A1 (ROEDER HEINZ)	26.08.2010
D03	WO 2010022204 A2 (CESTERNINO ANTHONY J)	25.02.2010

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 divulga un perfil estructural reforzado de configuración alargada que comprende al menos una cavidad alargada en la cual hay una porción de material compuesto formada por fibras alargadas cohesionadas por una matriz. En las figuras 2, 3 y 4 se ven diferentes modos de realización.

Este documento también divulga el método de fabricación, el cual consta de los siguientes pasos:

- fabricación del perfil metálico con una cavidad dispuesta longitudinalmente
- introducción de una pluralidad de filamentos (las fibras)
- llenado de dicha cavidad con resina curable
- curado in situ

Reivindicaciones 1ª-11ª referentes al perfil:

El objeto de las reivindicaciones 1ª, 4ª (fibras secas), 5ª, 6ª, 7ª, 9ª, 10ª, 11ª no es nuevo ya que está divulgado por el documento D01.

Los materiales empleados en el perfil de D01 están descritos en las columnas 3 y 4, y en la figura 2 está representado un perfil curvado.

Se considera que el empleo de un elemento pultrusionado o una preforma tejida en lugar de los filamentos (secos o preimpregnados) sería una alternativa al alcance del experto en la materia. Igualmente, el empleo de un material plástico técnico.

Por ello, el objeto de las reivindicaciones 2ª, 3ª y 8ª no implica actividad inventiva.

Reivindicaciones 14ª-23ª referentes al método de fabricación:

El objeto de la reivindicación 14ª está divulgado claramente por el documento D01 (reivindicación 1 del mismo).

El post-curado de la reivindicación 15ª también está en D01 (reivindicación 4 del mismo).

La matriz en D01 es termoestable (es resina epoxi, véase la columna 4), como la reivindicada en la 16ª.

La reivindicación 18ª también está anticipada ya que en D01 la resina se cura dentro del perfil juntamente con las fibras alargadas.

Las reivindicaciones 19ª, 20ª y 21ª referentes a la introducción de la matriz mediante succionado o inyectado también están anticipadas (líneas 30 a 42 de la columna 3).

Por todo ello, el objeto de las reivindicaciones 14ª, 15ª, 16ª, 18ª, 19ª, 20ª y 21ª no es nuevo.

El objeto de las reivindicaciones 17ª y 23ª donde en lugar de un termoestable se utiliza un termoplástico se considera carente de actividad inventiva ya que el experto en la materia ya conociendo la posibilidad de curar un termoestable in situ dentro del perfil podría hacer lo equivalente con un termo plástico.

Reivindicación 12ª

La ranura del perfil no parece tener una función específica ni un efecto sorprendente en las propiedades del perfil ni en su fabricación, por tanto se considera que es sólo un modo normal de acabado del perfil metálico.

Esta reivindicación carece de actividad inventiva.

Reivindicación 13ª

Se considera que una estructura reforzada que comprenda por lo menos un perfil conocido es igualmente conocida.

Esta reivindicación carece de actividad inventiva.

Reivindicación 22ª

El objeto de la reivindicación 22ª, cerrar la ranura en alguna etapa del proceso de fabricación, se considera un paso obvio del proceso en el caso de que el perfil tenga una ranura.

Esta reivindicación carece de actividad inventiva.

En conclusión, el objeto de las reivindicaciones 1ª, 4ª-7ª, 9ª-11ª, 12ª, 13ª, 14ª-16ª, 18ª-21ª no es nuevo, el objeto de las reivindicaciones 2ª, 3ª, 8ª, 12ª, 13ª, 17ª, 22ª y 23ª no implica actividad inventiva (arts. 4º, 6º y 8º de la Ley de Patentes 11/1986).