

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 877**

51 Int. Cl.:
E04H 12/12 (2006.01)
E04C 3/34 (2006.01)
E02D 5/30 (2006.01)
F16L 9/153 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06709340 .1**
96 Fecha de presentación: **17.02.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1869270**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.12.2007**

54 Título: **Procedimiento de refuerzo de una estructura tubular metálica**

30 Prioridad:
22.02.2005 FR 0501789

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.04.2012

73 Titular/es:
**SOLETANCHE FREYSSINET
133 BOULEVARD NATIONAL
92500 RUEIL MALMAISON, FR y
TDF**

72 Inventor/es:
**TOURNEUR, Christian;
ANTOINE, Marc;
ZIVANOVIC, Ivica;
AUTISSIER, Alain y
FAILLIE, Rolland**

74 Agente/Representante:
Veiga Serrano, Mikel

ES 2 378 877 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

Procedimiento de refuerzo de una estructura tubular metálica

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un procedimiento de refuerzo de una estructura tubular metálica en funcionamiento.

10 Una estructura tubular metálica de este tipo es por ejemplo del tipo de entramado de elementos tubulares. Consiste por tanto en una pluralidad de perfiles tubulares metálicos ensamblados entre sí.

La forma de la estructura tubular metálica está generalmente adaptada a su utilización. Así, puede formar un mástil que soporta antenas de transmisión de radio, para la difusión herciana concretamente, o bien una estructura *off-shore*, etc.

15 En cualquier caso, una estructura de este tipo está sometida a esfuerzos diversos. Tratándose de un mástil de transmisión de radio, por ejemplo, estos esfuerzos comprenden concretamente el efecto del peso de las antenas dispuestas sobre el mástil así como el efecto de acciones exteriores tales como el peso de la nieve, la presión del viento, los fenómenos sísmicos, etc.

20 Por tanto, las estructuras se dimensionan, desde el momento de su diseño, para soportar cargas de servicio y cargas accidentales, en función de los equipos instalados en estas estructuras, por ejemplo, varias antenas de un tipo encima de un mástil.

25 Las evoluciones tecnológicas y los apremios de explotación conducen a veces a sustituir los equipos utilizados por equipos diferentes o bien a añadir otros. Las cargas de explotación y la acción de las solicitaciones exteriores que actúan se ven entonces modificadas, lo que tiene como consecuencia que sea necesario reforzar la estructura in situ o sustituirla.

Estado de la técnica

30 Los métodos de refuerzo conocidos consisten en añadir o sustituir elementos de la estructura metálica in situ con objeto de aumentar las secciones de metal en las proporciones deseada para responder a las nuevas solicitaciones. Este modo de reestructuración es generalmente complejo, en particular en cuanto a los nudos de ensamblaje de la estructura. Implica además perturbaciones o incluso paradas de funcionamiento relacionadas con el desmontaje de los equipos instalados, por ejemplo, antenas, durante el periodo de intervención. Estas paradas son costosas y muy apremiantes para el técnico. Además, estos refuerzos modifican el aspecto exterior de la estructura y, por tanto, pueden necesitar una obtención previa de autorización de obras, susceptible de retrasar considerablemente la intervención.

40 El documento WO 2004/038106 da a conocer otro método de refuerzo de una estructura tubular metálica, en el que se coloca una capa metálica de refuerzo a distancia de una superficie interna de la estructura tubular de manera que se forma una cavidad entre dicha capa de refuerzo y la estructura tubular. Un material de plástico o polímero se inyecta en esta cavidad, de manera que tras su endurecimiento, se adhiere a la capa de refuerzo y a la superficie interna de la estructura tubular.

45 Una disposición de este tipo aporta un refuerzo a flexión a la estructura tubular metálica. En cambio, no mejora en modo alguno la resistencia a los esfuerzos de tracción y/o compresión que sin embargo son los más significativos en cuanto a una estructura de este tipo.

50 El documento AU 85 175/82 da a conocer un procedimiento de fabricación de una pértiga que comprende una vaina externa que, cuando se coloca horizontalmente en rotación, puede revestirse en su pared interna por un material cementoso. En cambio, no da a conocer, ni sugiere, reforzar una estructura tubular metálica ya en funcionamiento.

Objeto de la invención

55 Un objetivo de la presente invención es reforzar las estructuras tubulares metálicas a tracción y/o a compresión, al tiempo que se limitan los inconvenientes mencionados anteriormente.

Un objetivo más particular de la invención es reforzar las estructuras tubulares metálicas sin parada o perturbación de la explotación en la que participan estas estructuras.

60 Por tanto, la invención propone un procedimiento de refuerzo de una estructura tubular metálica en funcionamiento que comprende las etapas siguientes:

65 - introducir en el interior de la estructura tubular metálica en funcionamiento, una pluralidad de elementos sensiblemente lineales que tienen una resistencia a la tracción superior a un valor predeterminado; e

- inyectar un producto de relleno endurecible en el interior de la estructura tubular metálica en funcionamiento, de manera que el producto de relleno endurecible entra en contacto con una superficie interna de la estructura tubular metálica y reviste los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad.

5 La colocación, en el interior de la estructura, de los elementos sensiblemente lineales contribuye al refuerzo de la estructura a tracción. La inyección del producto de relleno endurecible permite además formar un compuesto monolítico adecuado para trabajar a tracción y a compresión. De este modo se aumenta la sección resistente de la estructura tubular y se tiene en cuenta la inercia. Además, este refuerzo interno de la estructura tubular metálica no modifica el aspecto exterior.

10 Según modos de realización particulares de la invención que pueden combinarse entre sí de todas las maneras concebibles:

15 - los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad comprenden varillas de carbono;

- los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad comprenden hilos y/o cables trenzados;

20 - la estructura tubular metálica se instala de manera que tiene un extremo inferior anclado y un extremo superior libre, y los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad se introducen a partir de dicho extremo superior libre de la estructura tubular metálica;

- los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad se introducen en el interior de la estructura tubular metálica de manera que forman un haz con una distribución geométrica predeterminada;

25 - los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad se introducen en el interior de la estructura tubular metálica por medio de aberturas respectivas de una malla unida a la estructura tubular metálica;

- los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad se anclan a la malla tras haberse introducido en el interior de la estructura tubular metálica;

30 - la estructura tubular metálica se instala de manera que tiene un extremo inferior anclado y un extremo superior libre, los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad se introducen además a partir de dicho extremo superior libre de la estructura tubular metálica por medio de aberturas respectivas de un lastre, estando distribuidas las aberturas del lastre de manera sensiblemente correspondiente a las aberturas de la malla; se hace descender el lastre, con ayuda de un hilo desnudo, desde la malla hacia el extremo inferior de la estructura tubular metálica tras haber anclado los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad en la malla;

- el producto de relleno endurecible comprende una lechada de cemento;

40 - el producto de relleno endurecible comprende un hormigón líquido de aglutinante mineral o sintético;

- el producto de relleno endurecible comprende una resina;

45 - un árido se fija en la periferia de los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad con ayuda de una resina antes de la introducción de dichos elementos sensiblemente lineales en el interior de la estructura tubular metálica;

- los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad comprenden relieves tales como estrías en su periferia;

50 - se enganchan hilos en al menos una parte de al menos algunos de los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad para reforzar adicionalmente partes correspondientes de la estructura tubular metálica.

Descripción de las figuras

55 Otras particularidades y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto en la descripción siguiente de ejemplos de realización no limitativos, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es un esquema que muestra una estructura tubular metálica reforzada según la invención, y

60 - la figura 2 es un esquema que muestra una parte de una varilla de carbono utilizada para reforzar una estructura tubular metálica según un modo de realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

65 La figura 1 muestra una estructura (1) tubular metálica reforzada según la invención. Esta estructura (1) se utiliza por ejemplo para formar un mástil que soporta, en su extremo superior, antenas de transmisión de radio, por ejemplo, para la difusión herciana, con el objetivo de emitir o de retransmitir emisiones de ondas radioeléctricas. Como alternativa, la

estructura (1) de la figura 1 puede formar parte de una estructura *off-shore*, es decir, utilizada en el mar. Una estructura de este tipo puede anclarse en su extremo inferior (no representado) por ejemplo en el suelo, mientras que su extremo superior, que puede verse en la figura 1, está libre.

5 La estructura (1) de la figura 1 comprende varios perfiles tubulares, de los que dos (1a, 1b) pueden verse en la figura. Estos perfiles forman tramos huecos soldados. Cada tramo puede tener, por ejemplo, una altura que va hasta una decena de metros aproximadamente. Los perfiles se ensamblian entre sí, in situ, mediante fijación de bridas (3a) de ensamblaje con ayuda de tornillos (3b) de fijación. Estas bridas constituyen puntos de debilidad de la estructura (1) que la invención pretende reforzar particularmente. Como variante, la estructura tubular metálica podría ser de una sola
10 pieza, en particular si su altura es pequeña.

El refuerzo de la estructura (1) tubular según la invención comprende la introducción, en el interior de la estructura (1), de una pluralidad de elementos sensiblemente lineales que tienen una resistencia a la tracción superior a un valor predeterminado. Este valor puede elegirse en función de las solicitaciones susceptibles de ejercerse sobre la estructura.
15 Por ejemplo, pueden utilizarse varillas (4) de material compuesto de fibras de carbono de pequeño diámetro, por ejemplo, alrededor de 6 mm. Estas varillas de carbono se introducen preferiblemente para extenderse según la longitud de la estructura tubular, tal como se ilustra en la figura 1. Se disponen ventajosamente en haz cuya resistencia y módulo de tracción son aproximadamente de 2400 MPa y 160 GPa.

20 Las varillas (4) de carbono tienen como ventaja que son flexibles y ligeras. Además, pueden enrollarse en una gran longitud y de este modo pueden transportarse fácilmente. Esto evita tener que realizar empalmes mediante manguitos. Además, las varillas de carbono permiten una puesta en práctica sencilla y manual en condiciones difíciles de trabajo en altura. Esta puesta en práctica se facilita concretamente por la rigidez y la ausencia de deformaciones remanentes tras el enrollado y desenrollado de las varillas de carbono.

25 Como variante, otros elementos lineales pueden utilizarse en lugar de varillas de carbono, tal como hilos, por ejemplo hilos de carbono en forma de fibras, o bien cables trenzados.

30 En el ejemplo ilustrado en la figura 1, las varillas (4) de carbono se introducen por ejemplo en el interior de la estructura (1) tubular, a partir de su extremo superior libre. Esta introducción se realiza ventajosamente de tal manera que las varillas, tras su introducción, forman un haz con una distribución geométrica predeterminada.

35 Esto se realiza, por ejemplo, con ayuda de una malla (6) unida al extremo superior libre de la estructura (1) tubular. Esta malla (6) está dotada de aberturas a través de las que las varillas (4) de carbono se introducen respectivamente en el interior de la estructura (1) tubular. De este modo se garantiza una ordenación de las varillas de carbono, que mantienen una determinada separación entre sí. Una vez introducidas las varillas de carbono en el interior de la estructura (1) tubular, se fijan ventajosamente las varillas (4) de carbono en la malla (6) con ayuda de anclajes (9).

40 Para conservar la distribución geométrica del haz de varillas (4) a distancia del extremo superior libre de la estructura (1) tubular, se dispone ventajosamente un lastre (7) perforado bajo la malla (6). El lastre (7) presenta la misma disposición de aberturas que la malla (6). Las varillas de carbono se introducen de este modo en el interior de la estructura (1) tubular por medio de aberturas respectivas de la malla (6) y de aberturas respectivas correspondientes del lastre (7) perforado. Una vez introducidas las varillas y eventualmente ancladas en la malla (6), entonces se hace descender el lastre (7) perforado en el interior de la estructura (1) tubular con ayuda de un hilo (8) desnudo, hasta la posición
45 representada en trazo discontinuo en la figura 1. La separación deseada entre las varillas (4) de carbono se respeta de este modo entre el extremo superior libre de la estructura (1) tubular y la posición final del lastre (7) perforado.

50 Se observa que las varillas (4) de carbono pueden introducirse en el interior de la estructura (1) tubular, unas tras otras, o bien simultáneamente en haz.

55 Se observa además que las varillas (4) de carbono, o cualquier otro elemento sensiblemente lineal utilizado en el refuerzo de la estructura tubular, podrían introducirse también en el interior de esta estructura a partir de su extremo inferior. Para ello, puede realizarse un orificio de pequeño diámetro en los largueros inferiores de la estructura para permitir la introducción de las varillas.

60 Una vez introducidas las varillas (4) de carbono en el interior de la estructura (1) tubular, se inyecta un producto de relleno endurecible en el interior de esta estructura, de manera que este producto entra en contacto con una superficie interna de la estructura (1) tubular y reviste las varillas (4) de carbono. En el modo de realización en el que debe respetarse una separación entre las varillas de carbono, se elegirá preferiblemente esta separación de manera que permita al producto de relleno penetrar entre las varillas y revestir de este modo completamente cada una de ellas.

65 El producto de relleno inyectado en el interior de la estructura (1) tubular es por ejemplo una lechada de cemento. Una lechada de este tipo debe inyectarse en un estado suficientemente fluido para llenar el espacio (2) interior de la estructura (1) tubular, garantizar un contacto de adherencia con la superficie interna de la estructura (1) tubular y revestir las varillas (4) de carbono. Tras su endurecimiento, la lechada de cemento obtiene una resistencia a la compresión de alrededor de 65 MPa a 28 días.

5 Un compuesto monolítico de este tipo, que incorpora las varillas, aumenta la sección resistente de la estructura (1) tubular y mejora de este modo ampliamente sus capacidades de resistencia a tracción y a compresión. La resistencia se aumenta incluso en los puntos de debilidad de la estructura, en particular, al nivel de las bridas (3a) de ensamblaje, puesto que el refuerzo que comprende las varillas de carbono incorporadas en la lechada de cemento se distribuye por toda la longitud de la estructura (1) tubular y atraviesa en particular estos puntos de debilidad.

10 Como variante, el producto de relleno endurecible inyectado en el interior de la estructura (1) tubular puede ser un hormigón líquido de aglutinante mineral, por ejemplo de ultrarrendimiento fibroso, o bien una lechada o un hormigón de aglutinante sintético. Puede tratarse igualmente de una resina de relleno.

15 La adherencia del producto de relleno en la superficie interna de la estructura (1) tubular puede mejorarse por ejemplo por efecto de zunchado o bien gracias a la presencia de cordones de soldadura y de rigidizadores internos en la estructura.

20 La figura 2 muestra una varilla (4) de carbono de la que una parte se ha untado con una resina (11). Esta resina es preferiblemente sintética. Puede tratarse, por ejemplo, de una resina epoxídica. Un depósito de árido (10) se ha colocado además sobre la resina epoxídica para adherirse a la varilla (4). Este árido puede comprender, por ejemplo, arena seca de aproximadamente 0,8 mm de calibre. La adherencia de la arena (10) a la varilla (4) de carbono se obtiene de este modo ventajosamente con ayuda de la resina de la misma naturaleza que la matriz del compuesto que rellena el interior de la estructura (1) tubular. La adherencia de la varilla (4) a la lechada de cemento aumenta por la interfase mineral de la arena y la rugosidad que proporciona en la periferia de la varilla.

25 De manera ventajosa, las varillas (4) de carbono pueden presentar además relieves tales como estrías en su periferia, con objeto de aumentar aún más la adherencia de forma a la lechada de cemento. En el caso en el que se introducen cables trenzados en la estructura tubular, en lugar de varillas de carbono, su superficie helicoidal permite tal adherencia de forma.

30 Según un modo de realización ventajoso de la invención, se enganchan hilos en partes de determinadas varillas (4) de carbono correspondientes a determinadas partes de la estructura (1) tubular que se desea reforzar en particular.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica caracterizado porque comprende las etapas siguientes:
- introducir en el interior de la estructura (1) tubular metálica en funcionamiento, una pluralidad de elementos (4) sensiblemente lineales que tienen una resistencia a la tracción superior a un valor predeterminado, e
 - inyectar un producto de relleno endurecible en el interior de la estructura tubular metálica en funcionamiento, de manera que el producto de relleno endurecible entra en contacto con una superficie interna de la estructura (1) tubular metálica en funcionamiento y reviste los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad.
- 10 2. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según la reivindicación 1, caracterizado porque los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad comprenden varillas de carbono.
- 15 3. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad comprenden hilos y/o cables trenzados.
- 20 4. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la estructura (1) tubular metálica se instala de manera que tiene un extremo inferior anclado y un extremo superior libre, y en el que los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad se introducen a partir de dicho extremo superior libre de la estructura tubular metálica.
- 25 5. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad se introducen en el interior de la estructura tubular metálica de manera que forman un haz con una distribución geométrica predeterminada.
- 30 6. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según la reivindicación 5, caracterizado porque los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad se introducen en el interior de la estructura (1) tubular metálica por medio de aberturas respectivas de una malla (6) unida a la estructura tubular metálica.
- 35 7. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según la reivindicación 6, caracterizado porque los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad se anclan a la malla (6) tras haberse introducido en el interior de la estructura (1) tubular metálica.
- 40 8. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según la reivindicación 7, caracterizado porque la estructura (1) tubular metálica se instala de manera que tiene un extremo inferior anclado y un extremo superior libre, en el que los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad se introducen además a partir de dicho extremo superior libre de la estructura tubular metálica por medio de aberturas respectivas de un lastre (7), estando distribuidas las aberturas del lastre de manera sensiblemente correspondiente a las aberturas de la malla (6), y en el que se hace descender el lastre, con ayuda de un hilo (8) desnudo, desde la malla hacia el extremo inferior de la estructura tubular metálica tras haber anclado los elementos sensiblemente lineales de dicha pluralidad en la malla.
- 45 9. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el producto de relleno endurecible comprende una lechada de cemento.
- 50 10. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el producto de relleno endurecible comprende un hormigón líquido de aglutinante mineral o sintético.
- 55 11. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el producto de relleno endurecible comprende una resina.
- 60 12. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un árido (10) se fija en la periferia de los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad con ayuda de una resina (11) antes de la introducción de dichos elementos sensiblemente lineales en el interior de la estructura (1) tubular metálica.
- 65 13. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad comprenden relieves tales como estrías en su periferia.
14. Procedimiento de refuerzo de una estructura (1) tubular metálica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se enganchan hilos en al menos una parte de al menos algunos de los elementos (4) sensiblemente lineales de dicha pluralidad para reforzar adicionalmente partes correspondientes de la estructura (1) tubular metálica.

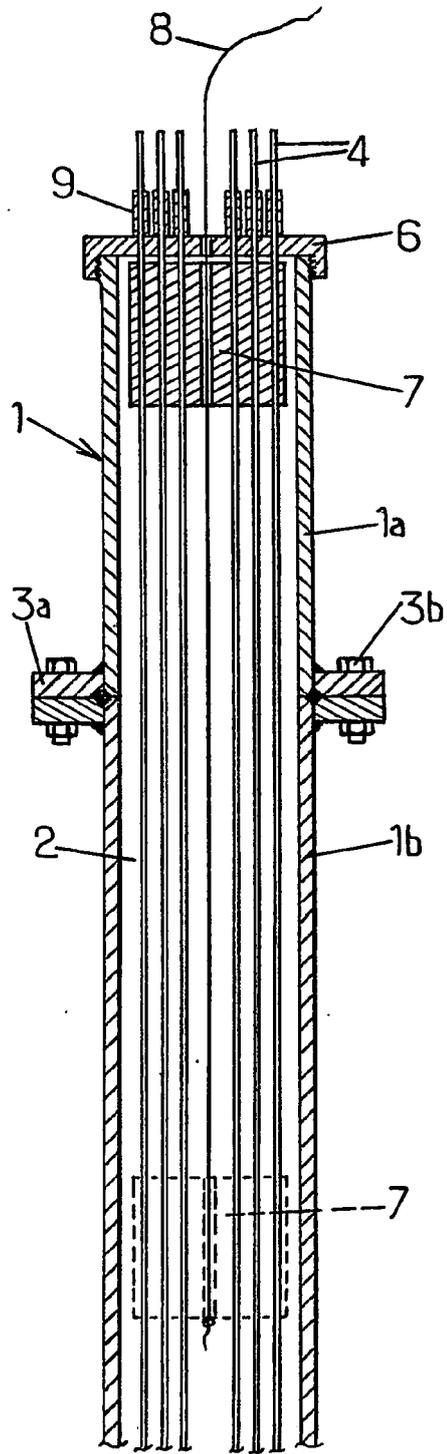


FIG.1.

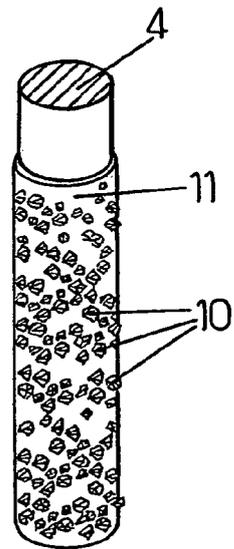


FIG.2.