

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 991**

21 Número de solicitud: 201730175

51 Int. Cl.:

E02D 27/52 (2006.01)

E02D 27/06 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

E02D 23/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

14.02.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.06.2017

71 Solicitantes:

BERENGUER INGENIEROS S.L. (100.0%)

C/ NURIA 36, 2.2

28034 MADRID ES

72 Inventor/es:

BERENGUER COBIAN, Jose

74 Agente/Representante:

CASTELLET I TORNE, Mari Angels

54 Título: **ESTRUCTURA MARÍTIMA PARA LA CIMENTACIÓN POR GRAVEDAD DE EDIFICACIONES,
INSTALACIONES Y AEROGENERADORES EN EL MEDIO MARINO**

ES 2 617 991 A1

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 991**

21 Número de solicitud: 201730175

57 Resumen:

Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones y aerogeneradores en el medio marino.

La estructura presenta grandes ventajas para su construcción, transporte, puesta en posición y operación, gracias a las novedades que introduce en su diseño frente a otros tipos existentes.

Consta de una base con forma triangular equilátera achaflanada, de altura suficiente para optimizar la navegabilidad, compuesta por una trama de paramentos verticales que forman celdas hexagonales o triangulares, que se cierran en sus extremos por una losa inferior y otra superior, y tres torres cerradas de sección hexagonal regular o circular, situadas en sus vértices.

La estructura es remolcable con el aerogenerador, o superestructura que soporta, completamente instalada, con bajo calado inicial, gran estabilidad naval y baja resistencia al desplazamiento. Su proceso de fondeo se realiza mediante el lastrado por gravedad de sus celdas con agua de mar, sin necesidad de ningún medio adicional, ni embarcaciones auxiliares de grandes capacidades, ni de elementos de flotación ajenos a la estructura en sí. Puede ser ubicada como cimentación de gravedad desde los 20, hasta los 50 metros de profundidad, y para su desmantelamiento puede ser reflotada para su traslado íntegro de nuevo a puerto.

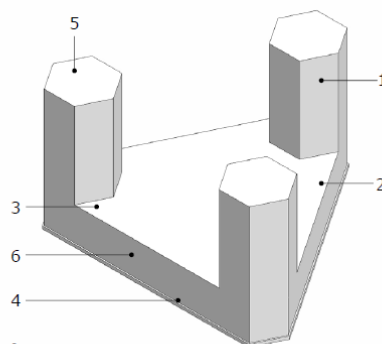


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones y aerogeneradores en el medio marino

OBJETO DE LA INVENCION

- 5 El objeto de la invención es una estructura de soporte por gravedad para la implantación de edificaciones, instalaciones y aerogeneradores en el medio acuático, marino, lacustre o fluvial, que presenta grandes ventajas para su construcción, transporte, puesta en posición y operación, gracias a las novedades que introduce en su diseño frente a otros tipos existentes.
- 10 Hay tres condicionantes fundamentales que afectan al coste de una instalación por gravedad de un aerogenerador offshore:
1. La dificultad de encontrar condiciones climáticas favorables para su remolque e instalación (ventanas de operatividad).
 2. La necesidad de emplear maquinaria especializada de elevado coste y escasa
15 disponibilidad.
 3. La cimentación sobre el fondo marino.

La estructura de cimentación propuesta mejora los tres aspectos anteriores reduciendo las incertidumbres que suelen presentarse en este tipo de implantaciones:

- 20 - Las condiciones marítimas en las cuales se pueden realizar todas las operaciones relativas a su instalación, son menos exigentes, por lo que aumentan notablemente las ventanas de operatividad tanto en su número como en su duración.
- La estructura por su sencillez y bajo calado se puede fabricar en una gran cantidad de puertos, lo que disminuye las distancias de navegación y aumenta el número de ventanas.
- 25 - El aerogenerador puede ser trasladado conjuntamente con la cimentación, completamente instalado, por lo que no requiere ningún tipo de embarcación especial ni de grúa heavylift que realice operaciones “off-shore”.
- Su traslado por flotación empleando únicamente remolcadores convencionales, se realiza con gran seguridad, ya que el conjunto se ha diseñado para presentar una

elevada altura metacéntrica, alto periodo natural de oscilación y un centro de gravedad muy bajo (prácticamente a la altura del nivel del mar). Con estas características, el aerogenerador presenta movimientos amortiguados y bajas aceleraciones.

- 5 - El proceso de lastrado de la cimentación se realiza de una forma ágil y rápida introduciendo agua en su interior, sin necesidad de acoplarle ningún tipo de sistema de flotación auxiliar que la estabilice.
- 10 - Al lastrarse sólo con agua, genera unas presiones sobre el fondo marino reducidas, aumentando el rango de posibles condiciones geotécnicas naturales de implantación y abaratando su coste.

Otras características básicas que presenta son:

- Opone mínima resistencia y baja resonancia a las acciones de las corrientes y oleaje, siendo muy reducida la superficie de oposición, sobre todo en su parte emergida.
- 15 - Capacidad de resistencia a las presiones y acciones dinámicas del mar.
- Capacidad para trasladar las edificaciones, instalaciones o aerogeneradores completamente instalados y resistir las solicitaciones transmitidas en las fases de construcción, transporte, puesta en posición y operación.
- Gran estabilidad naval y bajo calado para su transporte marítimo.
- 20 - Capacidad para albergar en su interior instalaciones, servicios y depósitos de apoyo a las estructuras que sustenta.

La estructura se compone de dos grandes bloques (ver figuras 1 y 2):

- **La base** (ó zócalo), es el elemento principal de la estructura que sirve de soporte a unas torres situadas en sus vértices y, en ocasiones, a una superestructura como en el caso de los aerogeneradores que se dispondrían en su parte central. Aporta la flotabilidad fundamental de la estructura para que se pueda realizar su traslado mediante remolcado, y en su fase de servicio se rellenará con lastre de agua de mar para quedar sumergida y apoyada sobre el fondo marino, con o sin banqueta realizada a estos efectos.

- **Las torres**, que debido al aumento de Inercia a la superficie de flotación que aportan, sirven para dar la gran estabilidad naval durante el traslado de la estructura, y en ocasiones también pueden hacer de soporte para edificaciones, instalaciones o aerogeneradores. Pueden tener una particiones interiores que las rigidicen, o por el contrario, estar huecas total o parcialmente para poder albergar muy diversos tipos de equipos (ver figura 3).

Una vez apoyada la estructura en el fondo marino, las torres al igual que la base, serán lastradas con agua de mar. Éstas constituyen así unos eficaces contrapesos que darán una excepcional estabilidad a la cimentación en su fase de servicio. Normalmente quedarán completamente sumergidas (ver figura 4), salvo cuando se trate de cimentación a bajas profundidades, donde emergerán pudiendo sustentar edificaciones o instalaciones.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Normalmente las cimentaciones para estructuras apoyadas en el fondo marino del tipo de aerogeneradores, otros elementos para obtención de energías marinas o pequeñas plataformas para la investigación, o bien se apoyan directamente en el fondo por gravedad, o bien se fijan en él mediante monopilotes, trípodes o jackets. Hasta hace poco tiempo, las soluciones de gravedad sólo eran empleadas en bajas profundidades, y por encima de los 30 m se ya sólo se planteaban soluciones de tipo monopilote, pero muy al límite de sus posibilidades. Los trípodes y jackets se disponían normalmente en profundidades de hasta 50 ó 60 m. A profundidades mayores siempre hay que ir a soluciones flotantes.

En la actualidad, con el aumento de potencia de los aerogeneradores y las mayores profundidades a las que se cimentan, existe una clara tendencia a usar bases de gravedad en profundidades intermedias (30-60 m), debido a su menor coste (instalación y mantenimiento) y mayor durabilidad.

Las Estructuras de Gravedad (GBS) son estructuras de soporte que se mantienen fijas en su lugar de colocación gracias a su propio peso. Generalmente están construidas de hormigón reforzado con acero que contiene una serie de células o espacios libres internos que permiten controlar la flotación hasta su lugar de colocación.

En España se ha desarrollado profusamente la tecnología de cajones portuarios para la construcción de diques y muelles. Se trata de estructuras de gravedad, fabricadas en dique flotante (normalmente llamado "cajonero"), que son transportadas por flotación hasta su

lugar de servicio. Son grandes estructuras de hormigón armado, normalmente paralelepípedicas, cuyo interior está compuesto por una serie de paramentos verticales que forman células de aligeramiento y que dotan al conjunto su capacidad de flotación. Su construcción es muy versátil, mediante la técnica de encofrado deslizante, que permite una
5 producción continua muy eficaz, y una puesta en flotación directa según se construye.

En los cajones se distinguen las siguientes partes: solera, fuste y zapatas. La solera es una losa maciza de hormigón armado habitualmente de forma rectangular con espesor uniforme entre 0,40 m y 1,20 m, el fuste es un prisma recto con aligeramientos en toda su altura y las zapatas son las zonas voladas de la solera respecto al fuste.

10 Los cajones presentan una serie de condicionantes constructivos que pueden limitar sus dimensiones como son las características de las infraestructuras donde se construyen, esto es, por los calados de los muelles y de los canales de navegación así como las características de las instalaciones donde se construyen, que limitan la eslora, la manga y el puntal de los cajones.

15 El cajón portuario queda emergido en su posición de servicio y no pierde cubierta en ninguna fase durante el fondeo, con lo cual evita fases críticas, especialmente en el hundimiento. El gran inconveniente es su empleo de modo aislado, donde las cargas de oleaje aumentan enormemente porque el oleaje impacta directamente sobre toda su superficie lateral. Este aumento de cargas solicitantes lleva también aparejado un importante
20 aumento de los materiales (hormigón, acero y relleno), con objeto de darle estabilidad frente a dichas cargas.

La patente con número WO2009130343 describe una cimentación de gravedad para aerogeneradores offshore, basada en un cajón portuario. Presenta las ventajas de la presente invención de ser transportable por flotación (aunque sin poder llevar el
25 aerogenerador completamente instalado), y permitir su fondeo sin medios auxiliares especiales de sustentación por no perder cubierta en ningún momento y permanecer su parte superior completamente emergida en su posición de servicio. Al presentar una gran superficie de oposición al oleaje, se produce un incremento importantísimo de las cargas. Esto supone un elevado incremento del coste y en cualquier caso, imposibilita ir a
30 profundidades mayores de 30 m. Por el contrario, la cimentación de gravedad propuesta, queda completamente sumergida en su fase de servicio ofreciendo baja resistencia a las acciones del oleaje. Tan sólo cuando se instala a bajas profundidades (15-25 m), pueden emerger las torres dispuestas en los vértices (nunca el zócalo), pero siempre ofreciendo muy baja resistencia.

Existen muchos diseños y tipos de cimentaciones de gravedad (GBS) empleadas para el soporte de aerogeneradores marinos. El documento del Carbon Trust, "Offshore wind industry review of GBSs" de noviembre de 2015, describe una interesante clasificación:

1. Por el medio de traslado:

5 - TRANSPORTADAS POR ALGÚN TIPO DE EMBARCACIÓN

Se pueden distinguir las transportadas a bordo embarcaciones convencionales que se fondearán con el sostenimiento por un medio de elevación y otras que emplean estructuras flotantes auxiliares diseñadas expresamente para el traslado y fondeo de las cimentaciones.

10 Por ejemplo, y siendo ésta una de las cimentaciones más ventajosas de este tipo, la patente con número WO2014124737 describe una cimentación de gravedad para aerogeneradores offshore, que por su configuración no puede ser transportada por flotación. Para su instalación se ha diseñado una estructura flotante reutilizable (una embarcación realizada "ad hoc") que denominan "STRABAG Carrier" y que permite
15 su transporte e instalación, con el aerogenerador completamente instalado. Una vez posicionado, se han de lastrar las celdas superiores con lastre sólido para poder responder a las acciones del oleaje y viento.

Por el contrario, la estructura propuesta, se traslada por propia flotación, sin necesidad de ningún tipo de embarcación y además por su innovador diseño y
20 distribución de masas, con el centro de gravedad mucho más bajo (incluso por debajo del nivel del mar). Una vez instalado, por la disposición de las torres situadas en los vértices que quedan completamente sumergidas al lastrarse con agua, permiten soportar las acciones de mayores aerogeneradores.

- TRANSPORTADAS POR FLOTACIÓN PROPIA MEDIANTE REMOLCADORES

25 Son las cimentaciones que por su propia configuración, flotan antes de su lastrado y pueden ser trasladadas a su lugar de servicio mediante el tiro de remolcadores convencionales. Se pueden distinguir dos tipos bien diferenciados:

a) FONDEABLES CON SISTEMAS DE FLOTACIÓN AUXILIARES

30 Requieren un elemento de auxiliar de flotación que aporte a la estructura la estabilidad suficiente ($GM > 1$) durante su fondeo o hundimiento. La patente con número FR2887900, describe una cimentación de gravedad remolcable mediante la fijación a la estructura de al menos dos tanques desmontables de flotación con

forma de caja alargada verticalmente, que sobresalen sobre la superficie del agua cuando la cimentación toca el fondo marino. Posteriormente son desmontados para su reutilización. La estructura tiene que ser fondeada con lastre sólido y agua para posibilitar el proceso y soportar las acciones del viento y el oleaje. Por el contrario, la cimentación propuesta, tiene unas torres fijas de hormigón en los vértices de la base que resuelve el problema de una forma mucho más eficaz. En el remolque, dan mayor estabilidad fundamentalmente porque por su peso, descienden notablemente más el centro de gravedad. Por su constitución son mucho más seguras frente a las acciones del oleaje e impactos. No necesitan sobresalir cuando la estructura toca el fondo, porque así lo permite la posición del centro de gravedad bajo, no necesitando torres más altas para fondear a mayores profundidades. Y finalmente, no necesita lastre sólido ni para el fondeo ni para la fase de servicio, puesto que el peso que aportan las torres dispuestas en los vértices de la estructura genera un momento estabilizador muy superior al que produce un lastre sólido dispuesto en torno al centro de la estructura.

b) AUTOFONDEABLES

Son aquellas que, por su propio diseño, tienen la estabilidad necesaria durante todas las fases de su instalación. Este caso, con mucha diferencia es el más favorable, especialmente por simplificar enormemente el proceso de fondeo y maximizar las ventanas de operatividad por no precisar medios auxiliares escasos y costosos. La estructura marítima propuesta, es autofondeable, y a diferencia del resto del mercado como se ve en la siguiente clasificación, la única que lo puede hacer con el aerogenerador completamente instalado y bajo calado en el remolque.

2. Por la forma de llevar el aerogenerador hasta el lugar de servicio:

- REMOLCANDO SÓLO LA CIMENTACIÓN

Son las soluciones cuyo soporte flotante no tiene la suficiente capacidad para transportar el aerogenerador y necesitan ser remolcadas por separado, y posteriormente ya fondeadas en el lugar de servicio, se les incorpora el fuste, góndola y rotor, mediante el empleo grúas "heavylift" flotantes o en "jackup", de alto coste y escasa disponibilidad. Tal es el caso de las patentes número WO2009154472, EP2559814, EP2930273, WO2016156624, WO2016016481 y ES2593263, que son cimentaciones de gravedad que han de remolcarse sin el aerogenerador. Todas ellas, sin embargo, han sido diseñadas de un modo u otro

para ser capaces de ser fondeadas sin el empleo de flotadores u otros medios auxiliares. Para ello, necesitan todas, el empleo de lastre sólido (con mayor o menor dificultad en su introducción y retirada) y una altura de cajón del orden del doble del de la presente invención. Esto supone una gran dificultad en el proceso de reflotación, y la imposibilidad de ubicación en bajas profundidades, a diferencia de la estructura propuesta que es fácilmente reflotable (al tener solamente agua) y es, por su configuración, ubicable tanto en bajas y altas profundidades. Además también soportaría mucho mayores acciones de oleaje y viento que ellas.

- REMOLCANDO AEROGENERADOR Y CIMENTACIÓN DE FORMA INTEGRADA

Son las que tienen un soporte flotante con suficiente capacidad para transportar el aerogenerador completo, con bajas aceleraciones y con alta seguridad durante el remolque y fondeo. Por tanto, todas las operaciones de montaje se realizan con gran seguridad en tierra o bajo abrigo, reduciendo notablemente los elevados costes de la instalación "offshore". No hay muchas patentes que se atrevan a transportar el aerogenerador íntegro por flotación sin el empleo de algún tipo de embarcación como la citada anteriormente número WO2014124737. La patente número ES2415058 describe un procedimiento de instalación en el cual el aerogenerador va completo, pero con el fuste replegado con los tramos que lo componen dispuestos de forma telescópica. Este mecanismo posibilita la bajada del centro de gravedad sin aumentar el puntal del cajón que lo soporta, y por tanto, sin aumentar el calado del conjunto. Por otra parte, requiere estructuras auxiliares de flotabilidad positiva que le permitan realizar el proceso de fondeo y necesita rellenarse con lastre sólido para afrontar las acciones de su fase de servicio. No obstante la invención propuesta en este documento, debido a su configuración y mayor masa, a pesar de llevar el aerogenerador en toda su altura, permite tener el centro de gravedad prácticamente al nivel de la superficie del agua y desplazarse con mayor seguridad, especialmente a grandes escoras.

La patente WO2010019050 describe una cimentación por gravedad para aerogeneradores marinos que pueden ir completamente instalados durante el proceso de remolque y que no necesita medios auxiliares para su fondeo. Se trata de un gran fuste troncocónico, que si bien, en el proceso de construcción de la base puede tener bajo calado, en el momento que se le incorpora el aerogenerador, hay que lastrarla con lastre sólido y agua para descender espectacularmente el centro de gravedad, hasta tener un enorme calado (del orden de 25-30 m) que posibilite su

estabilidad. Este es un grandísimo inconveniente porque limita enormemente el número de lugares donde se puede ensamblar o desensamblar, y es precisamente el bajo calado de remolque uno de las características fundamentales que presenta la invención propuesta.

5 Existen otras soluciones de bajo calado en el mercado del tipo de la de Sea Breeze de Ocean Resource, formadas por un zócalo de gran superficie y poco canto, cuyo comportamiento por flotación es similar al de una balsa, muy difícil de volcar pero con un movimiento muy elevado que es muy similar al de las olas sobre las que flota. Si bien estas soluciones pueden ser remolcadas con el aerogenerador instalado, por su
10 excesiva altura metacéntrica y elevado centro de gravedad le pueden provocar grandes aceleraciones, peligrosas para su integridad. También tendrán baja estabilidad a altas escoras y cargas descompensadas debido a los embarques de agua durante el remolque que se producen sobre la cubierta de la base. Por el contrario, la cimentación propuesta, tiene como otro pilar fundamental de su diseño,
15 la total seguridad del aerogenerador. Mediante una configuración de la estructura con un gran periodo de oscilación natural, un gran descenso del centro de gravedad y una configuración de cubierta que la permite ir sumergida en el proceso de remolque, es posible una gran disminución de sus aceleraciones horizontales y verticales. La base y las torres se han dimensionado para que no exista ningún tipo
20 de resonancia con las frecuencias de las acciones exteriores (oleaje, viento y corrientes) y que los movimientos que aun así se produzcan, especialmente el de alzada, que es el que debe estar más restringido, se amortigüen mediante los mecanismos antes descritos. Además en el remolque no se producen embarques de agua sobre la cubierta, bastante habituales en el resto de soluciones, y que producen
25 acciones puntuales sobre los remolcadores bastante indeseables.

La estructura marítima para cimentación por gravedad objeto de este documento, por tanto, es la única del mercado actual que se engloba en estas clasificaciones siempre en el apartado más favorable: es transportable por flotación mediante remolcadores, es autofondeable, con una puesta en servicio sin empleo de medios auxiliares, y se puede
30 remolcar cimentación y aerogenerador de forma integrada y completamente instalado con gran seguridad. Además presenta bajo calado inicial, es fácilmente reflotable y tiene mucha más versatilidad que el resto en cuanto a profundidades de implantación puesto que puede ser ubicada desde los 20 hasta los 50 m.

Otra importante diferencia sobre el mercado y en concreto en la mayor parte de las patentes citadas, es su simplicidad. No existen mecanismos de enganche y desenganche de elementos o flotadores, no existen conducciones para el lastrado ni tapas retirables, no hay elementos móviles o telescópicos que en algún momento se puedan averiar y comprometer la seguridad del aerogenerador. El casco de flotación (el zócalo), está realizado en hormigón armado en una pieza (sin ningún tipo de juntas entre elementos prefabricados) y con un espesor de al menos 50 cm. Esto le confiere una gran seguridad frente a impactos, gran resistencia a la fatiga debidas a las cargas cíclicas del oleaje y por tanto una gran vida útil de la estructura.

- 5
- 10 Se ha de destacar que la configuración de un zócalo con tres torres perimetrales, es bastante habitual en las estructuras que soportan aerogeneradores flotantes, sin embargo, no hay ninguna de gravedad con esta tipología, salvo la presente. Precisamente este es uno de los puntos fuertes de la invención, donde se han diseñado una torres tales que permitiendo aumentar al máximo la seguridad del transporte del aerogenerador
- 15 completamente instalado, también permiten un fondeo de alta estabilidad y de máxima simplicidad. La capacidad de respuesta a las acciones del oleaje y viento en la fase de servicio es muy superior a ninguna otra, permitiendo soportar con seguridad los más grandes aerogeneradores (8 Mw, 10 Mw o superiores).

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 20 Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones o aerogeneradores, constituida por una base de forma triangular, de altura suficiente para optimizar su navegabilidad y que constituye el zócalo de apoyo sobre el fondo marino y tres columnas cerradas, que se disponen en sus vértices, que durante el remolque sirven para aportar estabilidad naval, y en su fase de servicio estabilidad frente al vuelco. Cuando las
- 25 condiciones de carga lo requieran, la base de las torres se podrá reforzar elevando una alineación de los módulos triangulares de la base circundante a ellas, mejorando así su resistencia estructural e inercia del área de flotación (ver figuras 5 y 6).

- Está constituida pues, por dos componentes fundamentales: un cajón celular de base triangular equilátera, troncada en los vértices, y tres columnas de sección hexagonal regular
- 30 (ver figuras 7, 8, 9 y 10). Las columnas pueden ser construidas mediante piezas prefabricadas, en cuyo caso su sección podría ser circular.

Para su definición, se ha tomado como base el parámetro "A", que es la distancia a ejes que hay entre dos nodos consecutivos de la trama triangular en la que se basa. Este valor es

variable para poder adaptarse a geometría de la superestructura que soporta. También es variable el número de particiones triangulares o hexagonales interiores. Para describir la estructura, partiremos de un ejemplo con siete particiones de lado (7A), pero no es indicativo de que no pueda tener más o menos.

- 5 Los espesores de los paramentos verticales interiores (E1) y exteriores (E2), así como los espesores de losa inferior (LI), su ancho de tacón (T), o de losa superior (LS), dependen de las condiciones a las que se va a someter el cajón.

Las características de sus componentes son las siguientes:

1. La base triangular

- 10 La base está compuesta por un cajón celular, de celdas triangulares o hexagonales, que sirve de apoyo a las torres y superestructura, y para transmitir toda su carga hacia el fondo marino. En planta, es un triángulo equilátero truncado que resulta ser un hexágono irregular de 3 lados mayores de 7A de longitud y tres menores, o chaflanes, de 1A. El conjunto queda inscrito aproximadamente en un cuadrado de 8A de lado.

- 15 Esta estructura se compone múltiples celdas triangulares o hexagonales que están provistas de sistemas de comunicación entre ellas, dotadas de dispositivos para el vaciado y llenado que permiten la regulación del nivel de lastrado para su fondeo y reflotación. Además, este entramado de celdas constituye, a los efectos, un doble casco de seguridad de la cimentación. Cualquier vía de agua que se produjera en cualquier lugar de su superficie exterior quedaría detenida inundando tan sólo una celda perimetral, siendo este sobrepeso prácticamente insignificante para la masa total.

- 20 La base tiene una altura total aproximada de 1.33 A, que ha sido calculada para optimizar su calado, flotabilidad, navegabilidad y fondeo, pero es un valor que se ha de ajustar para adaptarse a las condiciones específicas de cada aplicación concreta. Está cerrada inferior y superiormente, por medio de losas de hormigón armado.

- 25 Como es habitual en los cajones marítimos, los espesores de los paramentos exteriores, y los que son prolongación del fuste de la torre, son mayores que los de los paramentos interiores, pero en cualquier caso, serán para cada configuración los necesarios para soportar las acciones a los que va a ser sometida la estructura.

En caso de que la estructura de cimentación sirva de soporte para un aerogenerador, su celda hexagonal central podrá ser circular para poder acoger más eficientemente la virola de cimentación o jaula de pernos que transmite las acciones de la torre a la base. También puede haber alguna modificación de la trama triangular, transformándola localmente en radial para favorecer igualmente una transmisión de esfuerzos más eficiente.

2. Las torres

En los vértices de la base triangular nacen tres torres de sección hexagonal o circular (si son prefabricadas). Las paredes exteriores de las torres son una prolongación vertical de los paramentos que constituyen los hexágonos que se forman en los vértices de la base, con un ancho de $1.73A$ y una altura que se estimará para las necesidades de cada caso. En su interior puede haber o no particiones interiores dependiendo de las cargas específicas a las que sea sometida. En su parte superior, también van cerradas con una losa de hormigón.

El sistema constructivo del zócalo triangular se basa en la tecnología similar a la desarrollada para la fabricación de cajones portuarios se ejecutara en dique flotante o dique seco, tanto con encofrados convencionales como trepantes o deslizantes. Este sistema permite disponer de un casco de flotación integral realizado sin ningún tipo de juntas entre elementos, que le confiere gran resistencia a la fatiga frente a las acciones marinas y por tanto una gran seguridad y larga vida útil. Los paramentos interiores de la base, por el contrario, si pueden estar constituidos por elementos prefabricados ya que no comprometen la seguridad naval del conjunto y sus uniones quedan completamente confinadas en el interior del casco de flotación que conforma.

Las tres torres perimetrales también se construyen con el mismo sistema de encofrados que la base, porque son prolongaciones verticales de los paramentos inferiores, o bien, al igual que en el interior de la base, se pueden emplear elementos prefabricados que agilicen el proceso de fabricación.

El fuste del aerogenerador estaría constituido por una base construida a partir de piezas prefabricadas de hormigón que pueden alcanzar una altura de hasta 50 m y una parte superior constituida por tramos metálicos que se conectan mediante bridas constituyendo una torre eólica híbrida. Este tipo de torre permite disponer aerogeneradores de mayor potencia a gran altura con suficiente rigidez para evitar resonancias entre los elementos de la torre eólica y las acciones externas a las que se somete.

La construcción se puede realizar mediante un proceso industrial basado en líneas de producción y ensamblaje, realizándose procesos simultáneamente en diferentes zonas de fabricación (prefabricados, encofrados, hormigonados, puestas en flotación, ensamblajes de elementos, montaje de torres, fustes eólico, góndola y rotor...). Este sistema permitirá acortar los plazos de ejecución y aumentar la producción a menor coste.

Una posible configuración preferente de la invención puede ser:

- Parámetro A (lado de la malla): 7,50 m
- Espesor de paramentos interiores (E1): 0,25 m
- Espesor de paramentos exteriores (E2): 0,50 m
- 10 - Espesor de la losa inferior (LI): 0.80 m
- Ancho del tacón de la losa inferior (T): 0,30 m
- Espesor de la losa superior (LS): 0,40 m
- Espesor cierre torres (LS): 0,40 m
- Altura de la base: 10.00 m
- 15 - Altura de las torres: 24,00 m
- Ancho de la torre: 13,00 m
- Peso: 16.900 t
- Calado: 8,50 m
- Ocupación de fondo marino: 2.000 m²

20 Las características de estabilidad naval y lastrado resultantes son:

- La altura metacéntrica inicial es de 13.15 m (las empresas certificadoras exigen tan sólo 1 m). Esta gran estabilidad, permite su traslado por flotación con grandes superestructuras, como pudiera ser un aerogenerador de 8 Mw.
- El gráfico de brazos adrizantes GZ, cumple sobradamente todos los criterios de estabilidad exigidos.

- En el lastrado, aunque la altura metacéntrica disminuye cuando el agua alcanza la cubierta de la base y cuando las torres se sumergen completamente, permanece en todo el proceso de fondeo muy superior al mínimo necesario, sin necesidad de emplear ningún medio auxiliar adicional.

5 Los criterios que se han tenido en cuenta de cara a considerar la estabilidad de la estructura se definen en las directrices o “guidelines” de las empresas certificadoras navales como:

•Germanischer Lloyd (GL): “GL_NobleDenton. Guidelines for marine transportations”

•Det Norske Veritas (DNV): “DNV-OS-H101 - Marine Operations” y subcódigos DNV-OS- H201 a DNV-OS-H206.Más específicamente se ha considerado lo que se
10 especifica en la directriz DNV-OS-H101, sección 5 y parte B100 y B200.

VENTAJAS QUE SE DERIVAN DE LA INVENCION

Con este tipo de cimentación por gravedad para aerogeneradores offshore, quedan reducidas las muchas incertidumbres con las que un instalador se encuentra al implantar un parque eólico debido a las grandes ventajas simultáneas que presenta sobre las demás
15 estructuras:

1. Como soporte de aerogeneradores, tiene la suficiente capacidad para transportar el aerogenerador completamente instalado, evitando la necesidad de montaje “offshore” por un medio de elevación auxiliar (grúa flotante, heavylift).

2. Para su instalación, se remolca hasta su posición de servicio, presentando una gran estabilidad naval y baja resistencia al desplazamiento debido a su bajo calado, forma de quilla de la estructura y el elevado periodo natural con en que se balancea.
20

3. El proceso de fondeo de la estructura se realiza simplemente mediante el lastrado por gravedad de sus celdas con agua de mar, sin necesidad de ningún medio adicional, ni embarcaciones auxiliares especiales de grandes capacidades, ni de elementos de flotación ajenos a la estructura en sí, para conferirle estabilidad naval ya que, por su diseño, cumple con los requisitos exigidos durante todas las fases del proceso de fondeo. Tan sólo requiere mayor atención a partir de que el agua llega a la cubierta de la base y cuando las torres quedan
25 completamente sumergidas, puesto que se producen sendas disminuciones de la
30

altura metacéntrica, aunque siempre permaneciendo muy por encima de los valores mínimos para su estabilidad.

- 5 4. Por otra parte, en el momento en que las torres se sumergen, la base triangular o zócalo, ya está completamente lastrado con agua. Esto supone que la máxima presión hidrostática que sufren las paredes y losas de la base es la correspondiente a esta profundidad. Esta característica permite mantener los espesores de estos paramentos dimensionados a esta presión, independientemente de la profundidad a la que se apoye en el fondo marino.
- 10 5. El proceso de remolque de la cimentación con el aerogenerador instalado, se realiza con máxima seguridad debido a hacerse con el centro de gravedad muy bajo (al nivel de la superficie del agua) y con un periodo alto de las oscilaciones y un amortiguamiento de los movimientos que se deriva en aceleraciones muy bajas. Por otra parte el casco de flotación carece de juntas con unas particiones interiores que suponen un “doble casco” de seguridad frente a posibles vías de
15 agua y las torres perimetrales aportan una estabilidad extraordinaria a grandes escoras.
- 20 6. La gran superficie de apoyo y su distribución de masas, permite soportar los más grandes aerogeneradores (8 Mw, 10 Mw o superiores). La configuración de la cimentación y la ausencia de lastre sólido, favorece bajas presiones sobre el fondo marino a pesar de su gran peso total, y esto resuelve gran cantidad de problemas geotécnicos que han de resolver otras cimentaciones.
- 25 Las torres dispuestas en los vértices, sirven de contrapesos frente al vuelco, por lo que además de soportar los momentos de los grandes aerogeneradores, hacen que éstos no se transmitan directamente al terreno y no aumente apenas la presión en los vértices de la estructura.
- 30 7. Al evitar la necesidad de empleo de embarcaciones especiales, de difícil disponibilidad en el mercado, y de medios auxiliares para el remolque y fondeo, se reducen los tiempos de maniobra y se permite ajustar el calendario de ejecución a las ventanas de buen tiempo disponibles, optimizando de esta manera el proceso de ejecución en su conjunto.
8. Su bajo calado (en torno a los 10 m), aumenta notablemente la disponibilidad de muelles cercanos al lugar de implantación para su construcción.

- 5 **9.** Se trata de una estructura de hormigón armado, con una geometría sencilla compuesta únicamente por paramentos verticales y horizontales (nunca inclinados), lo cual permite emplear en su sistema constructivo, los conocimientos y la experiencia de la tecnología para la ejecución de cajones portuarios, ampliamente desarrollados en España que permite simplificar, abaratar y optimizar este tipo de estructuras.
- 10 **10.** El hormigón aporta un mejor comportamiento frente a los impactos que las estructuras metálicas. Dado el carácter cíclico de las cargas a las que están sometidas este tipo de construcciones (oleaje y viento), también presenta grandes ventajas, respecto a la resistencia por fatiga. Todo ello, unido a su mejor durabilidad en un medio salino, implica una vida útil muy superior a la mayor parte de las estructuras existentes.
- 15 **11.** La larga vida útil de la estructura que puede superar los 50 años y su gran capacidad para absorber grandes solicitaciones, podría permitir la sustitución del aerogenerador a los 20-25 años (aproximadamente su vida útil) por otro de mayor potencia. Esta repotenciación podría realizarse con seguridad en puerto, debido a su eficaz sistema de reflotación, y de este modo, dar una rentabilidad muy superior al coste de la cimentación.
- 20 Si para entonces la tecnología hubiera avanzado mucho, y los aerogeneradores fueran aún más grandes de lo previsto, la cimentación propuesta tendría el recurso extraordinario de poder rellenar fácilmente las torres de los vértices con arena, lo que, por la posición del peso añadido alejada del centro, supondría un grandísimo incremento de su capacidad resistente.
- 25 **12.** Las torres hexagonales, que pueden emerger o no, presentan baja resistencia al oleaje, muy similar a otras que tuvieran sección circular, pero con grandes ventajas por su simplicidad constructiva. Cuando sean prefabricadas su sección podrá ser directamente circular.
- 30 **13.** Por su configuración interior (de células triangulares o hexagonales como las de la base), con gran capacidad resistente, tienen la posibilidad de albergar instalaciones, servicios o depósitos.
- 14.** Para su desmantelamiento, puede ser reflotada y trasladada de nuevo íntegra a puerto sin la necesidad de medios auxiliares para su desmontaje.

- 5 **15.** La geometría de la estructura es adaptable a muy diferentes superestructuras modificando el parámetro A (separación entre los nodos de la malla triangular) que puede moverse en el rango razonable de los 5 a 8 m, y el número de módulos triangulares de los que se compone el lado del cajón, que pueden ser desde 3 hasta “n”.
- 10 **16.** El rango de posibles condiciones geotécnicas naturales de implantación es muy amplio debido a que las presiones que ejerce sobre el fondo marino son reducidas.
- 10 **17.** Cumple sobradamente todos los requerimientos en cuanto a seguridad frente a situaciones accidentales durante el remolque manteniendo las condiciones de estabilidad y mantenimiento a flote.
- 10 **18.** Es respetuosa con el medio ambiente, por su baja afectación del fondo marino, la no necesidad de efectuar ningún tipo de impacto en su instalación y por su posibilidad de ser reflotado para posteriores usos o su reciclado.

15 **BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS**

Figura 1.- Es una vista en perspectiva de la estructura acorde con la presente invención. Como elementos esenciales de la pieza se enumeran los siguientes:

1. Torre
2. Zócalo o base
- 20 3. Losa superior del zócalo
4. Losa inferior del zócalo
5. Losa de cierre de las torres
6. Paramentos exteriores del zócalo

25 **Figura 2.-** Es una vista en perspectiva de la estructura, sin la losa superior de la base y de las torres, lo que permite ver su estructura celular triangular interior. Se pueden distinguir tres tipos de paramentos:

7. Paramentos exteriores de las torres
8. Paramentos interiores reforzados del zócalo

9. Paramentos interiores sencillos del zócalo

10. Paramentos interiores de las torres

Figura 3.- Es una vista en perspectiva de la estructura con las torres sin particiones radiales.

11. Torre sin paramentos interiores

5 **Figura 4.-** Es una vista de la estructura en su posición de servicio.

12. Nivel del mar

13. Fondo marino

14. Superestructura que soporta (aerogenerador)

15. Lastre de agua de mar en las torres

10 16. Lastre de agua de mar en el zócalo

Figura 5.- Perspectiva de la estructura con refuerzos en las bases de las torres, sin las losas superiores de base, refuerzo y torres.

17. Refuerzo de la torre

15 **Figura 6.-** Perspectiva de la estructura con refuerzos en las bases de las torres, con la torre del aerogenerador que soporta.

Figura 7.- Planta de la estructura. Como elementos esenciales de la pieza se enumeran los siguientes:

1. Torre

2. Zócalo o base

20 3. Losa superior

4. Losa inferior

6. Paramentos exteriores del zócalo

7. Paramentos exteriores de las torres

18. Chaflán

Figura 8.- Alzado de la estructura. Sus elementos esenciales son los de la figura anterior.

Figura 9.- Sección horizontal de la base de la estructura. Las dimensiones principales están acotadas en función del parámetro "A", que es la distancia a ejes que hay entre dos nodos consecutivos de la trama triangular de la que está constituida.

5 **Figura 10.-** Sección vertical por el eje que une el centro de dos torres de la estructura.

REIVINDICACIONES

- 1^a.- Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones o aerogeneradores en el medio marino, caracterizada porque está constituida a partir de una base (2) y tres torres (1), en donde la base o zócalo (2) es una estructura de hormigón de forma prismática de base triangular truncada en sus vértices, y está compuesta por unos paramentos verticales exteriores (6) y una trama interior de paramentos verticales que forman celdas hexagonales o triangulares (8 y 9), con medios para ser rellenas con agua de mar y que se cierran en sus extremos por una losa inferior (4) y otra superior (3) definiendo el soporte para las tres torres (1) que se sitúan en correspondencia con sus tres vértices (1), incorporando las cámaras internas medios para su relleno con lastre de agua de mar, con la particularidad de que las torres (1) situadas en los vértices son de sección hexagonal regular o circular y cerradas en su parte superior por una pequeña losa que hace de tapa (5).
- 2^a.- Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones o aerogeneradores en el medio marino, según reivindicación 1^a, caracterizada porque las torres (1) son susceptibles de incorporar particiones interiores que las rigidicen (10), o por el contrario, estar huecas total o parcialmente (11).
- 3^a.- Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones o aerogeneradores en el medio marino, según reivindicaciones 1^a y 2^a, caracterizada porque la parte inferior de las torres (1) es susceptible de estar reforzada mediante la elevación de una alineación de los módulos triangulares de la base circundante a ellas (17).
- 4^a.- Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones o aerogeneradores en el medio marino, según reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el entramado de celdas de la base está provisto de un sistema de comunicación hidráulico entre ellas, incluyendo dispositivos para el vaciado y llenado que permitan la regulación del nivel, tanto para su fondeo como para la reflotación.
- 5^a.- Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones o aerogeneradores en el medio marino, según las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque está constituida en material de hormigón armado.
- 6^a.- Estructura marítima para la cimentación por gravedad de edificaciones, instalaciones o aerogeneradores en el medio marino, según reivindicación 1^a, caracterizada porque la losa superior (3) es susceptible de soportar en su zona central un aerogenerador (14).

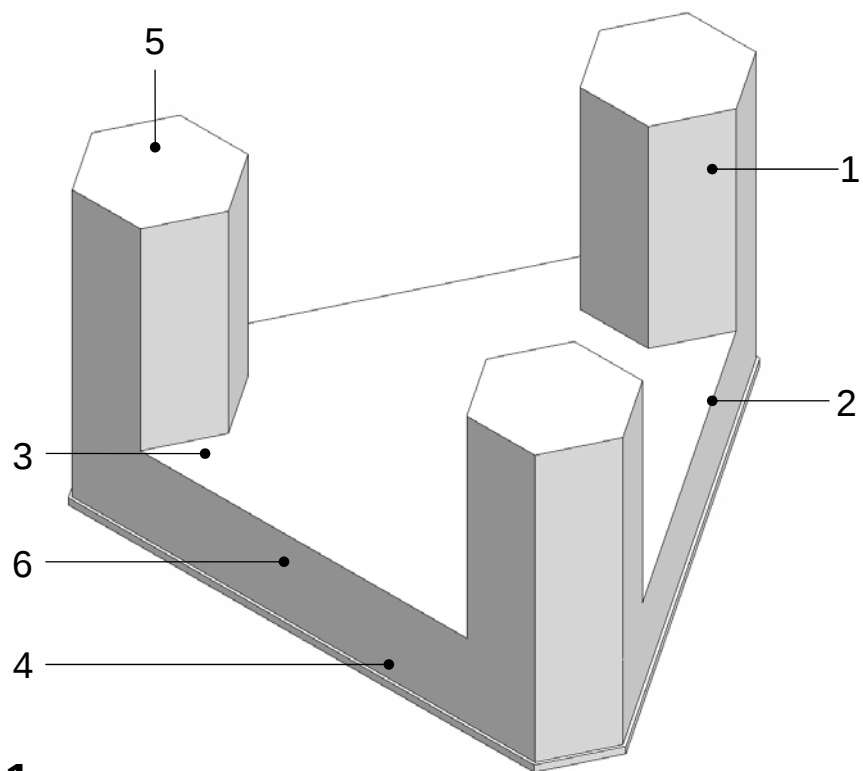


FIG. 1

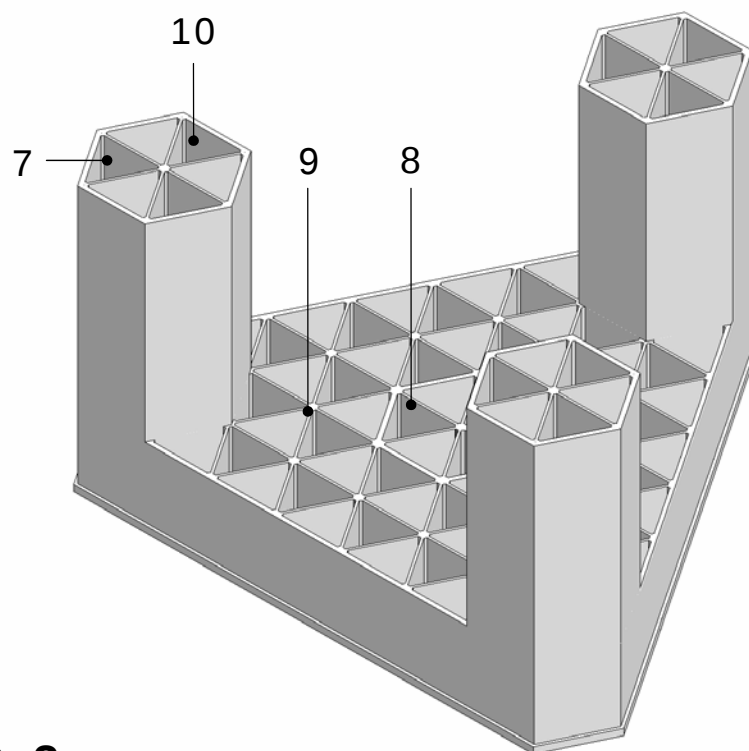


FIG. 2

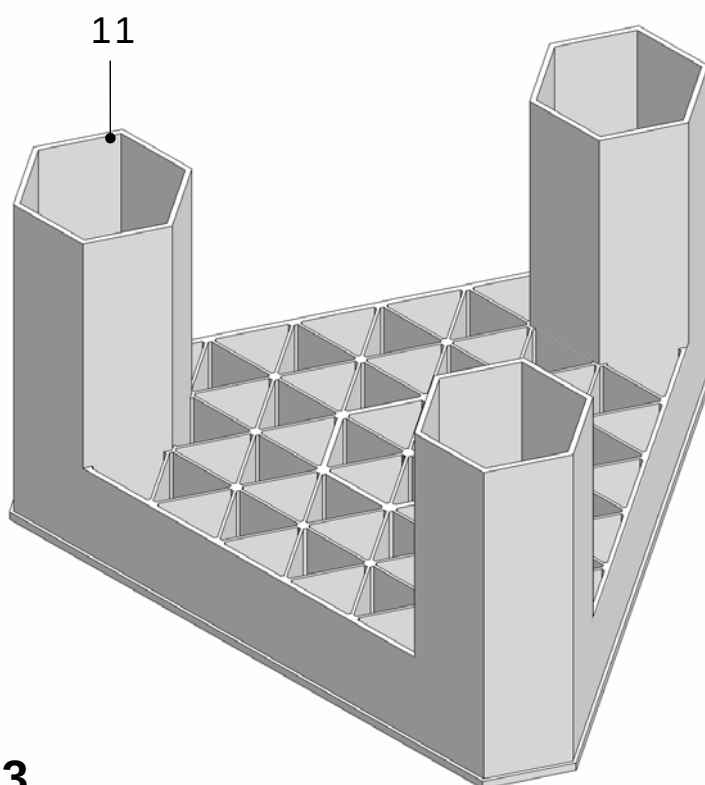


FIG. 3

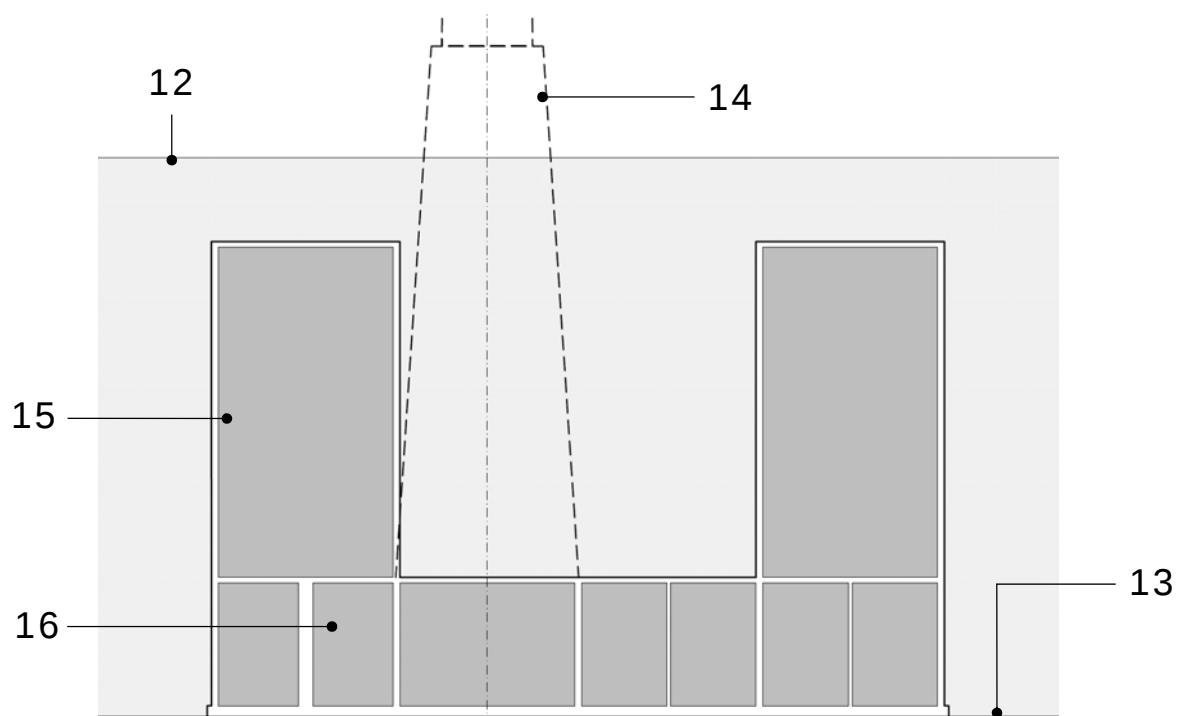


FIG. 4

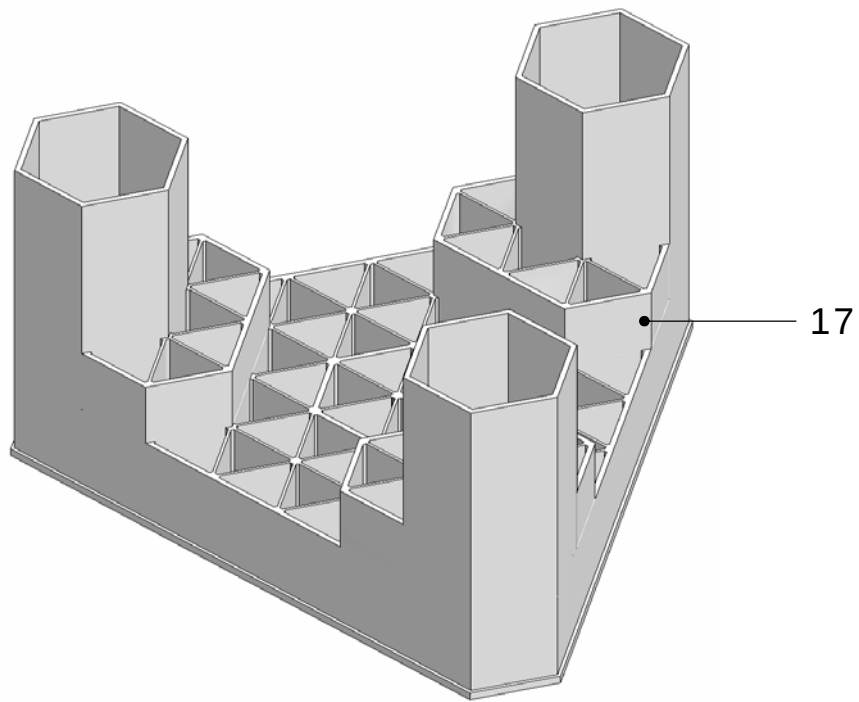


FIG. 5

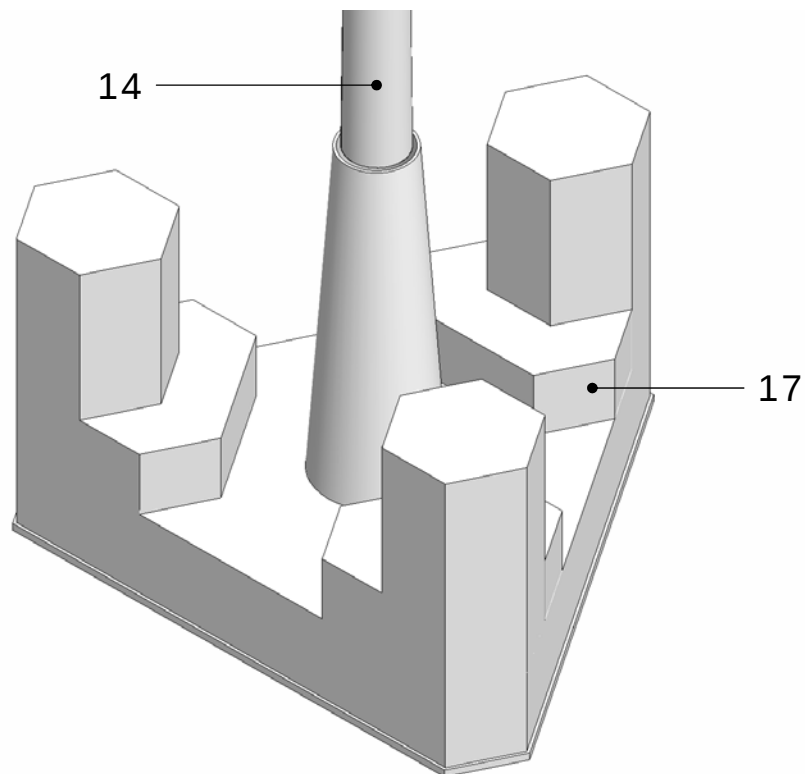


FIG. 6

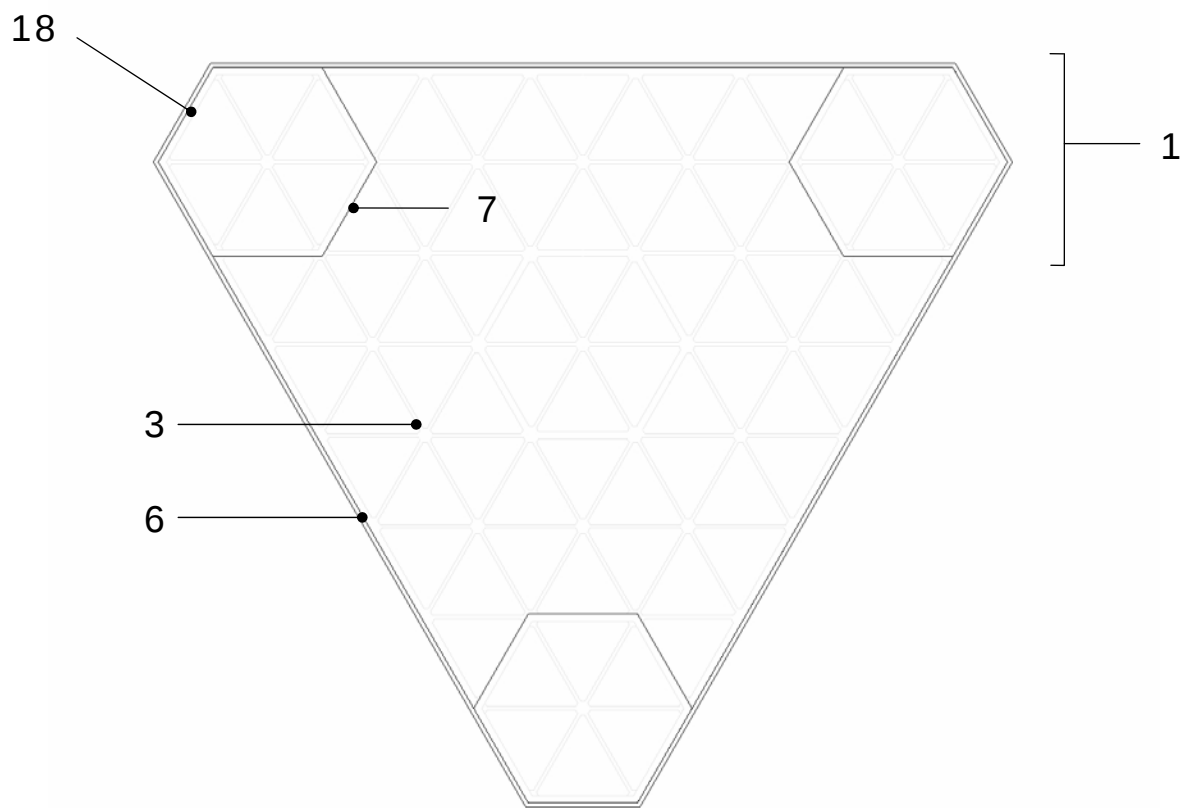


FIG. 7

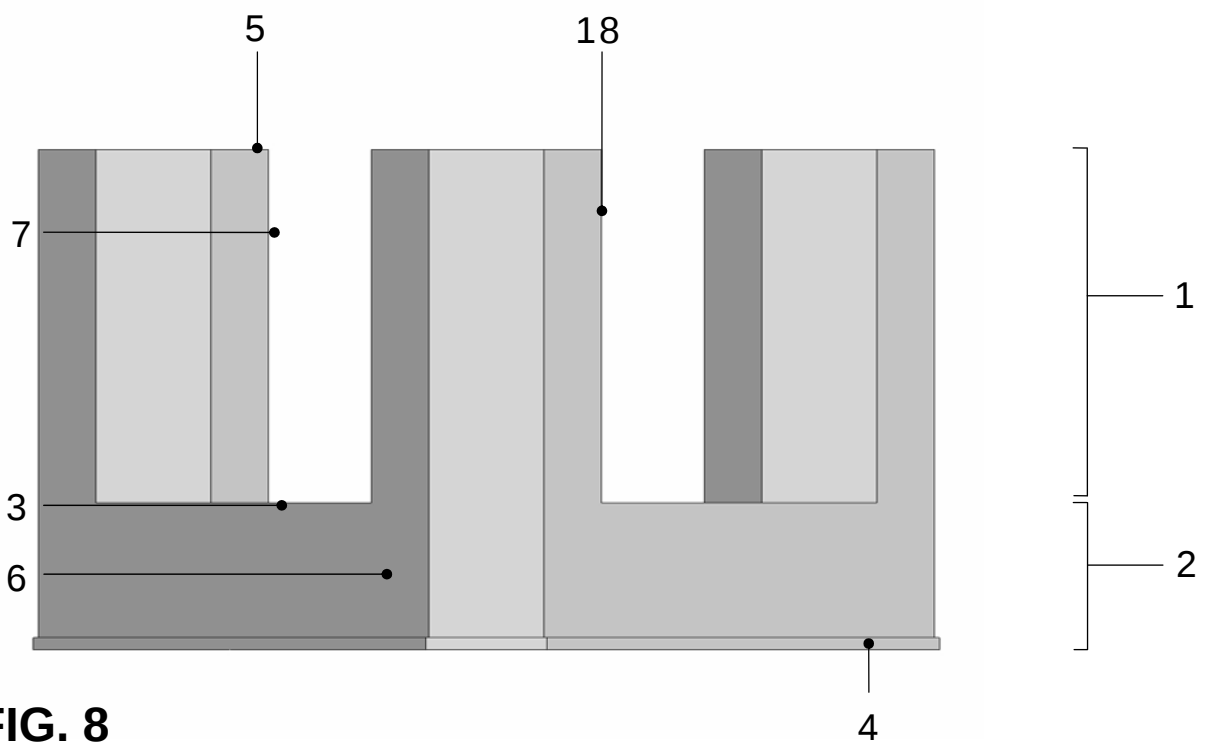


FIG. 8

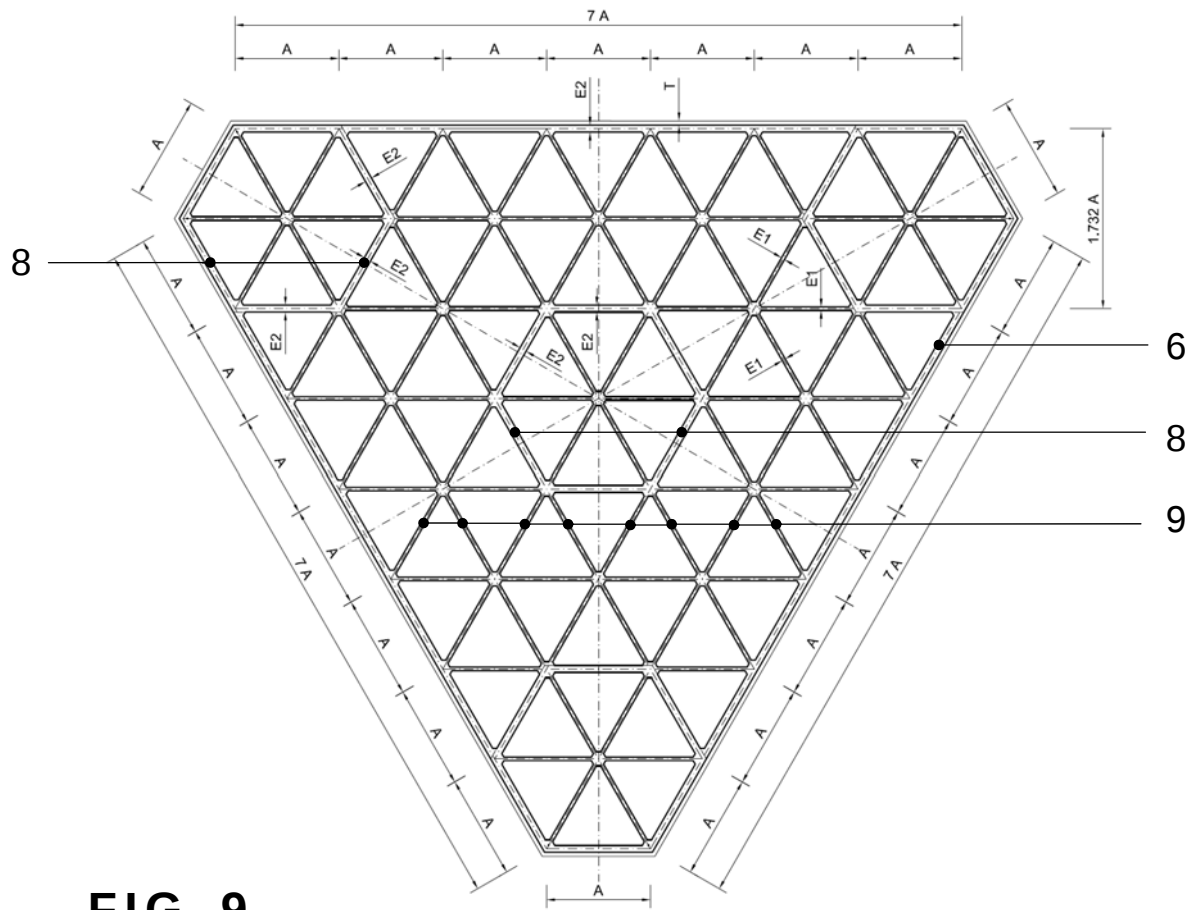


FIG. 9

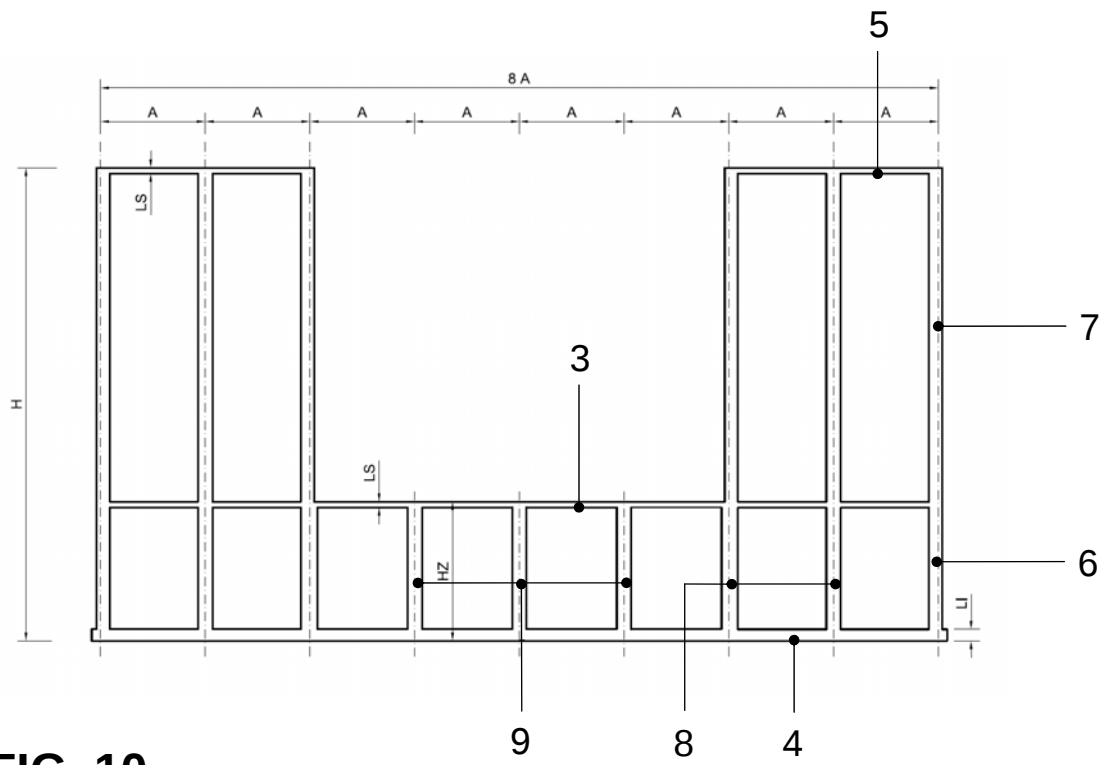


FIG. 10



- ②① N.º solicitud: 201730175
②② Fecha de presentación de la solicitud: 14.02.2017
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
Y	ES 2378960 A1 (INNEO TORRES SL et al.) 19/04/2012, Columna 10, línea 67 - columna 12, línea 25; figuras 1 - 8.	1-6
Y	GB 1396415 A (TECNOMARE SPA) 04/06/1975, Página 1, línea 9 - página 2, línea 64; figuras.	1-6
A	WO 2016172149 A1 (UNIV OF MAINE SYSTEM BOARD OF TRUSTEES) 27/10/2016, & Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; AN US-2016028358-W; página 5, párrafo 27; página 15, párrafo [62] -página 16, párrafo[65];	1-6
A	ES 2387232 A1 (UNIV CANTABRIA et al.) 18/09/2012, Descripción; figuras.	1-6
A	ES 2327199 A1 (ACCIONA WINDPOWER SA et al.) 26/10/2009, Descripción; figuras.	1-6
A	WO 2016156624 A1 (DRACE INFRAESTRUCTURAS S A et al.) 06/10/2016, Descripción; figuras.	1-6

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
08.06.2017

Examinador
R. Puertas Castaños

Página
1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

E02D27/52 (2006.01)

E02D27/06 (2006.01)

F03D13/25 (2016.01)

E02D23/02 (2006.01)

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

E02D, F03D

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: 08.06.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-6	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	ES 2378960 A1 (INNEO TORRES SL et al.)	19.04.2012
D02	GB 1396415 A (TECNOMARE SPA)	04.06.1975
D03	WO 2016172149 A1 (UNIV OF MAINE SYSTEM BOARD OF TRUSTEES)	27.10.2016
D04	ES 2387232 A1 (UNIV CANTABRIA et al.)	18.09.2012
D05	ES 2327199 A1 (ACCIONA WINDPOWER SA et al.)	26.10.2009
D06	WO 2016156624 A1 (DRACE INFRAESTRUCTURAS S A et al.)	06.10.2016

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

Entre los documentos citados en el Informe del Estado de la Técnica, cabe citar como más próximo a la invención, el documento ES2378960 (D01).

D01 divulga (ver columna 10, línea 67 - columna 12, línea 25 y figuras 1 - 8) una estructura marítima para la cimentación por gravedad de un aerogenerador en el medio marino, caracterizada porque está constituida a partir de una base (1) y el primer tramo del fuste del generador (25), en donde la base o zócalo (1) es una estructura de hormigón de forma prismática y está compuesta por unos paramentos verticales exteriores (9) y una trama interior de paramentos verticales que forman celdas trapeciales o rectangulares (10, 13), con medios para ser rellenadas con agua de mar (ver columna 11, líneas 52 a 65) y que se cierran en sus extremos por una losa inferior (11) y otra superior (12), definiendo el soporte para el primer tramo del fuste (25).

Reivindicación 1

Las diferencias existentes entre la reivindicación 1 y el documento D01 son las siguientes:

- La base de la invención es de forma prismática triangular, truncada en sus vértices, particularizando la forma prismática divulgada por D01.
- En la invención la base soporta tres torres de sección circular o hexagonal regular, cerradas en su parte superior por una pequeña tapa. A diferencia de D01 cuya base da soporte al primer tramo del fuste del aerogenerador.
- Las celdas que forman la trama interior de la invención son triangulares o hexagonales, mientras que en D01 son trapecoidales o rectangulares.

La selección de una **base de forma triangular** con vértices truncados constituye una **alternativa de diseño** al alcance del experto en la materia y, por lo tanto, sin actividad inventiva. Así mismo, la **forma de la celda** hexagonal o triangular corresponde a una opción de diseño, **sin actividad inventiva**.

En la invención, **las tres torres colocadas en los vértices** de la base facilitan los siguientes **efectos técnicos (ver página 4, líneas 6 a 17)**:

- *"Sirven para dar gran estabilidad naval durante el traslado de la estructura". □*
- *"Una vez apoyada la estructura en el fondo marino (...) constituyen unos eficaces contrapesos que darán una excepcional estabilidad a la cimentación en su fase de servicio".*

Considerando el primer efecto, **el uso de torres** colocadas en los vértices de la cimentación para **mejorar su estabilidad** en la etapa de traslado **por flotación** hasta el lugar de colocación, es bien **conocido en el estado de la técnica**, siendo muy habitual en el caso de las cimentaciones semi-sumergidas (**ver D03, página 5, párrafo 27 y figura 2**). Asimismo el hecho de que las torres estén cerradas por una pequeña tapa es una opción de diseño y, a modo de ejemplo, se dispone en D03 (ver figura 4). Por lo tanto **esta característica carece de actividad inventiva**, estando **al alcance del experto en la materia**.

Por lo tanto **la única característica adicional** de la invención según la reivindicación 1, consiste en el **mantenimiento de las torres lastradas con agua de mar en la fase de servicio** de la cimentación, a diferencia de D01 donde la estabilidad de la cimentación se consigue mediante el lastrado con agua de mar del primer tramo del fuste del aerogenerador, situado en el centro de la base en lugar de en los vértices (ver figura 5).

De esta diferencia técnica se deriva el **efecto técnico** comentado de constituir *"unos eficaces contrapesos"* frente a las solicitaciones sufridas por la cimentación en la fase de servicio.

Cabe concluir, por tanto, que el **problema técnico objetivo** resuelto por la solicitud con respecto al estado de la técnica más próximo sería **cómo mejorar la estabilidad de la cimentación** lastrada con agua de mar, frente a las solicitaciones a que se verá sometida en su etapa de servicio.

Por su parte, el documento **D02** divulga una plataforma cimentada sobre el lecho marino, que durante su fase de servicio (**ver página 2, líneas 39 a 54 y figura 1**) cuenta en sus vértices de apoyo con unas torres cilíndricas lastradas con agua de mar con las que se consigue el mismo efecto técnico de disponer de “*unos eficaces contrapesos*”, resolviendo el problema de mejorar la estabilidad de la cimentación en la fase de servicio, frente a diferentes sollicitaciones.

Por lo tanto, **esta característica diferencial**, no divulgada por D01, **se encuentra en D02**, perteneciente al mismo sector técnico.

Sería **evidente** para un **experto en la materia** aplicar las características descritas en D02, con su efecto correspondiente, para la mejora de la estabilidad en la fase de servicio de la cimentación divulgada por D01, llegando por consiguiente a la estructura de cimentación objeto de la reivindicación principal.

De este modo **se considera obvia la combinación de los documentos D01 y D02** para destruir la actividad inventiva de la reivindicación principal de la solicitud.

En consecuencia, si bien la invención según esta reivindicación puede considerarse nueva, **carece sin embargo de actividad inventiva**.

Reivindicación 2

Esta reivindicación, dependiente de la anterior, añade la característica de que las torres incorporen particiones interiores que las rigidicen o, por el contrario sean huecas. Se trata de **opciones de diseño al alcance del experto en la materia**, divulgadas, a modo de ejemplo, por **D03** (ver figura 7).

En consecuencia esta reivindicación **carece de actividad inventiva**.

Reivindicación 3

El refuerzo de las torres en su parte inferior, responde a necesidades resistentes de la estructura formada por la torre, por lo tanto, **carece de actividad inventiva**. A modo de ejemplo puede verse este refuerzo en **D02** (Figuras 1 y 2 (12)).

Reivindicaciones 4 y 5

Estas características se encuentran divulgadas en **D01** (ver columna 11, líneas 52 a 65, y columna 10, líneas 67 y 68), por lo tanto **carecen de actividad inventiva**.

Reivindicación 6

La finalidad de la cimentación es soportar un aerogenerador, al igual que en **D01**, donde se sitúa el fuste en su zona central. Por lo tanto **carece de actividad inventiva**.

Los documentos restantes **D04 – D06** constituyen un reflejo del estado de la técnica.

Conclusión

Las reivindicaciones 1-6 cumplen los requisitos de novedad pero carecen de actividad inventiva (art. 6 y 8 de la Ley de Patentes 11/1986).