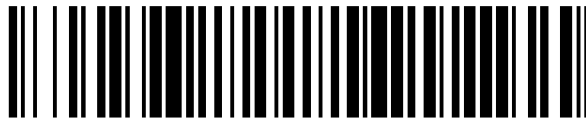


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 315 146**

21 Número de solicitud: 202431863

51 Int. Cl.:

E02D 27/42 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

08.10.2024

43 Fecha de publicación de la solicitud:

12.03.2025

71 Solicitantes:

HWS CONCRETE TOWERS S.L. (100.00%)
Portuetxe Bidea nº 37, 2º oficina 8
20018 San Sebastian (Gipuzkoa) ES

72 Inventor/es:

ABADÍA PÉREZ, Mariano;
SORAZU ECHAVE, José Manuel y
MONTANER FRAGÜET, Jesús

74 Agente/Representante:

AZAGRA SAEZ, María Pilar

54 Título: **Zapata para cimentación de torre eólica**

ES 1 315 146 U

DESCRIPCIÓN

Zapata para cimentación de torre eólica

5 La presente memoria descriptiva se refiere, como su título indica, a una zapata para
cimentación de torre eólica, incluyendo dentro de la denominación genérica “zapata”
también al encepado de un conjunto de pilotes, siendo esta zapata del tipo de las utilizadas
con una cimentación de al menos tres vigas prefabricadas de hormigón, dispuestas
horizontalmente de manera radial, cuyos extremos más exteriores están apoyados y
10 anclados cada uno sobre una zapata, y estando las distintas vigas solidarizadas entre sí en
la parte central de la cimentación mediante medios de unión que conforman un núcleo
central dotado de medios de anclaje para el soporte de una torre eólica prefabricada de
hormigón, metálica o híbrida. Cada zapata comprende un pilar de hormigón ubicado sobre
una losa, de mayor anchura que el pilar y reducida altura, utilizando los volúmenes de tierra
15 ubicados sobre cada una de las losas como lastre complementario para la cimentación de la
torre eólica, permitiendo y facilitando la opción de disponer las vigas por encima del nivel del
suelo.

Campo de la invención

20

La invención se refiere al campo de la cimentación prefabricada de hormigón para el soporte
de torres eólicas o aerogeneradores, y más específicamente para las zapatas utilizadas
como parte de dicha cimentación.

Estado actual de la técnica

25

En la actualidad las torres eólicas o aerogeneradores son ampliamente utilizados
principalmente para la generación de energía eléctrica. Su elevada altura hace necesario un
firme anclaje al suelo que, en la mayor parte de las instalaciones, se realiza mediante una
30 cimentación mayormente troncocónica, realizada con hormigón armado, tal y como
podemos encontrar recogido en las patentes ES2659523 “*Método para erigir un
aerogenerador*”, ES2685834 “*Una torre de turbina eólica y método para alterar la frecuencia
propia de una torre de turbina eólica*” y ES2347742 “*Cimentación de aerogenerador*”. En la
patente ES2571731 “*Cimiento de planta de energía eólica, así como planta de energía
35 eólica*” vemos recogido específicamente la armadura para cimiento convencional utilizada.

Este tipo de cimentación presenta un gran número de inconvenientes, entre los que podemos citar que necesita una profunda excavación previa, del orden de un diámetro de más de 18 metros y con una profundidad de unos 4 metros como mínimo, y utiliza una gran cantidad tanto de hormigón -del orden de unos 400 m³ o mayor- como de armadura metálica mediante barras corrugadas o ferralla, del orden de 38.000 kg. o mayor, además de elevada sección y complicado montaje. Todo ello implica un gran coste económico y un elevado tiempo de construcción.

Con el fin de soslayar parcialmente estos problemas, y emplear menos hormigón y ferralla, en algunos casos se realiza una estructura mayormente cilíndrica, con unos refuerzos estructurales periféricos en forma de radios o costillas, ambos hormigonados in-situ. Ejemplos de estas estructuras los podemos ver en las patentes WO2016116645 "Torre de hormigón", WO2015185770 "*Sistema de cimentación para torres y procedimiento de instalación del sistema de cimentación para torres*" y ES2524840 "*Sistema de cimentación para torres y procedimiento de instalación del sistema de cimentación para torres*".

En otros casos, estos refuerzos laterales adoptan la forma de puntales o jabalcones prefabricados de hormigón o de barras o elementos metálicos, tal y como podemos ver en las patentes ES2544806 "*Cimentación mejorada para una torre de aerogenerador*" ó ES2601232 "*Cimiento para plantas de energía eólica*".

Sin embargo, estas realizaciones no consiguen solventar los principales problemas debidos al gran volumen de cimiento a hormigonar in-situ, o a la complejidad y volumen del armado, tal y como hemos citado antes. A estos problemas debemos añadir que, para un correcto fraguado, el hormigonado debe de hacerse de forma continua, sin interrupciones, necesitando un suministro estable de un alto volumen de hormigón, que en muchas regiones o países es difícil o imposible de conseguir, por limitadas capacidades de producción o especialmente por caer fuertemente la temperatura ambiente cuando llega la noche: en la mayoría de los países, por debajo de 5 °C está prohibido verter hormigón. Tampoco es fácil de conseguir en muchos países de economías reducidas el elevado volumen de ferralla necesaria para la armadura.

Otro problema adicional es que para la excavación necesaria se requiere la realización de rampas para el descenso de maquinaria pesada al tener que excavar a tanta profundidad, incrementando el tiempo de trabajo. Así mismo, el fondo de la excavación requiere ser

nivelado y alisado, lo que se hace extendiendo una capa de 10-30 cm de espesor de hormigón en masa (sin armadura), lo supone un incremento extra del volumen del hormigón necesario.

5 Todo esto origina que el tiempo habitual de excavación, preparación, hormigonado y fraguado esté sobre las 2 ó 4 semanas, lo cual multiplicado por el elevado número de aerogeneradores de cada parque obliga a unos costes económicos muy grandes.

Un inconveniente adicional es que este tipo de cimentación es difícil de adaptar a terrenos heterogéneos o terrenos deficientes, requiriendo en la mayor parte de los casos una
10 inversión mayor todavía, o incluso imposibilitando la instalación de aerogeneradores en algunos terrenos.

Estos problemas se intentan solucionar con soluciones como la descrita en WO2020115341 "*Cimentación para torres eólicas*", que presenta una cimentación para soportar tanto torres
15 metálicas como torres de hormigón de aerogeneradores y que utiliza unas vigas prefabricadas, de hormigón o metálicas, combinadas con unas zapatas hormigonadas in-situ, estando estas vigas relacionadas estructuralmente en la parte central de la cimentación mediante unos elementos de unión y de soporte de la torre. Esta solución consigue una notable reducción del volumen de materiales empleados en la estructura de vigas para la
20 cimentación, del tiempo de montaje y una facilidad de adaptación a diferentes terrenos. Pero en el caso de terrenos heterogéneos o terrenos deficientes, especialmente en arenosos o desérticos, necesita todavía utilizar zapatas sobredimensionadas, con un gran volumen de hormigón, con lo cual el ahorro es mucho menor que el previsto para conseguir la fuerza y capacidad de sustentación requerida, especialmente importante en el caso de torres eólicas
25 de gran altura. También necesita, en caso de querer ubicar la estructura de vigas por encima del nivel del suelo, sin enterrarlas, de unas zapatas de grandes dimensiones para soportarlas.

Descripción de la invención

30

Para solventar la problemática existente en la actualidad en el montaje de cimientos de torres eólicas con elementos prefabricados, especialmente en suelos arenosos u otros con poca resistencia, y mejorar el estado de la técnica actual se ha ideado la zapata para
cimentación de torre eólica objeto de la presente invención, la cual se utiliza con una
35 cimentación de al menos tres vigas prefabricadas de hormigón, dispuestas horizontalmente

de manera radial, cuyos extremos más exteriores están apoyados y anclados cada uno sobre una zapata, y estando las distintas vigas solidarizadas entre sí en la parte central de la cimentación mediante medios de unión que conforman un núcleo central dotado de medios de anclaje para el soporte de una torre eólica prefabricada de hormigón, metálica o híbrida.

5

Esta zapata comprende

- un pilar de hormigón, que puede ser macizo o hueco, de mayor altura que anchura, ubicado sobre

10

- una losa, de mayor anchura que altura, cuya planta es mayor que la sección del pilar, y cuya altura es menor que la altura del pilar, estando dotada esta losa de medios de anclaje para el extremo inferior del pilar,

estando la losa y al menos una parte de la altura total del pilar enterrados bajo el nivel del suelo, utilizando los volúmenes de tierra ubicados sobre la losa como lastre complementario para la cimentación, siendo el extremo superior del pilar soporte para el extremo más

15

exterior de cada viga.

La losa puede ser una losa de hormigón armado hormigonada in-situ con su correspondiente armadura, que opcionalmente puede incorporar pilotes insertados bajo ella, o bien estar conformada por una pluralidad de módulos prefabricados de hormigón, unidos

20

entre sí.

El pilar puede estar constituido por una pluralidad de módulos prefabricados de hormigón, unidos entre sí, o bien alternativamente ser hormigonado in-situ con su correspondiente armadura.

25

Esta zapata posibilita un montaje enterrado de la cimentación en la que el extremo superior del pilar queda enterrado bajo el nivel del suelo, de tal forma que las vigas quedan asimismo enterradas bajo el nivel del suelo, y también un montaje alternativo parcialmente en superficie, con vigas a la vista en el que el extremo superior del pilar queda enrasado o

30

emerge ligeramente sobre el nivel del suelo, de tal forma que las vigas están sobre el nivel del suelo.

Ventajas de la invención

Esta zapata para cimentación de torre eólica que se presenta aporta múltiples ventajas

35

sobre las disponibles en la actualidad siendo la más importante que, al utilizar el volumen de

tierra ubicado sobre la losa como lastre complementario para la cimentación, basta una losa de reducida altura, más económica, para realizar la misma fijación al suelo, permitiendo mayores esfuerzos sobre la torre eólica, que una zapata convencional realizada con una cantidad de hormigón varias veces superior. El uso del volumen de tierra como lastre de
5 cimentación permite reducir el tamaño de la zapata, haciendo una zapata mayormente plana.

Esta zapata permite además la opción de disponer las vigas por encima del nivel del terreno, sin necesidad de enterrarlas, conformando una solución estructuralmente eficiente y estable
10 sin necesidad de grandes zapatas, lo cual implica un notable ahorro en tiempo de construcción y en excavación, a la par que posibilita la cimentación en lugares de difícil o limitada excavación.

Otra ventaja de la presente invención es que esta zapata, junto con la cimentación indicada,
15 está especialmente indicada para el montaje y soporte de torres eólicas en suelos arenosos o desérticos, donde normalmente serían necesarias grandes zapatas con un volumen desorbitado de hormigón, y, por tanto, con un elevado coste económico.

Otra de las más importantes ventajas a destacar es la notable reducción de materiales, tanto
20 hormigón como armaduras de refuerzo, que se obtiene mediante esta zapata para conseguir la misma resistencia estructural en la torre.

Otra importante ventaja es que gracias a la posibilidad de utilización total o parcial de elementos prefabricados de hormigón, permite una notable reducción adicional de costes
25 económicos y tiempos de montaje.

Asimismo otra ventaja añadida es que esta zapata, si se realiza con hormigonado in-situ de la losa, puede fácilmente complementarse con pilotes colocados inferiormente, para
30 aumentar su anclaje al suelo, especialmente útil en suelos limosos, arcillosos o pantanosos.

Descripción de las figuras

Para comprender mejor el objeto de la presente invención, en el plano anexo se ha representado una realización práctica preferencial de una zapata para cimentación de torre eólica.
35

En dicho plano la figura -1- muestra unas vistas en alzado y planta de un ejemplo de cimentación con zapatas conformadas por un pilar de sección redonda (que también puede ser sección cuadrada, rectangular, o de otra forma geométrica), decreciente con la altura, y una losa hormigonada in-situ de planta cuadrada, mostrando como las vigas de la
5 cimentación pueden estar enterradas, semienterradas o por encima del suelo.

La figura -2- muestra una vista en alzado de un montaje enterrado de la cimentación, detallando los volúmenes de tierra sobre la losa que ejercen la función de lastre de la
10 cimentación.

La figura -3- muestra una vistas en alzado de un ejemplo de cimentación parcialmente en superficie, con vigas a la vista, en montaje invertido y por encima del suelo.

La figura -4- muestra unas vistas en alzado y planta de un ejemplo de cimentación con zapatas conformadas por un pilar de sección redonda (que también puede ser sección
15 cuadrada, rectangular, o de otra forma geométrica), decreciente con la altura, y una losa de planta circular conformada por elementos prefabricados de hormigón, en un montaje con vigas a la vista por encima del suelo.

La figura -5- muestra unas vistas en alzado y planta de un ejemplo de cimentación zapatas de tipo encepado conformados por un pilar de sección redonda, decreciente con la altura, y una losa hormigonada in-situ de planta cuadrada, sirviendo de encepado de pilotes ubicados
20 bajo ella, en un montaje con vigas a la vista por encima del suelo.

25 **Realización preferente de la invención**

La constitución y características de la invención podrán comprenderse mejor con la siguiente descripción hecha con referencia a las figuras adjuntas.

Según puede apreciarse en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5, se ilustra como la zapata para
30 cimentación de torre eólica objeto de la invención se utiliza con una cimentación de al menos tres vigas (1) prefabricadas de hormigón, dispuestas horizontalmente de manera radial, cuyos extremos más exteriores están apoyados y anclados cada uno sobre una zapata, y estando las distintas vigas (1) solidarizadas entre sí en la parte central de la
35 cimentación mediante medios de unión que conforman un núcleo central (2) dotado de

medios de anclaje (3) para el soporte de una torre eólica (4) prefabricada de hormigón, metálica o híbrida.

Esta zapata comprende

- 5 - un pilar (5) de hormigón, que puede ser macizo o hueco, de mayor altura que anchura, ubicado sobre
- una losa (6), de mayor anchura que altura, cuya planta es mayor que la sección del pilar (5), y cuya altura es menor que la altura del pilar (5), estando dotada esta losa (6) de medios de anclaje (7) para el extremo inferior del pilar (5),
- 10 estando la losa (6) y al menos una parte de la altura total del pilar (5) enterrados bajo el nivel del suelo (8), utilizando los volúmenes de tierra (9) ubicados sobre la losa (6) como lastre complementario para la cimentación, como se ilustra en la figura 2,
- siendo el extremo superior del pilar (5) soporte para el extremo más exterior de cada viga (1).

15

En una realización preferente, la losa (6) es una losa de hormigón armado hormigonada in-situ con su correspondiente armadura. Está prevista una realización alternativa de la invención, que se ilustra en la figura 5, en que la losa (6) se complementa con una pluralidad de pilotes (10) insertados bajo ella, estando el extremo superior de dichos pilotes (10)

20 inserto de forma solidaria en el interior del hormigón que conforma la losa (6), caso en el cual técnicamente se denomina encepado y que aquí se engloba genéricamente también dentro de la denominación de zapata.

Está prevista asimismo una tercera realización alternativa en la que la losa (6) está conformada por una pluralidad de módulos prefabricados (6a) de hormigón, unidos entre sí, como se ilustra en la figura 4.

25

La sección del pilar (5) puede ser constante en toda su altura, o bien ser decreciente con la altura, conformando una forma troncocónica, o bien una combinación de ambas.

30

La sección del pilar (5) puede ser de cualquier forma, aunque preferentemente será elegida del grupo formado por circular, elipsoidal, cuadrangular y poligonal.

El pilar (5) puede estar constituido por una pluralidad de módulos prefabricados de hormigón, unidos entre sí, o bien alternativamente ser hormigonado in-situ con su correspondiente armadura.

- 5 La planta de la losa (6) puede ser asimismo de cualquier forma, aunque preferentemente será elegida del grupo formado por circular, elipsoidal, cuadrangular y poligonal.

La altura de la losa (6) será preferentemente constante en toda su planta, conformando una losa plana, aunque está previsto que alternativamente pueda ser mayor en la parte central, donde se ubican los medios de anclaje (7) para el pilar (5), que en la periferia. Este segundo caso, opcionalmente, la altura de la losa (6) puede ser decreciente desde la parte central, donde se ubican los medios de anclaje (7) para el pilar (5), hasta la periferia, o bien ser mayoritariamente plana, con altura constante, pero teniendo un resalte de mayor altura únicamente en su parte central, en la zona de unión con el pilar (5), dando lugar a una losa con dos alturas.

Esta zapata posibilita un montaje enterrado de la cimentación como se ilustra en las figuras 1 y 2, en la que el extremo superior del pilar (5) queda enterrado bajo el nivel del suelo (8), de tal forma que las vigas (1) quedan asimismo enterradas bajo el nivel del suelo (8).

20 También posibilita un montaje parcialmente en superficie de la cimentación como se ilustra en las figuras 1, 3, 4 y 5, con las vigas (1) a la vista en el que el extremo superior del pilar (5) queda enrasado o emerge ligeramente sobre el nivel del suelo (8), de tal forma que las vigas (1) están sobre el nivel del suelo (8).

25 La persona experta en la técnica comprenderá fácilmente que puede combinar características de diferentes realizaciones con características de otras posibles realizaciones, siempre que esa combinación sea técnicamente posible.

30 Toda la información referida a ejemplos o modos de realización forma parte de la descripción de la invención.

REIVINDICACIONES

- 1 – Zapata para cimentación de torre eólica, comprendiendo esta cimentación al menos tres vigas (1) prefabricadas de hormigón, dispuestas horizontalmente de manera radial, cuyos extremos más exteriores están apoyados y anclados cada uno sobre una zapata, y estando las distintas vigas (1) solidarizadas entre sí en la parte central de la cimentación mediante medios de unión que conforman un núcleo central (2) dotado de medios de anclaje (3) para el soporte de una torre eólica (4) prefabricada de hormigón, metálica o híbrida, **caracterizada porque** la zapata comprende
- 5
- 10 - un pilar (5) de hormigón, de mayor altura que anchura, ubicado sobre
 - una losa (6), de mayor anchura que altura, cuya planta es mayor que la sección del pilar (5), y cuya altura es menor que la altura del pilar (5), estando dotada esta losa (6) de medios de anclaje (7) para el extremo inferior del pilar (5),
estando la losa (6) y al menos una parte de la altura total del pilar (5) enterrados bajo el nivel
15 del suelo (8),
siendo el extremo superior del pilar (5) soporte para el extremo más exterior de cada viga (1).
- 2 – Zapata para cimentación de torre eólica, según la anterior reivindicación, **caracterizada**
- 20 **porque** la losa (6) es una losa de hormigón armado hormigonada in-situ con su correspondiente armadura.
- 3 – Zapata para cimentación de torre eólica, según la reivindicación 2, **caracterizada**
- 25 **porque** la losa (6) se complementa con una pluralidad de pilotes (10) insertados bajo ella, estando el extremo superior de dichos pilotes (10) inserto de forma solidaria en el interior del hormigón que conforma la losa (6), conformando lo que técnicamente se conoce como encepado.
- 4 – Zapata para cimentación de torre eólica, según la reivindicación 1, **caracterizada**
- 30 **porque** la losa (6) está conformada por una pluralidad de módulos prefabricados (6a) de hormigón, unidos entre sí.
- 5 – Zapata para cimentación de torre eólica, según la reivindicación 1, **caracterizada**
- porque** el pilar (5) es un pilar de hormigón armado hormigonado in-situ con su

correspondiente armadura y una pluralidad de módulos prefabricados de hormigón, unidos entre sí.

6 – Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones 1 a la 4, **caracterizada porque** el pilar (5) está conformado por una pluralidad de módulos prefabricados de hormigón, unidos entre sí.

7 – Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** la estructura del pilar (5) es elegida del grupo formado por maciza y hueca.

8 – Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** la sección del pilar (5) es elegida del grupo formado por constante en toda su altura, decreciente con la altura, conformando una forma troncocónica, o una combinación de ambas.

9 – Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** la sección del pilar (5) es elegida del grupo formado por circular, elipsoidal, cuadrangular y poligonal.

10 – Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** la planta de la losa (6) es elegida del grupo formado por circular, elipsoidal, cuadrangular y poligonal.

11 – Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** la altura de la losa (6) es constante en toda su planta.

12 – Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones 1 a la 10, **caracterizada porque** la altura de la losa (6) es mayor en la parte central, donde se ubican los medios de anclaje (7) para el pilar (5), que en la periferia.

13 – Zapata para cimentación de torre eólica, según la reivindicación 12, **caracterizada porque** la altura de la losa (6) es decreciente desde la parte central, donde se ubican los medios de anclaje (7) para el pilar (5), hasta la periferia.

14 - Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizada porque** el extremo superior del pilar (5) queda enterrado bajo el nivel del suelo (8).

5

15 - Zapata para cimentación de torre eólica, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones 1 a la 13, **caracterizada porque** el extremo superior del pilar (5) queda enrasado con el nivel del suelo (8).

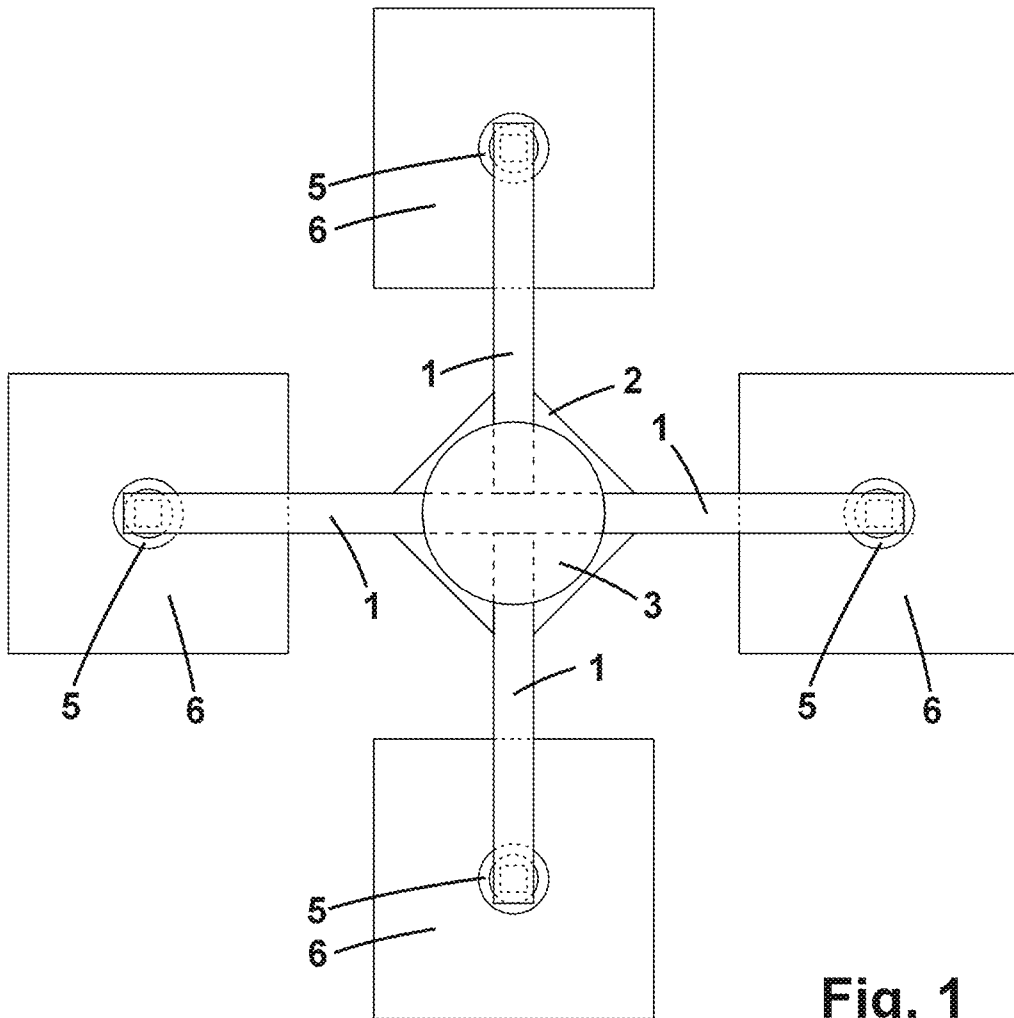
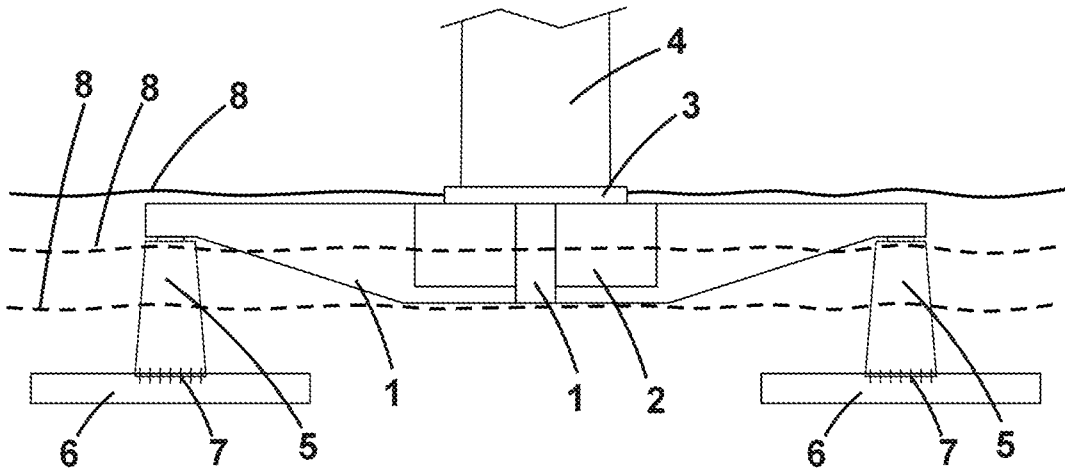


Fig. 1

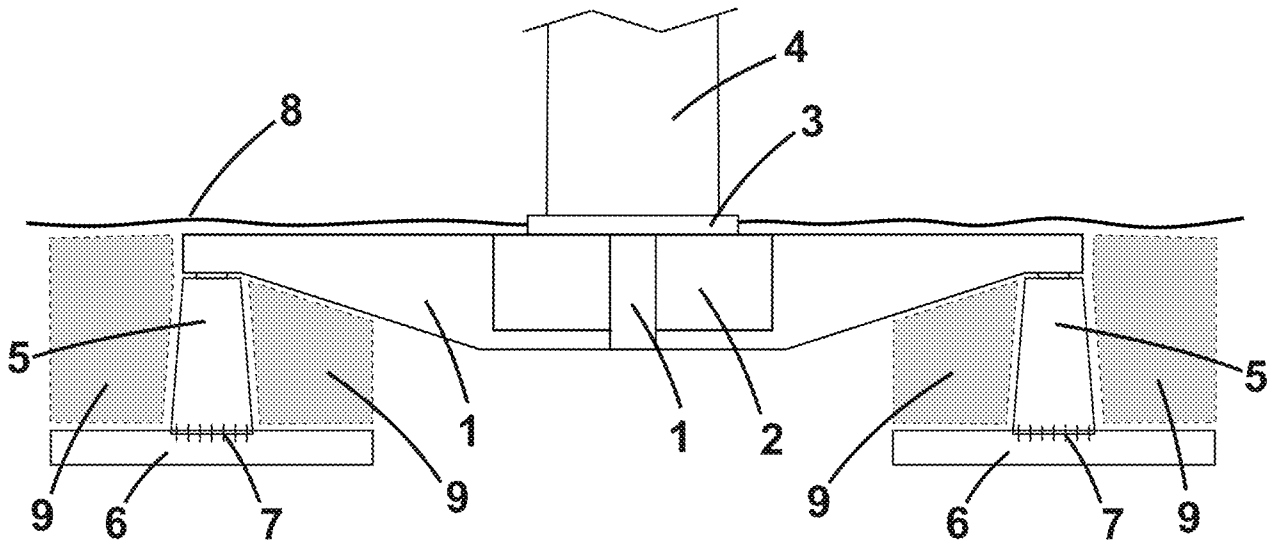


Fig. 2

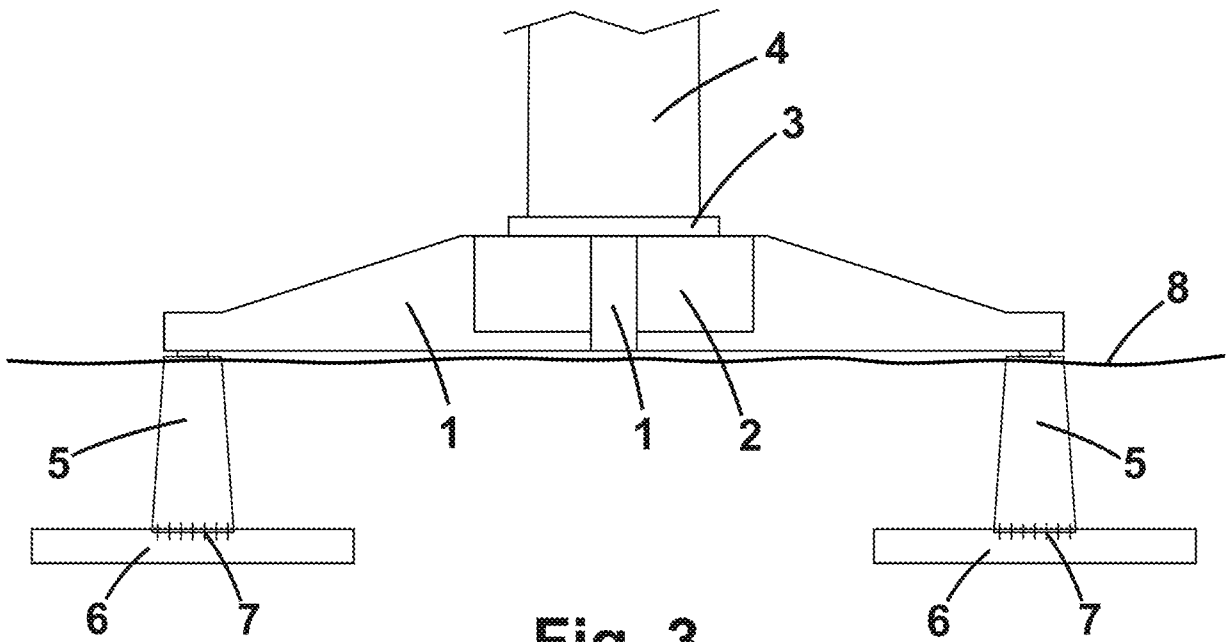


Fig. 3

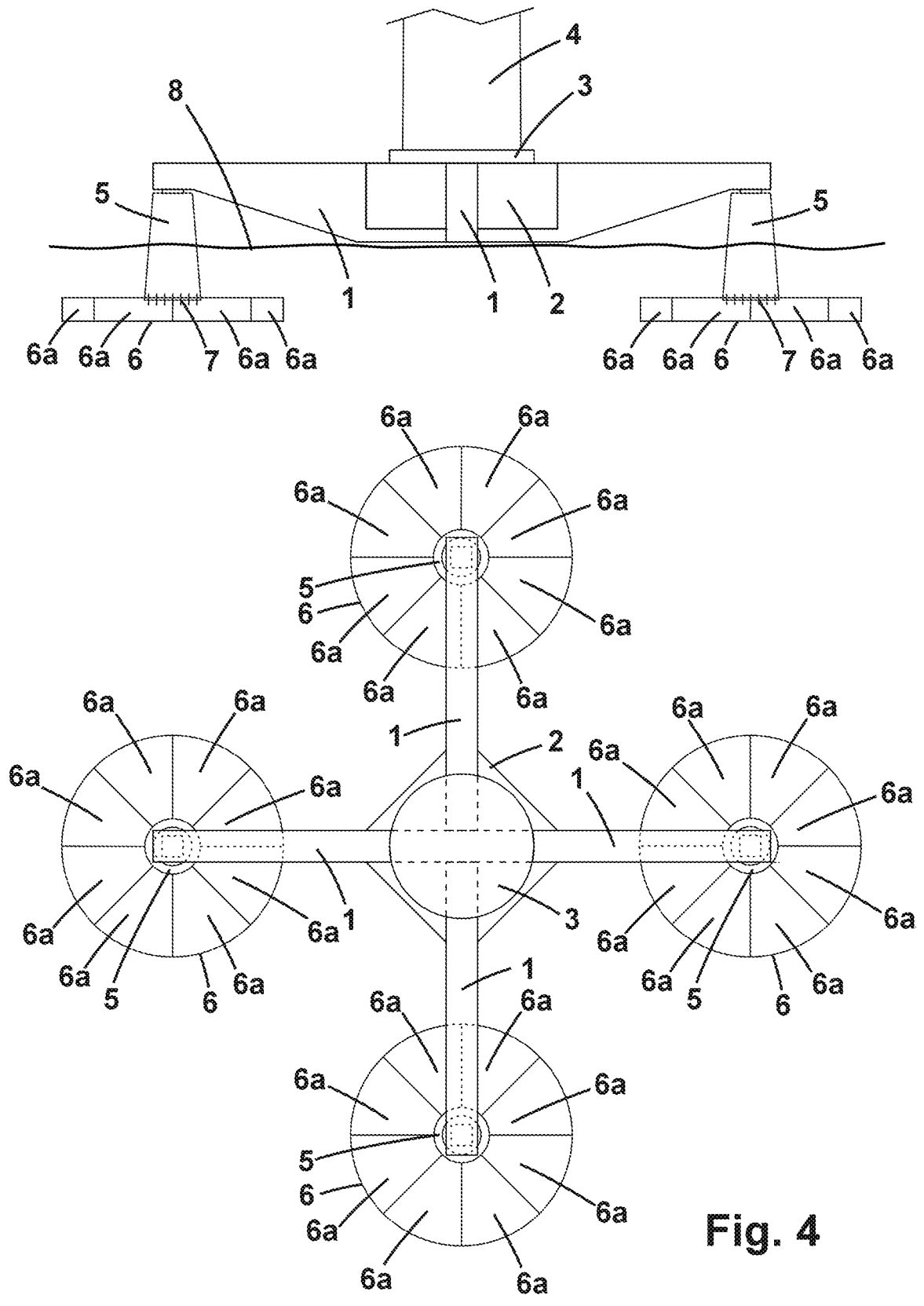


Fig. 4

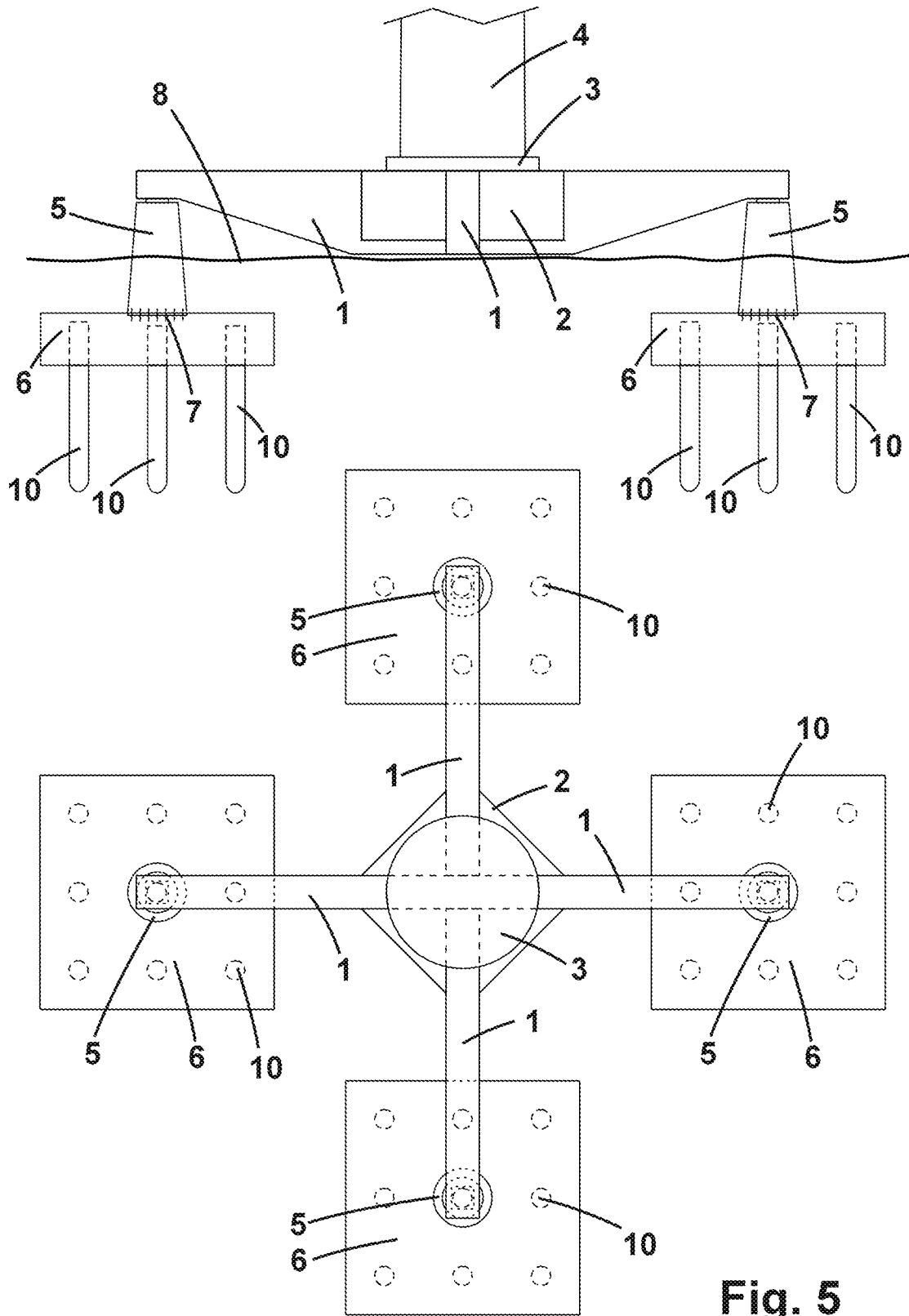


Fig. 5