

**Estudio de propiedad  
intelectual y patentes  
2020-2023**

# CONTENIDO

---

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Índice de figuras .....   | 2  |
| 2     | Resumen.....  | 3  |
| 3     | Objetivos .....   | 4  |
| 4     | Introducción al estudio .....   | 5  |
| 5     | Metodología .....   | 8  |
| 6     | Análisis de patentes .....  | 11 |
| 6.1   | Análisis de grupos y subgrupos de la CPC.....   | 11 |
| 6.1.1 | Grupos generales de patentes sobre aerogeneradores.....   | 11 |
| 6.1.2 | Patentes de control del aerogenerador .....   | 12 |
| 6.1.3 | Miscelánea.....   | 14 |
| 6.1.4 | Patentes sobre aerogeneradores de eje de rotación paralelo al flujo de aire.....                | 16 |
| 6.1.5 | Patentes sobre ensamblado, montaje o puesta en marcha de aerogeneradores                        | 17 |
| 6.1.6 | Patentes sobre adaptaciones y combinaciones de aerogeneradores.....                             | 18 |
| 6.1.7 | Patentes sobre reducción de emisiones de efecto invernadero mediante generación eólica .....    | 19 |
| 6.1.8 | Patentes relacionadas con la generación, conversión o distribución de energía eléctrica.....    | 20 |
| 6.2   | Clasificación de solicitantes destacados .....  | 21 |
| 6.2.1 | Principales solicitantes para los grupos con más impacto .....                                  | 23 |
| 6.2.2 | Temáticas de las patentes de los principales solicitantes .....                                 | 26 |
| 7     | Análisis de la variabilidad de las patentes concedidas en el periodo de estudio .....           | 30 |
| 7.1   | Comparativa entre las prioridades de innovación y las tendencias del análisis de patentes ..... | 32 |
| 8     | Análisis de solicitudes.....  | 35 |
| 9     | Conclusiones.....   | 43 |
| 10    | APÉNDICES .....   | 44 |
| 10.1  | Códigos CPC (F03D) presentes en el estudio de patentes.....                                     | 44 |

# 1 ÍNDICE DE FIGURAS

---

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Grupos principales de la familia F03D .....   | 11 |
| Figura 2. Distribución por subgrupos pertenecientes al control de la turbina.....   | 13 |
| Figura 3. Control automático (eléctrico y electrónico).....   | 14 |
| Figura 4. Distribución por subgrupos pertenecientes a miscelánea .....  | 15 |
| Figura 5. Distribución por subgrupos pertenecientes al grupo HAWT .....   | 16 |
| Figura 6. Distribución del subgrupo de rotores.....   | 16 |
| Figura 7. Análisis de elementos de construcción .....   | 17 |
| Figura 8. Subgrupos de ensamblado, montaje o puesta en marcha de aerogeneradores.....   | 17 |
| Figura 9. Análisis de los subgrupos de adaptaciones y combinaciones.....  | 18 |
| Figura 10. Distribución de dispositivos de almacenamiento .....   | 19 |
| Figura 11. Subgrupos de reducción de emisiones de GEI mediante energía eólica .....   | 20 |
| Figura 12. Top 10 solicitantes con mayor número de patentes .....   | 21 |
| Figura 13. Cuotas de mercado de los principales fabricantes de aerogeneradores en 2022 a nivel global .....                               | 22 |
| Figura 14. Cuotas de mercado de los principales fabricantes de aerogeneradores en 2022 a nivel global (excluyendo el mercado chino) ..... | 22 |
| Figura 15. Control de turbina .....   | 23 |
| Figura 16. Miscelánea.....  | 23 |
| Figura 17. HAWT.....  | 24 |
| Figura 18. Elementos de construcción de las palas .....   | 24 |
| Figura 19. Ensamblado, montaje y puesta en marcha de aerogeneradores .....  | 25 |
| Figura 20. Adaptaciones y combinaciones .....   | 25 |
| Figura 21. Tren de potencia.....  | 26 |
| Figura 22. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de General Electric .....                                      | 26 |
| Figura 23. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Vestas .....  | 27 |
| Figura 24. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Siemens Gamesa .....  | 27 |
| Figura 25. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Nordex Acciona .....  | 28 |
| Figura 26. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Goldwind .....  | 28 |
| Figura 27. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Wobben.....   | 29 |
| Figura 28. Patentes entre 2020 y 2023.....  | 30 |
| Figura 29. Relación de códigos en las patentes entre 2020 y 2023.....   | 31 |
| Figura 30. Prioridades de investigación e innovación .....  | 32 |
| Figura 31. Prioridades de innovación .....  | 33 |
| Figura 32. Grupos principales de la familia F03D .....  | 35 |
| Figura 33. Desglose del grupo de control de turbina .....   | 36 |
| Figura 34. Control automático (eléctrico y electrónico).....  | 37 |
| Figura 35. Análisis de subgrupos de miscelánea .....  | 37 |
| Figura 36. Subgrupos de instalación, montaje y puesta en marcha de aerogeneradores .....  | 38 |
| Figura 37. Análisis de los subgrupos de adaptaciones y combinaciones.....   | 39 |
| Figura 38. Distribución de dispositivos de almacenamiento .....   | 40 |
| Figura 39. Desglose HAWT .....  | 41 |
| Figura 40. Distribución del subgrupo de rotores.....  | 41 |
| Figura 41. Análisis de elementos de construcción .....  | 42 |

## 2 RESUMEN

---

El presente informe contiene la información más relevante extraída de las 1564 patentes concedidas en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) entre el 1 de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2023. De manera adicional, también se tendrán en cuenta las solicitudes de patente registradas en la Oficina de Patentes de Estados Unidos (*United States Patent and Trademark Office*, USPTO).

Se ha tomado la Clasificación Cooperativa de Patentes (CPC) como referencia para clasificar e identificar las temáticas y se ha estructurado el contenido en función de la importancia cuantitativa de las áreas técnicas contempladas por la CPC.

Los grupos más destacados son, por orden de importancia:

- Control del aerogenerador
- Mantenimiento y reparación
- Rodamientos y sistemas de lubricación
- Componentes eléctricos y mecánicos en góndolas y torres
- Palas (elementos constructivos y aerodinámica)

Por otra parte, las empresas del sector con mayor protagonismo en términos de patentes concedidas son:

- General Electric
- Vestas
- Siemens Gamesa

Por otra parte, se ha comparado el análisis de patentes con las prioridades de innovación en el sector según Reoltec, identificando coincidencias en áreas como control, rotores, logística, mantenimiento, etc.

Para finalizar, en el análisis de las solicitudes se muestra que el control también es el grupo más importante. La estructura interna de la distribución de subgrupos se mantiene igual que en las patentes concedidas.

### 3 OBJETIVOS

---

El informe actualizará los dosieres ya realizados para los periodos 2018 a 2019 y año 2020, abarcando las patentes concedidas en España entre el 1 de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2023.

Los datos sobre las patentes serán recopilados de ESPACENET y, para obtener la información relevante de los mismos, las patentes serán clasificadas en arreglo a los códigos asignados mediante el sistema de Clasificación Cooperativa de Patentes.

Se estructurará un informe por temáticas y solicitantes clave, según su valor cuantitativo, prestando atención a la relación entre los resultados y aquellas cuestiones más relevantes del ámbito de la energía eólica, analizando su posible correspondencia con las prioridades tecnológicas que marcarán la evolución del sector en los próximos años.

Las prioridades de interés se centran en las siguientes áreas:

- Economía circular enfocada al reciclaje de componentes y consumibles de los aerogeneradores, como palas y lubricantes.
- Rotores más eficientes y de mayores dimensiones.
- Control a nivel de máquina y de parque.
- Logística, dada la complejidad en el transporte de palas de grandes dimensiones.
- Alargamiento de vida y repotenciación.
- Hibridación con otras tecnologías.
- Eólica marina.

Además, con el fin de obtener una perspectiva más actualizada del estado del sector eólico, se llevará a cabo un análisis de las solicitudes de patentes estadounidenses comprendidas en el intervalo del 1 de enero de 2020 al 15 de octubre de 2023, debido a que ESPACENET no permite el acceso a las solicitudes de patentes españolas.

Aunque estas solicitudes aún no han sido concedidas, su revisión proporcionará una visión más contemporánea de las tendencias e innovaciones en la industria. Este estudio complementario permitirá entender mejor la situación actual de la investigación y desarrollo en el ámbito de los aerogeneradores, contrastando las solicitudes en proceso con las patentes ya otorgadas, las cuales reflejan innovaciones que se gestaron en años anteriores.

## 4 INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO

---

El análisis de patentes es un estudio útil para ilustrar el estado y el enfoque de una tecnología. Permite identificar áreas de interés y proporciona información acerca del grado y tendencia de la innovación de la industria eólica, para el caso de estudio. Con ello, es posible evaluar la competitividad y contar con elementos que ayuden a orientar las inversiones en investigación y desarrollo.

El título de una patente no siempre revela su contenido y relevancia, pues el inventor o solicitante, en muchas ocasiones, trata de salvaguardar determinada información, el denominado *secreto industrial*. Por ello, el análisis de códigos asignados a cada patente es un método más preciso, detallado y objetivo en una evaluación de patentes que posibilita tratar un volumen grande de datos a través de algoritmos con los que identificar y filtrar los conceptos que conciernen a un gran número de patentes.

Esta perspectiva no sólo resulta valiosa para identificar posibles problemas con las patentes a medida que se conceden, sino que también proporciona información clave sobre las áreas de innovación de los competidores. Entender dónde están concentrando sus esfuerzos en términos de propiedad intelectual puede guiar estratégicamente a una empresa en crecimiento. Este análisis ofrece una visión clara no solo de las patentes existentes, sino también de las tendencias emergentes, brindando a los innovadores de productos de energía eólica la oportunidad de anticiparse y adaptar estratégicamente sus enfoques. Un valioso recurso para aquellos que buscan liderar la vanguardia de la innovación en la industria de aerogeneradores.

La Clasificación Cooperativa de Patentes (*Cooperative Patent Classification* (CPC)) es una extensión de la Clasificación Internacional de Patentes (*International Patent Classification* (IPC)) que entró en vigor el 1 de enero de 2013 y es gestionada conjuntamente por la Oficina de Patentes Europea (*European Patent Office* (EPO)) y la Oficina de Patentes de Estados Unidos (*United States Patent and Trademark Office* (USPTO)). Logra mejorar y armonizar la clasificación de patentes a nivel internacional.

La categorización CPC se divide en nueve secciones (A-H e Y) las cuales a su vez incluyen diferentes grupos y subgrupos, permitiendo una clasificación más específica y granular que la IPC.

Dado que este estudio corresponde a patentes relacionadas con el sector eólico, se trabajará con los grupos derivados de la sección F (Ingeniería, iluminación, calefacción, armamento y voladura), concretamente el código F03D sobre motores de viento (en adelante aerogeneradores). Dentro de esta familia de patentes y debido a la importancia actual para con el medioambiente, se tomarán en cuenta el código Y02E10/70 y sus derivados, correspondientes a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la generación de energía por medio de fuentes renovables, concretamente, energía eólica. Asimismo, habrá una mención a patentes de aerogeneradores cuyo contenido incluya cuestiones relativas a la generación, conversión o distribución de energía eléctrica (a través de las codificaciones H02).

### **Búsqueda de patentes**

Para este estudio se han tratado un total de 1564 patentes sobre aerogeneradores concedidas entre el 1 de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2023. En el caso de las solicitudes, se

estudiarán un total de 3221 solicitudes de patentes entre el 1 de enero de 2020 y el 15 de octubre de 2023.

Para poder realizar un estudio adecuado, se trabajará con los diferentes grupos y subgrupos que componen el código F03D (aerogeneradores). Estos grupos son:

#### F03D1 → Eje de rotación paralelo al flujo de aire

En este grupo se centrarán aquellas patentes relacionadas con los rotores, principalmente de aerogeneradores convencionales de eje horizontal (*Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)*). Por este motivo, se presentará bajo la denominación HAWT.

Los subgrupos de interés abordan temas como el desarrollo de la aerodinámica de las palas, los elementos constructivos que conforman las palas o el buje o disposiciones para la fijación de piezas al buje.

Debido a la tendencia actual de incrementar el área del rotor para lograr una mayor captura de cantidad de movimiento, se ha requerido de adaptaciones en los diseños que permitan a las estructuras soportar las cargas mediante el uso de tecnologías más avanzadas y el empleo de nuevas técnicas de monitorización que garanticen la integridad estructural.

#### F03D3 → Eje de rotación perpendicular al flujo de aire

Este grupo contempla los mismos conceptos que el F03D1, pero para aerogeneradores con un eje de rotación perpendicular al flujo de aire. Se trata, por lo general, de turbinas de eje vertical (*Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)*), una disposición menos habitual y con una presencia muy discreta en la industria, por lo que no se profundizará en las patentes de esta categoría.

#### F03D5 → Otros aerogeneradores

Abarca los diseños de aerogeneradores no contemplados en los dos primeros grupos. Del mismo modo que con el grupo para aerogeneradores con eje de rotación perpendicular al flujo de viento, no se realizará un análisis en detalle debido a que la aparición de este grupo en comparación con los principales resulta marginal.

#### F03D7 → Control de turbina

El control de la turbina es una de las ramas con más relevancia en los últimos años.

Algunos de los subgrupos designados de interés dentro del control de la turbina son el control de las propiedades aerodinámicas de la pala, el control de la producción de energía del aerogenerador, el control de parque y el control automático.

#### F03D9 → Adaptaciones y combinaciones

Adaptaciones de los aerogeneradores para usos especiales; combinaciones de aerogeneradores con los aparatos que accionan; aerogeneradores especialmente adaptados para su instalación en lugares particulares.

Incluye la hibridación de energía eólica con energía solar o hidráulica, así como el almacenamiento de energía. De gran interés debido a la necesidad actual del almacenamiento para favorecer una gestión más completa de la producción renovable que se adapte con precisión a la demanda de energía.

#### F03D13 → Ensamblado, montaje o puesta en marcha de aerogeneradores

Las estructuras de las torres deben cumplir múltiples requisitos en cuanto a peso, durabilidad, resistencia y facilidad de instalación, teniendo en cuenta las características del emplazamiento.

Este grupo está relacionado con el ensamblaje de torres y con cimentaciones, permitiendo diferenciar entre plataformas *offshore* y *onshore*.

#### F03D15 → Transmisión de energía mecánica

La transmisión de energía mecánica se puede llevar a cabo mediante el uso de un sistema de engranajes (multiplicadora) que permite al generador girar a una velocidad y un par diferentes al rotor; otros sistemas, en cambio, disponen de transmisión sin engranajes (*direct-drive*), es decir, el movimiento del rotor se transmite directamente al generador.

#### F03D17 → Monitorización o ensayo de aerogeneradores

La monitorización de los aerogeneradores se emplea para el seguimiento del estado operativo de los componentes del aerogenerador, pudiendo detectar de manera temprana posibles fallos y facilitando la implementación de acciones de mantenimiento preventivas para evitar averías mayores que reduzcan el tiempo de operación.

#### F03D80 → Miscelánea

El grupo de miscelánea contiene conceptos no contemplados en los grupos F03D1 a F03D17, entre los que se encuentran planes de mantenimiento y reparación, rodamientos y sistemas de engrase y diferentes componentes eléctricos (cableados) o mecánicos.

También se incluyen subgrupos que tratan sistemas auxiliares como el de protección contra rayos, el sistema de detección de hielo o el sistema para la advertencia del tráfico aéreo, entre otros.



## 5 METODOLOGÍA

---

A partir de la base de datos ESPACENET, se ha procedido a identificar todos los códigos CPC presentes en las patentes registradas en España en el rango de fechas que abarca este informe.

Cada patente cuenta con una serie de códigos relacionados con su contenido. Se ha prestado atención a las familias relacionadas con aerogeneradores (códigos F03D), que en los apéndices se pueden consultar desglosadas y organizadas por nivel jerárquico para todos los códigos que están presentes en el listado de patentes estudiado.

A fin de lograr un análisis claro se han agrupado las patentes en diferentes escalas, permitiendo mostrar en profundidad los grupos con más impacto.

### Macroescala

Se emplea para analizar la presencia de los diferentes grupos de la familia F03D (aerogeneradores) en las patentes, sin llegar a profundizar en los subgrupos de estos. Los grupos de la familia F03D son los siguientes:

- F03D1 → Eje de rotación paralelo al flujo de aire
- F03D3 → Eje de rotación perpendicular al flujo de aire
- F03D5 → Otros aerogeneradores
- F03D7 → Control de turbina
- F03D9 → Adaptaciones y combinaciones
- F03D13 → Ensamblado, montaje o puesta en marcha de aerogeneradores
- F03D15 → Transmisión de energía mecánica
- F03D17 → Monitorización o ensayo de aerogeneradores
- F03D80 → Miscelánea

### Mesoescala

Permite profundizar en los grupos anteriores hasta un nivel intermedio. Sirva como ejemplo la división propia del grupo F03D1 que se muestra a continuación:

- F03D1/02 → Múltiples rotores
- F03D1/04 → Guías de viento
- F03D1/06 → Rotores
- F03D1/101 → Góndolas

### Microescala

Constituye la máxima ampliación que permite la clasificación CPC, permite analizar de una manera exacta los conceptos específicos sobre los que tratan las patentes. Como ejemplo, se muestra a continuación el desglose completo del código sobre rotores para aerogeneradores de eje horizontal (F03D1/06):

- F03D1/0601 → Efecto Magnus
- F03D1/0608 → Caracterizados por su forma aerodinámica
  - F03D1/0625 → Forma del rotor
  - F03D1/0633 → Forma aerodinámica de las palas
    - F03D1/0641 → Perfil aerodinámico de la sección de pala

- F03D1/065 → Caracterizados por sus elementos constructivos
  - F03D1/0658 → Disposiciones para fijar piezas que captan el viento al buje
  - F03D1/0675 → De las palas
    - F03D1/0687 → De la punta de la pala
    - F03D1/0691 → Del buje

Para ilustrar la metodología de selección de códigos por escala, se presenta un ejemplo aplicado al código F03D1/06 (rotores, dentro aerogeneradores de eje paralelo al flujo de aire).

Bajo esta denominación se agrupan un total de 544 códigos dentro de las patentes registradas en el periodo de estudio; se distribuyen de este modo:

| GRUPO F03D1/06 ROTORES de aerogeneradores de eje paralelo al flujo de aire |  | Frecuencia de aparición del código |
|--|--|------------------------------------|
| F03D1/06   | Rotores  | 50                                 |
| F03D1/0601   | Efecto Magnus  | 1                                  |
| F03D1/0608   | Caracterizados por su forma aerodinámica                     | 8                                  |
| F03D1/0625   | Forma del rotor  | 10                                 |
| F03D1/0633   | Forma aerodinámica de las palas                              | 59                                 |
| F03D1/0641   | Perfil aerodinámico de la sección de pala                    | 26                                 |
| F03D1/0649   | De las superficies de la pala                                | 1                                  |
| F03D1/065  | Caracterizados por sus elementos constructivos               | 33                                 |
| F03D1/0658   | Disposiciones para fijar piezas que captan el viento al buje | 81                                 |
| F03D1/0675   | De las palas   | 255                                |
| F03D1/0687   | De la punta de pala  | 1                                  |
| F03D1/0691   | Del buje   | 19                                 |

Es decir, dentro del grupo F03D1/06 (rotores), figura el propio código F03D1/06 en 50 ocasiones. Cumple dos funciones: por un lado, informa sobre el contenido de la patente; y, por el otro, denomina a un grupo (divisible, en este caso, en varios subniveles).

Los códigos de este grupo aparecen en 388 patentes diferentes sobre el total de 1564, pues una patente puede contar con más de un código del mismo grupo, como, por ejemplo:

Patente ES2848858 (T3) (BIOMERENEWABLES INC); *Pala de rotor de turbinas eólicas*.

| CÓDIGOS PATENTE ES2848858 (T3) |              |              |              |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| B63H1/28                       | F03D1/0633   | F05B2240/221 | F05B2250/25  |
| B64C11/14                      | F03D1/0658   | F05B2240/30  | F05B2250/611 |
| B64C11/18                      | F03D1/0675   | F05B2240/307 | F05B2260/30  |
| B64C23/072                     | F03D1/0691   | F05B2250/15  | F05B2260/96  |
| F03D1/0608                     | F15D1/12     | F05B2250/16  | Y02E10/72    |
| F03D1/0625                     | F05B2240/133 | F05B2250/183 | Y02T50/10    |

Esta patente incluye 6 códigos sobre rotores (nótese que entre ellos no figura el código principal F03D1/06).

Por ello, en función del tipo de escala bajo la que se estudie, se puede contabilizar de diferente modo.

- A nivel de macroescala, la patente contribuye una vez en la frecuencia de aparición del código principal F03D1 (eje de rotación paralelo al flujo de aire).
- En términos de mesoescala, contribuye una vez en la frecuencia del grupo F03D1/06 (rotores), aunque no esté presente como código en la propia patente.
- Empleando la microescala, se contabilizan 6 apariciones de códigos del grupo F03D1/06, pues se tienen 6 códigos diferenciados.

En el último caso (microescala), cabe mencionar que esta patente contribuye seis veces a la frecuencia de aparición de códigos, por lo que los análisis pueden mostrar una suma de estos mayor al número total de patentes. Por este motivo, al presentarse los datos de patentes relacionadas con determinadas temáticas, se muestra la frecuencia de aparición de códigos (grupos temáticos), teniendo en cuenta que existe interrelación entre ellos.

Esta metodología permitirá interpretar las tendencias de las patentes a diferentes grados y, gracias a la relación de códigos de la CPC, profundizar en aquellos grupos más importantes para poder identificar de una manera más exacta las áreas tecnológicas en las que se centran las patentes en cuestión.

Otro aspecto importante consiste en analizar los solicitantes, pudiendo estudiar cuáles han sido los principales y si se corresponden con las grandes empresas del sector, tanto a nivel general de patentes concedidas, como de manera individual por los grupos del F03D. En consecuencia, se podrán comparar tendencias de las empresas principales en el sector eólico.

Es importante indicar que para poder realizar un análisis de los principales solicitantes ha sido necesaria la agrupación de los datos, ya que una empresa/solicitante puede figurar con diferentes nombres, de manera que debe homogeneizarse la denominación para garantizar que el filtrado y análisis estadístico se hace correctamente. Por ejemplo, Siemens Gamesa puede aparecer como:

- SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY AS
- SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY SERVICE GMBH
- SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY INNOVATION & TECHNOLOGY SL
- SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY INC
- SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY DEUTSCHLAND GMBH

Por otra parte, también se ha contemplado la influencia de la constante actividad de la industria en materia de compras y fusiones, reuniendo bajo una denominación única a determinadas compañías. Algunos ejemplos se muestran a continuación:

- Nordex y Acciona → Nordex Acciona
- General Electric y LM → General Electric

A lo largo del documento, se recurrirá a representaciones gráficas de diferente naturaleza para exponer la información, por considerarse elementos ilustrativos en los que reunir los datos de interés. A través de los gráficos se realizará un análisis en el que se enfatizará en cuestiones cuantitativamente significativas.

## 6 ANÁLISIS DE PATENTES

### 6.1 ANÁLISIS DE GRUPOS Y SUBGRUPOS DE LA CPC

A través del desglose de los códigos por niveles, se va a presentar la información cuantitativa de las patentes que abordan determinados aspectos temáticos o áreas tecnológicas de los aerogeneradores, analizando en los siguientes subapartados los más destacados de los 9 grupos temáticos generales mencionados en la introducción.

#### 6.1.1 Grupos generales de patentes sobre aerogeneradores

En el análisis de las 1564 patentes se ha identificado una diversidad de temáticas clave que reflejan la amplitud y profundidad de la investigación y desarrollo en el sector eólico. Gráficamente (*Figura 1*Figura 1. Grupos principales de la familia F03D) se muestran los resultados con el número de patentes contabilizadas para cada grupo principal de los existentes en la familia de patentes de aerogeneradores:

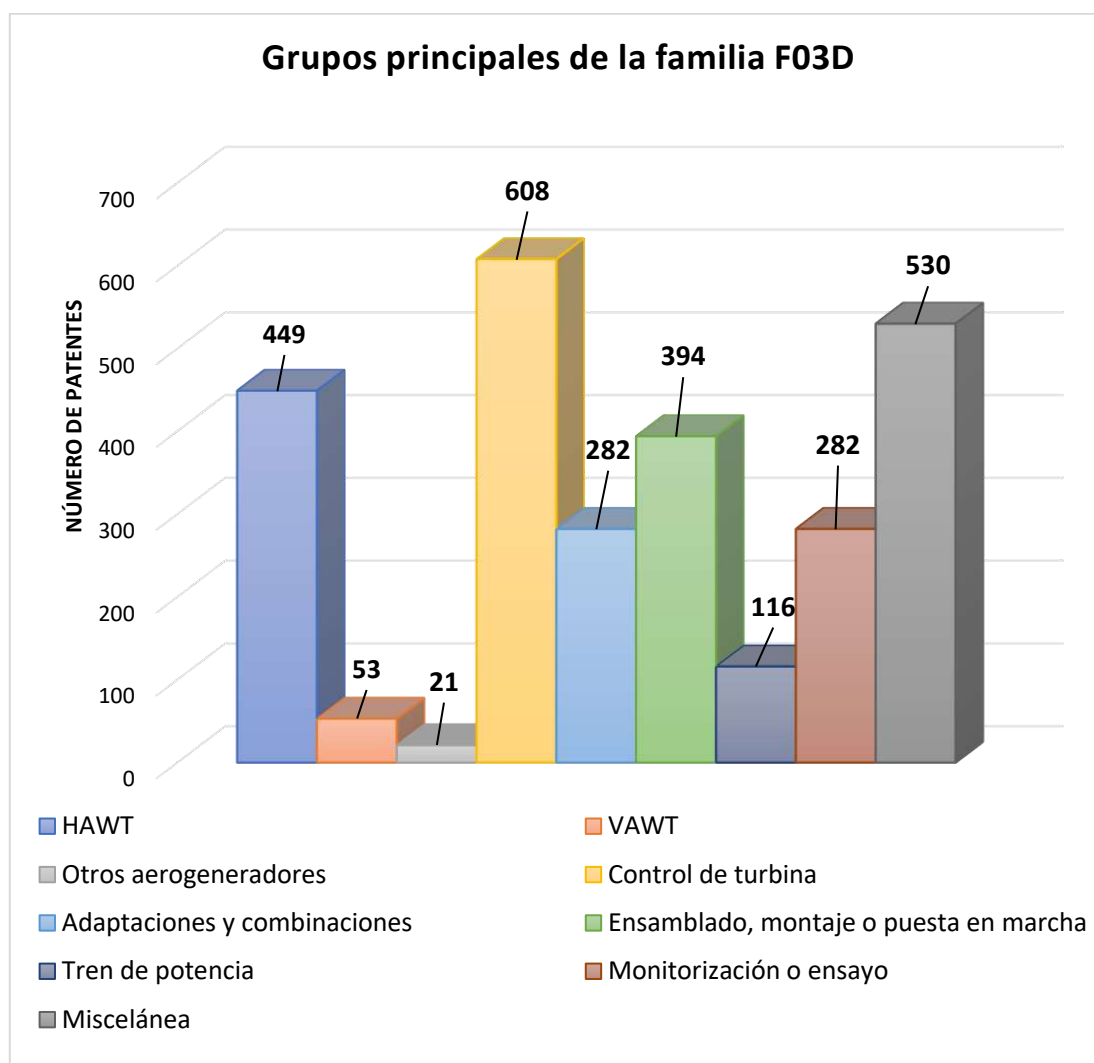


Figura 1. Grupos principales de la familia F03D  
Fuente: Eolion Energía

Es importante señalar que los grupos no son mutuamente excluyentes, por lo que una misma patente puede abordar múltiples aspectos simultáneamente (cada patente cuenta con más de

un código de media). Este análisis refleja la complejidad y la interconexión de los desarrollos tecnológicos.

El área más destacada es la de control de aerogeneradores (presente en 608 patentes, casi un 40% del total de estudio), que resulta esencial para mejorar la estabilidad operativa y maximizar la producción mediante algoritmos avanzados, sistemas de monitoreo en tiempo real y tecnologías de control que buscan optimizar y gestionar eficientemente la generación de energía.

Otro grupo significativo (530 patentes) es el de miscelánea, pues aborda la prolongación de la vida útil de los aerogeneradores a través de tecnologías de mantenimiento eficientes. Esto incluye el desarrollo de métodos avanzados de reparación, soluciones para rodamientos, sistemas de lubricación mejorados y avances en los componentes fundamentales ubicados en las góndolas o torres.

En materia de innovaciones específicas para aerogeneradores de eje horizontal hay 449 patentes. Estas pueden incluir mejoras en el diseño, eficiencia del rotor y otros aspectos específicos de esta configuración, que es la más utilizada en parques eólicos.

También existen 394 patentes que abordan aspectos como métodos de ensamblado y montaje eficientes o tecnologías para la puesta en marcha, así como soluciones innovadoras para el transporte de los componentes y estructuras de los aerogeneradores. Fundamentales, en tanto que la eficiencia en la cadena de suministro y el despliegue de aerogeneradores es crítica.

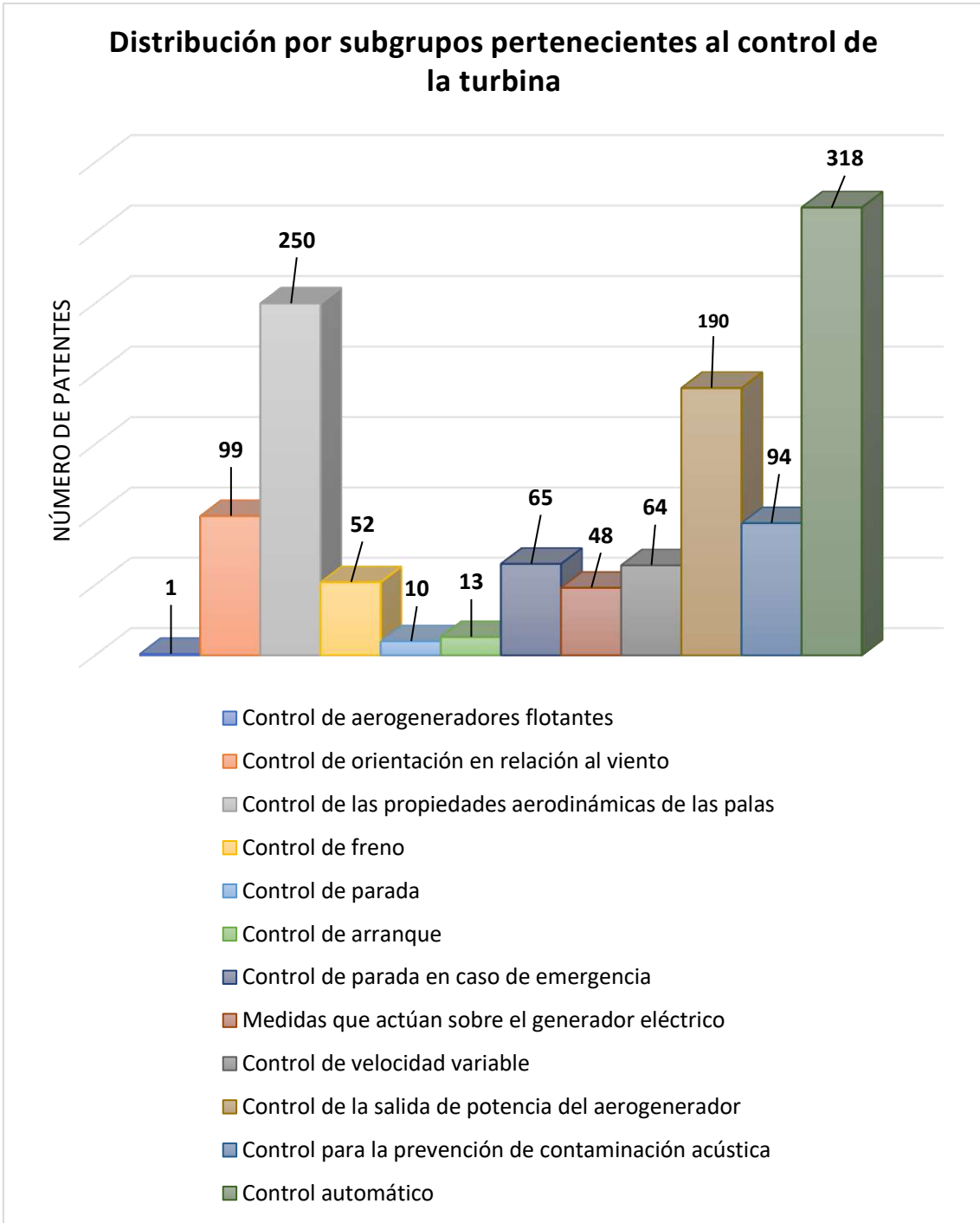
Por último, debe indicarse que no se ha registrado una cantidad notable de patentes sobre aerogeneradores de eje vertical (el grupo de la clasificación relacionado el eje de rotación perpendicular al flujo de aire) por lo que no se realizará una revisión exhaustiva de las patentes para esta disposición.

A continuación, se procede a una exposición pormenorizada de los grupos más importantes.

### 6.1.2 Patentes de control del aerogenerador

El control en un aerogenerador desempeña un papel esencial en varios aspectos fundamentales para su operación: permite incrementar la producción de energía y reducir las cargas que soporta la estructura, pues sirve, entre otras cuestiones, para ajustar el ángulo de paso de las palas (*pitch*) y la velocidad del rotor, ayudando a optimizar el rendimiento.

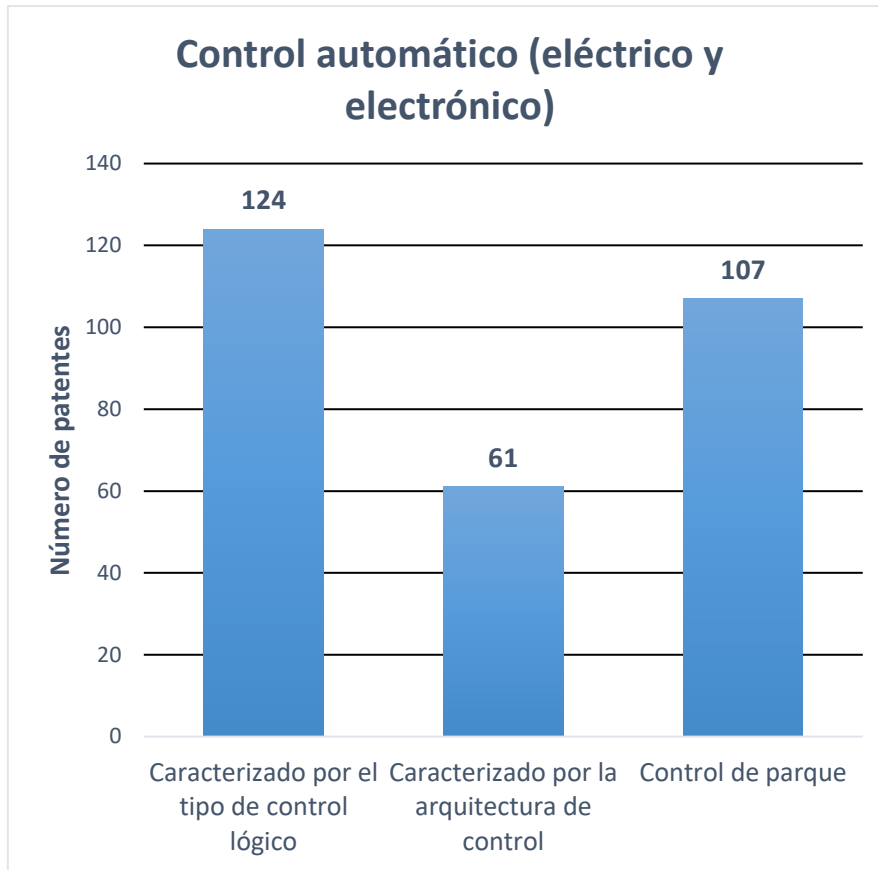
Se han contabilizado 608 patentes con al menos un código referente al control, una cifra que destaca la importancia atribuida a este aspecto en la innovación, siendo el grupo más numeroso. La mayoría (595) son patentes de control para aerogeneradores de eje horizontal (de eje vertical hay sólo 6, existiendo, además, otras 7 clasificadas como control de turbina sin más especificidad) y tratan los siguientes aspectos (*Figura 2*):



*Figura 2. Distribución por subgrupos pertenecientes al control de la turbina*  
Fuente: Eolion Energía

Teniendo presente que cada patente puede pertenecer a diferentes subgrupos, destacan aquellas sobre control automático y regulación (318 patentes). Dentro de estas, las más numerosas son las que engloban los controladores eléctricos o electrónicos, que se segmentan (Figura 3) en 124 patentes vinculadas a la lógica de control, 107 al control de parque y 61 a la arquitectura de control.

Respecto a la lógica de control, se diferencian dos tendencias, controladores basados en modelos y control de aprendizaje o adaptativo.



*Figura 3. Control automático (eléctrico y electrónico)*

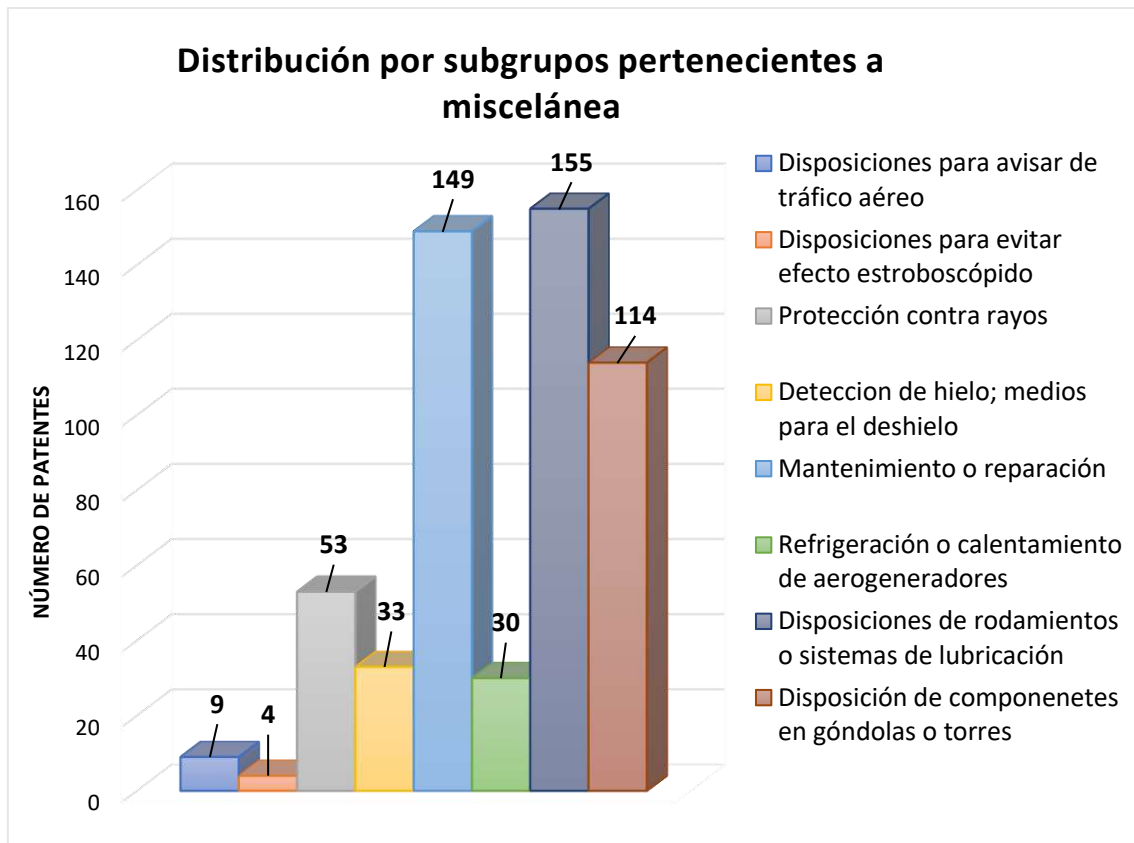
Fuente: Eolion Energía

Por otra parte, resaltan 250 patentes orientadas al control de las propiedades aerodinámicas de las palas (que en su mayoría son sobre el ajuste de ángulo de paso (*pitch*)) y 190 que se enfocan en el control de la producción de energía, relacionado con la red eléctrica y la disminución de la fatiga de la turbina.

### 6.1.3 Miscelánea

Antes de proceder con el análisis cuantitativo del grupo de miscelánea, es necesario explicar los conceptos que engloba.

Miscelánea es un grupo principal de la familia del código F03D (aerogeneradores) en el que se incluyen conceptos que no han sido considerados en el resto de los grupos de la familia F03D.



*Figura 4. Distribución por subgrupos pertenecientes a miscelánea*  
Fuente: Eolion Energía

El análisis detallado del grupo de miscelánea (*Figura 4*) revela que existen tres áreas predominantes. En primer lugar, destaca la notoria presencia de patentes vinculadas a rodamientos o lubricación (155 patentes), sugiriendo un énfasis en la optimización de estos componentes.

Seguidamente, a un nivel similar en cuanto a cantidad de patentes (149), se sitúan las patentes relacionadas con el mantenimiento y reparación de los aerogeneradores. Este enfoque refleja la importancia atribuida a prolongar la vida útil de los equipos y minimizar los tiempos de inactividad, contribuyendo así a la sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo.

Por último, se observa una presencia destacada de patentes sobre componentes mecánicos y eléctricos para la góndola y la torre (114 patentes relacionadas).



#### 6.1.4 Patentes sobre aerogeneradores de eje de rotación paralelo al flujo de aire

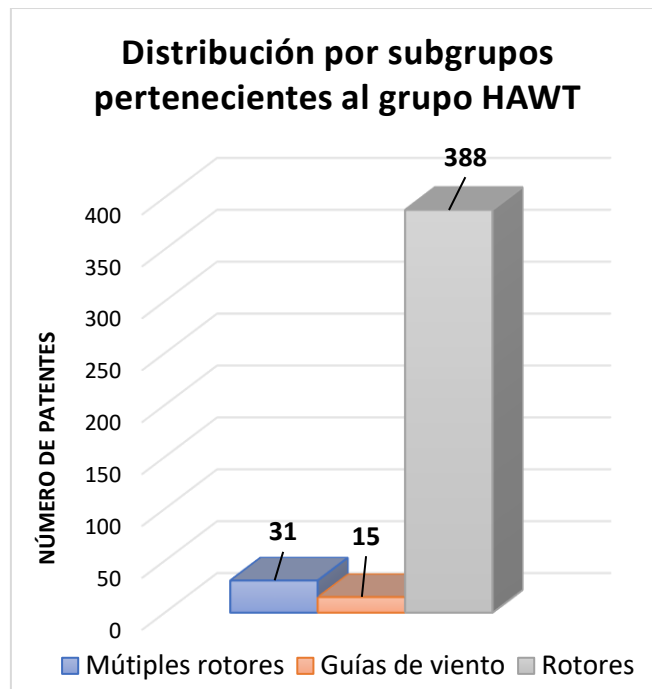


Figura 5. Distribución por subgrupos pertenecientes al grupo HAWT  
Fuente: Eolion Energía

Las patentes codificadas en la categoría de aerogeneradores con eje de giro paralelo al flujo de aire (Figura 5) se refieren, esencialmente, a aerogeneradores de eje horizontal, y el grueso de las patentes sobre esta disposición son acerca de rotores (388 patentes). Estas últimas presentan la siguiente distribución temática (Figura 6):

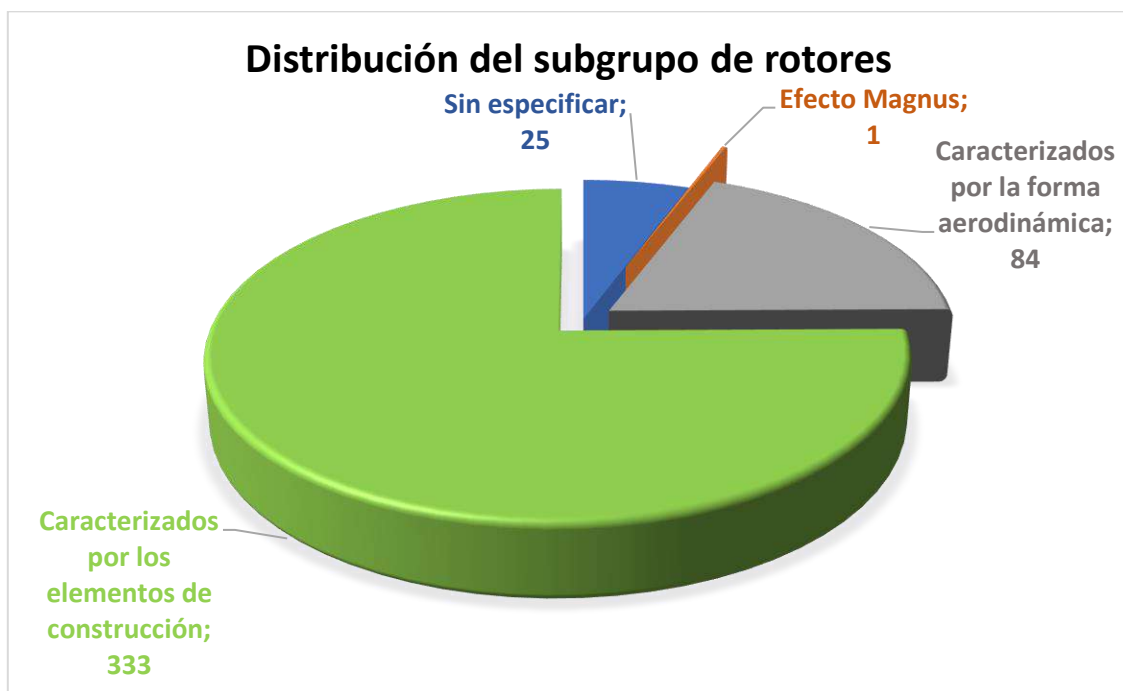
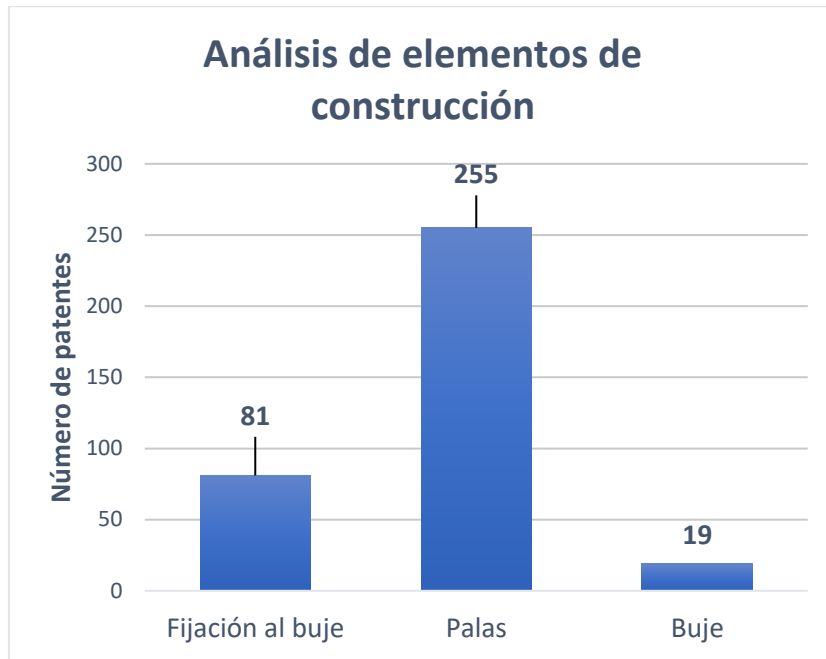


Figura 6. Distribución del subgrupo de rotores  
Fuente: Eolion Energía

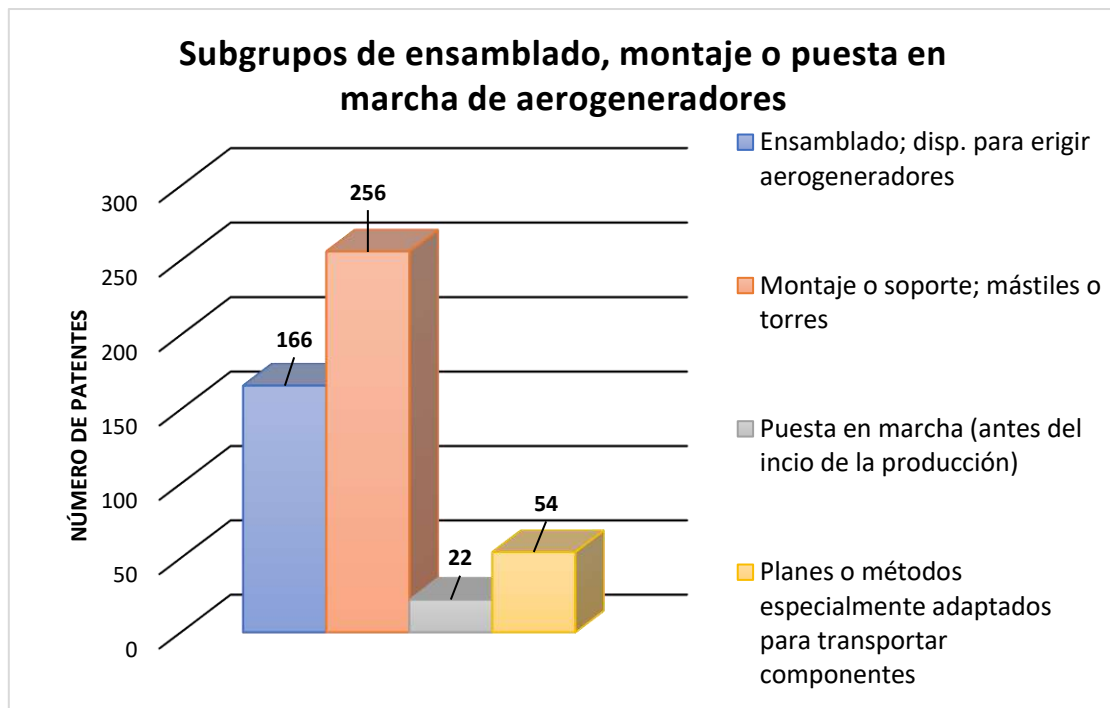
La subcategoría más importante de las patentes de rotores es la de los elementos constructivos del rotor (*Figura 7*), siendo las palas aquellos componentes con más patentes registradas, como se muestra en la figura siguiente.



*Figura 7. Análisis de elementos de construcción*  
Fuente: Eolion Energía

#### 6.1.5 Patentes sobre ensamblado, montaje o puesta en marcha de aerogeneradores

Las patentes relacionadas con los diferentes subgrupos se muestran en la siguiente representación gráfica (*Figura 8*):



*Figura 8. Subgrupos de ensamblado, montaje o puesta en marcha de aerogeneradores*  
Fuente: Eolion Energía

Las dos temáticas protagonistas son las disposiciones para montar o soportar aerogeneradores (256 patentes relacionadas) y lo relacionado con el ensamblado de turbinas y las disposiciones para erigir aerogeneradores (166 patentes).

El subgrupo de montaje y soportes puede observarse con mayor detalle atendiendo a la variedad de codificaciones que están incluidas en el mismo, extrayéndose que la mayoría de las patentes se enfocan en instalaciones *offshore* y en cimentaciones.

#### 6.1.6 Patentes sobre adaptaciones y combinaciones de aerogeneradores

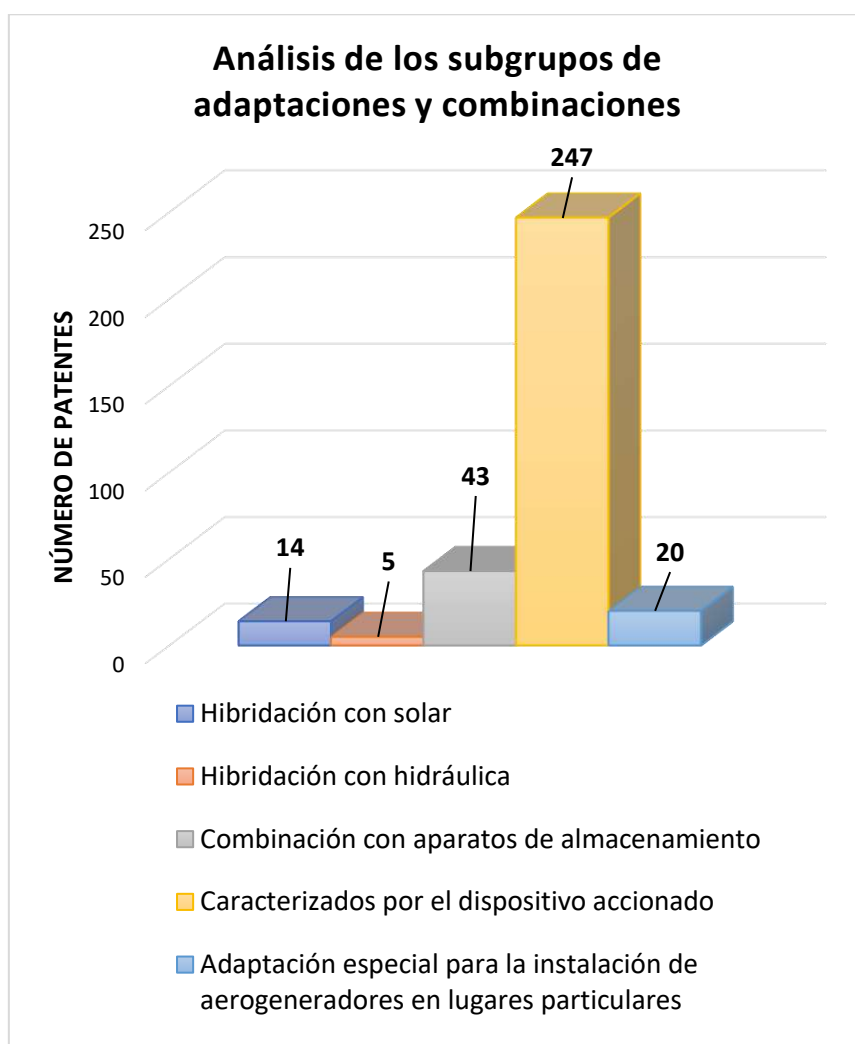


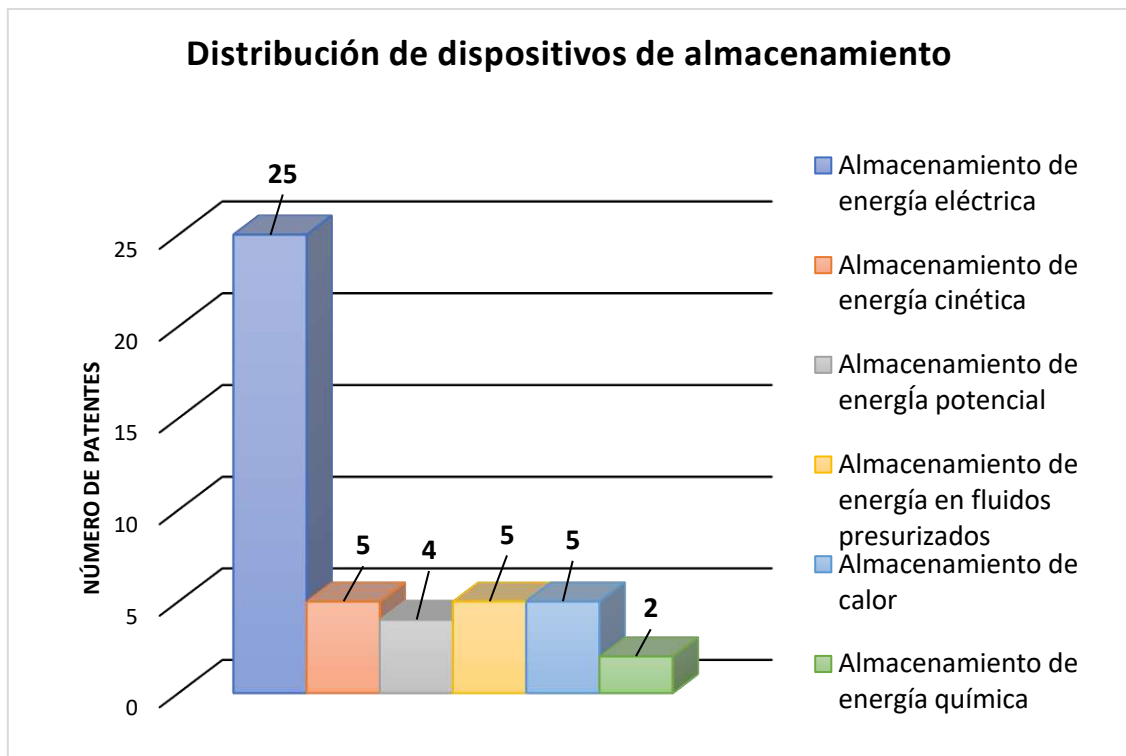
Figura 9. Análisis de los subgrupos de adaptaciones y combinaciones  
Fuente: Eolion Energía

Este grupo (Figura 9) comprende adaptaciones de aerogeneradores para usos especiales, combinaciones de aerogeneradores con los aparatos que accionan, turbinas eólicas adaptadas a entornos especiales e hibridación con otras tecnologías.

Mayoritariamente, se han detectado patentes de aerogeneradores caracterizados por el dispositivo accionado (247), cuyo grueso implica a un generador eléctrico. Además, la codificación señala que se trata de patentes para turbinas conectadas a red y que forman parte de un parque eólico. Estos resultados indican que la industria se concentra en la generación a gran escala.

Aunque el número es mucho más discreto, se han identificado 43 patentes sobre almacenamiento de energía. Por considerarse un área técnica de interés para conocer cómo se conforma esta categoría, se ha representado su distribución temática (*Figura 10*) y se obtiene que la mayoría de estas patentes son sobre almacenamiento de energía eléctrica.

La importancia del almacenamiento de energía eléctrica radica en la naturaleza intermitente de la generación de energía renovable, como la eólica. Los aerogeneradores no siempre producen electricidad cuando se necesita, ya que dependen del viento. El almacenamiento de energía permite suavizar las fluctuaciones en la generación y garantiza un suministro más constante y fiable de electricidad, contribuyendo así a la estabilidad de la red eléctrica y a una mejor integración de fuentes renovables. Además, permite utilizar la energía producida en momentos de alta demanda, lo que puede mejorar la eficiencia y reducir costos en el sistema eléctrico.



*Figura 10. Distribución de dispositivos de almacenamiento*  
Fuente: Eolion Energía

De los diferentes tipos de almacenamiento de energía, el almacenamiento en forma de energía eléctrica es el más predominante. Este tipo de almacenamiento se realiza en su mayoría por medio de baterías, las cuales se utilizan para almacenar la energía generada por los aerogeneradores cuando hay un exceso de producción, energía que luego se puede utilizar cuando la generación es baja o nula. Las baterías de iones de litio, plomo-ácido y otras tecnologías están siendo ampliamente utilizadas en aplicaciones de almacenamiento de energía renovable.

#### 6.1.7 Patentes sobre reducción de emisiones de efecto invernadero mediante generación eólica

Como se menciona anteriormente, esta categoría tiene especial interés, puesto que aborda cuestiones medioambientales. Esto lo evidencia que, de todas las patentes concedidas, un total de 1478 (94,5 %) están relacionadas con la reducción de emisiones de gases de efecto

invernadero (GEI) por medio de generación eólica (Y02E10/70). En la siguiente gráfica (Figura 11) se expone el contenido relativo a estas patentes.

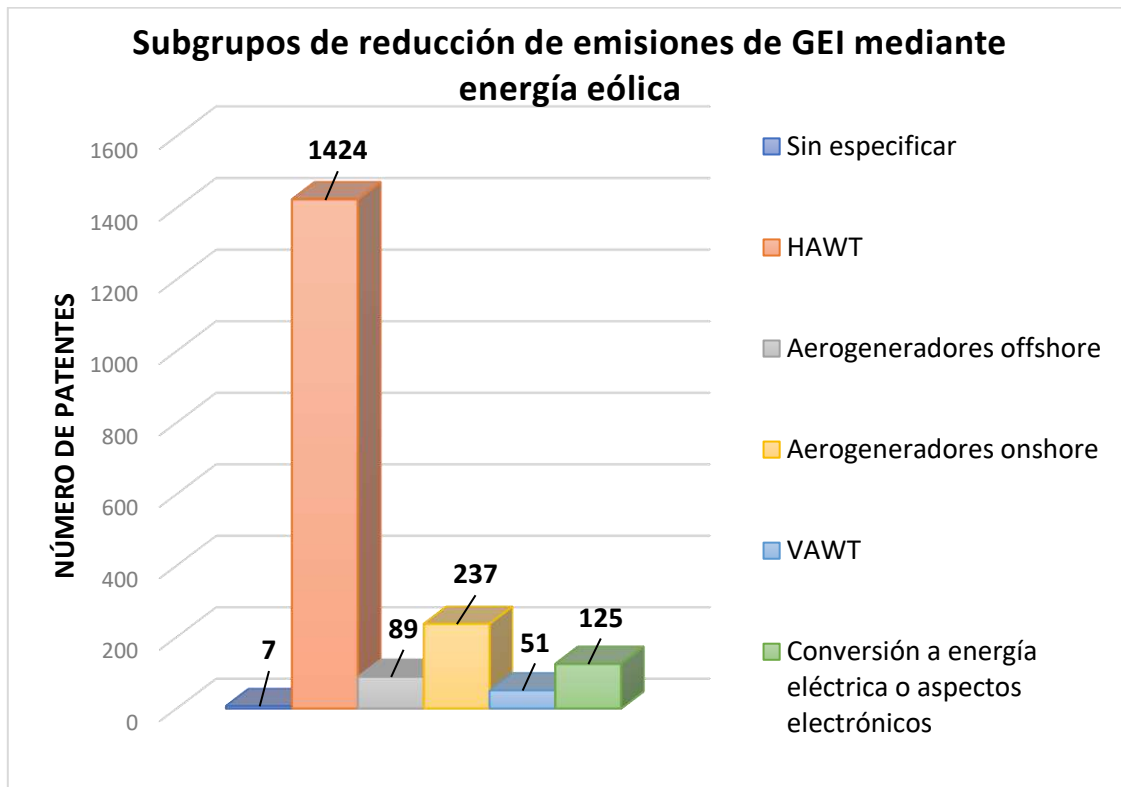


Figura 11. Subgrupos de reducción de emisiones de GEI mediante energía eólica  
Fuente: Eolion Energía

A la luz de los resultados, se evidencia que la industria persiste en su apuesta de manera intensiva por la generación mediante turbinas de eje horizontal, siendo la disposición convencional desde la aparición de los primeros parques eólicos. La aplicación de desarrollos tecnológicos más novedosos desempeña un papel limitado por el momento.

#### 6.1.8 Patentes relacionadas con la generación, conversión o distribución de energía eléctrica

Entre las patentes sobre aerogeneradores y en términos generales de producción y distribución de energía eléctrica se han localizado 133 patentes relacionadas con sistemas de suministro o distribución y almacenamiento de energía eléctrica, cuestiones esenciales para que la electricidad llegue a los usuarios y se gestione de la manera más eficiente posible.

También hay 91 patentes que versan sobre control o regulación aplicados a motores eléctricos, generadores, convertidores, transformadores, etc. Estos desarrollos tecnológicos permiten optimizar la eficiencia y mejorar la estabilidad de la producción de energía, especialmente en relación con la velocidad variable. La capacidad de regular la velocidad variable no sólo mejora la captura de cantidad de movimiento, sino que también contribuye a la estabilidad del sistema eléctrico, adaptándose a las variaciones en la velocidad del viento y satisfaciendo la demanda de manera eficiente. Estas patentes reflejan un compromiso continuo con la mejora de la tecnología eólica para maximizar la eficiencia y la seguridad en la generación de energía eólica.

## 6.2 CLASIFICACIÓN DE SOLICITANTES DESTACADOS

Una vez finalizada la evaluación de los diferentes grupos codificados, se estudiarán cuáles han sido los solicitantes más relevantes, no sólo para la totalidad de las patentes concedidas, sino, de manera individual, para los grupos temáticos que han tenido un impacto significativo en el análisis del epígrafe anterior.

A continuación, se muestran los diez solicitantes con mayor número de patentes registradas (Figura 12).

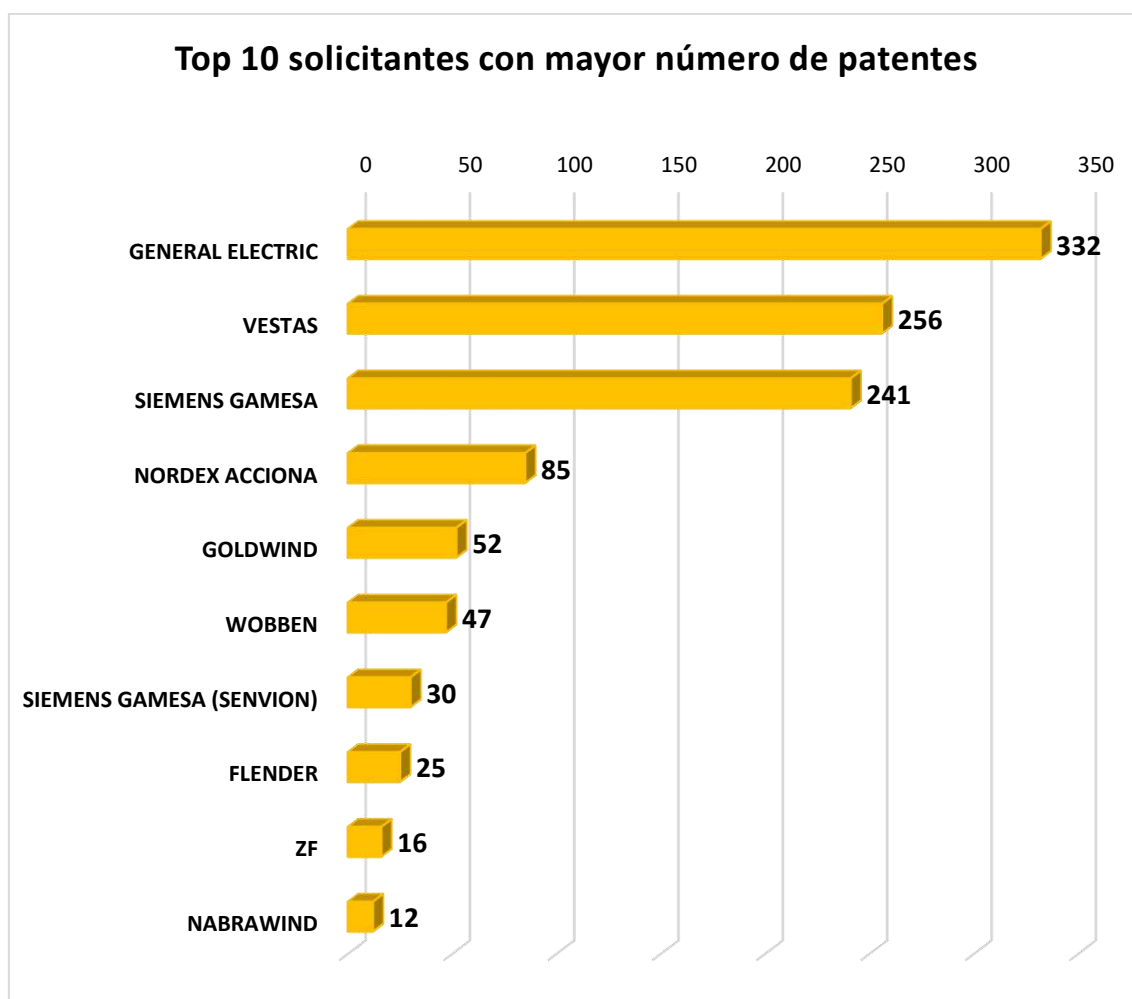


Figura 12. Top 10 solicitantes con mayor número de patentes  
Fuente: Eolion Energía

Los solicitantes que encabezan la clasificación de mayor número de patentes son los grandes fabricantes mundiales de turbinas eólicas: General Electric (GE), cuyas patentes representan el 21 % de la totalidad, Vestas (16%) y Siemens Gamesa (15%).

Figuran también otros fabricantes importantes como Nordex Acciona, Wobben y Senvion (mencionado como “Siemens Gamesa (Senvion)” por su desaparición y la adquisición por parte de Siemens Gamesa de la división europea de Servicios de Senvion y su propiedad intelectual). La cantidad de patentes de Goldwind, en quinta posición, no refleja que se trata del principal fabricante mundial, pues registra la mayor parte de sus patentes en China, que constituye su mercado principal (Figura 13 y Figura 14).

### Global top 15 OEMs: Market share 2022

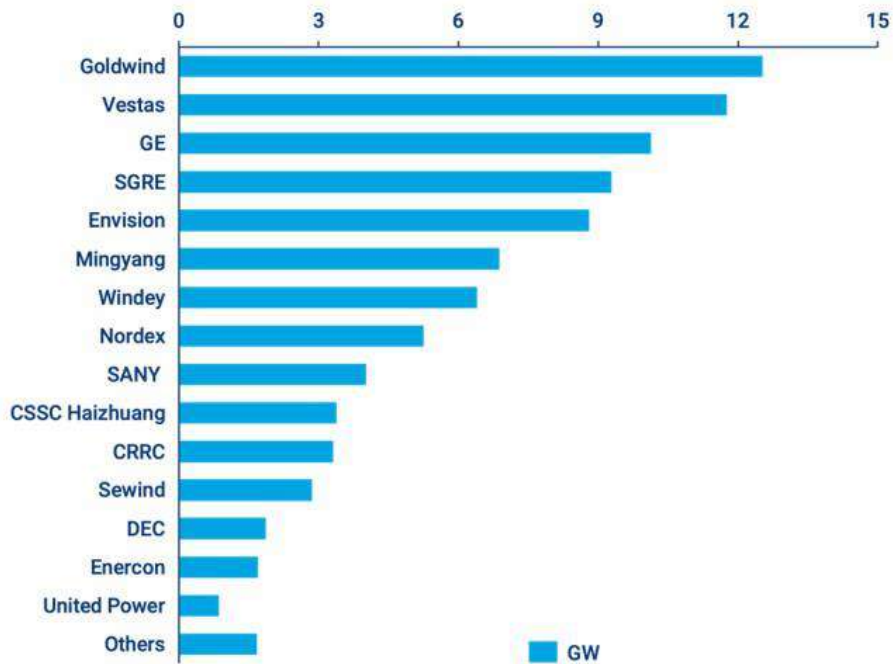


Figura 13. Cuotas de mercado de los principales fabricantes de aerogeneradores en 2022 a nivel global  
Fuente: Wood Mackenzie

### Top 7 OEMs excluding China: 2022 market share

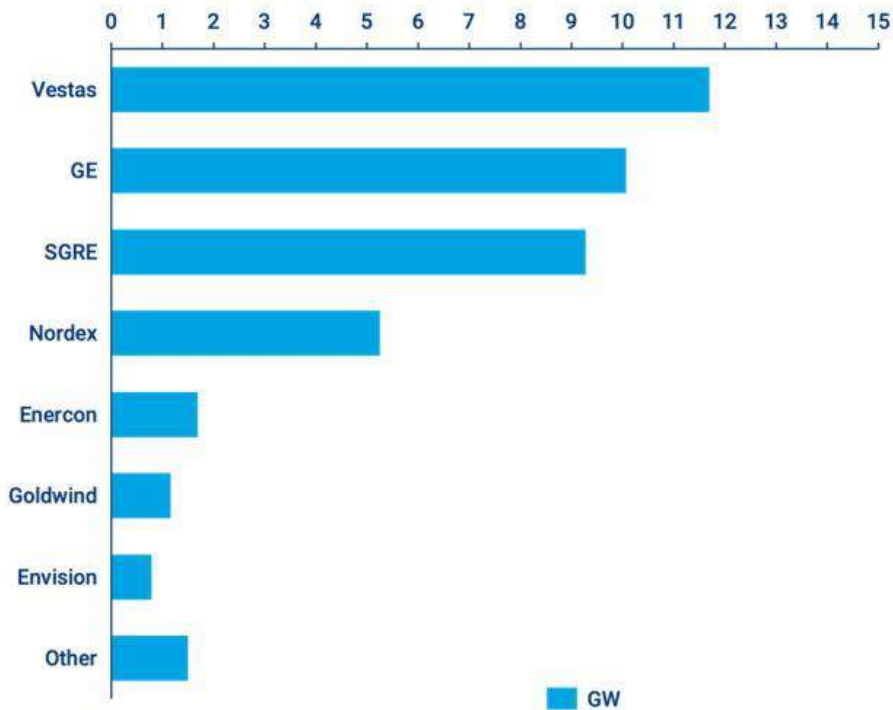


Figura 14. Cuotas de mercado de los principales fabricantes de aerogeneradores en 2022 a nivel global (excluyendo el mercado chino)

Fuente: Wood Mackenzie

Entre los diez solicitantes también hay fabricantes de componentes para la industria eólica. Se trata de Flender (transmisiones, acoplamientos, generadores, etc.) y ZF (especialista en transmisiones).

### 6.2.1 Principales solicitantes para los grupos con más impacto

Al enfocar los grandes grupos destacados mencionados anteriormente (control, miscelánea, etc.), se tiene que las tres empresas que encabezan las clasificaciones son los grandes fabricantes: GE, Siemens Gamesa y Vestas.

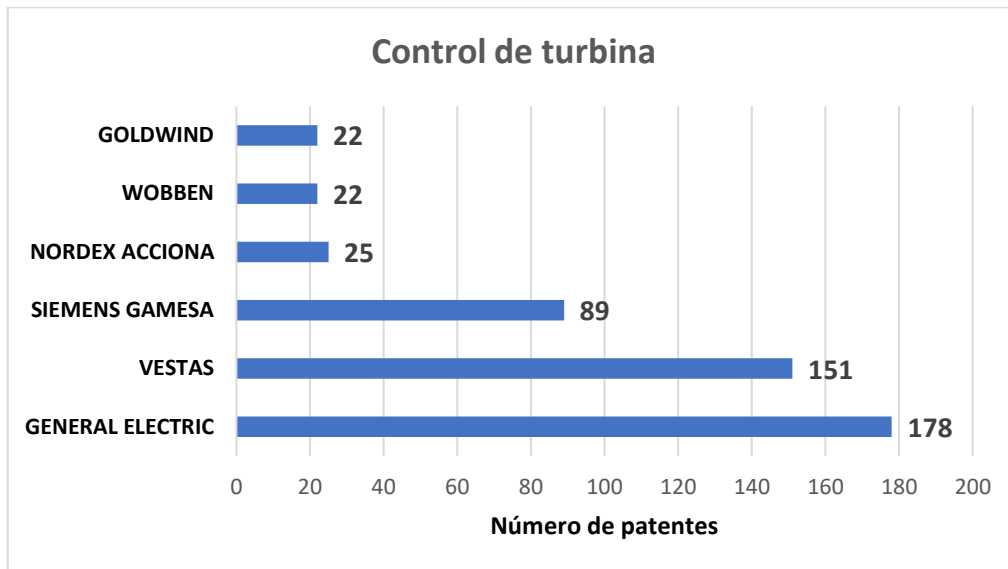


Figura 15. Control de turbina  
Fuente: Eolion Energía

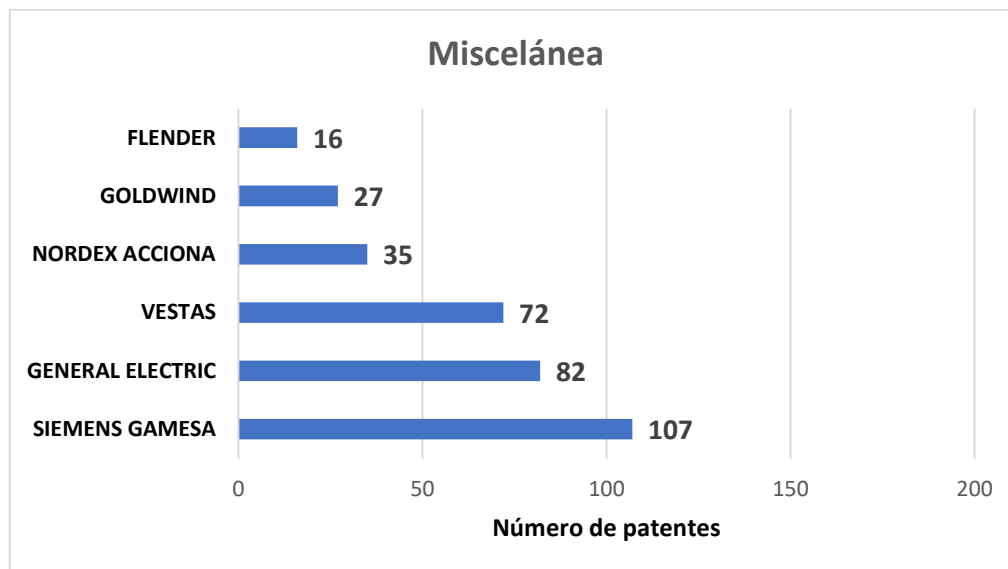


Figura 16. Miscelánea  
Fuente: Eolion Energía



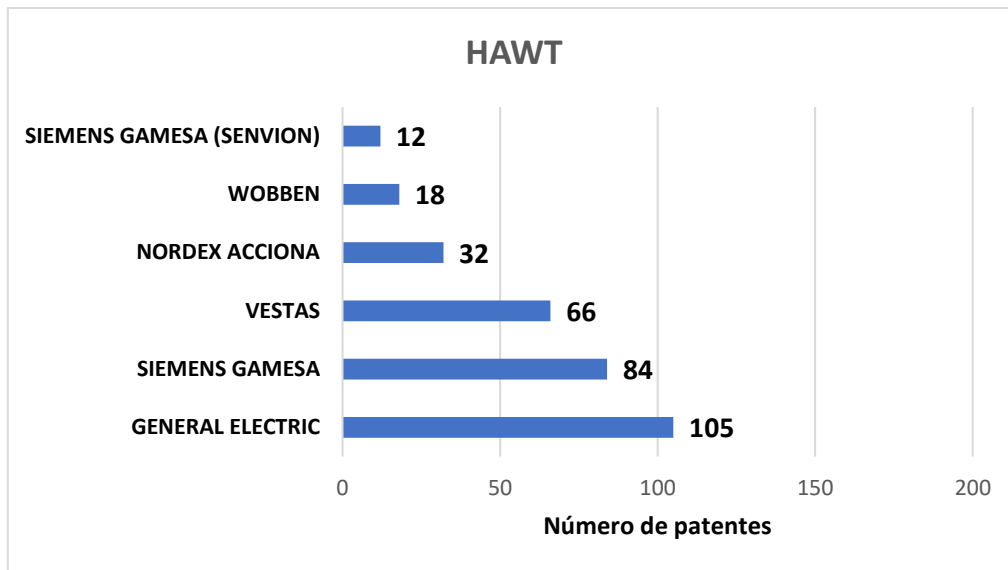


Figura 17. HAWT  
Fuente: Eolion Energía

En cuanto a las patentes de aerogeneradores de eje horizontal, las más numerosas son las relacionadas con elementos constructivos de las palas. Analizando sus solicitantes, los fabricantes de turbinas son los que tienen mayor cantidad de patentes registradas, como se observa en la representación a continuación (Figura 18).

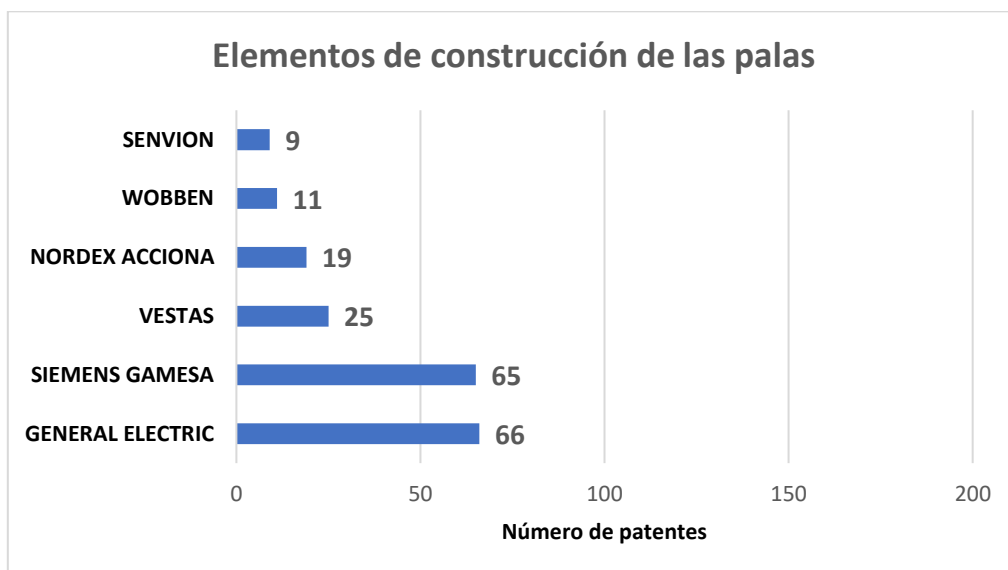
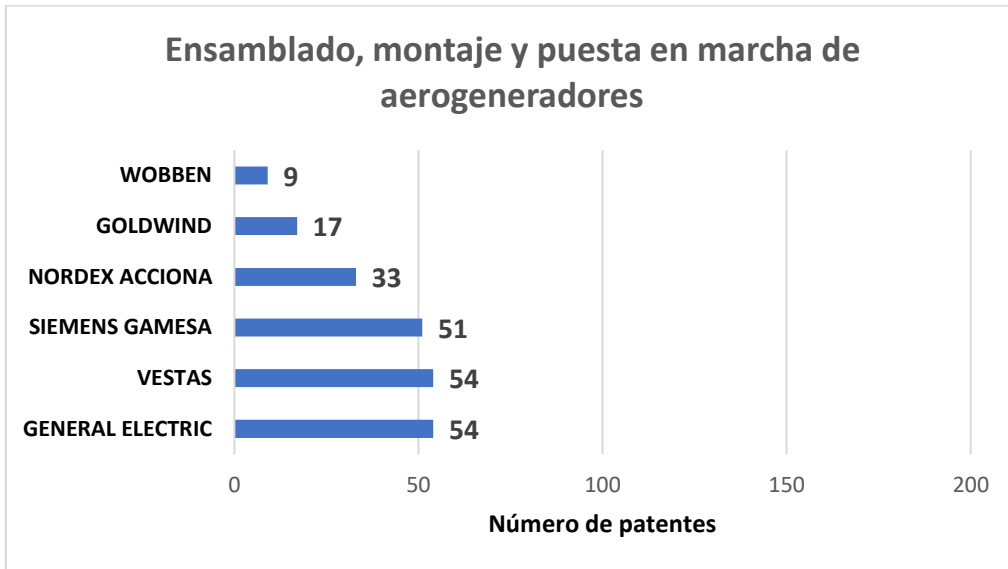
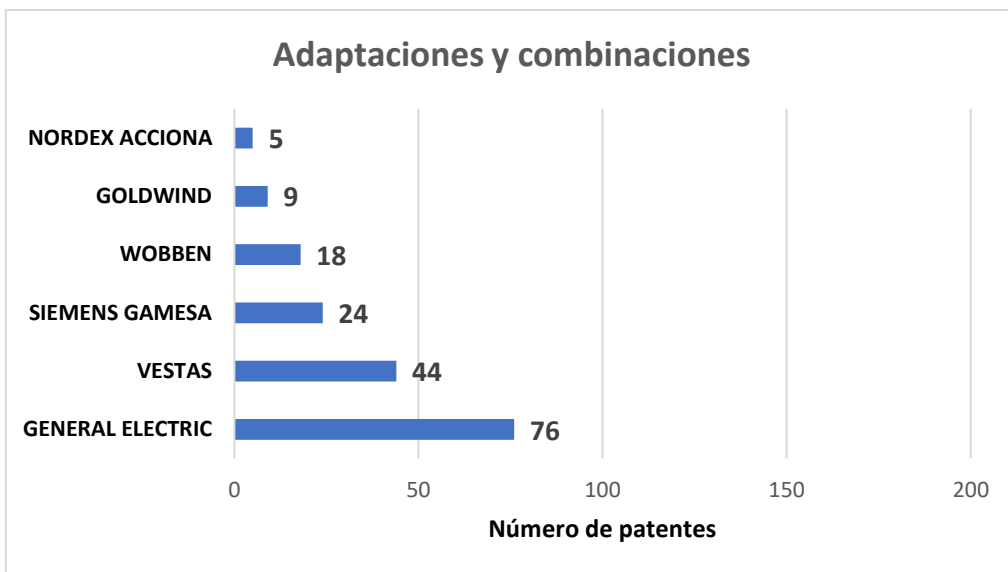


Figura 18. Elementos de construcción de las palas  
Fuente: Eolion Energía



*Figura 19. Ensamblado, montaje y puesta en marcha de aerogeneradores*  
Fuente: Eolion Energía



*Figura 20. Adaptaciones y combinaciones*  
Fuente: Eolion Energía

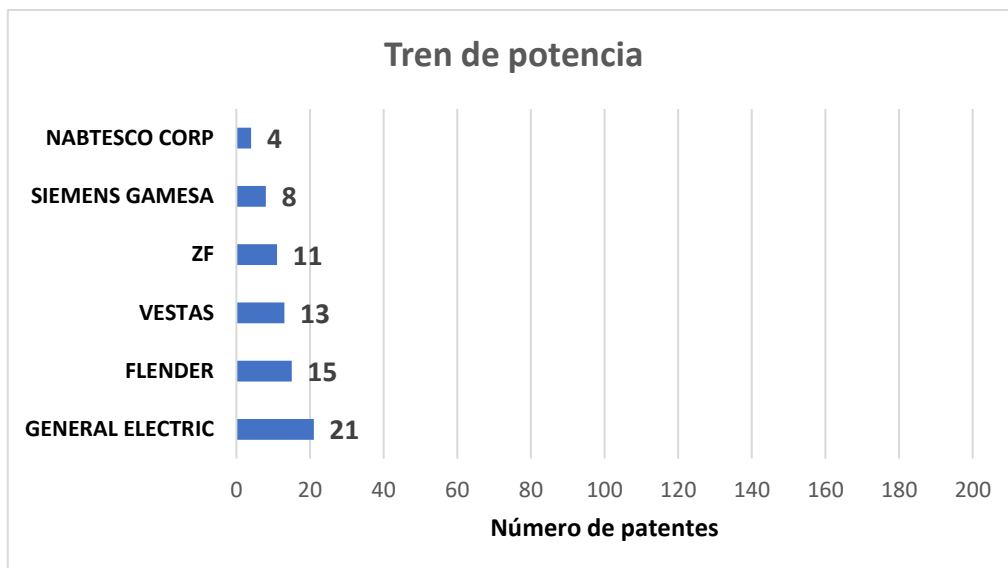


Figura 21. Tren de potencia  
Fuente: Eolion Energía

En el grupo de patentes relacionadas con el tren de potencia (Figura 21), al margen de los grandes fabricantes de turbinas, aparecen tres fabricantes de componentes: Flender, ZF y Nabtesco (monitorización de tren de potencia).

### 6.2.2 Temáticas de las patentes de los principales solicitantes

Mediante la representación gráfica del porcentaje de aparición de los principales grupos en los solicitantes con mayor número de patentes, se pueden conocer las tendencias tecnológicas de estas empresas. Para este análisis se han seleccionado los seis solicitantes (todos fabricantes de aerogeneradores) con mayor número de patentes y, dado que no se ha detectado presencia significativa de patentes clasificadas para turbinas diferentes a las de eje horizontal o eje vertical (grupo de otros aerogeneradores (F03D5)), no se ha tenido en cuenta esta categoría en las representaciones.

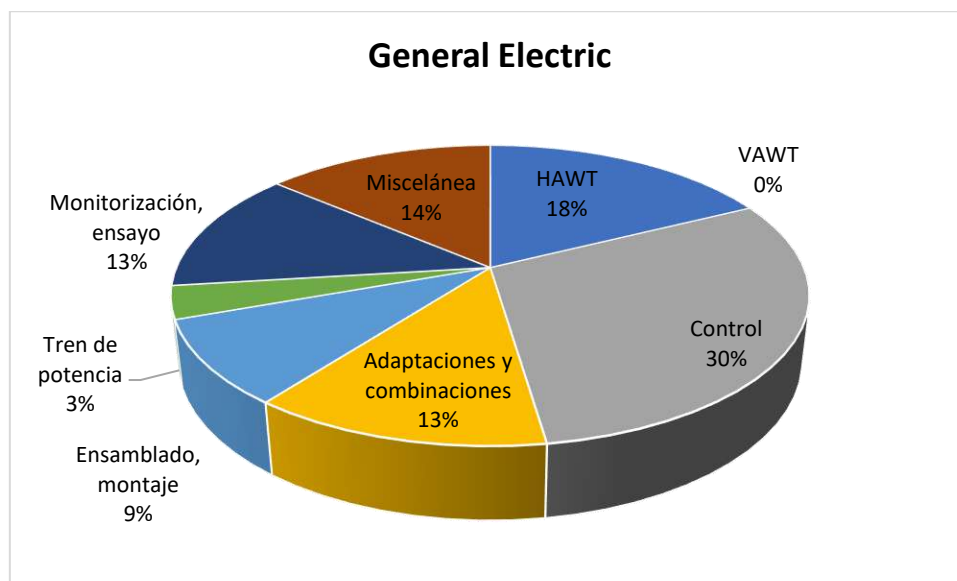
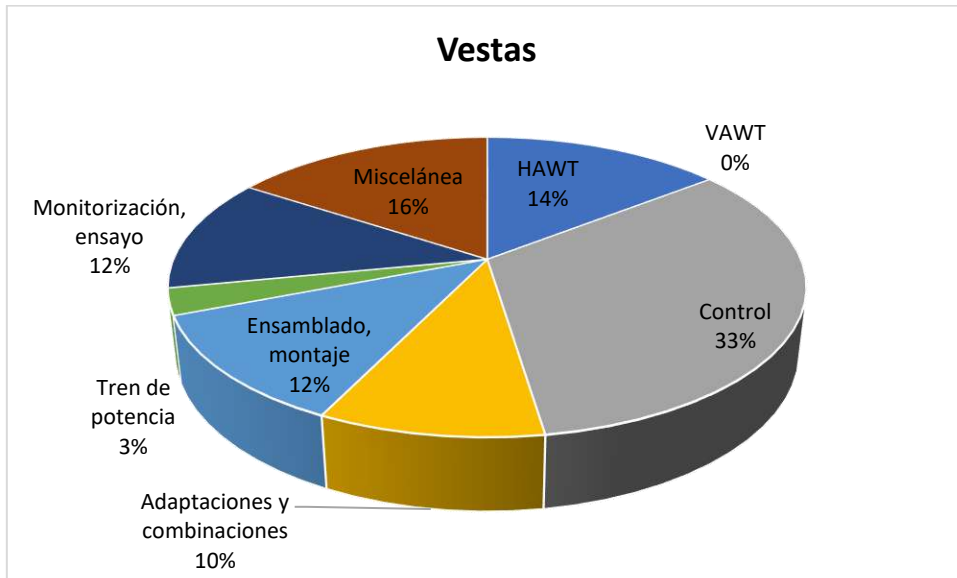
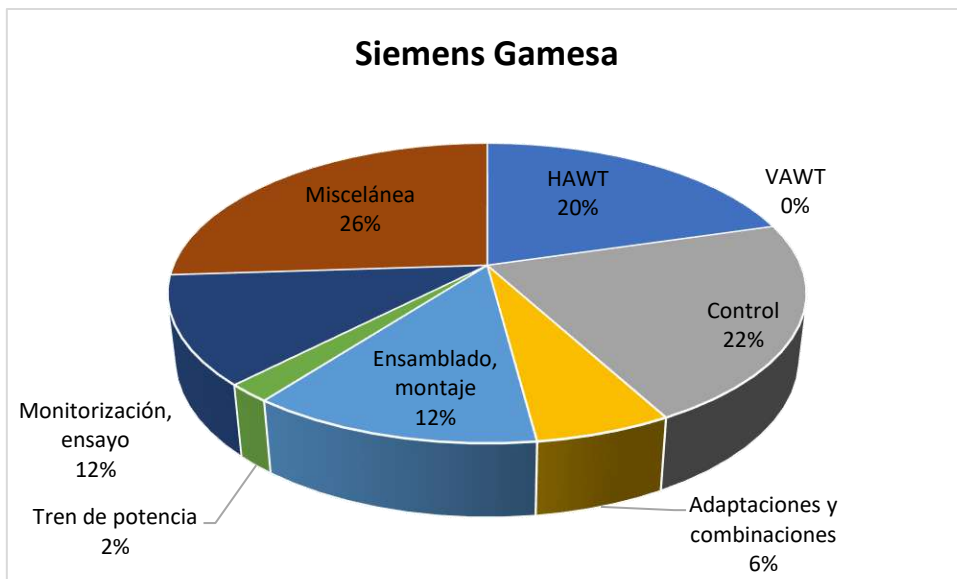


Figura 22. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de General Electric  
Fuente: Eolion Energía



*Figura 23. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Vestas*  
Fuente: Eolion Energía



*Figura 24. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Siemens Gamesa*  
Fuente: Eolion Energía

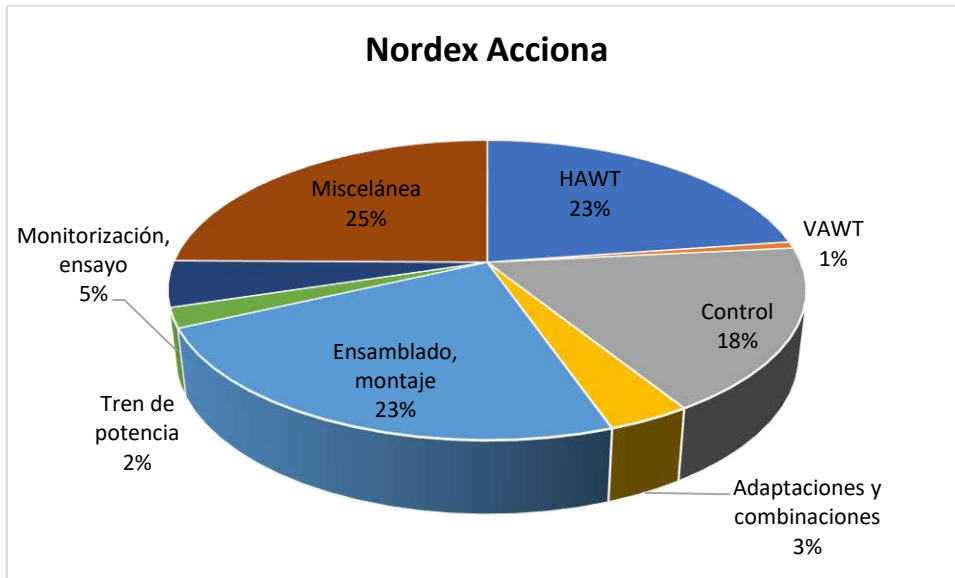


Figura 25. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Nordex Acciona  
Fuente: Eolion Energía

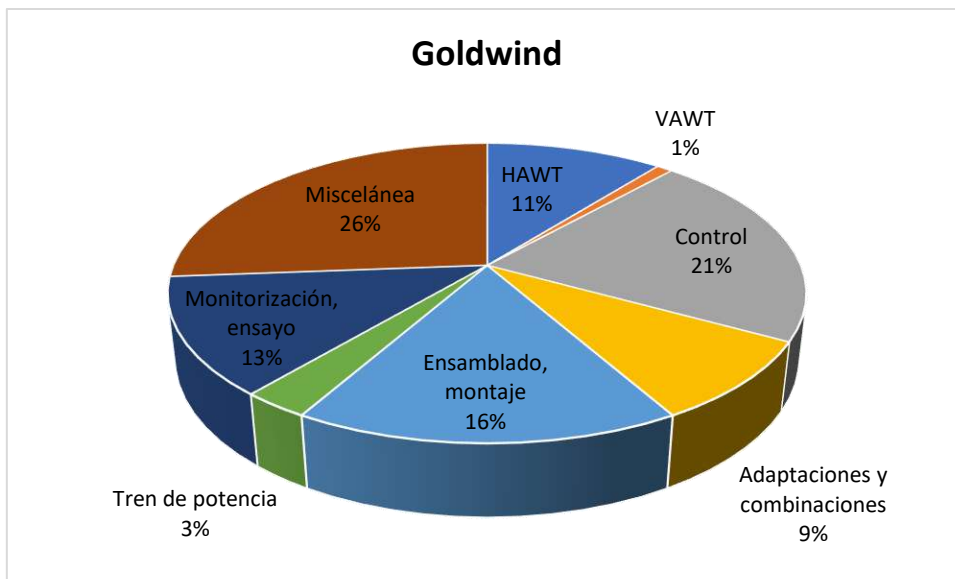


Figura 26. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Goldwind  
Fuente: Eolion Energía

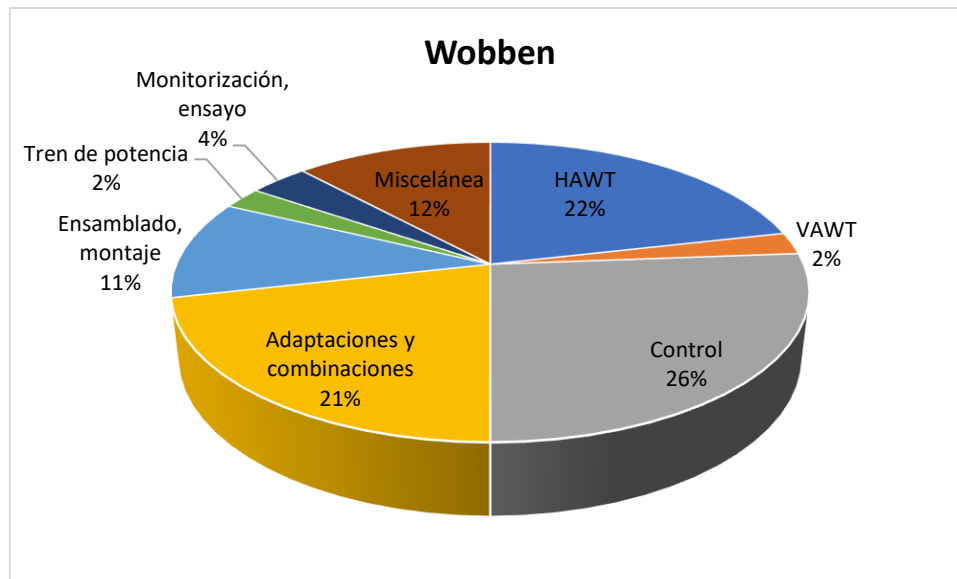


Figura 27. Aparición de los principales grupos de patentes en las patentes de Wobben  
Fuente: Eolion Energía

General Electric y Vestas presentan una distribución temática de patentes parecida, encabezada por el control de turbina (30 y 33 % respectivamente) que, como sucede con las tendencias generales de todas las patentes, tiene un papel fundamental en la innovación y aglutina entre un 18 % (Nordex Acciona) y un 26 % (Wobben) de las patentes del resto de los grandes fabricantes. En el caso de GE y Vestas, las patentes de control se centran en el control automático y de las propiedades aerodinámicas de la pala (*pitch*).

Además, ambas empresas reúnen un porcentaje del 14 y 16 %, respectivamente, de patentes del grupo de miscelánea, sobre mantenimiento o reparación (las más numerosas del grupo en Vestas), rodamientos o lubricación y componentes de góndola y torre.

El de miscelánea es el primer grupo en fabricantes como Siemens Gamesa (26%), Nordex Acciona (25%) y Goldwind (26%). En el caso de Siemens Gamesa, las patentes tratan los siguientes aspectos, por orden de importancia: componentes eléctricos y mecánicos para góndolas y torres, mantenimiento o reparación y protección contra rayos. Nordex Acciona, por su parte, cuenta con patentes sobre rodamientos o lubricación, protección de rayos, sistemas para detección y eliminación de hielo y mantenimiento o reparación. Por último, Goldwind posee más patentes de rodamientos o lubricación y refrigeración o calentamiento de aerogeneradores.

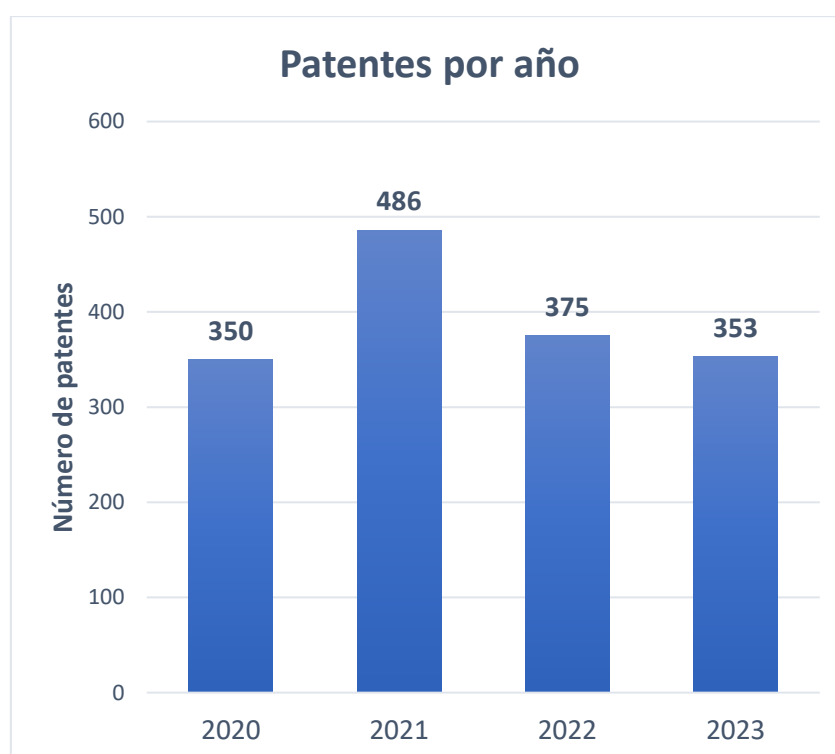
Cabe mencionar que, entre los tres primeros grupos temáticos de Nordex Acciona, hay un reparto porcentual muy equilibrado: además de miscelánea (26%), empatan con un 23 % las patentes sobre turbinas de eje horizontal y las de ensamblado, montaje o puesta en marcha. En este último caso, existe relación con la estrategia de la compañía de apostar por torres de hormigón, incluyendo la pieza de transición con la góndola.

## 7 ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS PATENTES CONCEDIDAS EN EL PERIODO DE ESTUDIO

---

Como ya se explicó en la descripción de la metodología a seguir para el análisis de patentes, los códigos permiten identificar de una manera más efectiva los temas tratados por una patente. Esto no implica que sólo pertenezcan a un grupo, por lo que una comparativa entre el número de patentes y la aparición de los códigos que identifican a los principales grupos sirve para visualizar si existe una gran cantidad de patentes que estén relacionadas con más de un concepto.

Con el fin de ilustrar mejor los datos obtenidos, se han realizado varias representaciones gráficas. Una (*Figura 28*) muestra el número de patentes concedidas por año y la otra (*Figura 29*) la aparición de los códigos de los principales grupos en las patentes concedidas por año.



*Figura 28. Patentes entre 2020 y 2023*  
Fuente: Eolion Energía

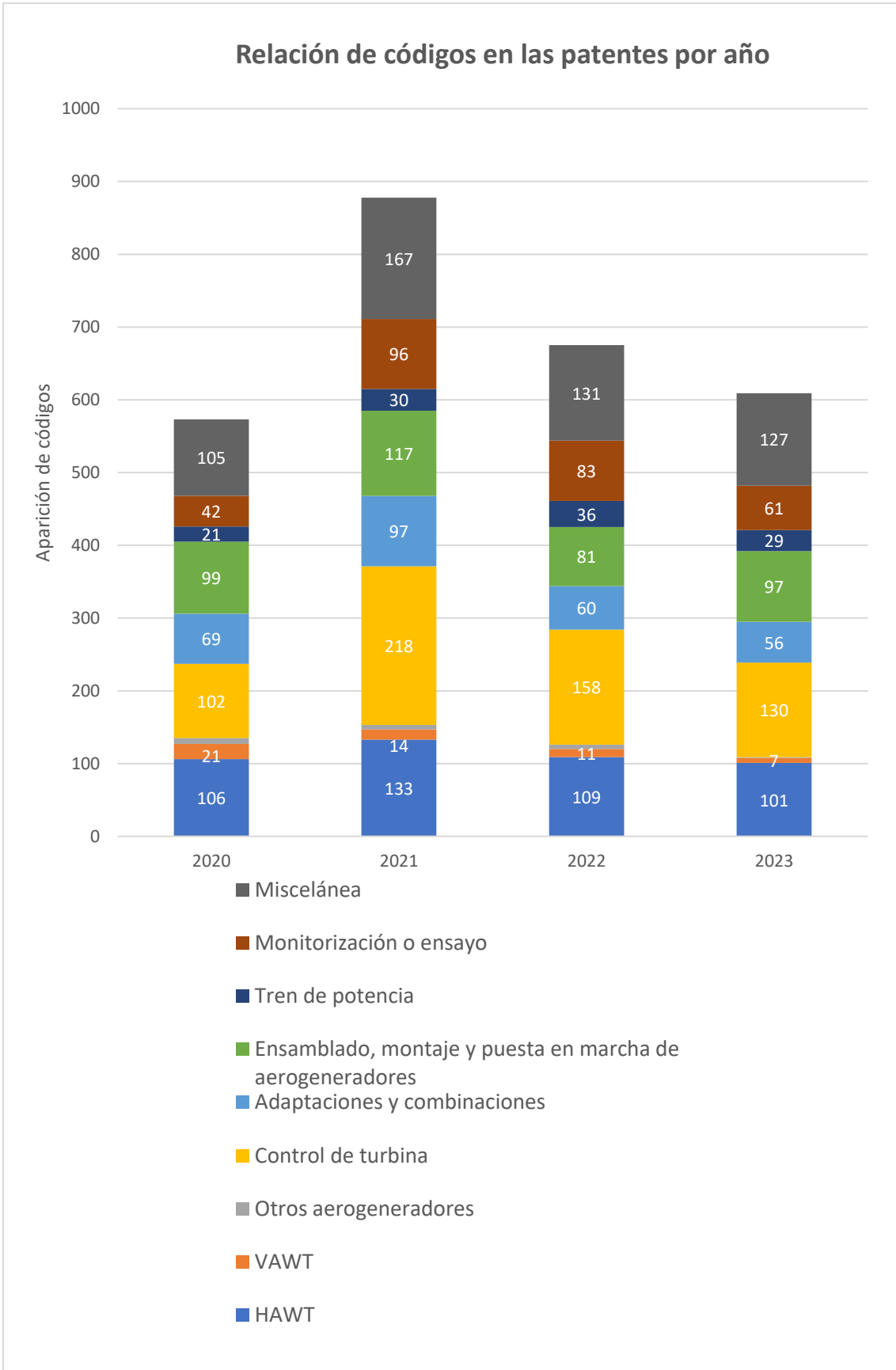


Figura 29. Relación de códigos en las patentes entre 2020 y 2023  
Fuente: Eolion Energía



Seleccionando como ejemplo el año 2020, existen 573 códigos repartidos entre las 350 patentes concedidas, lo que implica que la gran mayoría de las patentes se encuentran relacionadas con más de un concepto. De hecho, tras el análisis se comprobó que existen patentes relacionadas hasta con 6 grupos distintos, como puede ser la patente de Goldwind: “Método y dispositivo de identificación del estado de formación de hielo en las palas de un aerogenerador” (ES2865438 (T3)). Esta patente se encuentra clasificada bajo los códigos relacionados con: eje de rotación paralelo y perpendicular al flujo de viento, adaptaciones y combinaciones, control de la turbina, monitorización y miscelánea (concretamente detección de hielo).

Dados los periodos de solicitud de las 1564 patentes, junto con las fechas en las que fueron concedidas, se estima que el tiempo medio comprendido entre la solicitud y la aprobación de la patente es de 5 años. Esto no quiere decir que, debido a que el 2021 cuenta con más patentes concedidas, en 2016 se solicitaran un mayor número de patentes: en primer lugar, debido a que no existe una relación proporcional entre las patentes solicitadas y las patentes concedidas 5 años después; y, en segundo lugar, debido a que, a pesar de obtener una media hasta la aprobación de 5 años, los datos recopilados para la realización de este informe reflejan que los periodos pueden variar desde varios meses hasta más de quince años.

## 7.1 COMPARATIVA ENTRE LAS PRIORIDADES DE INNOVACIÓN Y LAS TENDENCIAS DEL ANÁLISIS DE PATENTES

A partir de las prioridades de innovación definidas por Reoltec (*Figura 31*), se puede determinar la relación que guardan con el contenido de las patentes, en arreglo a la clasificación establecida en este estudio.

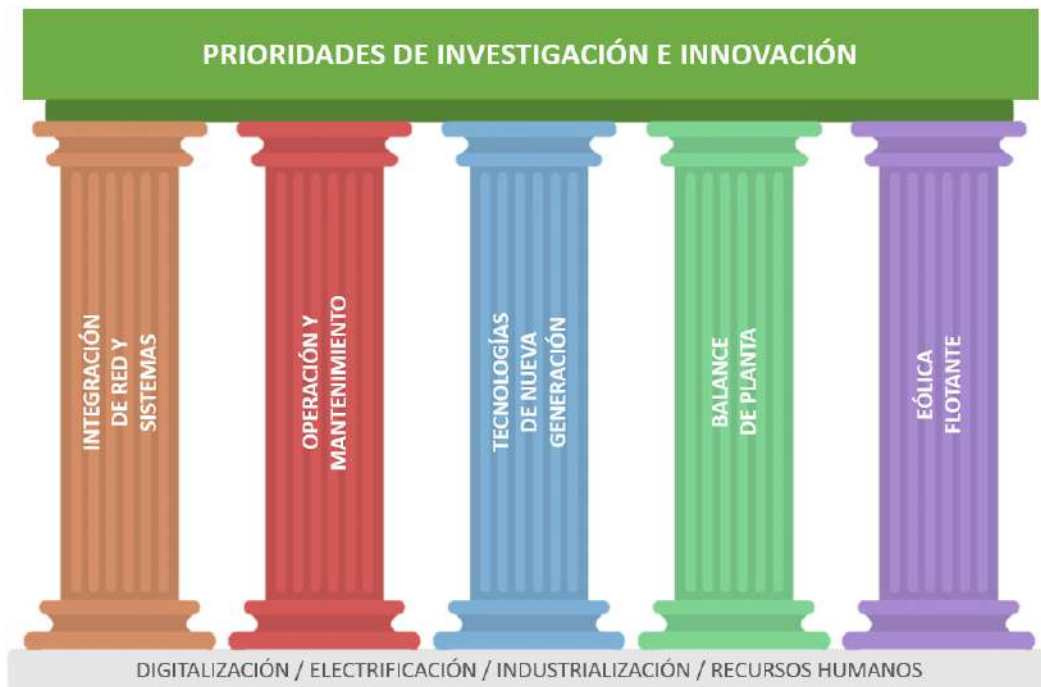


Figura 30. Prioridades de investigación e innovación

Fuente: ETIP Wind 2018

| Prioridades de innovación       |   |
|---------------------------------|---|
| Relación con la comunidad       | Aceptación social y creación de actividad económica local. Comunidades energéticas  |
| Economía circular               | Palas 100% reciclables - reciclado de aceites y otros componentes   |
| Red eléctrica                   | Inercia de red, <i>black start</i> , <i>grid forming</i>  |
| Formación                       | Análisis de los perfiles necesarios para la mejor captación de talento  |
| Rotor                           | Incremento de diámetro (palas seccionadas, sensorizadas). <i>Reblading</i> y <i>retipping</i>   |
| Control                         | (Súper) control de parque   |
| Generador                       | Desarrollo de <i>direct drive</i> . Diseño modular  |
| Estructura                      | Aligeramiento (reducción de peso y de materiales). Nuevos materiales  |
| Torre                           | Torres híbridas y torres autoizables  |
| Logística                       | Transporte de palas de elevada longitud   |
| Mantenimiento                   | Racionalizar las actividades de mantenimiento, diagnóstico y supervisión de reparaciones. Modificar el control para continuar con la producción a prueba de fallo. Digitalización, <i>big data</i> , <i>sensórica</i> e inspecciones remotas  |
| Alargamiento de vida            | Modelos aeroelásticos<br>Desarrollo de herramientas de simulación y validación destinadas a prolongar la vida<br>Nuevas soluciones de monitoreo ( <i>sensórica</i> ) y modelos de vida remanente para permitir la extensión de la vida  |
| Recurso eólico                  | Integración de modelos de mesoescala  |
| Repotenciación                  | Evaluación del flujo eólico en emplazamientos con tecnologías heterogéneas de turbinas eólicas (repotenciación parcial o de distinto tamaño o fabricante)<br>Estandarización de los componentes clave (rodamientos, engranajes, etc.) e imanes permanentes de sustitución/reacondicionamiento<br>Ingeniería inversa de componentes de fabricantes/modelos desaparecidos |
| Soluciones TIC                  | Inteligencia artificial, <i>machine learning</i> y ciberseguridad   |
| Soluciones complementarias      | Hibridación con FV, baterías y electrolizadores   |
| Game changers                   | Cometas ( <i>airborne</i> )   |
| Eólica de baja y media potencia | Integración de plantas híbridas. Convertidores <i>grid forming</i> . Comunidades energéticas  |

Figura 31. Prioridades de innovación

Fuente: Reoltec

La gran cantidad de patentes sobre control contabilizadas y la fuerte presencia de esta categoría entre los principales fabricantes indican que se trata de una de las prioridades de innovación de más interés para la industria eólica. Como se ha visto en el análisis en profundidad de estas patentes, cabe resaltar la importancia del control en el ángulo de paso de palas y la automatización en el control de parque.

Se ha registrado un considerable número de patentes sobre rotores, los elementos constructivos de las palas y las características aerodinámicas de estas, como indicativo del incremento general de tamaño de rotor que han experimentado los aerogeneradores en los últimos años.

Otra de las categorías significativas en el estudio y que tiene relación con las prioridades de innovación es la de mantenimiento y reparación de aerogeneradores. Además, la importancia del mantenimiento indica la disposición de la industria a prolongar la vida útil de las turbinas como estrategia sostenible y rentable.

Sobre innovaciones en la estructura, torre y logística, en materia de patentes se tiene un grupo denominado ensamblado, montaje o puesta en marcha. Aquí se incluyen patentes de torres y, especialmente, patentes sobre la conexión entre torre y cimentación, con apartado exclusivo

para instalaciones *offshore*. También destacan las patentes de ensamblado para la fase de erigir la turbina y, con menor presencia, algunas patentes sobre el transporte.

En materia de generadores, dentro de las patentes del grupo adaptaciones y combinaciones, la categoría más importante es la que trata los generadores eléctricos. Al mismo tiempo, se han contabilizado siete patentes sobre transmisión de energía mecánica sin engranajes, de accionamiento directo (sin necesidad de emplear multiplicadora).

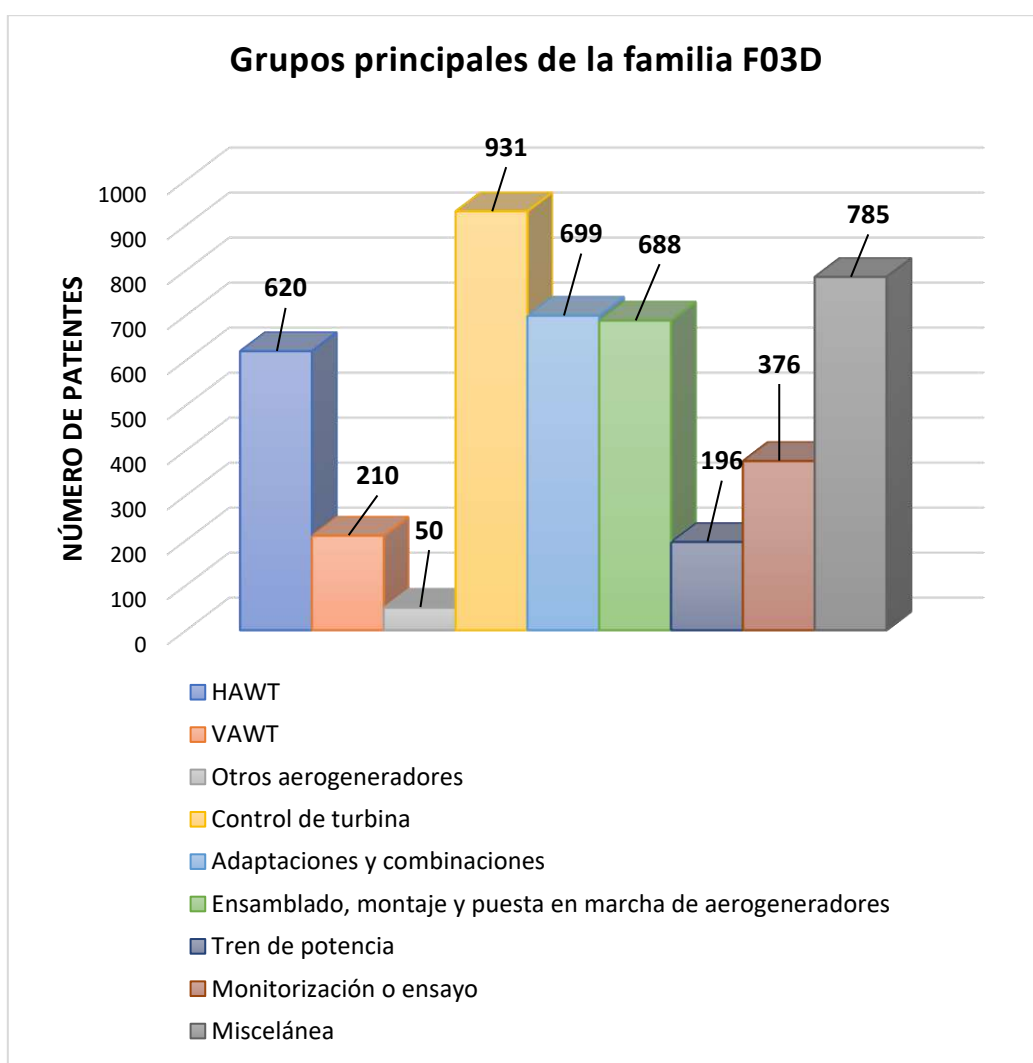
En cuestiones relativas a la red eléctrica, existen patentes sobre producción y distribución de energía eléctrica para sistemas de suministro o distribución y almacenamiento de energía eléctrica. Relacionado con soluciones complementarias, el almacenamiento de energía, en concreto mediante el uso de baterías, es el subgrupo sobre el que más inciden las patentes, dejando la hibridación con energía solar e hidráulica en un segundo plano. Considerando que una de las limitaciones más relevantes de la energía eólica es su capacidad de gestión, no es de extrañar el desarrollo de técnicas de almacenamiento e hibridación con otras fuentes de energía. Por poner un ejemplo, la producción de hidrógeno verde es una de las nuevas técnicas para el almacenamiento (hay dos patentes registradas acerca de la combinación de aerogeneradores con aparatos de almacenamiento de energía química), que, pese a ser más empleada en la industria solar, se estima que pueda adquirir gran importancia en los próximos años.

## 8 ANÁLISIS DE SOLICITUDES

A lo largo de este apartado, se van a mostrar algunos datos sobre las solicitudes de patente registradas en la Oficina de Patentes de Estados Unidos (USPTO), para contar con una perspectiva más amplia que complete el estudio. Se presenta como una ventana adecuada para evaluar las tendencias actuales en la tecnología de los aerogeneradores considerando la estimación previa de, aproximadamente, 5 años desde la solicitud hasta la concesión de una patente.

Por ello, se han seleccionado las solicitudes de patentes estadounidenses comprendidas entre el 1 de enero de 2020 y el 15 de octubre de 2023 y se procederá a su evaluación siguiendo la misma metodología empleada para las patentes concedidas (cuantificación por códigos CPC), a fin de poder comparar las conclusiones obtenidas para ambos casos.

Durante este periodo se han registrado un total de 3221 patentes solicitadas. En la siguiente representación (*Figura 32*) se realiza un análisis de los principales grupos sobre aerogeneradores.



*Figura 32. Grupos principales de la familia F03D*  
Fuente: Eolion Energía

En consonancia con las patentes concedidas, el de control continúa siendo el grupo con más impacto seguido del grupo de miscelánea. Sin embargo, el grupo de HAWT, relacionado

principalmente con los elementos de construcción del rotor, pierde peso cediendo protagonismo a grupos como el de adaptaciones y combinaciones y el de ensamblado, montaje y puesta en marcha.

En la actualidad, las limitaciones de los flujos de caja y la necesidad de mejorar los márgenes de beneficio implican que el sector necesita una tregua en la guerra del tamaño. Esto quizá sea el motivo por el que, en comparación, el grupo HAWT pierde algo de protagonismo, debido al freno de las principales tecnologías en el desarrollo de mega máquinas.

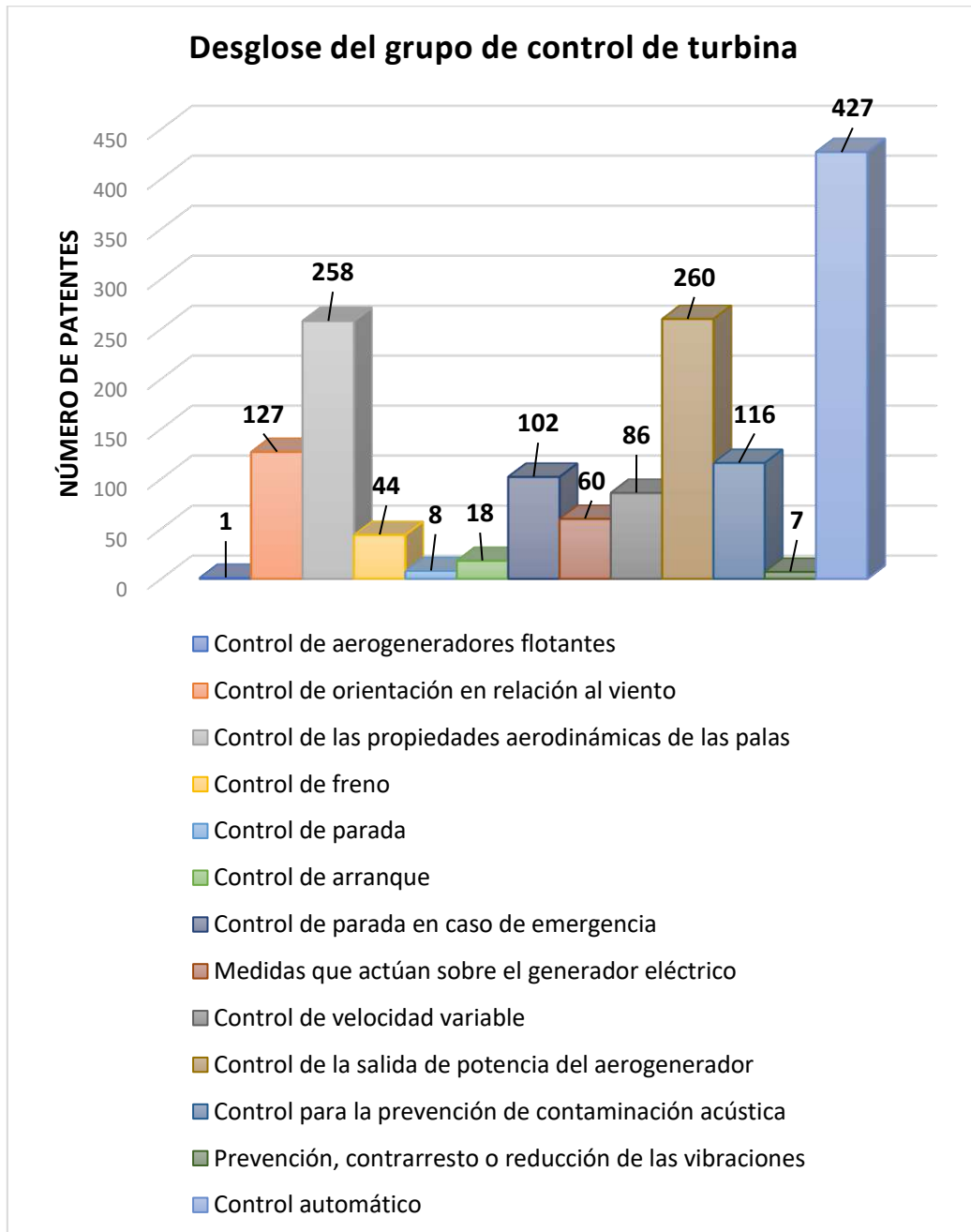


Figura 33. Desglose del grupo de control de turbina  
Fuente: Eolion Energía

De manera interna, el grupo de control (Figura 33) mantiene la misma estructura que en las patentes concedidas, lo que es un indicativo de que el interés en los diferentes campos del control no se ha visto alterado.

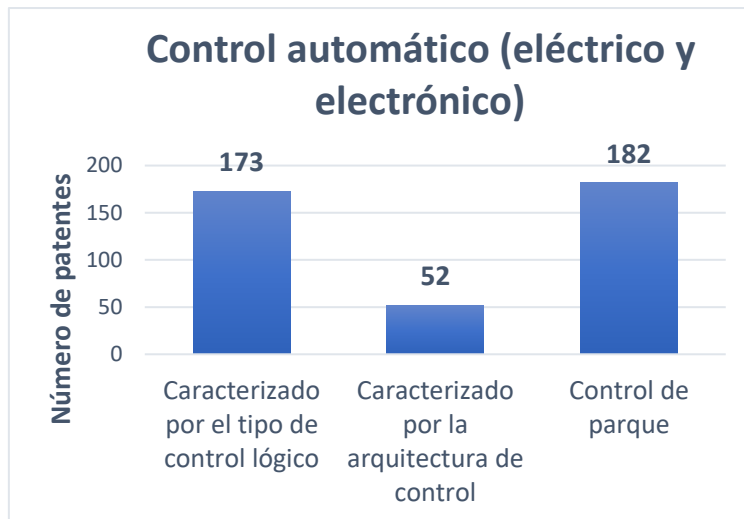


Figura 34. Control automático (eléctrico y electrónico)  
Fuente: Eolion Energía

Incluso analizando el control automático (Figura 34), se puede identificar cómo se mantiene la misma distribución, en la que predominan patentes relacionadas con el control de parque y caracterizadas por el tipo de control lógico.

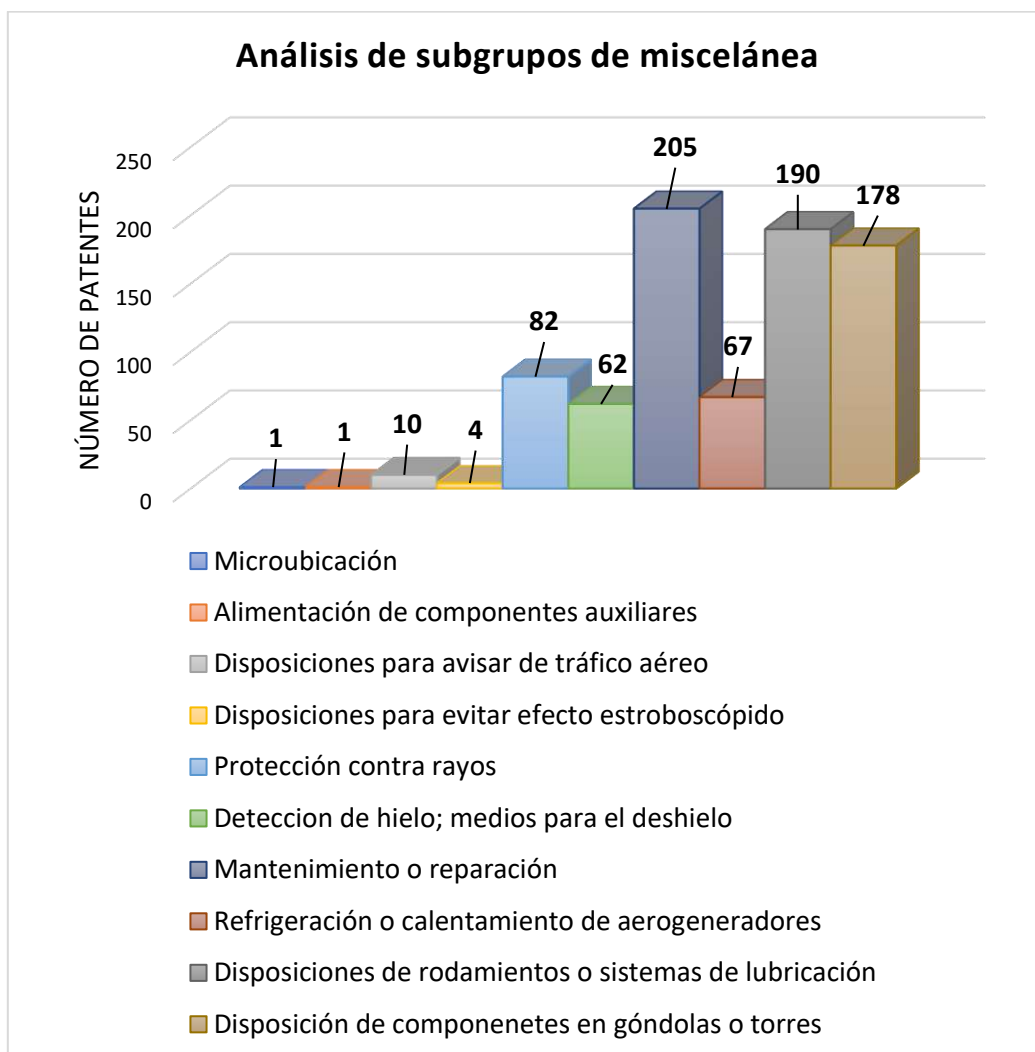
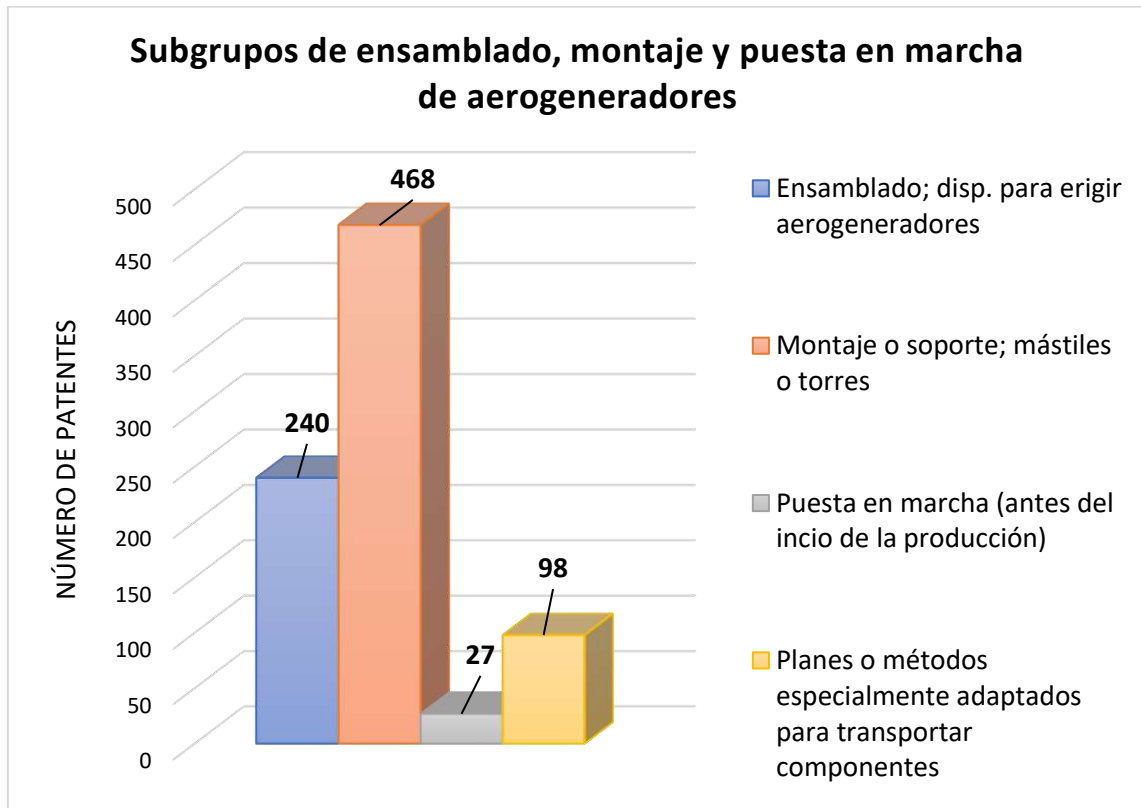


Figura 35. Análisis de subgrupos de miscelánea  
Fuente: Eolion Energía

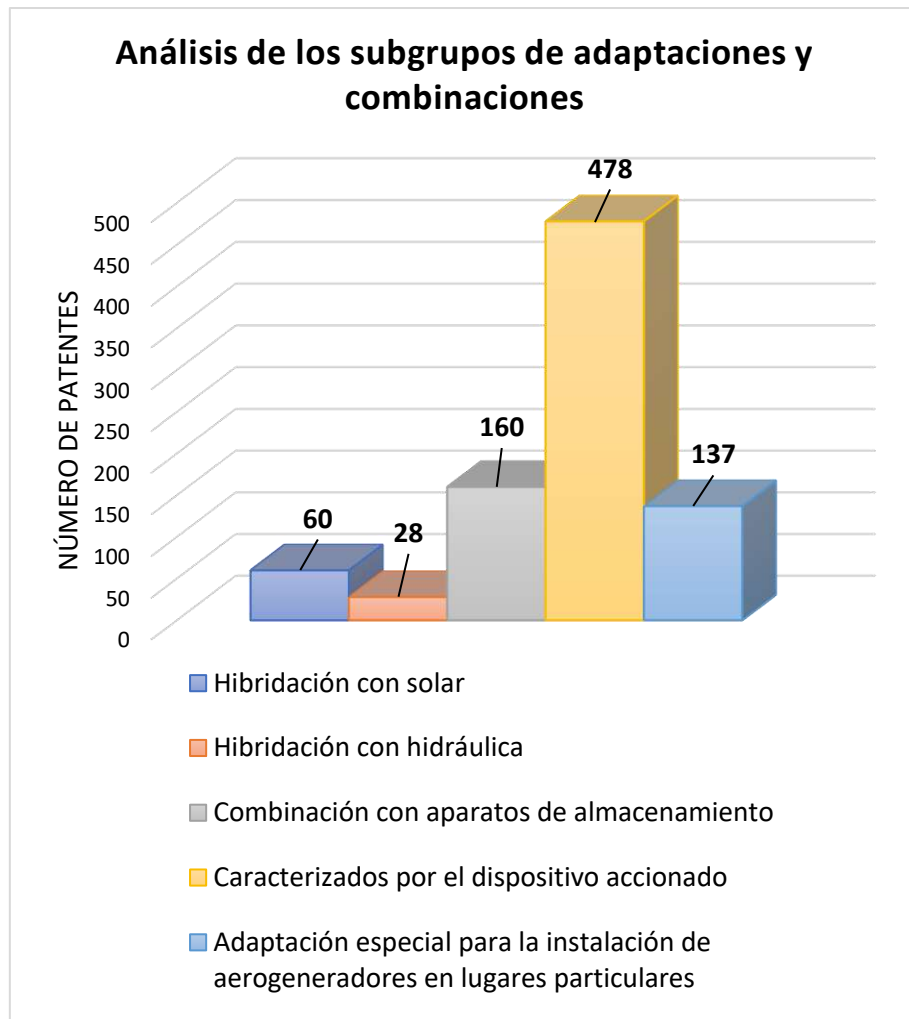
En el grupo de miscelánea (*Figura 35*), el mantenimiento y reparación de las turbinas y las disposiciones de los rodamientos y los sistemas de lubricación continúan siendo los subgrupos que suponen casi la totalidad del peso del grupo de miscelánea.

La *Figura 36* recoge el reparto temático de las solicitudes de patente sobre ensamblado, montaje y puesta en marcha de aerogeneradores. La distribución es similar a la que existe en las patentes de la oficina española.



*Figura 36. Subgrupos de instalación, montaje y puesta en marcha de aerogeneradores*  
Fuente: Eolion Energía

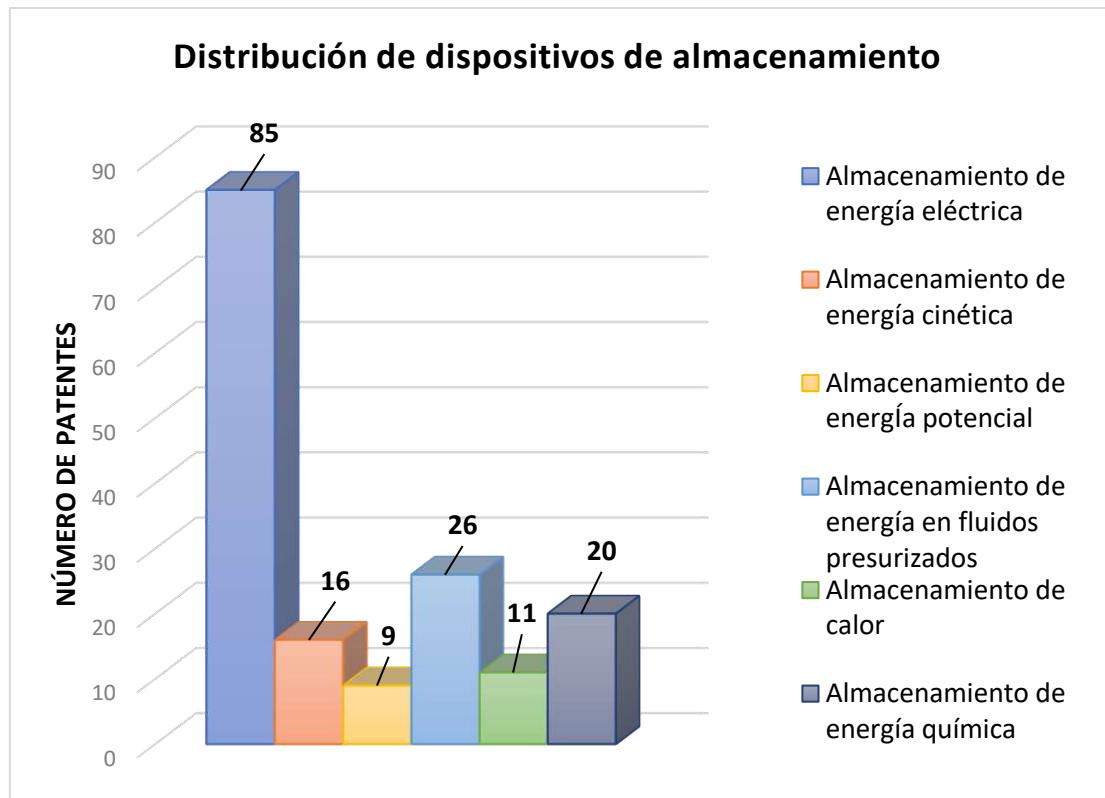
En la siguiente representación (*Figura 37*), se muestran las solicitudes según la categoría del grupo de adaptaciones y combinaciones de aerogeneradores a la que pertenecen. La distribución mantiene las mismas tendencias que las patentes concedidas.



*Figura 37. Análisis de los subgrupos de adaptaciones y combinaciones*  
Fuente: Eolion Energía

Como se ha observado en las patentes concedidas, la categoría de aerogeneradores caracterizados por el dispositivo accionado es la más importante, estando centrada en generación de energía eléctrica de turbinas que pertenecen a un parque eólico. No obstante, en virtud del atractivo y relevancia tecnológica que posee el almacenamiento de energía, se ha profundizado más en este subgrupo (ver *Figura 38*).





*Figura 38. Distribución de dispositivos de almacenamiento*  
Fuente: Eolion Energía

En general, se prioriza el almacenamiento de energía eléctrica, igual que ocurre en las patentes concedidas, si bien en las solicitudes se observa que el resto de las categorías no presentan una distribución tan igualada y uniforme, destacando el almacenamiento de energía en fluidos presurizados y el de energía química.

En el siguiente grupo con más influencia (el de turbinas de eje horizontal, ver *Figura 39*), la estructura es afín a la de las patentes concedidas.

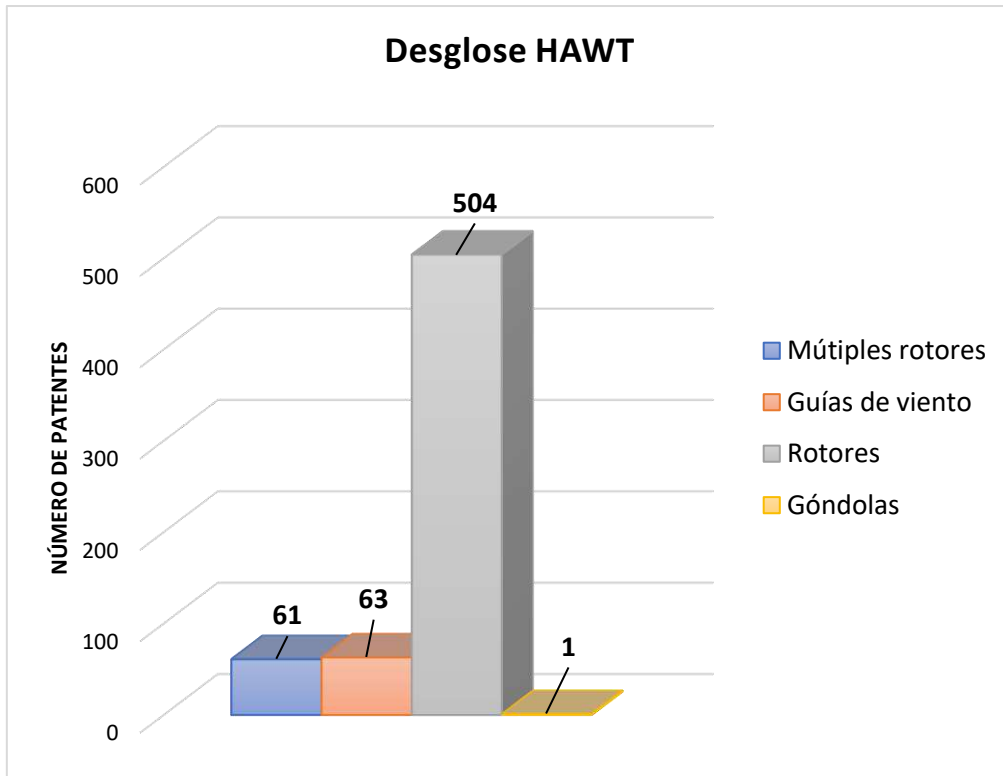


Figura 39. Desglose HAWT  
Fuente: Eolion Energía

En las siguientes figuras (ver *Figura 40* y *Figura 41*) se observa cómo se compone el subgrupo de rotores.

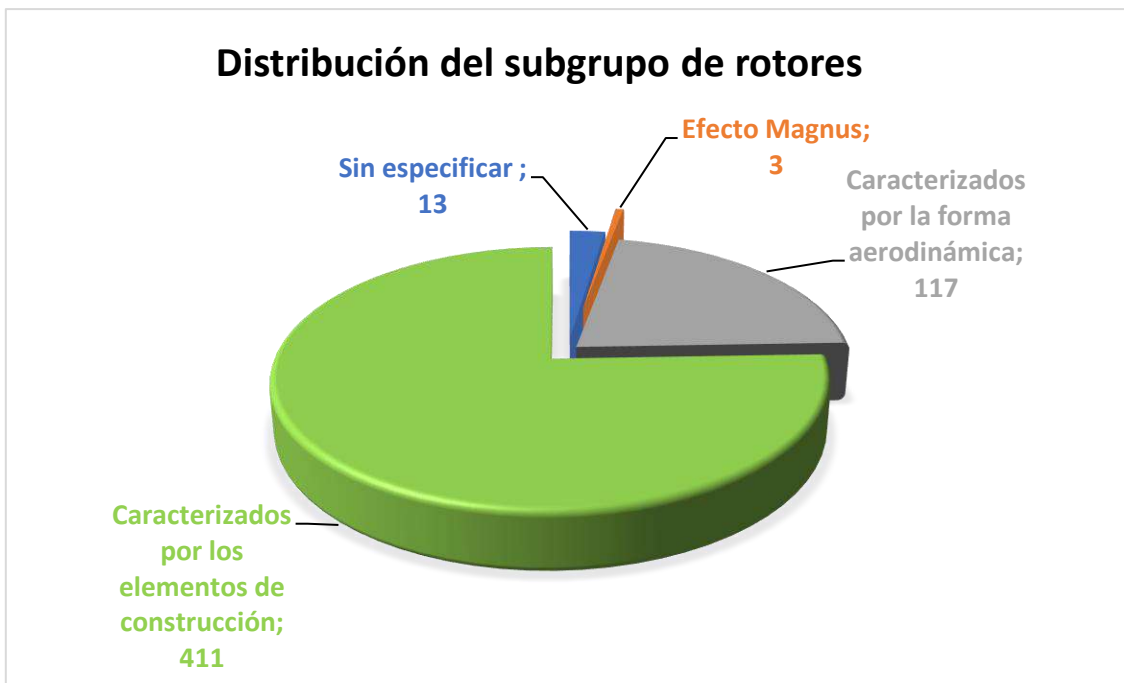
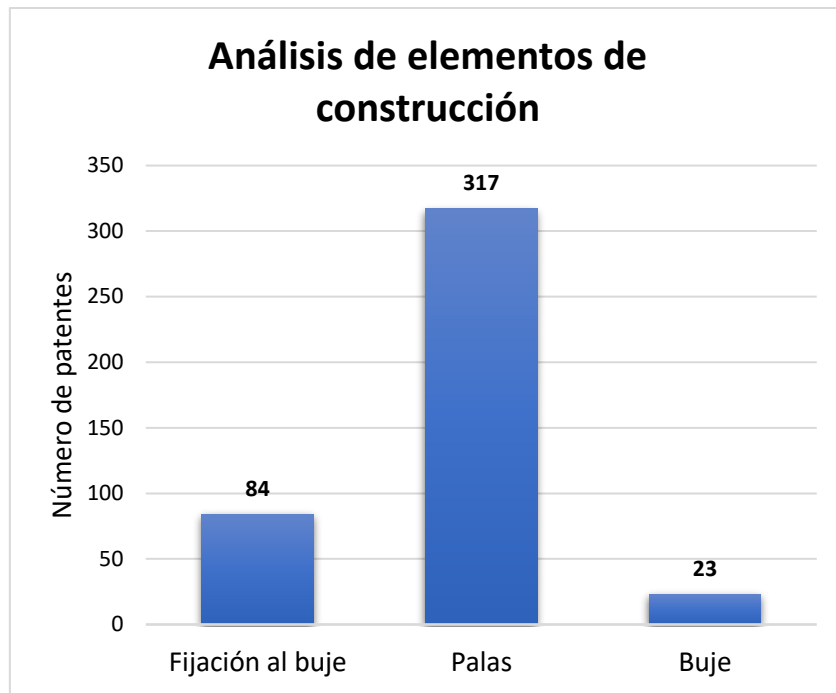


Figura 40. Distribución del subgrupo de rotores  
Fuente: Eolion Energía



*Figura 41. Análisis de elementos de construcción*  
Fuente: Eolion Energía

Mediante el análisis individual de los principales grupos para las solicitudes, se puede concluir que la estructura de estos no se ha visto afectada, por lo que a pesar de poder verse modificado el interés de los fabricantes por otros grupos, dentro de estos, los conceptos con más peso se siguen manteniendo.

En el análisis de las solicitudes de patentes, se observa una variación en la relevancia entre los grupos principales, indicando que los fabricantes podrían estar otorgando más importancia a ciertos campos específicos en detrimento de otros. Por ejemplo, un fabricante podría decidir priorizar el desarrollo en áreas como transporte en lugar de aumentar el tamaño del rotor, lo que se reflejaría en una disminución de patentes sobre rotores y un incremento de las de otros grupos como el de ensamblado, transporte y puesta en marcha. Sin embargo, al profundizar en el análisis de los subgrupos, se evidencia una consistencia estructural a pesar de las variaciones a nivel de grupos principales. Esto sugiere que, aunque la atención general pueda desplazarse hacia diferentes áreas, la importancia relativa de los subgrupos permanece invariable. Esta coherencia en la estructura de los subgrupos indica una consistencia en las prioridades de investigación y desarrollo a nivel detallado, incluso cuando se producen cambios en la ponderación general de los grupos principales.

## 9 CONCLUSIONES

---

Las principales conclusiones del estudio son las siguientes.

- Se ha registrado una tendencia marcada de patentes sobre control automático y control del *pitch* de las palas, dos aspectos clave en la operación eficiente de un aerogenerador.
- El mantenimiento y la reparación de aerogeneradores también es una temática destacada entre las patentes bajo estudio, fundamental para garantizar las máximas horas de servicio y prolongar la vida útil de los parques eólicos.
- Las palas son el componente individual con más patentes registradas.
- La logística, una de las facetas que condicionan la proyección y construcción de un parque eólico, es uno de los aspectos que resaltan entre las patentes.
- La mayor parte de las patentes se encuentran relacionadas con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a través de una codificación *ad hoc*.
- La compañía China Goldwind no cuenta con una cantidad de patentes en el listado que refleje su posición líder en la clasificación mundial de fabricantes, porque su principal mercado está en China, donde se concentra su actividad de registro de patentes.
- Las tendencias de las solicitudes de patentes de Estados Unidos presentan afinidad respecto a las patentes estudiadas de España.

# 10 APÉNDICES

## 10.1 CÓDIGOS CPC (F03D) PRESENTES EN EL ESTUDIO DE PATENTES.

Las siguientes tablas muestran todos los códigos CPC de la familia F03D que se han encontrado en las patentes registradas en el rango temporal del estudio y su organización y la dependencia entre ellos.

|            |  |  |
|------------|--|--|
| F03D1/00   | Eje rotación paralelo al flujo de aire |  |
|            | F03D1/02                               | Múltiples rotores  |
|            | F03D1/025                              | Coaxiales  |
|            | F03D1/04                               | Guías de viento  |
|            | F03D1/06                               | Rotores  |
|            | F03D1/0601                             | Efecto Magnus  |
|            | F03D1/0608                             | Caracterizados por su forma aerodinámica                     |
|            | F03D1/0625                             | Forma del rotor  |
|            | F03D1/0633                             | Forma aerodinámica de las palas                              |
|            | F03D1/0641                             | Perfil aerodinámico de la sección de pala                    |
|            | F03D1/0649                             | De las superficies de la pala                                |
|            | F03D1/065                              | Caracterizados por sus elementos constructivos               |
|            | F03D1/0658                             | Disposiciones para fijar piezas que captan el viento al buje |
|            | F03D1/0675                             | De las palas   |
| F03D1/0687 | De la punta de pala                    |  |
| F03D1/0691 | Del buje                               |  |

|          |  |   |
|----------|--|---|
| F03D3/00 | Eje de rotación perpendicular al flujo de aire |   |
|          | F03D3/002                                      | Eje horizontal  |
|          | F03D3/005                                      | Eje vertical  |
|          | F03D3/007                                      | Efecto Magnus   |
|          | F03D3/011                                      | Del tipo de sustentación (p. ej. Darrieus o Musgrove)                           |
|          | F03D3/02                                       | Con varios rotores  |
|          | F03D3/04                                       | Guías de viento   |
|          | F03D3/0409                                     | Rodeando el rotor (F03D3/0427 tiene prioridad)                                  |
|          | F03D3/0418                                     | Con elementos controlables  |
|          | F03D3/0427                                     | Entrada convergente (F03D3/0463, F03D3/049 tienen prioridad)                    |
|          | F03D3/0436<br>(no presente)                    | Para proteger un lado del rotor   |
|          | F03D3/0445                                     | Deflector/carenado fijado respecto al aerogenerador                             |
|          | F03D3/0454                                     | Acción concentradora, aumenta velocidad flujo, salidas divergentes (F03D3/0463) |
|          | F03D3/0472                                     | Siendo la orientación del deflector/carenado adaptable al aerogenerador         |

|  |                         |   |  |  |
|--|-------------------------|---|--|--|
|  | F03D3/06                |   | Rotores  |  |
|  | F03D3/061               | Caracterizados por su forma aerodinámica, p.e. perfiles aerodinámicos |  |  |
|  | F03D3/062               | Caracterizados por sus elementos constructivos                        |  |  |
|  | F03D3/064               | Fijación de las piezas que captan el viento al resto del rotor.       |  |  |
|  | F03D3/066 (no presente) | Siendo las partes que captan el viento móviles con respecto al rotor  |  |  |
|  |                         | F03D3/067   | Movimientos cíclicos                                 |  |
|  |                         | F03D3/068   | Controlado mecánicamente por la estructura del rotor |  |

|          |                       |   |  |  |
|----------|-----------------------|---|--|--|
| F03D5/00 | Otros aerogeneradores |   |  |  |
|          | F03D5/005             | Aerogeneradores de vano único cuyo eje genera un cono o superficie similar  |  |  |
|          | F03D5/02              | Estando fijadas las piezas en contacto con el viento a cadenas sin fin o a un dispositivo similar                     |  |  |
|          | F03D5/04              | Estando fijadas las piezas en contacto con el viento a carrillos que se desplazan sobre vías o dispositivos similares |  |  |
|          | F03D5/06              | Quedando oscilantes las piezas en contacto con el viento y sin girar  |  |  |

|          |                    |   |   |  |
|----------|--------------------|---|---|--|
| F03D7/00 | Control de turbina |   |   |  |
|          | F03D7/02           | Eje de rotación paralelo al flujo de aire             |   |  |
|          | F03D7/0202         | Control de aerogeneradores flotantes                  |   |  |
|          | F03D7/0204         | Orientación en relación con la dirección del viento   |   |  |
|          |                    | F03D7/0208  | Orientación sin viento  |  |
|          |                    | F03D7/0212  | El eje de rotación se mantiene horizontal                               |  |
|          | F03D7/022          | Ajuste de las propiedades aerodinámicas de las palas  |   |  |
|          |                    | F03D7/0224  | Ajuste del pitch de las palas   |  |
|          |                    | F03D7/0228  | Sólo de las puntas de las palas   |  |
|          |                    | F03D7/0232  | Con aletas o lamas  |  |
|          |                    | F03D7/0236  | Cambiando la superficie activa de las partes que trabajan con el viento |  |
|          |                    | F03D7/024   | De las palas por separado   |  |
|          | F03D7/0244         | Frenado   |   |  |
|          |                    | F03D7/0248  | Mediante medios mecánicos que actúan sobre el tren de potencia          |  |
|          |                    | F03D7/0252  | Con dispositivos de resistencia aerodinámica en las palas               |  |
|          | F03D7/0256         | Control de parada                                     |   |  |
|          | F03D7/026          | Arranque  |   |  |
|          | F03D7/0264         | Parada; control en situaciones de emergencia          |   |  |
|          |                    | F03D7/0268  | Estacionamiento o protección contra tormentas                           |  |
|          | F03D7/0272         | Medidas que actúan sobre el generador eléctrico       |   |  |
|          | F03D7/0276         | Control de la velocidad del rotor                     |   |  |
|          | F03D7/028          | Control de la producción de energía del aerogenerador |   |  |
|          | F03D7/0284         | En relación con el estado de la red eléctrica         |   |  |

|                          |  |   |
|--------------------------|--|---|
|                          | F03D7/0288   | En relación con el espacio entre la pala y la torre                 |
|                          | F03D7/0292   | Para reducir la fatiga  |
| F03D7/0296               | Prevención, contrarresto o reducción de las emisiones de ruido |   |
| F03D7/0298 (no presente) | Para prevenir, contrarrestar o reducir las vibraciones         |   |
|                          | F03D7/0302   | Prevención, contrarresto o reducción de las vibraciones de la torre |
| F03D7/04                 | Control automático; regulación                                 |   |
|                          | F03D7/041  | Mediante los medios de un regulador mecánico                        |
|                          | F03D7/042  | Mediante los medios de un controlador eléctrico o electrónico       |
|                          | F03D7/043  | Caracterizado por el tipo de la lógica de control                   |
|                          | F03D7/044  | Con control PID   |
|                          | F03D7/045  | Con controles basados en modelos                                    |
|                          | F03D7/046  | Con control de aprendizaje o adaptativo                             |
|                          | F03D7/047  | Caracterizado por la arquitectura del controlador                   |
|                          | F03D7/048  | Control de parques eólicos  |
|                          | F03D7/049  | En relación con el efecto estela                                    |
| F03D7/06                 | Eje de rotación perpendicular al flujo de aire                 |   |

|          |  |   |
|----------|--|---|
| F03D9/00 | Adaptaciones de los aerogeneradores para usos especiales; Combinaciones de aerogeneradores con los aparatos que accionan; Aerogeneradores especialmente adaptados para su instalación en lugares particulares (sistemas híbridos de energía eólica-fotovoltaica para la generación de energía eléctrica H02S10/12) |   |
|          | F03D9/007  | Combinándose el aerogenerador con medios para convertir la radiación solar en energía útil      |
|          | F03D9/008  | Combinándose el aerogenerador con convertidores de energía hidráulica, p.e. una turbina de agua |
|          | F03D9/10   | Combinación de aerogeneradores con aparatos de almacenamiento de energía                        |
|          | F03D9/11   | Almacenamiento de energía eléctrica   |
|          | F03D9/12   | Almacenamiento de energía cinética  |
|          | F03D9/13 (no presente)   | Almacenamiento de energía potencial gravitatoria  |
|          | F03D9/14   | Utilizando líquidos   |
|          | F03D9/16   | Utilizando pesos  |
|          | F03D9/17   | Almacenamiento de energía en fluidos presurizados   |
| F03D9/18 | Almacenamiento de calor  |   |
| F03D9/19 | Almacenamiento de energía química  |   |

|  |                           |   |  |
|--|---------------------------|---|--|
|  | F03D9/20<br>(no presente) | Aerogeneradores caracterizados por el dispositivo accionado (F03D9/10 tiene prioridad)  |  |
|  |                           | F03D9/25  | Siendo el dispositivo un generador eléctrico (F03D 9/22 tiene prioridad)     |
|  |                           | F03D9/255   | Conectado a red de distribución eléctrica; disposiciones al respecto         |
|  |                           | F03D9/257   | El aerogenerador forma parte de un parque eólico                             |
|  |                           | F03D9/28  | Siendo el dispositivo una bomba o un compresor                               |
|  | F03D9/30                  | Aerogeneradores especialmente adaptados para su instalación en lugares particulares (medios para el montaje o soporte de los aerogeneradores F03D13/20) |  |
|  |                           | F03D9/32  | En objetos móviles   |
|  |                           | F03D9/34  | En objetos estacionarios o en estructuras estacionarias hechas por el hombre |
|  |                           | F03D9/35  | Dentro de las torres   |
|  |                           | F03D9/37  | Con medios para aumentar el flujo de aire dentro de la torre                 |
|  |                           | F03D9/43<br>(no presente)   | Utilizando la infraestructura prevista inicialmente para otros fines         |
|  |                           | F03D9/45  | Edificios  |
|  | F03D9/46                  | Túneles o calles  |  |

|           |  |   |  |  |
|-----------|--|---|--|--|
| F03D13/00 | Ensamblado, montaje o puesta en marcha de aerogeneradores; Disposiciones especialmente adaptadas para transportar componentes de aerogeneradores |   |  |  |
|           | F03D13/10  | Ensamblado de aerogeneradores; Disposiciones para erigir aerogeneradores                        |  |  |
|           |  | F03D13/139  | Montaje o erección de aerogeneradores mediante medios de elevación |  |
|           | F03D13/20  | Disposiciones para montar o soportar los aerogeneradores; Postes o torres de aerogeneradores    |  |  |
|           |  | F03D13/201<br>(no presente)   | Torres   |  |
|           |  | F03D13/205<br>(no presente)   | Medios de conexión, por ej. uniones entre segmentos                |  |
|           |  | F03D13/206  | Entre la torre y la cimentación                                    |  |
|           |  | F03D13/22   | Cimentaciones especialmente adaptadas para aerogeneradores         |  |
|           |  | F03D13/25   | Especialmente adaptadas para instalación <i>offshore</i>           |  |
|           |  | F03D13/256  | Sobre soporte flotante, es decir, aerogeneradores flotantes        |  |
|           |  | F03D13/30   | Puesta en marcha   |  |
|           |  | F03D13/35   | Equilibrado de desequilibrios estáticos o dinámicos                |  |
|           | F03D13/40  | Disposiciones o métodos especialmente adaptados para transportar componentes de aerogeneradores |  |  |



|           |                                 |   |
|-----------|---------------------------------|---|
| F03D15/00 | Transmisión de energía mecánica |   |
|           | F03D15/10                       | Utilizando un engranaje no limitado a movimiento rotativo     |
|           | F03D15/20                       | Transmisión sin engranaje, es decir, de accionamiento directo |

|           |   |
|-----------|---|
| F03D17/00 | Monitorización o ensayo de aerogeneradores, p. ej. diagnósticos (ensayo durante la puesta en marcha de aerogeneradores F03D13/30) |
|-----------|---|

|           |  |   |  |
|-----------|--|---|--|
| F03D80/00 | Detalles, componentes o accesorios no previstos en los grupos F03D1/00 - F03D17/00 |   |  |
|           | F03D80/10  | Disposiciones para avisar al tráfico aéreo              |  |
|           | F03D80/20  | Disposiciones para evitar efecto estroboscópico         |  |
|           | F03D80/30  | Protección contra rayos                                 |  |
|           |  | F03D80/301  | Sistemas receptores de rayos y bajantes en o sobre palas   |
|           | F03D80/40  | Detección de hielo; Medios de eliminación de hielo      |  |
|           | F03D80/50  | Mantenimiento o reparación                              |  |
|           |  | F03D80/501  | De rotores y palas   |
|           |  | F03D80/507  | Reequipamiento; Reutilización, es decir, reutilización de piezas de aerogeneradores para diferentes fines; |
|           |  |   | Actualización, es decir, sustitución de piezas para mejorar el rendimiento de la turbina eólica.           |
|           |  | F03D80/55   | Limpieza (F03D80/40 tiene prioridad)   |
|           | F03D80/60  | Refrigeración o calentamiento de aerogeneradores        |  |
|           | F03D80/70  | Disposiciones de rodamientos o de lubricación           |  |
|           | F03D80/80  | Disposición de componentes en las góndolas o las torres |  |
|           |  | F03D80/82   | Componentes eléctricos   |
|           |  |   | F03D80/85  |
|           | F03D80/88  | Componentes mecánicos                                   |  |



**REOLTEC**

PLATAFORMA TECNOLÓGICA  
DEL SECTOR EÓLICO

**Enion**