



# Marco para un mercado eléctrico liberalizado con una gran proporción de energías renovables después de 2020

Octubre de 2016



Cofinanciado por el programa Energía Inteligente – Europa de la Unión Europea

Market  RES



# Marco para un mercado eléctrico liberalizado con una gran proporción de energías renovables después de 2020

Estudio sobre la posible evolución del modelo objetivo para la integración de los mercados de la UE que permitiría un sistema de energía sostenible, viable y seguro con grandes cantidades de energías renovables

Publicación final  
Octubre de 2016



[market4res.eu](http://market4res.eu)

**AUTORES PRINCIPALES:**

Andrei Morch y Ove Wolfgang (SINTEF Energy Research)

**AUTORES (SOCIOS DEL PROYECTO):**

Diletta Zeni y Daniel Fraile (WindEurope)  
Sophie Dourlens-Quaranta (Technofi)  
Aurèle Fontaine (Réseau de Transport d'Electricité)  
Bettina Burgholzer (TU Wien)  
Luis Olmos Camacho (Comillas Pontifical University)

**COORDINACIÓN DEL PROYECTO Y REVISIÓN:**

Andrei Morch (SINTEF Energy Research)

**REVISIÓN:** Daniel Fraile, Diletta Zeni and Iván Pineda (WindEurope)  
Sophie Dourlens-Quaranta (Technofi)  
Thomas Döring and Alexandre Roesch (Solar Power Europe)  
Aurèle Fontaine (Réseau de Transport d'Electricité)  
Bettina Burgholzer (TU Wien)  
Luis Olmos Camacho (Comillas Pontifical University)  
Peter Ahcin (SINTEF Energy Research)

**EDICIÓN:** Eurideas (corrección)

**AGRADECIMIENTOS (OTROS SOCIOS DEL PROYECTO Y COMITÉ DE ASESORES):**

Daniel Huertas-Hernando (trabajaba anteriormente para SINTEF Energy Research, coordinador inicial del proyecto) y Peter Ahcin (SINTEF Energy Research), Sharon Wokke (trabajaba anteriormente para WindEurope), Iván Pineda, Victor Charbonnier, Giorgio Corbetta y Clara Ros (WindEurope), Frauke Thies y Manoël Rekinge (trabajaba anteriormente para SolarPower Europe), Thomas Döring, Myrto Papoutsis y James Watson (SolarPower Europe), Hans Auer, Daniel Schwabeneder y Georg Lettner (TU Wien), Pablo Rodilla, Pablo Frías Marín y Fernando Báñez (Universidad Pontificia Comillas), Camila Fernandes (trabajaba anteriormente para la Universidad Pontificia Comillas), Yvann Nzengue, Tiziana Pagano y Eric Peirano (Technofi), Marta Navarrete (trabajaba anteriormente para Friends of the Super Grid), Tiffany Chow (trabajaba anteriormente para 3E), Aurore Flament y Ruben Verhaegen (3E), François Beaudé, Adrien Atayi, Jalal-Edine Zawam y Frédéric Galmiche (Réseau de Transport d'Electricité), Placido Ostos Nieto (Iberdrola Renovables).

Patrick De Leener (CORESO), Audrey Mahuet and Yves Langer (Epex Spot), Sune Strom (DWIA), Morten Sommer (Energinet.dk), Neal Rafferty (Gobierno de Escocia), Jérôme Le Page (EFET), Alexandre Torrelee, Georgios Giannopoulos and Hubert Lemmens (ELIA), José Luis Fernández (REE), Angelika Einsiedler (dena), Jens Tang (NEAS Energy), Johannes Mayer y Wilhelm Sussenbacher (E-Control), Sofía Martínez (IDAE), Arthur Janssen (SwissGrid/ENTSO-E), Juan Bogas (OMIE), Lindroos Risto (FINGRID), José Luis Fernández González (REE), Alejandro Gesino (Tennet GmbH), Christophe Gence-Creux y Martin Povh (ACER), Massimiliano Margarone (T&D Europe), Martin Bøndergaard (Wind Power), Ana Aguado (EDSO for Smart Grids), Vladimiro Sykaminides (ADMIE).

**AGRADECIMIENTOS (PONENTES DE LOS TALLERES Y OTROS COLABORADORES):**

Dana Dutianu, Pau Rey García y Zenaïde Paoli (Agencia Ejecutiva para las PYME, (EASME), Comisión Europea), Susanne Nies (ENTSO-E), Marion Labatut y Volker Stehmann (EURELECTRIC), Jan Papsch (Comisión Europea), Benedikt Günter y André Poschmann (Ministerio Federal Alemán de Asuntos Económicos y Energía), Oliver Koch (Comisión Europea, DG Energía).

**DISEÑO:** Giseline Van de Velde (Drukvorm Graphic Design)

**IMPRESIÓN:** Albe de Coker

**FOTOGRAFÍA DE PORTADA:** Thinkstock

## COORDINADOR



## SOCIOS



ACUERDO N.º: IEE/13/593/SI2.674874  
DURACIÓN: April 2014 – October 2016  
COORDINADOR: SINTEF Energy Research



Cofinanciado por el programa Energía Inteligente – Europa de la Unión Europea

### AVISO LEGAL:

El único responsable del contenido de esta publicación es el consorcio Market4RES. No refleja necesariamente la opinión de la Unión Europea. No se permite la utilización de este documento ni de la información que contiene, ni su duplicación o divulgación por cualquier medio entre terceros, total o parcialmente, sin la autorización previa por escrito del consorcio Market4RES. Ni la Agencia Ejecutiva para las PYME (EASME) ni la Comisión Europea son responsables del uso que pueda hacerse de la información contenida en el presente documento.





# RESUMEN EJECUTIVO Y RECOMENDACIONES POLÍTICAS

## ARMONIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE LOS MERCADOS ELÉCTRICOS EUROPEOS

En 2008, el Foro Europeo de Reguladores de la Electricidad decidió desarrollar un modelo objetivo para toda la Unión Europea y una hoja de ruta para la integración de los mercados eléctricos. El modelo objetivo aspira a conseguir la armonización de las normas del mercado con el fin de facilitar el comercio transfronterizo en todos los periodos (mercado diario, intradiario, de ajuste y a largo plazo). Esta armonización supone oportunidades y desafíos para que la alta penetración de las energías renovables en el sistema eléctrico sea compatible con un funcionamiento satisfactorio de los mercados de electricidad en Europa.

## CRECIMIENTO DE LA GENERACIÓN A PARTIR DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES Y NECESIDAD DE REFORMAS ADICIONALES DEL MERCADO

Hoy en día, aproximadamente un tercio de la energía generada en Europa proviene de fuentes de energía renovables (FER). Esto es el resultado, en gran medida, del apoyo público. Los mecanismos de apoyo, tales como

las Feed in Tariffs (FIT), o ingresos garantizados por la inyección de energía, han proporcionado un ingreso fijo por MWh producido y el suministro prioritario ha reducido significativamente el riesgo de reducción de la generación a partir de FER. Estos instrumentos se han diseñado para cumplir con los objetivos políticos, en particular, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de combustibles fósiles.

Sin embargo, uno de los retos actuales es que los productores de energía no apoyados por estos medios encuentran cada vez más dificultades para recuperar los costes de inversión sin instrumentos de apoyo adicionales; debido a los bajos precios de la electricidad en el mercado mayorista. Esto ha suscitado preocupación por el desarrollo de la seguridad del suministro. Los precios bajos son consecuencia de diversos factores; entre ellos, una penetración creciente de la generación a partir de FER con bajos costes marginales y los bajos precios del CO<sub>2</sub>. Otro reto es que los precios de la electricidad se han vuelto más volátiles, lo que incrementa el riesgo percibido por potenciales inversores y los costes de financiación. Además, algunos regímenes de apoyo a las renovables existentes, como las FIT, incentivan la generación incluso cuando los precios de la electricidad son negativos.

Ha surgido una discusión en Europa sobre la manera de seguir mejorando el diseño del mercado eléctrico. Un punto clave en estas discusiones es la manera de reformar los instrumentos de apoyo a la generación a partir de FER con el fin de reducir su interferencia con las señales del mercado de corto plazo y limitar el apoyo público a los nuevos activos de generación.

## CARACTERÍSTICAS CLAVE DEL MERCADO PARA UNA INTEGRACIÓN EXITOSA DE LA GENERACIÓN A PARTIR DE FER

Los sistemas de apoyo a generación a partir de FER deben ser rediseñados para reflejar condiciones mejor adaptadas a las nuevas realidades de esta generación. El proyecto Market4RES ha evaluado las características clave de diseño que son esenciales para el éxito de la participación y la integración de los productores de electricidad renovable en un mercado europeo plenamente liberalizado y competitivo en todos los periodos (diario, intradiario y de ajuste). El proyecto llegó a las siguientes conclusiones (que también se resumen en la figura 1).

**Mercados más rápidos:** la sincronización de los mercados debe evolucionar para reflejar cambios rápidos en las condiciones del sistema, causados en gran parte por patrones climáticos. El momento se cierran los mercados se debe acercar lo más posible al tiempo real, proporcionando a los agentes del mercado con generación variable la opción de ajustar ellos mismos sus desviaciones a través del mercado. Esto aumentaría el valor de la generación a partir de FER existente y reduciría la necesidad de capacidad flexible a corto plazo (por ejemplo, solo unos minutos antes del tiempo real).

**Mercados más grandes:** para acoplar los mercados transfronterizos en todos los horizontes (diario, intradiario, de ajuste), es necesario definir claramente la capacidad de transporte disponible en los mismos. Los Operadores del Sistema (OS) deben utilizar métodos más sofisticados (asignación de la capacidad de transmisión basada en el flujo actual) y un modelo común de la red eléctrica europea que tenga en cuenta la relación entre los flujos comerciales y la congestión física en la red de transporte, maximizando el aprovechamiento de la infraestructura existente.

**Productos más cortos:** periodos más cortos para los productos comercializados son positivos para la participación de unidades de generación a partir de FER de carácter variable. Sin embargo, se deben combinar con otros productos para encontrar un equilibrio entre la liquidez en los mercados y el coste de implementación.

**Precios eficientes:** los precios deben ser transparentes y no deben mantenerse artificialmente bajos para así revelar

FIGURA 1

Características clave del mercado para una integración exitosa de generación a partir de FER en todas las fases del mercado



Fuente: WindEurope

la escasez de energía, u otros productos, en determinadas horas. Esto significa que la volatilidad de los precios y los picos en los mismos deben ser vistos como resultados propios del mercado que pueden indicar la necesidad de acometer inversiones, ya sea en capacidad o en flexibilidad.

**Participación en igualdad de condiciones:** el diseño y las reglas deben establecer igualdad de condiciones para la participación de todos los agentes en el mercado. Esto incluye el acceso al mercado, el aumento de la transparencia de los procedimientos operativos y un principio de quien contamina, paga.

El trabajo en curso sobre la armonización de la determinación de responsabilidades por los desvíos para todos los actores del mercado debe ir acompañado de normas para la aproximación de los mercados al tiempo real y un acceso equitativo a estos. Es fundamental disponer de un mercado intradiario que cierre escaso tiempo antes del tiempo real y con un nivel suficiente de liquidez.

Además, con el fin de lograr la igualdad de condiciones, se debe eliminar la prioridad de suministro otorgado a algunos tipos de generadores convencionales. Es necesaria una reforma del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE (ETS) para restaurar un precio significativo para el CO<sub>2</sub> y, por lo tanto, que quienes contaminan paguen

por el coste total de la generación de electricidad con la tecnología y el combustible de su elección. Por último, el apoyo continuo a las tecnologías convencionales se debe abordar de forma paralela a la reforma de las normas de diseño del mercado y a la revisión de las Directrices sobre ayudas estatales en materia de medio ambiente y energía.

## MERCADO DIARIO

**Precios con diferenciación espacial:** Market4RES recomienda una estructura de precios zonal (un precio por área de control) o zonal híbrida (varias áreas de precios por área de control).

**Precios que reflejen las condiciones de suministro:** con una mayor proporción de generación a partir de FER de carácter variable, Market4RES recomienda contar con un precio fijado por la administración durante los periodos de escasez de capacidad, además de los requisitos de reservas necesarios para la seguridad. En la medida de lo posible, este precio debería reflejar el valor de la demanda de energía eléctrica no suministrada.

**Hora de cierre:** el proyecto recomienda establecer un mercado intradiario que funcione bien en lugar de acercar el mercado diario al tiempo real.

## MERCADO INTRADIARIO

**Periodo de mercado:** después de una evaluación comparativa de las diferentes alternativas, el proyecto llegó a la conclusión de que la mejor variante de diseño podría ser una combinación de mercados continuos con subastas centralizadas organizadas en determinados momentos (una solución híbrida).

**Extensión del ámbito geográfico:** al acoplar los mercados intradiarios transfronterizos se deberían introducir subastas regionales a gran escala. Para ello se requeriría de una mayor coordinación regional y una cierta armonización de la organización de las subastas (momento de apertura y cierre).

**Aumento de la liquidez:** Market4RES recomienda aumentar la liquidez en el mercado mediante la introducción de subastas intradiarias. El establecimiento de la responsabilidad de todo tipo de agentes en los desvíos incurridos también parece desempeñar un papel

importante en el aumento de la liquidez, estimulando a los generadores a partir de FER a ajustar sus posiciones para evitar costes de ajuste significativos. La utilización relativamente baja de la capacidad de interconexión transfronteriza en el mercado intradiario sugiere que se debería mejorar la evaluación de la capacidad de transporte disponible en la red después de la hora de cierre del mercado diario. La introducción de la subastas intradiarias también podría mejorar la liquidez al atraer a agentes del mercado que no pueden participar en el mercado continuo.

**Diseño de productos:** Market4RES recomienda la introducción de productos más granulares (por ejemplo, correspondientes a la posición cada 15 minutos), como los que existen en el mercado alemán. Esto permitiría a los participantes ajustar sus posiciones con mayor frecuencia, limitando así las desviaciones de su producción real con respecto a la establecida en el programa.

## MERCADO DE AJUSTE

El proyecto Market4RES recomienda los siguientes diseños para los mercados de ajuste:

### Adquisición de reservas de ajuste:

- La adquisición independiente de capacidad de ajuste y productos energéticos de ajuste es una opción preferible de diseño de mercado;
- La adquisición independiente de capacidad de ajuste al alza y a la baja contribuiría a mejorar la eficiencia del mercado de ajuste;
- No debería haber en el mercado productos específicos de una única tecnología;
- Se debería requerir un tamaño mínimo de licitación y facilitar la agregación de varias unidades;
- En comparación con la tarificación de pago según lo licitado, la tarificación marginal debería llevar a mercados de ajuste más eficientes.

**Mecanismos de resolución de desequilibrios:** Los periodos de resolución de desequilibrios deberían ser más cortos para que el cálculo del precio con desequilibrio refleje mejor los costes. Una tarificación con desequilibrio única conduce generalmente a una mayor eficiencia en el ajuste de la electricidad.

### Coherencia global entre los diseños de mercado implementados

- Solamente los desequilibrios que se producen después del cierre del mercado intradiario deben ser equilibrados por los GRT dentro del periodo del mercado de ajuste;
- Las licitaciones activadas con fines distintos al ajuste no deberían determinar los volúmenes y/o los precios con desequilibrio.

## PARTICIPACIÓN DE LA DEMANDA

La gestión de la demanda debería ser uno de los temas centrales abordados por la Comisión Europea en sus propuestas legislativas para rediseñar el mercado eléctrico, que se esperan en el segundo semestre de 2016.

**Opciones de diseño para la gestión de la demanda en los mercados a corto plazo:** el mecanismo más importante para promover la respuesta de la demanda (DSR) es exponer a los consumidores a los precios de la electricidad a través de su contrato con el proveedor, lo que requiere la medición en tiempo real del consumo efectivo. Esto se puede aplicar tanto a los precios del mercado diario como a periodos de tiempo más cortos. Los agregadores de respuesta de la demanda independientes pueden ser importantes para el desarrollo de recursos adicionales de respuesta de la demanda. La evaluación cualitativa llevada a cabo durante el proyecto llegó a la conclusión de que se deberían permitir tanto sistemas implícitos como explícitos.

**Análisis cuantitativo del impacto de la flexibilidad de la demanda sobre los mercados a corto plazo:** el análisis muestra que la flexibilidad de la demanda reduce considerablemente la necesidad de operar costosas unidades para cubrir picos de demanda. Los estudios también muestran los resultados del impacto sobre la combinación de generación, los costes y los beneficios, los precios de mercado, las emisiones de CO<sub>2</sub> y la integración de los mercados transfronterizos.

**Participación en los mercados a largo plazo: Se recomiendan tres pasos para la construcción de un diseño de mercado compatible con la DSR:**

- Participación explícita de la demanda en todos los mercados;
- Un marco de gobernanza adaptado para que los agregadores de DSR puedan competir plenamente con los proveedores;

- Los legisladores pueden considerar fomentar la DSR mediante sistemas de apoyo específicos y eliminar las barreras para la participación de la DSR.

Durante el proyecto se ha llevado a cabo una comparación de la participación implícita y explícita de la DSR en los mercados de capacidad. Se llegó a la conclusión de que no se debería dar prioridad a ninguna de las opciones. Se deben permitir ambas si existen mercados de capacidad para dar cabida a todo tipo de productos de respuesta de la demanda y acuerdos de mercado.

## SISTEMAS DE APOYO A LAS FER

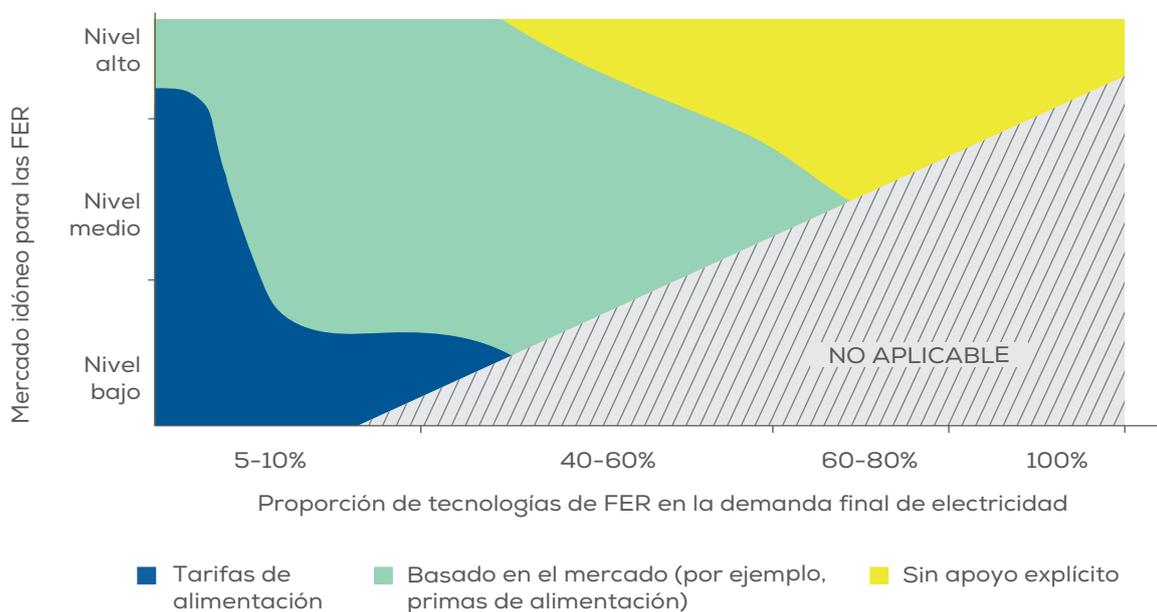
**Evaluación:** Los socios del proyecto Market4RES han evaluado los sistemas de apoyo a las FER utilizando los siguientes criterios: eficiencia, eficacia, robustez, potencial de implementación y riesgos para los inversores. Se ha evaluado tanto el impacto a corto plazo sobre los mercados como los efectos a largo plazo de los sistemas. Market4RES recomienda que las opciones de diseño sean de naturaleza mercantil (es decir, licitaciones y subastas) con el fin de aumentar su eficiencia y reducir la posibilidad de que las autoridades controlen el pago de ayudas. Los siguientes esquemas dieron buenos resultados en las evaluaciones generales: primas de alimentación (ajustadas mediante subasta) y subastas de capacidad o energía limpia a largo plazo. Los siguientes esquemas no funcionaron bien: tarifa de alimentación, medición neta de la demanda y la generación y apoyo basado exclusivamente en la prestación de servicios de soporte de red eléctrica.

**Discusión:** las subastas de capacidad limpia obtuvieron muy buenos resultados en la evaluación, tanto con respecto a la reducción al mínimo de las interferencias con las señales del mercado a corto plazo como en lo relativo a sus efectos a largo plazo. Sin embargo, una versión flotante de las primas de alimentación reduce el riesgo para los inversores sobre los ingresos futuros (disminuyendo los costes de financiación) y se ajusta más a las nuevas Directrices sobre ayudas estatales en materia de medio ambiente y energía.

**Recomendaciones:** el proyecto Market4RES recomienda una prima de alimentación flotante. El precio total se establece a través de un mecanismo de licitación/subasta. La prima sobre el precio de la electricidad es la diferencia

FIGURA 2

Regímenes de mercado en función de las condiciones del mercado y de penetración de las FER



Fuente: WindEurope

entre el precio de ejercicio (resultado de la licitación) y un precio de mercado de referencia (previsión de precio promedio de la electricidad durante un período de tiempo). Este precio de referencia podría ajustarse periódicamente (por ejemplo, cada 2 o 3 años) para proteger a los productores de la incertidumbre de los precios a largo plazo. Al mismo tiempo, se proporcionan incentivos para optimizar los perfiles de generación (podrían ser importantes para la selección de la ubicación, el desarrollo tecnológico y una cierta flexibilidad a corto plazo, entre otros).

Para garantizar una señal eficiente sobre los precios a corto plazo, se debería aplicar una de las siguientes opciones: a) el volumen con ayudas no se reduce en los casos en que las unidades de generación renovable reduzcan deliberadamente la producción de salida para apoyar el funcionamiento del sistema (por ejemplo, para proporcionar servicios de regulación a la baja), o b) no se proporcionan ayudas para el volumen producido cuando los precios de mercado son negativos. Se deberían permitir licitaciones para tecnologías específicas; las licitaciones no deberían aplicarse a todos los actores del mercado (por ejemplo, los agentes pequeños pueden ser excluidos).

**Hoja de ruta hacia 2020 y en adelante:** se ha desarrollado una representación ilustrativa de una evolución posible de los sistemas de ayudas. En este modelo conceptual se estipulan dos dimensiones: la madurez de la tecnología, representada por la cuota de mercado, y el grado en que el mercado está adaptado para tener en cuenta las características específicas de la tecnología. En la primera etapa de implantación en el mercado, las nuevas tecnologías son generalmente caras y no competitivas todavía. Sin embargo, si representan un potencial de reducción de costes a largo plazo, deberían recibir el apoyo de instrumentos que reduzcan al máximo el riesgo de inversión para acelerar el despliegue a un coste adecuado para la sociedad. Los productores solo deberían estar expuestos a los precios cuando el mercado esté bien adaptado para esta nueva tecnología. A medida que la tecnología madura y aumenta su participación en la combinación energética, es importante ajustar el instrumento de mercado, reduciendo las ayudas globales y al mismo tiempo haciéndolo más dependiente de la dinámica del mercado. Cuanto mejor sea la situación del mercado, más rápido podrá realizarse esta transición. En los mercados que funcionen bien, y con el avance del desarrollo tecnológico, la producción de FER podría llegar a financiarse sin sistemas de apoyo explícitos.

El proyecto Market4RES recomienda que las Directrices sobre ayudas estatales en materia de medio ambiente y energía de la Comisión Europea se prorroguen después de 2020, en línea con el marco actual, apoyándose en una mayor experiencia con los sistemas de licitación y los regímenes basados en primas.

## MERCADOS DE CAPACIDAD

Un mercado energético totalmente funcional es, sin duda, el escenario deseado cuando sea viable. El proyecto Market4RES no se posiciona sobre la necesidad de mecanismos de remuneración de la capacidad. No obstante, hemos evaluado las opciones de diseño preferibles para este tipo de mecanismos en caso de que una evaluación regional de la adecuación del sistema llegue a la conclusión de que es necesario un mecanismo de remuneración de la capacidad.

**El producto:** se recomienda una opción financiera con un precio de ejercicio alto. Esto proporciona seguridad a los inversores respecto a la capacidad garantizada e incentivos adecuados para que los agentes participen en los mercados a corto plazo.

**Adquisición:** se recomienda utilizar una curva de precio/cantidad para establecer la cantidad comprada y que la adquisición tenga lugar a través de una subasta centralizada.

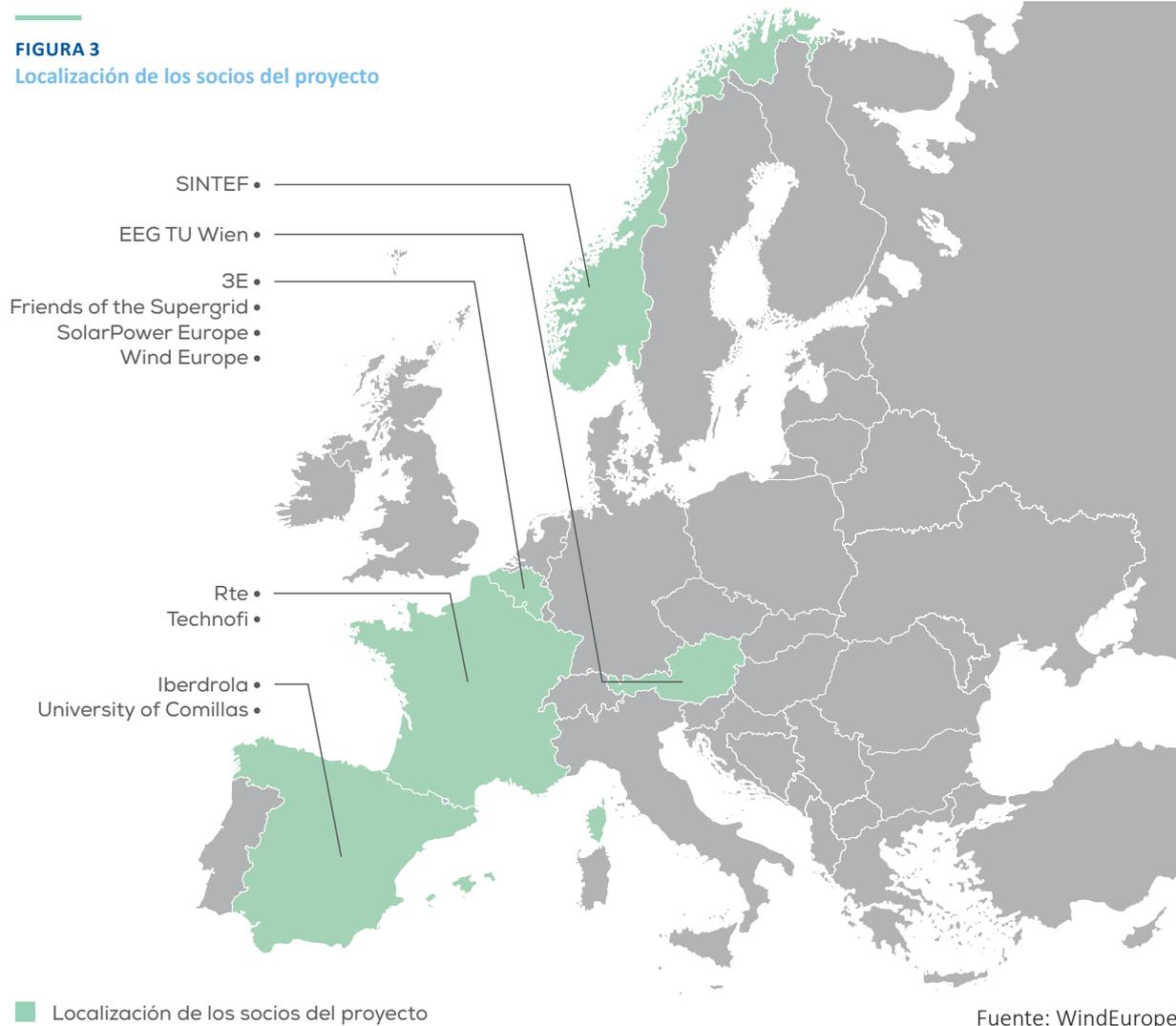
**Competencia transfronteriza:** las capacidades y las interconexiones existentes en otros países ya contribuyen a la seguridad del suministro en un país si permiten importar electricidad durante picos de carga. No obstante, la capacidad adicional de generación en otros países no proporcionaría ninguna ayuda adicional si las líneas de transmisión que conectan estos países (rutas directas e indirectas) estuvieran congestionadas.

En el proyecto se han discutido varias opciones para incluir las interconexiones en los mercados de capacidad y se concluyó que un mecanismo preciso se corresponde con la participación explícita simultánea de las interconexiones y los generadores extranjeros o las entidades de respuesta de la demanda. Sin embargo, se identificaron limitaciones legales para la implementación de la participación explícita tanto de la capacidad de generación como de transmisión en el marco normativo actual de la UE. Teniendo en cuenta estos obstáculos, un enfoque pragmático consiste en implementar la participación explícita solo en las interconexiones, que es la solución seleccionada en el Reino Unido y aceptada por la Comisión.



**FIGURA 3**

**Localización de los socios del proyecto**



# CONTACTOS

Para consultas sobre esta publicación o el proyecto Market4RES, puede escribir a [market4RES@sintef.no](mailto:market4RES@sintef.no)

[www.market4RES.eu](http://www.market4RES.eu)

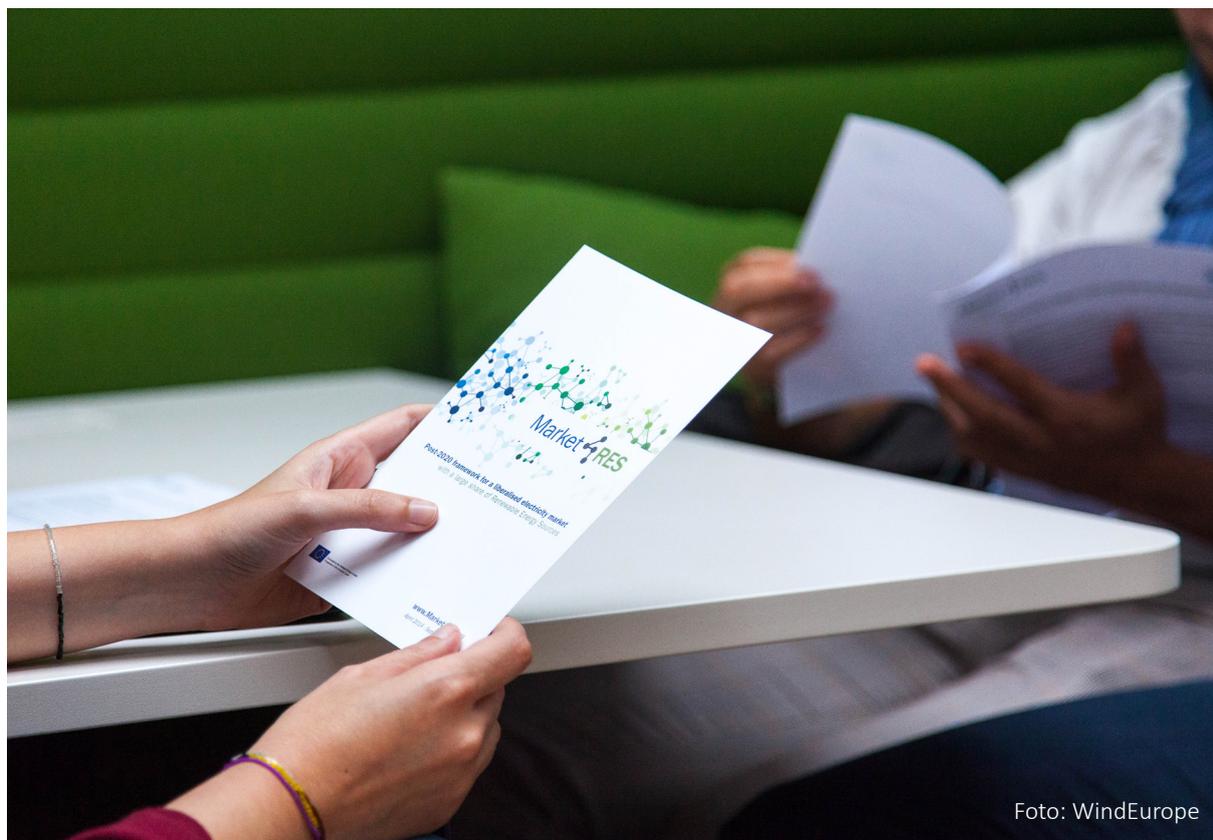


Foto: WindEurope

---

Market4RES es un proyecto financiado por la UE que investiga la posible evolución del diseño actual del mercado europeo de la electricidad, el llamado modelo objetivo, de una manera que permita la integración sostenible de grandes cantidades de fuentes renovables. Esta publicación establece directrices para los legisladores responsables de la implementación del diseño del mercado de la electricidad.



Market  RES

market4RES@sintef.no  
market4RES.eu