

FOMENTO DE LA HIBRIDACIÓN EÓLICA PROPUESTA REGULATORIA

**INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD Y
OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA RED POR LA HIBRIDACIÓN TECNOLÓGICA**

UN PASO MÁS HACIA LA GENERACIÓN RENOVABLE CON FIRMEZA CON LAS
VENTAJAS QUE IMPLICA PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA



ÍNDICE

1	Definiciones y conceptos	3
2	Introducción y Objeto.....	4
3	La Hibridación desde una perspectiva global. Iniciativas y potencial.....	6
3.1	Proyectos de hibridación en el mundo	8
3.2	Análisis del potencial de la hibridación Eólica-Fotovoltaica en la UE.....	8
3.3	La lógica económica de la hibridación de eólica con fotovoltaica	9
3.4	Situación actual de las baterías para almacenamiento	11
4	Concepto de hibridación.....	12
5	Propuesta regulatoria para el impulso de la hibridación.....	14
5.1	Propuesta Regulatoria para la Hibridación de Eólica con otras tecnologías renovables.....	15
5.2	Nuevas instalaciones tipo.....	15
5.3	Permisos de acceso y conexión	16
5.4	Régimen retributivo de instalaciones híbridas: Participación en subastas	18
5.5	Operación del sistema, Unidades de Programación	20

DEFINICIONES Y CONCEPTOS

A efectos de desarrollar el contenido del presente documento se han utilizado las siguientes definiciones y/o conceptos:

- a) **Instalación híbrida:** un proyecto único en el que coexisten diversas tecnologías de generación renovable, con o sin almacenamiento, con una única Sociedad Vehículo y un único punto de conexión. La electricidad generada por las tecnologías debe llegar a la misma subestación interna del parque, tener un punto de conexión con la red común y un control que gestione conjuntamente la generación que se inyecte en dicho punto.
- b) **Instalación de generación de electricidad:** una instalación que convierte energía primaria en energía eléctrica y que se compone de uno o más módulos de generación de electricidad conectados a una red en uno o más puntos de conexión;
- c) **Módulo de generación:** un módulo de generación de electricidad síncrono o **un módulo de parque eléctrico.**
- d) **Módulo de parque eléctrico» o “MPE”:** una unidad o un conjunto de unidades que genera electricidad, que está conectado de forma no síncrona a la red o que está conectado mediante electrónica de potencia, y que además dispone de un solo punto de conexión a una red de transporte, una red de distribución, incluidas las redes de distribución cerradas, o un sistema HVDC;
- e) **Potencia nominal de la instalación híbrida:** la suma de la potencia de cada uno de los módulos de generación renovables que la componen. La potencia instalada de cada módulo de generación será la definida en el artículo 3 del RD 413/2014, a excepción de los MPE fotovoltaicos, cuya definición de potencia instalada está en el artículo 3.h) del RD 244/2019. El valor resultante de la suma será siempre igual o superior a la potencia de acceso a la red de la instalación.

NOTA: Las definiciones de la b) a la d) están tomadas del Reglamento (UE) 2016/631 que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.

INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Existe un claro interés, tanto por parte del sector eólico, como por parte de las Instituciones públicas con competencias técnicas y regulatorias, en explorar vías para el desarrollo de soluciones de generación renovable que puedan garantizar en el medio plazo los requisitos de firmeza y estabilidad que requiere el Operador del Sistema eléctrico para asegurar los estándares de seguridad y calidad del servicio. Por tanto, existe igualmente un interés en desarrollar una regulación específica para ordenar/promover la realización de proyectos multi-tecnología que permitan cumplir los objetivos previstos PNIEC de forma óptima, desde los puntos de vista técnico y económico.

El presente documento es una **propuesta de carácter regulatorio por parte del sector eólico para la realización de proyectos híbridos**, tanto para parques eólicos y otras tecnologías renovables ya en operación, como para parques nuevos.

El documento propone una serie de cambios regulatorios, necesarios para permitir que una instalación de generación eólica (o renovable, existente o nueva), pueda incorporar elementos adicionales de generación, con o sin almacenamiento, sin tener que incrementar la potencia nominal en el punto de conexión a la red. A modo de ejemplo, se podría permitir que un parque eólico pudiera complementar su producción incorporando paneles fotovoltaicos o, inversamente, que una planta fotovoltaica pueda incorporar una planta eólica.

La realización de proyectos híbridos tiene las siguientes ventajas, perfectamente conocidas en el sector energético:

- A. **Incrementar el factor de capacidad del punto de acceso y conexión a la red** de la planta por la complementariedad de las curvas de carga de las diferentes tecnologías. Aun cuando se produzcan horas de simultaneidad de ambas tecnologías el balance deberá ser siempre positivo.
- B. **Reducción de inversiones en red.** En un escenario de saturación de capacidad en los nudos para un mejor uso de la infraestructura eléctrica de interconexión y acceso. En el caso de hibridación sobre instalaciones existentes, evita la necesidad de ejecutar líneas eléctricas y subestaciones nuevas, con las consiguientes ventajas en cuanto a impacto ambiental y coste para el sistema.

- C. Una **mayor garantía de potencia en el punto de conexión** para el sistema y una **participación más flexible en los mercados de ajuste**.
- D. Una **optimización de la O&M y un posible mejor uso del terreno**, al poder compartir recursos, personales y de infraestructura, para dar servicio a las diferentes tecnologías que conforman la planta híbrida
- E. En **caso de incorporar almacenamiento, un menor coste de las posibles restricciones técnicas**, una **mejora en la estabilidad de la energía eléctrica suministrada** por la planta híbrida en el punto de interconexión, una mayor disponibilidad de reactiva y la posibilidad de hacer gestionable la generación eólica y/o solar. Los proyectos híbridos pueden por tanto proporcionar servicios de soporte a la red, tales como son la regulación de frecuencia, el control de rampas y el aporte de reactiva, los cuales dotan a la planta híbrida de una capacidad de respuesta eficaz a los requisitos del operador de red.
- F. **Agiliza en gran medida los plazos de conexión y puesta en marcha de las nuevas plantas de generación renovable**. Dado el largo período de tramitación que usualmente tienen las instalaciones de evacuación y, en mayor medida, las instalaciones correspondientes a las Redes de Transporte y Distribución, esto puede ser un punto clave para cumplir los ambiciosos objetivos incluidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

Adicionalmente, la hibridación es una tendencia que progresivamente se va extendiendo en el mundo dados los beneficios apuntados, como por ejemplo las subastas multi-tecnología en India, USA, Australia y Grecia; y en estudio en Alemania e Irlanda. Y aquí en España tenemos un claro ejemplo (de eólica con bombeo hidráulico) en el complejo hidroeólico de La Gorona del Viento en la isla de El Hierro.

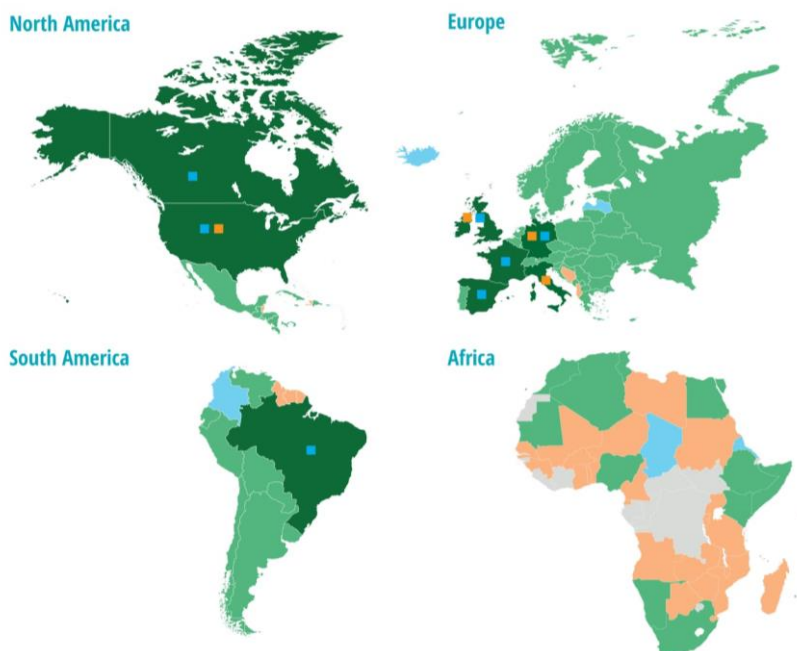
LA HIBRIDACIÓN DESDE UNA PERSPECTIVA GLOBAL. INICIATIVAS Y POTENCIAL

El gran potencial actual de la hibridación es posible gracias a que la eólica y la FV ya están en una situación de “Grid parity” en su LCOE en la mayoría de los países y a que su curva de generación es igualmente complementaria.

Para cumplir con objetivos ambiciosos de reducción de emisiones con energías renovables y así avanzar en la descarbonización de la energía, la combinación de las tecnologías más competitivas (como son la eólica y la FV) en instalaciones híbridas, complementadas con sistemas de almacenamiento, puede ser una herramienta eficaz (suministro de energía limpia con calidad de servicio y garantía de suministro) y eficiente (económicamente) de avanzar en la consecución de esos objetivos.

The majority of countries in the world have both wind and solar capacity, and all but one of the top markets are at parity

■ Top solar market ■ Top wind market ■ Top market with both solar and wind capacity ■ Solar and wind capacity below 1 MW
■ Only solar capacity ■ Only wind capacity ■ Both solar and wind capacity



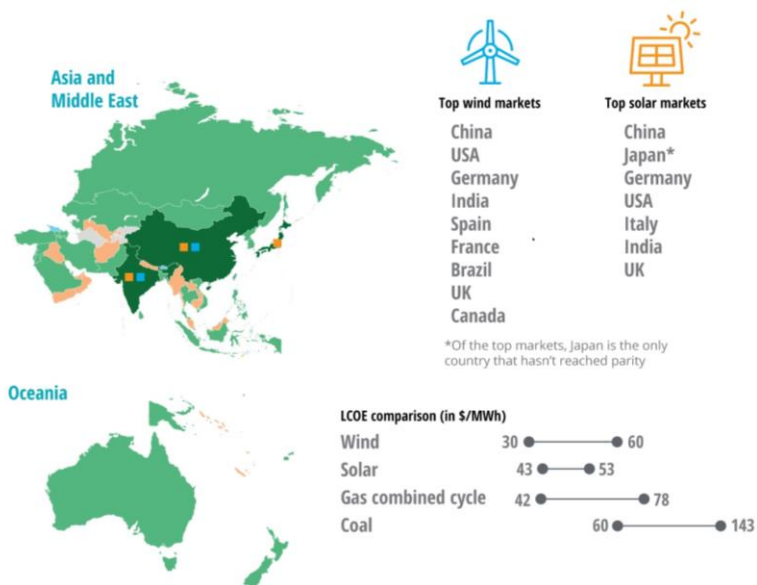


Figura 1

Fuente: Deloitte insights | deloitte.com/insights

Note: Top Markets = > 10 G

Source: Map based on IRENA, renewable Capacity Statistics 2018; LCOE comparison based on Lazard, Levelized cost of energy analysis – version 11.0, November 2017

PROYECTOS DE HIBRIDACIÓN EN EL MUNDO

La siguiente figura muestra la presencia de proyectos híbridos a nivel global. En la misma conviven tanto instalaciones híbridas en entornos de experimentación como instalaciones híbridas en entorno ya comercial.

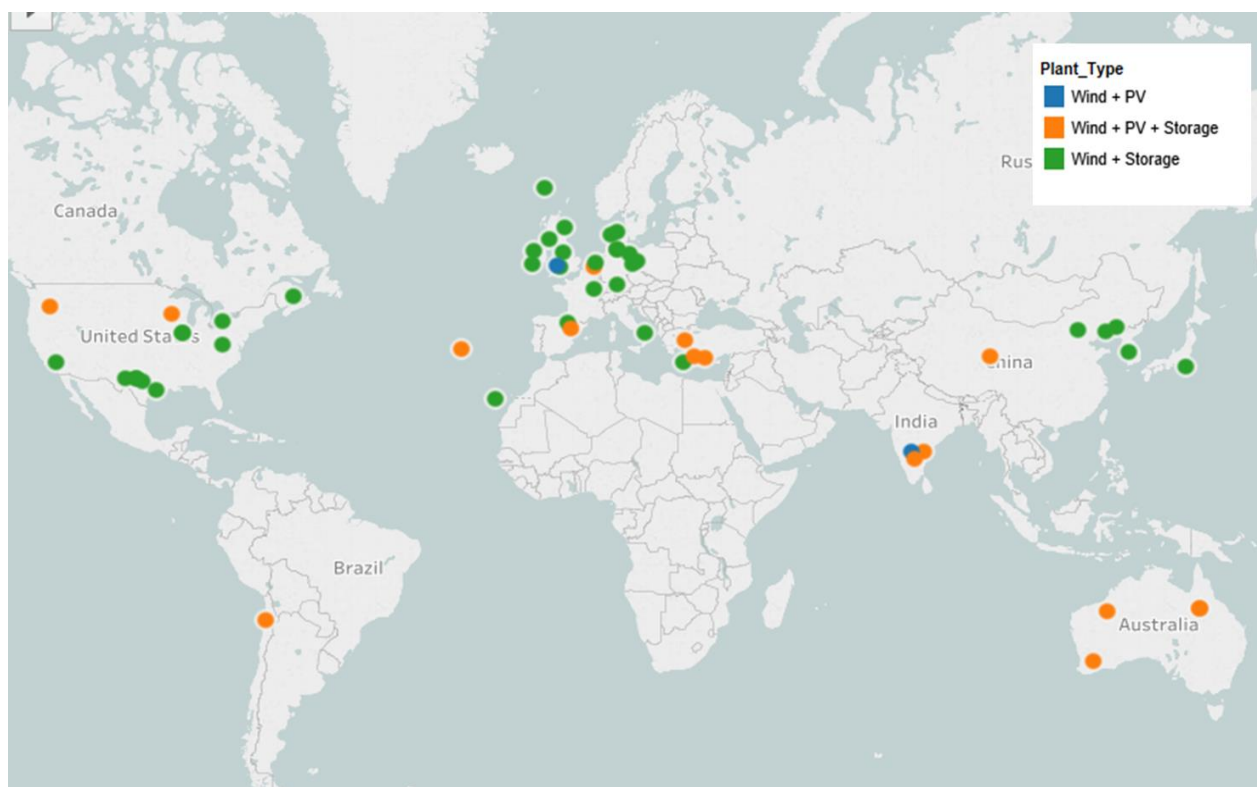


Figura 2. Presencia de proyectos Híbridos a nivel global. Fuente: WindEurope

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LA HIBRIDACIÓN EÓLICA-FOTOVOLTAICA EN LA UE

En un estudio del MIT de 2014¹ se analizaron los beneficios de la co-ubicación de instalaciones solares con instalaciones eólicas en Europa y se llegó a las siguientes conclusiones:

- En Europa los potenciales eólicos y solares están anticorrelacionados en escalas de tiempo estacionales y mensuales, y que con la co-ubicación incrementa la disponibilidad de energía.

¹ Characterization of the Solar power resource in Europe and assessing benefits of Co-location with Wind power installations. MIT 2014

Mediante la co-ubicación, la generación de energía renovable estaría disponible más del 70% de las veces en sur de Europa, y más del 50% de las veces en las latitudes intermedias europeas.

- Combinando energía eólica y solar, la menor posibilidad de nula-generación puede encontrarse en el Mediterráneo y en los países Bálticos, lo que significa que cuando un lugar no tiene energía, al menos el 50% del tiempo, otros lugares en las zonas circundantes tienen potencial de generación de energía.

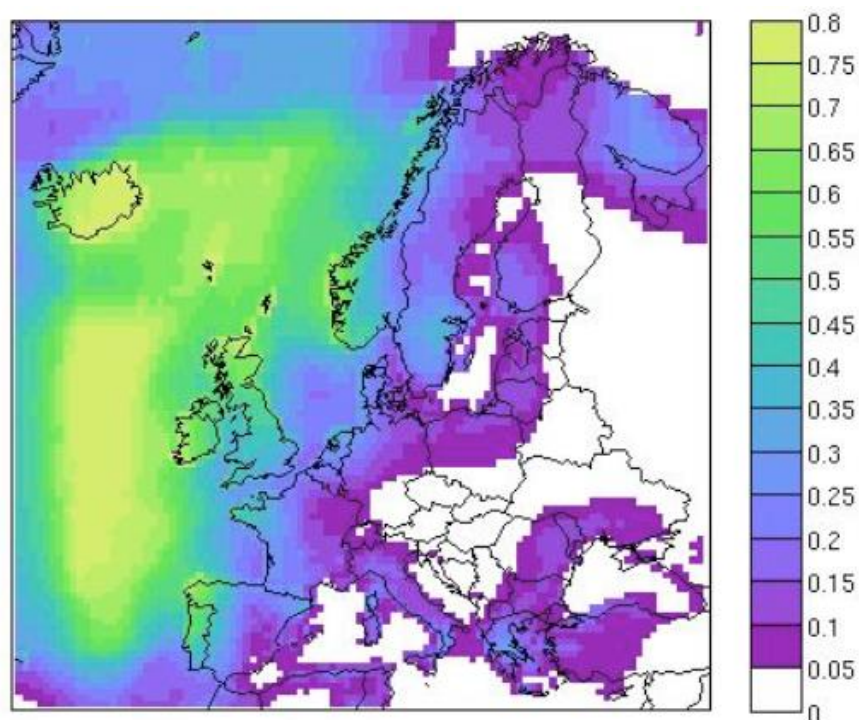


Figura 3

Fuente: MIT. Figure 24. Geographical variation of the normalized antiNullCoincidence parameter for the co-location of wind and solar powers, over the sunshine duration.

LA LÓGICA ECONÓMICA DE LA HIBRIDACIÓN DE EÓLICA CON FOTOVOLTAICA

El único país que por el momento ha hecho un estudio gubernamental sobre el potencial de la hibridación de la eólica con la fotovoltaica es Australia. En el estudio hecho en 2016² se analizan las

² Co-location investigation. A study into the potential for co-locating wind and solar farms in Australia. ARENA 2016, Australian Government Renewable Energy Agency

diferentes opciones de hibridación de estas dos tecnologías (eólica existente más nueva FV, y proyecto nuevo híbrido), y el caso concreto de instalar FV en parques eólicos existentes específicos.

Entre otros aspectos de interés, el estudio hace una estimación de los ahorros que supone la instalación de las plantas FV en parques eólicos existentes (tanto en CAPEX como en OPEX). Los resultados son los siguientes (hay que tener en cuenta que estos resultados no son extrapolables directamente al caso español, pero son indicativos de en qué partes de los proyectos se pueden realizar los ahorros):

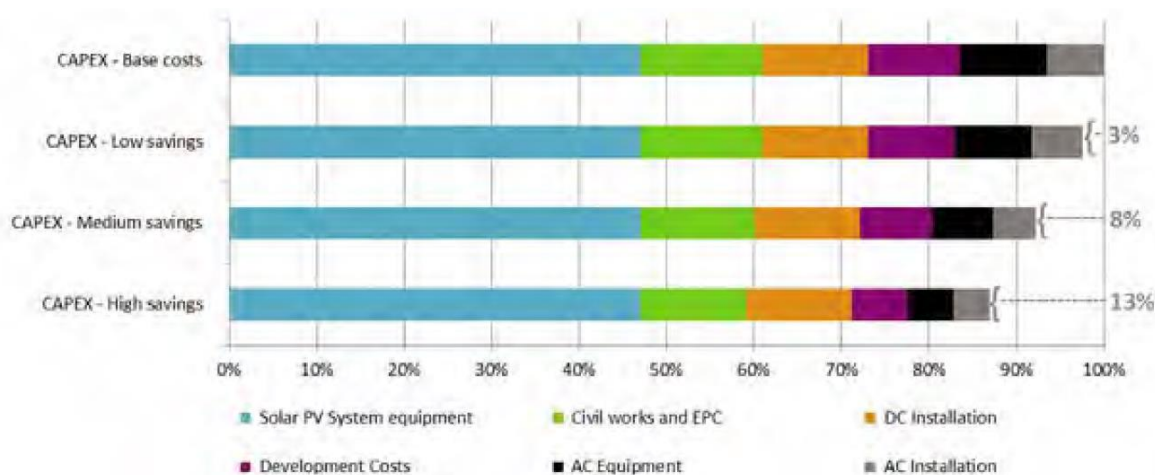


Figura 4. Estimate of total CAPEX savings that can be realized through co-locating a solar farm on an existing wind farm

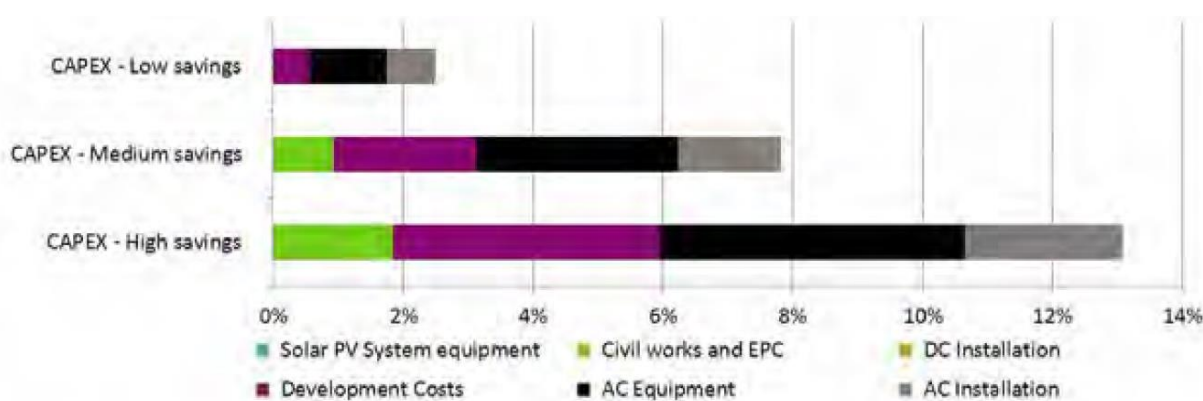


Figura 5. Estimate of CAPEX savings through co-locating a solar farm on an existing wind farm

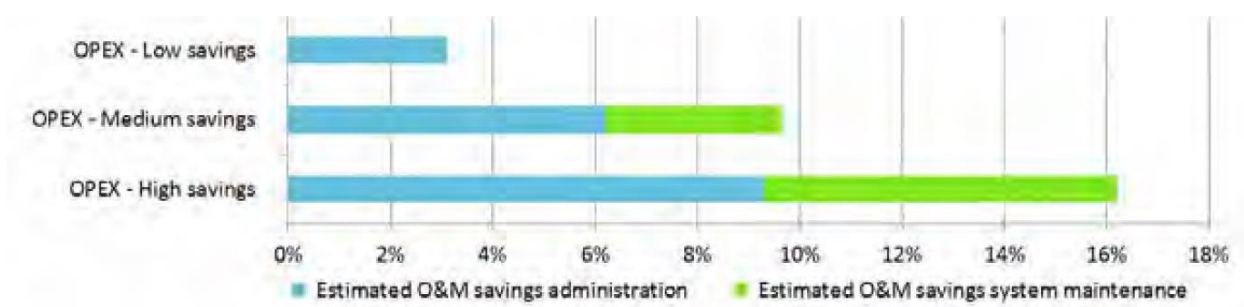


Figura 6. Estimate of total OPEX savings that can be realized through co-locating a solar farm on an existing wind farm

Como se puede ver en los gráficos, según el estudio australiano, los mayores ahorros en el CAPEX de la parte nueva fotovoltaica de la instalación híbrida estarían en la obra civil, desarrollo del proyecto y en los equipos y redes eléctricas. También se conseguirían ahorros sustanciales en la parte de operación y mantenimiento (OPEX).

Adicionalmente cabe resaltar que en el análisis práctico incluido en el estudio sobre la hibridación de parques eólicos existentes australianos con nuevas instalaciones fotovoltaicas se llega a la conclusión que, con un límite máximo de recortes a la producción de un 5%, se pueden hibridar los parques eólicos existentes con plantas FV de una potencia equivalente al 25-49% de la potencia del parque eólico.

SITUACIÓN ACTUAL DE LAS BATERÍAS PARA ALMACENAMIENTO

La otra tecnología que está llamada a tener un protagonismo importante en la transición energética es la de las baterías. Según Bloomberg, actualmente el precio de las baterías está ya claramente por debajo de los 200 USD/kWh, y hay empresas que aseguran que para el año que viene el coste puede incluso estar cerca de 100 USD/kWh. ³

³ Estos costes de BNEF se refieren a celdas de baterías. Para sistemas EPC completos de duración 4h, BNEF estima para 2019 319 USD/kWh (y de ellos coste de battery rack de 173). Y para duración 0,5h, estima 655 USD/kWh (coste de battery rack 245). (BNEF, Energy Storage System Costs Survey 2018, 4 sep 2018).

Battery Costs Plunge

Average prices are down 85% since 2010

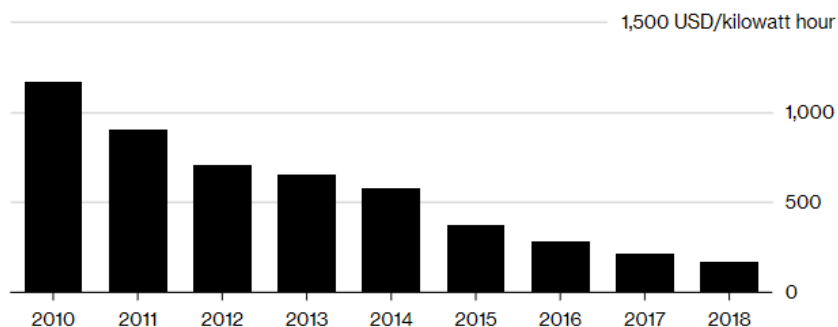


Figura 7

Fuente: BloombergNEF.

Note: Lithium-ion battery prices are adjusted to real 2018 dollars

CONCEPTO DE HIBRIDACIÓN

A los efectos de esta propuesta regulatoria, **el concepto de hibridación que se utiliza es el definido por la integración⁴ de una planta eólica con diferentes tecnologías de generación renovable (módulos de generación renovable, fundamentalmente fotovoltaica), con o sin almacenamiento, que se caracterice por lo siguiente:**

- La evacuación de las diferentes tecnologías deberá realizarse desde la misma subestación interna del parque, en un mismo punto de conexión a la red.
- El control y monitorización de la planta híbrida se llevará a cabo desde un sistema de control y monitorización común.

⁴ El Art 7 c) del RD 413/2014 contiene una definición de “agrupación” de instalaciones que debería modificarse para dejar claro que no es de aplicación a instalaciones híbridas:

“Se define agrupación al conjunto de instalaciones que se conecten en un mismo punto de la red de distribución o transporte, o que dispongan de línea o transformador de evacuación común, considerando un único punto de la red de distribución o transporte, una subestación o un centro de transformación. Del mismo modo, formarán parte de la misma agrupación aquellas instalaciones que se encuentren en una misma referencia catastral, considerada ésta por sus primeros 14 dígitos. La potencia instalada de una agrupación será la suma de las potencias instaladas de las instalaciones unitarias que la integran.”

- El valor resultante de la suma de los módulos de generación que componen la instalación podrá ser superior a la potencia máxima de acceso a la red permitida para la misma. En estos casos, la potencia máxima que se proporcione no podrá superar la potencia máxima asignada en el punto de conexión.

En los siguientes gráficos se puede observar la complementariedad de las tecnologías eólica y fotovoltaica en una instalación híbrida a nivel diario y mensual (en India).

En los siguientes gráficos se puede observar la complementariedad de las tecnologías eólica y fotovoltaica en una instalación híbrida a nivel diario y mensual (en India).

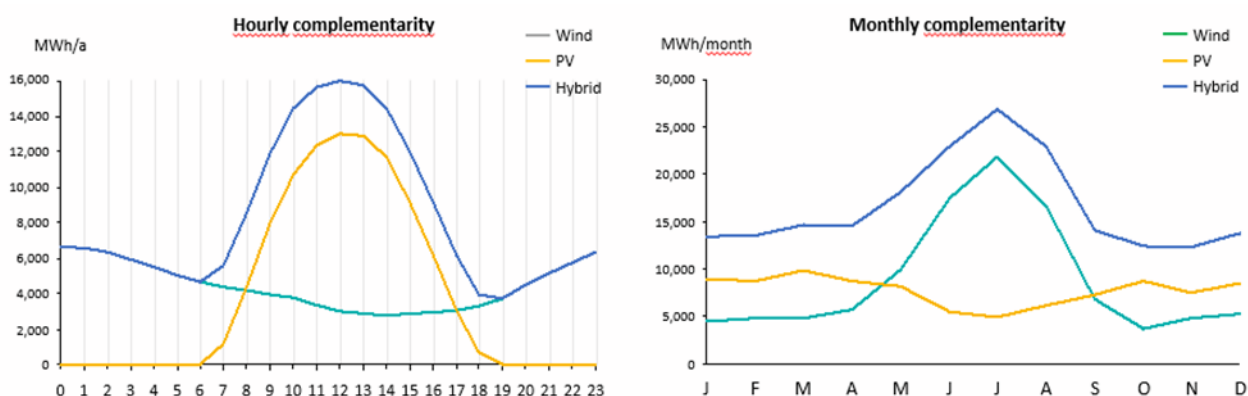


Figura 8. Complementariedad eólica y fotovoltaica

En los siguientes gráficos se puede también ver un ejemplo de hibridación de un parque eólico con fotovoltaica para un día de febrero en España, y la misma instalación con además un sistema de almacenamiento.

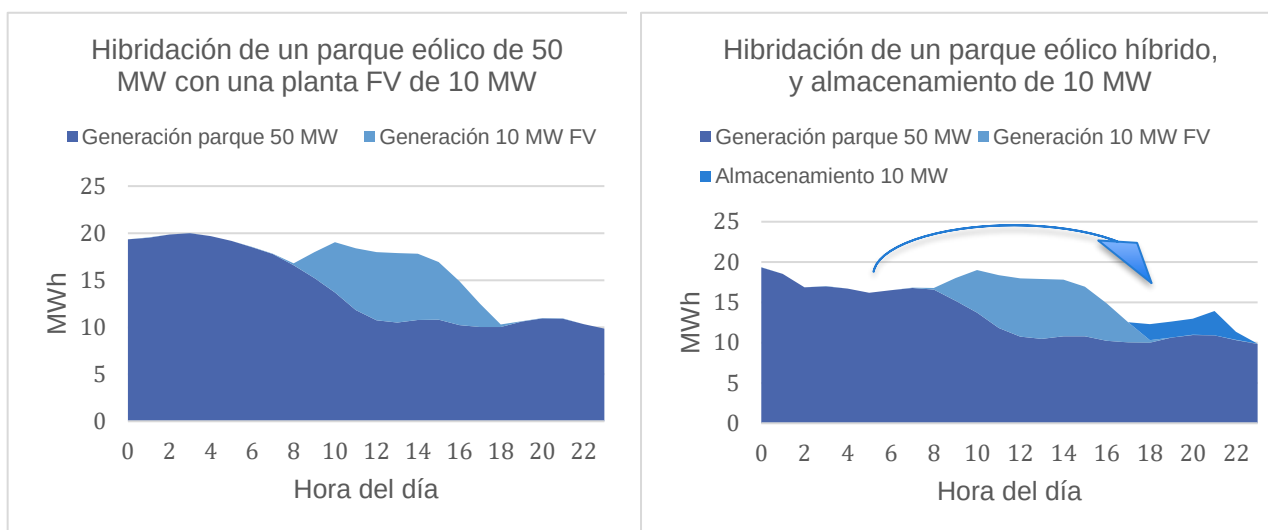


Figura 9. Ejemplo de Hibridación. Gestionabilidad de la producción mediante almacenamiento

Fuente: REE. NOTA: Para la simulación, se ha utilizado la generación real horaria peninsular eólica y fotovoltaica del día 4 de febrero de 2018.

PROPUESTA REGULATORIA PARA EL IMPULSO DE LA HIBRIDACIÓN

Esta propuesta para el impulso de la hibridación de tecnologías renovables partiendo de la utilización de tecnología eólica abarca dos tipos de opciones:

- **Nuevos proyectos de parques eólicos híbridos** con otras tecnologías renovables o inversamente.
- **Hibridación de instalaciones existentes, ya sean parques eólicos existentes** a los que se incorporan nuevos módulos de generación de otras tecnologías renovables, o **instalaciones de generación renovable existentes no eólicas** a las que se incorporan módulos de generación eólica.

Para cada una de las opciones, la propuesta regulatoria contendrá planteamientos diferentes. En relación a la primera opción (nuevas instalaciones híbridas), deberemos centrarnos en aspectos como el diseño de subastas, la instalación tipo o la solicitud de acceso y conexión. En relación a la segunda (instalaciones existentes que se pueden hibridar), nos deberemos centrar en la simplicidad

normativa para conseguirlo, el mantenimiento del régimen retributivo, así como del permiso de acceso y conexión ya otorgado.

PROPUESTA REGULATORIA PARA LA HIBRIDACIÓN DE EÓLICA CON OTRAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES.

En términos generales, como ya se ha indicado anteriormente, a los efectos de esta propuesta regulatoria, se entiende por **hibridación de eólica**, la integración **de un parque eólico** con módulos de generación de otras tecnologías renovables, con o sin sistema de almacenamiento, **sin incrementar la potencia de acceso de la instalación**.

Desde un punto de vista regulatorio es necesario distinguir el **caso específico de hibridación de parques eólicos preexistentes o instalaciones de otras tecnologías renovables preexistentes** con nuevos módulos de generación renovable.

Por ello, a los efectos de esta propuesta regulatoria, **se entiende por hibridación de un parque eólico preexistente, la integración de un módulo de generación renovable con o sin sistema de almacenamiento en un parque eólico en operación sin incrementar la potencia de acceso de la instalación⁵**. La electricidad generada por las tecnologías debe llegar a la misma subestación interna del parque, tener un control común y un punto de conexión a la red único.

NUEVAS INSTALACIONES TIPO

PROPUESTA 1:

Se considera que será necesario **adecuar el RD 413/2014 para definir una tipología específica únicamente para las nuevas instalaciones híbridas**, sobre todo de cara a su inscripción en el ERIDE y la asignación del correspondiente CIL, bajo la premisa de que esta normativa aplica a todos los proyectos renovables, aunque no tengan régimen retributivo.

⁵ Se entiende que la propuesta también cubre la opción inversa: una instalación preexistente de generación renovable con un módulo nuevo de generación eólica.

PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN

PROPUESTA 2: En el caso de **nuevos proyectos híbridos**, se deberá habilitar un **nuevo formulario para la solicitud de acceso de la instalación híbrida** pues hasta la fecha sólo se puede hacer por tecnología individual. Habrá que armonizar el criterio de asignación de potencia de acceso para adecuar el conjunto a la regla del trapecio aplicada hasta la fecha, que permita la sobre-instalación eólica.

PROPUESTA 3: Dada la saturación de solicitudes existentes en los diferentes nudos, al menos de transporte, se debería aprobar la **posibilidad de cambiar un proyecto renovable mono-tecnología hacia un proyecto híbrido** sin tener que volver a tramitar el permiso de acceso y conexión (manteniendo la potencia solicitada de la tecnología inicial del proyecto).

A la nueva instalación híbrida será de aplicación lo previsto en el Reglamento UE 2016/631 y en los nuevos RD, OM, y PO 12.2 que lo desarrollan y complementan, considerándose un módulo de generación el conjunto de la planta.

PROPUESTA 4: En el caso de **parques eólicos pre-existent**s, dado que la nueva instalación (compuesta por el MPE eólico existente más el MPE renovable adicional) **no incrementará la potencia de acceso, no será necesario tramitar nuevos permisos, ni de acceso ni de conexión**. No obstante, el promotor informará al gestor de la red de transporte o distribución a la que se conecte, de las características del nuevo módulo de generación renovable por si el mismo pudiera alterar los estudios y simulaciones realizados previamente para el eólico.

No son necesarios, por lo tanto, los avales previstos por el RD 1955/2000, Art 59bis y 66bis.

PROPUESTA 5:

Tal y como determina el **Reglamento UE 2016/631**, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión, y que deberían recogerse en el futuro RD y la futura Orden al respecto, éstos **serán de aplicación al nuevo módulo de generación renovable, y no al existente, independientemente de su tamaño.**

La regulación propuesta en este apartado se aplicará, por lo tanto, a las instalaciones que cumplan con lo expuesto, incorporando módulos nuevos de generación (y eventualmente también almacenamiento) a un parque preexistente, según lo que permite el Reglamento (UE) 2016/631 (artículo 2, punto 6).

PROPUESTA 6:

En línea con una propuesta de RDL de medidas urgentes de materia de cambio climático elaborada en la pasada legislatura, **se propone la siguiente modificación a la Ley 24/2013 del sector eléctrico**, para permitir el desarrollo de instalaciones híbridas en **instalaciones preexistentes**:

Se modifica la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico en los siguientes aspectos.

Uno, se añade un nuevo apartado 12 en el artículo 33 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, con la siguiente redacción:

12. Los titulares de instalaciones de producción cuya fuente de energía primaria sea renovable que hibriden dichas instalaciones con otros módulos de generación que utilicen fuentes de energía primaria renovable podrán evacuar energía eléctrica utilizando el mismo punto de conexión y la capacidad de acceso equivalente ya concedida, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

a) Que la nueva instalación respete los criterios técnicos de acceso y conexión contemplados en la normativa correspondiente en vigor y, en particular, no suponga un aumento de la capacidad de acceso equivalente máxima de evacuación.

b) Que el nuevo módulo de generación renovable cumpla con los requisitos técnicos que le sean de aplicación en el momento de incorporar la nueva generación de origen renovable. Reglamentariamente se regulará el procedimiento para la solicitud de la actualización, en su caso, de las condiciones de acceso y conexión de las instalaciones de producción híbridas. En dicho reglamento se establecerán, en su caso, los requisitos necesarios para discriminar la energía generada que pudiera ser perceptora de régimen retributivo específico.

RÉGIMEN RETRIBUTIVO DE INSTALACIONES HÍBRIDAS: PARTICIPACIÓN EN SUBASTAS

PROPUESTA 7: Para promover la puesta en marcha de **nuevas instalaciones híbridas** sería conveniente que, al convocar subastas de nueva potencia renovable específicas por tecnología, se reservara un **cupo de potencia** para este tipo de instalaciones.

PROPUESTA 8: El **diseño de las subastas** deberá ser lo más parecido posible a los utilizados en otros países de la UE, y en concreto debería tener las siguientes características:

- Debe haberse publicado un calendario con las subastas anuales (mínimo 2 anuales) para el periodo 2019-2030, con un volumen específico de MW a subastar por tecnologías cada año.

- Subastas específicas por tecnología (incluida la híbrida) teniendo en cuenta la planificación hasta 2030.
- Subastas de energía con contratos a largo plazo por diferencias (CpDs), con ofertas “pay as bid” de coste de energía.
- Subastas de proyectos y no de paquetes genéricos de potencia. Con precalificaciones (identificación de proyectos y permiso de acceso y conexión).
- Incorporar mecanismos de seguimiento y control que aseguren que los proyectos son efectivamente construidos.

PROPUESTA 9: En relación al **régimen retributivo y la autorización administrativa de las instalaciones preexistentes después de hibridadas.**

Dado que en este caso **el nuevo módulo de generación no supone un cambio en el régimen retributivo específico del módulo renovable preexistente**, no se considera necesario establecer una nueva tipología de acuerdo con lo previsto en el RD 413/2014, manteniéndose el parque eólico (que pasará a ser un módulo de generación dentro de la instalación híbrida común) con la IT original con la que está inscrito en el ERIDE en estado de explotación. Por tanto, **la hibridación no supondrá una modificación del régimen retributivo específico que tuviera reconocido el módulo de generación preexistente** y no se producirá ninguna alteración del código CIL del parque eólico que tuviera asignado hasta el momento.

El MPE renovable adicional tendrá su correspondiente CIL, disponiendo por lo tanto del equipo de medida específico.

Las entidades responsables de la tramitación administrativa deberán establecer un **procedimiento simplificado** para la aprobación de los proyectos que facilite la ejecución de los mismos, sobre todo desde el punto de vista de que se trata de una zona ya antropomorfizada.

OPERACIÓN DEL SISTEMA, UNIDADES DE PROGRAMACIÓN

PROPUESTA 10: El parque eólico preexistente después de hibridado **podrá participar en los mercados de ajuste** en condiciones similares a las realizadas hasta la fecha.

El Operador del Sistema deberá **habilitar Unidades de Programación híbridas** para aquellas plantas mixtas que participen en los diferentes programas de casación y, en consecuencia, actualizar el PO 3.1.