



Generación flexible para adaptarse a la variabilidad de ERV

Francisco Boshell
Arina Anisie
26 de noviembre de 2020

Innovacion sistematica



El panorama de innovación para la transformación del sector eléctrico

PANORAMA DE LA INNOVACIÓN PARA UN FUTURO IMPULSADO POR LAS ENERGÍAS RENOVABLES: SOLUCIONES PARA INTEGRAR LAS ENERGÍAS RENOVABLES VARIABLES

RESUMEN PARA RESPONSABLES POLÍTICOS

Innovation Landscape Report

ENERGÍAS RENOVABLES A 644 13141239



● TECNOLOGÍAS FACILITADORAS

- | | |
|----|---|
| 1 | Baterías a gran escala |
| 2 | Baterías detrás del contador ("Behind the Meter", BtM) |
| 3 | Carga inteligente de vehículos eléctricos (VE) |
| 4 | Conversión de energía renovable a calor (Renewable power-to-heat) |
| 5 | Conversión de energía renovable a hidrógeno (Power-to-hydrogen) renovable |
| 6 | Internet de las Cosas |
| 7 | Inteligencia artificial y "Big Data" |
| 8 | "Blockchain" |
| 9 | Mini red renovable |
| 10 | Súper redes |
| 11 | Flexibilidad de las centrales eléctricas convencionales |

● MODELOS DE NEGOCIO

- | | |
|----|--|
| 12 | Agregadores ("Aggregators") |
| 13 | Comercio de la electricidad "Peer2Peer" |
| 14 | La energía como servicio |
| 15 | Modelos de propiedad comunitaria |
| 16 | Modelo de pago por uso ("Pay-as-you-go") |

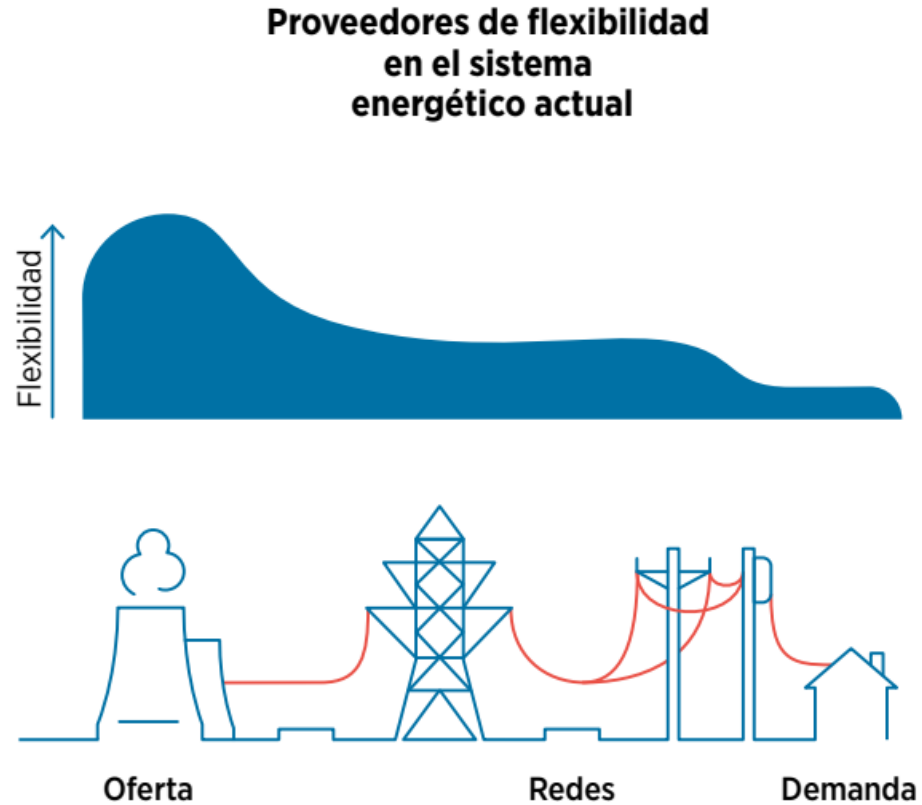
● DISEÑO DE MERCADOS

- | | |
|----|---|
| 17 | Aumentar la granularidad temporal en mercados eléctricos |
| 18 | Aumentar la granularidad espacial en mercados eléctricos |
| 19 | Servicios complementarios innovadores |
| 20 | Rediseñar los mercados de capacidad |
| 21 | Mercados regionales |
| 22 | Tarifas por tiempo de uso |
| 23 | Participación de los recursos energéticos distribuidos (DER) en los mercados mayoristas |
| 24 | Esquemas de facturación neta |

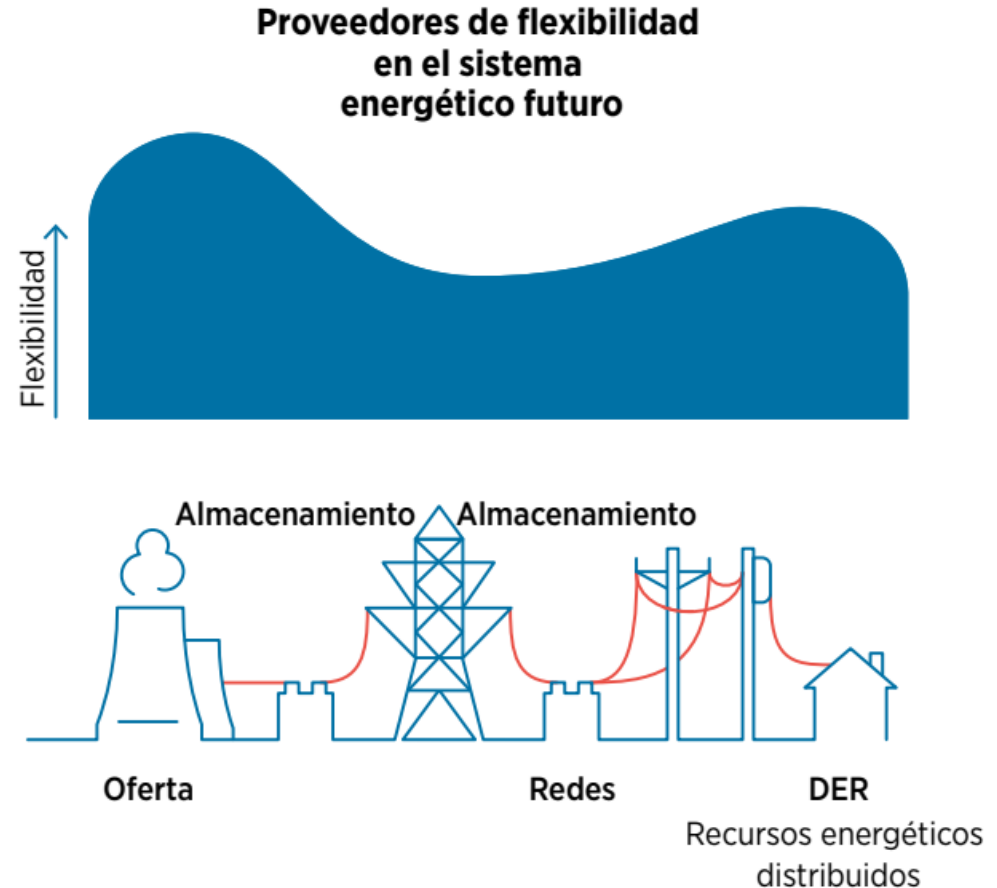
● OPERACIÓN DE SISTEMAS

- | | |
|----|--|
| 25 | Rol futuro de los operadores de sistemas de distribución |
| 26 | Cooperación entre operadores de los sistemas de transmisión y distribución |
| 27 | Pronóstico avanzado de generación de energía renovable variable |
| 28 | Operación innovadora de almacenamiento hidráulico por bombeo |
| 29 | Líneas virtuales de electricidad |
| 30 | Uso dinámico de líneas eléctricas (Dynamic Line Rating) |

Nuevas opciones de flexibilidad en el sector eléctrico desbloqueadas por la innovación



Fuentes de flexibilidad: generación flexible



Fuentes de flexibilidad: generación flexible; Interconexiones y mercados regionales; Respuesta de la demanda; Almacenamiento; Poder a X

Soluciones para flexibilizar el sistema eléctrico

SOLUCIONES



DE FLEXIBILIDAD



● **LADO DE LA GENERACIÓN** **SOLUCIONES DE FLEXIBILIDAD**

- | | |
|-----------|---|
| I | Disminuir la incertidumbre de la generación de EVR con pronósticos meteorológicos avanzados |
| II | Generación flexible para acomodar variabilidad |

● **RED** **SOLUCIONES DE FLEXIBILIDAD**

- | | |
|------------|---|
| III | Interconexiones y mercados regionales como proveedores de flexibilidad |
| IV | Balancear la generación de ER y la demanda a lo largo de grandes distancias con súper redes |
| V | Almacenamiento a gran escala y nueva operación de la red para post-poner las inversiones en refuerzos de la red |

● **LADO DE LA DEMANDA** **SOLUCIONES DE FLEXIBILIDAD**

- | | |
|-------------|--|
| VI | Agregando recursos energéticos distribuidos para proveer servicios de red |
| VII | Gestión de la demanda |
| VIII | Mini redes de ER proveyendo servicios a la red principal |
| IX | Optimizar la operación del sistema de distribución con recursos energéticos distribuidos |

● **ALMACENAMIENTO EN TODO EL SISTEMA** **SOLUCIONES DE FLEXIBILIDAD**

- | | |
|-----------|--|
| X | Soluciones de baterías a gran escala |
| XI | Soluciones con conversión de electricidad a otras formas de energía (Power-to-X) |

Solucion 2: Generacion flexible para acomodar la variabilidad

Solution 2

Solucion 2: Generacion flexible para acomodar variabilidad

Enabling technologies

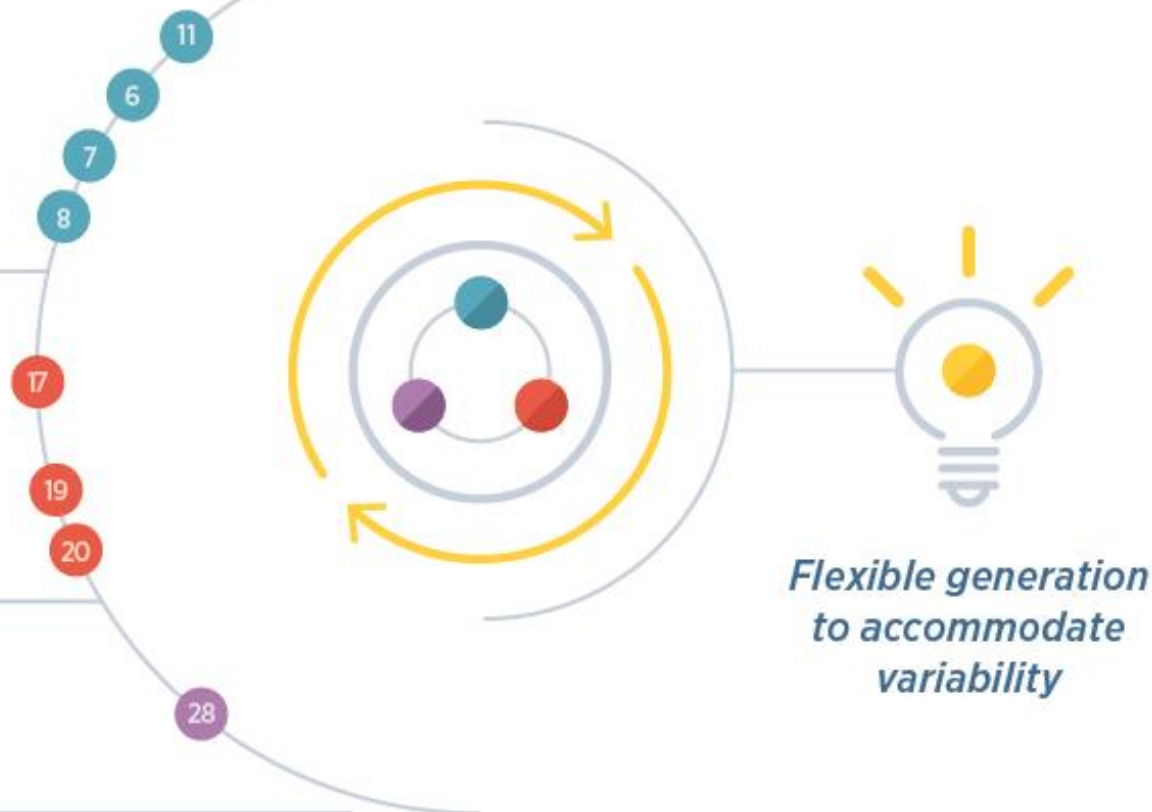
- Flexibility in conventional power plants
- Internet of things
- Artificial intelligence and big data
- Blockchain

Market design

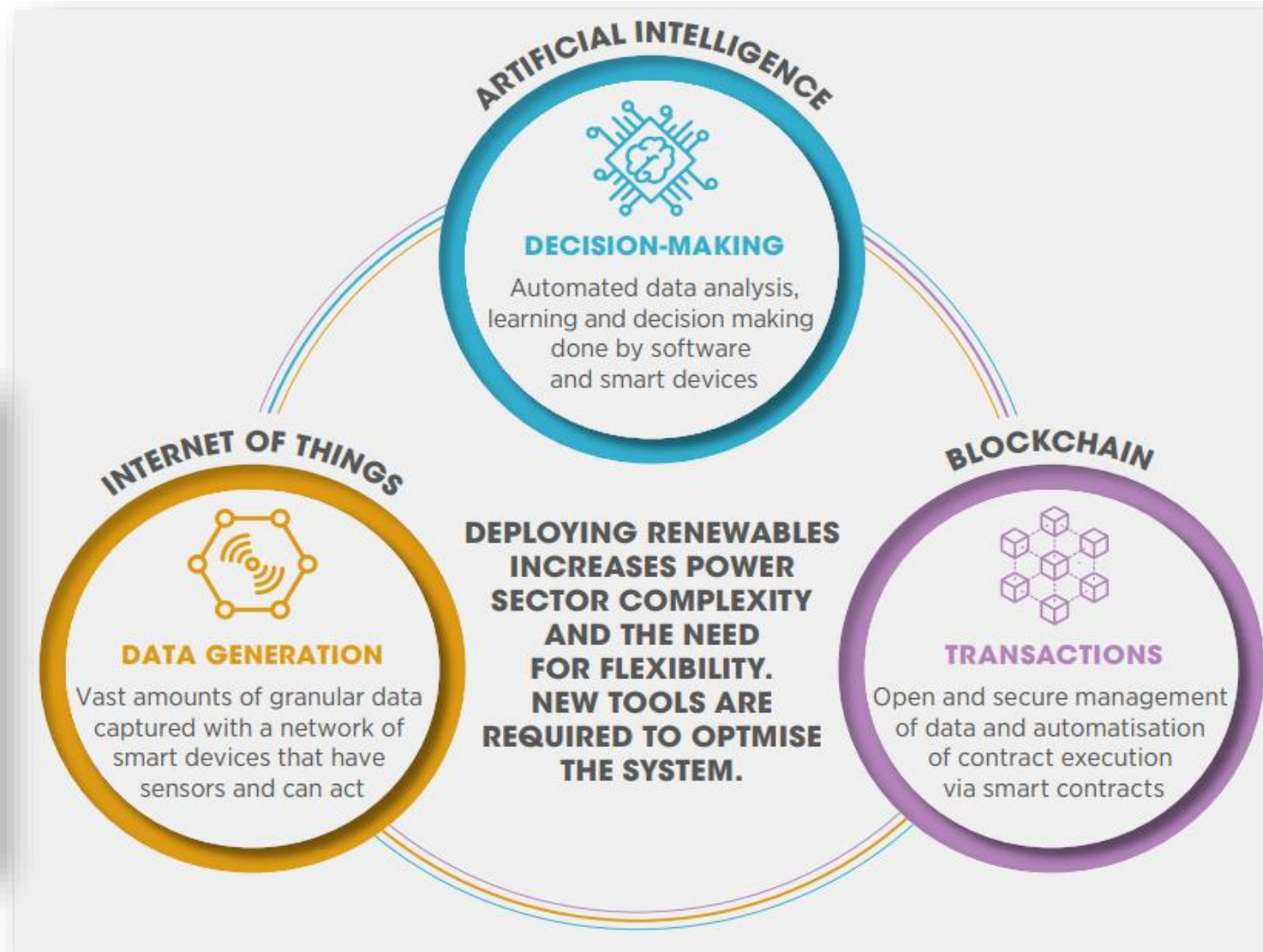
- Increasing time granularity in electricity markets
- Innovative ancillary services
- Re-designing capacity markets

System operation

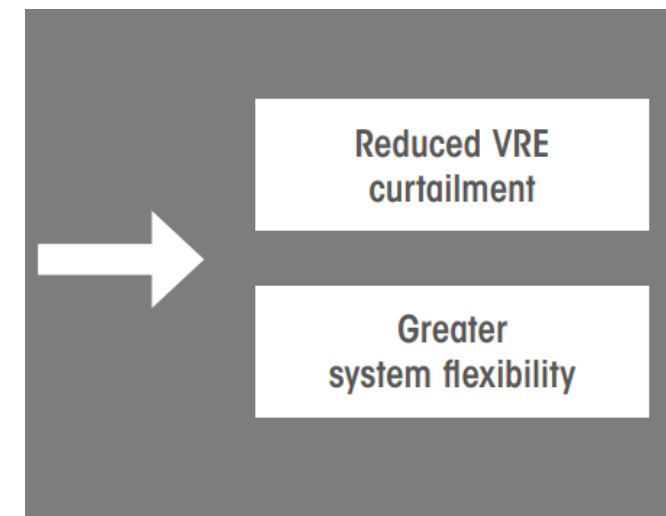
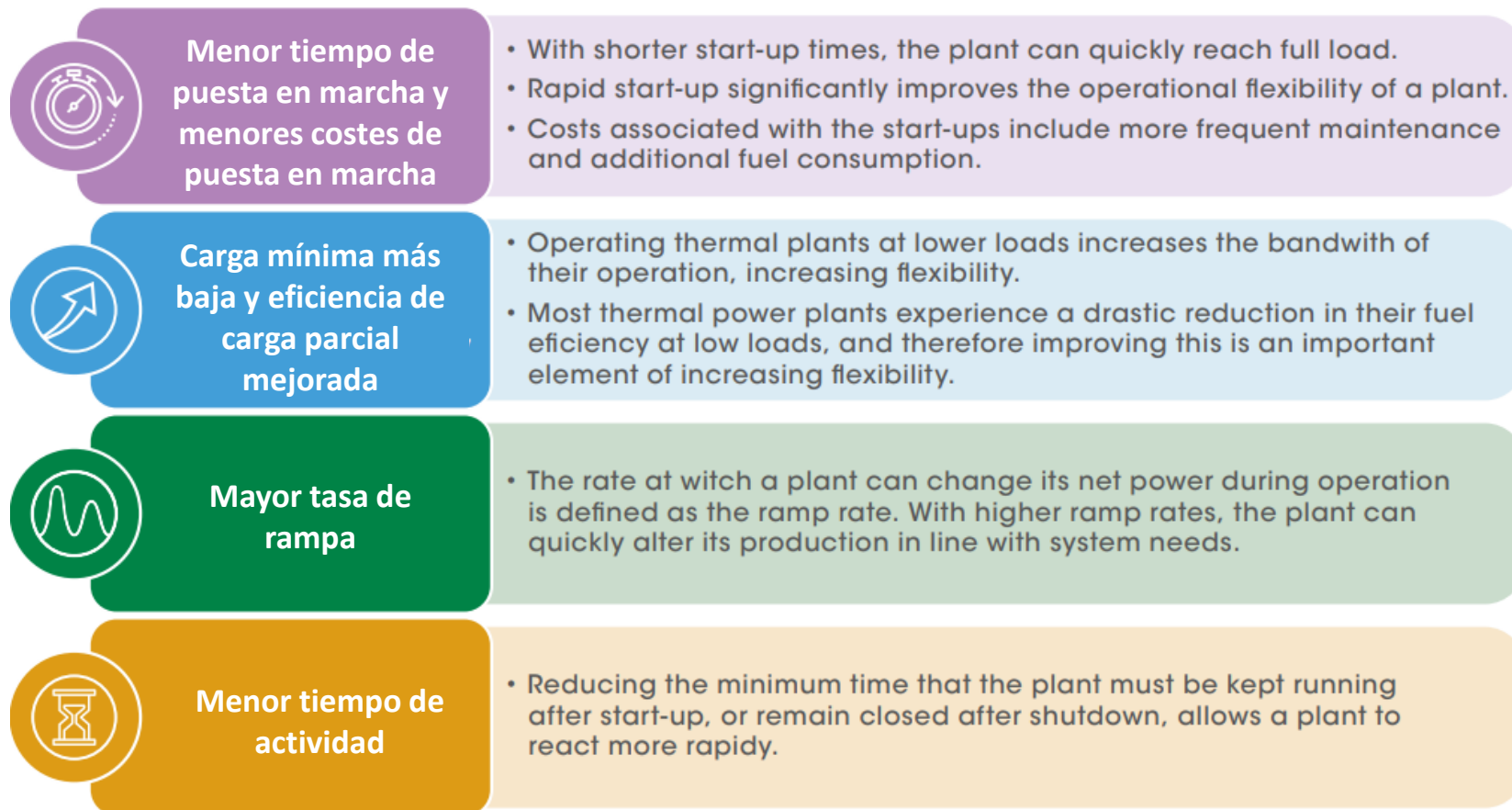
- Innovative operation of pumped hydropower storage (if applicable)



Tecnologías digitales en la transición energética



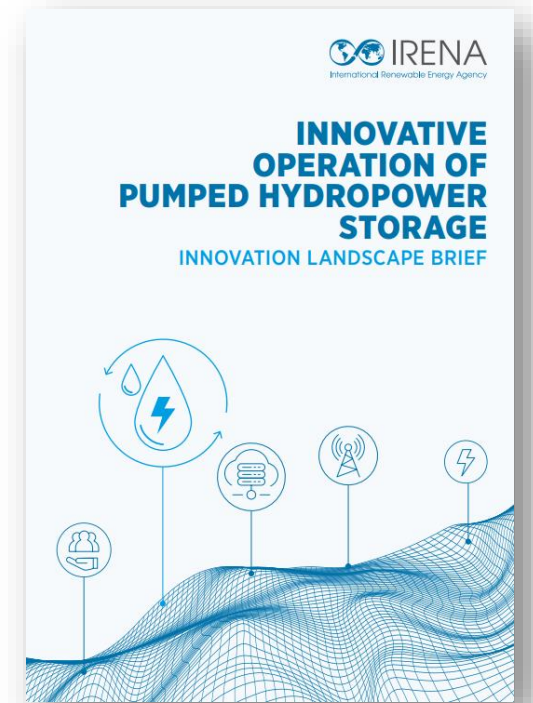
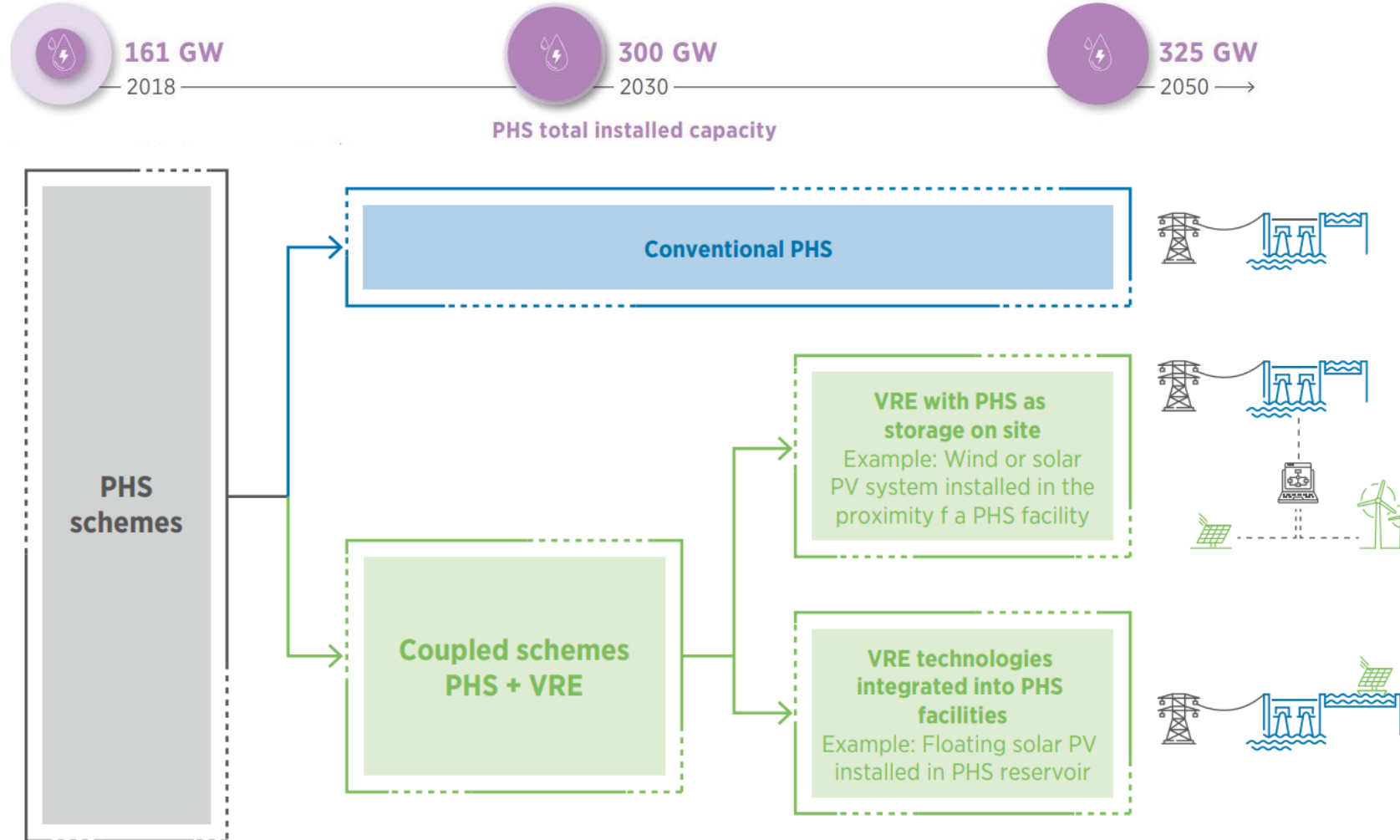
Flexibilidad en plantas convencionales



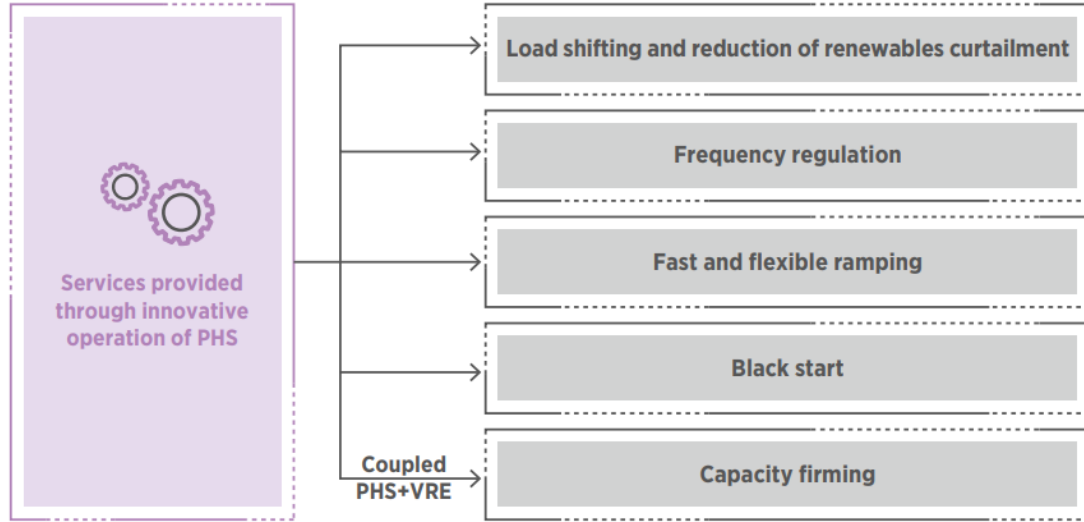
- **China:** Flexible thermal plant operation resulted in a 30% reduction in VRE curtailment
- **India:** Reducing minimum generation levels for thermal plants from 70% to 55% has reduced VRE curtailment from 3.5% to 1.4%
- **Germany:** Refurbishment of a coal power plant reduced minimum load by 170 MW and increased ramp rate by 10 MW per minute

Flexibilidad en el almacenamiento de energía hidroeléctrica por bombeo

Figure 1 Growth in PHS installed capacity by 2050

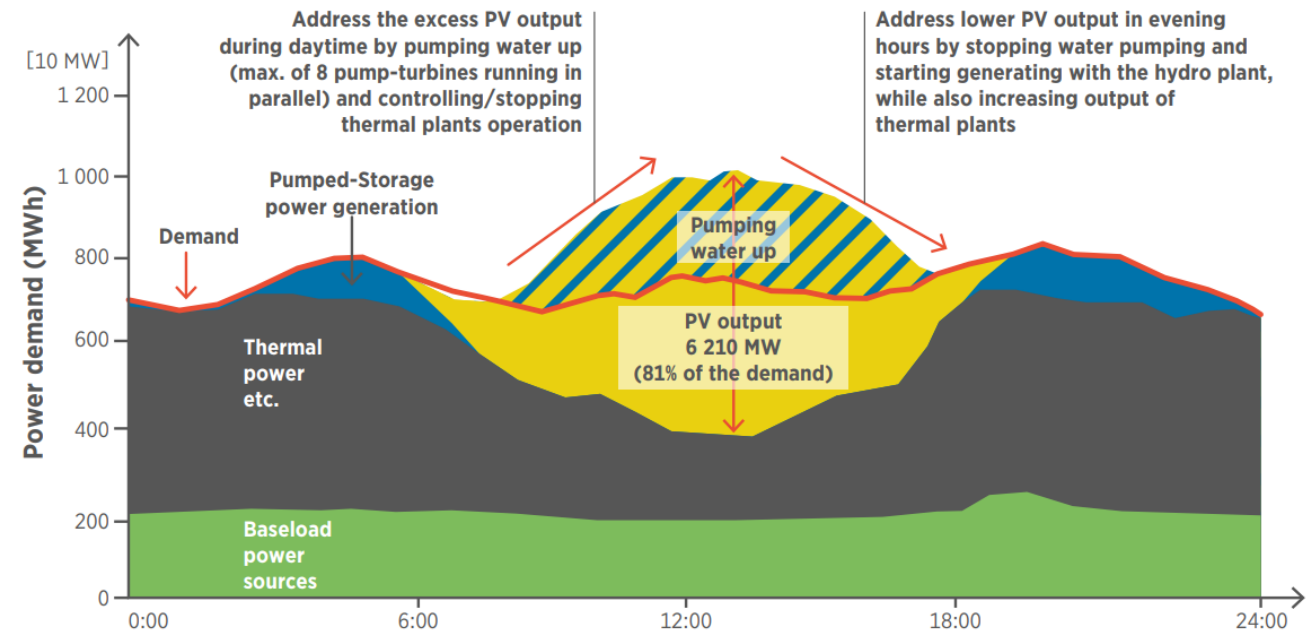


Flexibilidad en el almacenamiento de energía hidroeléctrica por bombeo

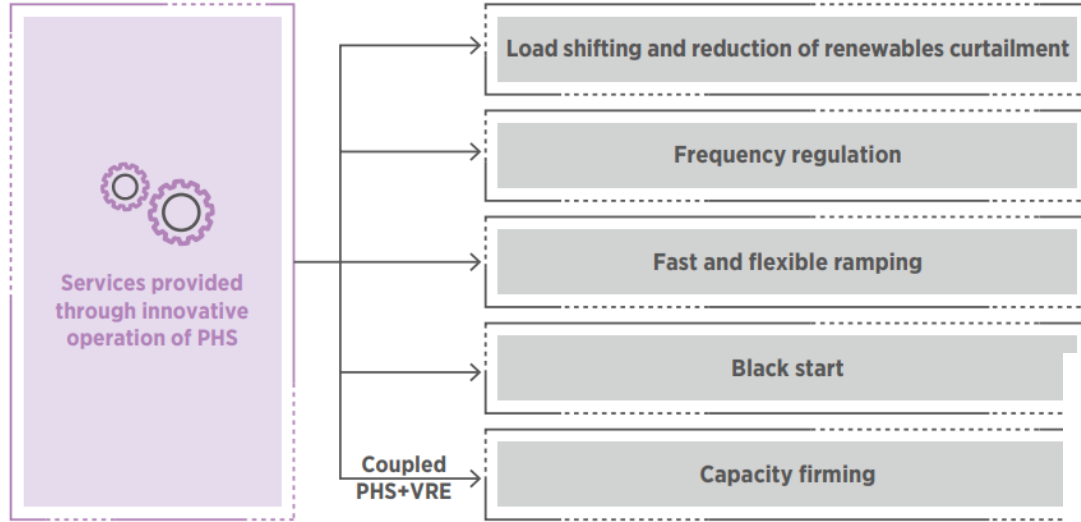


Note: PHS = pumped hydropower storage; RE = renewable energy; VRE = variable renewable energy.

Power supply and demand balance from Kyushu, Japan 3 May 2018

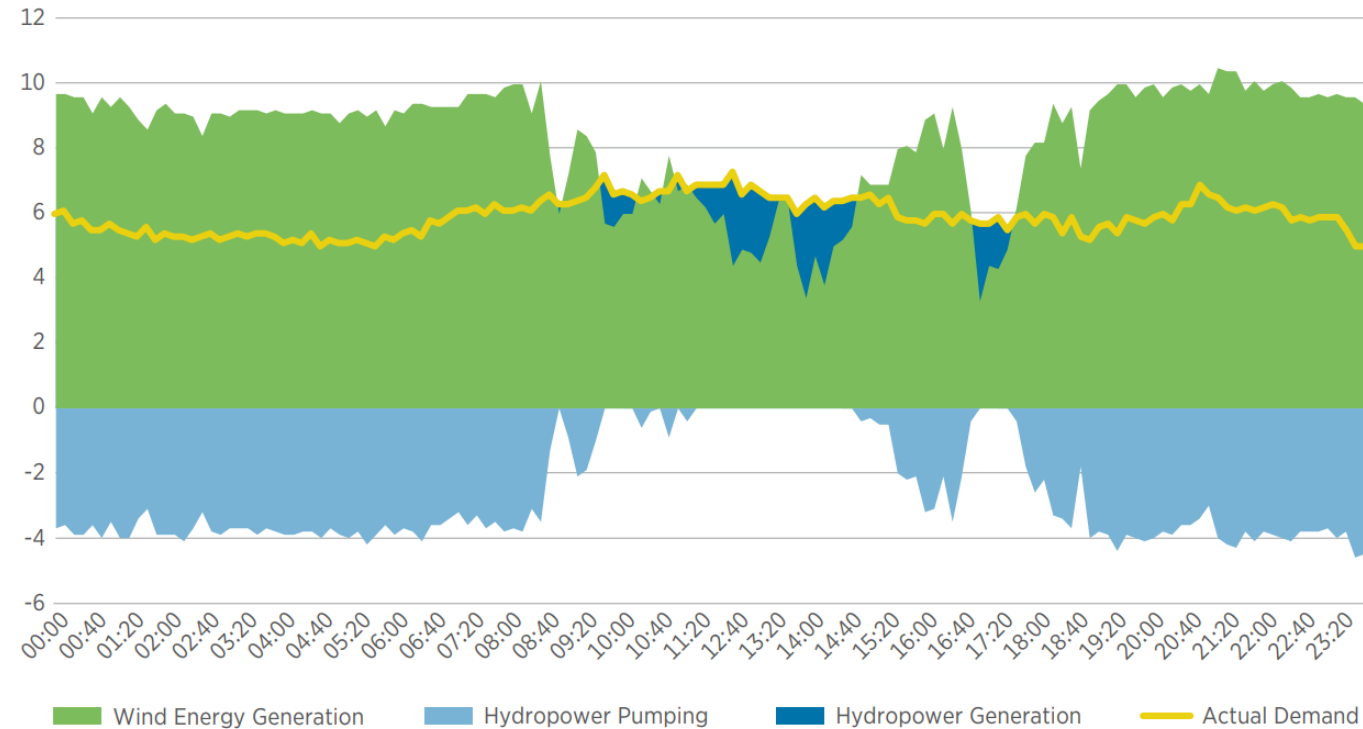


Flexibilidad en el almacenamiento de energía hidroeléctrica por bombeo



Note: PHS = pumped hydropower storage; RE = renewable energy; VRE = variable renewable energy.

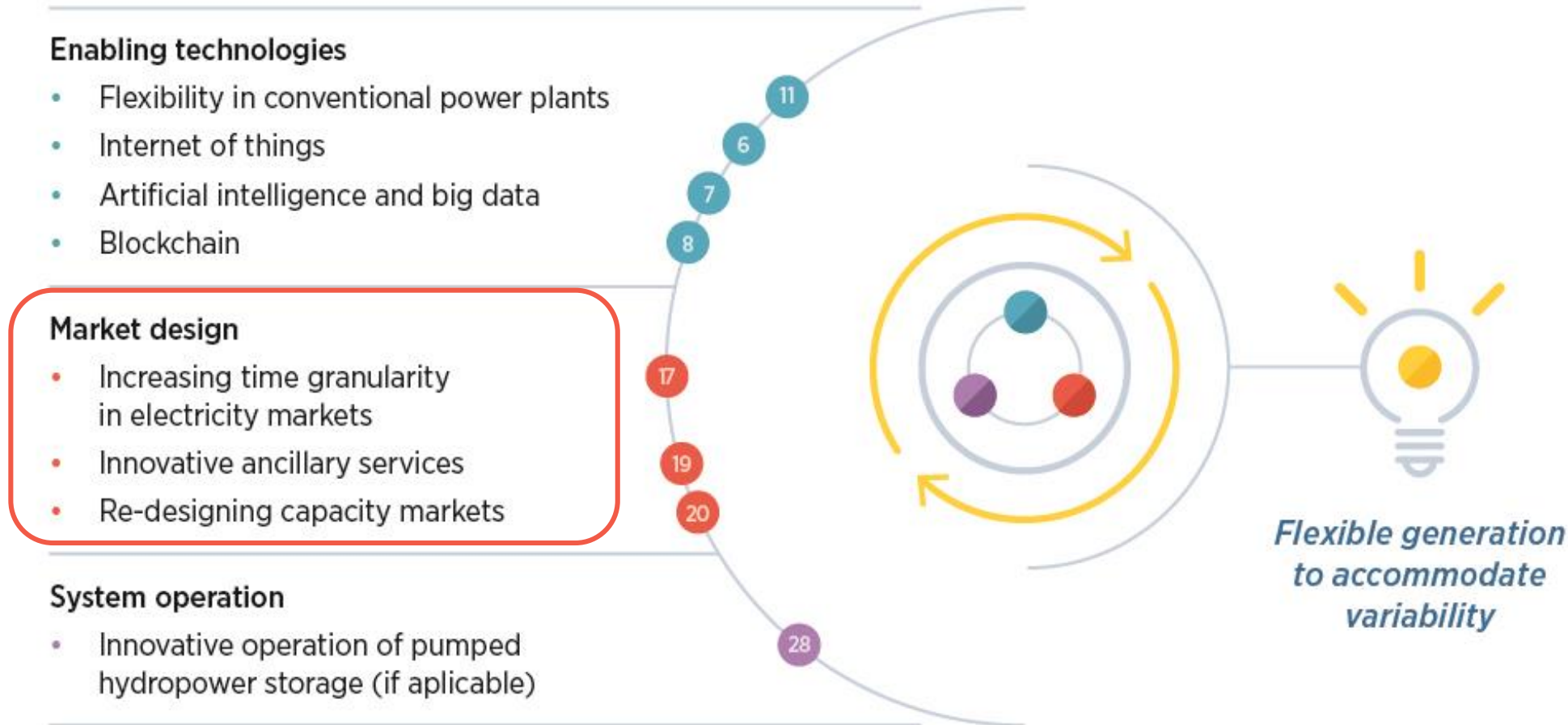
**Gorona del Viento wind-PHS hybrid power Plant, Spain
5 September 2018**



Based on data from Red Eléctrica de España.

Establecer marcos regulatorios que incentiven y remuneren la flexibilidad es clave

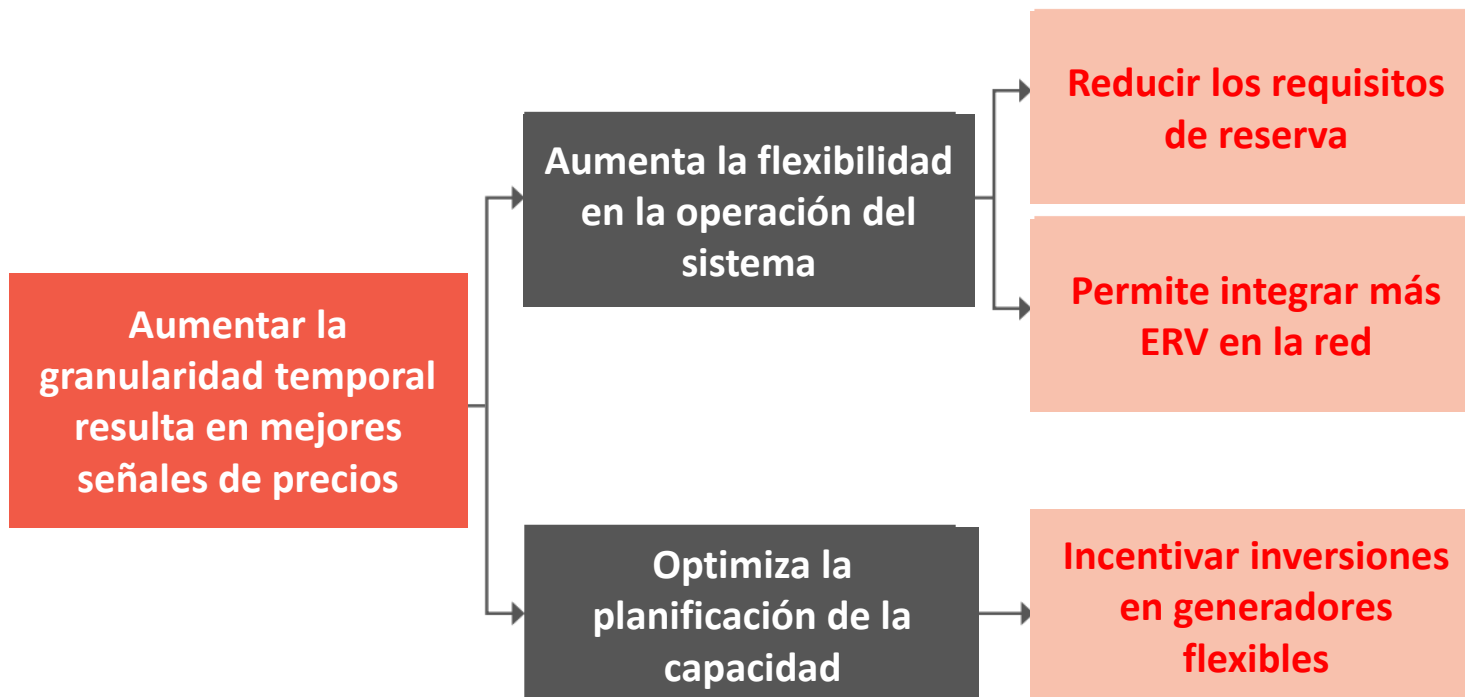
Solución 2: Generación flexible para acomodar variabilidad



HOW TO INCREASE TIME GRANULARITY?

The value of flexibility can be internalised in the market price by reducing:

- the market time units (the duration of dispatch)
- the time span between trading gate closure and physical real-time delivery of power (the lead time).



▶ Shorter market time units are explored in California (United States), Brazil, Germany and other European markets.

▶ Shorter lead times are proposed in Australia, the Nordic power market in Europe (reduced to 15 minutes), Austria, Belgium and Germany (reduced to 5 minutes).

Servicios complementarios innovadores: nuevos servicios y nuevos participantes del mercado

Mayor flexibilidad a
través de servicios
complementarios
innovadores

Nuevos servicios
complementarios

Productos de rampa

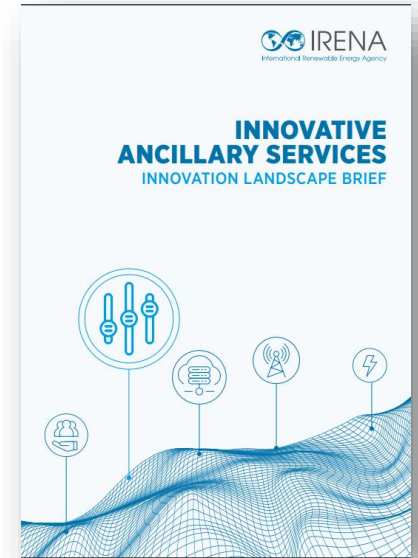
Respuesta de
frecuencia rápida
por baterías

Nuevos participantes
del mercado que
prestan servicios
complementarios

Turbinas eólicas
ofrecen respuesta
inercial

Fotovoltaicas y
baterías ofrecen
soporte de voltaje

Recursos energéticos
distribuidos ofrecen
control de frecuencia
y voltaje



Definición de productos basados en el
rendimiento



Separación entre productos de capacidad y
productos de energía



Separación entre productos de equilibrio
hacia arriba y hacia abajo

Servicios complementarios innovadores – servicios

Regulación de frecuencia

- La **respuesta de frecuencia rápida** es un nuevo producto diseñado para remunerar la provisión de una respuesta rápida. Las baterías son excelentes proveedores de tales servicios, creando la posibilidad de fuentes de ingresos adicionales para los operadores / propietarios de baterías.
- Las **turbinas eólicas pueden proporcionar una respuesta inercial** a través de convertidores electrónicos de potencia.
- Las instalaciones fotovoltaicas (PV) y las baterías pueden también proporcionan una respuesta inercial sintética si el inversor está programado para esto. Sin embargo, esto puede que no sea el mejor uso para ellos.
- Si la regulación lo permite, los DER pueden brindar este servicio.



Batteries can provide ancillary services in Australia, Belgium, Germany, Netherlands, UK and USA



Wind power generators can provide balancing services in nine European countries

Soporte de voltaje

- Fotovoltaica y baterías pueden ofrecer control de voltaje con potencia reactiva a través de inversores



Local flexibility markets emerge in Germany and UK, where ancillary services are procured by the DSOs

Nuevos productos

- Productos de rampa: Recursos de aceleración rápida que pueden responder a grandes variaciones de carga en poco tiempo. Este producto remunera e incentiva la flexibilidad.



A US system operator uses separated ramping products to help the system meet ramping needs

Rediseñar los mercados de capacidad para garantizar un sistema flexible en el futuro

Power systems need a mechanism to ensure **generation adequacy** and **security of supply**. Capacity markets serve this purpose.

Rediseñar los mercados de capacidad

Permitir la participación de fuentes de ERV

(Adoptar una metodología clara para definir el crédito de capacidad de los recursos de ERV)

Aumentar la flexibilidad en los sistemas futuros al:

- Introducción de requisitos de flexibilidad
- Permitir la participación de la respuesta de demanda, de almacenamiento de energía y las interconexiones

- Under the French capacity mechanism, consumers with flexible loads can opt to provide **demand response**.
- In Alberta, Canada, the capacity markets require all participants to submit **the ramping capability**.
- In the single electricity market of Ireland and United Kingdom, **interconnectors, renewable energy sources and demand response are allowed** to participate in capacity markets.



Resumen: Costos y Beneficios

Solucion 2: Generacion flexible para acomodar variabilidad



SUMMARY TABLE: BENEFITS AND COSTS OF FLEXIBLE GENERATION TO ACCOMMODATE VARIABILITY

Flexible generation to accommodate variability	Low	Moderate	High	Very high
 BENEFIT				
Potential increase in system flexibility				
Flexibility needs addressed				
 COST and COMPLEXITY				
Technology and infrastructure costs				
Required changes in the regulation framework				
Required changes in the role of actors				
Other challenges				

- Effective flexible generation needs improved modelling tools to account for flexibility related parameters such as ramps, turndown ratio, start-up time, and simulations will need lower time resolution to capture variability.

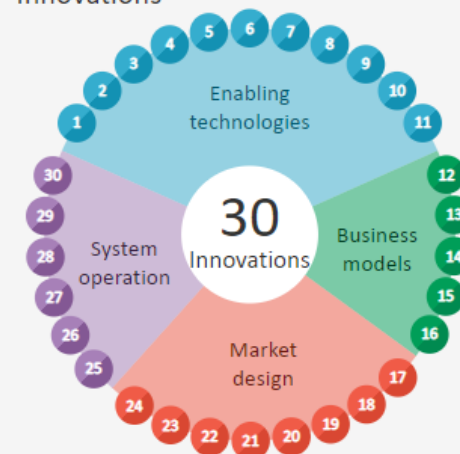
Otras lecturas

- **IRENA (2019), Innovation Landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables:** [Link](#)
- **IRENA (2019), Innovation Landscape Briefs:**
 - ✓ Market design briefs: [Link](#)
 - ✓ Enabling technologies: [Link](#)
 - ✓ Business models: [Link](#)
 - ✓ System operation: [Link](#)
- **IRENA Innovation Toolbox:** [Link](#)
- **IRENA (2020), Innovative solutions for 100% renewable power in Sweden:** [Link](#)



Innovation Toolbox

Innovations



Flexibility solutions

Supply-side



Grid



Otras lecturas



<https://www.irena.org/publications/2019/Feb/Innovation-landscape-for-a-renewable-powered-future>



Gracias!

Fboshell@irena.org
Aanisie@irena.org



www.irena.org



www.instagram.com/irenaimages



www.twitter.com/irena



www.flickr.com/photos/irenaimages



www.facebook.com/irena.org



www.youtube.com/user/irenaorg

Servicios complementarios innovadores: nuevos servicios y nuevos participantes del mercado

Key indicator	Examples
VREs are able to participate in the existing ancillary service markets	• Wind power generators are allowed to provide balancing services in Belgium, Denmark, Estonia, Finland, the Netherlands, Poland, Spain, Sweden, and the United Kingdom. • In Chile, the first pilot was implemented to enable a PV power plant to provide ancillary service to the utility grid and ensure grid stability.
New ancillary service products have been designed for VRE integration	• In the United Kingdom, a new product was introduced for battery storage: enhanced frequency response. • Ramping products introduced in the United States. • EirGrid, the Irish TSO, has defined several additional system service products to cope with wind energy fluctuations. • PJM Interconnection, a system operator in the United States, has developed different frequency regulation products for slower conventional resources and for faster battery storage ones.
Battery storage can participate in ancillary service markets	• Australia, Belgium, Germany, the Netherlands, the United Kingdom, and the United States.
Reforms are made to ongoing ancillary service market or balancing market	• The EU-wide development and implementation of network codes for balancing markets and system operation, including the procurement of ancillary services by TSOs (applicable in all EU member states). • In Denmark, wind turbine operators now face charges for incorrect forecasts, the same way as conventional generators. • In the United Kingdom, recent reforms have increased charges in general for incorrect forecasts and rewarded generators and suppliers that can plug these gaps.