

Mercados energéticos y Fotovoltaica

**OFICINA MUNICIPAL DE ASESORAMIENTO PARA LA IMPLANTACIÓN DE
COMUNIDADES ENERGÉTICAS EN ZARAGOZA**

Webinar 15 de enero de 2025. 16.00 h

Juan Aranda



Oficina de transformación comunitaria

Es una unidad enfocada en asesoramiento y promoción de las comunidades energéticas en el municipio de Zaragoza.

El objetivo es generar una serie de beneficios sociales, económicos y medioambientales que repercutan en el ámbito local, consiguiendo una mayor aceptación de estas actuaciones.

Las actividades de la OTC son:



INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN

- Talleres de Comunidades Energéticas
- Webinars sobre ayudas y subvenciones
- Charlas de cultura energética
- Visitas guiadas



ASESORAMIENTO

- Servicio de asesoría técnica
- Servicio de asesoría administrativa
- Servicio de asesoría jurídica
- Servicio de asesoría social y económica



ACOMPAÑAMIENTO

- Mentoría para la creación de comunidades energéticas
- Apoyo en la interlocución entre los interesados para la dinamización de las CCEE
- Apoyo en la interlocución entre los interesados y otras entidades afectadas por la puesta en marcha CCEE



Contacto: [Página web](https://www.zaragoza.es/energiagestion) – Tel. 9 a 15h: 976 721 997 / 626 635 561 – mail: energiagestion@zaragoza.es



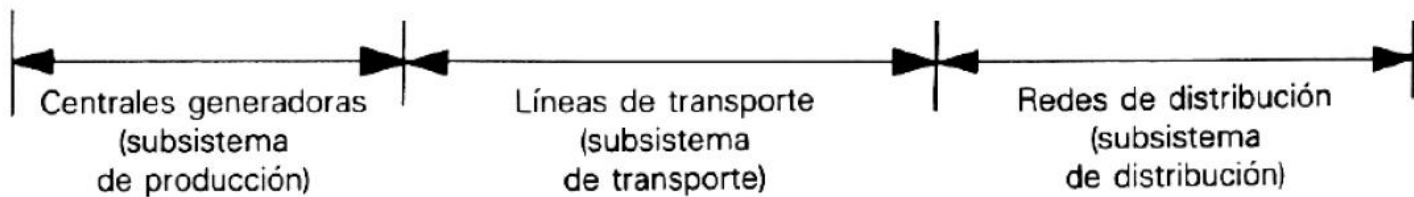
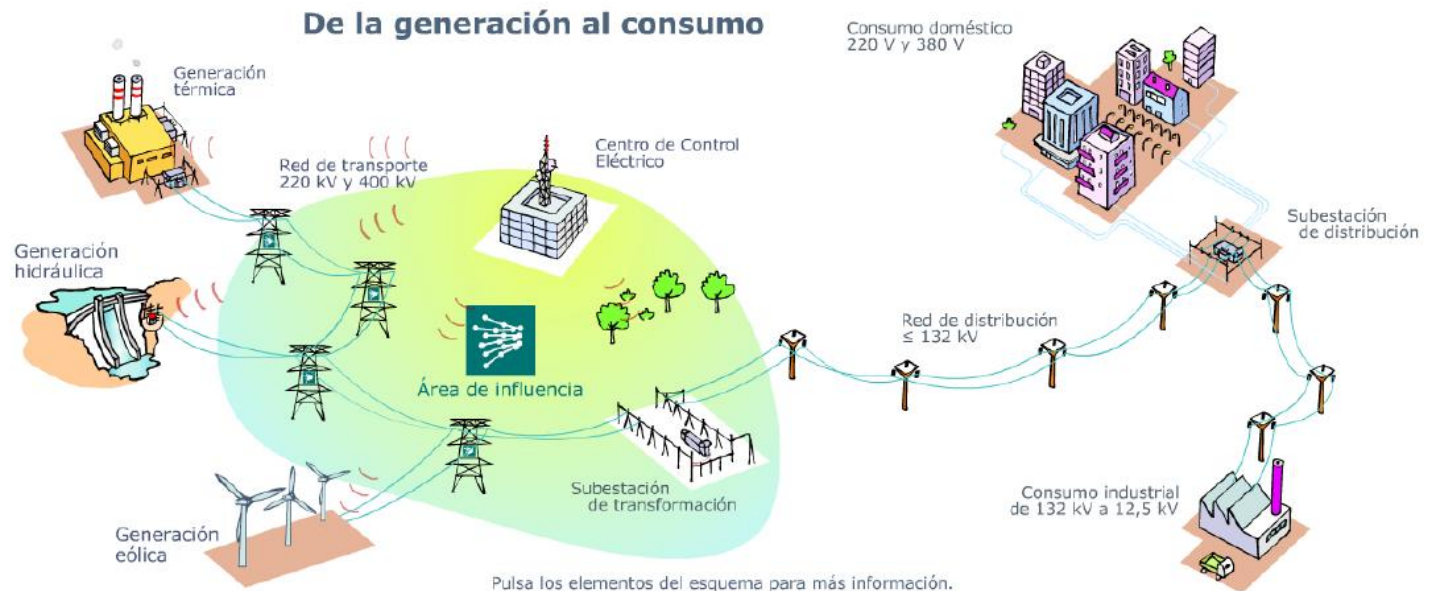
Agenda

- Estructura del mercado eléctrico europeo
- Impacto de la Fotovoltaica en el mercado eléctrico.
- Mecanismos de mitigación: Autoconsumo
- Mecanismos de mitigación: Respuesta de la Demanda
- Mecanismos de mitigación: Almacenamiento



Estructura del Mercado Eléctrico

Estructura del sector eléctrico



Actividades del sector eléctrico



Generación



Transporte



Distribución



Comercialización

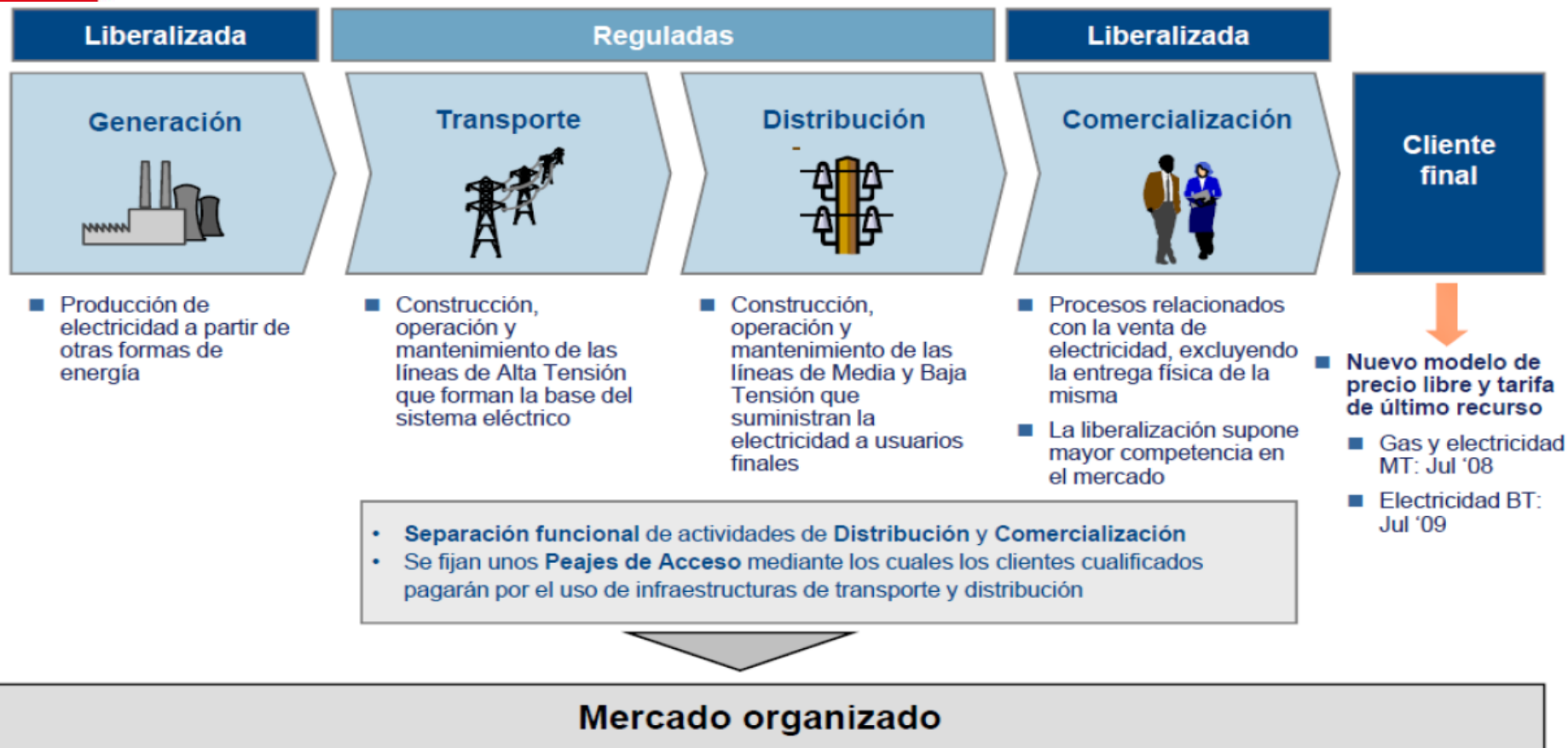
REGULADA

REGULADA

- Mercado regulado
- Mercado libre

REGULADA

Estructura del sector eléctrico

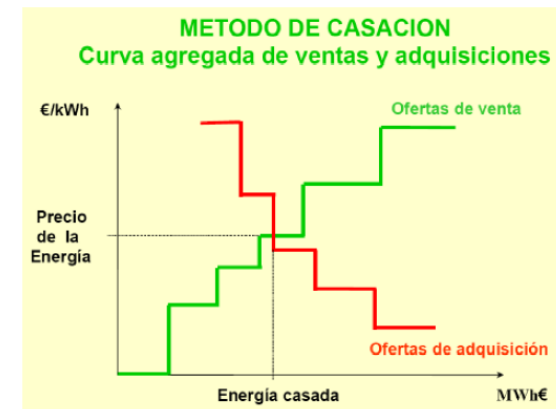
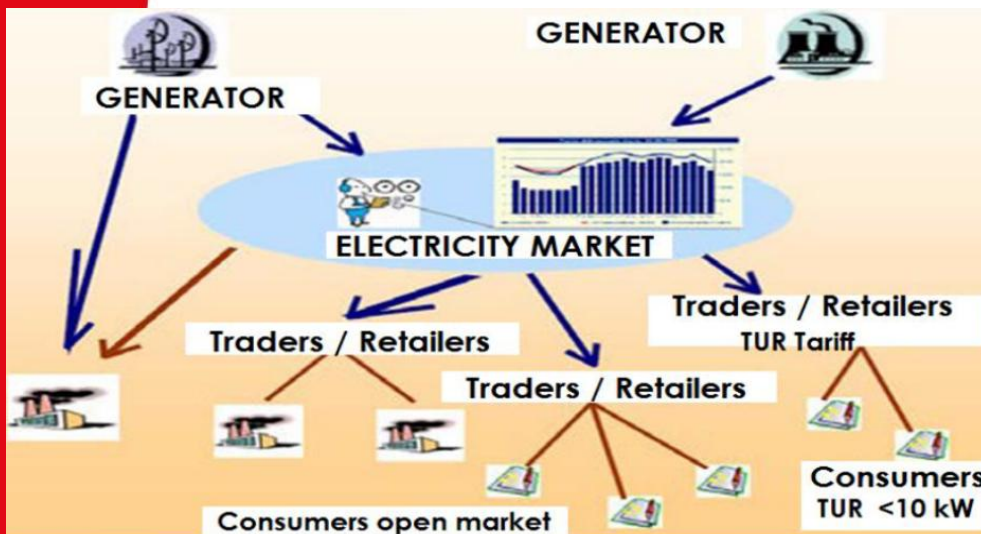




Sector eléctrico en España

AGENTES DEL SECTOR ELÉCTRICO

- Operador técnico de sistema: REE
- Operador de mercado: OMIE
- Supervisor de mercado: CNMC
- Distribuidoras
- Comercializadoras



Operadores de mercado europeos

Mercados mayoristas organizados y liberalizados

Bilaterales

Mercado Pool: OMIE

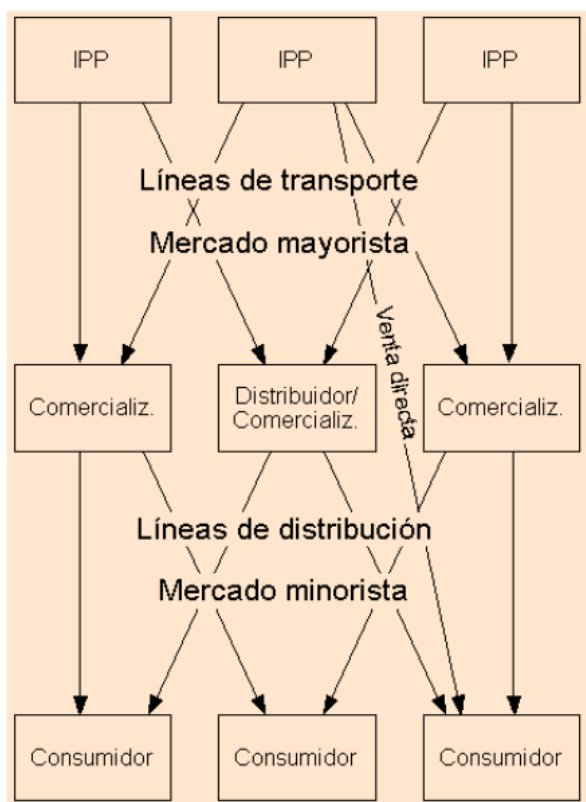


Figura: Mercados organizados en la UE



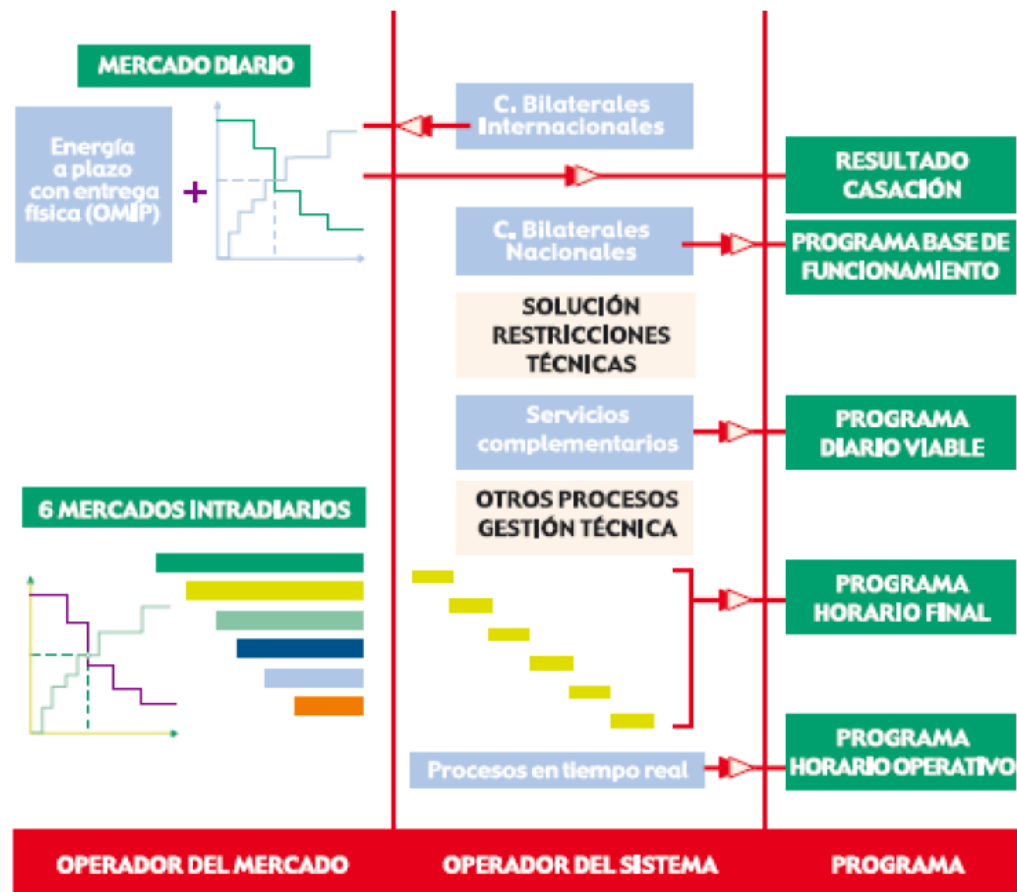
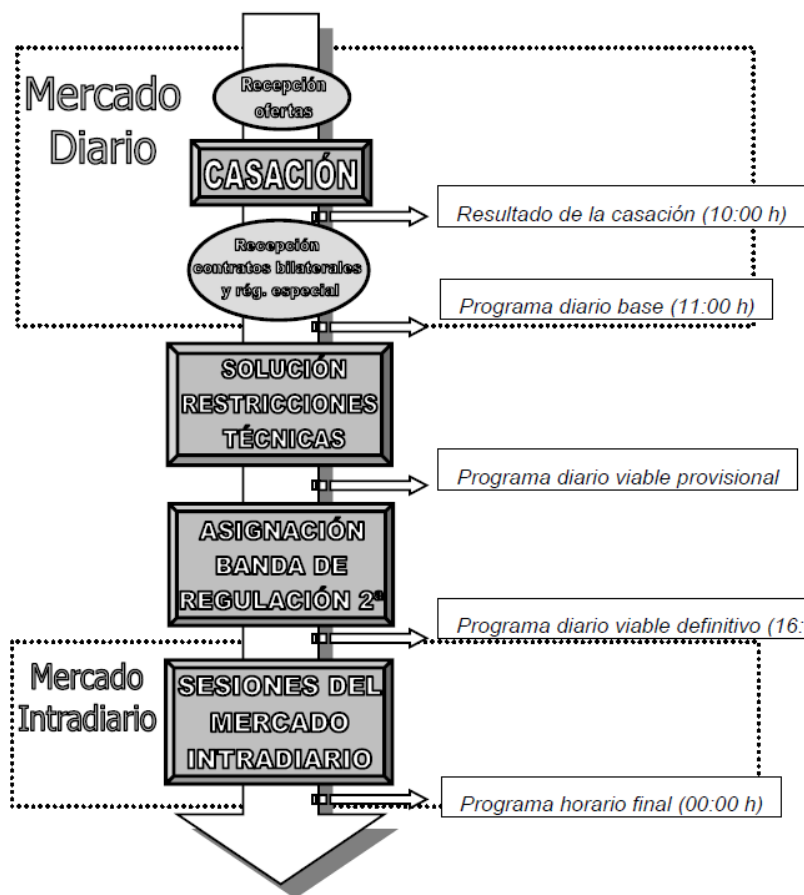


Mercados de energía:

Mercados organizados y no organizados.
Mercados a plazo: cubren un periodo futuro
Con o sin entrega de energía

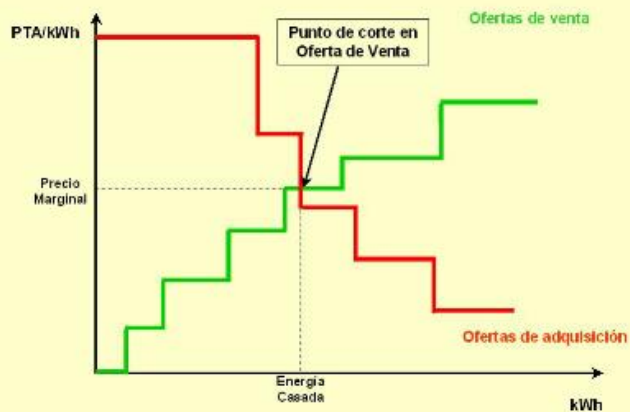
Negociación 	Negociación Bilateral (OTC)
Negociación Multilateral (Bolsa)	Negociación Bilateral
Fijación de precios transparente	Establecimiento de precios bilateral
Transparencia pre y pos-negociación	Información reservada a las partes
Monitorización de Integridad del Mercado	Vinculación bilateral
Market Makers	N.A.
Liquidez agregada	Liquidez segregada
Contraparte anónima	Contraparte conocida
Una contraparte central	Varias contrapartes
Mitigación del riesgo operacional	Riesgo de operaciones bilaterales

Mercado mayorista organizado

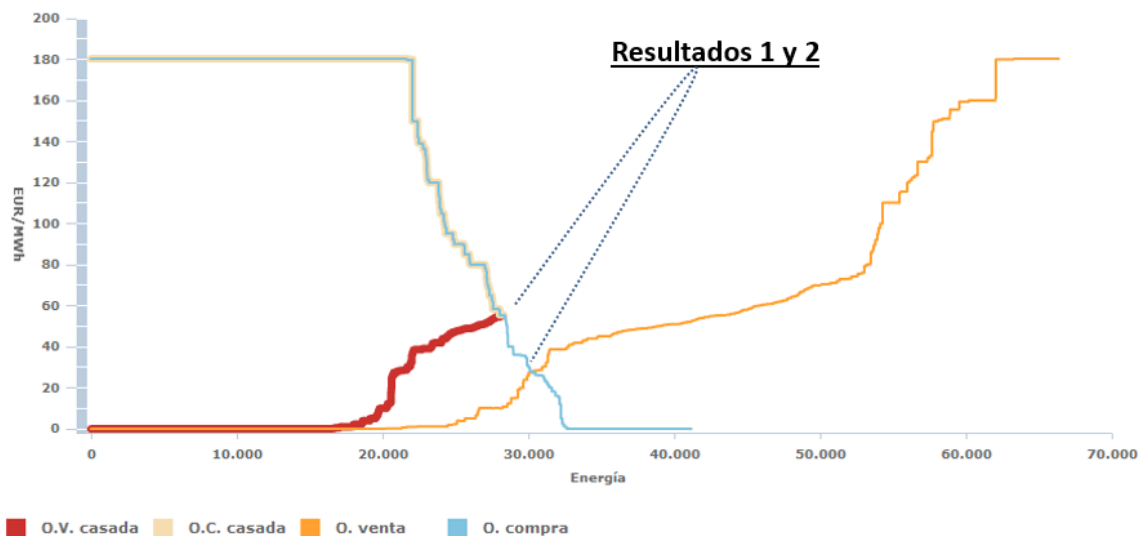


Mercado mayorista organizado SPOT: mercado diario

PROCEDIMIENTO DE CASACIÓN SIMPLE



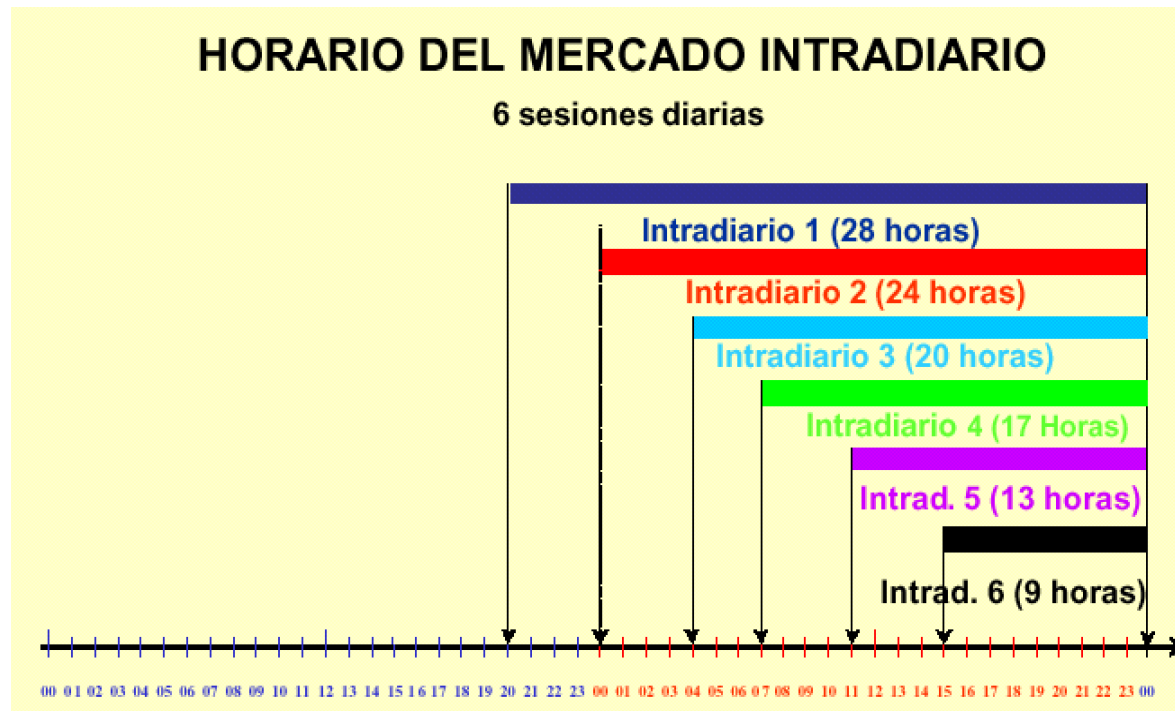
18/05/2015 - Curvas agregadas de oferta y demanda - Hora: 18





Mercado Intradiario

- Hay 6 sesiones consecutivas para los mismos periodos del m. diario
- Nueva oportunidad de vender/ comprar electricidad

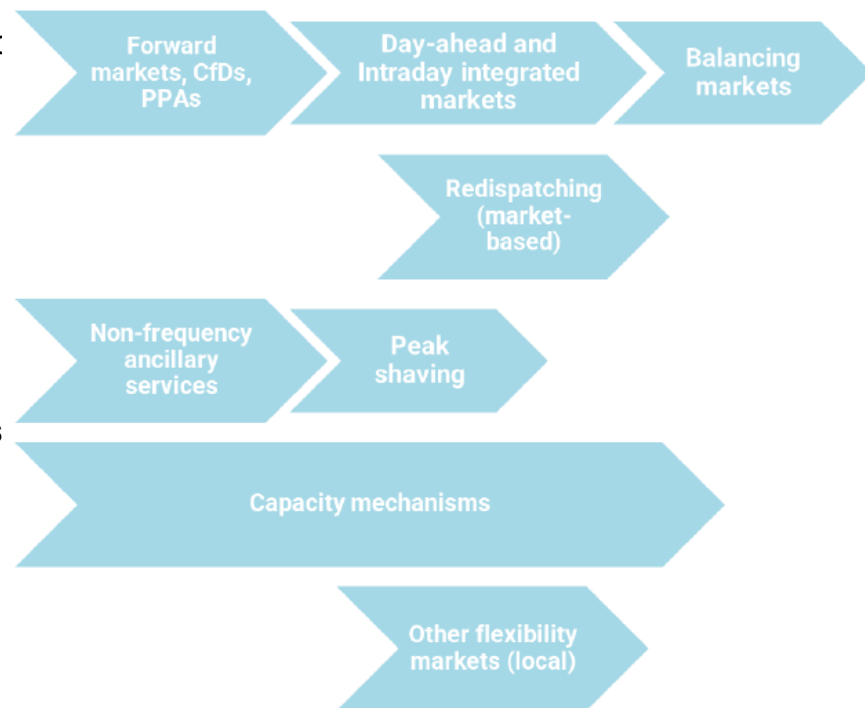


Mecanismos del mercado organizado de la electricidad europeo

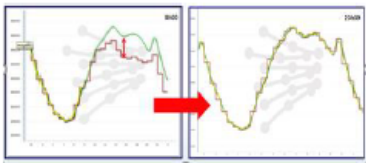


Tipos de mercados mayoristas

- Mercados organizados de derivados (futuros a plazo) con o sin entrega de energía (Forward Market)
- Mercados no organizados bilaterales (OTC) (PPAs bilaterales)
- Mercado organizado diario de pool (Day Ahead Coupling)
- Mercado intradiario (ID auctions)
- Subastas periódicas virtuales de capacidad (en reforma)
- Subastas de interrumpibilidad (Peak shaving)
- Subastas en Mercados de servicios auxiliares y c
 - Soporte de Voltaje
 - Reserva de Restauración de Frecuencia
 - Manual mFRR
 - Automática aFRR
 - Gestión de desvíos (penalizaciones)
 - Black start
- Subastas de potencia de generación renovables
- Mercados de flexibilidad locales (en desarrollo)



Mercados de servicios (actuales) / Mercados de operación:

	Objetivos	¿Cómo funcionan?	Tipos de servicios
SERVICIOS DE SEGURIDAD DEL SISTEMA	Garantizar el suministro ante fallos imprevistos de elementos de la RdT, generación, etc. 	Análisis permanente de los parámetros de control de la seguridad del sistema: frecuencia, tensión, nivel de cargas en líneas y transformadores,... → Establecimiento de limitaciones o modificaciones de programas, en caso necesario	✓ Solución de restricciones técnicas ✓ Control de Tensión
SERVICIOS DE REGULACIÓN Y BALANCE	Garantizar el equilibrio entre la generación y la demanda del conjunto del sistema 	Gestión de las reservas y energías de balance del sistema, teniendo en cuenta previsiones de demanda y renovables → Asignaciones en mercados de balance a requerimiento del OS	✓ Energías de balance RR ✓ Regulación terciaria ✓ Regulación secundaria

A menudo, se producen sinergias entre los servicios de seguridad y los de balance

Servicios complementarios de regulación y balance

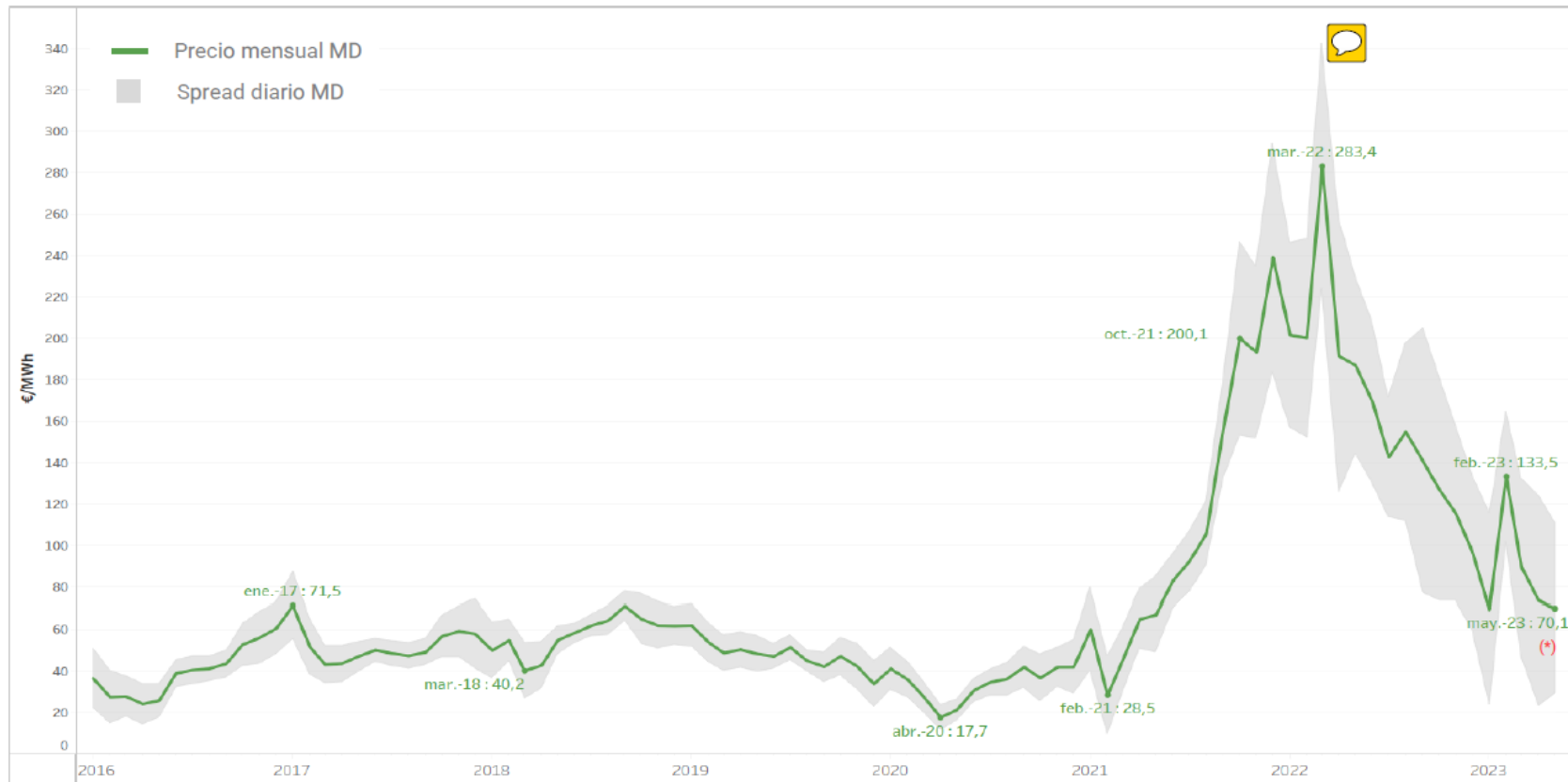
Servicio	Definición	Carácter	Proveedores	Requerimientos Reserva
Regulación primaria	Actuación de los reguladores de velocidad de los grupos generadores ante variaciones de frecuencia (<30 seg)	Obligatorio y no remunerado	Todos los grupos generadores	Requerimientos UCTE P.O.1.5
Regulación secundaria	Actuación de la RCP y de los AGC sobre los reguladores de grupos ante variaciones de frecuencia y del desvío respecto al programa con Francia (<=100 seg)	Potestativo y remunerado	Grupos generadores habilitados por OS e integrados en zonas de regulación	P.O. 1.5
Regulación terciaria	Variación de potencia respecto a programa en tiempo no superior a 15 minutos que puede mantenerse al menos 2 horas (<15 min)	Potestativo y remunerado, de oferta obligatoria	Generadores y grupos de bombeo habilitados por el OS	P.O.1.5
Control de tensión	Mantenimiento perfil tensiones nudos de RdT : Tensión en los nudos de alta de las centrales de generación, Factores de potencia en nudos de distribución y consumo, Gestión de los elementos discretos	Parte obligatoria y parte potestativa (pendiente de desarrollo)	G: P>30 MW C: s P>15 MW Distribuidores Transportista	G: +/- 15% reactiva a tensión nominal C: según tipo de hora

Servicios Complementarios

tiempo	Mercado	Quién lo gestiona	Producto	
Antes del despacho (hasta D-1)	Mercado de contratos bilaterales	OTC, OMIP	Contratos a plazo físicos y financieros	MERCADOS A PLAZO
	Subastas de contratos a plazo	VPP: Endesa / IBD CESUR: CNE	VPP: Opciones sobre MW CESUR: Contratos físicos	
Día anterior al despacho (D-1)	Mercado del día anterior	OMEL	Energía horaria	MERCADO DIARIO
	Mercado de restricciones	REE	REE compra opciones sobre energía (subir/bajar)	MERCADOS DE CORTO PLAZO
	Mercados de SSCC: Reserva secundaria Reserva terciaria	REE	Reserva 2ª: MW Reserva 3ª: MW El resto de SSCC son obligatorios	
Día del despacho (D)	Intradiarios	OMEL	Energía horaria	MERCADOS DE CORTO PLAZO
	Gestión de desvíos	REE	Energía a subir y bajar	
	Gestión de restricciones	REE	Energía a subir y bajar	



Evolución mensual del precio y el spread diario del mercado spot en MIBEL



Note: "El spread diario MD" es la diferencia diaria entre el precio máximo y mínimo horario del mercado diario. Se asume una banda de Precio medio MD $\pm \frac{1}{2}$ * Spread diario.

Spread diario: diferencia entre precio máximo y mínimo del día



La transición energética

Los elementos de la transición energética



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de Recuperación,
Transformación y Resiliencia



Impacto de la FV en el mercado eléctrico



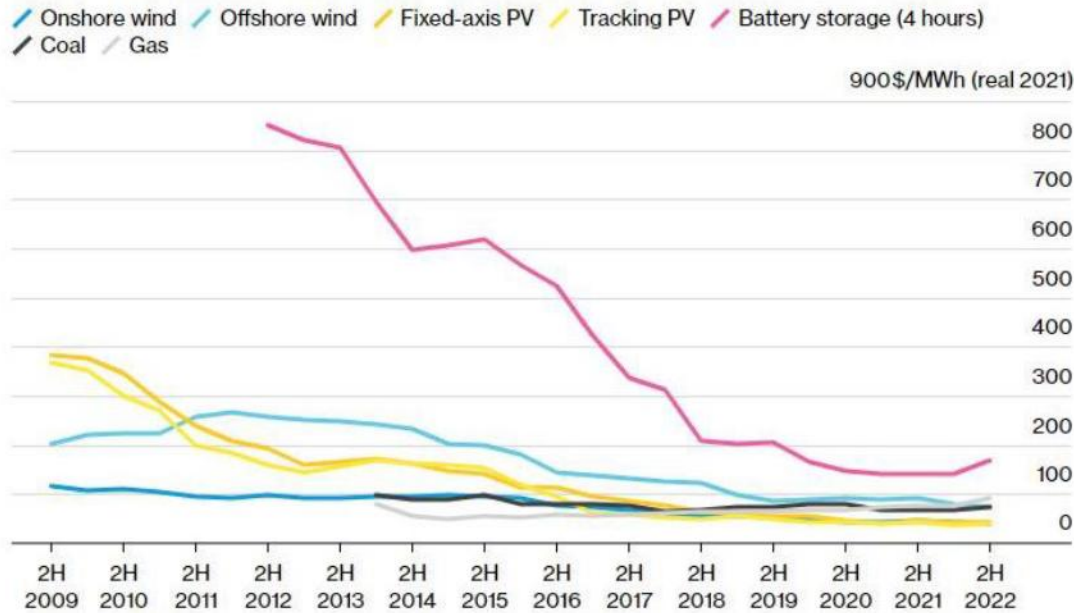
CONTEXTO NACIONAL

	2016	2020	2030	2050
Reducción de emisiones vs. 1990	+13%	+15%	-23%	-90%
Energía final de origen renovable	16%	20%	 42%	97%
Electricidad de origen renovable	41%	39%	74%	100%
Mejora de la eficiencia energética		20%	40%	

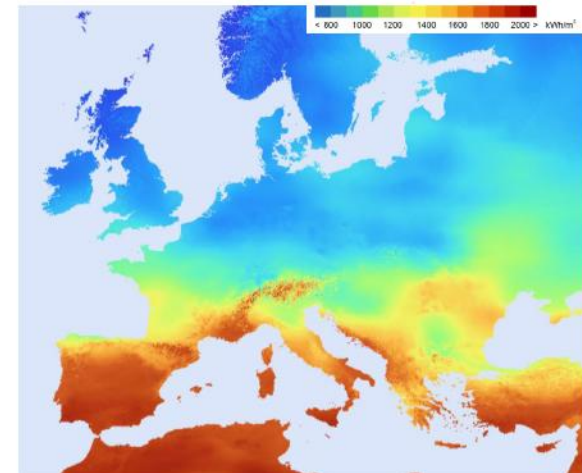
En 2023 estábamos en un 23% de E. final de origen renovable y un 51% de electricidad de origen renovable
En 2024 estas cifras han aumentado al 57% de electricidad de origen renovable.



Global levelized cost of electricity benchmarks, 2H 2022



Note: The global benchmark is a country weighted-average using the latest annual capacity additions. The storage LCOE is reflective of utility-scale projects with four-hour duration, it includes charging costs.

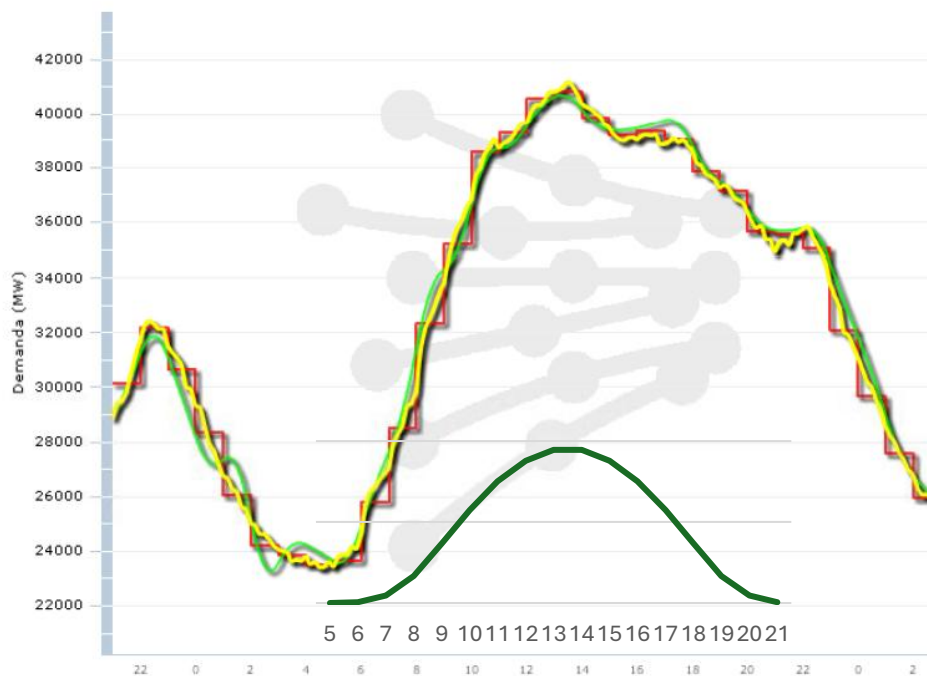


Note: Rendimiento esperado de un sistema fotovoltaico conectado a red.

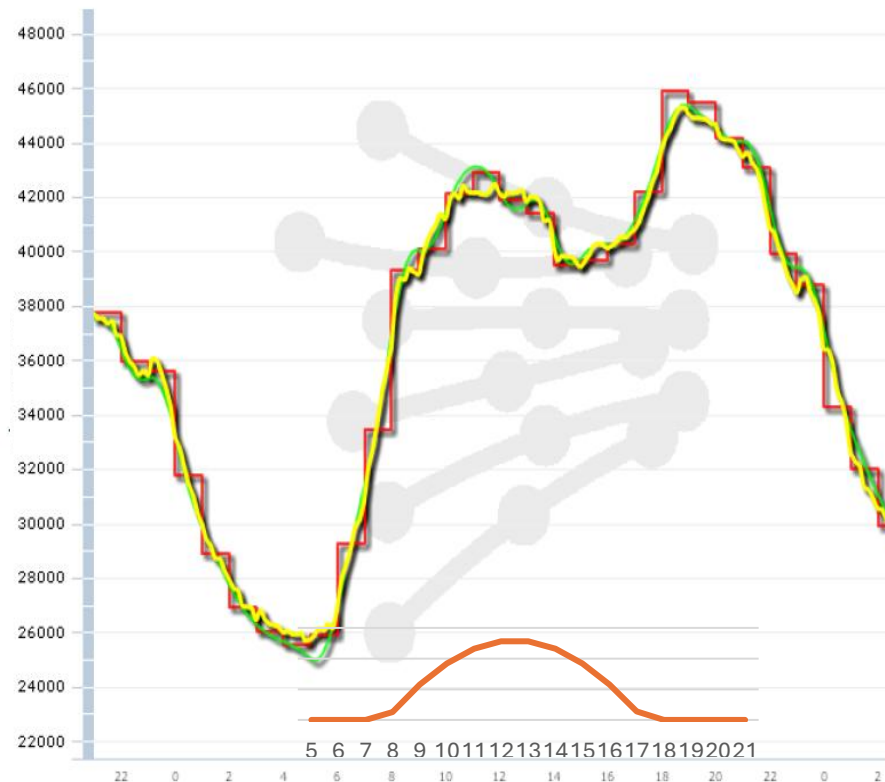


Demanda eléctrica por horas en España

Demanda eléctrica horaria a nivel nacional: verano / invierno (hora civil) Fuente REE



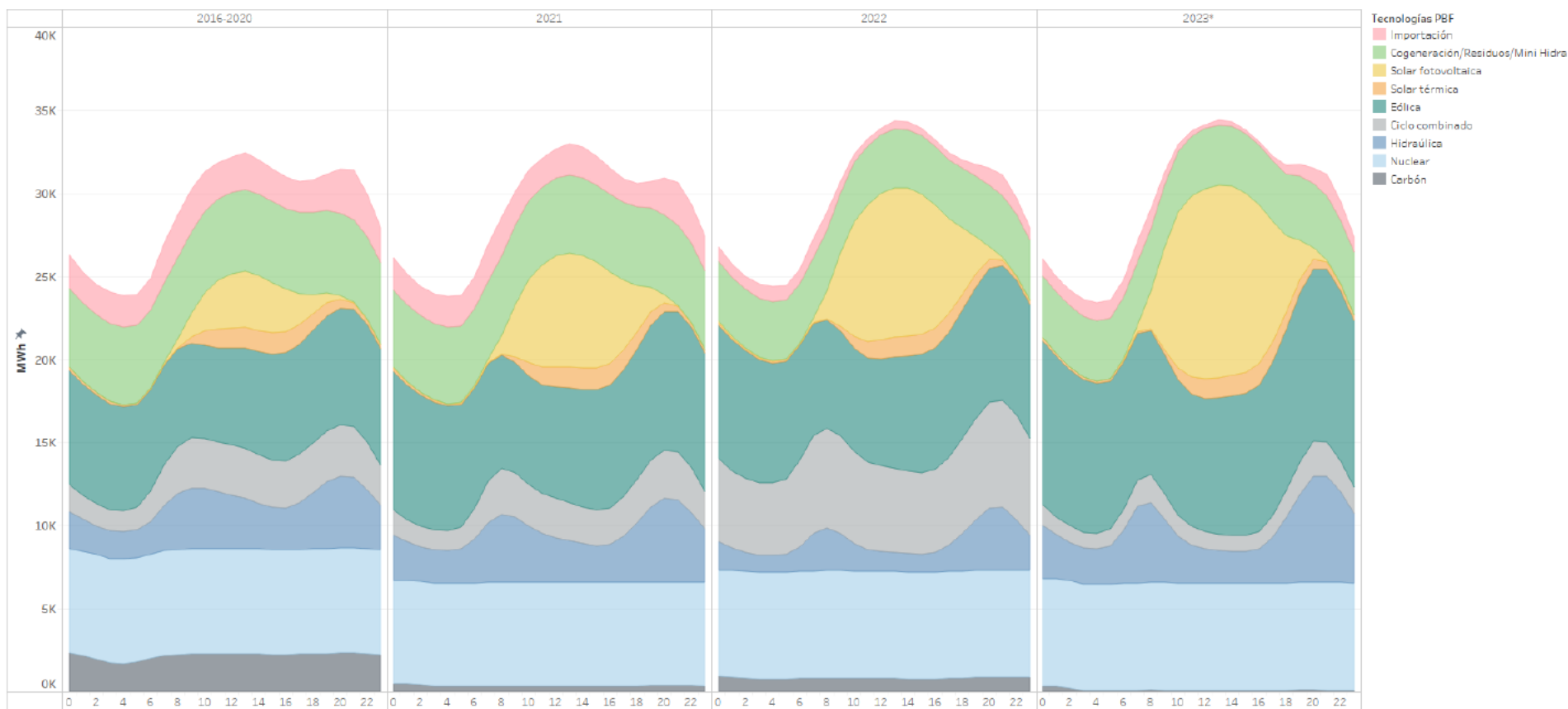
Verano



Invierno

Evolución perfil mix generación

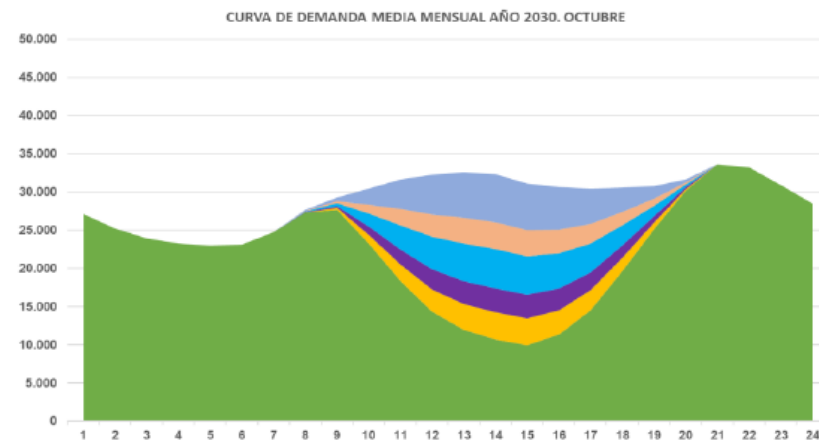
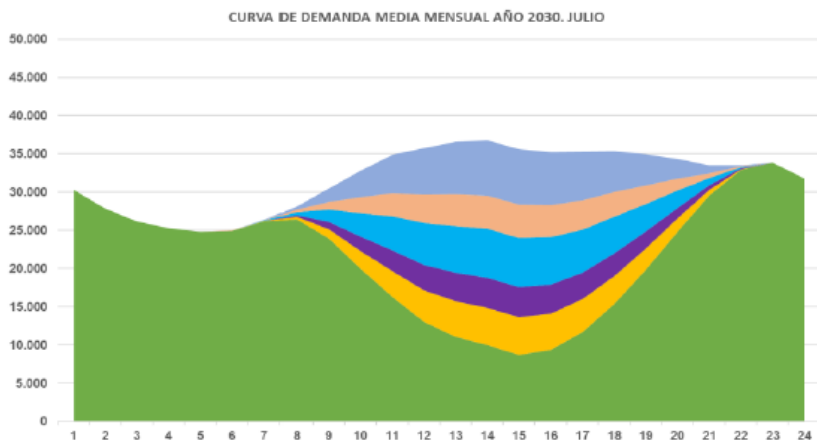
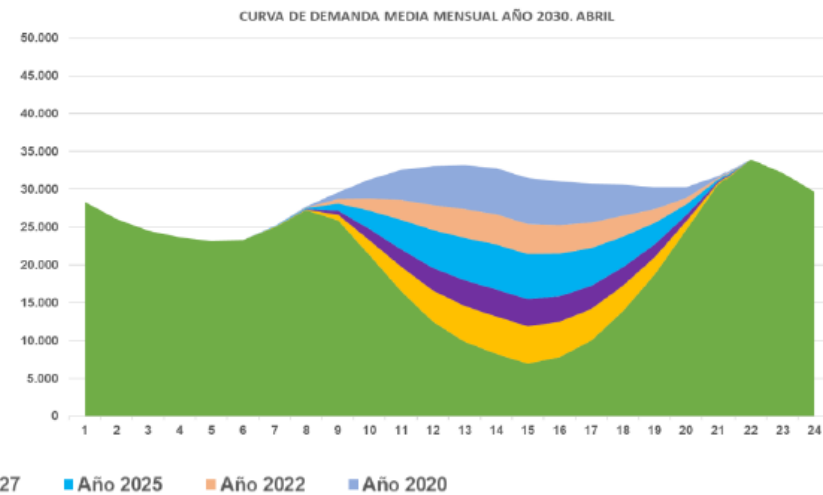
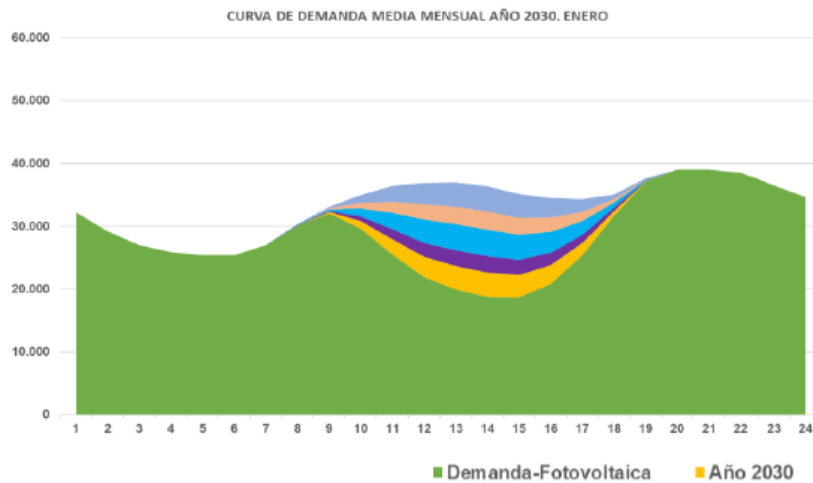
Evolución del perfil horario de la energía asignada en el mercado diario español



Note: Se toma la media aritmética anual por horas y tecnologías de la energía asignada (MWh) en el Programa Base de Funcionamiento (PBF) español.



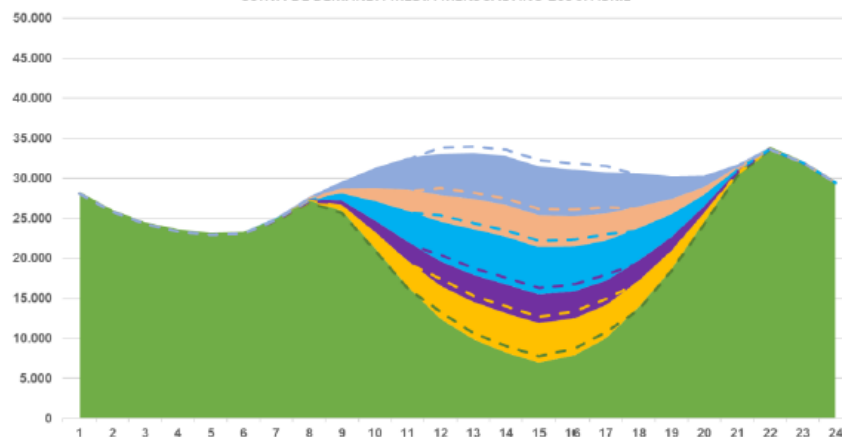
Evolución de la carga residual (Demanda – Fotovoltaica) a 2030 [MWh]



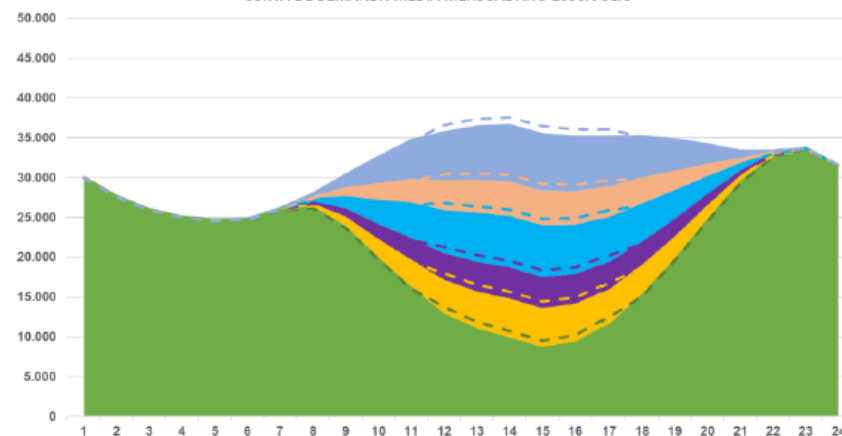


Evolución de la carga residual y vehículos eléctricos a 2030 [MWh]

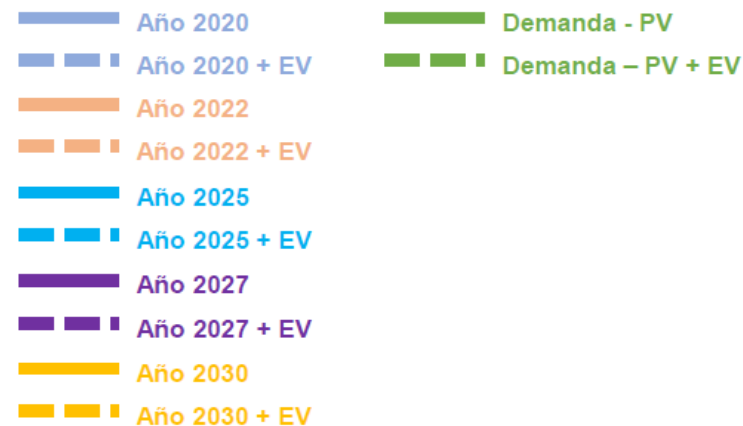
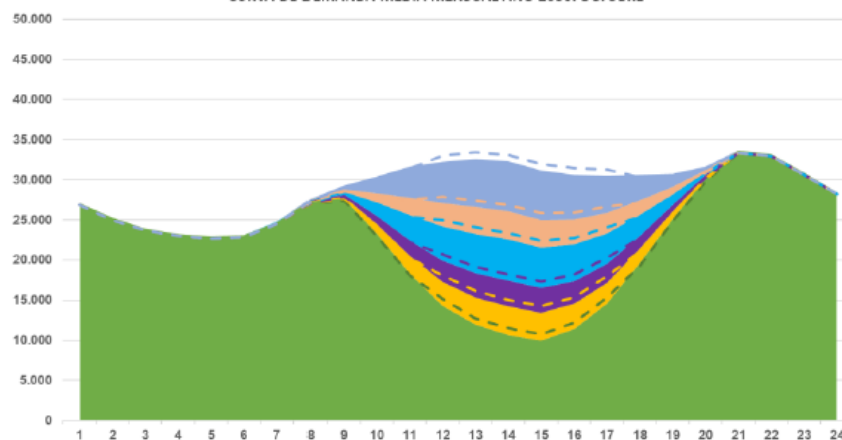
CURVA DE DEMANDA MEDIA MENSUAL AÑO 2030. ABRIL



CURVA DE DEMANDA MEDIA MENSUAL AÑO 2030. JULIO

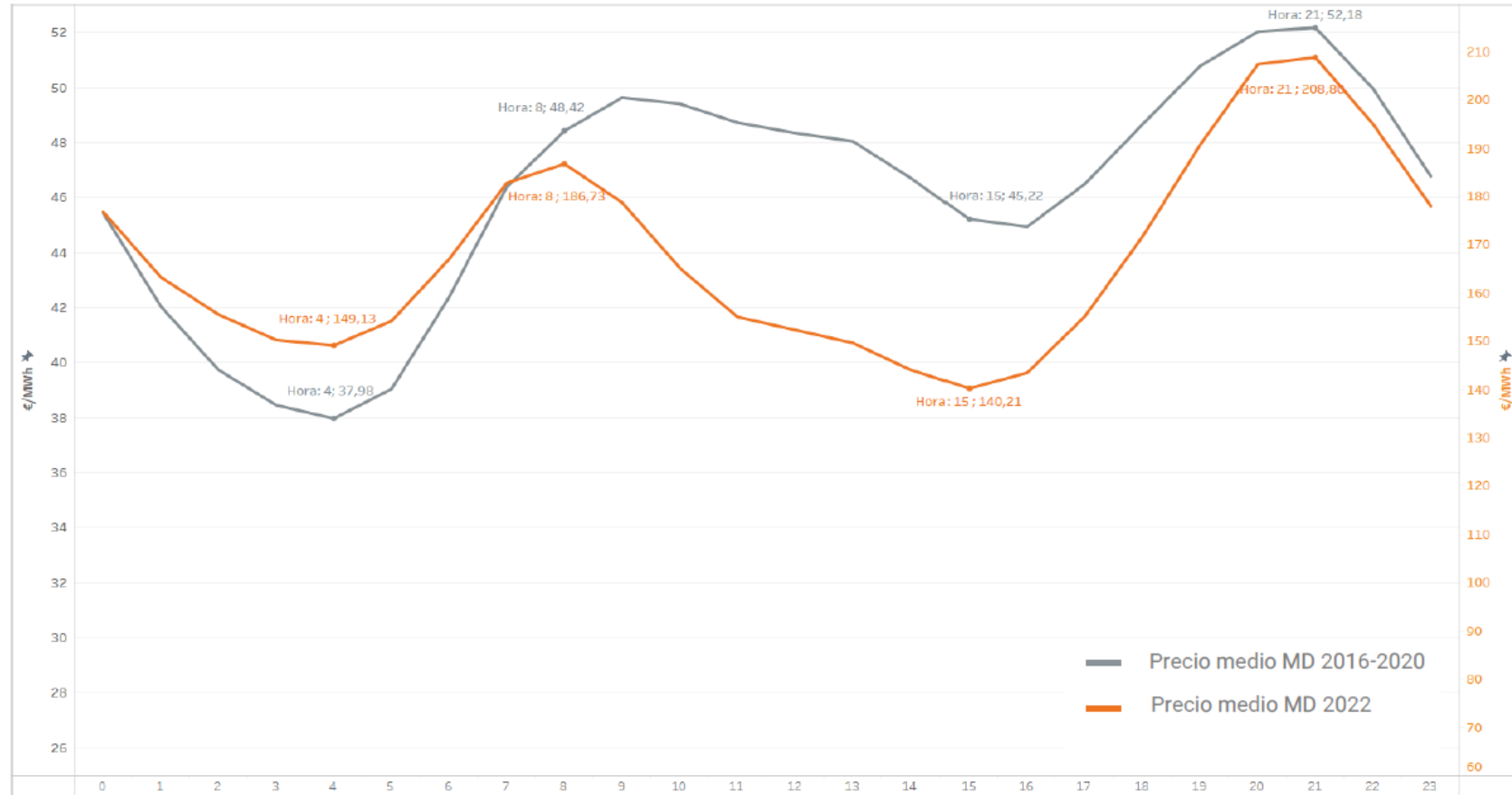


CURVA DE DEMANDA MEDIA MENSUAL AÑO 2030. OCTUBRE





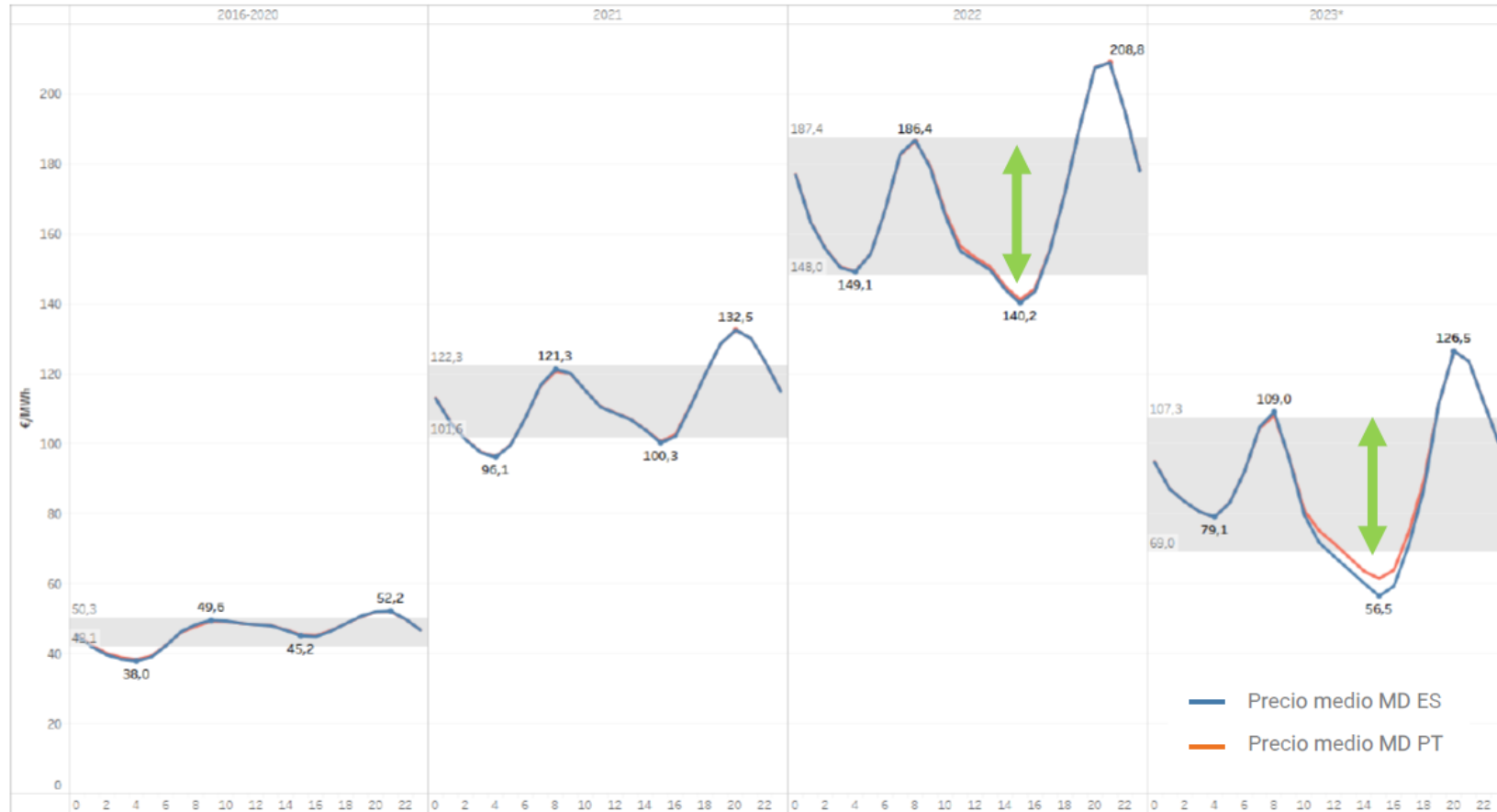
Evolución del perfil horario de precios del mercado diario en España



Note: Se toma la media aritmética anual por horas de los precios de España en el Mercado diario.



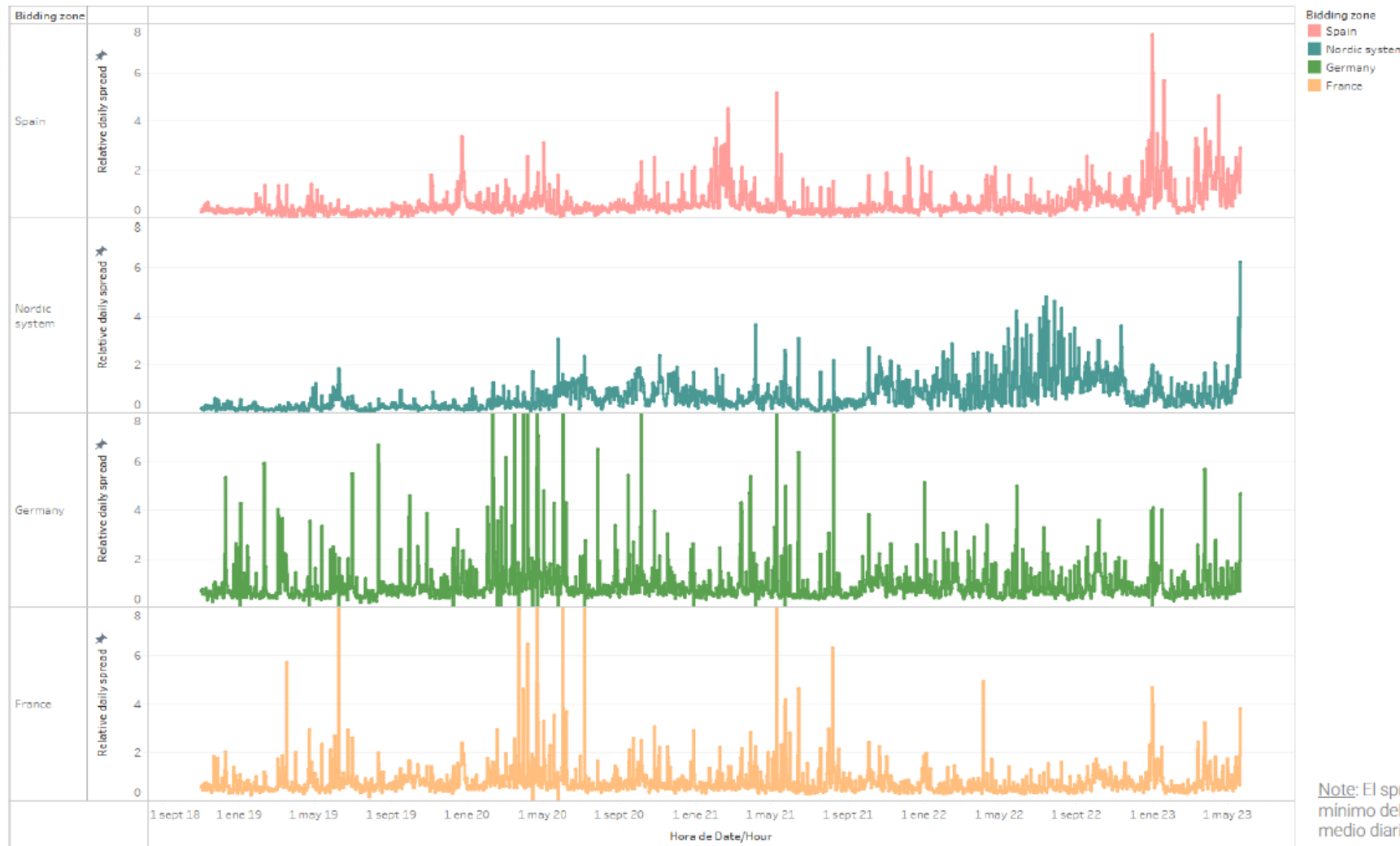
Evolución del perfil horario de precios del mercado diario en España



Note: Se toma la media aritmética anual por horas de los precios del mercado diario en España y Portugal. Se representa en gris el precio medio anual $\pm$ desviación típica horaria.

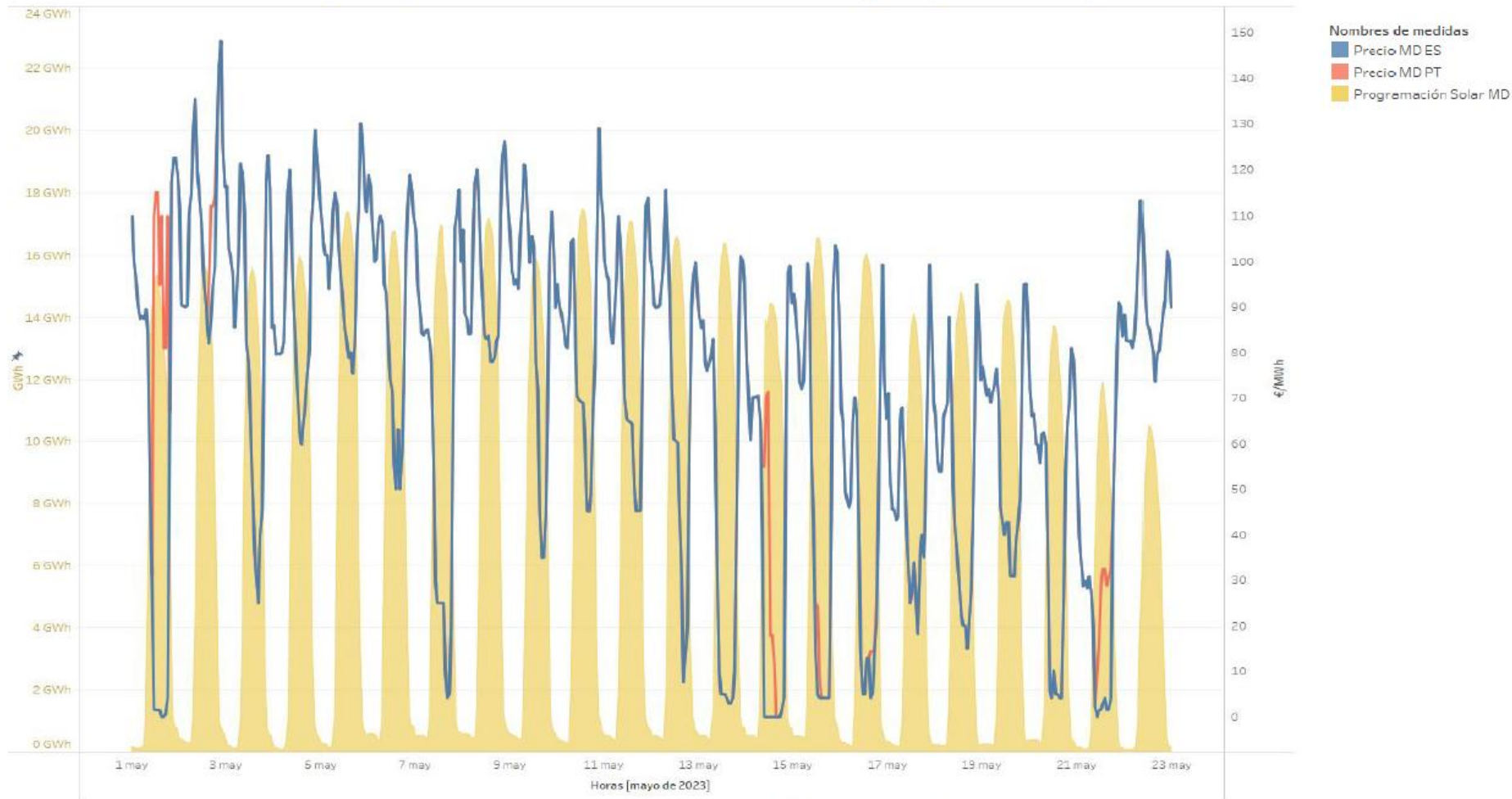


Evolución del spread de precios diarios normalizado en Europa (2019 - 2023*)



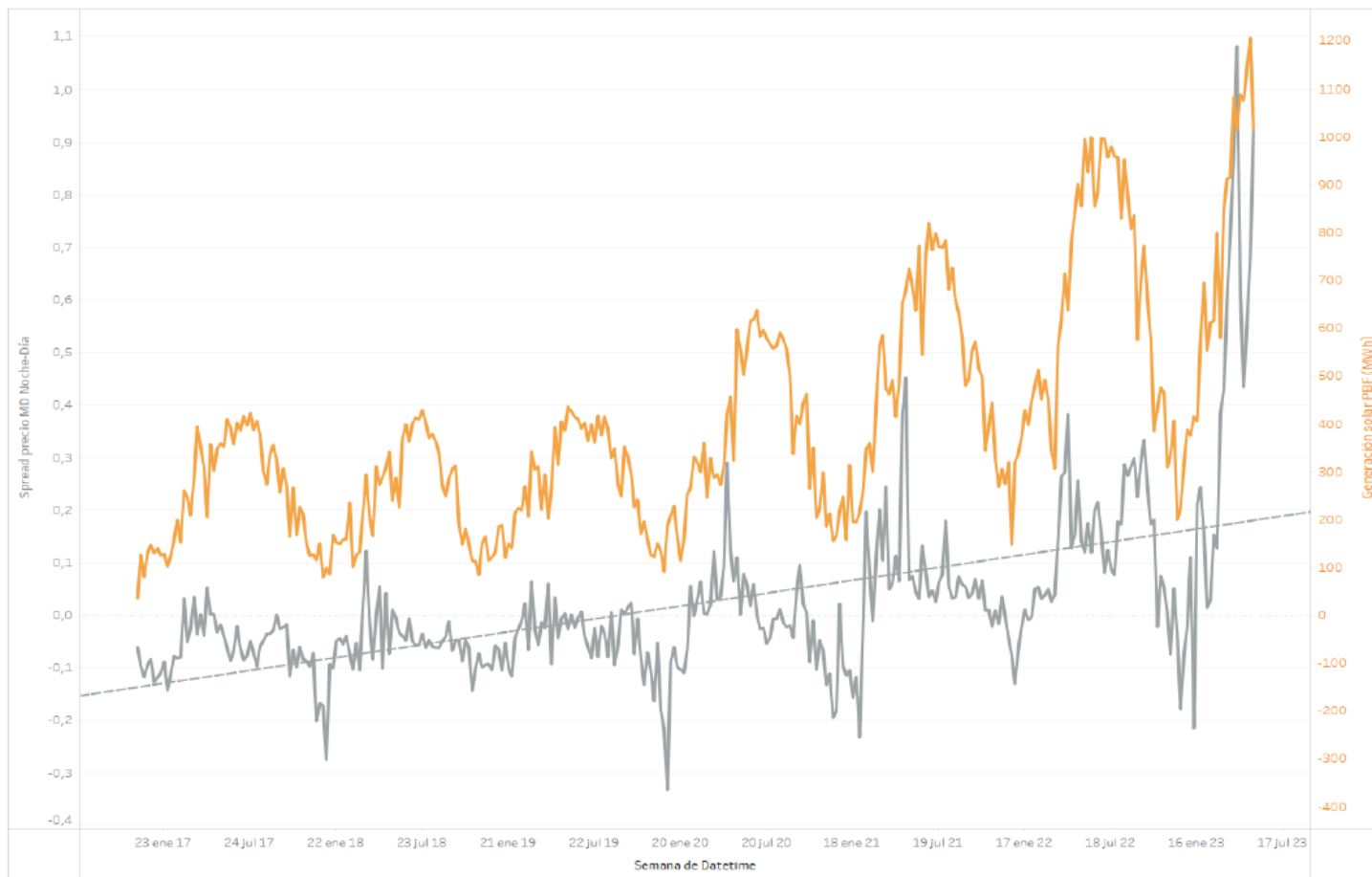


La penetración solar y el precio del mercado diario (mayo 2023*)



Note: La generación solar presentada corresponde a la energía asignada (GWh) en el Programa Base de Funcionamiento (PBF) en MIBEL.

El spread de precios entre las horas del “día” y de la “noche” sigue en aumento...



Note: La generación solar corresponde a la programación media del Programa Base de Funcionamiento (PBF) español. Se presentan medias semanales.

Autoconsumo

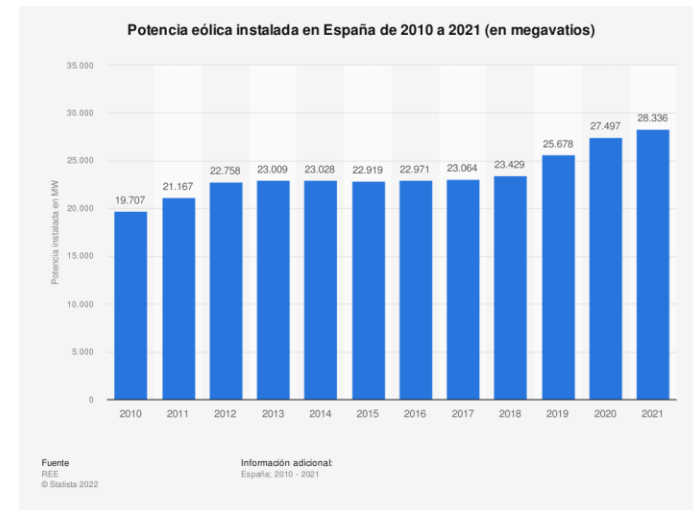
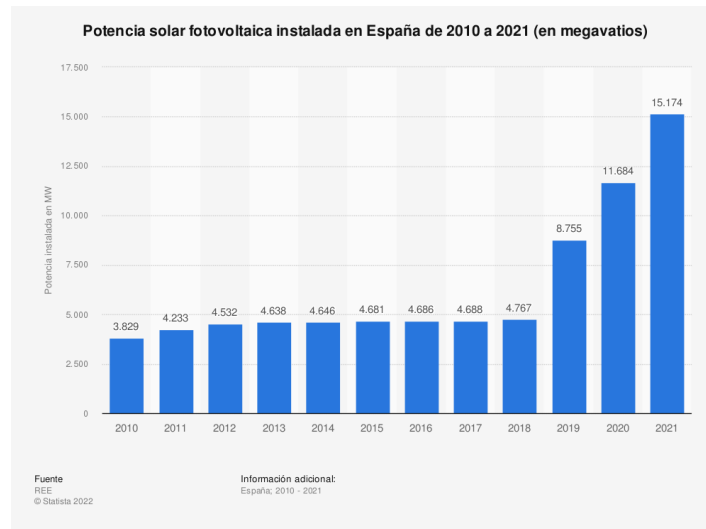
Generación de electricidad renovable

EVOLUCIÓN

Crecimiento sostenido en solar + autoconsumos

Eólica: repotenciación de parques de principios de los 2000

Crecimiento sigue imparabile en 2025



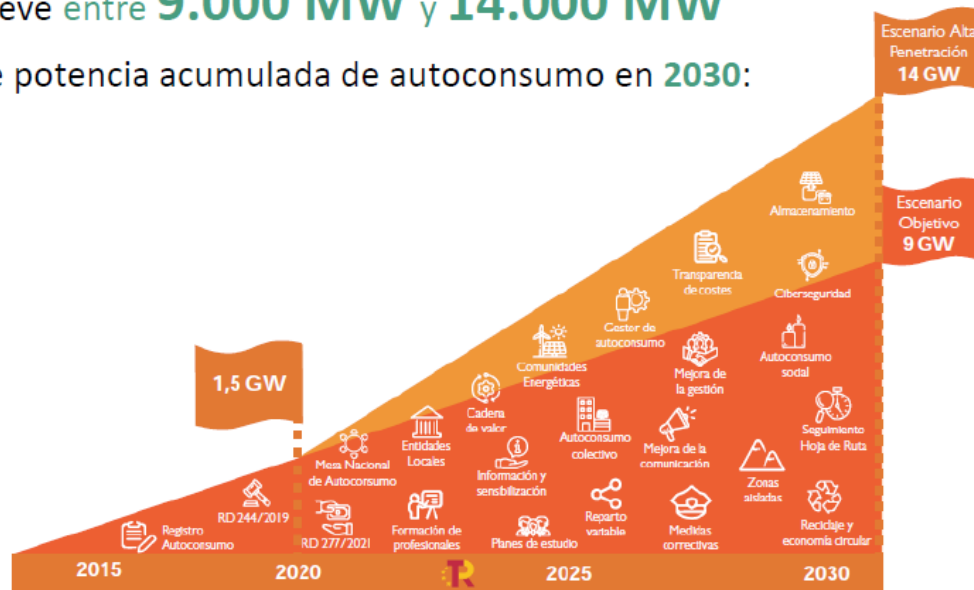
Hoja de ruta de Autoconsumo

HOJA DE RUTA DE AUTOCONSUMO

Define **objetivos** y las **líneas de actuación** y da cumplimiento a la **medida 1.4** del **PNIEC**, que prevé la elaboración de una Estrategia Nacional de Autoconsumo.

Identifica **retos y oportunidades** y establece **medidas** para el cumplimiento del potencial de desarrollo del sector.

Prevé entre **9.000 MW** y **14.000 MW** de potencia acumulada de autoconsumo en **2030**:



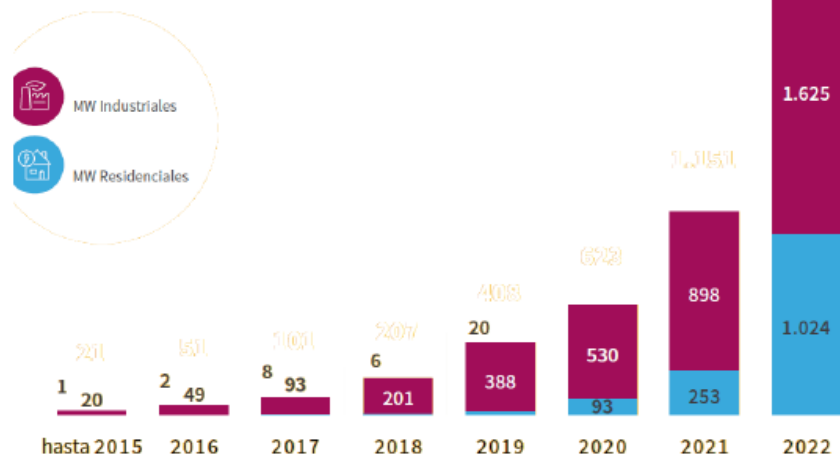
[Hoja de Ruta del Autoconsumo \(miteco.gob.es\)](https://miteco.gob.es)



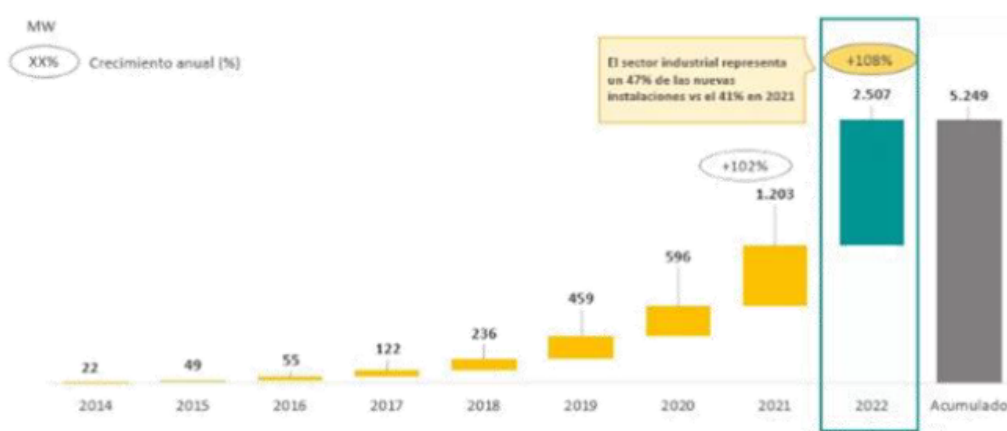
Autoconsumo

Acumulado en 2022 5.250 MW, x2 entre 2021 y 2022 por el desarrollo administrativo del RD 244/2019
Revisión PNIEC 2024-2030 prevé 19.000 MW de autoconsumo (25% del total de FV) para 2030.

Evolución de la potencia instalada MW



Fuente: APPA

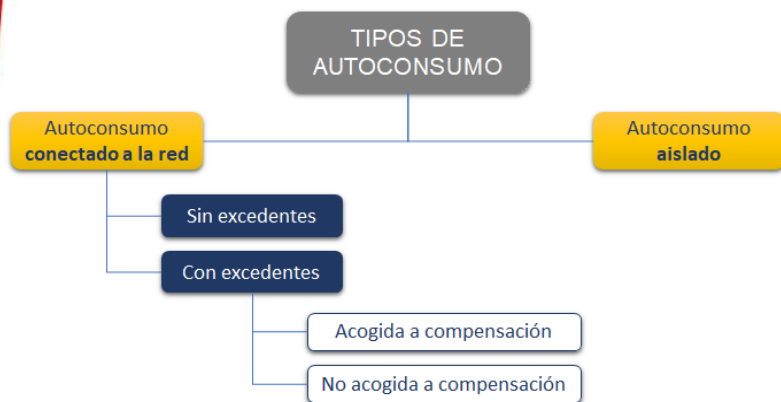


Fuente: UNEF

Tipos de autoconsumo

RD 244/2019

➤ Según modalidad:



➤ Según nº consumidores:

Individual (un único consumidor)

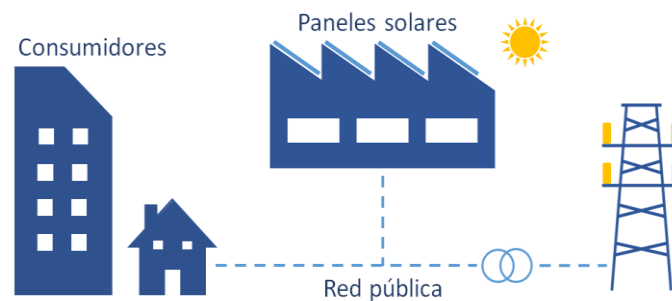
Colectivo (varios consumidores asociados)

➤ Según conexión:

En red interior

A través de red externa de distribución

- ✓ Mismo centro de transformación
- ✓ Conexión < 500 m, ampliado a < 2000 m en cubierta
- ✓ Misma referencia catastral



Marco normativo del autoconsumo

AUTOCONSUMO: MARCO NORMATIVO

RD 244/2019

Nuevo rol del **CONSUMIDOR**

Autoconsumo
A TRAVÉS DE RED
(500m/2000m, BT y AT)

Autoconsumo
COLECTIVO

Mecanismo de
COMPENSACIÓN

Comunidades energéticas

Instalaciones mejor
dimensionadas

Menores pérdidas

Dimensión social

Simplifica actividad
económica.

Simplifica trámites y
agentes.

Marco normativo del autoconsumo

Autoconsumo INDIVIDUAL Un consumidor asociado O Autoconsumo COLECTIVO Varios consumidores asociados	Instalación PRÓXIMA en RED INTERIOR Conexión Red interior	SIN excedentes (individual) Mecanismo anti-vertido SIN excedentes ACOGIDA a compensación (colectivo) Mecanismo anti-vertido	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR No existe TITULAR INSTALACIÓN Consumidor PROPIETARIO Puede ser diferente
		CON excedentes ACOGIDA a compensación Fuente renovable Potencia de producción ≤ 100kW Si aplica, contrato único consumo-auxiliares Contrato de compensación No hay otro régimen retributivo	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo PROPIETARIO Puede ser diferente
	Instalación PRÓXIMA a TRAVÉS DE RED Conexión a red BT del mismo centro de transformación. Distancia entre contadores generación y consumo < 500m. Misma referencia catastral (14dígitos)	CON excedentes NO ACOGIDA a compensación Resto de instalaciones con excedentes	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo y RAIPRE PROPIETARIO Puede ser diferente
		CON excedentes NO ACOGIDA a compensación Instalaciones con excedentes	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo y RAIPRE PROPIETARIO Puede ser diferente

MARCO NORMATIVO

MODALIDADES DE AUTOCONSUMO (RD 244/2019 art. 4)

a) SIN excedentes

b) CON excedentes

b.1) Acogida compensación

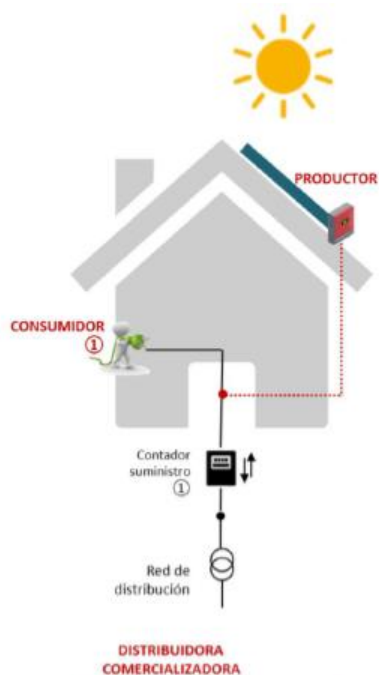
b.2) NO Acogida compensación

Adicionalmente:

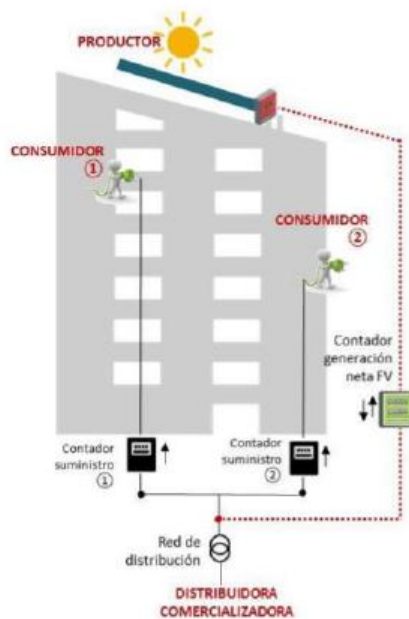
Individual o Colectivo

Red Interior o A través de Red

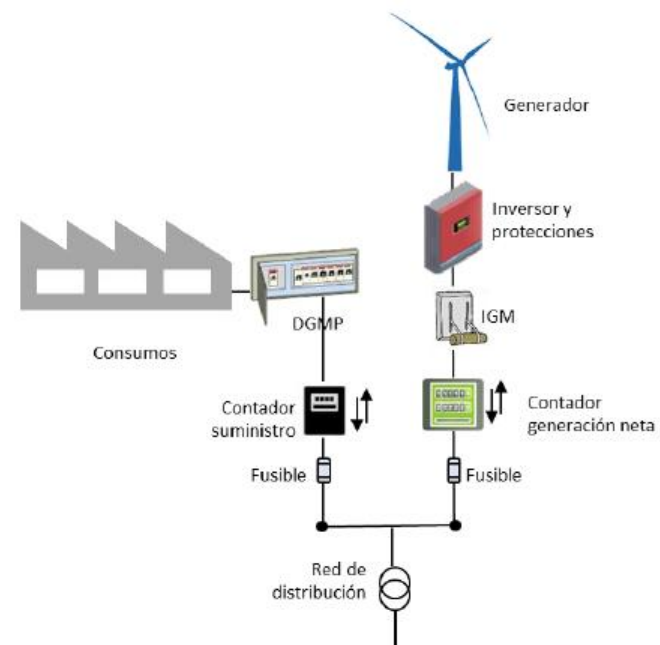
Tipos de autoconsumo



Individual en
"red interior"

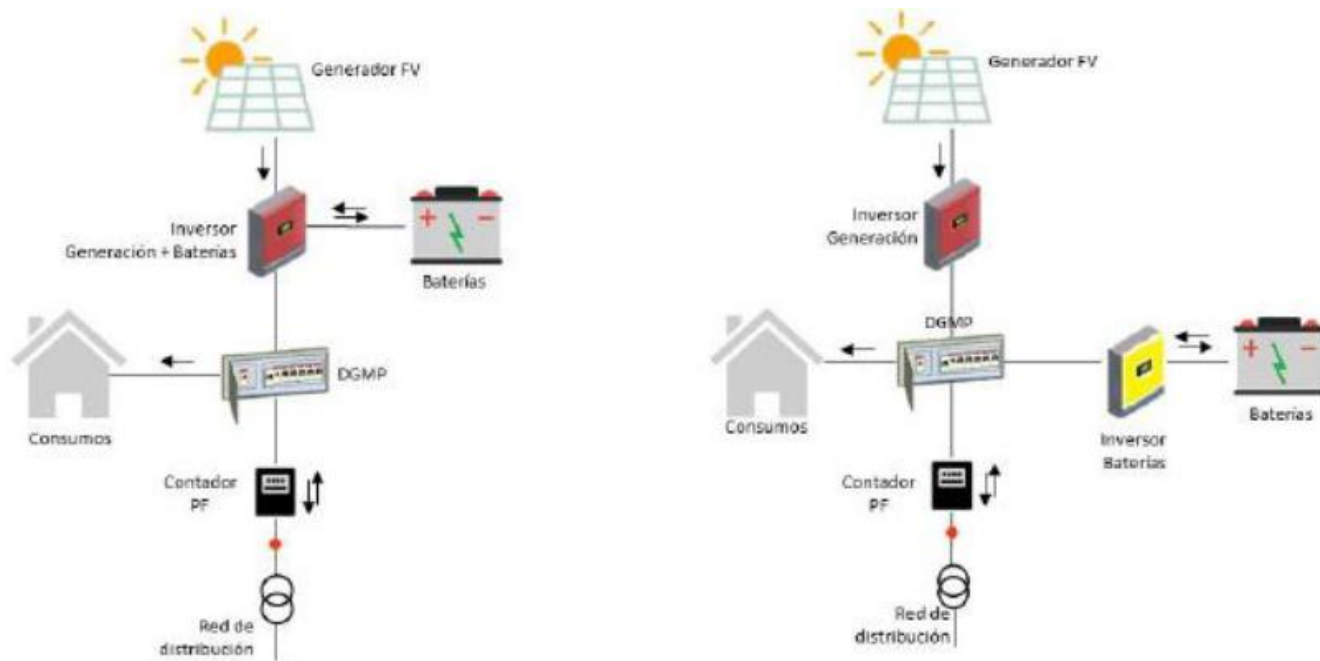


Colectivo en
"red interior"



Individual
"a través de red"
(500m / 2.000m,
BT y AT)

Almacenamiento como apoyo a autoconsumo

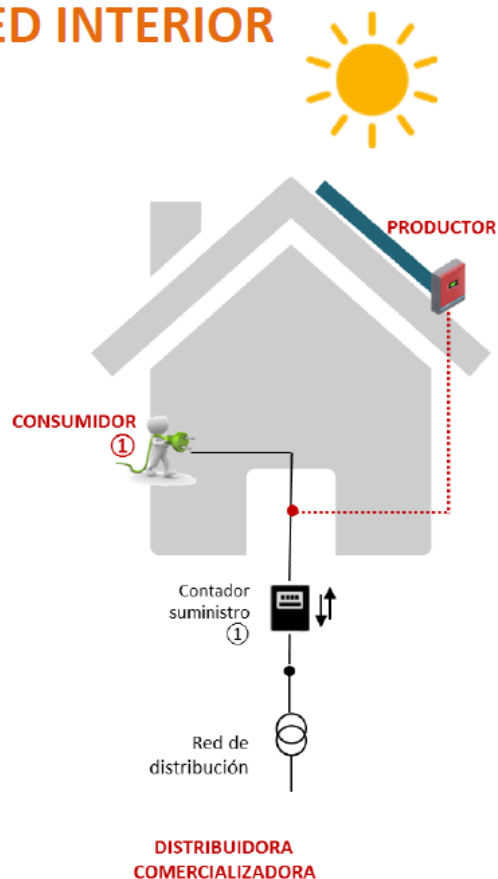


Individual en
“red interior” CON
ALMACENAMIENTO



Autoconsumo: ejemplo

Autoconsumo individual. RED INTERIOR



ANÁLISIS HORARIO

Precio de consumo: PVPC

Precio excedentes: Mercado - Coste de desvíos

HORA 1: Producción FV = 5 kWh

Consumo = 4 kWh

Autoconsumo = 4 kWh

Consumo de red = $4 - 4 = 0$ kWh

Excedentes a red = $5 - 4 = 1$ kWh

HORA 2: Producción FV = 8 kWh

Consumo = 1 kWh

Autoconsumo = 1 kWh

Consumo de red = $1 - 1 = 0$ kWh

Excedentes a red = $8 - 1 = 7$ kWh

HORA 3: Producción FV = 2 kWh

Consumo = 5 kWh

Autoconsumo = 2 kWh

Consumo de red = $5 - 2 = 3$ kWh

Excedentes a red = $2 - 2 = 0$ kWh

Autoconsumo: ejemplo

Tarifa 2.0A
Potencia contratada = 5,75 kW
PVPC = 113,40 €/MWh
- Coste **energía** = 69,37 €/MWh
- Peaje de **acceso** = 44,03 €/MWh
Consumo mensual = 400 kWh



Generación = 500 kWh
Precio excedentes = 50 €/MWh
Precio mercado pool = 52 €/MWh
Simultaneidad consumo-generación = 300 kWh
Autoconsumo = 120 kWh
Excedentes = 380 kWh

Factura SIN Instalación FV

Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes
Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €
Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €
TOTAL Término FIJO			19,45 €
Energía consumida	kWh	€/kWh	€/mes
Coste energía	400	0,069	27,60 €
Peaje de acceso	400	0,044	17,60 €
TOTAL Término VARIABLE			45,20 €
Subtotal			64,65 €
Impuesto eléctrico (5,11%)			3,31 €
Alquiler contador 30 días			0,81 €
Subtotal			68,77 €
IVA (21%)			14,44 €
TOTAL FACTURA			83,21 €

ACOGIDA a compensación

Factura CON Instalación FV

Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes
Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €
Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €
TOTAL Término FIJO			19,45 €
Energía consumida	kWh	€/kWh	€/mes
Coste energía	280	0,069	19,32 €
Peaje de acceso	280	0,044	12,32 €
Excedentes FV	380	0,05	-19,00 €
Cuántía uso de red próxima	0	(*)	0 €
TOTAL Término VARIABLE			12,64 €
Subtotal			32,09 €
Impuesto eléctrico (5,11%)			1,64 €
Alquiler contador 30 días			0,81 €
Subtotal			34,54 €
IVA (21%)			7,25 €
TOTAL FACTURA			41,79 €

AHORRO: 50%



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de Recuperación,
Transformación y Resiliencia



Autoconsumo: Ejemplo 2

ANÁLISIS HORARIO AUTOCONSUMO COLECTIVO

HORA 1

Producción FV = 8 kWh (Consumo = Producción FV)

Generación indiv. = $8 \times 0,5 = 4$ kWh

CONSUMIDOR 1

Consumo = 5 kWh

Autoconsumo = 4 kWh

Consumo de red = 1 kWh

Excedentes = 0 kWh

CONSUMIDOR 2

Consumo = 3 kWh

Autoconsumo = 4 kWh

Consumo de red = 0 kWh

Excedentes = 1 kWh

HORA 2

Producción FV = 6 kWh (Consumo = Producción FV)

Generación indiv. = $6 \times 0,5 = 3$ kWh

CONSUMIDOR 1

Consumo = 2,5 kWh

Autoconsumo = 3 kWh

Consumo de red = 0 kWh

Excedentes = 0,5 kWh

CONSUMIDOR 2

Consumo = 3,5 kWh

Autoconsumo = 3 kWh

Consumo de red = 0,5 kWh

Excedentes = 0 kWh

HORA 3

Producción FV = 4 kWh (Consumo > Producción FV)

Generación indiv. = $4 \times 0,5 = 2$ kWh

CONSUMIDOR 1

Consumo = 4 kWh

Autoconsumo = 2 kWh

Consumo de red = 2 kWh

Excedentes = 0 kWh

CONSUMIDOR 2

Consumo mensual = 3 kWh

Autoconsumo = 2 kWh

Consumo de red = 1 kWh

Excedentes = 0 kWh

DATOS DEL CONSUMIDOR:

Potencia contratada = 4,6 kW

Tarifa 2.0 A

PVPC = 0,1134 €/kWh

Peaje de acceso = 0,0440 €/kWh

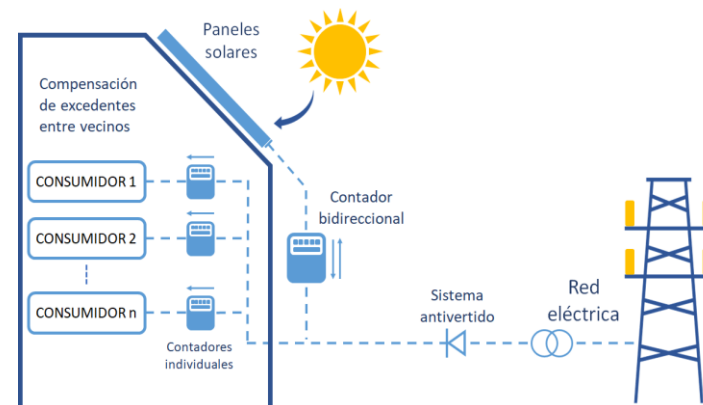
Coste de energía = 0,069 €/kWh

Generación mensual = 400 kWh

Consumo mensual 1 = 350 kWh

Consumo mensual 2 = 300 kWh

Coefficientes de reparto. $\beta_1 = \beta_2 = 0,5$



Autoconsumo: Ejemplo 2

Autoconsumo COLECTIVO con EXCEDENTES acogido a COMPENSACIÓN

Generación = 400 kWh

Coefficientes de reparto. $\beta_1 = \beta_2 = 0,5$

CONSUMIDOR 1:

Consumo mensual = 350 kWh

Consumo de red = 200 kWh

Autoconsumo = 150 kWh

2 Factura con instalación FV

Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes
Peaje de acceso	4,6	38,043	14,38 €
Margen comercialización	4,6	3,113	1,18 €
TOTAL término fijo			15,56 €
Energía consumida	kWh	€/kWh	€/mes
Coste energía	200	0,069	13,80 €
Margen comercialización	200	0,044	8,80 €
Excedentes	100	0,05	-5,00 €
TOTAL término variable			17,60 €
Subtotal			33,16 €
Impuesto eléctrico (5,11%)			1,69 €
Alquiler contador (30 días)			0,81 €
Subtotal			35,66 €
IVA (21%)			7,49 €
TOTAL FACTURA			43,15 €

Ahorro: 32%

CONSUMIDOR 2:

Consumo mensual = 300 kWh

Consumo de red = 200 kWh

Autoconsumo = 100 kWh

Excedentes = 100 kWh

1 Factura con instalación FV

Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes
Peaje de acceso	4,6	38,043	14,38 €
Margen comercialización	4,6	3,113	1,18 €
TOTAL término fijo			15,56 €
Energía consumida	kWh	€/kWh	€/mes
Coste energía	200	0,069	13,80 €
Margen comercialización	200	0,044	8,80 €
Excedentes	50	0,05	-2,50 €
TOTAL término variable			20,10 €
Subtotal			35,66 €
Impuesto eléctrico (5,11%)			1,82 €
Alquiler contador (30 días)			0,81 €
Subtotal			38,29 €
IVA (21%)			8,04 €
TOTAL FACTURA			46,33 €

Ahorro: 35%



Comunidades Energéticas de Renovables

Artículo 2 (16) Directiva EERR 2018/2001

- **ENTIDAD JURÍDICA** que:
- *con arreglo al Derecho Nacional, que se base en la participación abierta y voluntaria, sea autónoma y esté efectivamente controlada por socios o miembros que están situados en las proximidades de los proyectos de energías renovables que sean propiedad de dicha entidad jurídica y que esta haya desarrollado.*
- *cuyos socios o miembros sean personas físicas, pymes o autoridades locales, incluidos los municipios.*
- *cuya finalidad primordial sea proporcionar beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus socios o miembros o a las zonas locales donde opera, en lugar de ganancias financieras.*

Artículo 22 Directiva EERR 2018/2001

EEMM garantizarán DERECHO a:

- *Producir, consumir, almacenar y vender EERR.*
- *Compartir EERR en su comunidad como consumidores.*
- *Acceder a mercados de energía.*

EEMM FACILITARÁN:

- *Procedimiento administrativo, registros y licencias.*
- *Tarifas de red justas, analizadas según coste-beneficio.*
- *Cooperación de gestores de RdD para transferencias de energía.*
- *Acceso a Com. EERR de consumidores vulnerables.*
- *Acceso a financiación e información.*





Comunidades ciudadanas de Energía

Artículo 2 (11) Directiva MERC INT ELECT 2019/944

- **ENTIDAD JURÍDICA** que:
- *se basa en la participación voluntaria y abierta cuyo control efectivo lo ejercen socios o miembros que sean personas físicas, autoridades locales, incluidos los municipios, o pequeñas empresas.*
- *cuyo objetivo principal consiste en ofrecer beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus miembros o socios o a la localidad en la que desarrolla su actividad, más que generar una rentabilidad financiera.*
- *participa en la generación, incluida la procedente de fuentes renovables, la distribución, el suministro, el consumo, la agregación, el almacenamiento de energía, la prestación de servicios de eficiencia energética o, la prestación de servicios de recarga para vehículos eléctricos o de otros servicios energéticos a sus miembros o socios.*

Artículo 16 Directiva MERC INT ELECT 2019/944

EEMM GARANTIZARÁN:

- *Participación abierta y voluntaria, con derecho a abandonar, sin perder derechos como clientes.*
- *Colaboración del Gestor de la red en transferencias de energía de la comunidad, con peaje justo.*
- *Acceder a mercados de energía, directamente o a través de agregación, siendo responsables de los desvíos que causen en mercado eléctrico.*
- *Puedan autoconsumir y organizar el reparto de la energía generada.*

EEMM PODRÁN DISPONER:

- *Derecho a poseer, establecer, adquirir o arrendar redes de distribución para su gestión autónoma.*
- *Otorgar derecho a gestionar redes de distribución.*
- *Todo ello con tarifas de acceso justas.*

Flexibilidad de la demanda



Evolución del Modelo energético

1.0

Generación
CENTRALIZADA
sigue a
CONSUMO



2.0



Inicios
**GENERACIÓN
DISTRIBUIDA**
(unidireccional)

3.0



PROSUMER
PROductor
PROactivo
Bilateral + bidireccional

4.?

flexibilidad
Blockchain
Gestión
demanda
V2G
Descentralización

Los consumidores se convierten en prosumidores en una red descentralizada y toman parte activa en la gestión y los mercados de la energía mediante el uso masivo de datos.



Flexibilidad de la Demanda

¿Qué es?

Cambios en la demanda energética de los consumidores respecto a su patrón normal de consumo como respuesta a condiciones de mercado o sistema: cobro de incentivos, respuesta a problemas de restricciones técnicas en el sistema ...

- Los mercados eléctricos necesitan **flexibilidad** (incorporación Energías Renovables...).
- Transición: **producción sigue a la demanda** → **demanda sigue a la producción**.
- Más participantes en un mercado → mayor **Competencia** → **menores precios**.
- Al venir de los consumidores, su uso tiende a **aliviar la congestión** de las redes.



El consumidor tiene **poder** para entrar en el Mercado

- **Implícita:** el cliente responde voluntariamente a señales de precio para reducir su factura
- **Explícita:** consumidor recibe pagos por cambiar sus parámetros de consumo a partir de señales de sistema de ajustes, precios o restricciones.

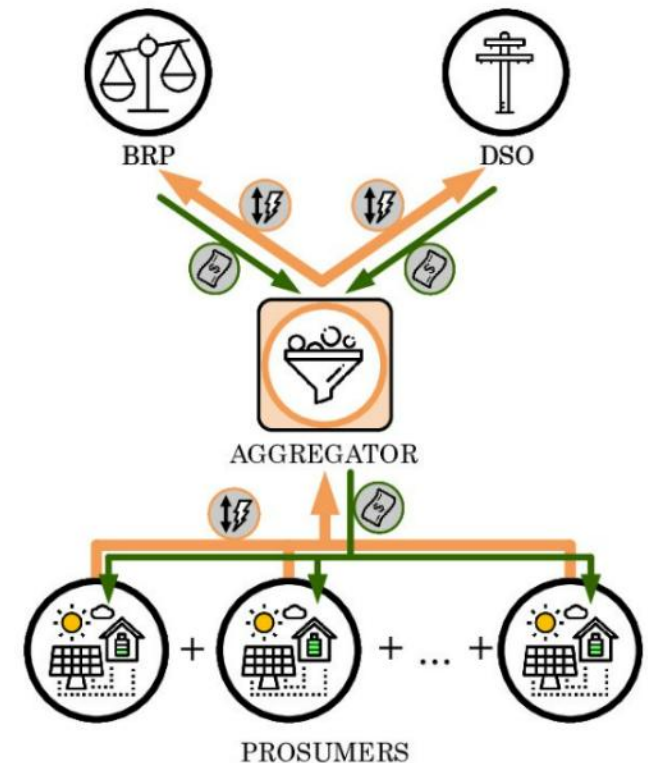
“Planta virtual”



Sistema eléctrico del futuro, intercambios de servicios

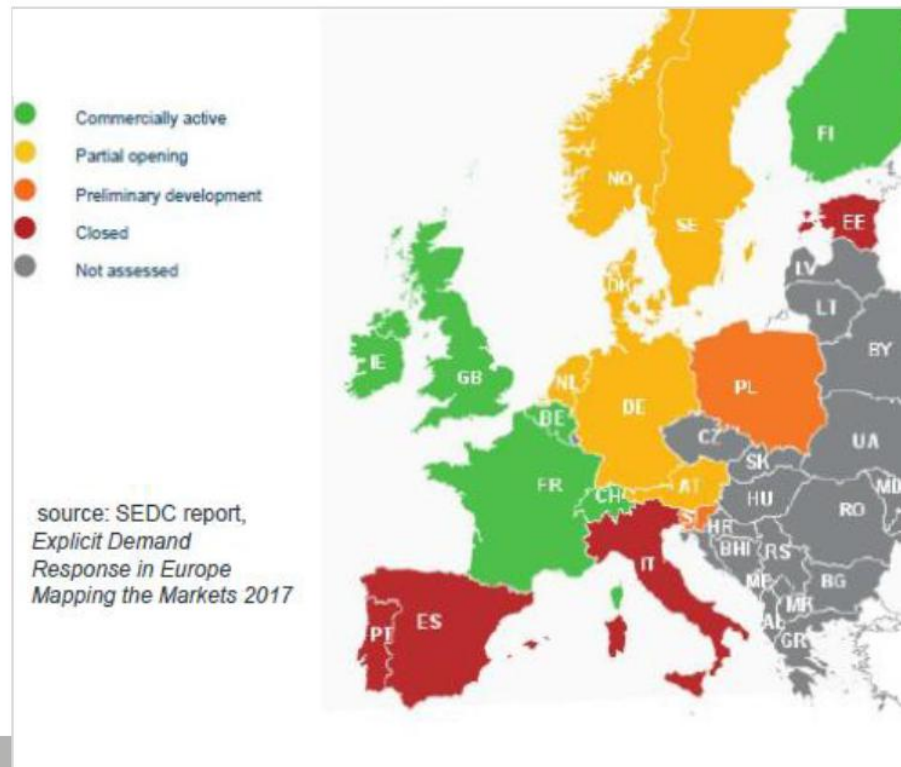
Local Flexibility Markets (LFM):

- Los **mercados locales de flexibilidad** permitirán que los **recursos energéticos distribuidos brinden su flexibilidad**, ya sea en por parte del consumo como de la demanda de electricidad o generación distribuidos, para el operador del sistema u otra contraparte a nivel local.
- Los mercados de flexibilidad **ayudan a las redes a monitorear los flujos de energía y crear señales de mercado** para motivar cambios en el suministro y la demanda de energía.
- Estos mercados de flexibilidad **brindan seguridad de suministro al sistema** cumpliendo requisitos técnicos de la red mientras **generan un beneficio económico a los prosumidores** que brindan dicho servicio.



Flexibilidad de la Demanda.

... la mala noticia (Estado implantación)



En la práctica, no hay en España un marco normativo que permita o facilite la participación activa de la demanda de forma explícita en el mercado eléctrico

Para que la demanda pueda participar, debe estar recogida en la regulación (tanto la participación de la demanda en los diferentes mercados, como la participación de determinados actores, como podrían ser los agregadores independientes).

BASADO EN

1. Participación de la demanda en mercados
2. Participación agregadores independientes
3. Definición de productos
4. M&V. Pagos y multas



Flexibilidad de la Demanda.

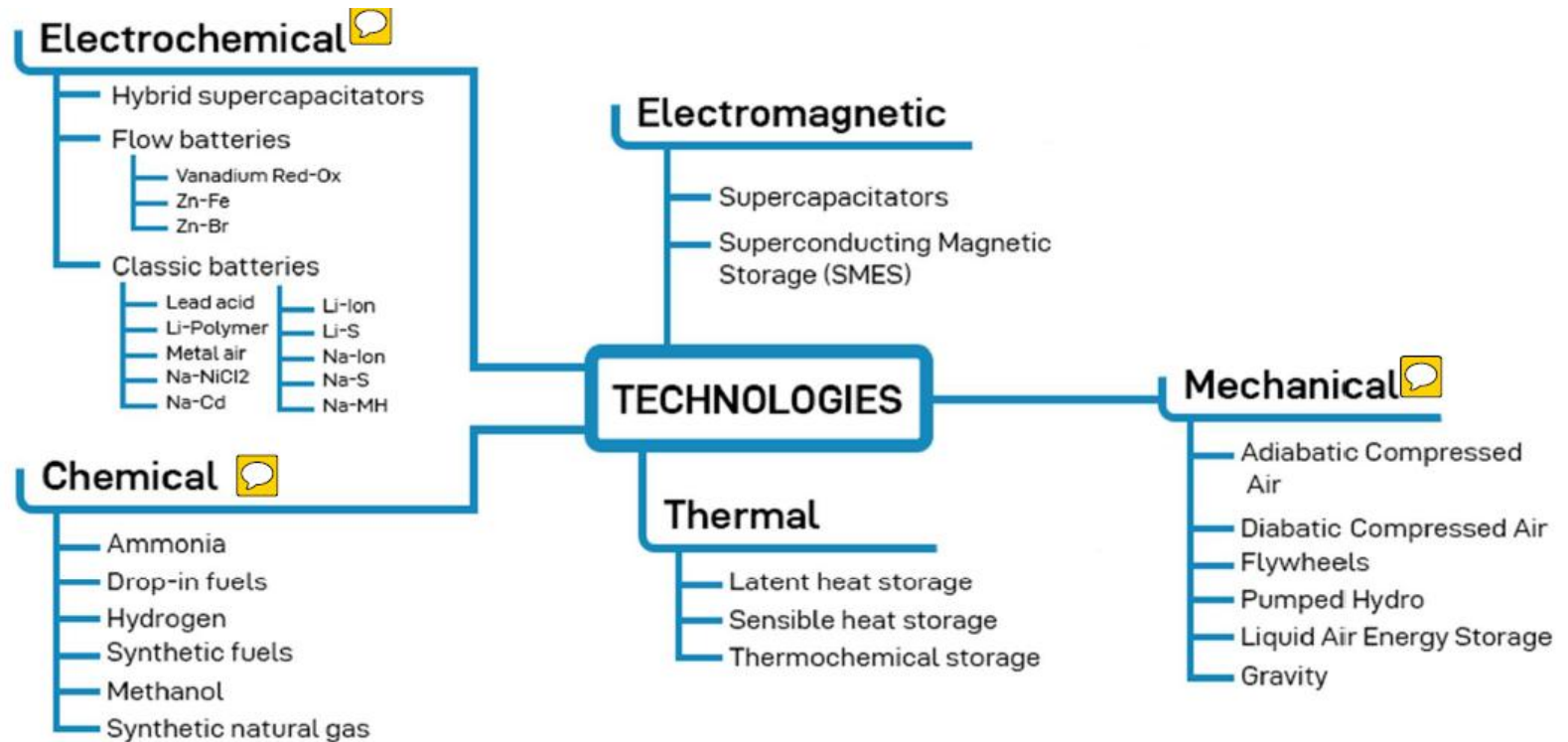
... y la buena

- Desde **Europa** se está impulsando que la demanda participe en todos los mercados organizados de electricidad como una fuente más de flexibilidad, con el mismo tratamiento del almacenamiento y la generación (Clean Energy Package Noviembre 2016)
- La **propuesta de nueva Directiva Europea** para establecer reglas comunes en los mercados internos de electricidad (publicada en noviembre de 2016) recoge dos artículos referentes a este tema, uno de ellos hace referencia a los contratos que los clientes pueden firmar con los **agregadores** de demanda y el otro, a la participación de la “Demand Response” en los mercados organizados de electricidad **en las mismas condiciones que los demás actores**.
- En la Unión Europea, hay países como Francia, Bélgica, Finlandia, Gran Bretaña y Suiza, donde se ha avanzado bastante en que la demanda sea un instrumento más para el mercado eléctrico organizado y aporte flexibilidad al sistema.

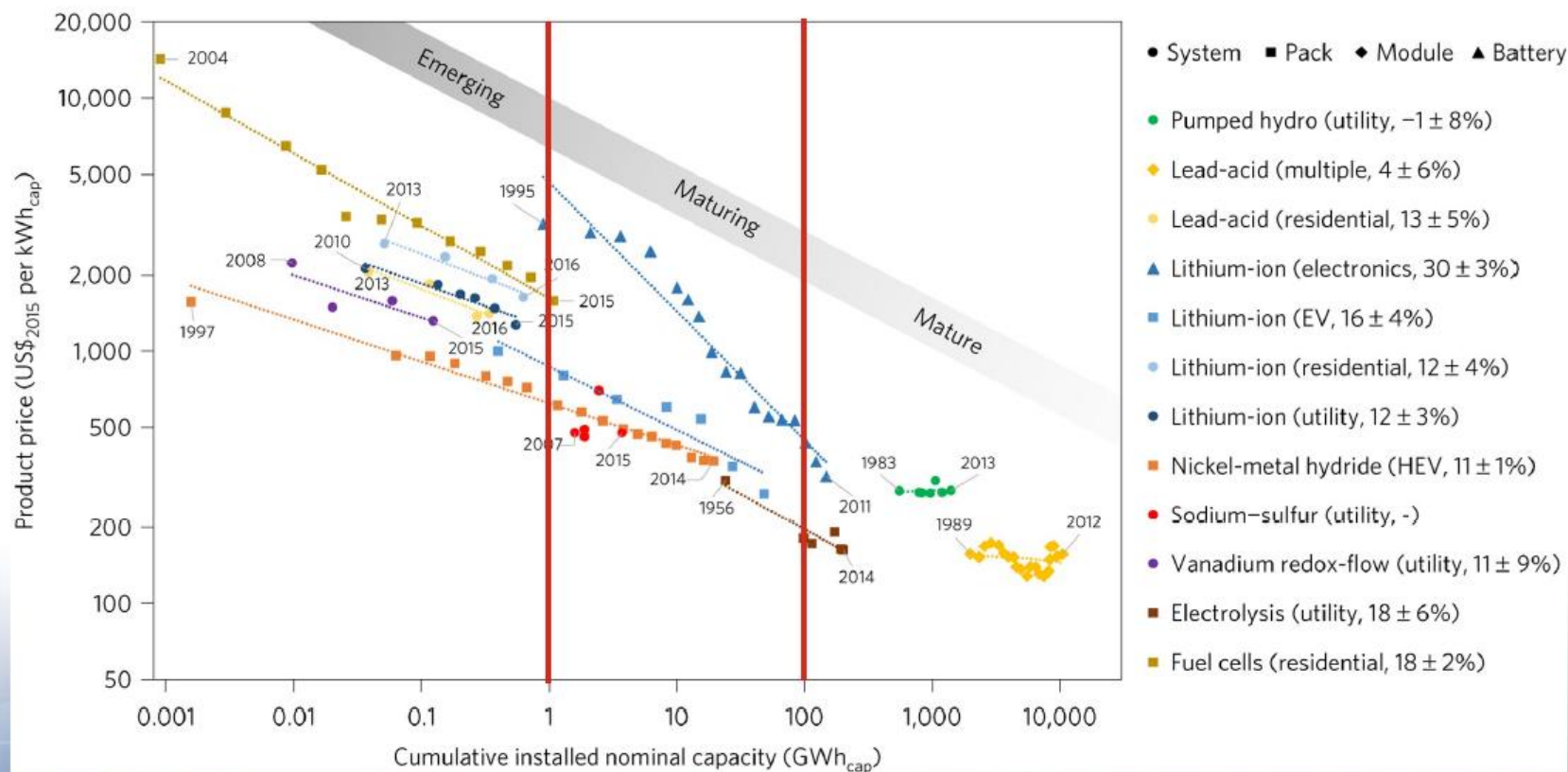
Desde **Europa**, la apuesta para que todos los países miembros dispongan de una **normativa clara y abierta** para la participación de **agregadores de demanda** en el **mercado** es clara.

Almacenamiento

Tecnologías de almacenamiento de energía

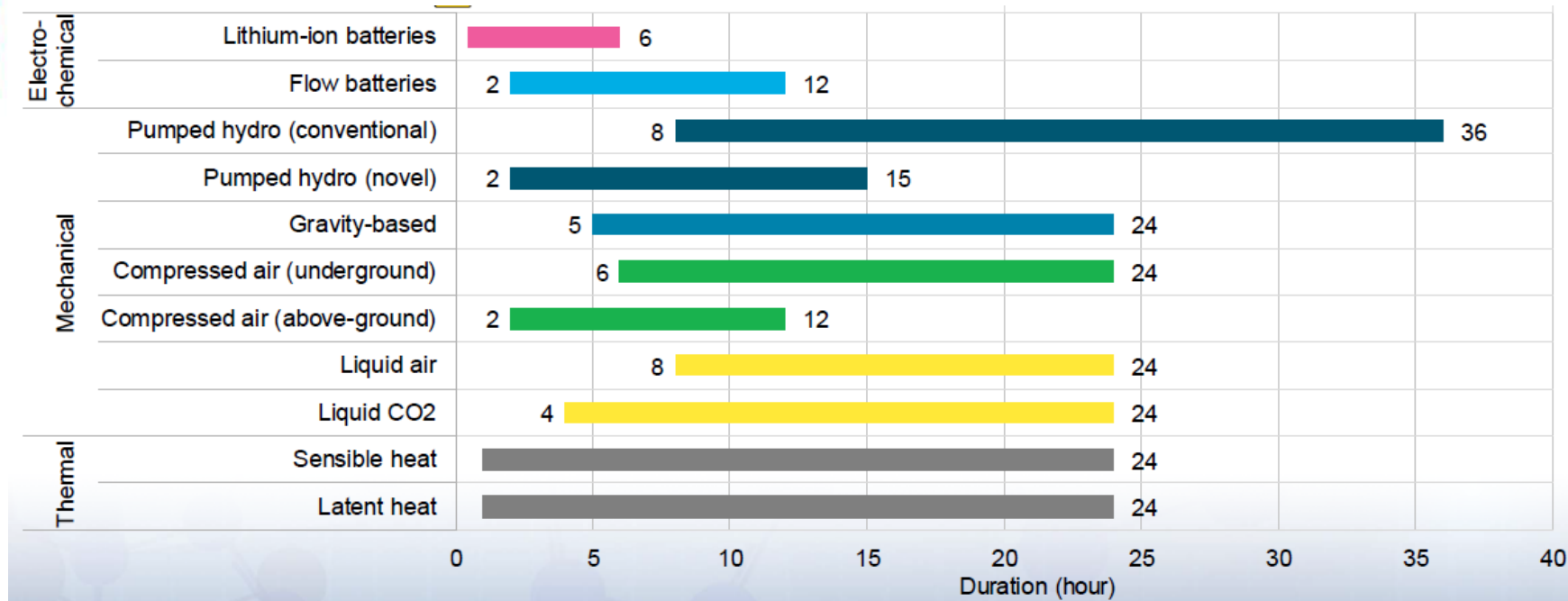


Curvas de aprendizaje de diferentes baterías almacenamiento químico



Fuente: Schmit et al. Nature "The future cost of electrical energy storage based on experience rates" julio 2017

Duración de descarga por tecnologías





Plan de almacenamiento a 2030-2050

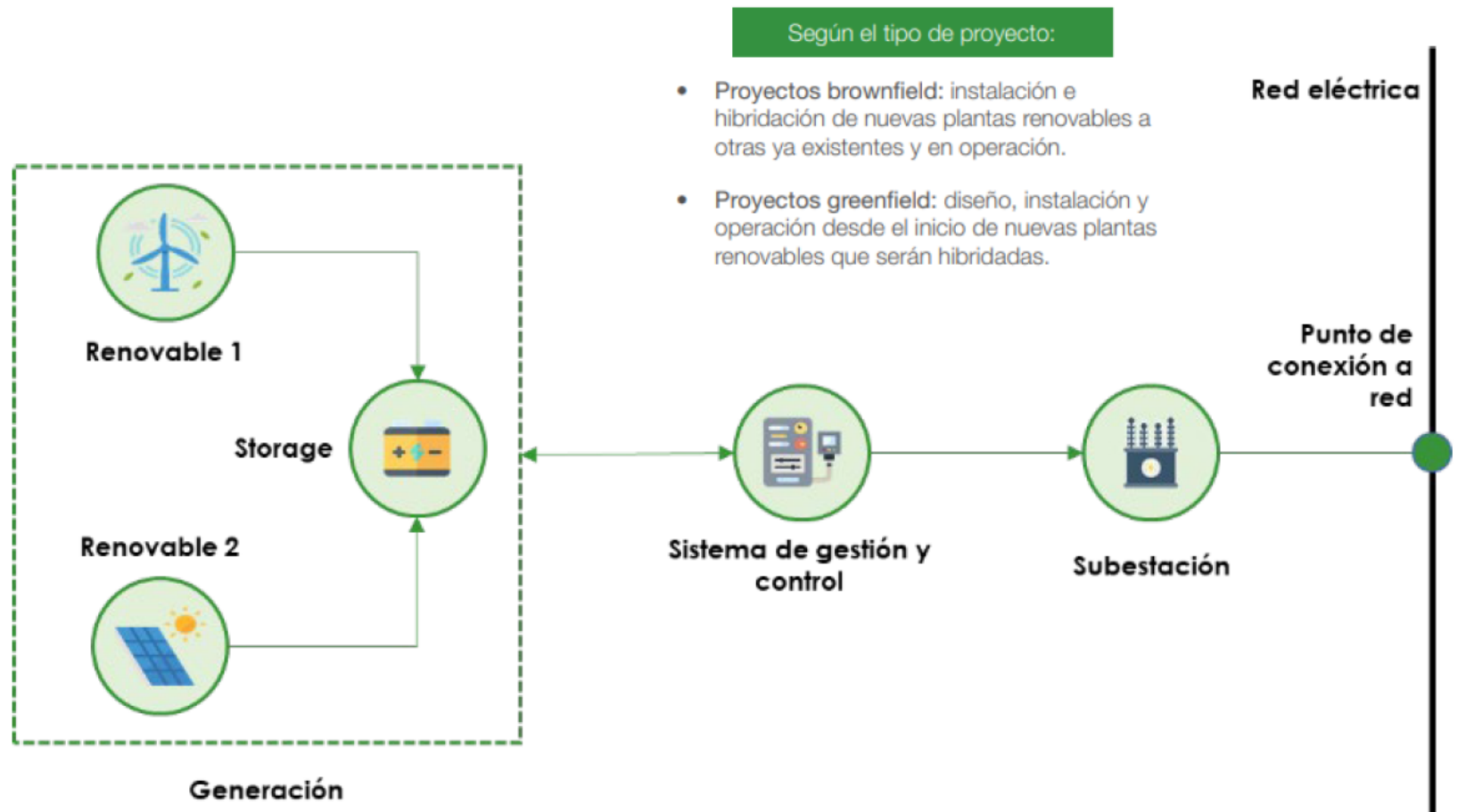


Almacenamiento a gran escala: Bombeo reversible, baterías delante del contador, almacenamiento térmico en centrales termosolares

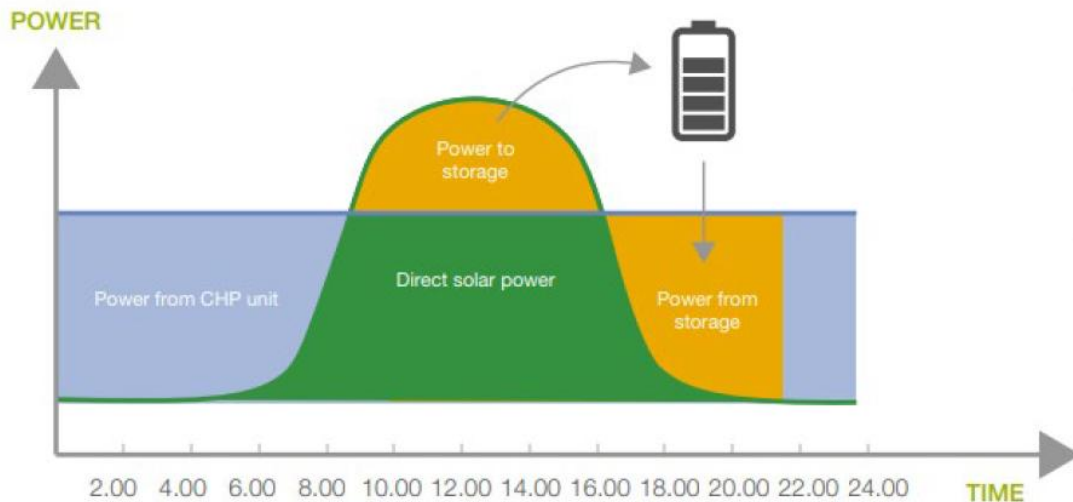
Se prevé alcanzar una capacidad de unos 20 GW en 2030 y 30 GW en 2050.



Hibridación de renovables



Hibridación de renovables

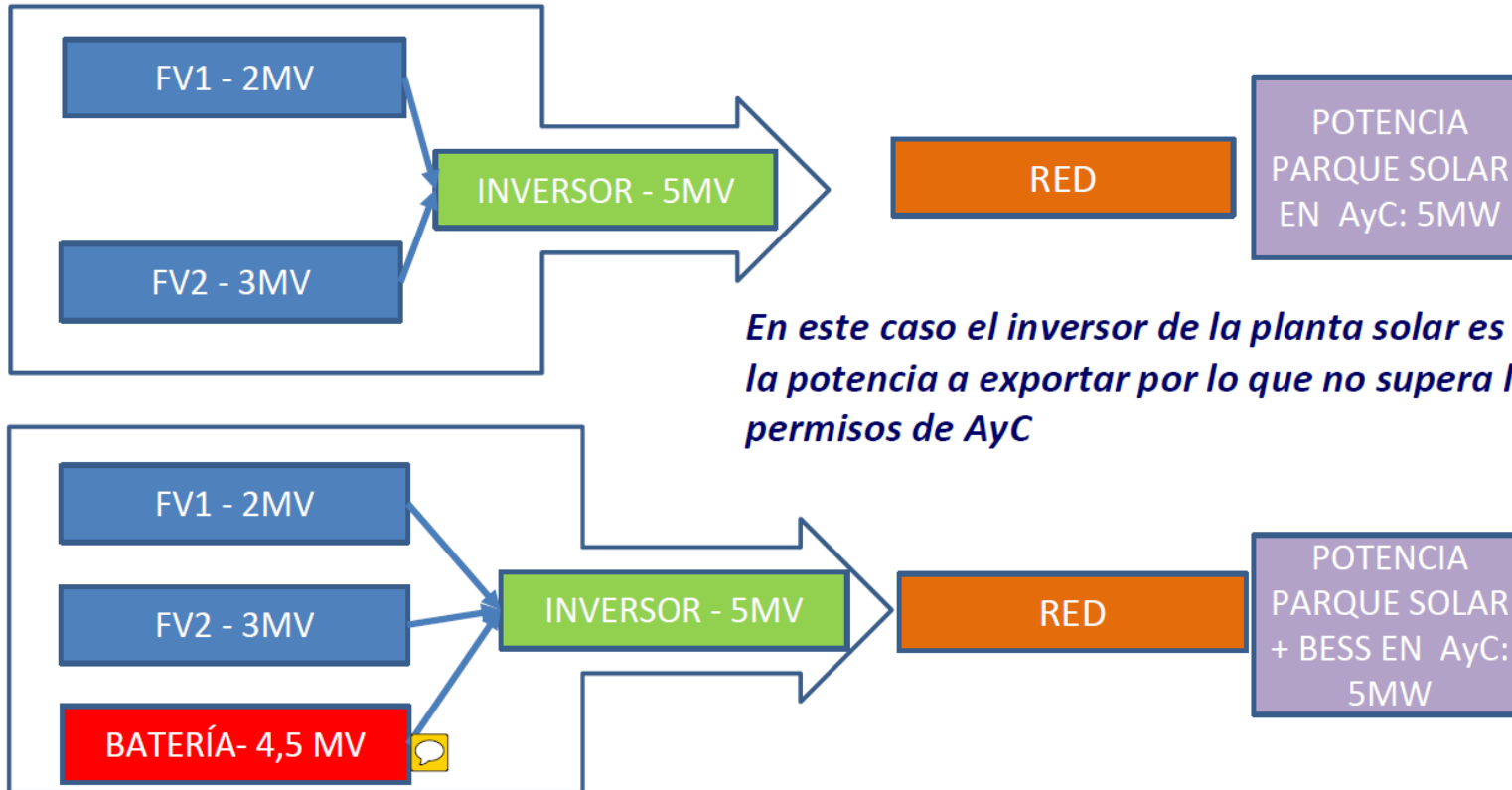


La fuente de ingresos del BESS va a venir determinada por la capacidad que tengan de arbitrar precios en el mercado y de participar o en servicios de ajuste o pagos por capacidad



Hibridación de renovables

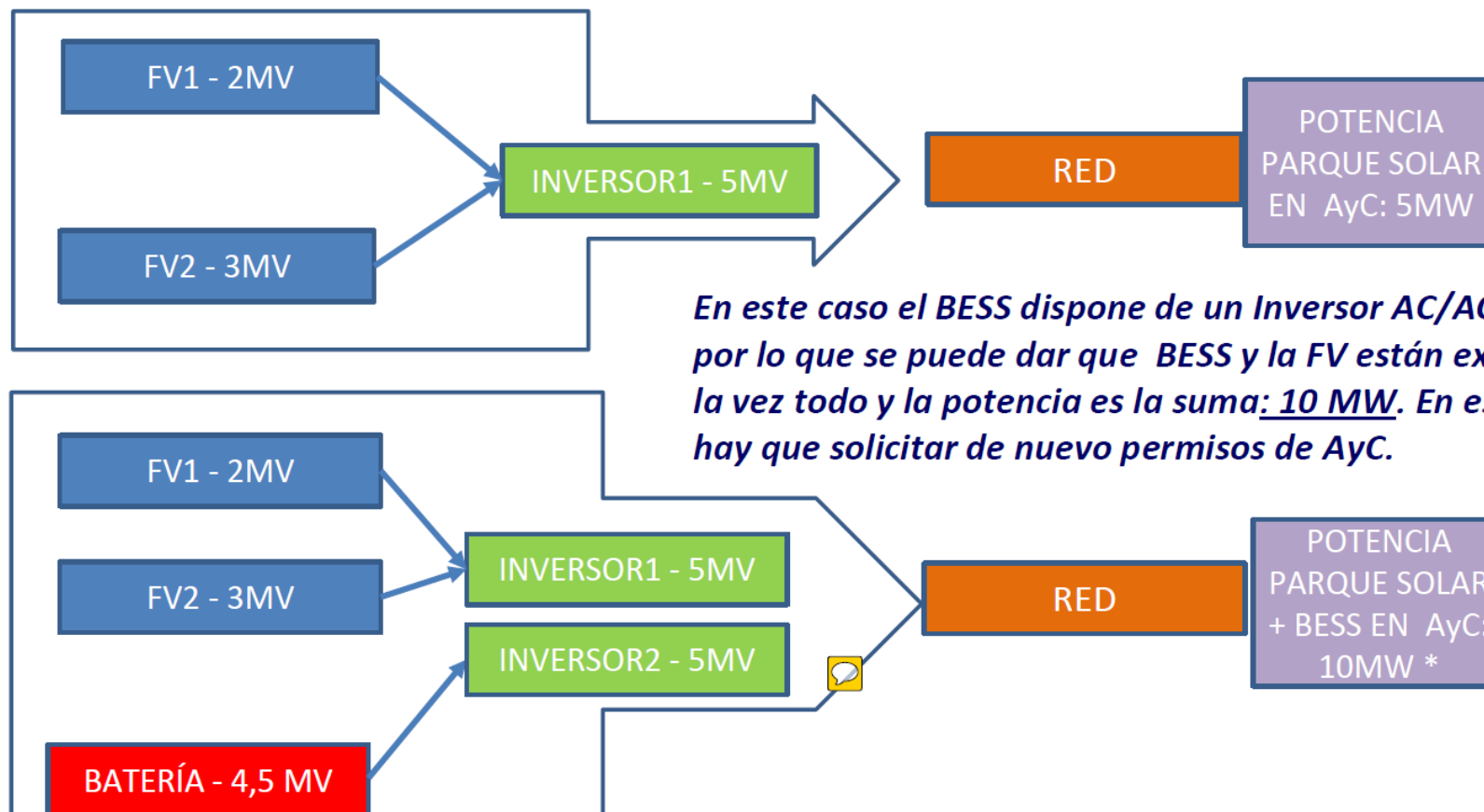
CASOS 1 : HIBRIDACIÓN CON ALMACENAMIENTO EN DC/DC



2

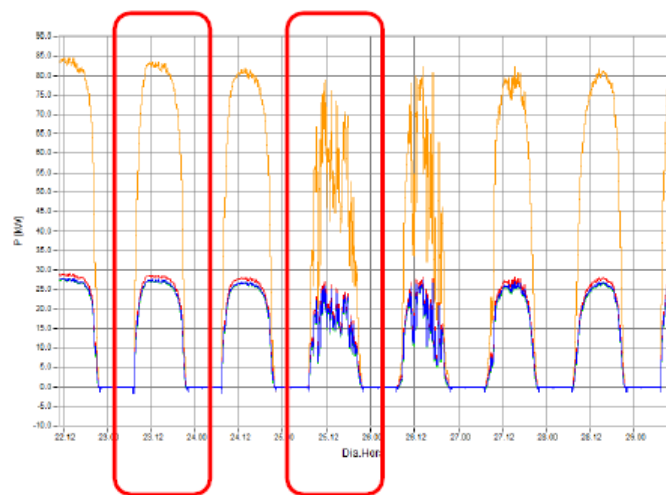
Hibridación de renovables

CASOS 2 : HIBRIDACIÓN CON ALMACENAMIENTO EN AC/AC



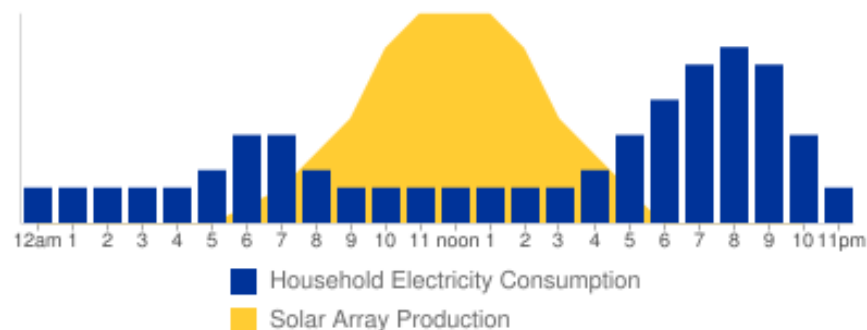
2

Almacenamiento como apoyo a red distribución



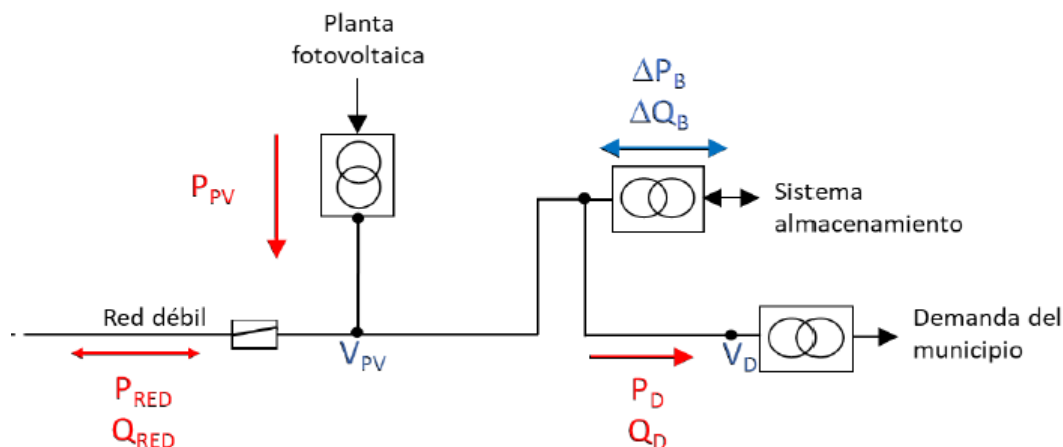
Día despejado Día
 nublado

Daily Household Power Production and Consumption
(Home With Rooftop Solar PV)



Intermitencia en la generación debida a variables meteorológicas afecta en redes débiles
Picos de producción no coinciden con los de demanda. Caso residencial.
Falta inercia mecánica en los generadores asíncronos, caso de la FV, basada en convertidores electrónicos sin inercia mecánica. Inestabilidad de frecuencia en redes débiles.

Almacenamiento como apoyo a red distribución



El INVERSOR asociado al sistema de almacenamiento proporciona control de potencia/frecuencia
El INVERSOR asociado al sistema de almacenamiento puede emular la inercia mecánica de los generadores síncronos en el control de la frecuencia ante cambios bruscos de potencia
El INVERSOR asociado al sistema de almacenamiento cuenta con un Sistema de control de la potencia reactiva inyectada/demandada por el mismo para estabilizar la tensión ante cambios bruscos y mantenerla en valores admisibles.

Almacenamiento como apoyo a red distribución



Controlador Sistema Almacenamiento



- 250 kW de Potencia inversor
- 623 kWh de Capacidad
- Tipo batería : Ion-Litio



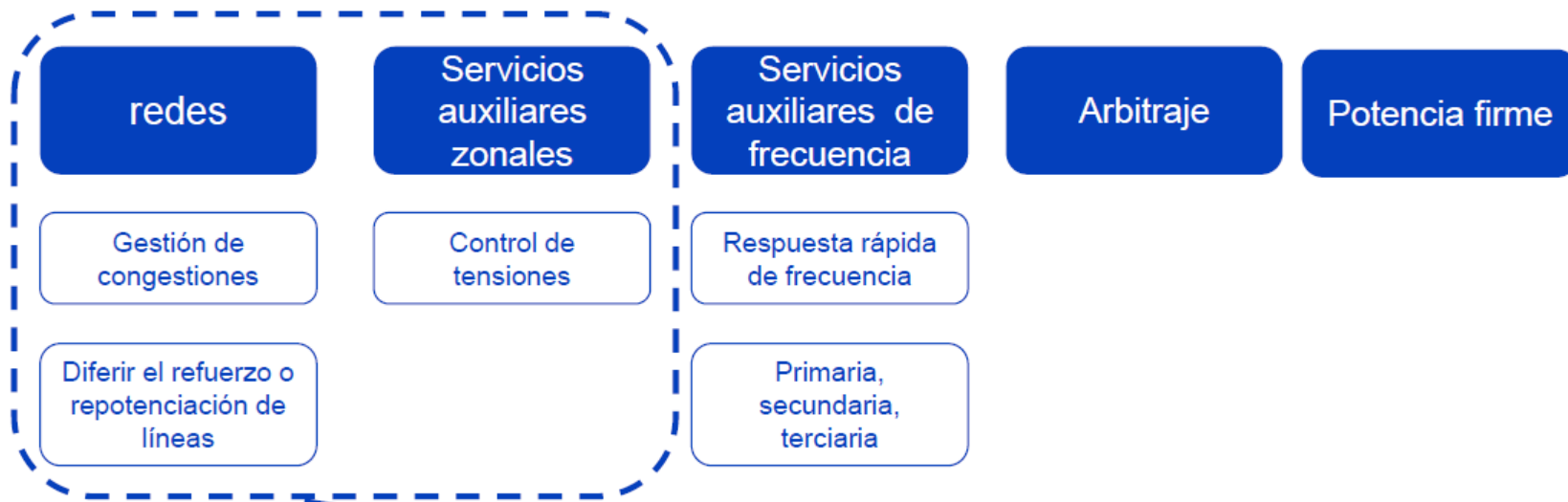
Racks de Baterías



Inversor PS250



Almacenamiento como apoyo al sistema eléctrico



En el recuadro, servicios a nivel local. Más valiosos.

Mantenimiento FV



Cálculo de la generación con corrección de temperatura

Los módulos se miden en STC (standard conditions)

* $T_{\text{célula}} = 25^{\circ}\text{C}$

* $AM = 1,5$

* $I = 1000 \text{ W/m}^2$ (irradiancia o potencia de radiación en luz blanca)

La temperatura de operación nominal de célula es la temperatura de trabajo de célula a:

* $T_{\text{amb}} = 20^{\circ}$

* $I = 800 \text{ W/m}^2$

$$P = P_{\text{peak}} \times (I/1000) \times (1 + \gamma \times (T_a + (T_{\text{ONC}} - 20^{\circ})I/800 - 25^{\circ}))$$

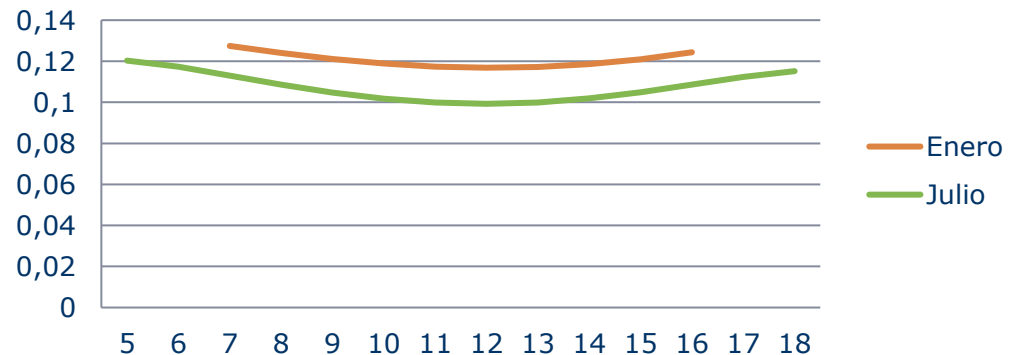
Rendimiento módulos por hora %

I: radiación n W/m²

T_{ONC}: Temperatura de operación célula a 20° y 800 W/m². (46°)

T_a: Temperatura ambiente

Gamma: coeficiente de variación potencia en %/°C respecto a STC (negativo: -0,45%)

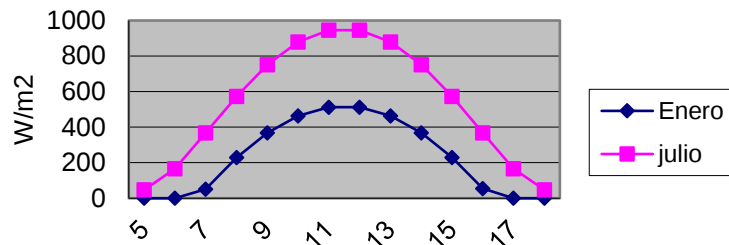




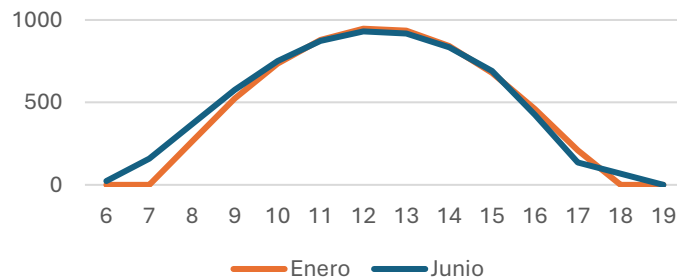
Diferencias debidas al clima para la misma instalación

Generación

Irradiancia media diaria en España: Enero y Julio

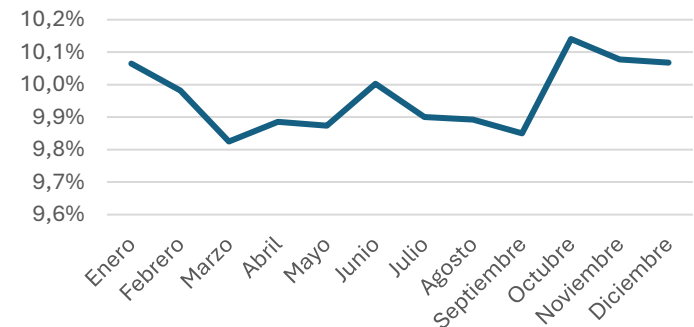


Irradiancia horaria en Cuba W/m2
Enero / Junio

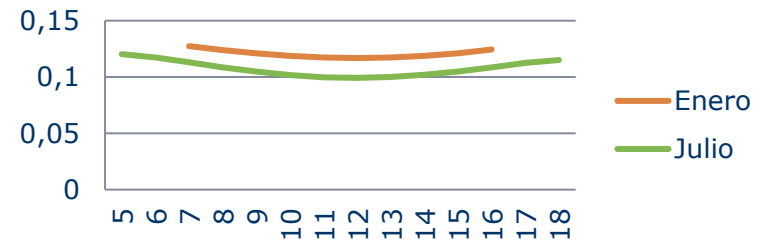


Eficiencia media por meses

eficiencia instalación por meses



Rendimiento módulos por hora %





Labores de mantenimiento de la fotovoltaica

Mantenimiento preventivo remoto (diariamente)

- Comprobación de parámetros de producción diarios
- Comprobación de paradas y alarmas no recuperables.
- Comprobación de incidentes y alarmas recuperables y frecuencia de ocurrencia

Mantenimiento preventivo insitu (1 vez al mes)

- Revisión de estado de instalaciones, estructuras y anclajes
- Revisión y actuación de diferenciales y seccionadores de seguridad
- Revisión de campo solar y encapsulado de los módulos
- Limpieza de los módulos, electrónicas y refrigeración de inversores
- Comprobación del estado de cableado y conectores
- Limpieza y lubricación partes móviles de seguidores.



Labores de mantenimiento de la fotovoltaica

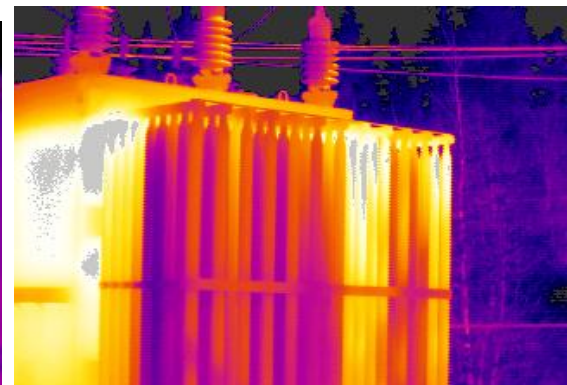
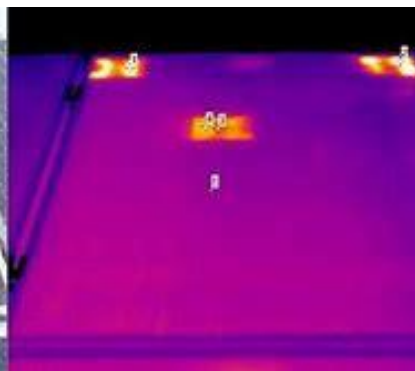
Mantenimiento preventivo insitu (anual)

- Revisión de conexiones de media y alta tensión y reapriete tornillos.
- Revisión niveles de aceite en transformadores de aceite.
- Medición resistencia de tomas de tierra.
- Medición de tensiones de circuito abierto e intensidades de cortocircuito.
- Revisiones técnicas oficiales por parte de OCA (obligatorias cada 3 y 5 años).
- Limpieza y desbroce de los terrenos.
- Revisión de sistemas auxiliares: cámaras seguridad, accesos, viales, iluminación, comunicación.
- Realización de termografías para detección de módulos defectuosos.

Labores de mantenimiento de la fotovoltaica

Termografía

- Hot spots: células defectuosas con temperaturas de funcionamiento anormales ($\gg$ TONC)
- Hot strings: vectores de células sin protección de diodos bypass
- Conectores defectuosos.
- Cables infradimensionados.
- Evacuación defectuosa de calor en transformadores / inversores





Labores de mantenimiento de la fotovoltaica

Mantenimiento correctivo

- Reacción a alarmas no recuperables ni corregibles remotamente.
- Cambio de piezas deterioradas. La más frecuentes:
 - Módulos fotovoltaicos por defectos en las termografías. No son reparables.
 - Conectores defectuosos con cortocircuitos por pérdida de aislamiento.
 - Módulos fotovoltaicos movidos o volados por el viento.
 - Módulos fotovoltaicos con encapsulados golpeados o dañados.
 - Averías por arco eléctrico en conexiones sueltas.
 - Piezas móviles de seguidores.
 - Ventiladores de refrigeración de inversores.
 - Problemas de comunicación a través de IP o GPRS.
 -

Pese a todo, la tecnología fotovoltaica sobre estructura fija requiere muy poco mantenimiento y suele ser muy barato comparado con otras tecnologías.



Costes mantenimiento fotovoltaica

Hay costes que dependen de la potencia instalada (tamaño) y otros fijos.

Costes fijos (independientes de la potencia)

- Vigilancia y seguridad
- Administración y gestion
- Servicios auxiliares

Costes dependientes de la potencia

- Mantenimiento preventivo y correctivo
- Alquiler terreno
- Seguros



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de Recuperación,
Transformación y Resiliencia

