



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

# LA INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN EL MERCADO DE ELECTRICIDAD ESPAÑOL

## Tema 4

CF DE AECID EN LA ANTIGUA (GUATEMALA)

“XXI Encuentro de reguladores energéticos sobre “mecanismos de  
promoción de las energías renovables y la eficiencia energética”

Ponente: Luis Jesús Sánchez de Tembleque  
Secretario Ejecutivo de ARIAE y CNMC de España

Fecha 15 de octubre 2024

1. La regulación de las energías renovables
2. La integración técnica en el sector eléctrico
3. Algunas reflexiones





asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

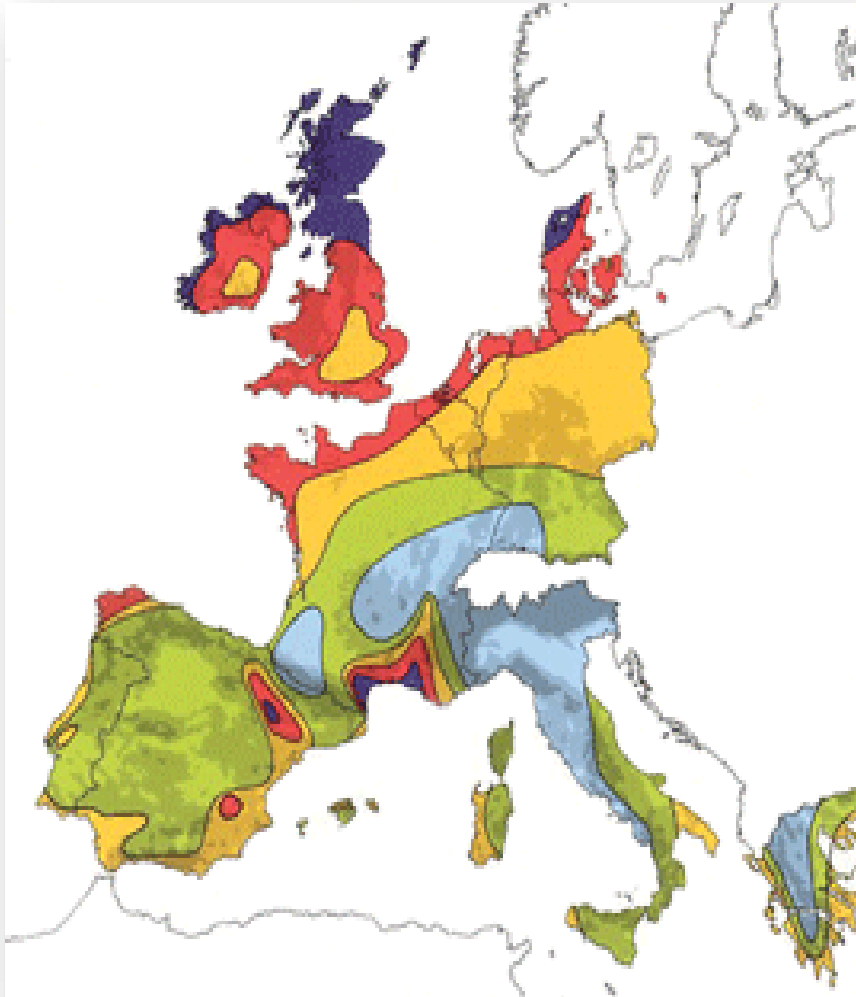
PUNTO

1

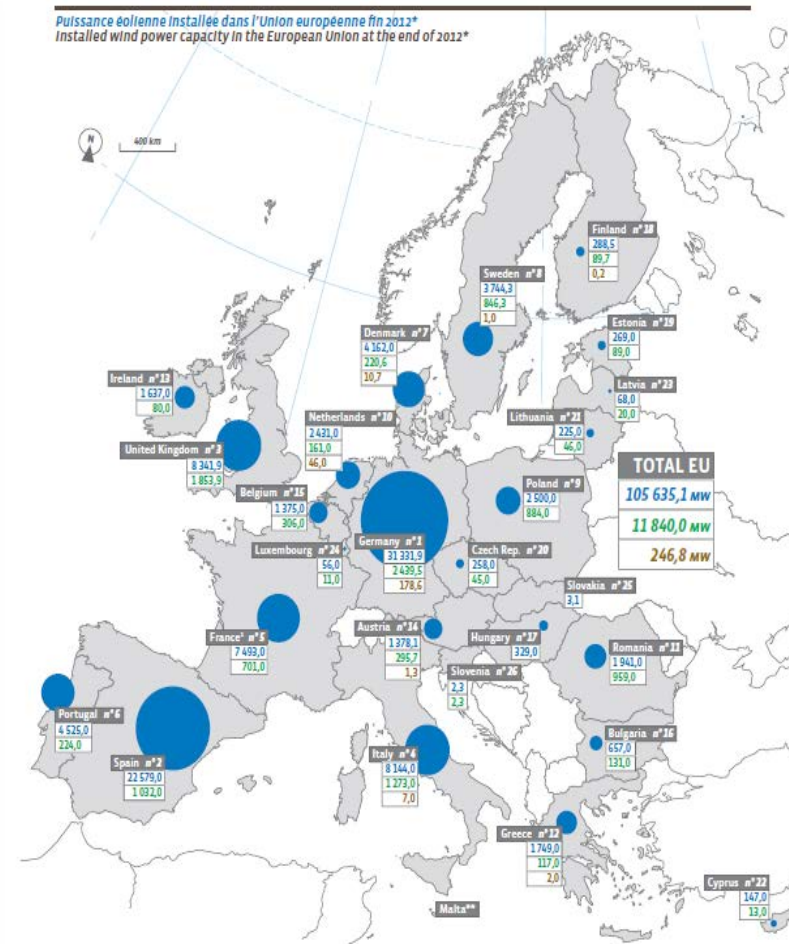
## *La regulación de las energías renovables*

# La regulación de las energías renovables

## La importancia de la regulación. Mapa de viento vs. Capacidad instalada eólica



Fuente: Risse European Wind Atlas 1989.



Wind power barometer-Eurobarometer 2013



- Tradicionalmente, **mecanismos directos**, como el "*comando y control*"
- En los marcos regulatorios del mercado, **mecanismos indirectos**, del tipo "*palo y zanahoria*"

## MECANISMOS DE PRECIO vs. MECANISMOS DE CANTIDAD

### Mecanismos de precio

El regulador fija el precio  
El mercado fija la cantidad

- **Taxation**
- **Feed in tariff /Feed in premium**



### Mecanismos de cantidad

El regulador fija la cantidad  
El mercado fija el precio

- **Emissions trading**
- **Green certificates**
- **Auctions**





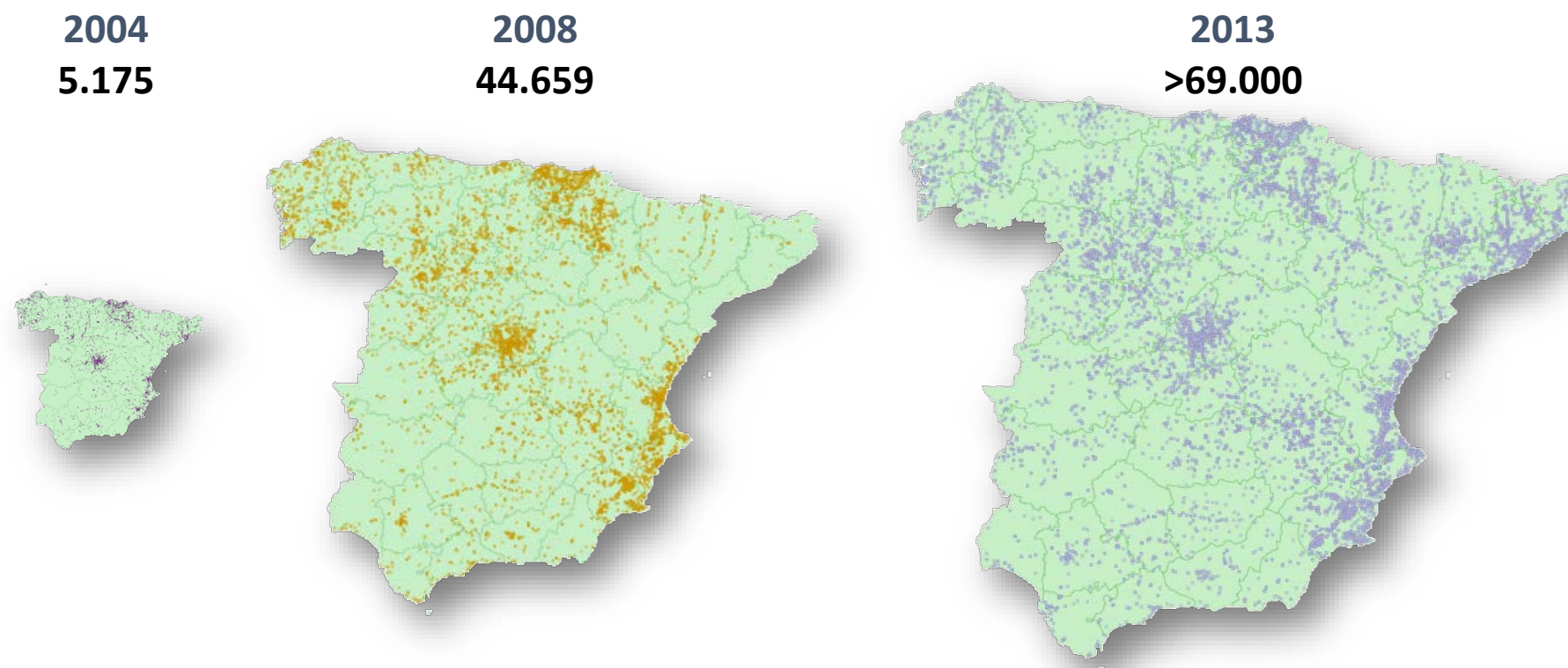
# La regulación de las energías renovables

## Experiencia española (1998-2013)



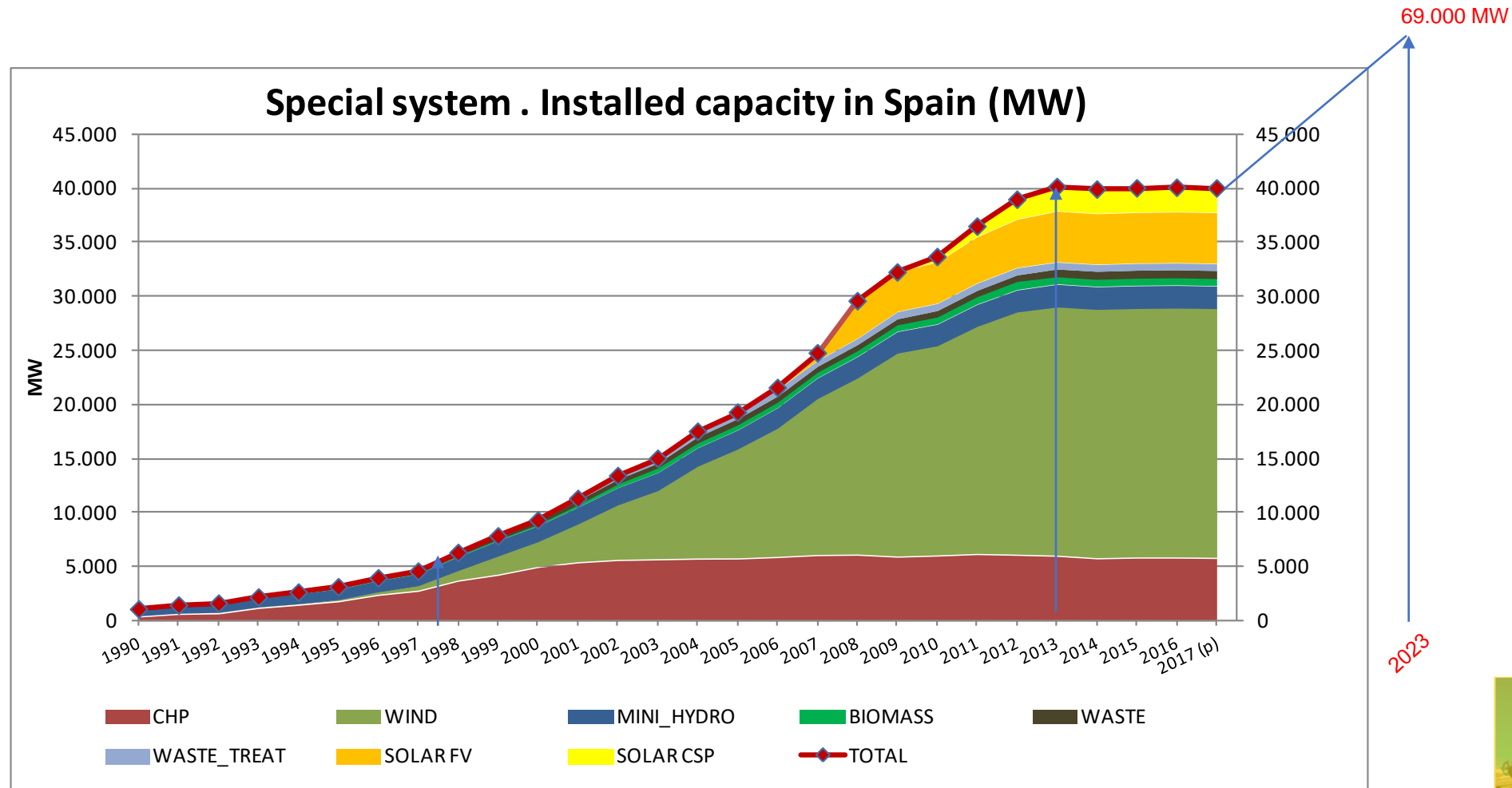
asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia



# La regulación de las energías renovables

## Experiencia española (1998-2013)



64 GW RES + 17 GW large hidro <=> 65% of the total capacity



### Cobertura de la demanda con RES





1. **El acceso y conexión** [RD 1955/2000, Ley 24/2013, RD-Ley 23/2020, RD 1183/2020, Circular CNMC 1/2021, RDL 12/21, OM 1182/2021, RD-Ley 8/2023]
2. **El régimen jurídico, económico y técnico** [Ley 54/1997, RD 661/07, RD 616/07, RD 1578/08, RD\_Ley 6/2009, RD\_Ley 14/2010, RD\_Ley 1/2012, Ley 15/2012, RD-Ley 2/2013, RD-Ley 9/2013, Ley 24/2013, RD 413/2014, OM 1045/2014, RD 947/2015, RD 359/2017, RD 650/2017, OM130/2017, OM 360/2018, RD-Ley 23/2020, RD 960/2020, OM 1161/2020, RD-Ley 29/21]
3. **El autoconsumo** [RD 1699/2011; RD 900/2015; RD-Ley 15/2018, RD 244/2019; Resolución CNMC 13/11/19, RD-Ley 29/21]
4. **Las garantías del origen y el etiquetado** [Orden ITC 1522/2007, Orden ITC/2914/2011, Orden 931/2015 y Circular 2/2021]



1. **El acceso y conexión** [RD 1955/2000, Ley 24/2013, RD-Ley 23/2020, RD 1183/2020, Circular CNMC 1/2021, RDL 12/21, OM 1182/2021, RD-Ley 8/2023]
2. **El régimen jurídico, económico y técnico** [Ley 54/1997, RD 661/07, RD 616/07, RD 1578/08, RD\_Ley 6/2009, RD\_Ley 14/2010, RD\_Ley 1/2012, Ley 15/2012, RD-Ley 2/2013, RD-Ley 9/2013, Ley 24/2013, RD 413/2014, OM 1045/2014, RD 947/2015, RD 359/2017, RD 650/2017, OM130/2017, OM 360/2018, RD-Ley 23/2020, RD 960/2020, OM 1161/2020, RD-Ley 29/21]
3. **El autoconsumo** [RD 1699/2011; RD 900/2015; RD-Ley 15/2018, RD 244/2019; Resolución CNMC 13/11/19, RD-Ley 29/21]
4. **Las garantías del origen y el etiquetado** [Orden ITC 1522/2007, Orden ITC/2914/2011, Orden 931/2015 y Circular 2/2021]



- ACCESO:

- Derecho del solicitante a transitar su energía por las redes de otro.
- Relacionado con el mercado eléctrico y las condiciones de concurrencia en el mismo.
- Garantía de igualdad en el ejercicio de un derecho esencial para todo el territorio estatal.
- Resolución de conflictos de acceso: CNMC

- CONEXIÓN:

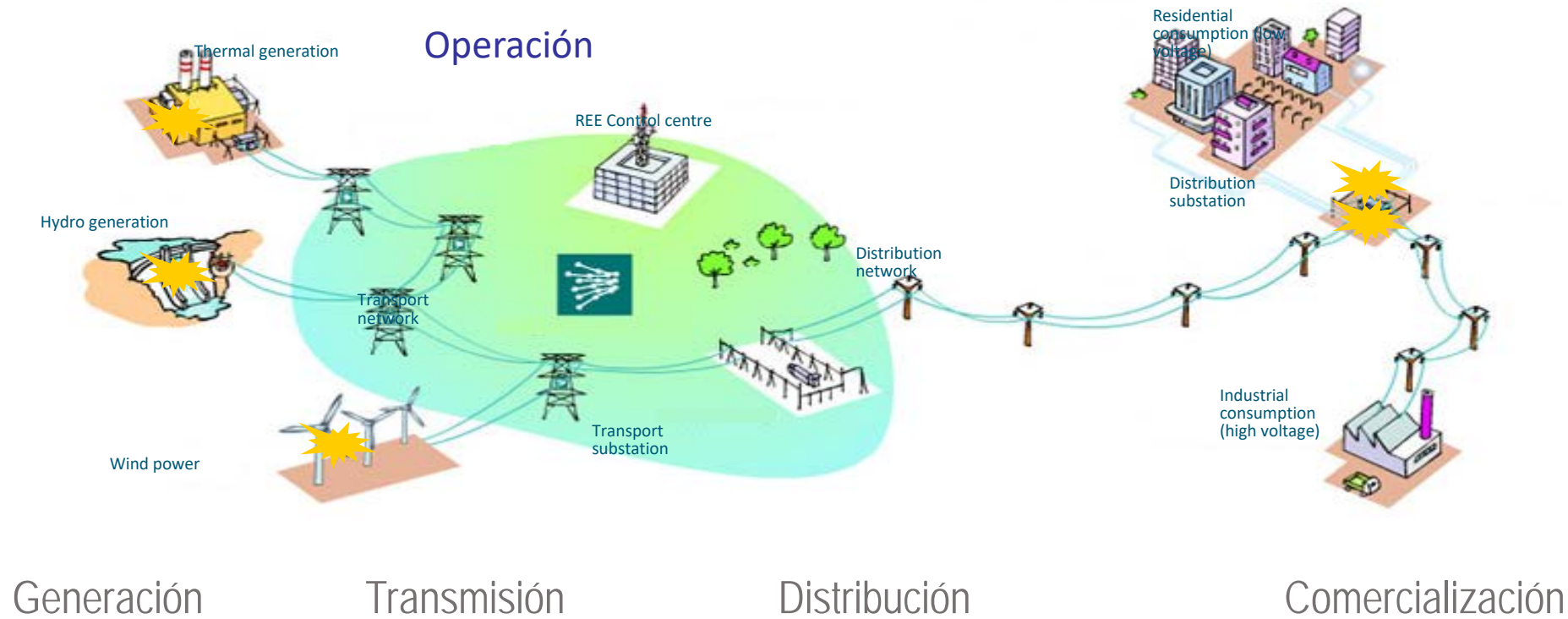
- Relacionado con la aptitud técnica de las instalaciones.
- El interés a proteger es la seguridad y calidad de las instalaciones.
- Resolución de conflictos de acceso: es una función administrativa “de policía” y se corresponde con las competencias de inspección y sanción que tienen las Comunidades Autónomas.



1. **El acceso y conexión** [RD 1955/2000, Ley 24/2013, RD-Ley 23/2020, RD 1183/2020, Circular CNMC 1/2021, RDL 12/21, OM 1182/2021, RD-Ley 8/2023]
2. **El régimen jurídico, económico y técnico** [Ley 54/1997, RD 661/07, RD 616/07, RD 1578/08, RD\_Ley 6/2009, RD\_Ley 14/2010, RD\_Ley 1/2012, Ley 15/2012, RD-Ley 2/2013, RD-Ley 9/2013, Ley 24/2013, RD 413/2014, OM 1045/2014, RD 947/2015, RD 359/2017, RD 650/2017, OM130/2017, OM 360/2018, RD-Ley 23/2020, RD 960/2020, OM 1161/2020, RD-Ley 29/21]
3. **El autoconsumo** [RD 1699/2011; RD 900/2015; RD-Ley 15/2018, RD 244/2019; Resolución CNMC 13/11/19, RD-Ley 29/21]
4. **Las garantías del origen y el etiquetado** [Orden ITC 1522/2007, Orden ITC/2914/2011, Orden 931/2015 y Circular 2/2021]



## El Sistema Eléctrico





## Principios de la liberalización

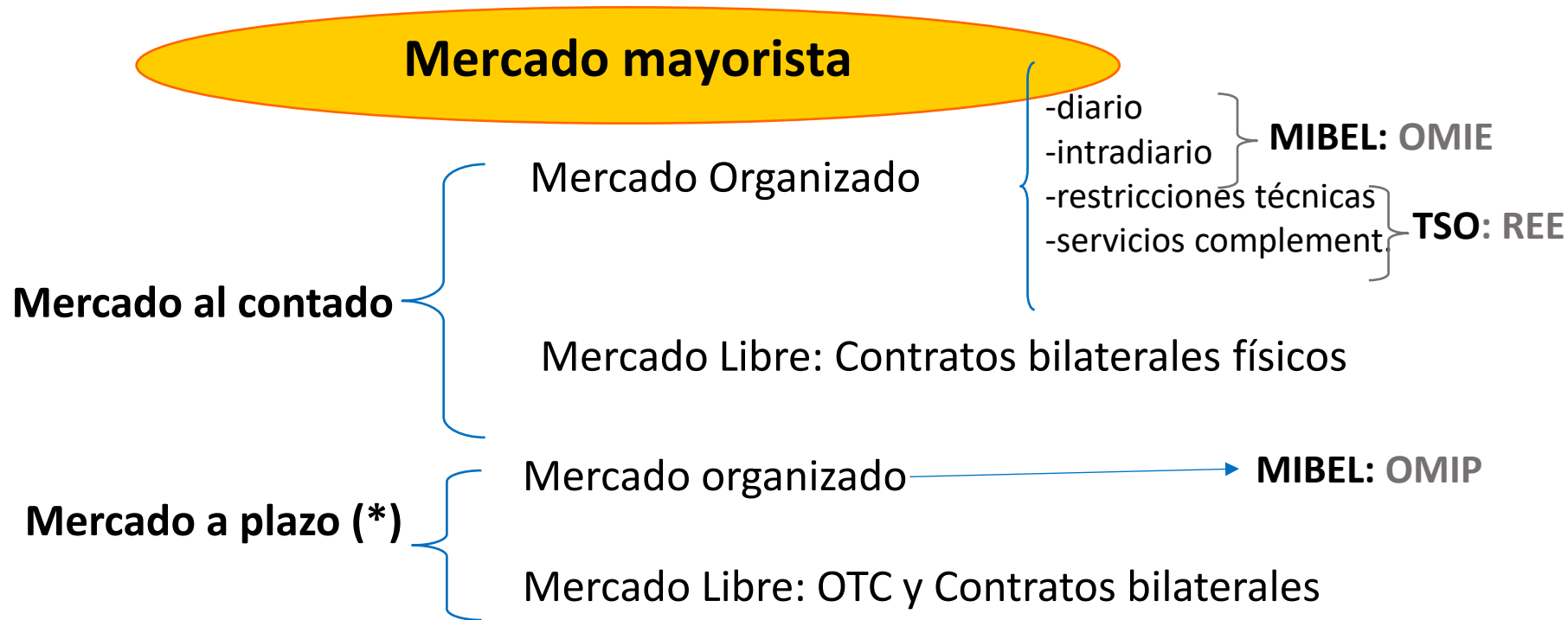
1. La **separación actividades liberalizadas** (generación/aprovisionamiento y comercialización) de las **reguladas** que tienen un carácter de monopolio natural (transmisión y distribución)
2. El derecho a la **libre instalación** para las actividades liberalizadas
3. El funcionamiento de las actividades liberalizadas bajo el principio de **libre competencia**: Mercados mayoristas y minoristas
4. Los consumidores actúan bajo los principios de **libertad de contratación** y de **elección del comercializador**



## Principios de la liberalización

5. El uso de las **redes de transporte y la distribución** (monopolios naturales) se liberaliza a través de la generalización del acceso de terceros a las redes (ATR) mediante el pago de peajes
6. Se abandona la noción de servicio público sustituyéndola por la **garantía de suministro** a todos los consumidores
7. La **protección del medio ambiente**. Es necesario internalizar los costes ambientales en el precio de la energía. En su caso, son factibles incentivos económicos a las energías renovables y a las acciones de eficiencia energética y gestión de la demanda





(\*) Se completa con subastas a largo plazo de energía renovable

**Mercado minorista**

Comercializador vs consumidor



# La regulación de las energías renovables

Experiencia española. 2 Régimen jurídico y económico. Feed-in premium (1998-2013)



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

## Régimen especial



- ☐ Producción de instalaciones  $P \leq 50\text{MW}$  que utilicen:

**cogeneración**  
**energías renovables**  
**residuos**

- ☐ Derecho a incorporar su energía al sistema (prioridad evacuación) o acceder al mercado
- ☐ Retribución:  
Tarifa regulada (garantía de adquisición)  
ó  
Precio Mercado + Prima

## Régimen ordinario



- ☐ Resto de instalaciones
- ☐ Obligación de participar en mercado  $P > 50\text{MW}$
- ☐ Retribución:  
Precio Mercado



# La regulación de las energías renovables

Experiencia española. 2 Régimen jurídico y económico. Subastas de la prima (2016-2017)



asociación iberoamericana de entidades reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades reguladoras da energia

		Wind	Solar PV	Biomass/ Other	TOTAL
1st Auction: 14/01/2016	Capacity (MW)	500	-	200	700
	Support (€/MW)	0	0	0 <sup>(1)</sup>	
2nd Auction: 17/05/2017	Capacity (MW)	2.980	1	19	3.000
	Support (€/MW)	0	0	0	
3rd Auction: 26/07/2017	Capacity (MW)	1.128	3.909	-	5.037
	Support (€/MW)	0	0	-	
TOTAL	Capacity (MW)	4.608	3.910	219	8.737

**Resultados:** Incentivos económicos nulos

**Remuneración:** precio del mercado

(1) Ministerial Order IET/2212/2015 sets a operation incentive for Biomass plants of 53,292 €/MWh





# La regulación de las energías renovables

Experiencia española. 2 Régimen jurídico y económico. Subastas de precio €/MWh (2021-2022)



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

- Based in the mechanism “pay as bid”
- Offer in a closed envelope: “long-term fixed-price offer” [€/MWh]
- Calendar 5 years with commitment to delivery of energy (penalties)
- Small exposure to the market during delivery period (5% if intermittent; 25% for not intermittent, e.g. if 2 hours storage). After that, fully market

		Wind / Solar PV	Biomass/ Other	TOTAL
4st Auction: 21/01/2021	Capacity (MW)	3.034	0	3.034
	Price(€/MW)	25	0	
5st Auction: 19/10/2021	Capacity (MW)	3.125	0	3.125
	Price(€/MW)	30,6	0	
6st Auction: 25/10/ 2022	Capacity (MW)	81	146	227
	Price(€/MW)	55	90	
7st Auction: 22/11/ 2022	Capacity (MW)	45	0	45
	Price(€/MW)	43	0	
TOTAL	Capacity (MW)	6.285	146	6.431



# La regulación de las energías renovables

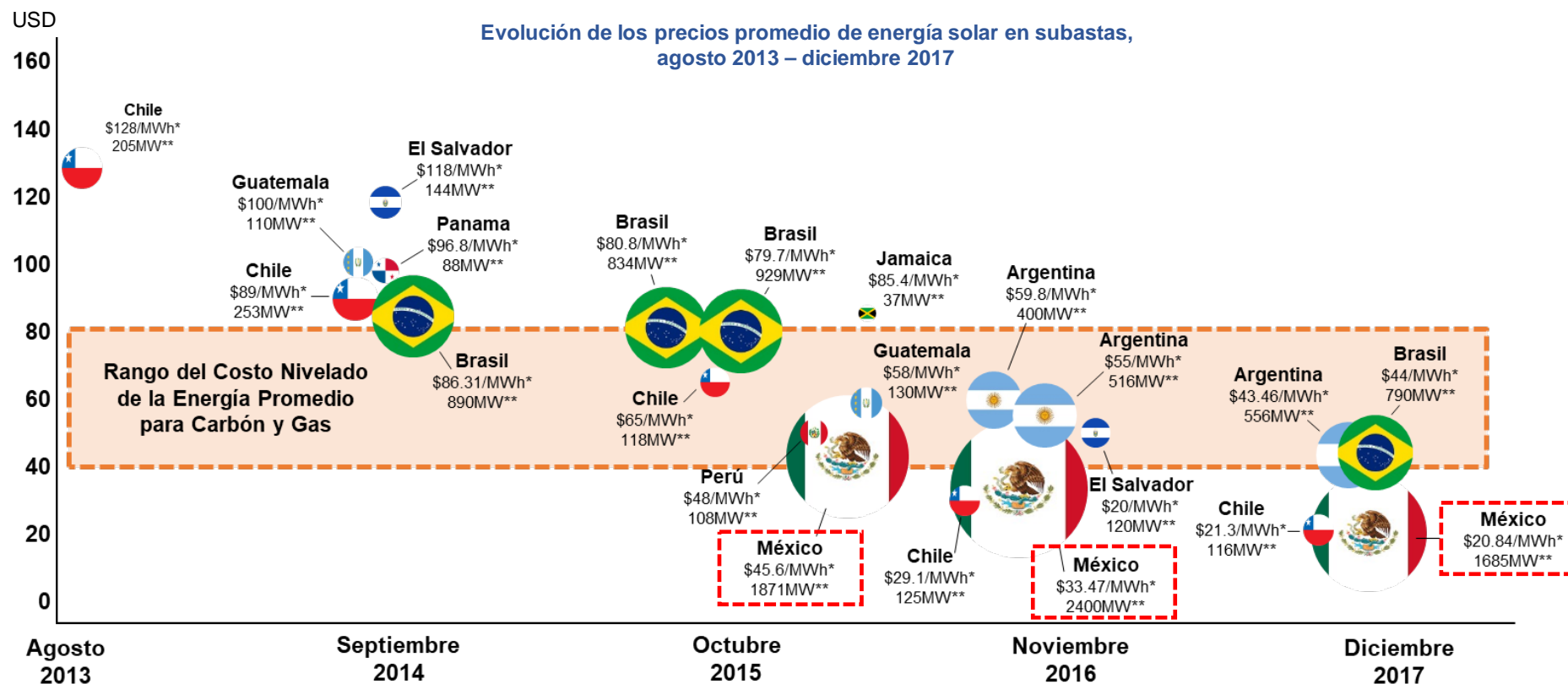
## Latinoamérica. 2 Régimen jurídico y económico. Subastas de precio \$/MWh



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

### Resultados de las subastas en Iberoamérica



\* Dólares por Megawatt-hora

\*\* Megawatts. El tamaño de los círculos en la gráfica está asociado a la capacidad de cada país

Recuperado de: [https://www.greentechmedia.com/articles/read/mexico-record-solar-prices-are-below-the-cost-of-gas-and-coal#gs.nYP\\_QjA](https://www.greentechmedia.com/articles/read/mexico-record-solar-prices-are-below-the-cost-of-gas-and-coal#gs.nYP_QjA)

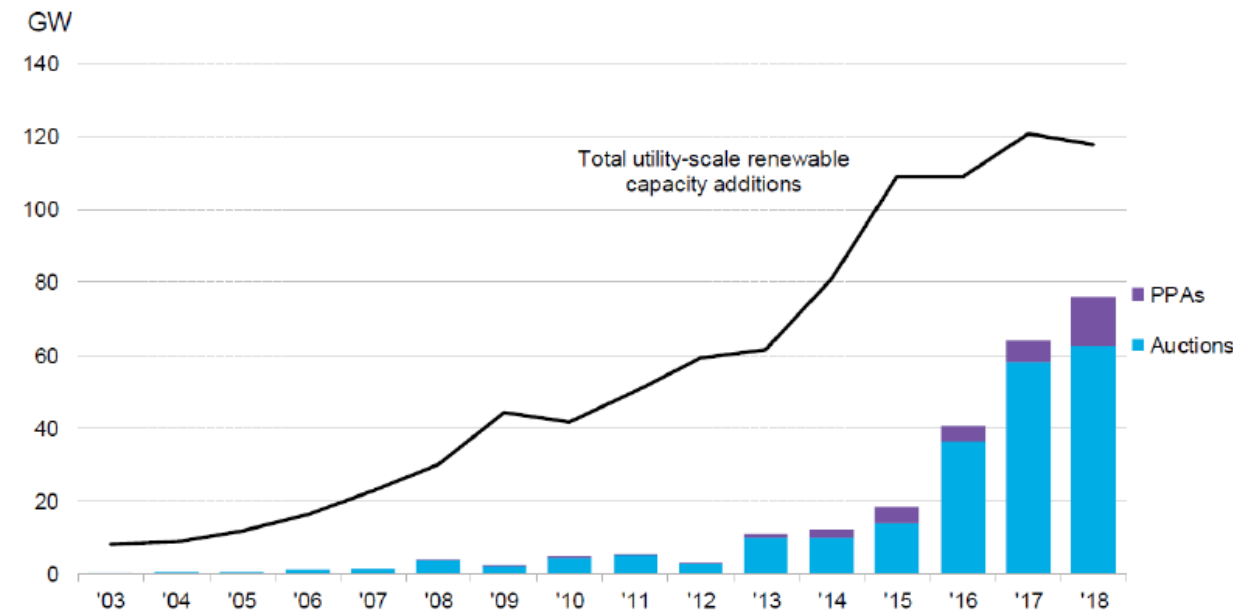
En 2019-2023:  
Portugal, Brasil,  
...

# La regulación de las energías renovables

## 2. Régimen jurídico y económico. PPA

**PPA** is a long-term agreement between a renewable developer and a consumer for the purchase of energy, in a period of time.

### Global auction and PPA volumes



Source: BloombergNEF

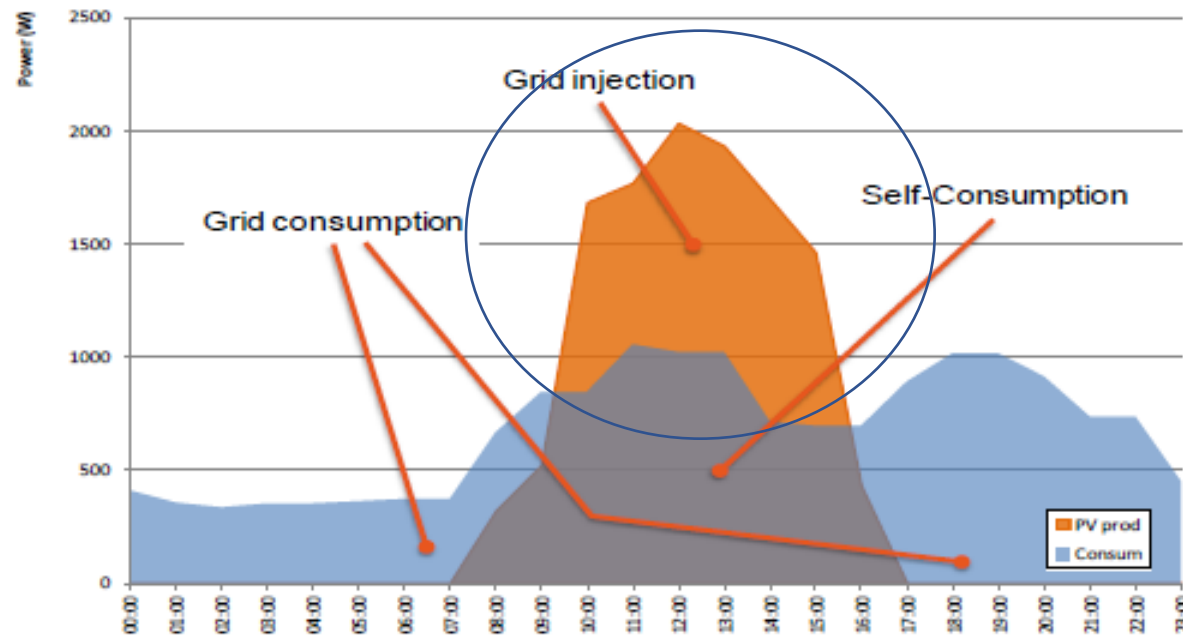


1. **El acceso y conexión** [RD 1955/2000, Ley 24/2013, RD-Ley 23/2020, RD 1183/2020, Circular CNMC 1/2021, RDL 12/21, OM 1182/2021, RD-Ley 8/2023]
2. **El régimen jurídico, económico y técnico** [Ley 54/1997, RD 661/07, RD 616/07, RD 1578/08, RD\_Ley 6/2009, RD\_Ley 14/2010, RD\_Ley 1/2012, Ley 15/2012, RD-Ley 2/2013, RD-Ley 9/2013, Ley 24/2013, RD 413/2014, OM 1045/2014, RD 947/2015, RD 359/2017, RD 650/2017, OM130/2017, OM 360/2018, RD-Ley 23/2020, RD 960/2020, OM 1161/2020, RD-Ley 29/21]
3. **El autoconsumo** [RD 1699/2011; RD 900/2015; RD-Ley 15/2018, RD 244/2019; Resolución CNMC 13/11/19, RD-Ley 29/21]
4. **Las garantías del origen y el etiquetado** [Orden ITC 1522/2007, Orden ITC/2914/2011, Orden 931/2015 y Circular 2/2021]



### Balance neto (net metering) vs. Autoconsumo (net billing)

#### Balance de energía vs. Saldo económico



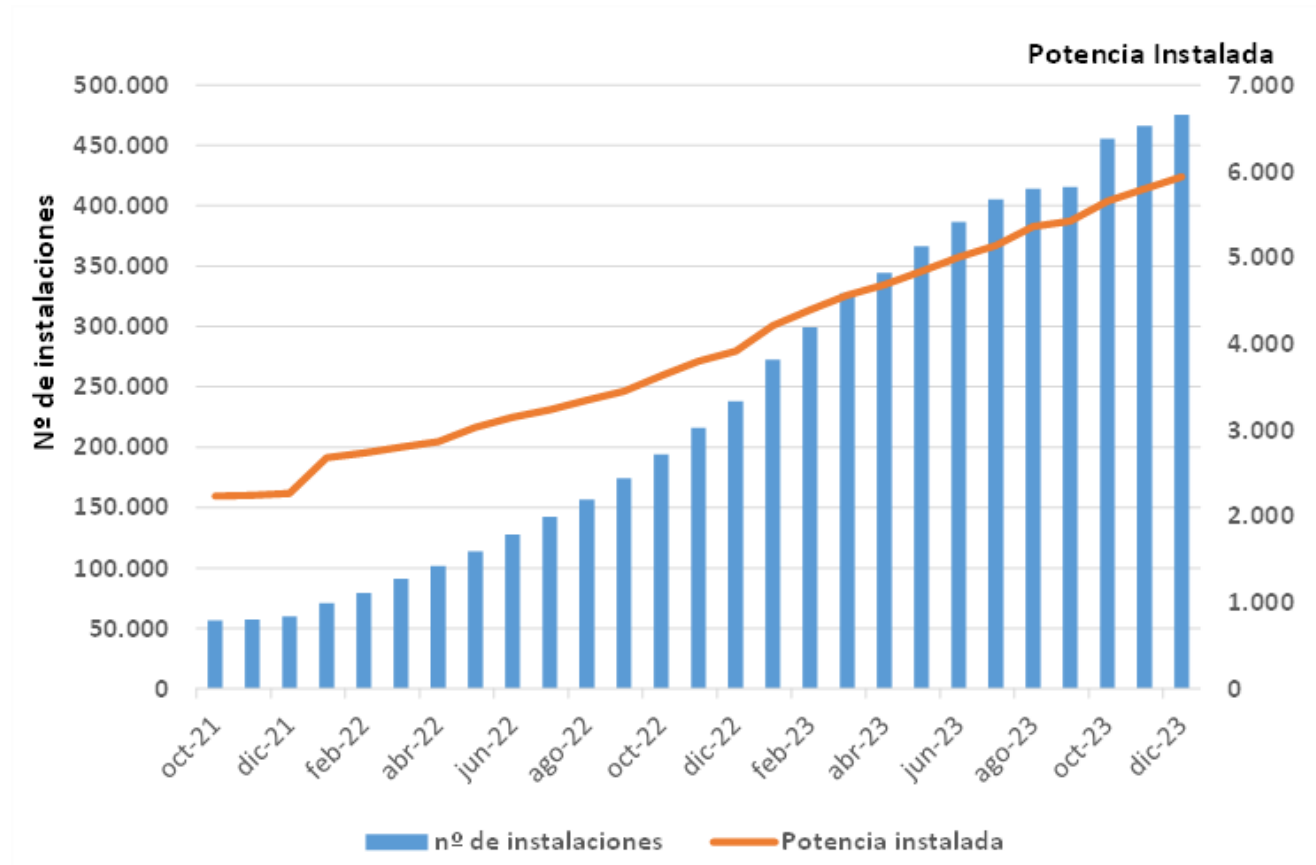
En una primera etapa se ha utilizado en algunos países el Balance neto, para promocionar las ER no convencionales a nivel micro, pero no sostenible a largo plazo (ineficiente): España y la UE han apostado por el autoconsumo (venta de excedentes, con saldo económico horario)





# La regulación de las energías renovables

## Experiencia española. 3. El autoconsumo.



**Objetivo en 2030: 19.000 MW**

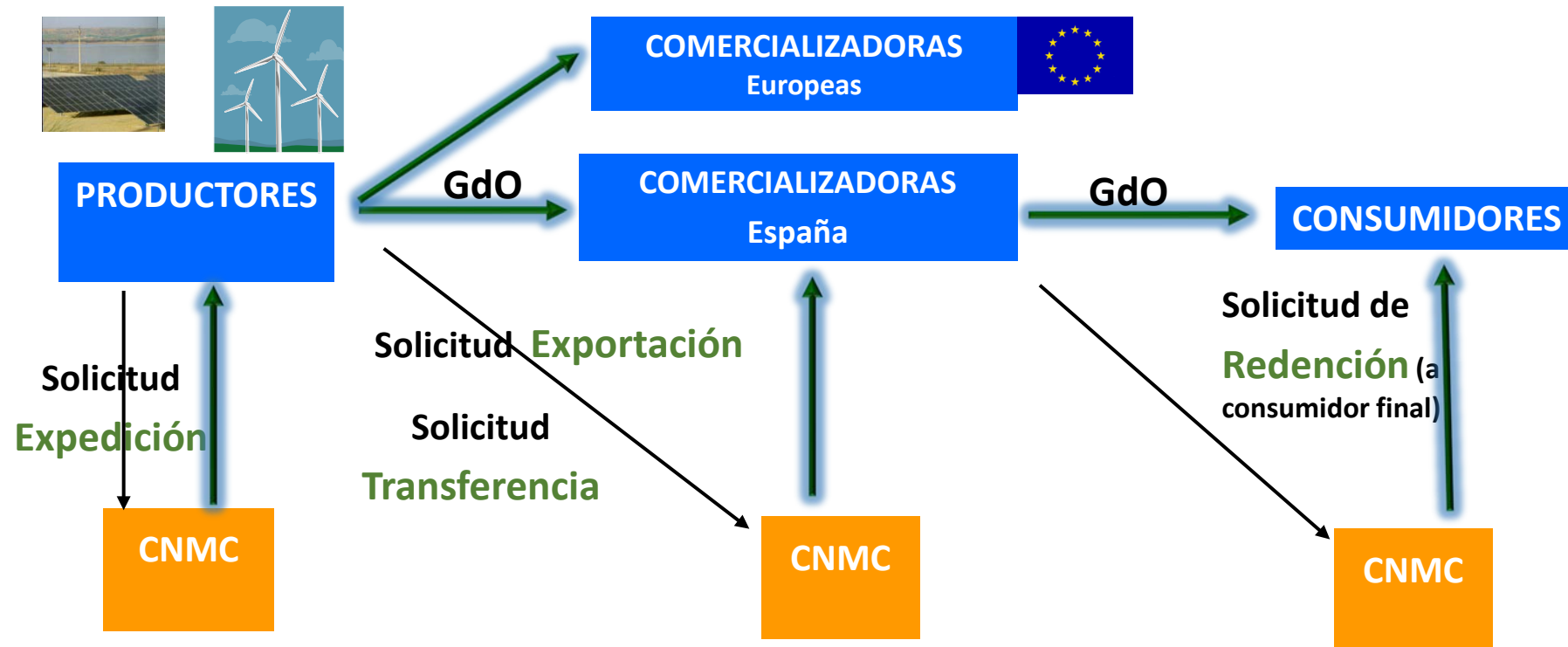


1. **El acceso y conexión** [RD 1955/2000, Ley 24/2013, RD-Ley 23/2020, RD 1183/2020, Circular CNMC 1/2021, RDL 12/21, OM 1182/2021, RD-Ley 8/2023]
2. **El régimen jurídico, económico y técnico** [Ley 54/1997, RD 661/07, RD 616/07, RD 1578/08, RD\_Ley 6/2009, RD\_Ley 14/2010, RD\_Ley 1/2012, Ley 15/2012, RD-Ley 2/2013, RD-Ley 9/2013, Ley 24/2013, RD 413/2014, OM 1045/2014, RD 947/2015, RD 359/2017, RD 650/2017, OM130/2017, OM 360/2018, RD-Ley 23/2020, RD 960/2020, OM 1161/2020, RD-Ley 29/21]
3. **El autoconsumo** [RD 1699/2011; RD 900/2015; RD-Ley 15/2018, RD 244/2019; Resolución CNMC 13/11/19, RD-Ley 29/21]
4. **Las garantías del origen y el etiquetado** [Orden ITC 1522/2007, Orden ITC/2914/2011, Orden 931/2015 y Circular 2/2021]



# La regulación de las energías renovables

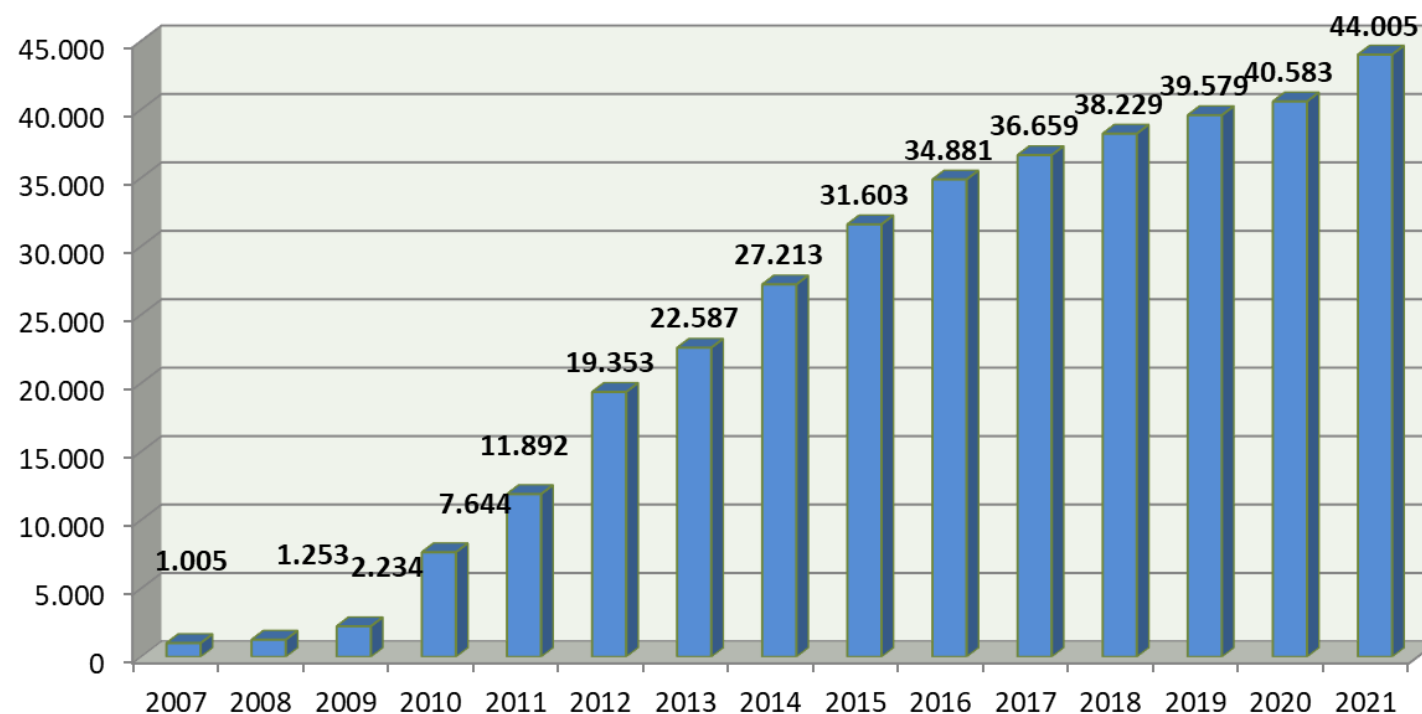
## Experiencia española. 4 Las garantías de origen



# La regulación de las energías renovables

## Experiencia española. 4 Las garantías de origen

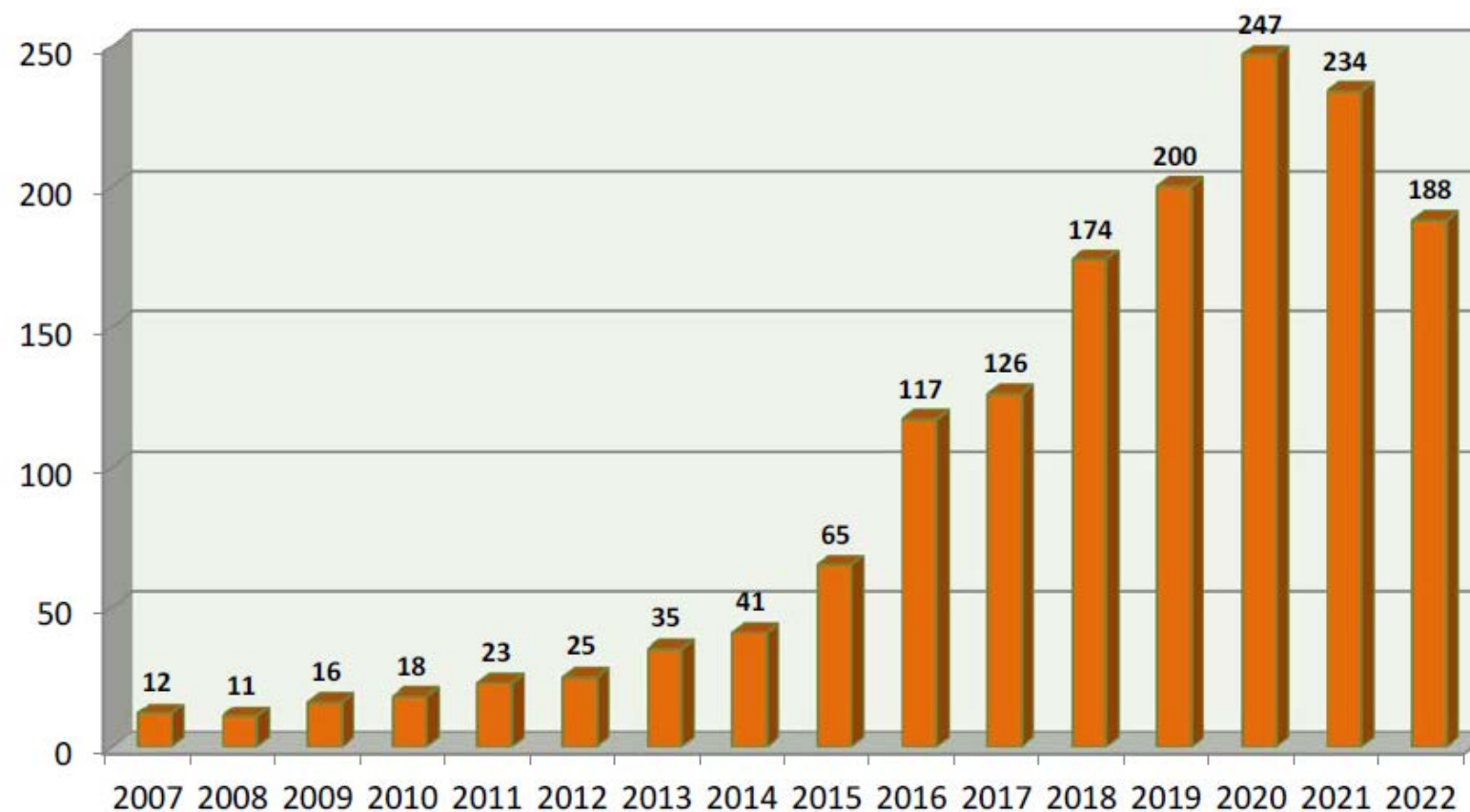
### GENERADORES RES



# La regulación de las energías renovables

## Experiencia española. 4 Las garantías de origen

### COMERCIALIZADORES



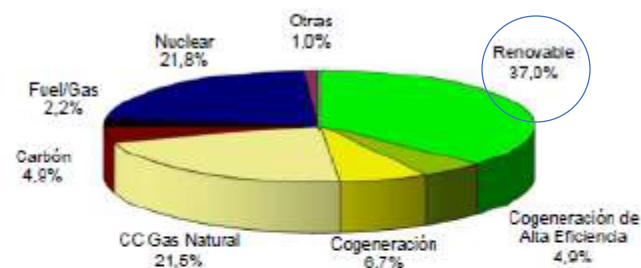


# La regulación de las energías renovables

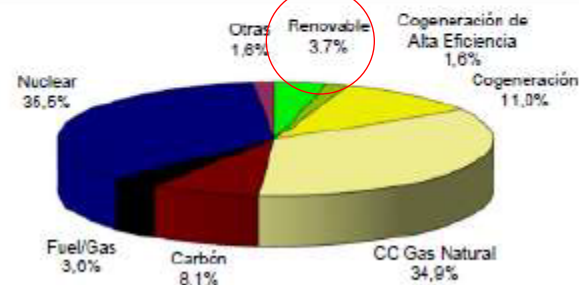
## Experiencia española. 4 El etiquetado de la electricidad

### Origen de la electricidad

Mezcla de Producción en el sistema eléctrico español 2019



Mezcla Comercializadora Genérica



Origen	Comercializadora Genérica	Mezcla de Producción sistema eléctrico español
Renovable	3,7%	37,0%
Cogeneración de Alta Eficiencia	1,6%	4,9%
Cogeneración	11,0%	6,7%
CC Gas Natural	34,9%	21,5%
Carbón	8,1%	4,9%
Fuel/Gas	3,6%	2,2%
Nuclear	35,5%	21,8%
Otras	1,6%	1,0%

El sistema eléctrico nacional ha importado un 2,7% de producción neta total nacional



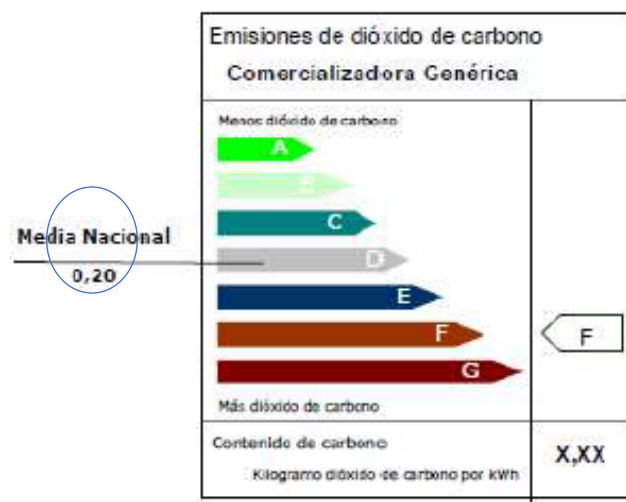
# La regulación de las energías renovables

## Experiencia española. 4 El etiquetado de la electricidad

### Impacto medioambiental

El impacto ambiental de su electricidad depende de las fuentes energéticas utilizadas para su generación.

En una escala de A a G donde A indica el mínimo impacto ambiental y G el máximo, y que el valor medio nacional corresponde al nivel D, la energía comercializada por su "Comercializador A" tiene los siguientes valores:





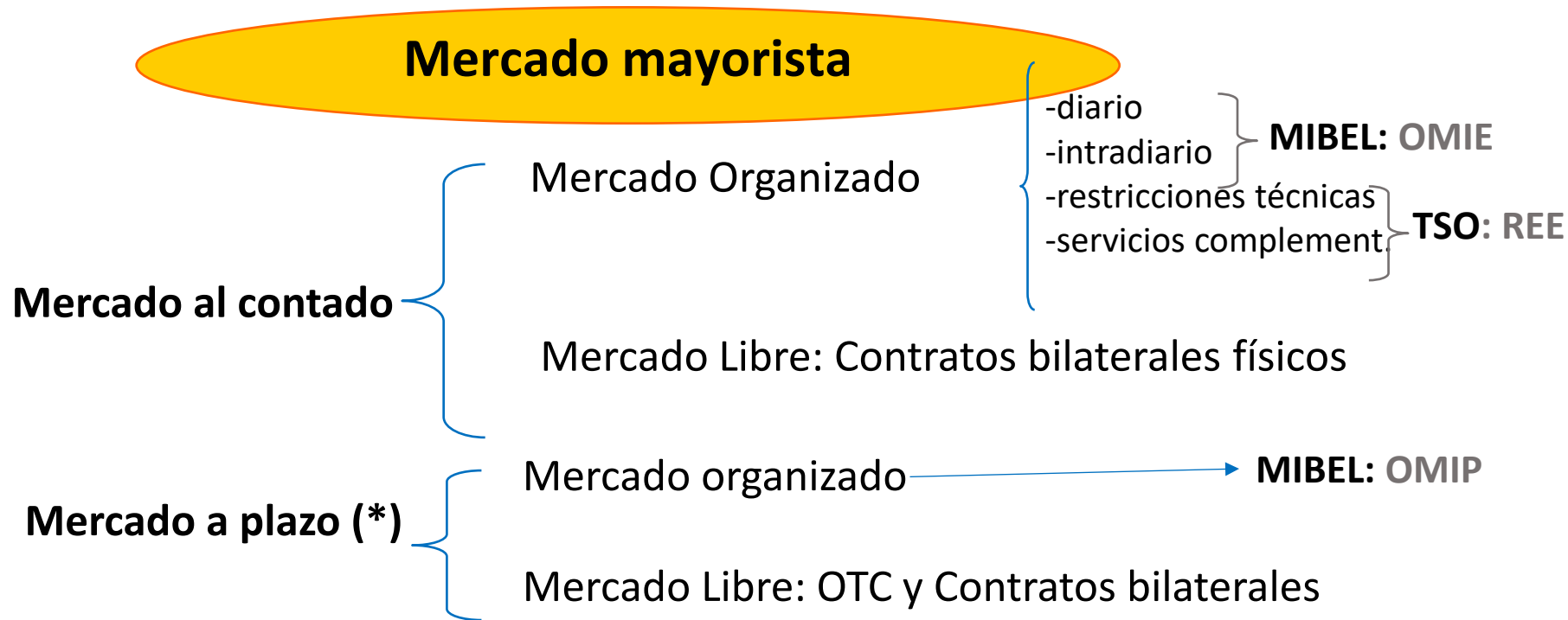
asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

PUNTO

2

*La integración técnica en el sector eléctrico*



(\*) Se completa con subastas a largo plazo de energía renovable

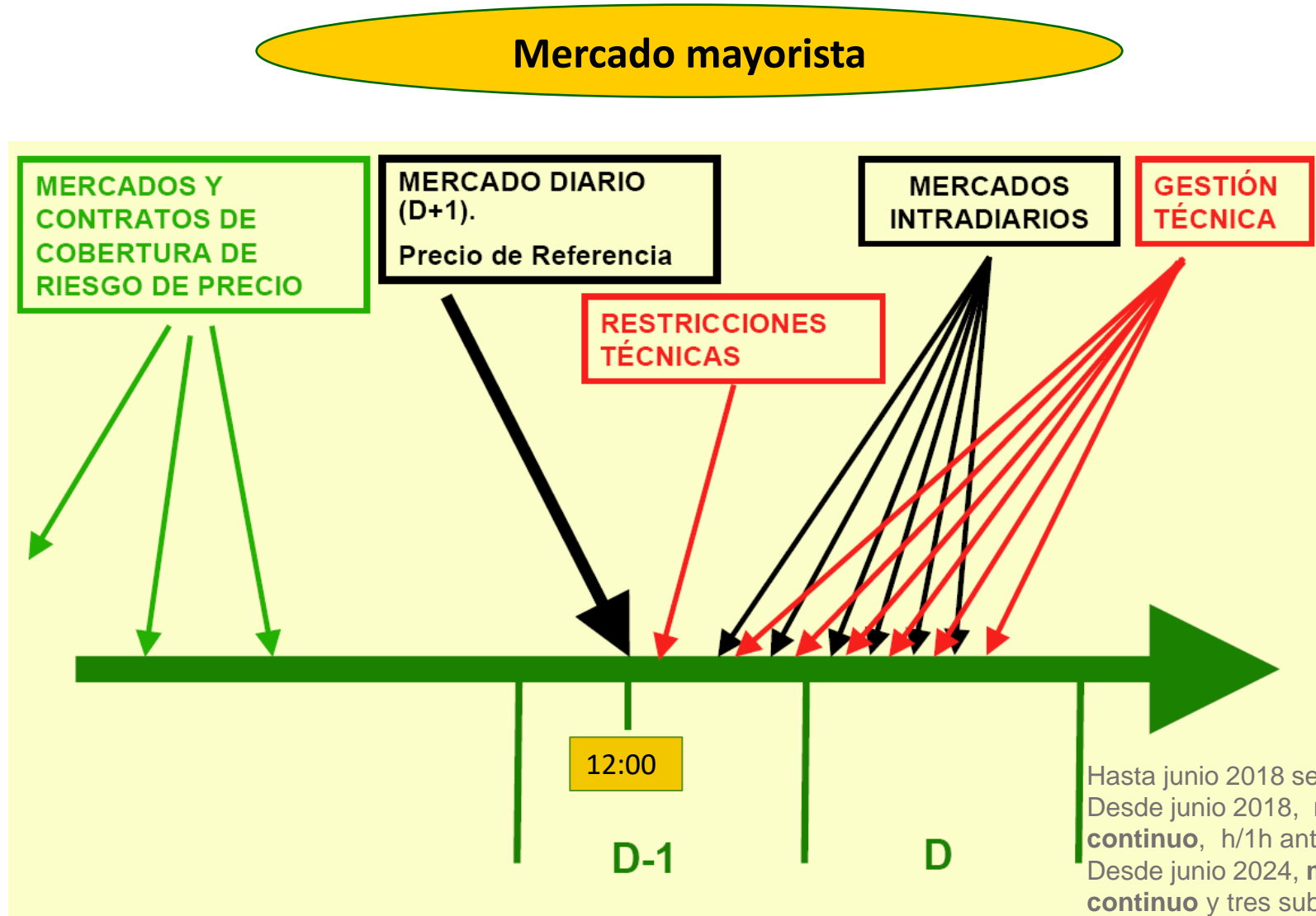
**Mercado minorista**

Comercializador vs consumidor



# La integración técnica de las energías renovables

Experiencia española. El mercado

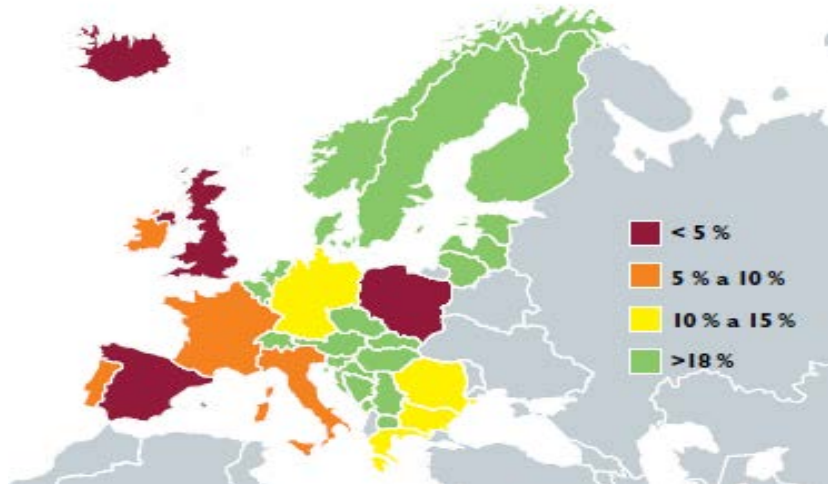




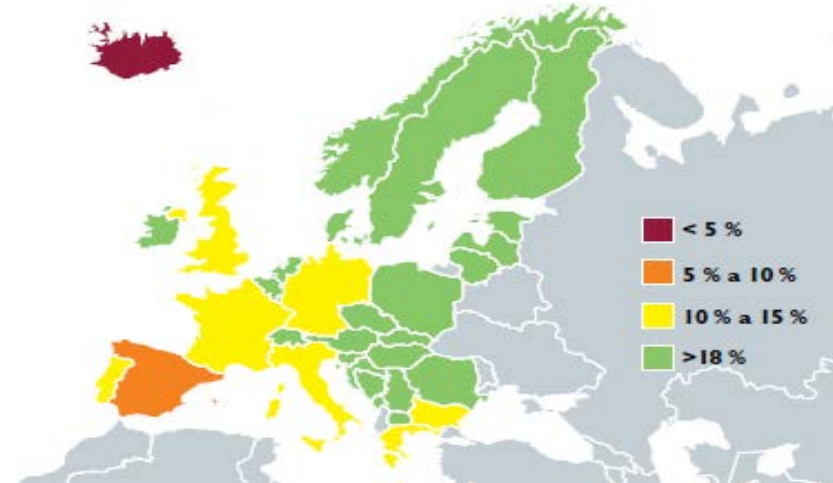
# La integración técnica de las energías renovables

Experiencia española: isla eléctrica

Ratios de interconexión (2011)



Ratios de interconexión (2020)



Objetivo UE del 15% en 2030: Pero, **España** <> 7% (cuasi isla eléctrica)





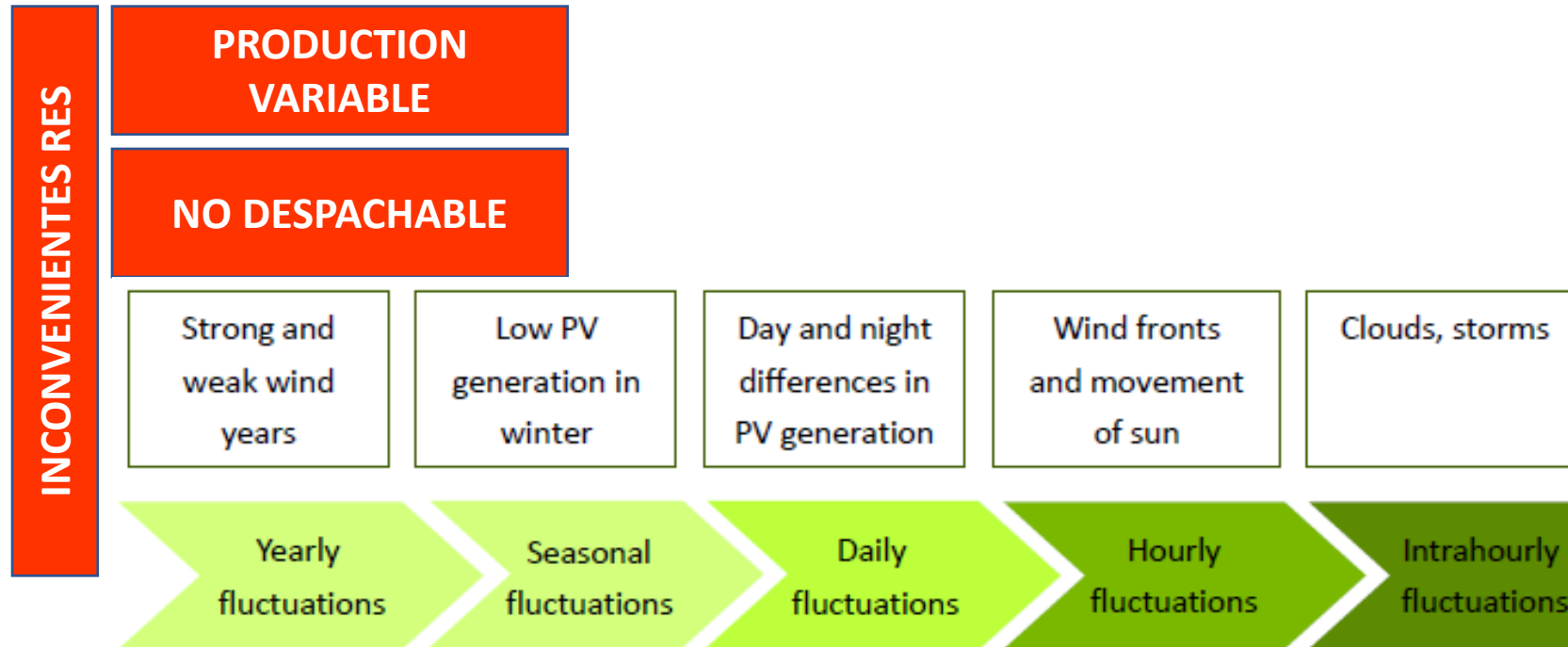
# La integración técnica de las energías renovables

Experiencia española. Producción variable y no despachable



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia



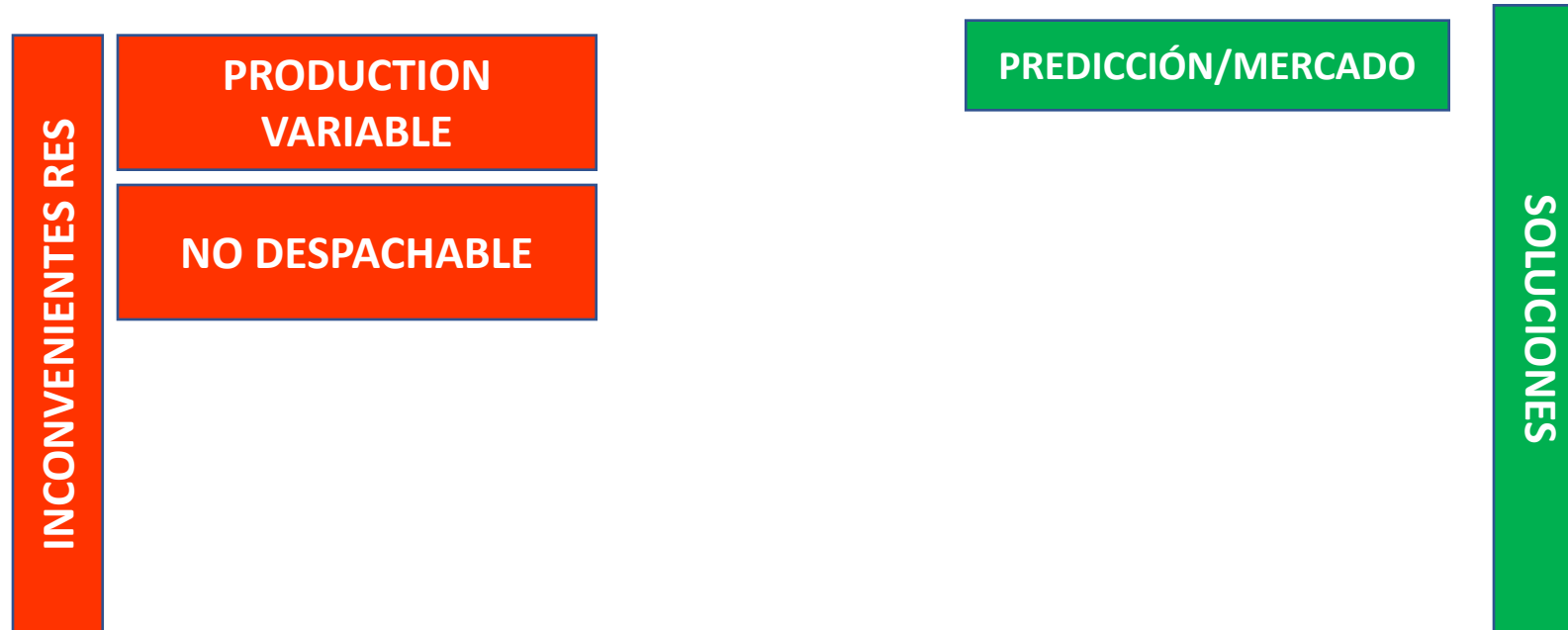
# La integración técnica de las energías renovables

*Experiencia española. Producción variable y no despachable*



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia



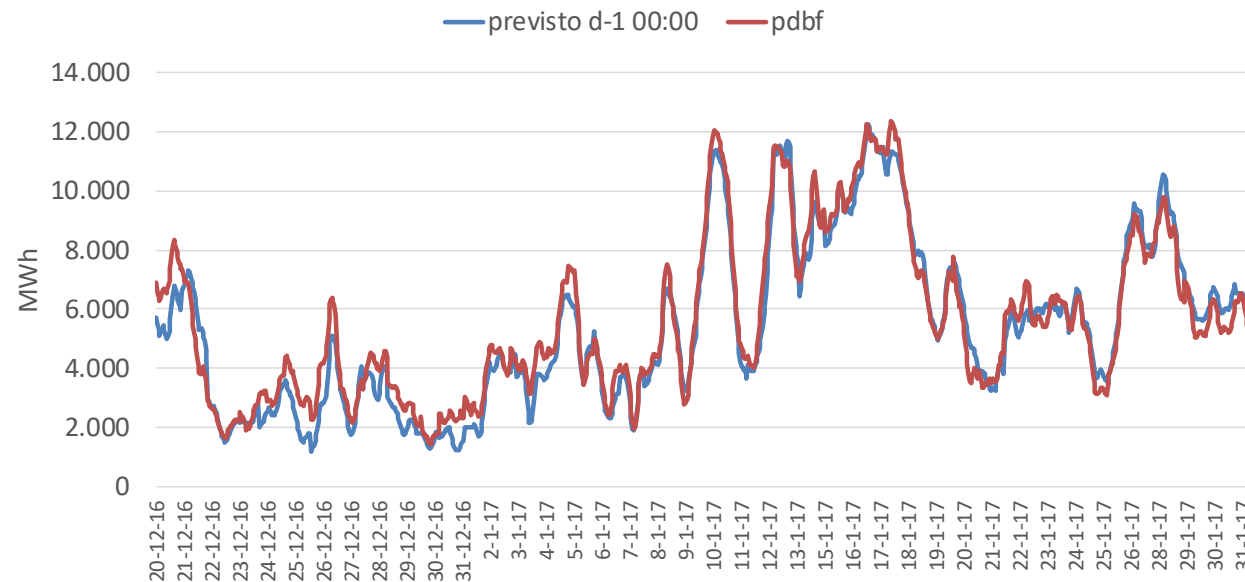
# La integración técnica de las energías renovables

Experiencia española. Producción variable y no despachable



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía  
associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

- Obligación de **participación en el mercado**: las desviaciones entre previsión y producción real son penalizadas (instalaciones >15 kW)
- Figura del **representante** (agrupa a varios agentes con varias instalaciones: desvío neto de los mercados diario e intradiarios)
- Desarrollo de **herramientas de predicción**
- REE desarrolló antes de 2004 el modelo **SIPREOLICO** (predicción global y regional eólica): Ejemplo predicción vs. real



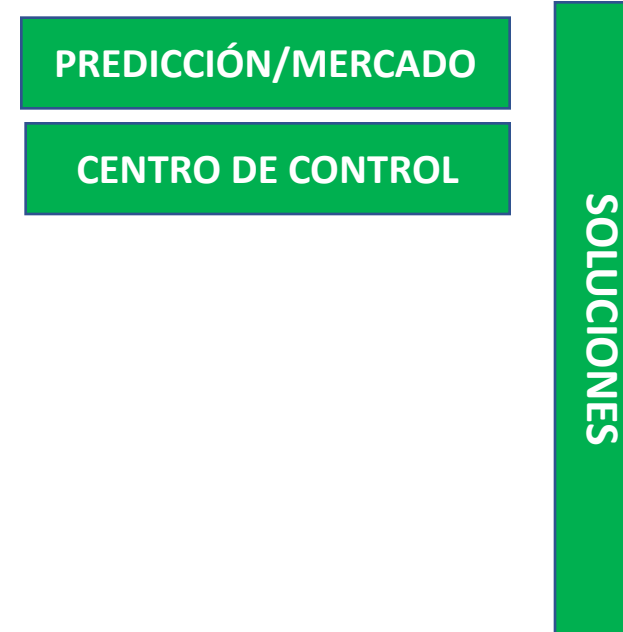
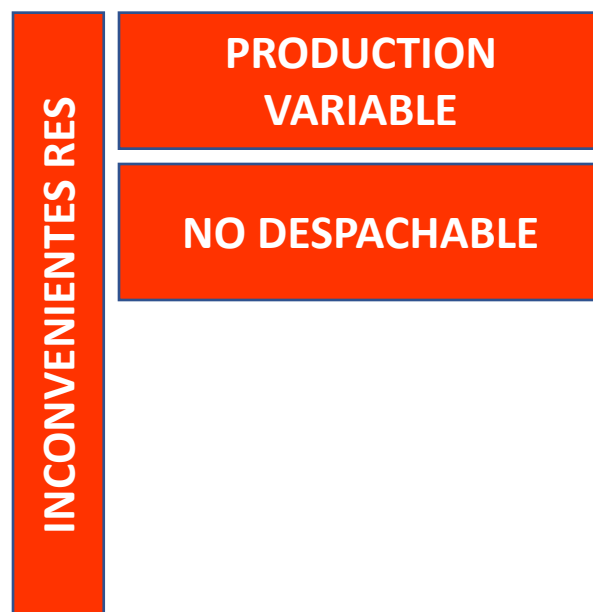
# La integración técnica de las energías renovables

*Experiencia española. Producción variable y no despachable*



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia



# La integración técnica de las energías renovables

*Experiencia española. Producción variable y no despachable*



asociación iberoamericana de entidades reguladoras de la energía  
asociação iberoamericana de entidades reguladoras da energia

## Centro de Control Energías Renovables (CECRE):

Centro del Operador del Sistema donde se conoce la información en tiempo real de 30-40 **Centros de Control Privados** que agrupan a las instalaciones ER, y se emiten ordenes de despacho.

**Obligación pertenecer a un Centro de Control Privado >5MW:** (instalaciones ER agrupadas por punto de conexión)



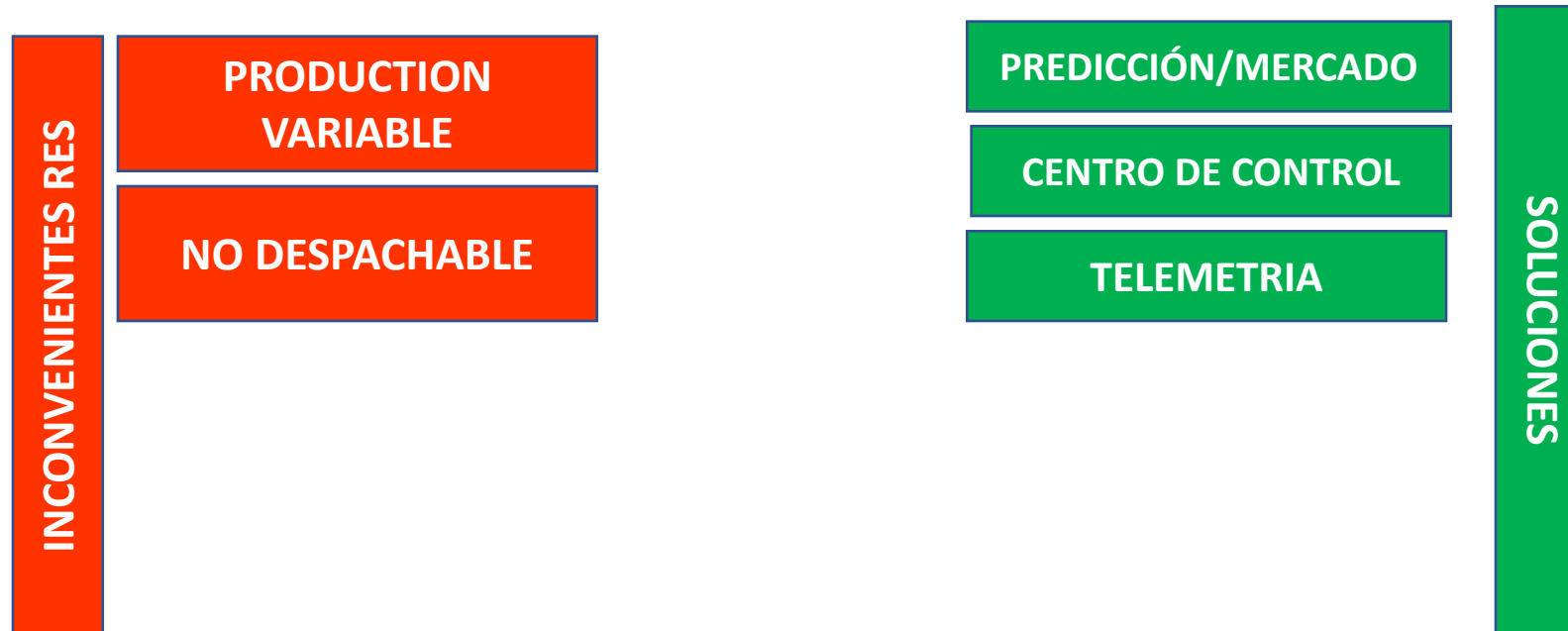
# La integración técnica de las energías renovables

*Experiencia española. Producción variable y no despachable*



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia





# La integración técnica de las energías renovables

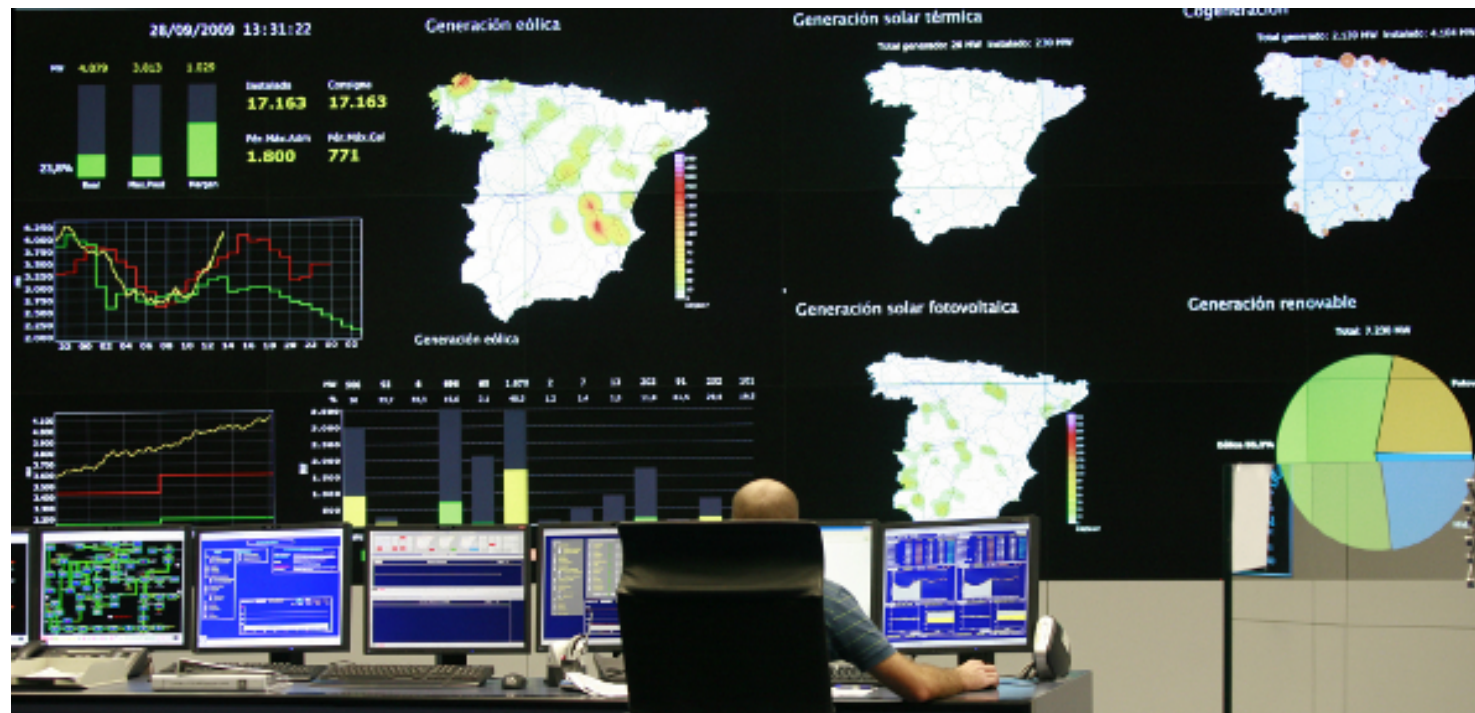
Experiencia española. Producción variable y no despachable



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

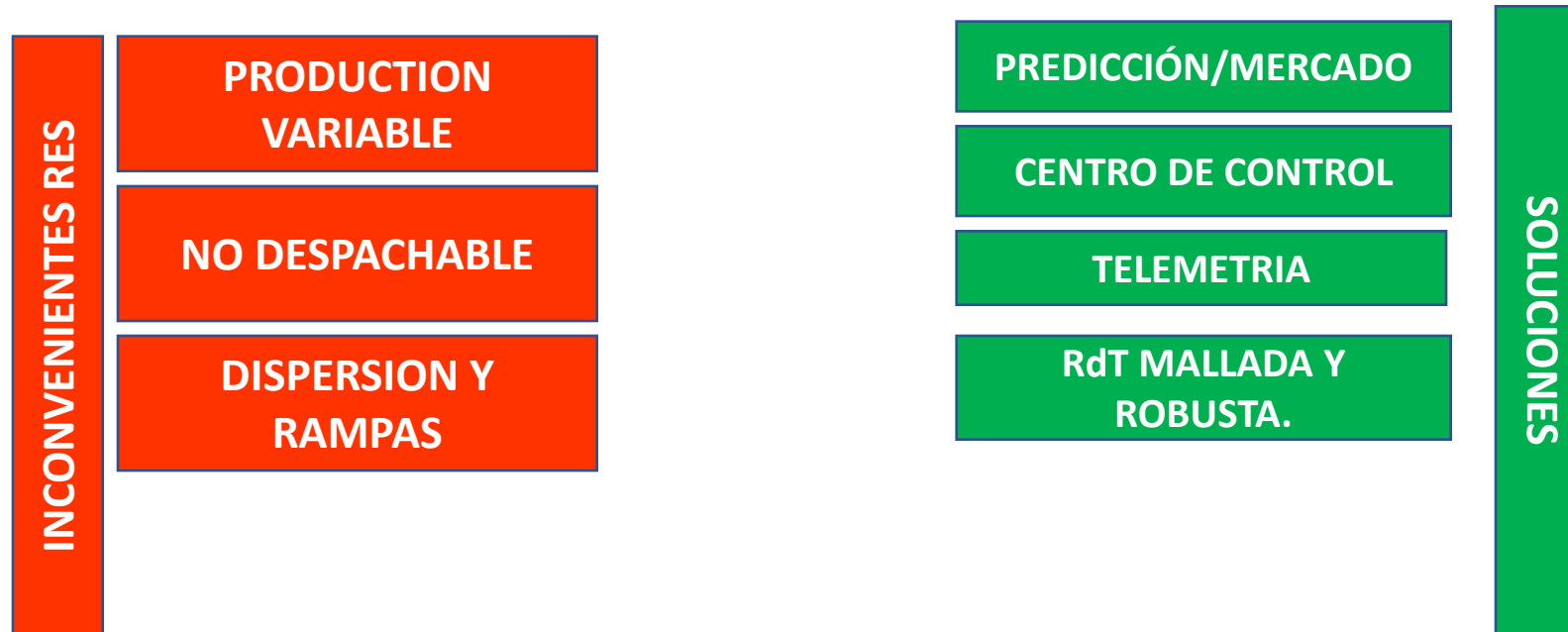
associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

- **Telemetría:** Remisión al CECRE de las medidas de energía activa y reactiva en tiempo real de las instalaciones RES > 1 MW



# La integración técnica de las energías renovables

Experiencia española. Dispersión territorial y rampas



# La integración técnica de las energías renovables

*Experiencia española. Dispersión territorial y rampas*

## Red de Transporte mallada

- Incluye 400 kV y 220 kV, y las conexiones internacionales
- Red mallada sin congestiones estructurales significativas
- Reducida capacidad de interconexión con Francia
- Carga media por línea: 20%; Ídem por transformador: 35%
- Pérdidas promedio: 2,10%
- Índice de disponibilidad: 98% (incentivo/penalización > 97%)



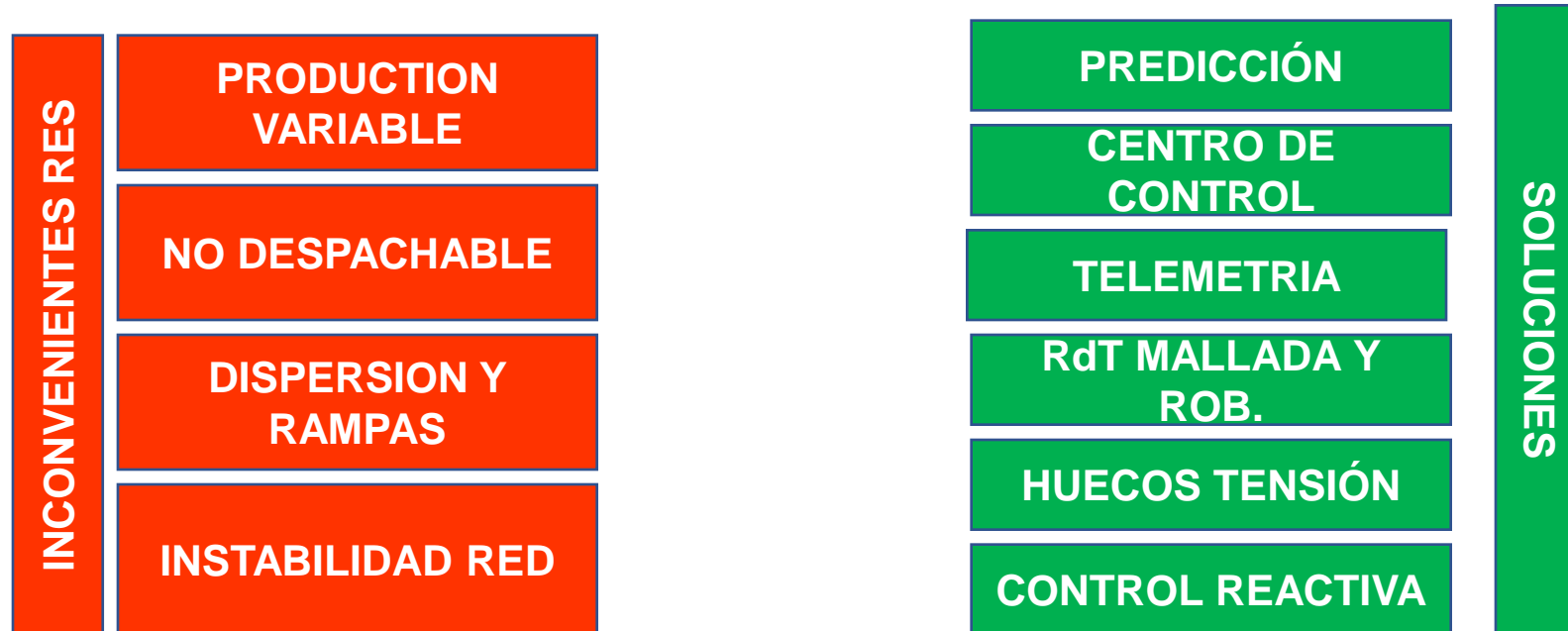
# La integración técnica de las energías renovables

Experiencia española. Inestabilidad en la red



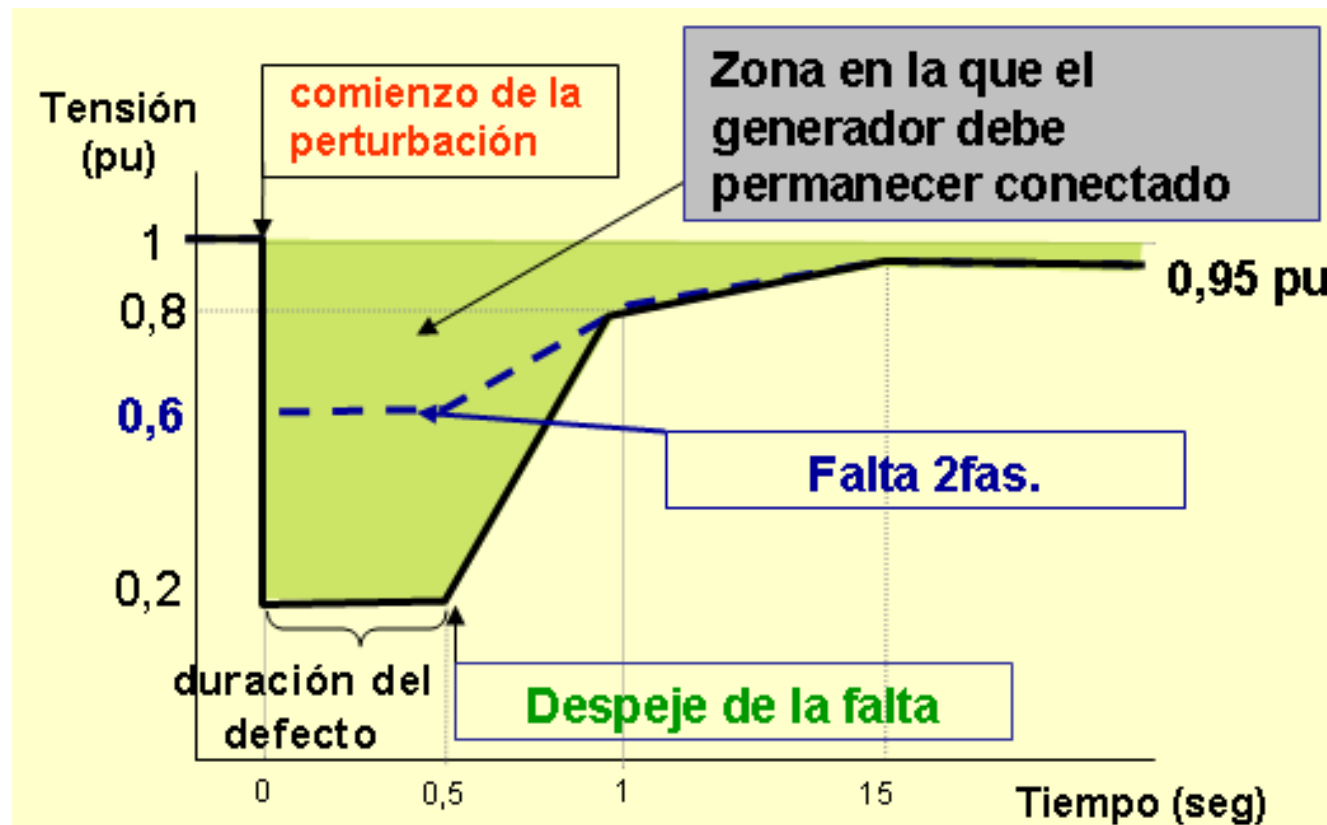
asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia



### Procedimiento de operación 12.3: huecos de tensión

Las instalaciones eólicas y fotovoltaicas > 2 MW deben soportar caídas de tensión transitorias





# La integración técnica de las energías renovables

*Experiencia española. Inestabilidad en la red*



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía  
associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

## **Real Decreto-ley 9/2013:**

### **Procedimiento de operación 7.5 del factor de potencia**

Rango obligatorio para el factor de potencia: 0,98 inductivo - 0,98 capacitivo

Las instalaciones con  $P > 5$  MW deben seguir las instrucciones del gestor del sistema (TSO), en un rango de 0,95 potencia inductiva - 0,95 capacitiva





# La integración técnica de las energías renovables

Experiencia española. Regulación técnica. Resumen



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía  
asociação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

- a. Previsión (pronostico) de funcionamiento “agregado” (mediante un representante y tratar de cumplir la previsión/pronostico > 15 kW)
- b. Adscripción a un centro de control > 5 MW
- c. Envío de telemedidas al TSO >1 MW
- d. Cumplimiento de normativa huecos de tensión
- e. Factor de potencia: +- 0,98 (seguir instrucciones del TSO >5 MW)
- f. Participación voluntaria en SS.AA. (habilitación TSO y > 10 MW)





asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

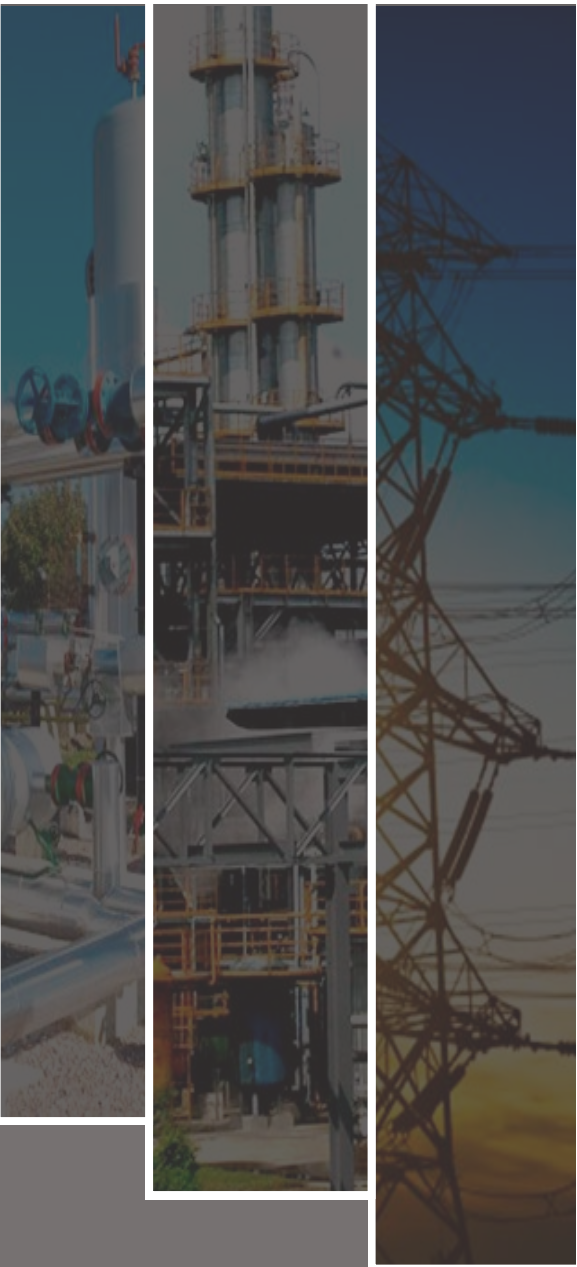
PUNTO

3

## *Algunas reflexiones*

- Un mercado diario e intradiario competitivo con precios mayoristas similares a los de la UE.
- Mecanismos de apoyo a renovables FiT (primero) y FiP (después)
- Inversiones por 37.000 MW RES (23.000 MW eólicos): señales correctas (RES)
- Un mix equilibrado de generación con alta presencia de renovables no convencionales en un sistema cuasi aislado: la regulación técnica ha garantizado el suministro.
- Avanzar en mayor integración de renovables no convencionales (RES): se precisan mecanismos de flexibilidad y mecanismos de capacidad





asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

Ponente: Luis Jesús Sánchez de Tembleque  
Secretario Ejecutivo de ARIAE y CNMC de España