



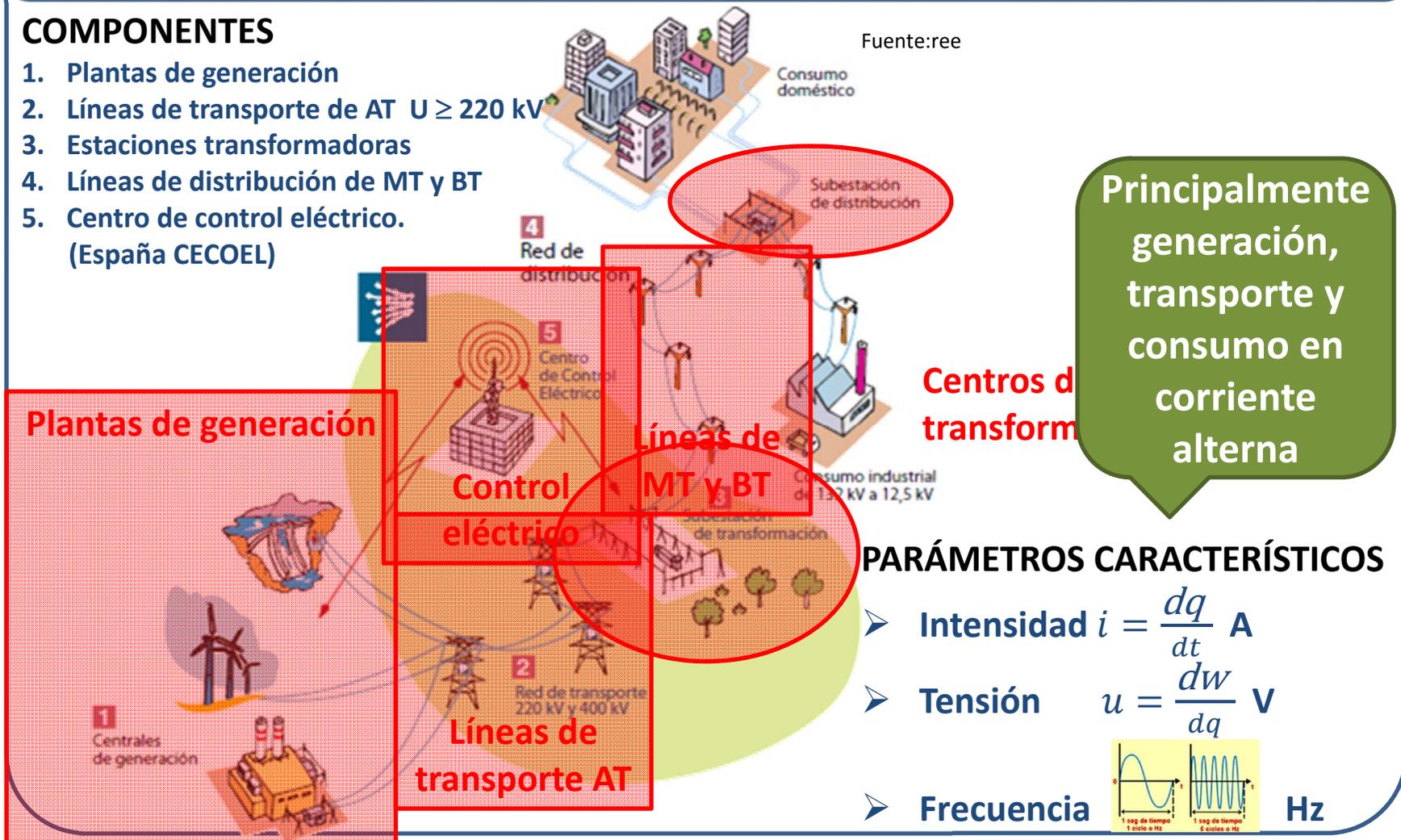
# *TEMA 1. LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS*

# GENERALIDADES

**Sistema eléctrico:** conjunto de elementos que operan de forma coordinada en un territorio para satisfacer la demanda de energía eléctrica.

## COMPONENTES

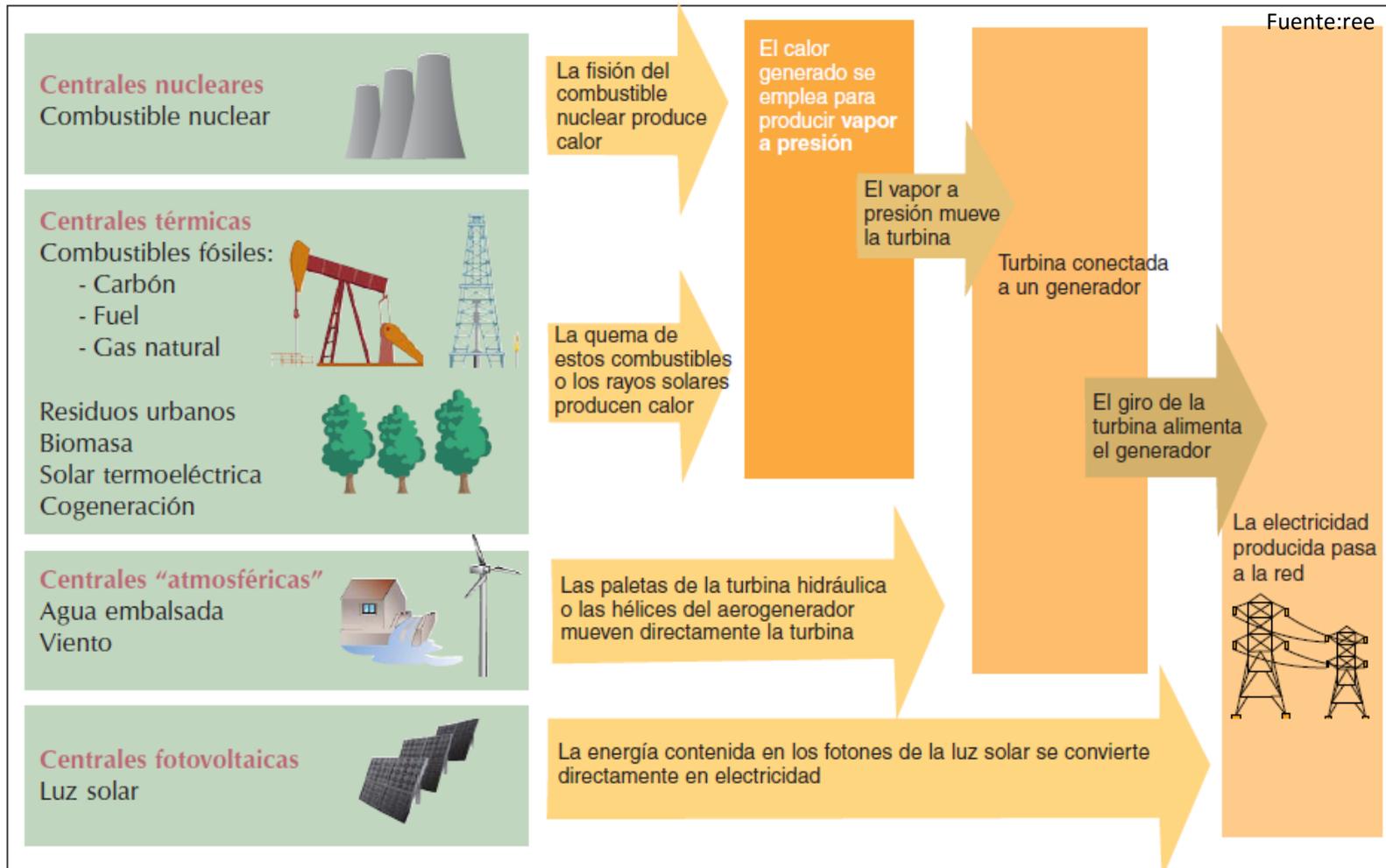
1. Plantas de generación
2. Líneas de transporte de AT  $U \geq 220$  kV
3. Estaciones transformadoras
4. Líneas de distribución de MT y BT
5. Centro de control eléctrico.  
(España CECOEL)



# GENERALIDADES

## Generación de la electricidad

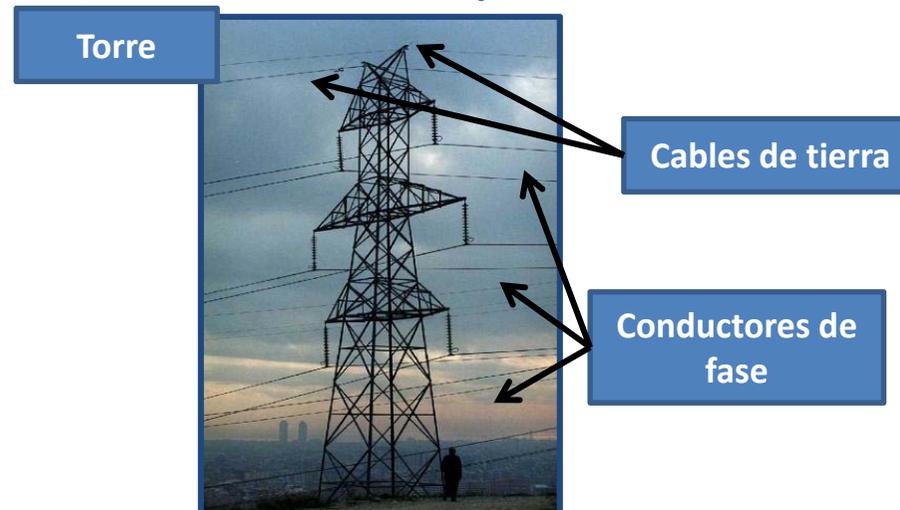
➤ La electricidad es una fuente de energía secundaria



# GENERALIDADES

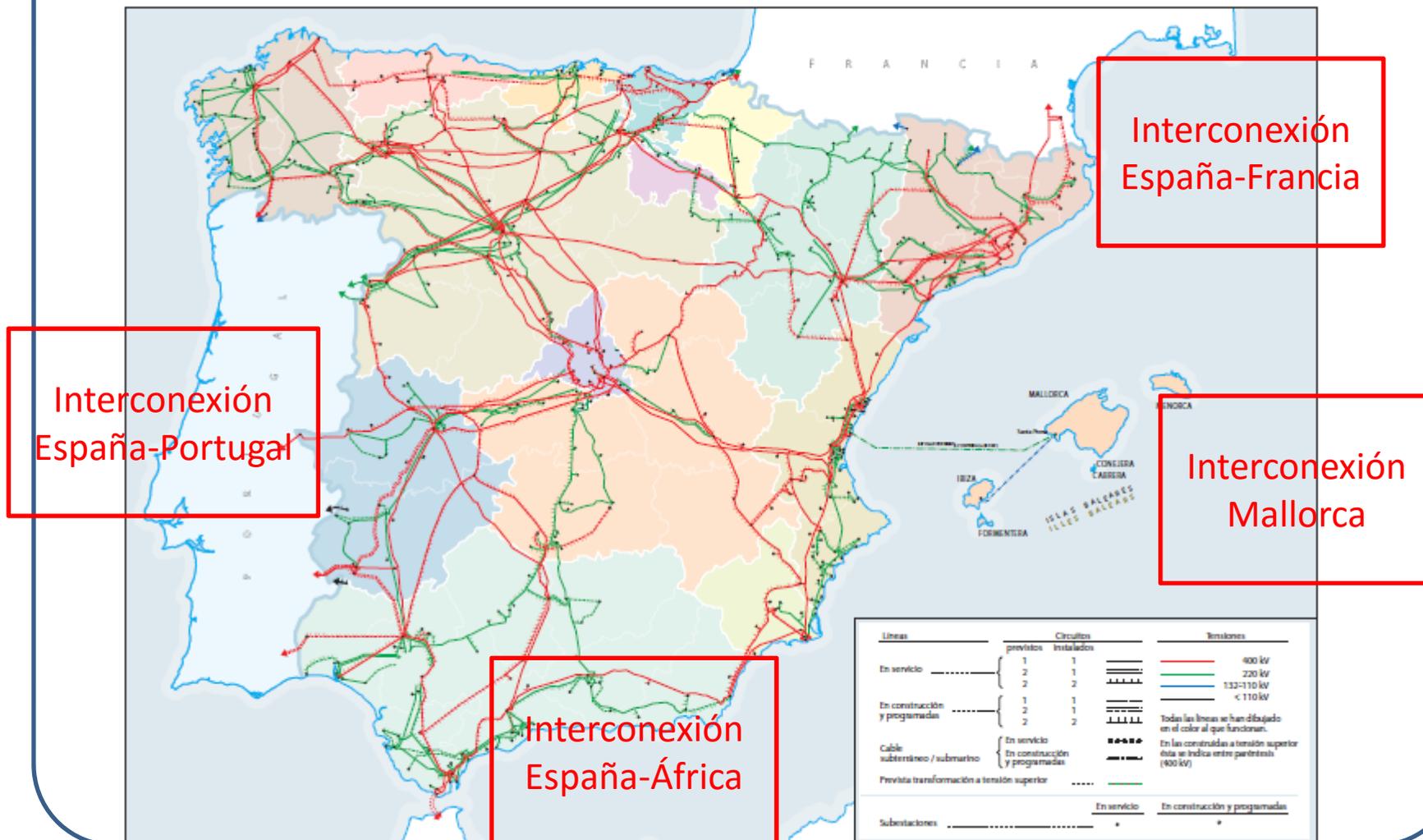
## *El transporte de la electricidad*

- La red de transporte: garantiza energía a consumidores con las menores pérdidas  
En España la longitud de líneas de transporte es mayor de 35000 km.
- REE es el transportista de energía eléctrica (dueña de las líneas y estaciones transformadoras) y gestor de la red.
- La tensión de la red está relacionada con la cantidad de energía a transportar y distancia a recorrer:
  - A mayor tensión menores pérdidas en el transporte. *El transformador como elemento crucial en los sistemas de energía eléctricos.*
  - La resistencia de las líneas o cables está relacionada con las pérdidas. Diseño de los cables (temperatura, material, diámetro).



## El transporte de la electricidad

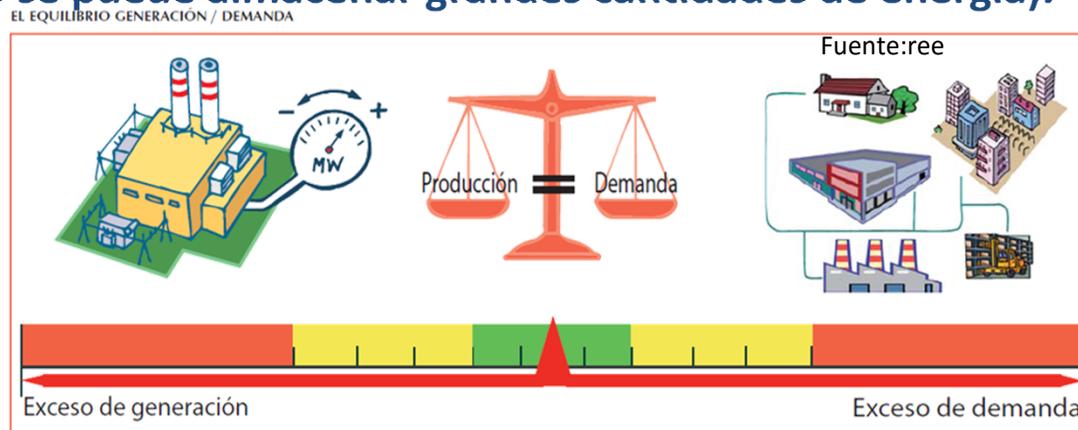
- Interconexión de los sistemas de transporte para garantizar la estabilidad.



# GENERALIDADES

***Red eléctrica de España (REE) es responsable de la operación del sistema mediante el Centro de control (CECOEL)***

- La operación del sistema es un equilibrio entre generación y consumo en tiempo real (no se puede almacenar grandes cantidades de energía).

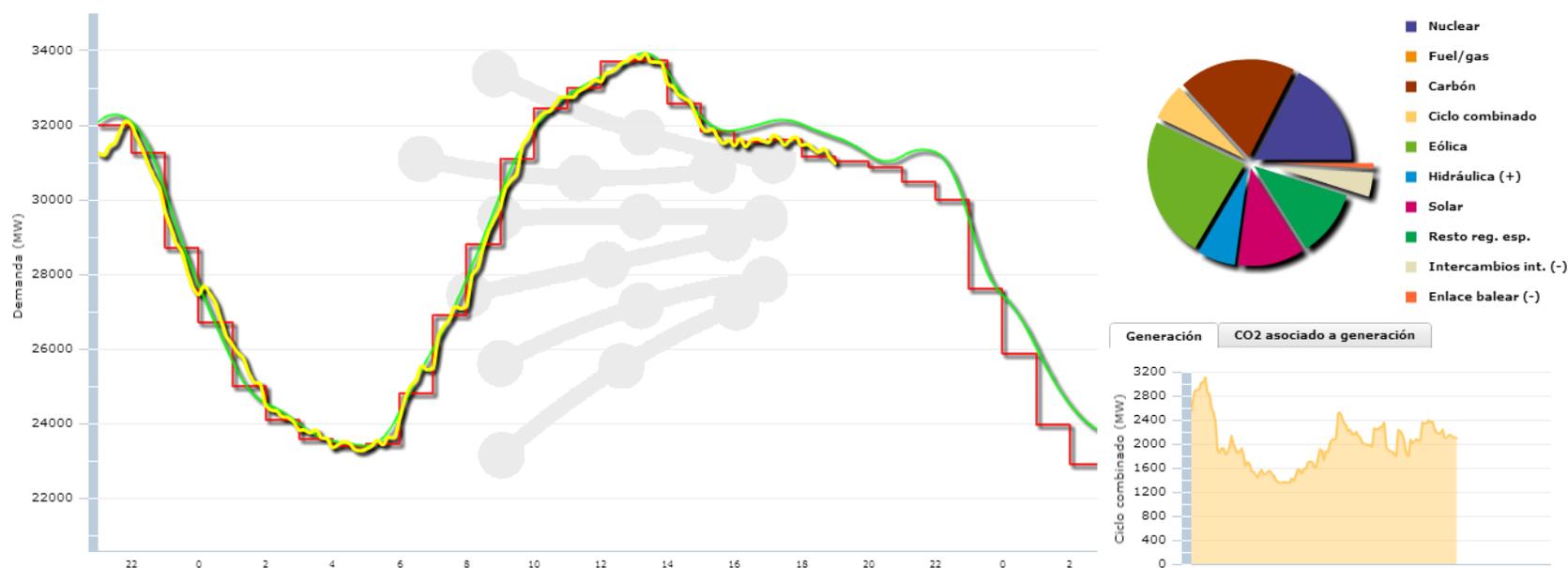


- CECOEL realiza previsión de la demanda adecuada teniendo en cuenta históricos, previsiones climatológicas o todo tipo de suceso sociológico. Curvas de demanda.

# GENERALIDADES

**Red eléctrica de España (REE) mediante el Centro de control (CECOEL) responsable de la operación del sistema.**

➤ **Curva de demanda.**



Demanda (MW) a las 19:00 de 29/07/2014 ■ Real = 30978 ■ Prevista = 31686 ■ Emisiones CO2 (t/h) = 8144

© RED ELECTRICA DE ESPAÑA - www.ree.es • Todos los derechos reservados

2014-07-29 [Ver fecha](#) Máximo diario 34007 a las 29/07/2014 13:17 Mínimo diario 23135 a las 29/07/2014 04:37 [Ayuda](#)

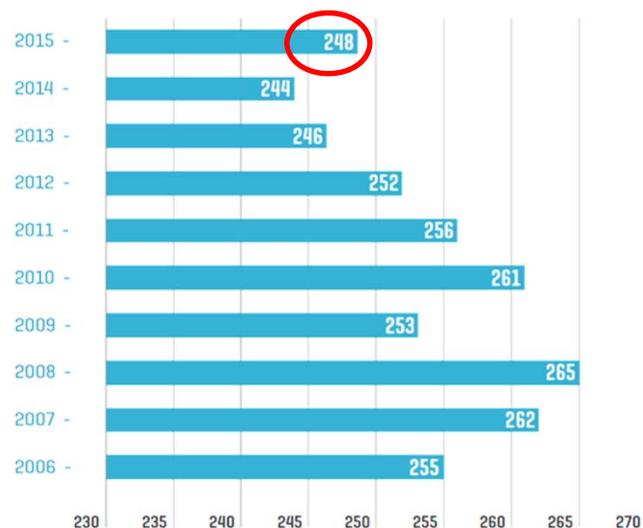
## *Características del consumo de la electricidad*

- **Horas punta.** Momentos de la curva de demanda con mayor demanda de energía. Más costoso la producción de energía porque funcionan las centrales más caras.
  - **Invierno:** mañana alrededor de 11-12 horas.  
tarde alrededor de las 19-20 horas.
  - **Verano:** mediodía alrededor de 14-16 horas.  
tarde alrededor de las 19-20 horas.
  
- **Horas valle.** Horas que corresponden con menor actividad de consumo en todos los sectores. Son las horas nocturnas.

## Evolución de la demanda de electricidad

EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA B.C. PENINSULAR EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS

[TWh]



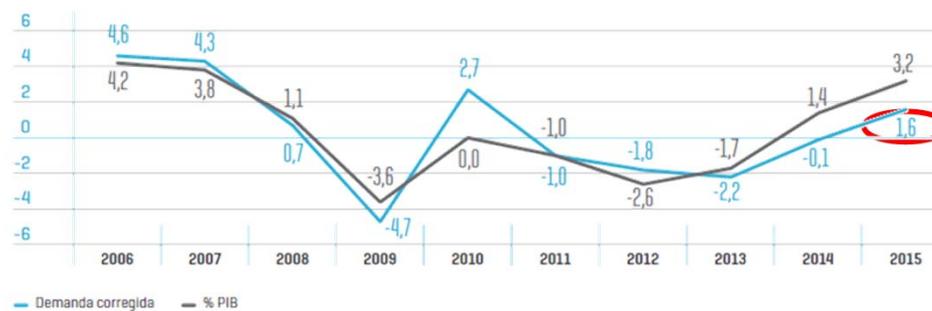
El consumo eléctrico en España recupera en 2015 una tasa positiva de crecimiento que no se registraba desde el año 2010

DEMANDA SISTEMA PENINSULAR RESPECTO A 2014

**1,8%**

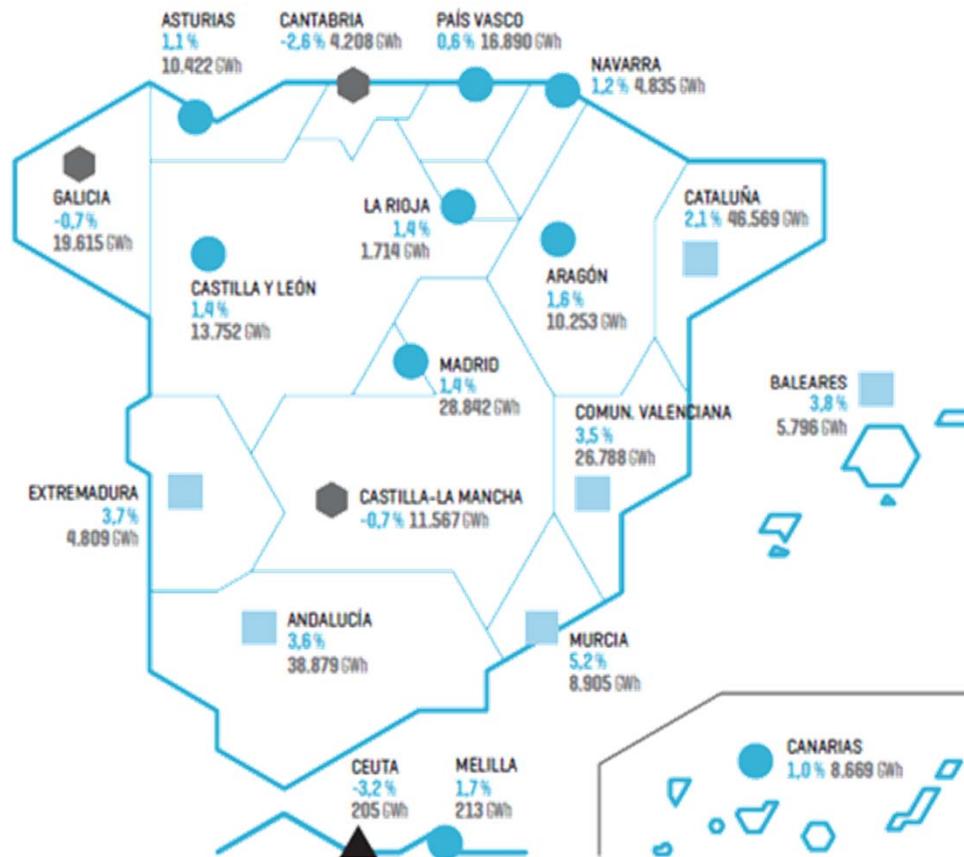
VARIACIÓN ANUAL DE LA DEMANDA PENINSULAR Y PIB

[%]



## Evolución de la demanda de electricidad

DEMANDA POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y VARIACIÓN RESPECTO AL AÑO ANTERIOR



**MAYOR  
CRECIMIENTO**

EN EL ARCO  
MEDITERRÁNEO  
Y EN EL SUR



▲ >=3% ● -3% a <0% ● 0% a <2% ◆ >2%

# SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

## Evolución de la demanda de electricidad

MÁXIMA DEMANDA INSTANTÁNEA PENINSULAR

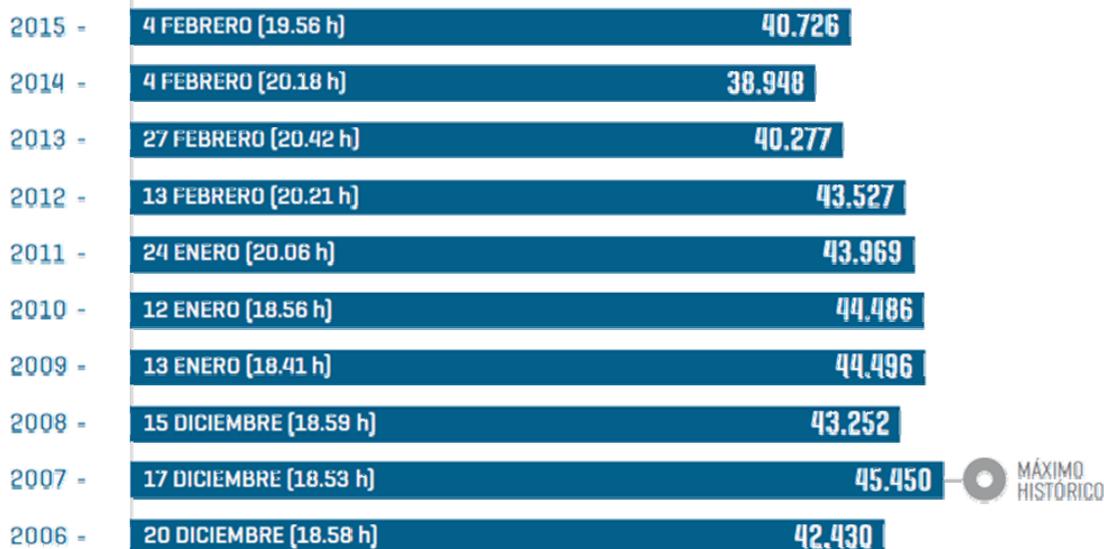


**40.726** MW 4-FEB/19:56 h



POTENCIA MÁXIMA INSTANTÁNEA PENINSULAR

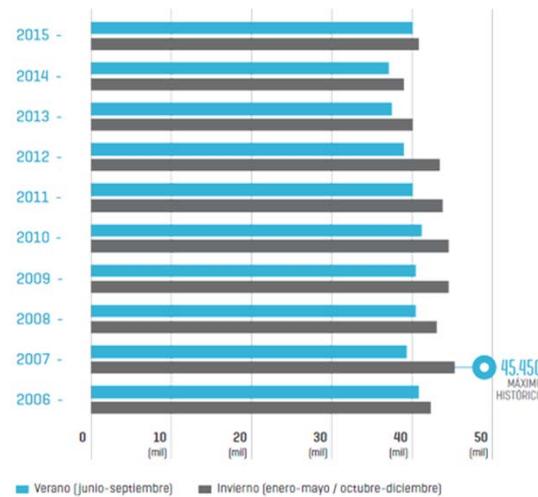
[MW]



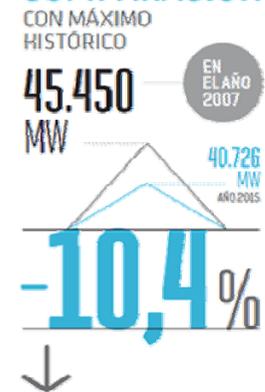
MÁXIMO HISTÓRICO

MÁXIMOS ANUALES DE DEMANDA INSTANTÁNEA PENINSULAR

[MW]



### COMPARACIÓN CON MÁXIMO HISTÓRICO

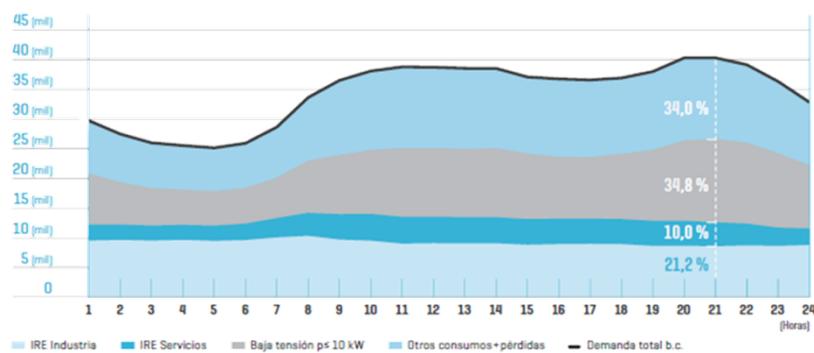


# SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

## Evolución de la demanda de electricidad

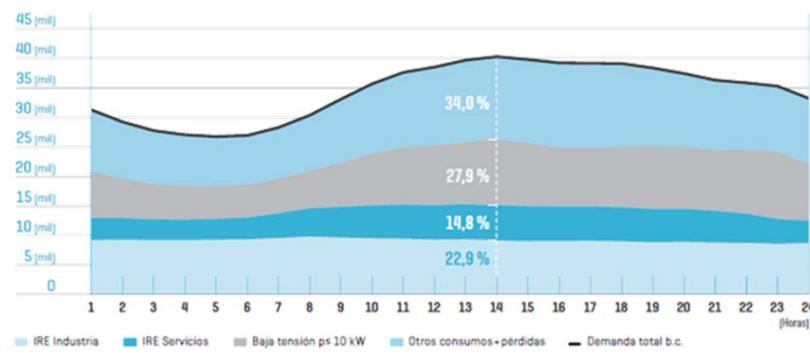
DESCOMPOSICIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA HORARIA DEL AÑO (4 FEBRERO)

MWh



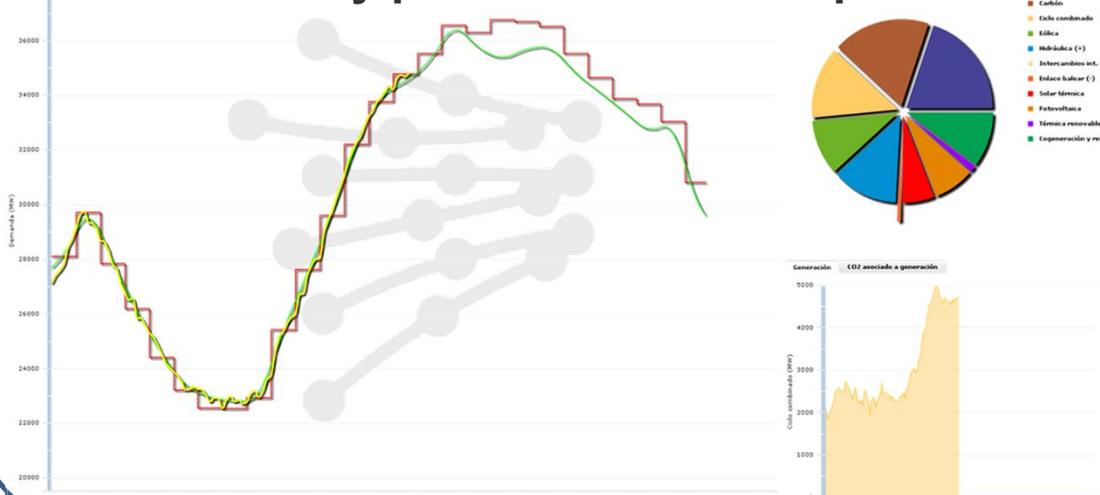
DESCOMPOSICIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA HORARIA DE VERANO (21 JULIO)

MWh



Demanda de energía eléctrica en tiempo real, estructura de generación y emisiones de CO2

### Demanda y producción en tiempo real



•La **demanda real** (curva amarilla) refleja el valor instantáneo de la demanda de energía eléctrica.

•La **previsión de la demanda** (curva verde) es elaborada por Red Eléctrica con los valores de consumo en periodos precedentes similares, corrigiéndola con una serie de factores que influyen en el consumo como laboralidad, climatología y actividad económica.

•La **programación horaria operativa** (línea escalonada roja) es la producción programada para los grupos de generación a los que se haya adjudicado el suministro de energía en la casación de los mercados diario e intradiario, así como en los mercados de gestión de desvíos y regulación terciaria. Estos dos últimos son gestionados por Red Eléctrica teniendo en cuenta la evolución de la demanda.

# SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

## Cobertura de la demanda en 2015

POTENCIA INSTALADA  
EN ESPAÑA  
(A 31-DIC-2015)

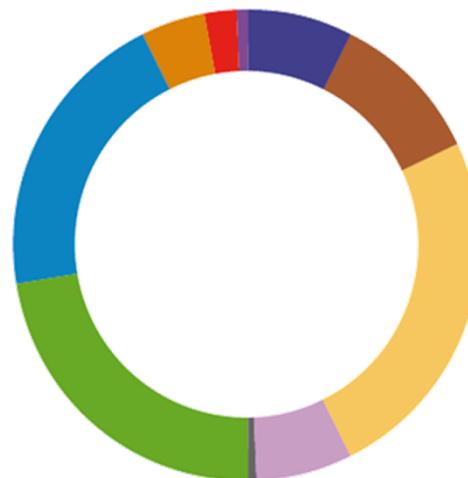
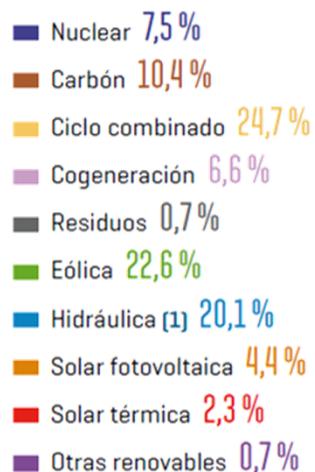
**0,5%** MÁS  
RESPECTO  
A 2014

# 106.247 MW

La potencia instalada del parque generador de energía eléctrica se mantiene prácticamente estable después de una senda de crecimiento continuado

POTENCIA INSTALADA A 31.12.2015  
SISTEMA ELÉCTRICO PENINSULAR

[ % ]



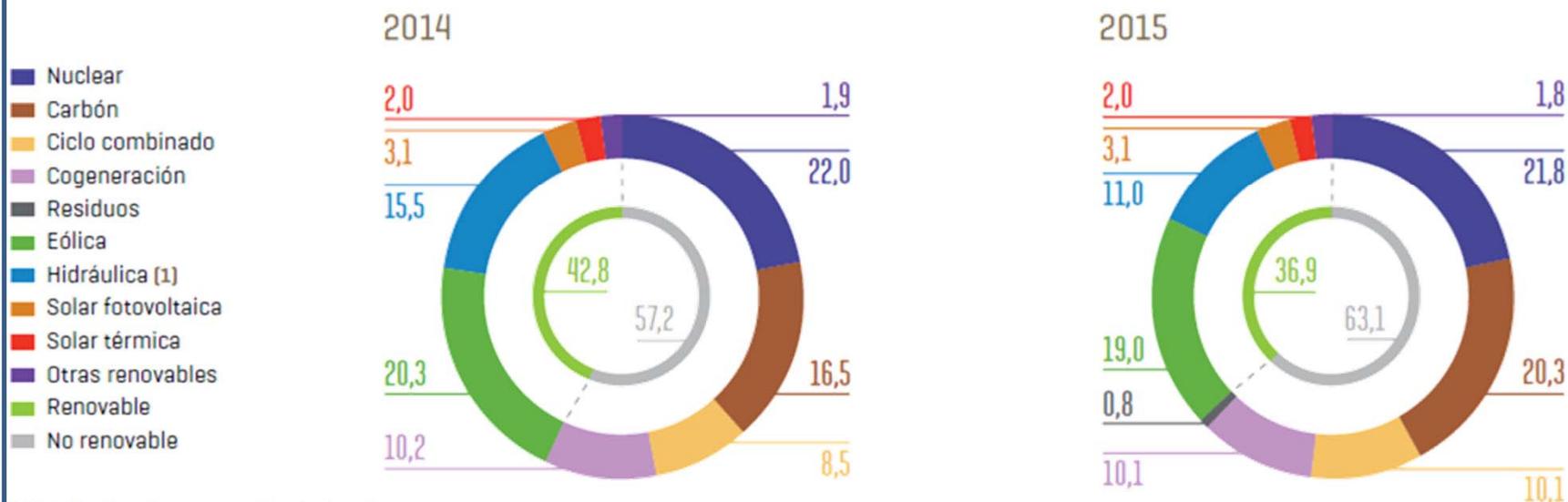
[1] Incluye la potencia de bombeo puro.

# SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

## Cobertura de la demanda en 2015

ESTRUCTURA DE GENERACIÓN ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA PENINSULAR 2014-2015

%



(1) No incluye la generación de bombeo.

- La generación nuclear se encuentra en la base de la curva de carga
- La generación eólica participa plenamente
- Generación hidráulica y ciclos combinados presentan fácil regulación

# SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

## Cobertura de la demanda en 2015

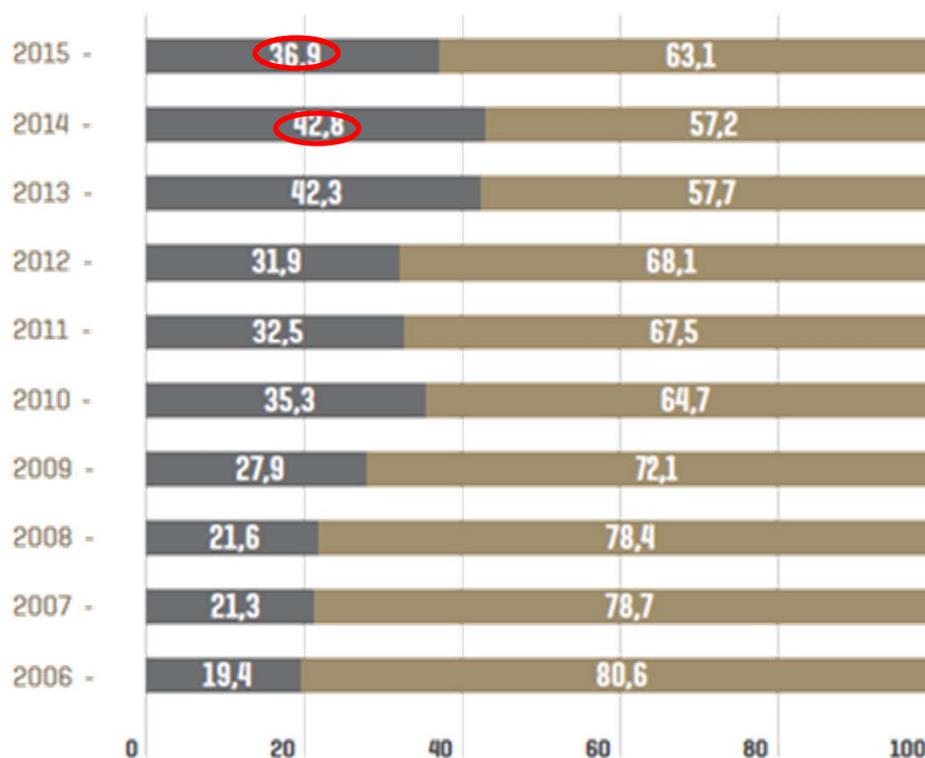
Las energías renovables mantienen un papel destacado en el conjunto de la generación eléctrica en España pero este año reducen su participación condicionadas principalmente por el descenso de la generación hidráulica

SOBRE EL TOTAL DE LA  
GENERACIÓN ELÉCTRICA  
PENINSULAR

**36,9%**

### EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN RENOVABLE Y NO RENOVABLE PENINSULAR

(%)



■ Renovables: hidráulica, eólica, solar fotovoltaica, solar térmica y otras renovables. No incluye la generación bombeo.

■ No renovables: nuclear, carbón, fuel/gas, ciclo combinado, cogeneración y residuos.

# SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

## Cobertura de la demanda en 2015

ENERGÍA EÓLICA.  
RÉCORD DE POTENCIA  
INSTANTÁNEA  
PENINSULAR



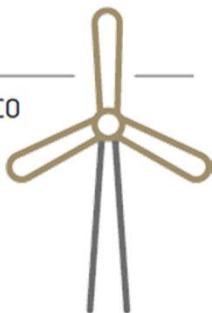
**17.553** MW

29  
ENERO

19.27  
HORAS

CONSUMO ELÉCTRICO  
PENINSULAR

PORCENTAJE  
CUBIERTO  
CON  
ENERGÍA  
EÓLICA



21 NOV / 4.50 h

**70,4%**

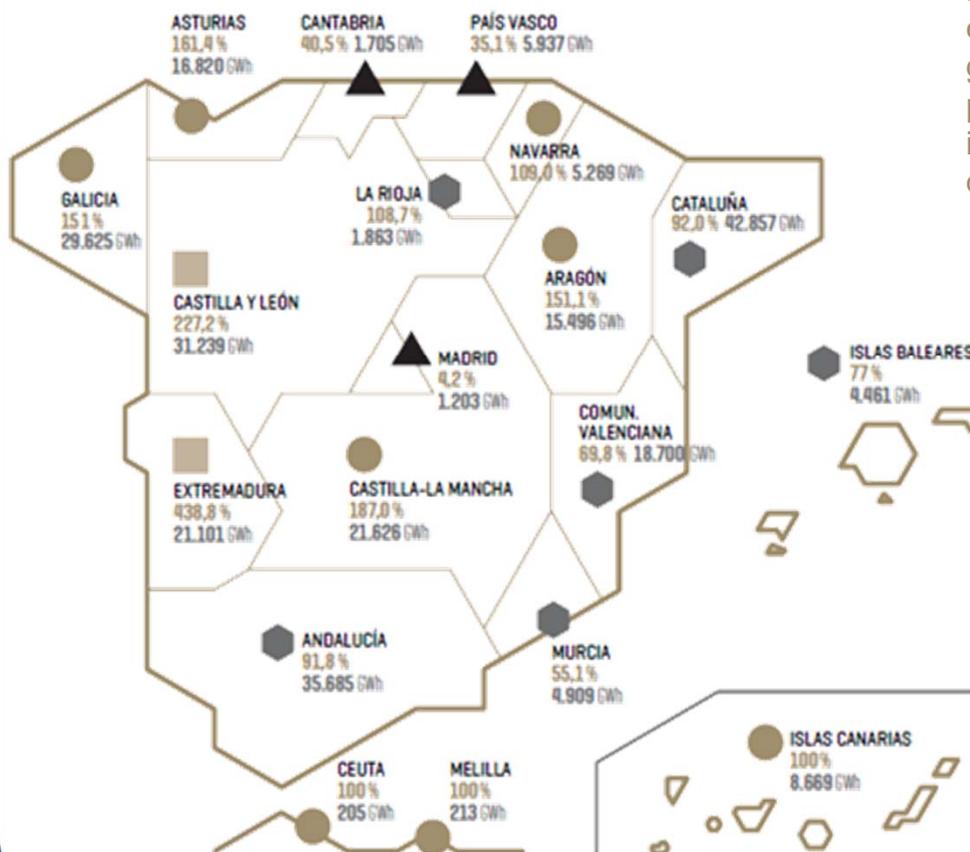
La integración de la generación eólica ha consolidado al sistema eléctrico español como uno de los líderes mundiales en renovables

# SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

## Balance energético por Comunidades Autónomas

RATIO GENERACIÓN/DEMANDA [%]  
Y GENERACIÓN [GWh] EN 2015 POR CC.AA.

[ % ] [ GWh ]



El 70% de la energía eléctrica que se genera en Navarra procede de instalaciones de origen renovable

### ASPECTOS RELEVANTES

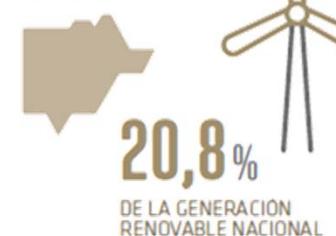
#### EXTREMADURA



#### CATALUÑA



#### CASTILLA Y LEÓN



# SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

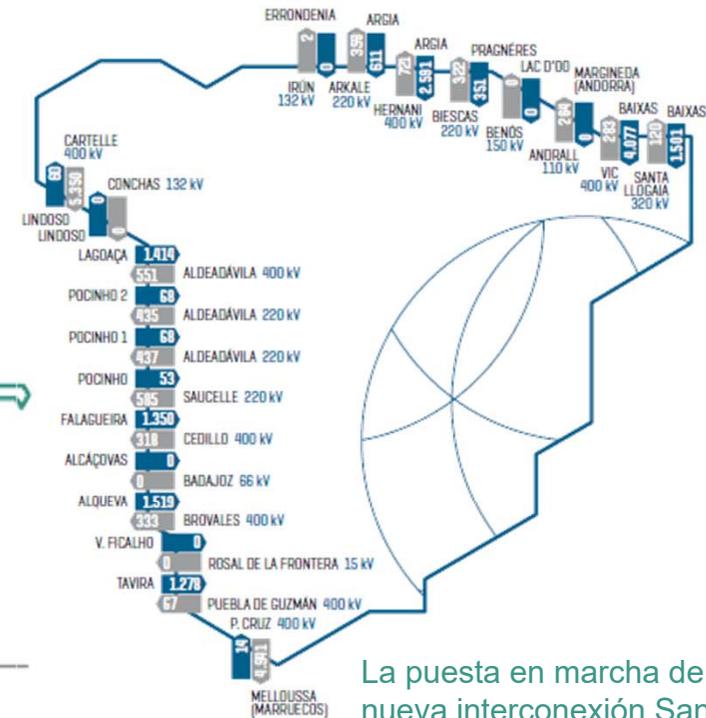
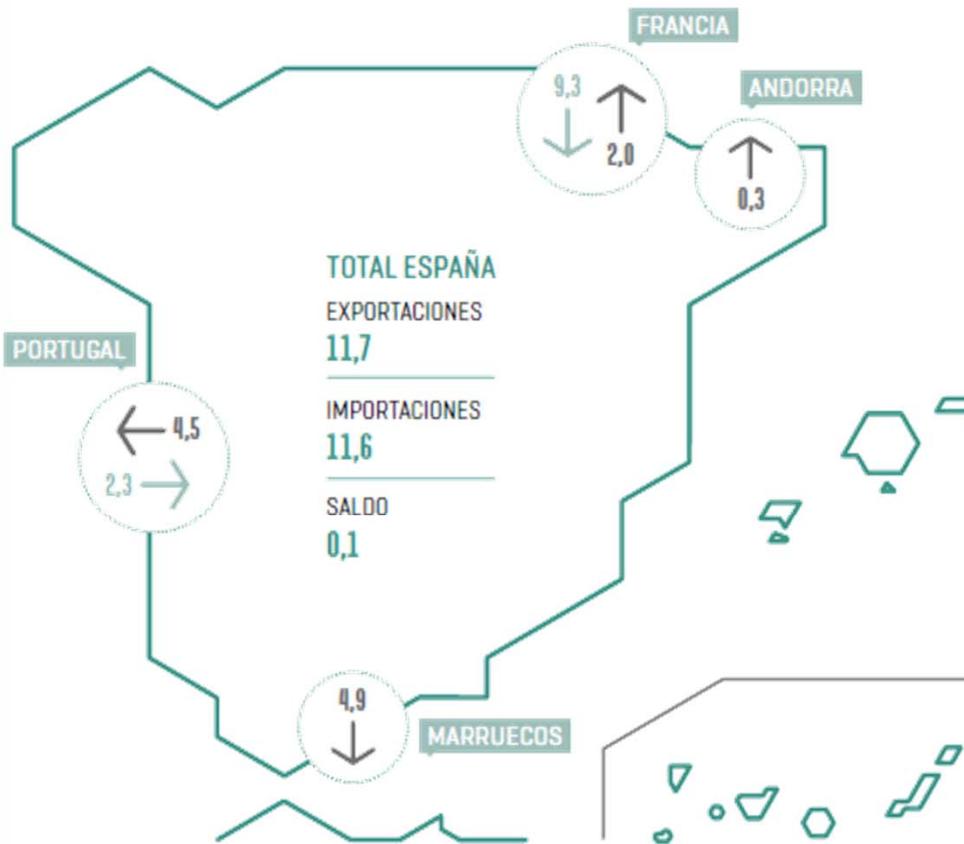
## Intercambios internacionales

INTERCAMBIOS PROGRAMADOS POR INTERCONEXIÓN

[TWh]

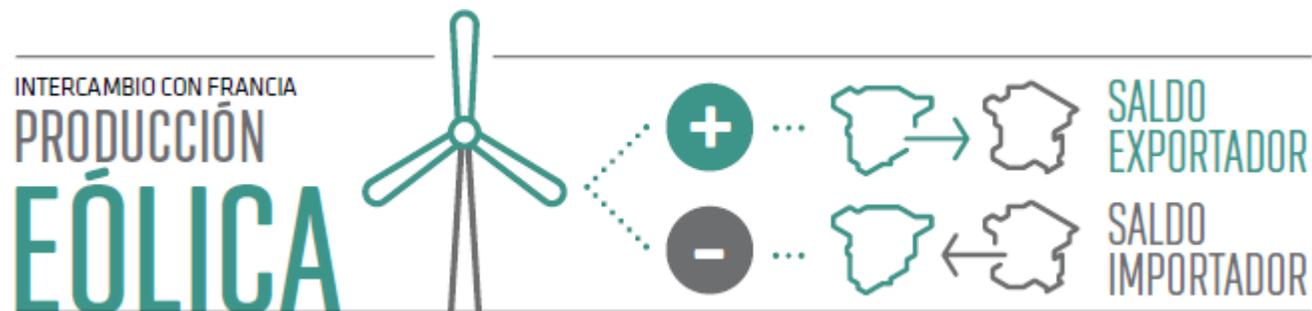
MAPA DE INTERCAMBIOS INTERNACIONALES FÍSICOS

[GWh]

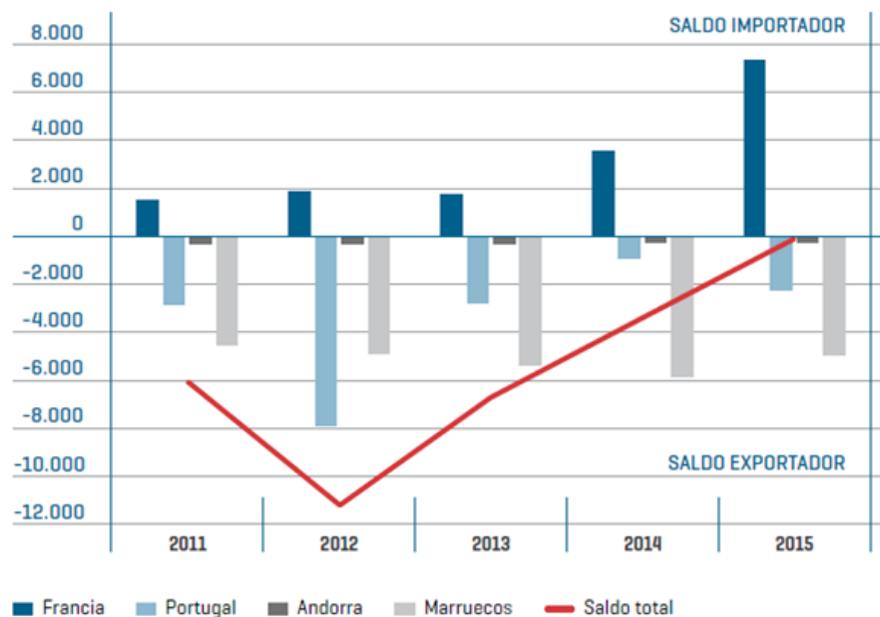


La puesta en marcha de la nueva interconexión Santa Llogaia-Baixas duplicó la capacidad de intercambio comercial entre España y Francia en los últimos meses de 2015

## Intercambios internacionales



EVOLUCIÓN DE LOS SALDOS DE LOS INTERCAMBIOS INTERNACIONALES FÍSICOS [GWh]



## Intercambios internacionales

CAPACIDAD DE  
**INTER-  
CONEXIÓN**

EUROPA  
OBJETIVO  
2020

**10%**



MERCADO  
INTERIOR  
DE LA  
ELECTRICIDAD  
EN EUROPA

**MIE**



ENERGÍA DONDE  
SEA MÁS  
**NECESARIA**

MAYOR  
**COMPETENCIA**

INTEGRAR  
MÁS  
**RENOVABLES**

INTERCONEXIÓN CON EUROPA

**FRANCIA**

OBJETIVO  
CLAVE



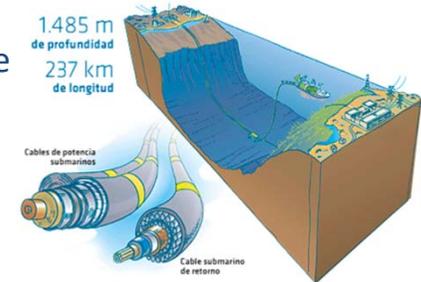
PARA  
ALCANZAR  
LOS OBJETIVOS  
EUROPEOS  
EN MATERIA ENERGÉTICA

## Red de transporte. Conexiones especiales

### Conexión Península-Mallorca, 400 kV Sagunto - 220 kV Santa Ponsa

Conexión submarina de alta tensión de  $\pm 250$  kV, compuesta por tres cables (uno de retorno) de 237 km de longitud de 400 MW. Se ha realizado con tecnología de **corriente continua** dadas las distancias y las potencias necesarias de este enlace.

Agosto 2012



### Conexión España-Marruecos, 400 kV Tarifa - Fardiousa

Conexión submarina de **corriente alterna**, compuesta por tres cables unipolares de 26 km de longitud. Capacidad de intercambio 1400 MW.

Agosto 1997- Junio 2006

### Conexión España-Francia, 400 kV Santa LLogaia- 400 kV Baixas

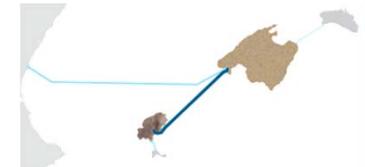
Conexión subterránea de alta tensión de 320 kV de 64,5 km de longitud. Se ha realizado con tecnología de **corriente continua**. Capacidad de intercambio 2800 MW.

Octubre 2015

### Conexión Mallorca-Ibiza, 132 kV Santa Ponsa – 132 kV Torrent

Conexión submarina de alta tensión de 132 kV con doble enlace bipolar de 126 km de longitud y 2x100 MW. Se ha realizado con tecnología de **corriente alterna**. **Permite explotar el sistema balear de forma única.**

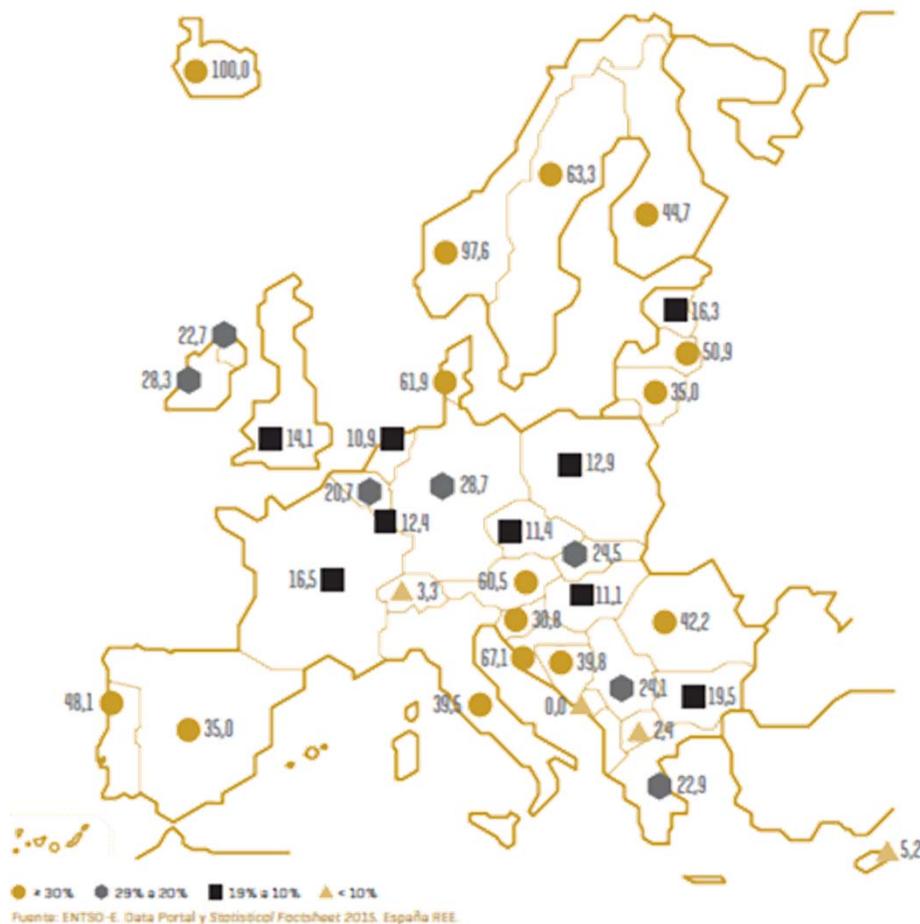
En pruebas en 2015



## Comparación Internacional

ENERGÍA RENOVABLE SOBRE LA PRODUCCIÓN  
TOTAL EN LOS PAÍSES MIEMBROS DE ENTSO-E 2015

%



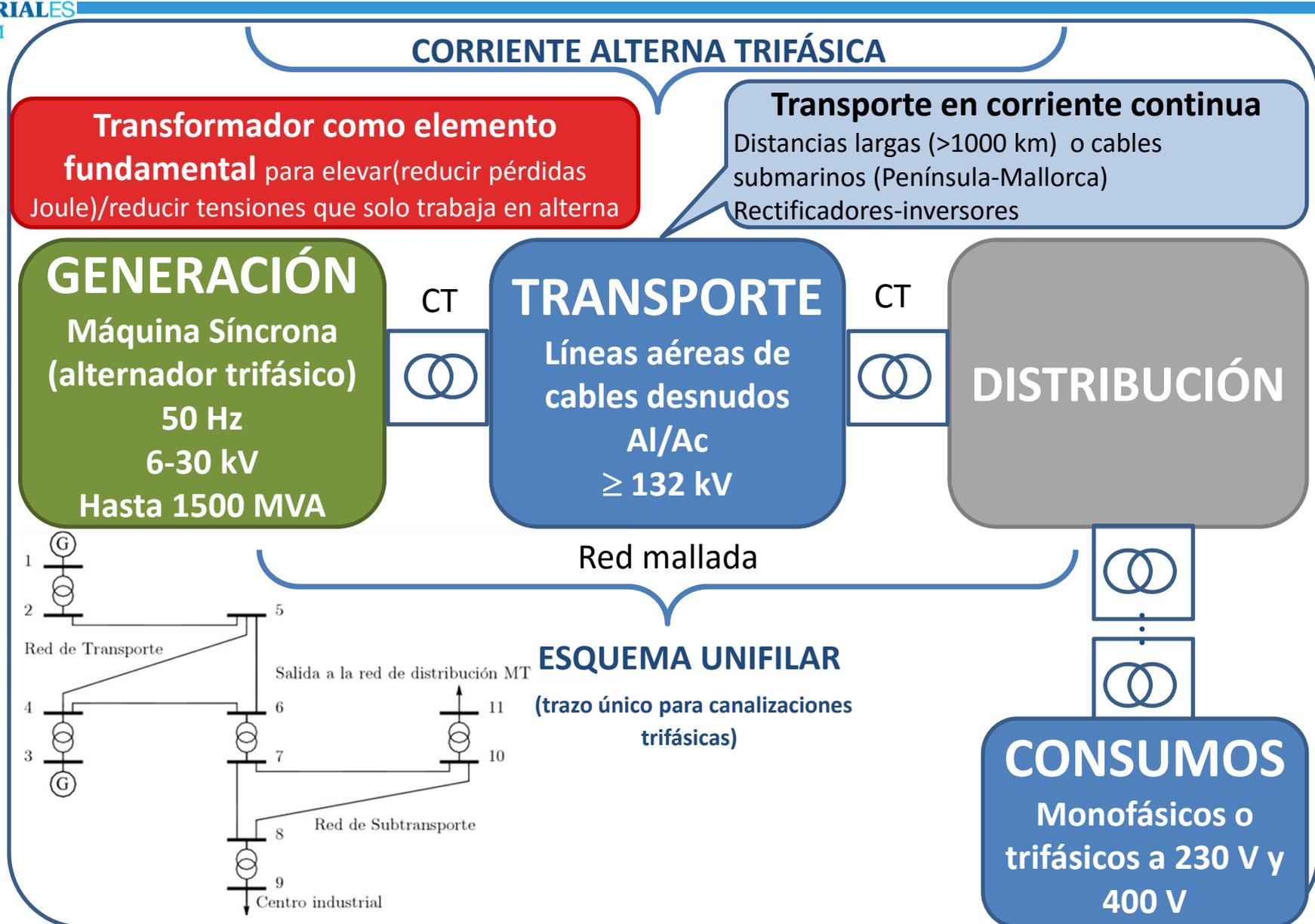
La demanda eléctrica en Europa recupera en 2015 una tasa positiva de crecimiento que no se registraba desde el año 2010

Nota: Datos



## *TEMA 2. APARAMENTA ELÉCTRICA*

# DESCRIPCIÓN GENERAL SSEE





# APARAMENTA ELÉCTRICA

***Aparamenta eléctrica:*** conjunto de elementos que se emplean para la conexión/desconexión, protección, medida, regulación y control de las instalaciones eléctricas (en CT y entrada de instalaciones de usuarios)

- La aparamenta eléctrica se define a partir de los valores asignados a algunas de sus magnitudes funcionales :
- tensión
  - corriente
  - potencia
  - temperatura

Estos valores son los llamados valores nominales o asignados.

- El fabricante de la aparamenta, los criterios de diseño y la normativa vigente definen cuales deben ser los valores nominales para las distintas magnitudes de cada aparato.



# APARAMENTA ELÉCTRICA

## *Magnitudes de la aparamenta eléctrica*

- **Tensión nominal:** máxima tensión asignada por el fabricante para el material del que está construido el dispositivo. Suele estar ligada al aislamiento y a otras características funcionales dependientes de la tensión.
- **Corriente nominal:** máxima corriente que se puede mantener de forma indefinida sin que supere la máxima temperatura establecida en las normas ni se produzca ningún tipo de deterioro. Existen valores normalizados, por ejemplo, para interruptores automáticos y diferenciales: 6A, 10A, 16A, etc.
- **Máxima intensidad térmica:** máxima corriente que puede circular por un dispositivo durante un tiempo prolongado (especificado por el fabricante) sin producir calentamiento excesivo que genere daños.
- **Máxima corriente de sobrecarga:** valor máximo de la corriente que se puede soportar durante una sobrecarga. Este valor debe ir asociado al tiempo de duración de la sobrecarga.
- **Nivel de aislamiento:** se define por los valores de las tensiones utilizadas en los ensayos de aislamiento a frecuencia industrial y ante ondas tipo rayo. Estos valores indican la capacidad del aparato para soportar dichas sobretensiones.
- **Poder de cierre:** máximo valor de la intensidad sobre la que puede cerrar correctamente un interruptor, contactor o relé.
- **Poder de corte o capacidad nominal de ruptura:** máximo valor de la intensidad que un interruptor, contactor, relé o fusible es capaz de abrir sin sufrir daños.



# APARAMENTA ELÉCTRICA

## Clasificación aparamenta eléctrica

### APARAMENTA DE MANIOBRA

#### Evitar arco eléctrico:

- apertura rápida de contactos
- Rigidez eléctrica elevada (aceites minerales SF6)

**Objetivo:** establecer o interrumpir la corriente en uno o varios circuitos bajo las condiciones previstas de servicio sin daños para el dispositivo de maniobra y sin perturbar el funcionamiento de la instalación.

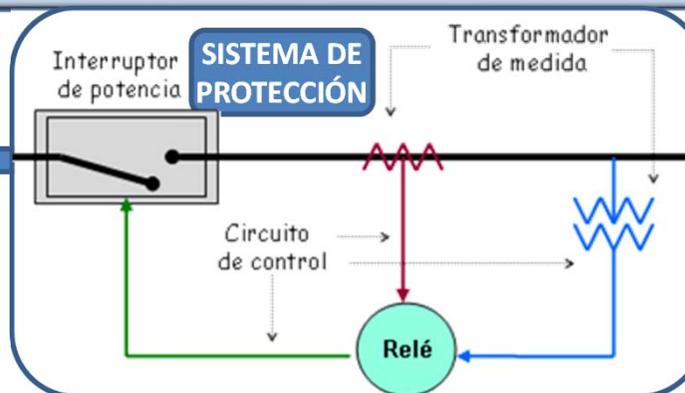
**Aplicación:** conexión y desconexión de consumidores.

Revisiones periódicas de la instalación.

**Tipos de maniobra:** existen dos tipos de maniobra según que circule corriente o no por el elemento de maniobra cuando se produzca ésta: maniobras en vacío y en carga.

#### Dispositivos de maniobra:

- Seccionador (maniobras en vacío).
- Interruptor (maniobras en carga).
- Disyuntor (maniobras en carga).
- Cortacircuitos fusibles (sobreintensidad).



### APARAMENTA DE PROTECCIÓN contra sobretensiones

**Objetivo:** proteger la instalación de tensiones superiores a las de diseño (sobretensiones).

#### Dispositivos de protección:

- Autoválvulas o pararrayos (sobretensiones).

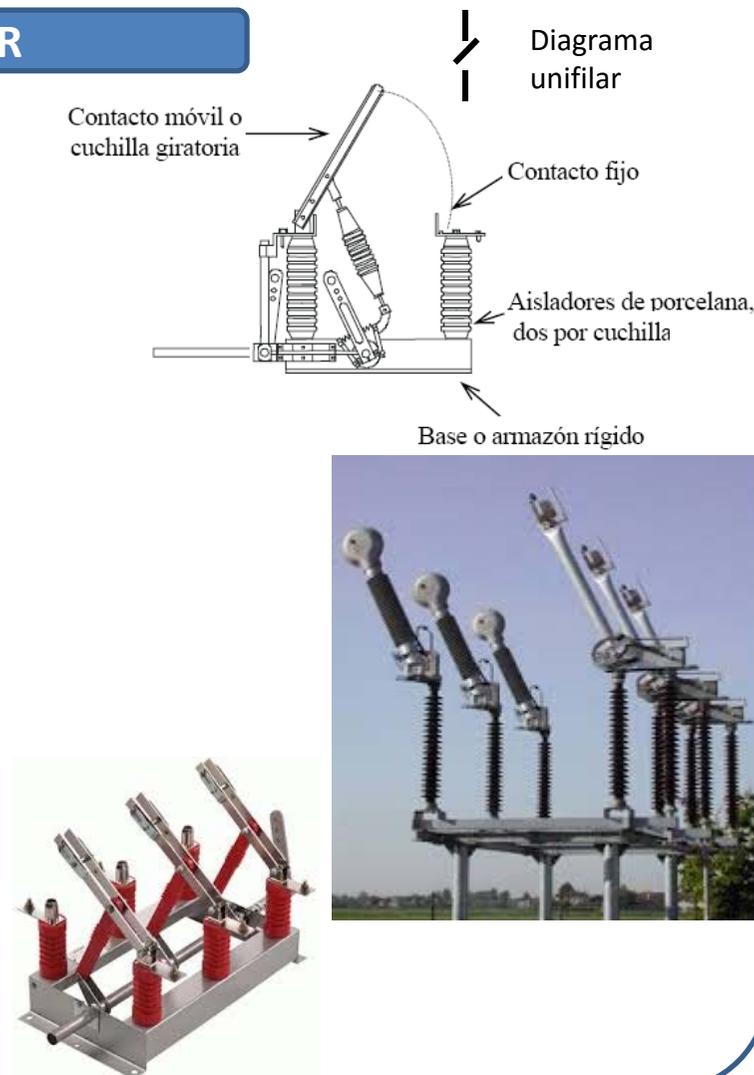


# APARAMENTA ELÉCTRICA

## Aparamenta de maniobra

### SECCIONADOR

- Dispositivo **mecánico** de conexión que, por razones de seguridad, asegura, en posición de abierto, una distancia de seccionamiento que satisface unas determinadas condiciones de aislamiento.
- El seccionador **SOLO** es capaz de abrir o cerrar el circuito cuando la **corriente es despreciable**.
- **NO TIENE PODER DE CIERRE NI DE CORTE**, debe trabajar sin carga. Se utiliza para garantizar la desconexión de la instalación cuando se realizan trabajos sobre ella.
- **Físicamente están constituidos por un conjunto de cuchillas y unos elementos aislantes.**
- **Se accionan manualmente y su velocidad de operación es la que les aplique el operador (en ocasiones se emplean muelles para acelerar la maniobra).**
- **Son dispositivos de seguridad que indican claramente la posición de sus contactos para mostrar si la instalación está conectada o no.**
- **Si se maniobran con la instalación en carga se produce su destrucción (salvo en seccionadores especiales diseñados para trabajar en carga).**





# APARAMENTA ELÉCTRICA

## Aparamenta de maniobra

### INTERRUPTOR

- Dispositivo **mecánico** de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente del circuito en condiciones normales y circunstancialmente en condiciones de fallo (cortocircuito). Dispositivo **en carga**.
- **Interruptor seccionador**, aísla de forma visible e interrumpe corriente normal.
- **Interruptor automático o disyuntor**, interruptor diseñado para interrumpir corrientes anormales como las de cortocircuito.



Diagrama unifilar





# APARAMENTA ELÉCTRICA

## Aparamenta de maniobra

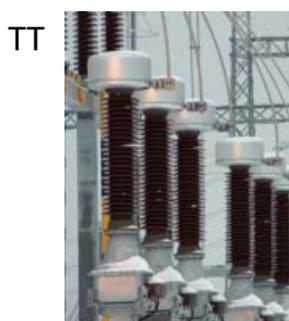
### SISTEMA DE PROTECCIÓN

➤ **TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN:** reducir tensiones e intensidades para medida y señal de entrada de relés.

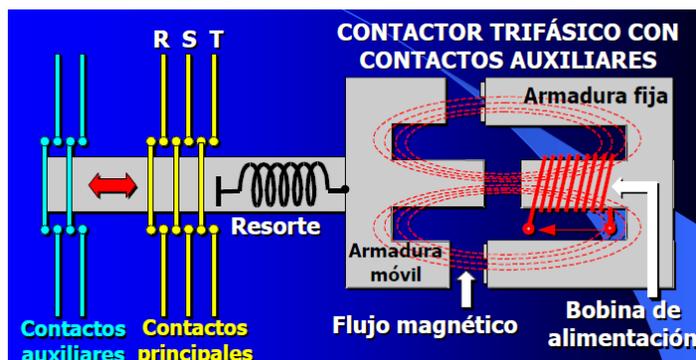
- **Transformador de intensidad**, reducir intensidad hasta 5 A
- **Transformador de tensión**, reducir tensión hasta 100 V.



Diagrama unifilar



➤ **RELÉS:** dispositivos que dan las órdenes de apertura y cierre a los interruptores automáticos en función de las variables medidas a través de los trafos de medida. En AT se sitúan en lugar separado de los dispositivos a los que mandan las órdenes.





# APARAMENTA ELÉCTRICA

## Aparamenta de maniobra

### CORTACIRCUITO FUSIBLE



Diagrama  
unifilar

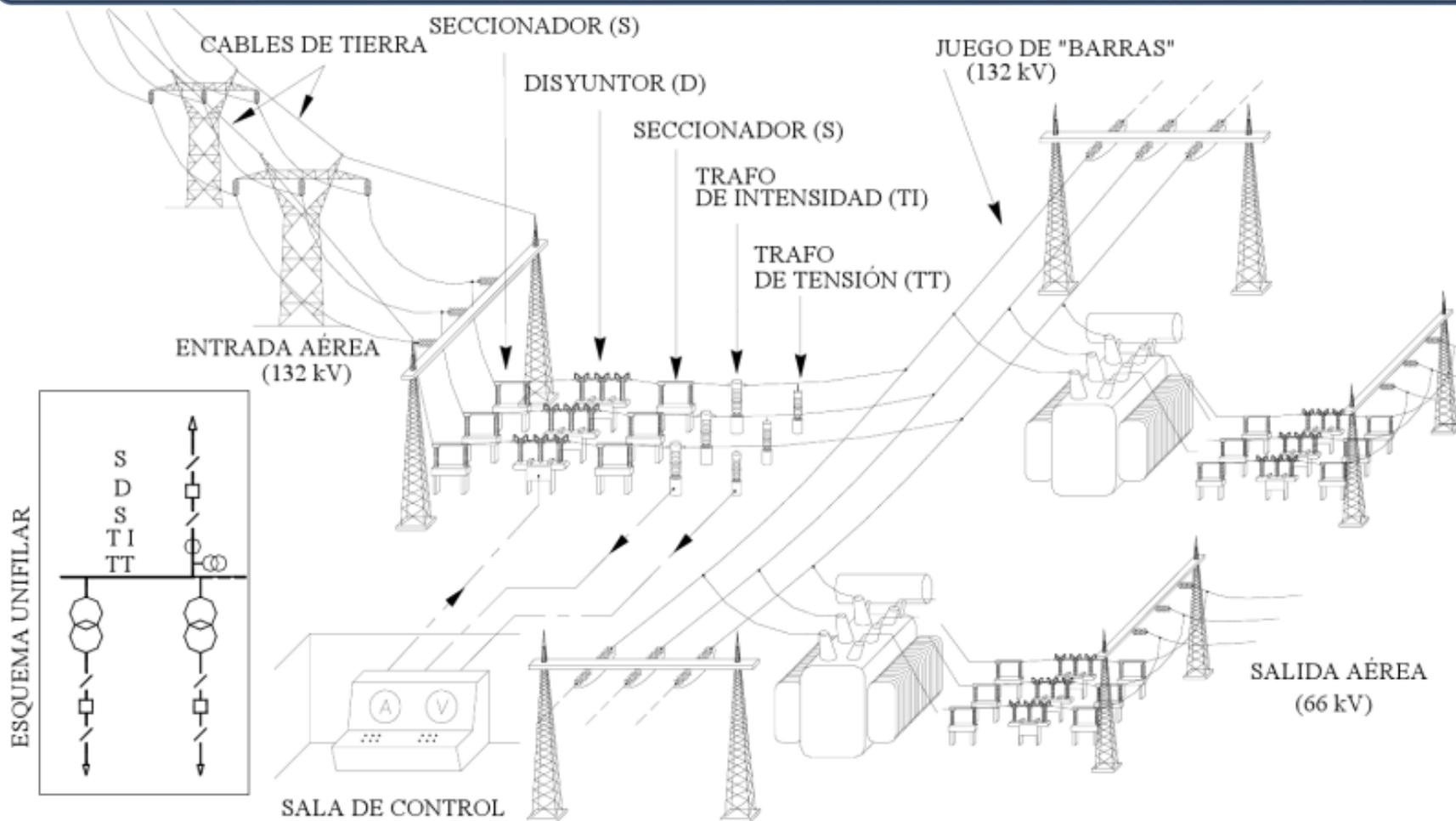
- Protección frente a sobreintensidades.
- Permiten desconectar corrientes muy elevadas en un espacio mínimo.
- Constan de un elemento fusible y de un medio de extinción del arco (arena de cuarzo).
- Cuanto mayor sea la corriente de defecto antes se funde el elemento fusible.
- Sólo se pueden **utilizar una vez**.
- Empleo en BT y MT.





# APARAMENTA ELÉCTRICA

## Aparamenta de maniobra





# APARAMENTA ELÉCTRICA

## Aparamenta de maniobra en BT

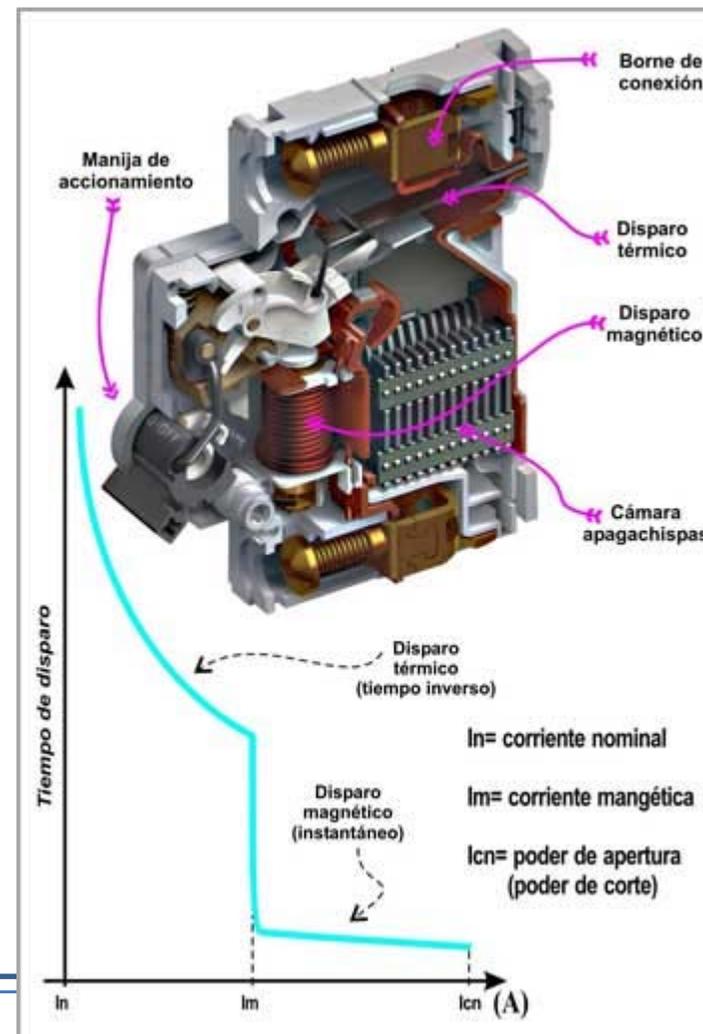
### INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO PIA



Diagrama unifilar

➤ Aparato mecánico de conexión destinado a abrir y cerrar manualmente un circuito y abrirlo en funcionamiento automático cuando la intensidad excede un valor determinado. (aplicable cuando  $V < 415V$  e  $I < 82A$  (instalaciones BT).

- Relé o disparador
- Interruptor para sobrecarga (térmico)
- Interruptor para cortocircuito (magnético)



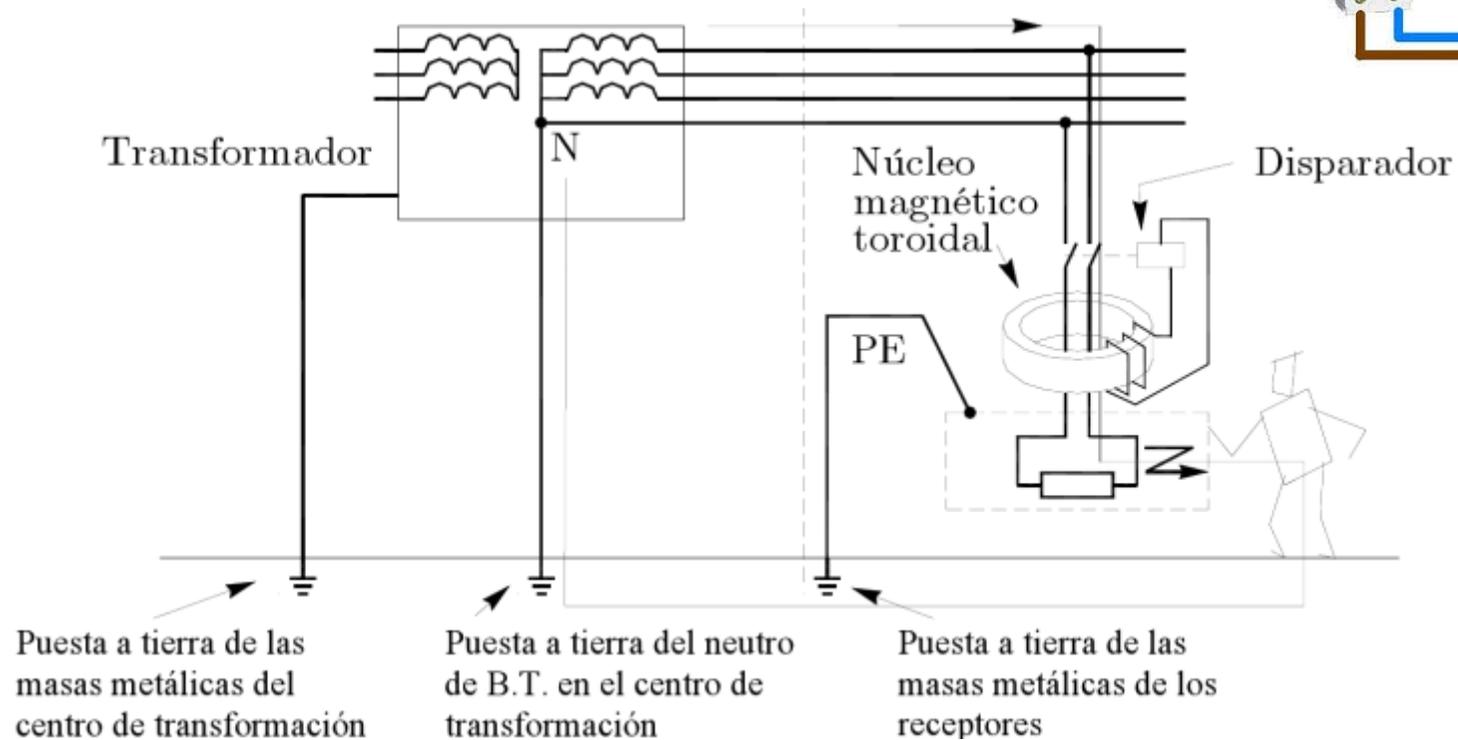


# APARAMENTA ELÉCTRICA

## Aparamenta de maniobra en BT

### INTERRUPTOR DIFERENCIAL

- Dispositivo que detecta una corriente de fuga desde los conductores activos (fase y neutro) de una instalación a masa a través de los aislamientos deteriorados.
- En viviendas sensibilidad de 30 mA en 0,3 s.





# APARAMENTA ELÉCTRICA

## *Aparamenta de protección contra sobretensiones*

- Los elementos SSEE están diseñados para soportar las tensiones nominales para ello se deben separar las partes en tensión mediante aislantes:
  - Distancias de aislamientos dependen del nivel de tensión.
- Sobretensiones:
  - Maniobras de apertura/cierre
  - Descargas atmosféricas
- **Protección de líneas aéreas: CABLES DE TIERRA o GUARDA**
- **Protección de dispositivos: PARARRAYOS o AUTOVÁLVULAS o SUPRESORES DE SOBRETENSIÓN**
  - Se colocan en paralelo con el dispositivo a proteger





## *Diagramas unifilares*