Centrales Hidroeléctricas Reversibles, Imprescindibles para la Transición Energética

Tecnología para el **desarrollo sostenible**

genera

Magtel

Somos Magtel

Más de 30 años de innovación y tecnología al servicio del cliente

TELECOMUNICACIONES · ENERGÍA · INFRAESTRUCTURAS · FERROCARRILES · MINERÍA

SOSTENIBILIDAD · I+D+I

+800 PROFESIONALES

+1.300 EMPLEOS INDIRECTOS

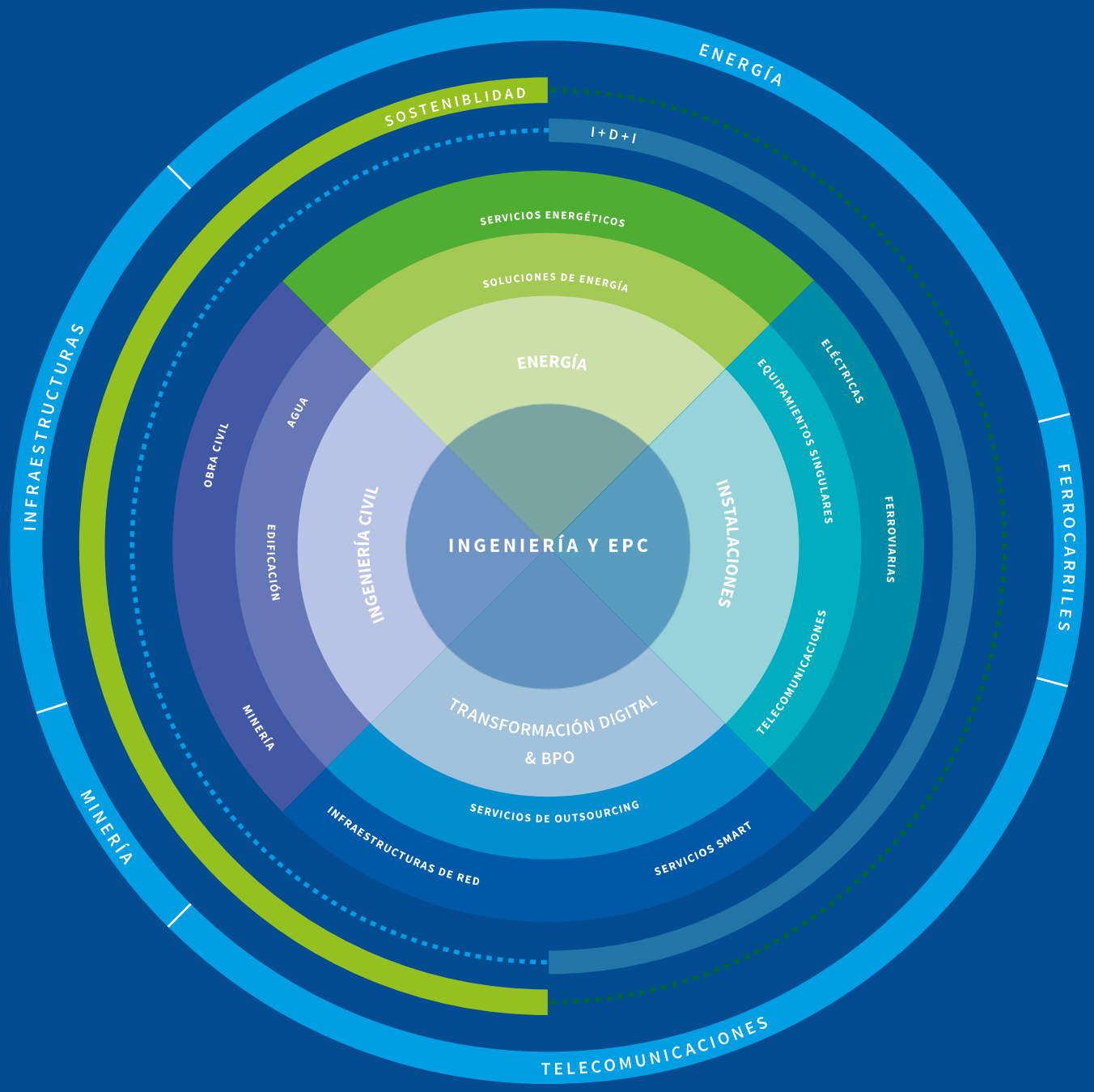
27 SEDES

España

- Madrid
- Extremadura
  - Badajoz
  - Cáceres
- Andalucía
  - Almería
  - Cádiz
  - Córdoba
  - Granada
  - Huelva
  - Jaén
  - Málaga
  - Sevilla

Internacionales

- Paraguay
- Perú
- Portugal
- Marruecos



División de **Energía**

Magtel

- Nuestros **15 años de experiencia** nos convierten en **una de las principales empresas del sector de las energías renovables del sur de Europa.**
- **Desarrollamos de forma integral** todas las fases que componen el ciclo de la ejecución de infraestructuras de energías renovables.

DESARROLLO DE INGENIERÍA DE PROYECTO

Bombeo reversible	Fotovoltaica terrestre	Fotovoltaica flotante	Eólica marina	Hidrógeno verde	Desalación renovable	Almacenamiento térmico en sales	Plantas de biogás
+3.940MW en desarrollo	**+1.100MW** en desarrollo	**+3.200MW** en desarrollo	**+400MW** en desarrollo	**+200MW** en desarrollo	**+300Hm³** en desarrollo	**+600MW** en desarrollo	**+10MWt** en desarrollo

INGENIERÍA DE DETALLE Y CONSTRUCCIÓN

+40 PROYECTOS **EN PROMOCIÓN**

+450 **MW** POTENCIA INSTALADA

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

+25 **PROYECTOS**

+300 **MW**

COMERCIALIZACIÓN

+1.200 **CLIENTES**

COMERCIALIZACIÓN DE **ENERGÍA 100% RENOVABLE**

Previsiones del **PNIEC**

Magtel RENMAD ALMACENAMIENTO

PNIEC

OBJETIVO **2030**

74% De la generación eléctrica será de origen renovable

161% Potencia total instalada en el sector eléctrico

- **50GW** Energía Eólica
- **39GW** Energía Solar Fotovoltaica
- **27GW** Ciclos combinados de Gas
- **9,5GW** Centrales de Bombeo
- **16GW** Energía Hidráulica
- **7GW** Energía Solar Termoeléctrica
- **3GW** Energía Nuclear

Estrategia de almacenamiento energético **(MITECO)**

OBJETIVO **2030**

20GW NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO

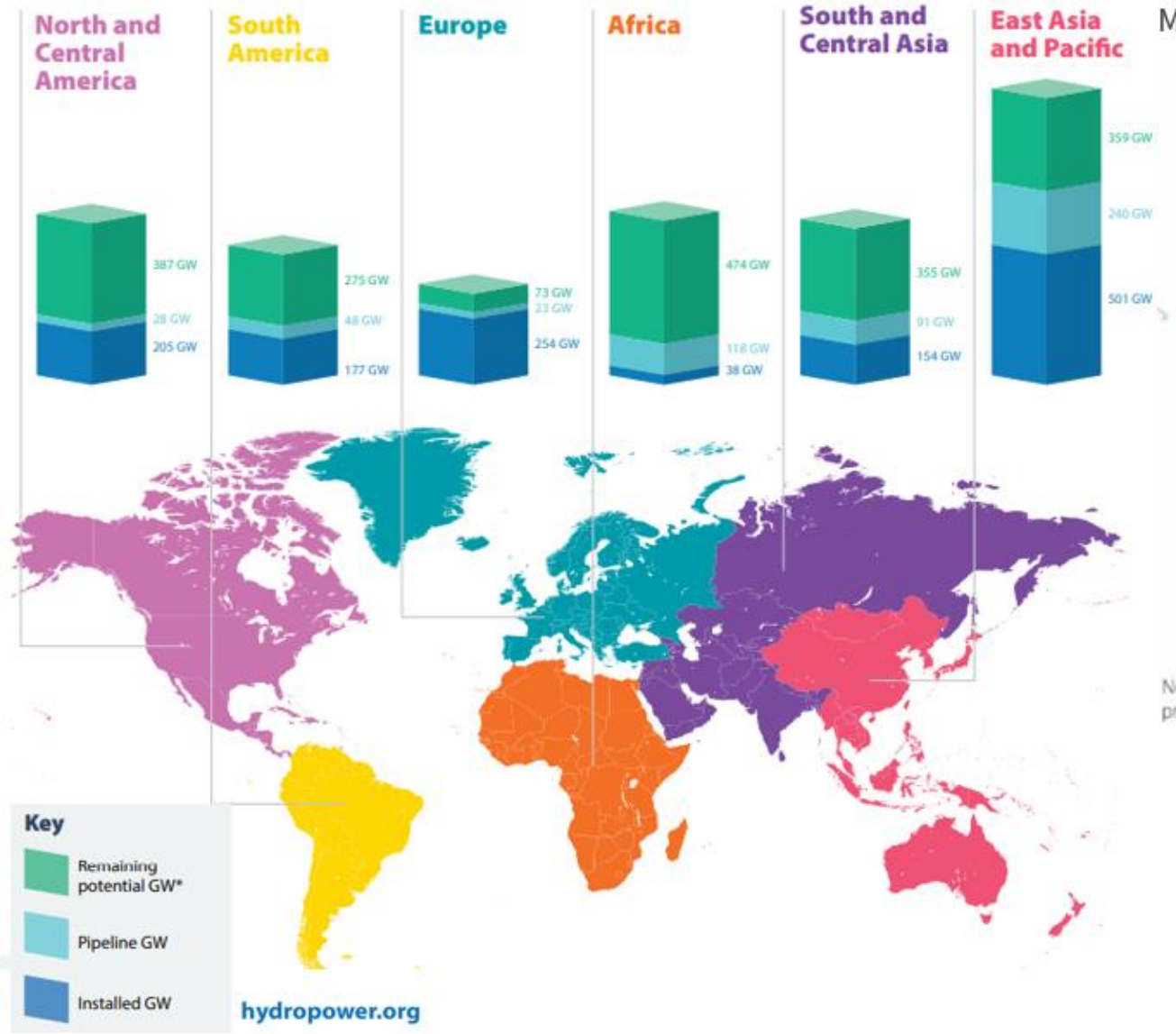
OBJETIVO **2050**

30GW NECESIDADES DE ALMACENAMIENTO

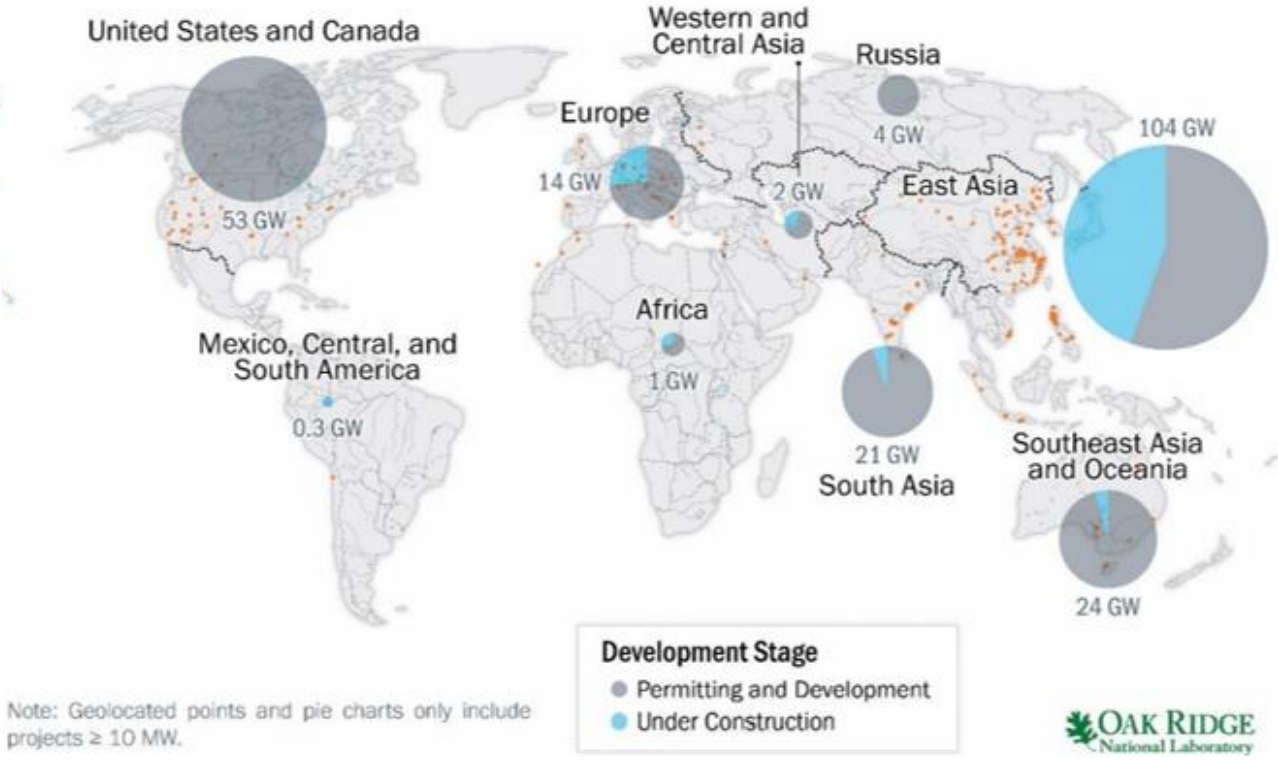
BlueStorage
Escenario internacional

Escenario **Internacional**

Magtel

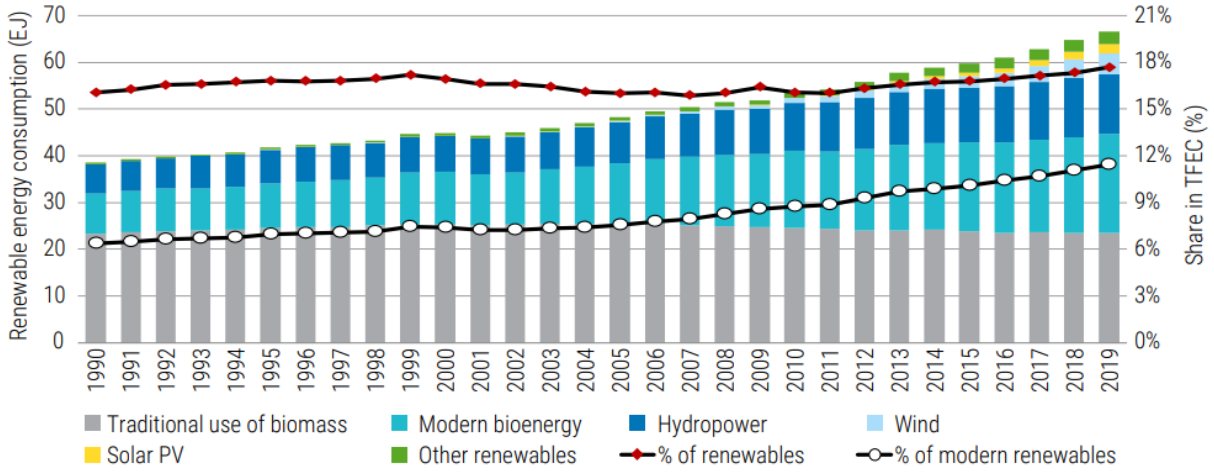


Mapa de Centrales Hidroeléctricas Reversibles en desarrollo



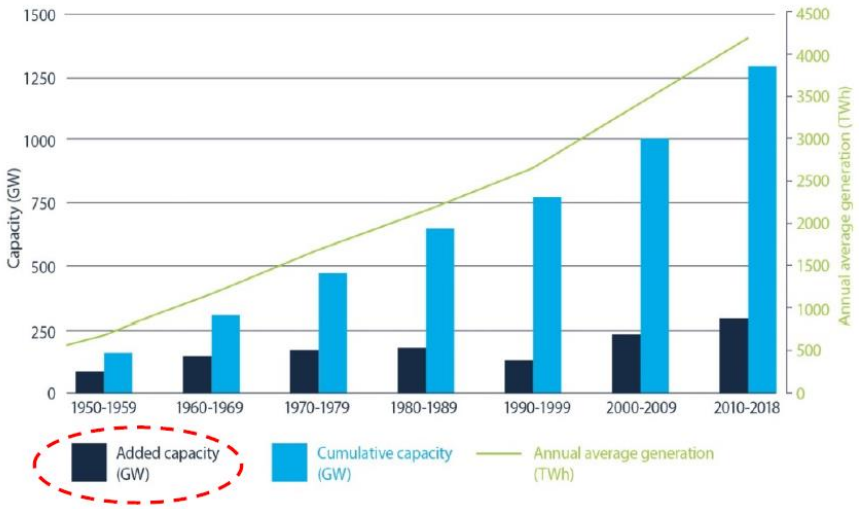
Escenario **Internacional**

Magtel

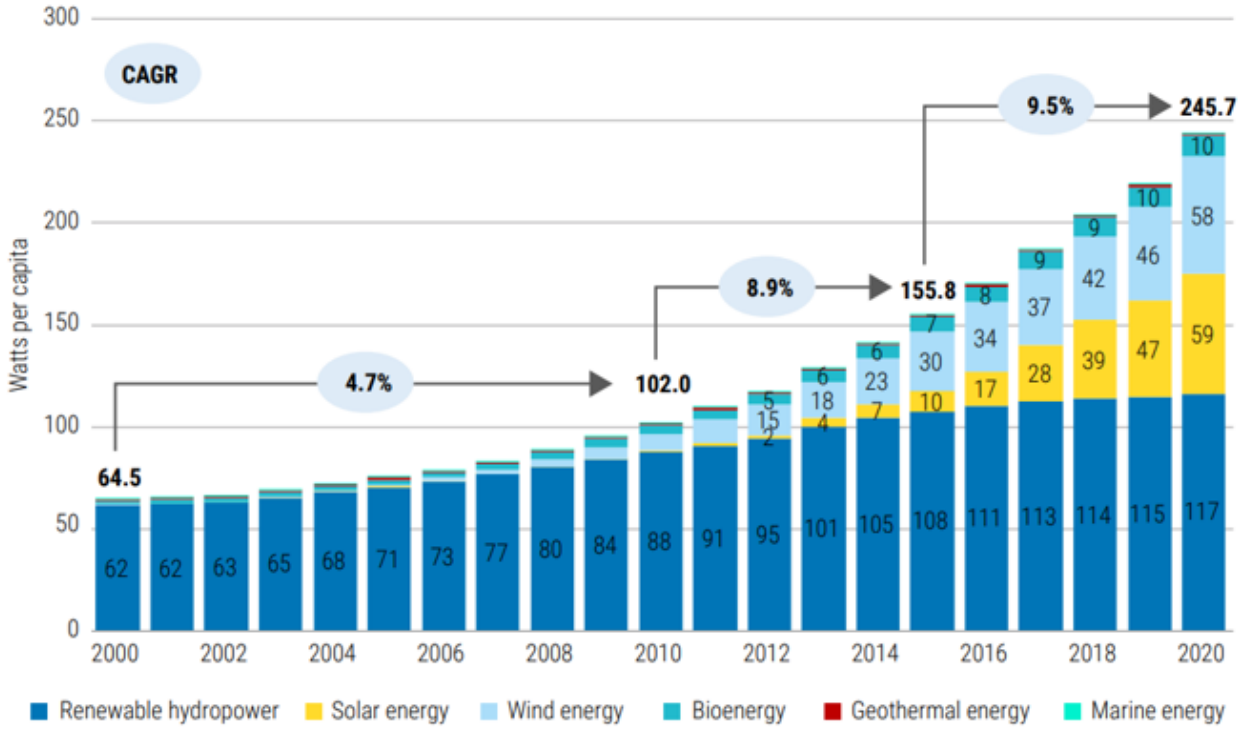


Source: International Energy Agency (IEA, 2021a) and United Nations Statistics Division (UNSD, 2021).

HYDROPOWER GROWTH THROUGH THE DECADES



Capacidad Renovable instalada per cápita en países desarrollados (2000 – 2020)



Source: International Renewable Energy Agency (IRENA, 2021b)

Escenario **Internacional**

Magtel

Previsión de Centrales Hidroeléctricas por región (IHA)

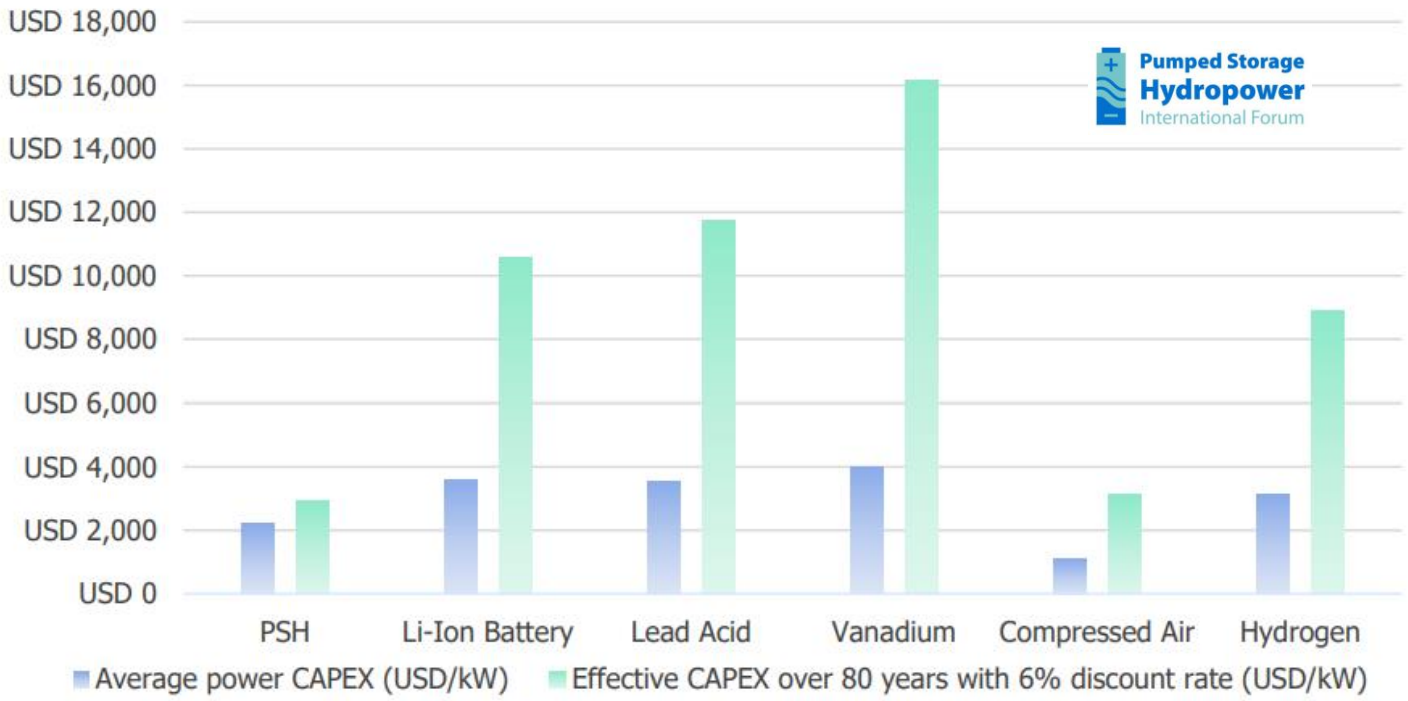
Region	Capacity (GW)	Percentage (%)
East Asia and Pacific	240	43.8
Africa	118	21.5
South and Central Asia	91	16.6
South America	48	8.8
North and Central America	28	5.1
Europe	23	4.2
Total	**548**	**100**

Potencial estimado de generación hidroeléctrica (Zhou *et al.*, Gernaat *et al.* y Hoes *et al.*)

Region	Estimated feasible potential (TWh/year)
Africa	2302
East Asia and Pacific**	2777
Europe*	537
North and Central America	2036
South America	1991
South and Central Asia**	2777

* the figure for Europe is an underestimate since Gernaat et al excluded Norway, Sweden, Iceland and Finland. An alternative GW capacity for Europe is provided at the end of this analysis.

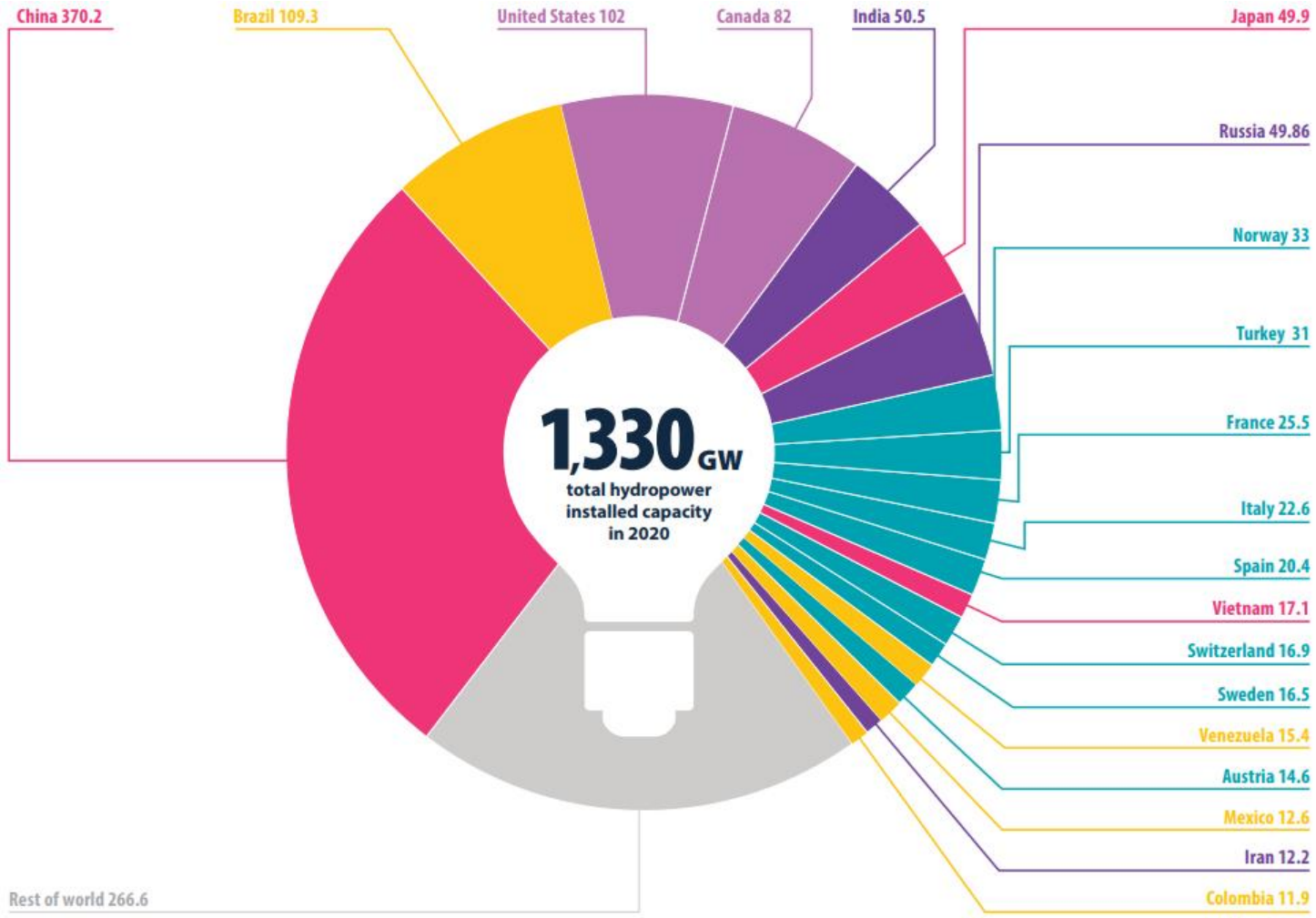
** Because these studies calculate based on 'Asia' as a region, whereas the IHA distinguishes between East Asia and Pacific, and South and Central Asia, a more accurate figure is provided at the end of this analysis. In this table the estimates are from dividing the 'Asia' data by two, which is a simplification



Comparativa de coste efectivo durante su vida útil para almacenamiento por 80 años en sistemas con 10 horas de almacenamiento

Escenario **Internacional vs Nacional**

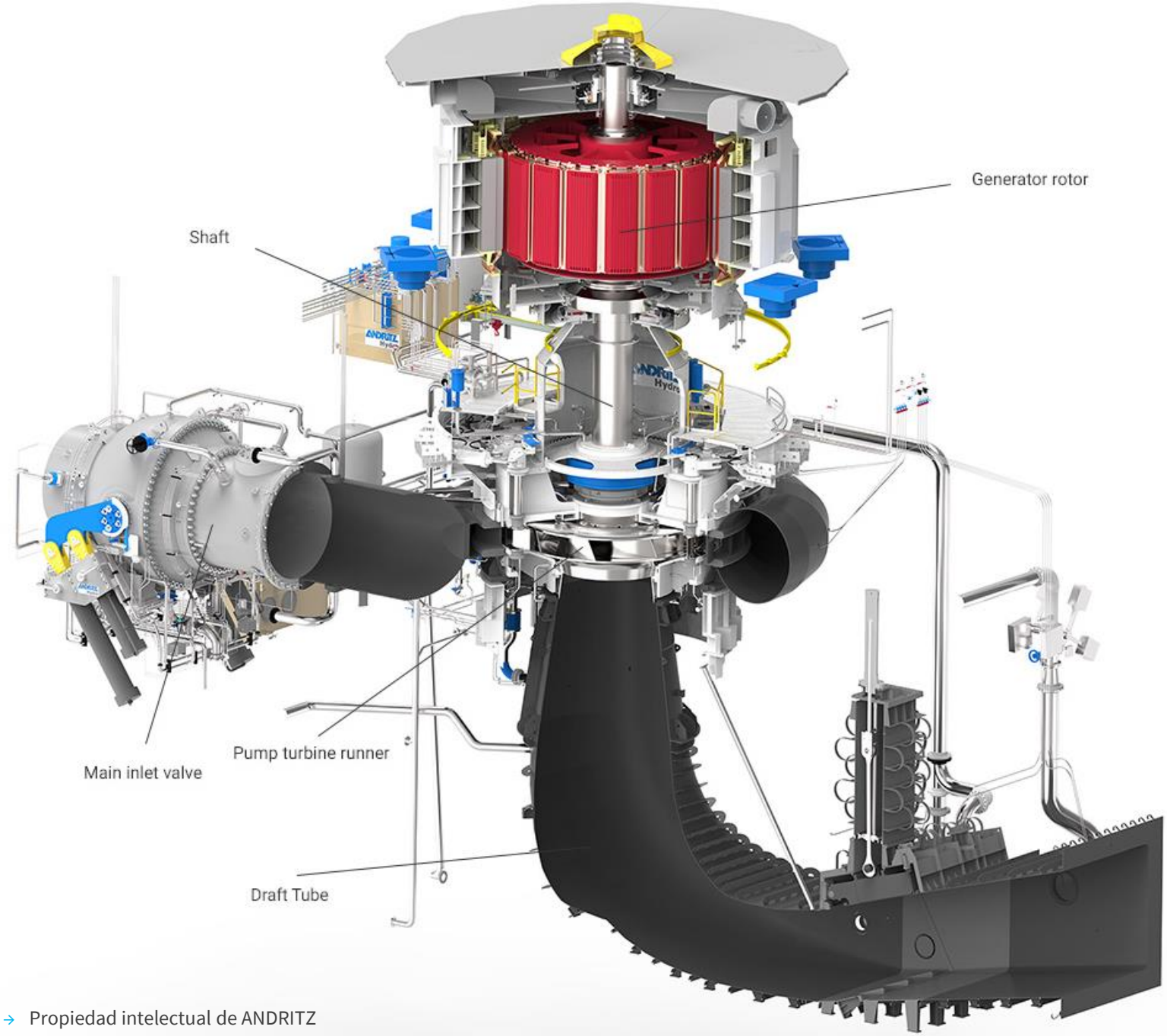
Magtel



Hydropower installed capacity (GW) of top 20 hydropower producers and the rest of the world, including pumped storage (2020)

	Mundial	España
Potencia (GW)	1.330	20,4
Producción (TWh)	4.306	23,5

ESPAÑA	Bombeo puro	Bombeo mixto
Potencia (GW)	3,3	2,7
Producción (TWh)	2,0	1,2
horas	600	450
Consumo (TWh)	2,8	1,7
horas	850	600



BlueStorage
Centrales Hidroeléctricas Reversibles

→ Propiedad intelectual de ANDRITZ

Tipos de
Centrales Hidroeléctricas Reversibles

Magtel

Por la infraestructura:

→ Bombeo **Mixto**.

→ Bombeo **Puro**.

BOMBEO PURO

Ludington (Lago Michigan) 1.872 MW

BOMBEO MIXTO

Torrejón Tajo y Tietar 140 MW

Por su velocidad:

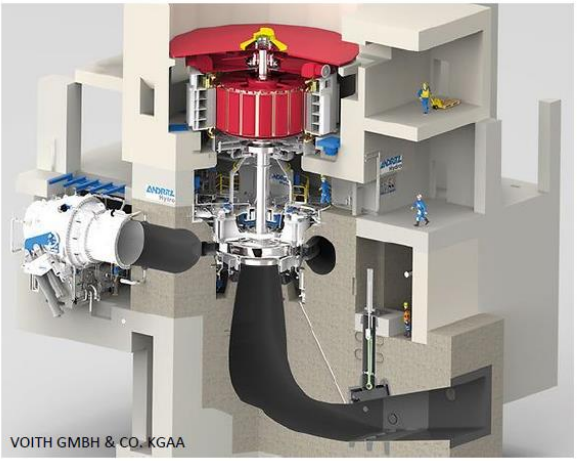
→ Velocidad **Fija**: Potencia de Bombeo Constante.

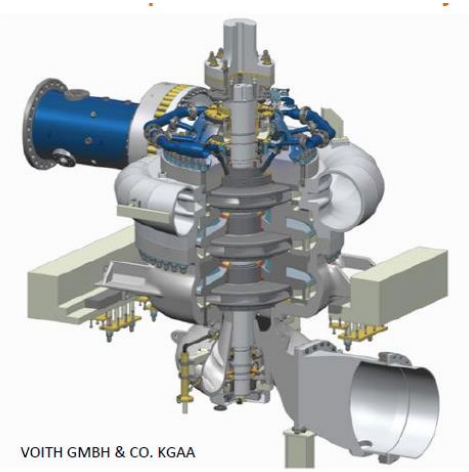
→ Velocidad **Variable**: Potencia de Bombeo regulable (20%-100%).

Por su equipamiento en un mismo eje:

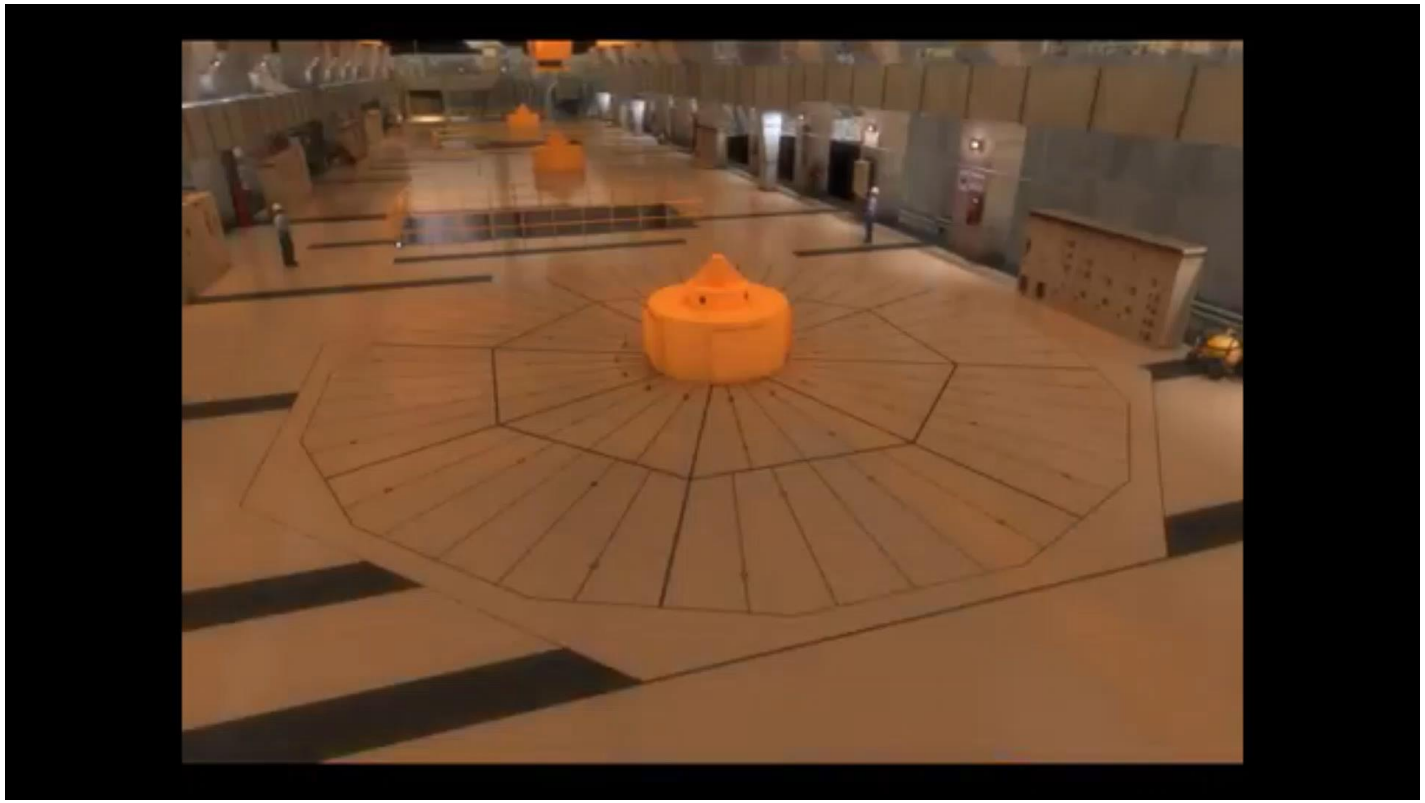
→ **Binaria**: Generador/Motor + Turbina/Bomba.

→ **Ternaria**: Generador/Motor + Turbina + Bomba.





→ Propiedad intelectual de ISAGEN y ANDRITZ



Análisis de las
Centrales Hidroeléctricas Reversibles

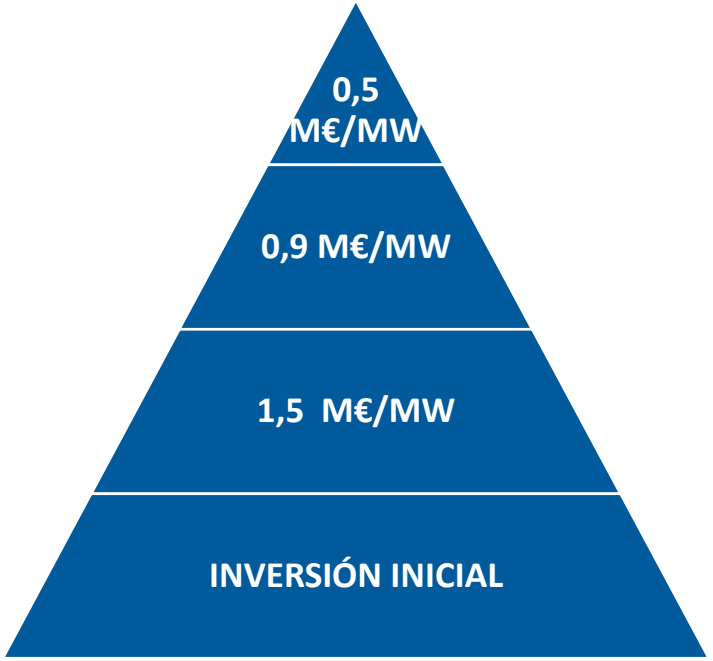
Magtel

Favorable

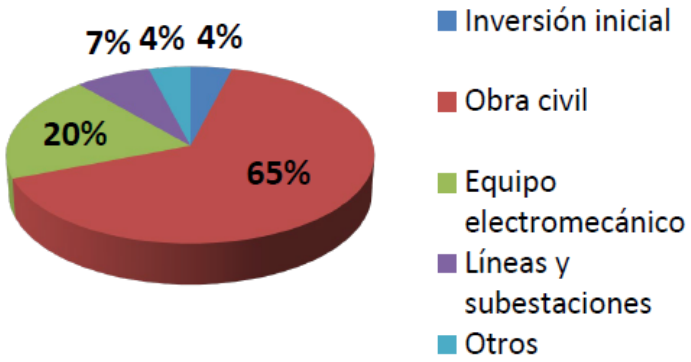
- Recurso renovable, energía limpia sin GEI.
- Tecnología madura y larga vida útil (50 - 100 años).
- Permite almacenar y maximizar la integración de energías renovables no gestionables.
- Tecnología fundamental para el TSO pues aporta inercia y capacidad de regulación.
- Bajos costes de O&M [€/MWh].

Desfavorable

- Falta de regulación y marco retributivo.
- Tramitación compleja y excesiva duración (4-5-7 años). Se requiere coordinación entre la DG de Energía, DG del Agua y DG Medioambiente.
- y construcción (5 años).
- Interferencia con otros usos del agua.
- CAPEX elevado.
- Emplazamientos escasos y condicionados a disponibilidad del recurso, condiciones topográficas y de evacuación.



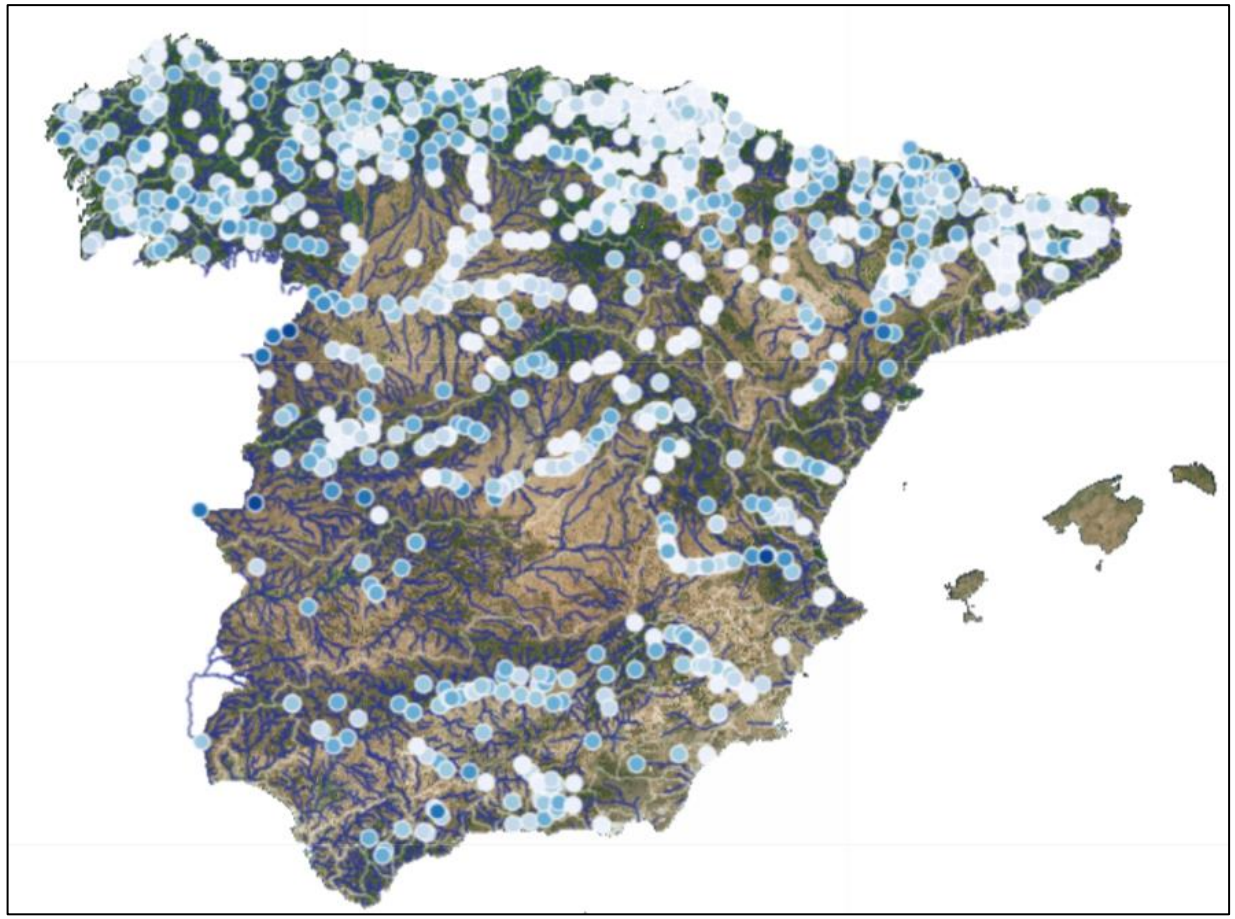
Estructura de costes



BlueStorage
Escenario peninsular

Instalaciones de **Energía Renovable**

Magtel



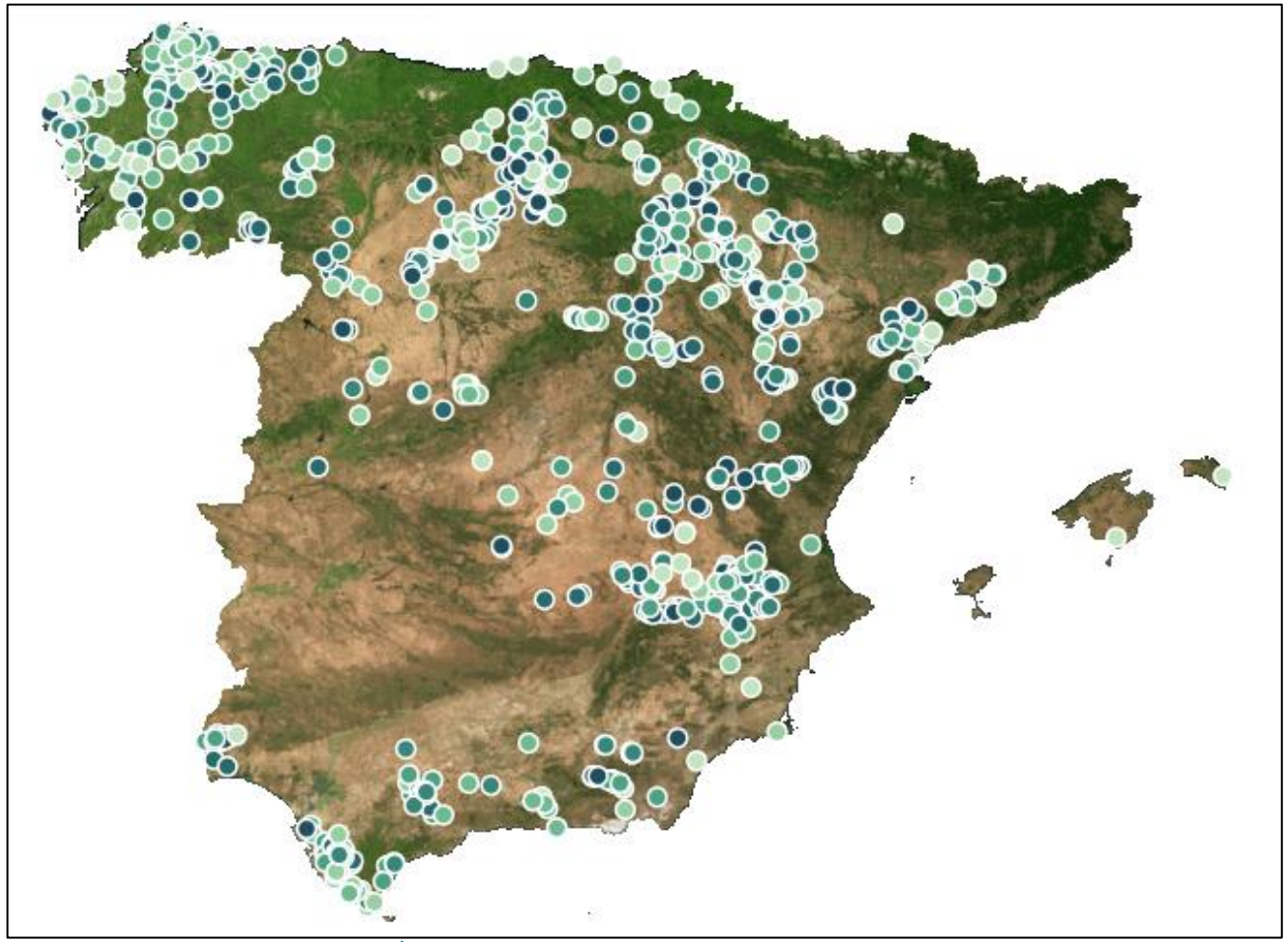
→ **Mapa de instalaciones hidroeléctricas.**

→ **Embalses mayores de 20Hm³.**

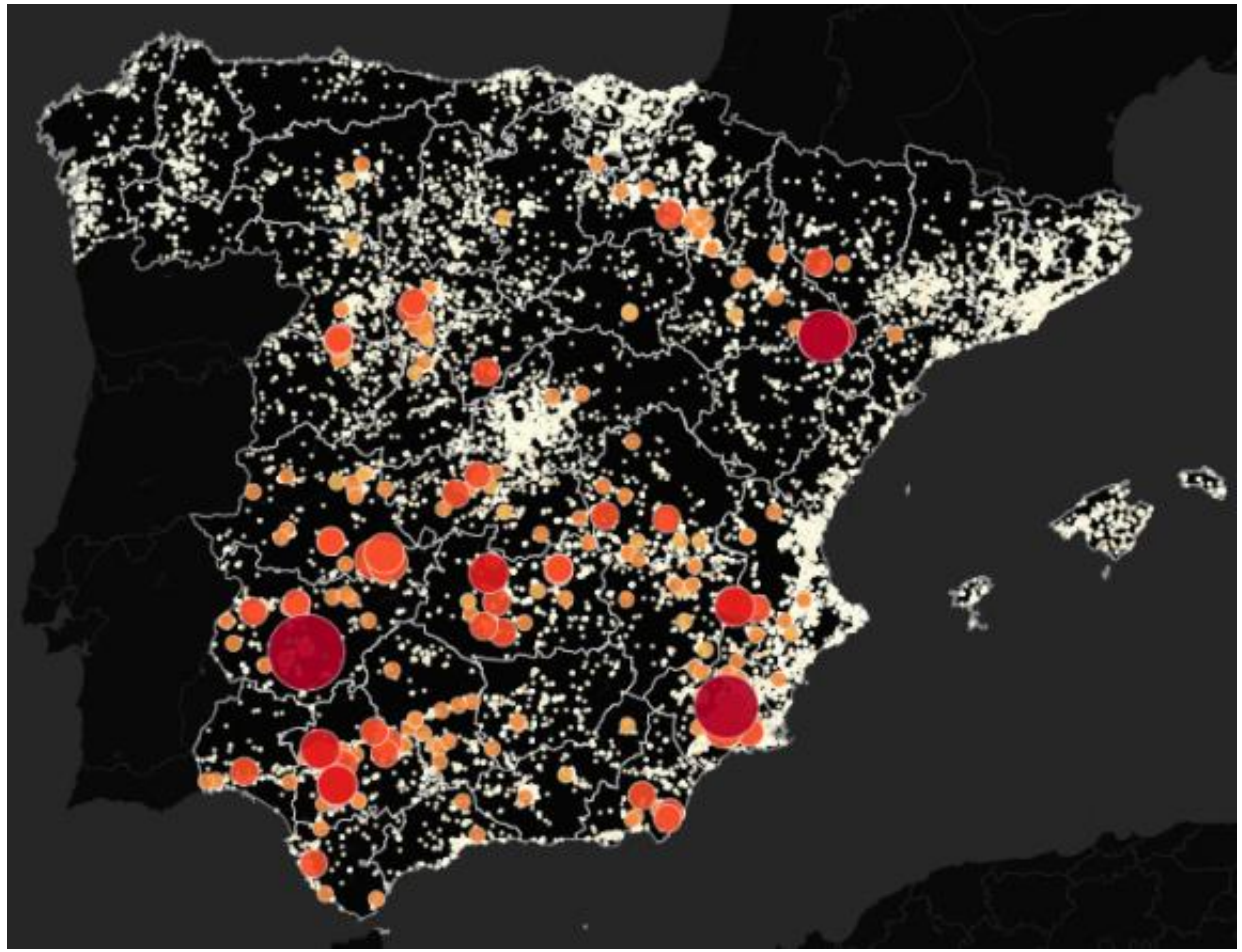
→ Fuente: https://www.esios.ree.es/es/mapas-de-interes/mapa-instalaciones-hidraulicas

Instalaciones de **Energía Renovable**

Magtel



→ **Mapa de instalaciones eólicas.**

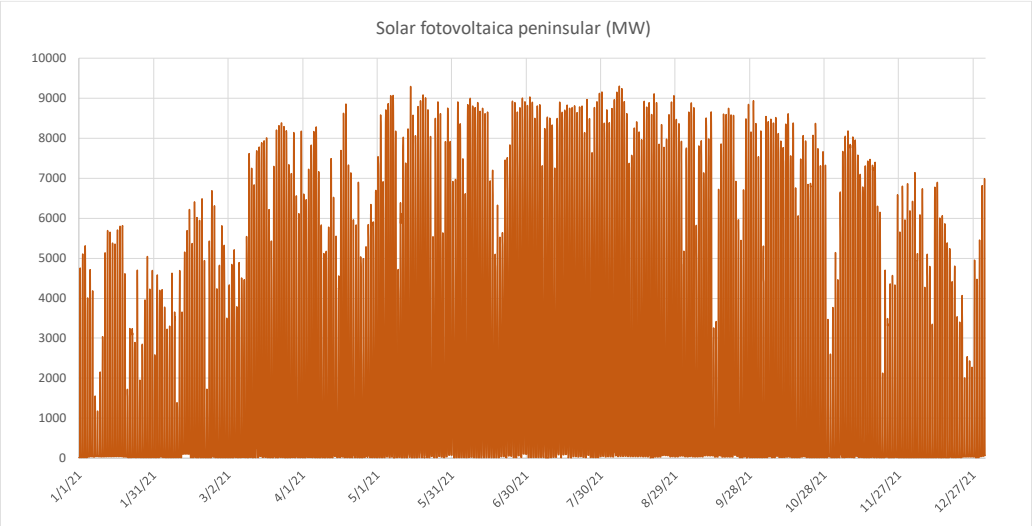


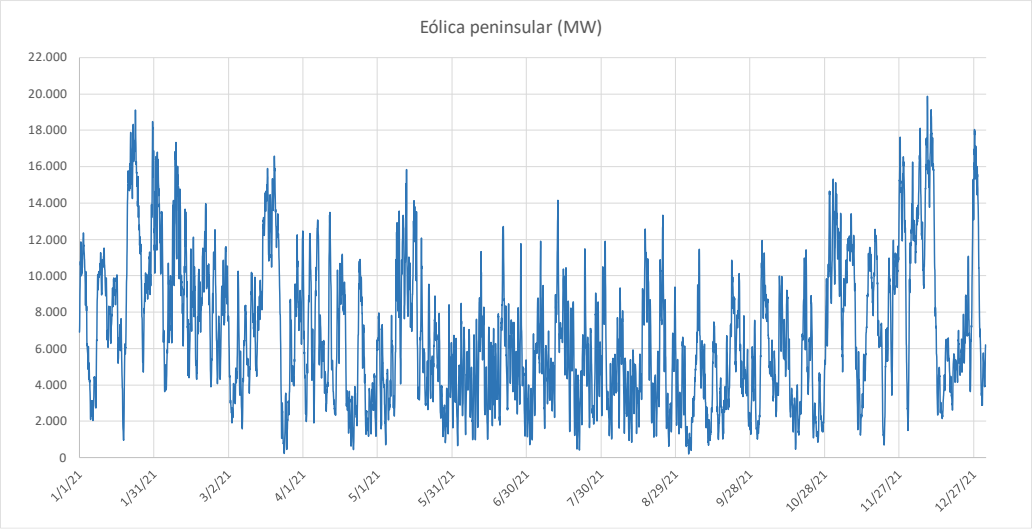
→ **Mapa de instalaciones fotovoltaicas.**

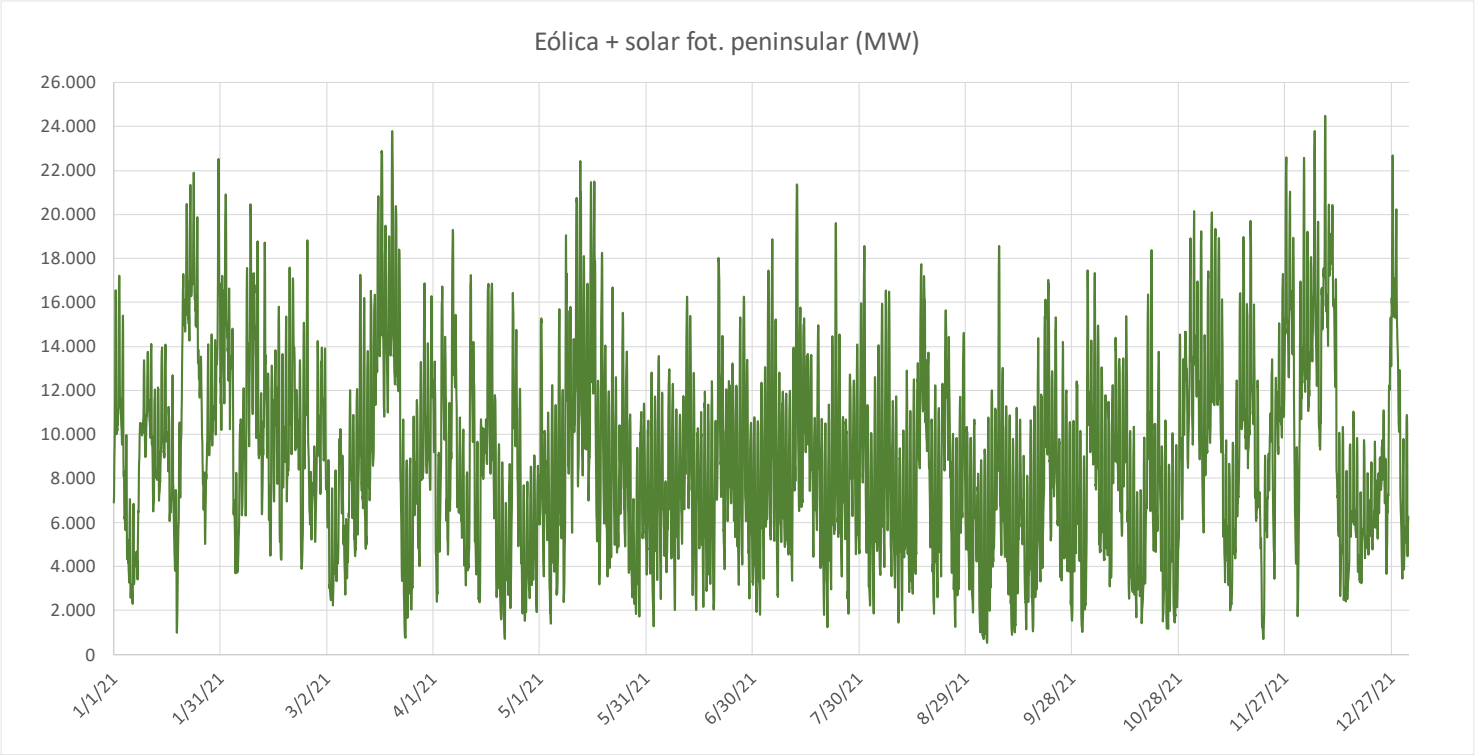
→ Fuente: https://www.esios.ree.es/es/mapas-de-interes/mapa-instalaciones-hidraulicas

Gestionabilidad de la **Energía Renovable**

Magtel



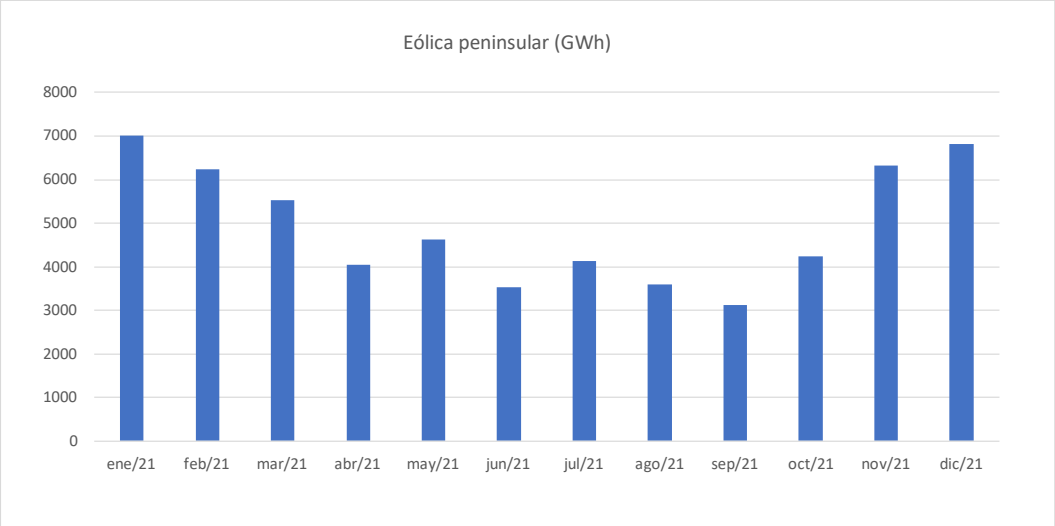


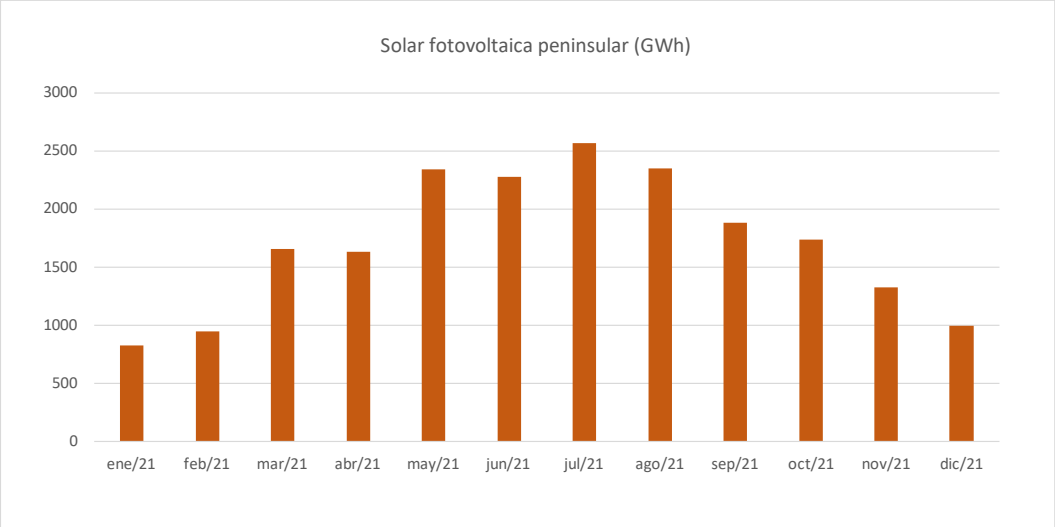


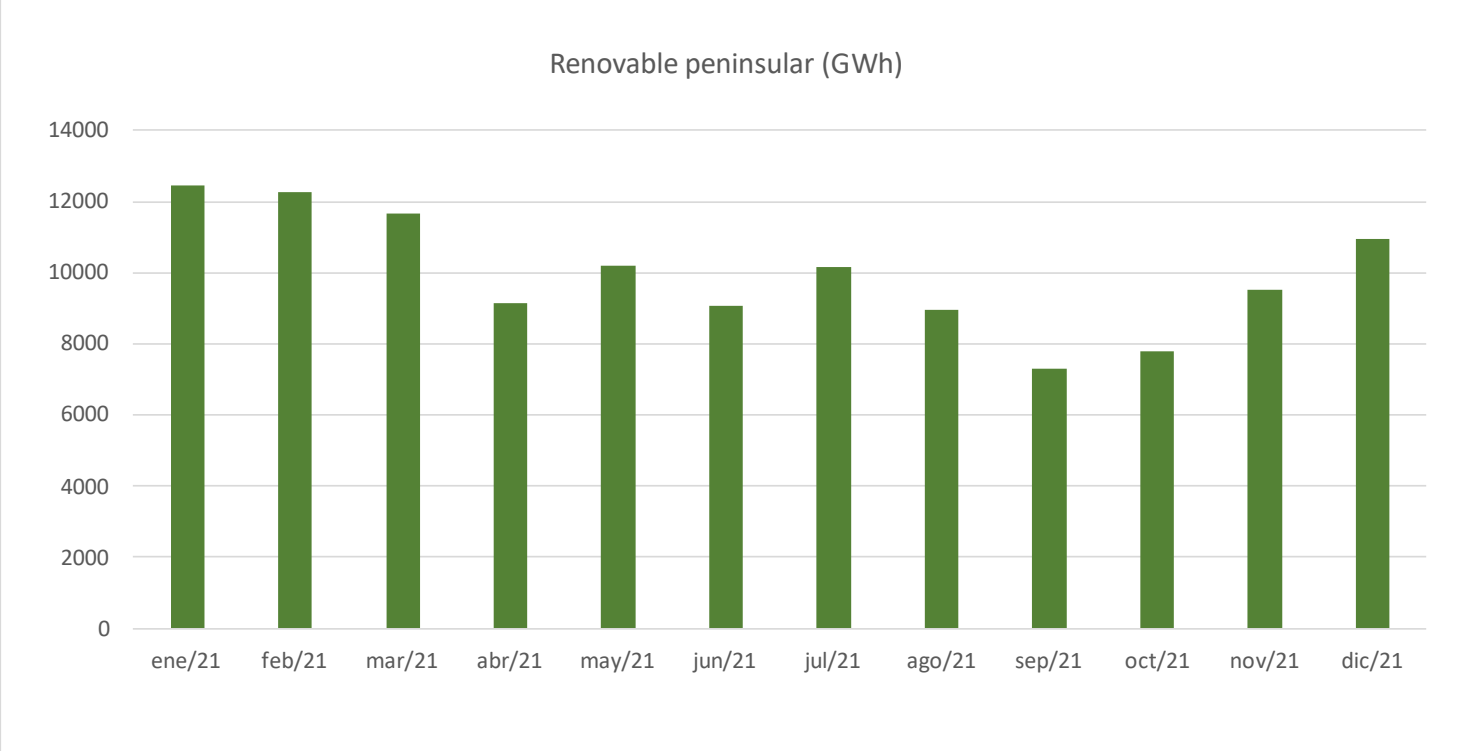
→ Fuente: https://www.ree.es/es

Gestionabilidad de la **Energía Renovable**

Magtel

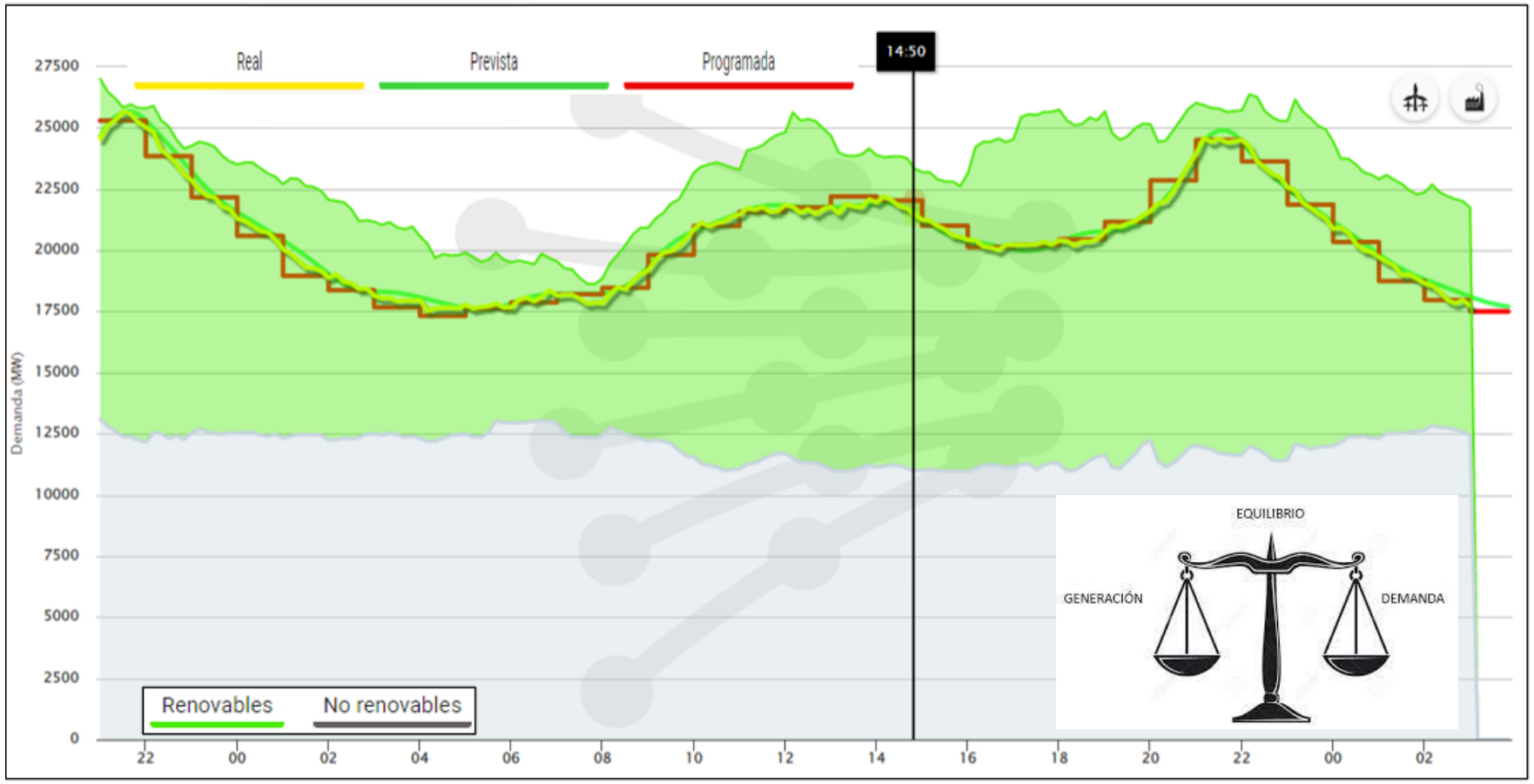


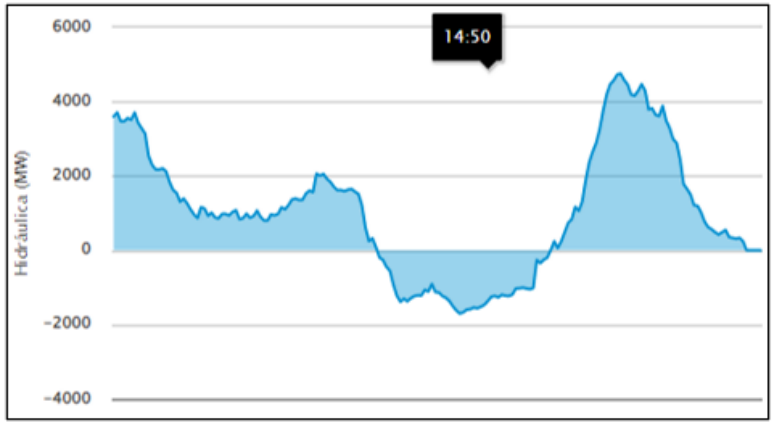


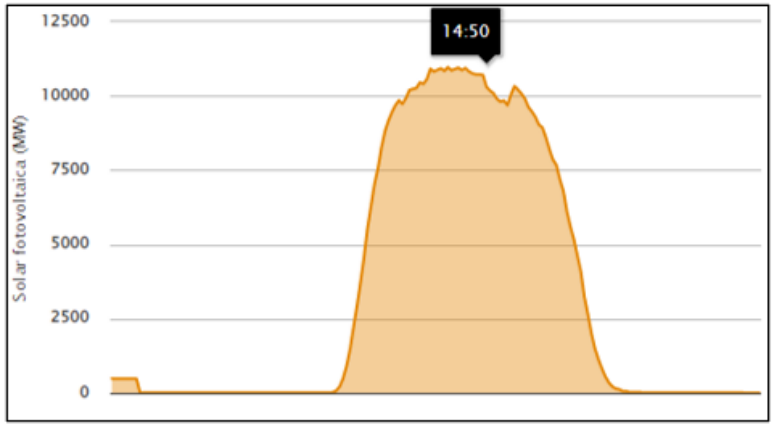


→ Fuente: https://www.ree.es/es

Equilibrio **Generación - Demanda**







→ Fuente: https://demanda.ree.es/visiona/peninsula/demanda/total

Propuesta de Concursos Capacidad de Acceso a Nudos de la Red de Transporte

Magtel

Los nudos 17 de capacidad que salen a concurso suman un total de **5.844 MW**.

Nombre del nudo	Sistema Eléctrico	Capacidad total convocada en el nudo (MW)	Acceso desde red de transporte (SI/NO)	Acceso desde red distribución (SI/NO)	Se convoca la totalidad (SI/NO)
CASTALLA 220	SEPE	631	SI	SI	SI
PARLA 220	SEPE	319	SI	SI	SI
MIRABAL 220	SEPE	276	SI	SI	SI
RUBI 220	SEPE	707	SI	SI	SI
FAUSITA 220	SEPE	440	SI	SI	SI
MEDINACELI 400	SEPE	95	SI	NO	SI
EL PALO 400	SEPE	532	SI	SI	SI
MESON D.V. 400	SEPE	481	SI	NO	SI
GATICA 400	SEPE	183	SI	SI	SI
J.M.ORIOL 400	SEPE	204	SI	NO	SI
MURUARTE 400	SEPE	386	SI	NO	SI
PEÑAFLOR 220	SEPE	342	SI	SI	SI
AGUAYO 400	SEPE	223	SI	NO	SI
BRAZATORTAS 400	SEPE	167	SI	NO	SI
SANTA ENGRACIA 220	SEPE	395	SI	NO	SI
CAMINO FREGACEDOS 220	SEPE	257	SI	SI	SI
SAUCELLE 220	SEPE	207	SI	SI	SI

→ Fuente: Propuesta de Concursos de Capacidad de acceso a Nudos de la Red de Transporte

Propuesta de Concursos Capacidad de Acceso a Nudos de la Red de Transporte

Magtel

Almacenamiento	• Se trata de una instalación de almacenamiento • Tamaño del almacenamiento en relación con la capacidad de acceso • Capacidad superior a 2h de almacenamiento • Descripción: Tecnología / Capacidad [MW] / Energía [MWh]
Máquina Síncrona	• Módulos de generación síncronos (MGES) • Compensadores Síncronos • Descripción técnica de la máquina síncrona: Potencia aparente nominal S [MVA], Constante de Inercia H [s], Corriente de cortocircuito de la máquina Icc [kA], Corriente Nominal de la máquina Inom [kA], Potencia reactiva de la máquina [MVAr], Energía cinética de la máquina síncrona [Ecin].
Capacidad de Amortiguamiento de Oscilaciones	• Dispone de controles específicos para amortiguamiento de oscilaciones. • Dispone de controles tipo *Power System Stabilizer* incorporado a MGES y/o compensadores síncronos. • Rango de frecuencia de actuación del control PSS propuesto. • Controles del tipo *Power Oscillation Damping* con actuación sobre la potencia reactiva (POD-Q) y sistemas de almacenamiento con interfaz de electrónica de potencia (AIEP) • Rango de ajuste de frecuencia POD-Q. • Rango de ajuste de frecuencia de actuación del control POD-P.

→ Fuente: Propuesta de Concursos de Capacidad de acceso a Nudos de la Red de Transporte

Propuesta de Concursos Capacidad de Acceso a Nudos de la Red de Transporte

Magtel

Capacidad Adicional de Potencia Reactiva	• Diagrama U-Q/Pmax y P-Q/Pmax. • Cociente Qcap_P10% y Pmax_proy. • Cociente Qind_P10% y Pmax_proy. • Cociente Qcap_P80% y Pmax_proy. • Cociente Qind_P80% y Pmax_proy.
Robustez: Estabilidad de Tensión	• Soporta huecos de tensión. • Curva de hueco de tensión U[p.u.] – tiempo [s] para faltas trifásicas. • Cumplir con P.O. 12.2 • Curva de sobretensiones transitorias.
Sistemas de reducción Automática de Potencia	• Puede reducir su producción desde plena carga a cero en un tiempo menor o igual a 3 segundos. • Tiene capacidad para recibir señales desde un centro de control en relación a la reducción automática de potencia.

→ Fuente: Propuesta de Concursos de Capacidad de acceso a Nudos de la Red de Transporte

Propuesta de Concursos Capacidad de Acceso a Nudos de la Red de Transporte

Magtel

CRITERIOS	Puntos	Peso(%)
TEMPORALES	**13**	**16,5%**
Compromiso de inyección de energía	12	15,2%
Proyectos en distribución con procedimiento de AyC suspendido por conectarse a red subyacente de nudo de concurso	1	1,3%
ASOCIADOS A LA TECNOLOGÍA	**25**	**31,6%**
Autoconsumo	5	6,3%
Almacenamiento	5	6,3%
Hibridación	4	5,1%
Repotenciación	2	2,5%
Otros criterios técnicos: - Energía cinética de máquina síncrona - Potencia de cortocircuito de máquinas síncronas - Amortiguamiento de oscilaciones - Sistemas de reducción automática de potencia	9	11,4%
CRITERIOS SOCIOECONÓMICOS Y DE RETO DEMOGRÁFICO	**19**	**24,1%**
Porcentaje expropiación	4	5,1%
Empleo directo en la zona (construcción + operación)	6	7,6%
Impacto cadena de valor	2	2,5%
Participación inversores locales	1	1,3%
Mecanismos reinversión ingresos	2	2,5%
Reinversión de ingresos en municipios que pertenezcan a zonas de reto demográfico	2	2,5%
Huella de carbono	2	2,5%
CRITERIOS AMBIENTALES	**22**	**27,8%**
Afección planta	10	12,7%
Afección línea	10	12,7%
Utilización emplazamientos existentes	2	2,5%

→ Fuente: Propuesta de Concursos de Capacidad de acceso a Nudos de la Red de Transporte

BlueStorage

Centrales Hidroeléctricas Reversibles, Imprescindibles para la transición energética

Centrales Hidroeléctricas Reversibles

Imprescindibles para la Transición Energética - Retribución

Magtel

Balance

- Regulación Primaria
- Regulación Secundaria
- Regulación Terciaria

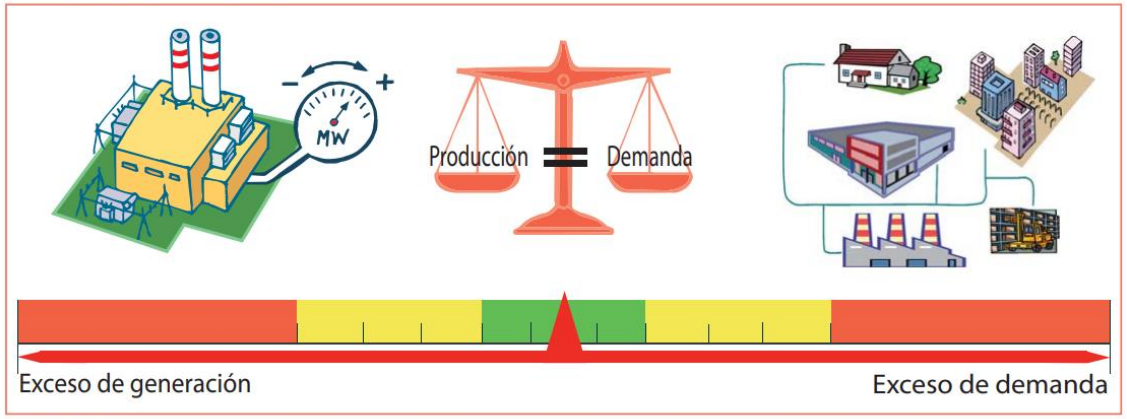
Servicios auxiliares

- Control de Tensión
- Control de Frecuencia
- Inercia
- *Black-Start*

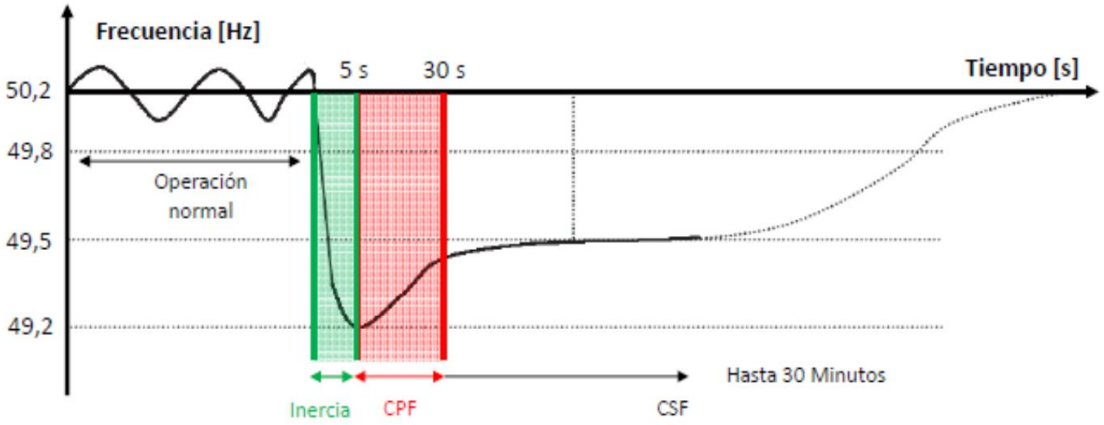
Gestión de la energía

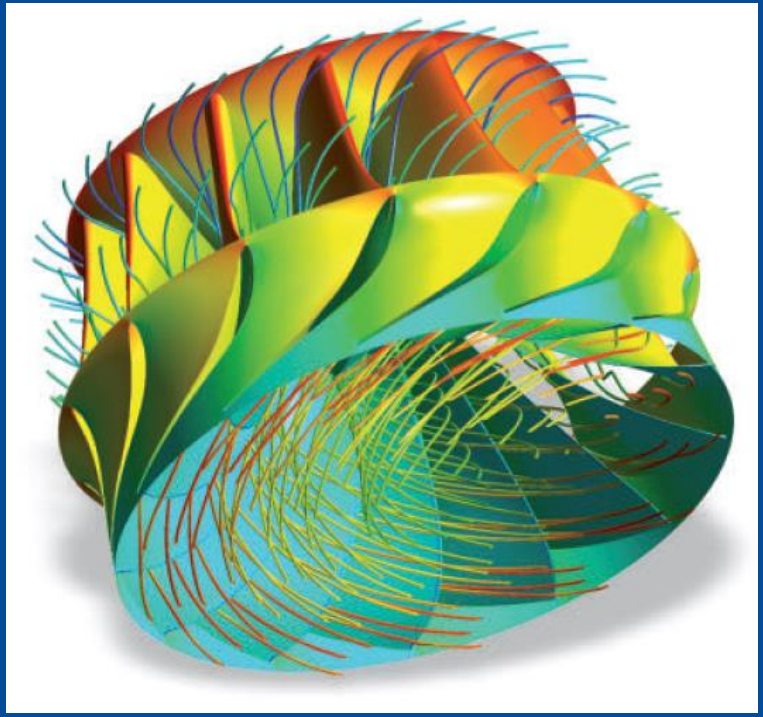
- Para integración de energía renovable
- Para optimización económica
- Gestión de Restricciones Técnicas

EL EQUILIBRIO GENERACIÓN / DEMANDA



Fuente: www.ree.es





Gracias

PhD. MSc. Andrés Zapico Martín
andres.zapico@magtel.es / +34 654 041 617

info@magtel.es
magtel.es