



**Jofemar**  
SMART SOLUTIONS

# ÍNDICE

1. ABOUT US
2. RENEWABLE ENERGY and STORAGE
3. UNDERSTANDING SMARTGRIDS
4. FACTORY MICROGRID
5. DESIGN AND IMPLEMENTATION

# ABOUT US

Jofemar Corporation



# About us



An established family-owned business group based in Navarra and with a strong industrial base. Founded in 1971 by D. Félix Guindulain Vidondo.



## TECHNOLOGY IS THE CORNERSTONE OF OUR SUCCESS

- " Innovation in products and services.
- " Technologically advanced products and solutions.
- " Constant investment in R&D.



## TALENT MANAGEMENT AND DEVELOPMENT

- " Highly qualified and motivated professionals.
- " A dedicated, flexible and creative team.
- " Driven by ethics and CSR.



## OUR MARKETPLACE IS THE WORLD

- " Diversifying and exploring new business opportunities.
- " Worldwide presence and expansion to new markets.
- " Growing with our clients.

# At a glance



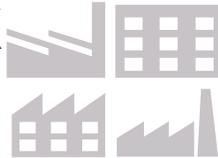
More than **285** employees



**84 COUNTRIES**  
**5 CONTINENTS**



**4** COMMERCIAL SUBSIDIARIES  
USA UK  
FRANCE  
BRASIL



**5** BUSINESS LINES



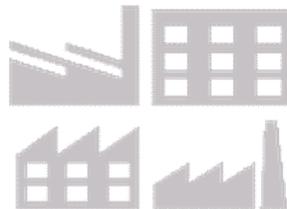
INVEST  
INNOVATE  
RESEARCH  
& DEVELOP



DEDICATED TO R&D

EFFICIENT  
MANAGEMENT

ISO 9001 • ISO 14001



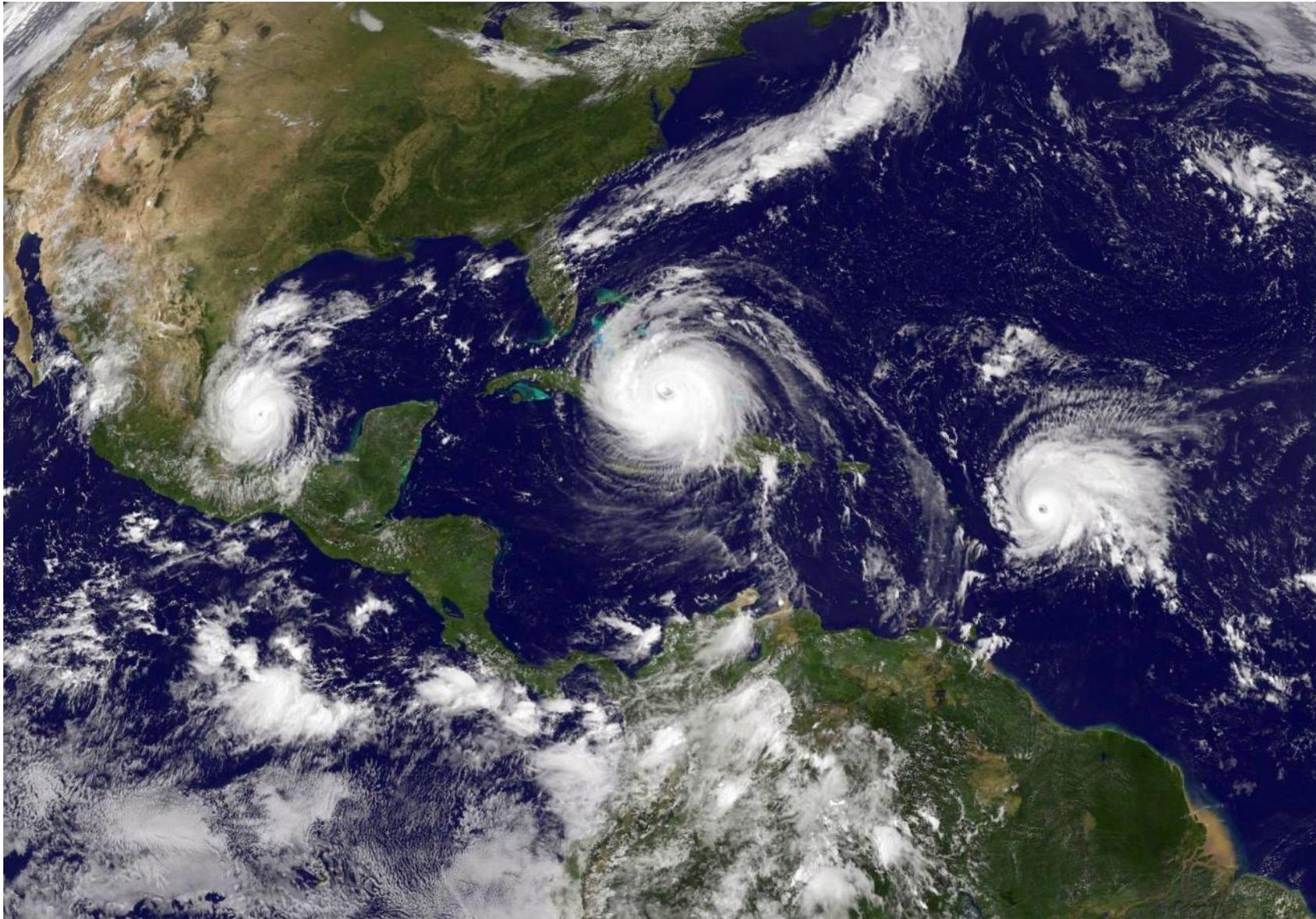
- 5 national offices in Spain.
- 4 commercial subsidiaries in the USA, UK, France and Brazil.
- Official network of distributors all around the world.
- R&D team consisting of more than 70 top professionals.
- Expertise in electronics, software, payment systems and electrochemistry.
- Leadership in complex mechatronic systems.
- Robust, flexible and reliable internal procedures.
- High production capacity with exceptional quality.
- Adapted to the customers requirements.

# RENEWABLE ENERGY and STORAGE



To truly transform our economy, protect our security, and save our planet from the ravages of climate change, we need to ultimately make clean, renewable energy the profitable kind of energy. - **Barack Obama**





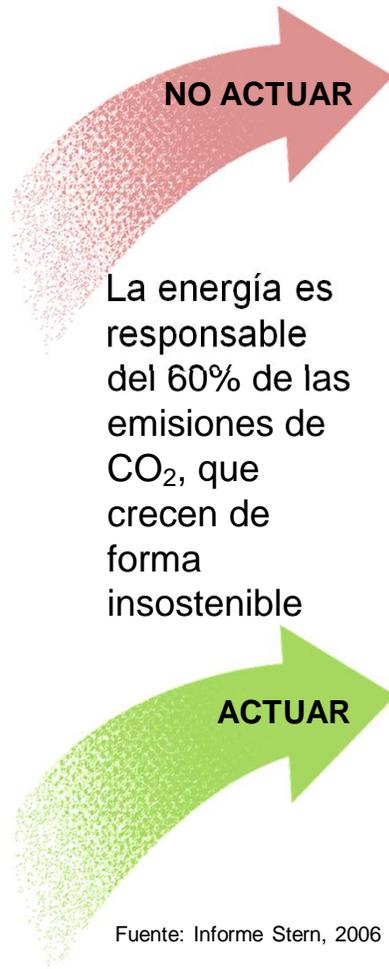


# La energía:

## un problema con múltiples factores



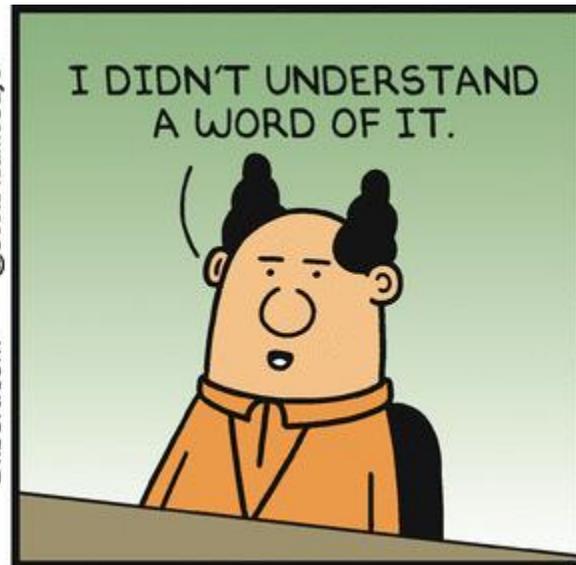
## Costará menos frenar el cambio climático que pagar sus efectos



EFECTOS		COSTE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentración de CO<sub>2</sub> e&gt; 750 ppm antes de 2100 preindustrial: 280 hoy: 385</li> <li>- Temperatura +5° en el siglo XXI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grave impacto en el hombre y el medio ambiente</li> <li>Grave depresión económica</li> <li>Pérdida superficie agrícola</li> <li>Tierras sumergidas</li> <li>Más fenómenos meteorológicos extremos</li> </ul>	<p><b>20% PIB mundial anual</b></p>	
OBJETIVOS	ACTUACIONES	EFECTOS	INVERSION
<p><b>Desacoplar crecimiento y cambio climático</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>50%</u> de la en. primaria no fósil en 2050</li> <li>- <u>Estabilizar CO<sub>2</sub></u> entre <u>450-550 ppm</u> en el s. XXI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Precio al carbono</li> <li>I+D en tecnologías limpias</li> <li>Eficiencia energética</li> <li>Sensibilización social</li> <li>Frenar deforestación</li> <li>Acción internacional concertada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor calentamiento (&lt;2° en s. XXI)</li> <li>Oportunidades de negocio</li> <li>Nuevos mercados</li> <li>Nuevos desarrollos tecnológicos</li> <li>Nuevos empleos</li> </ul>	<p><b>1% PIB mundial anual</b></p>



Dilbert.com @ScottAdamsSays



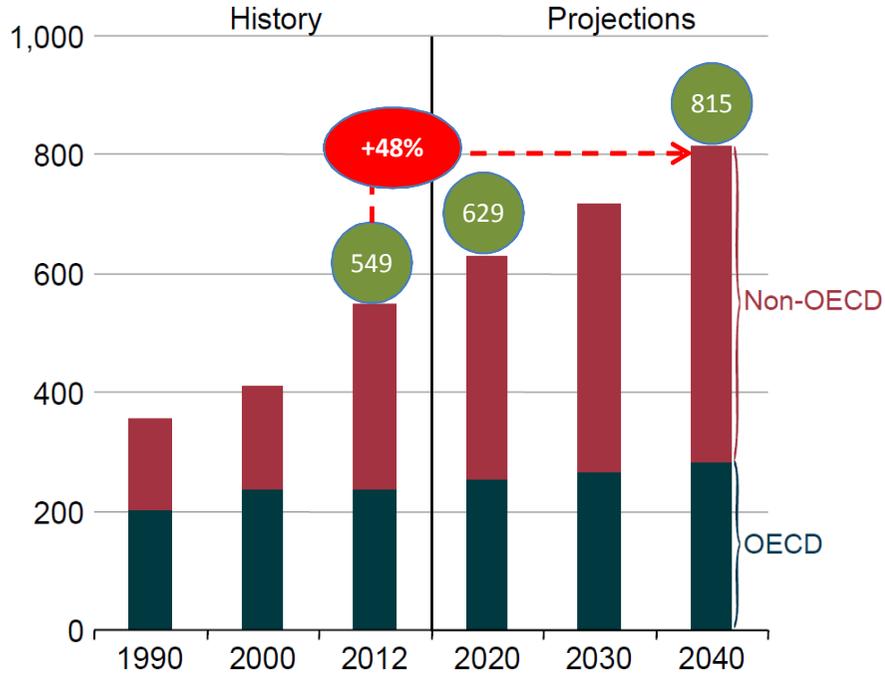
10-18-17 © 2017 Scott Adams, Inc./Dist. by Andrews McMeel



# 1 La demanda energética mundial está creciendo globalmente

Fuente: AIE, WEO 2016

**Consumo energético mundial, 1990-2040 (cuatrillones Btu)**



Region	2012	2020	2040	Average annual percent change, 2012-40
OECD	238	254	282	0.6
Americas	118	126	138	0.6
Europe	81	85	96	0.6
Asia	39	43	48	0.8
OECD with U.S. CPP	238	252	280	0.6
OECD Americas with U.S. CPP	118	124	136	0.5
Non-OECD	311	375	533	1.9
Europe/Eurasia	51	52	58	0.5
Asia	176	223	322	2.2
Middle East	32	41	62	2.4
Africa	22	26	44	2.6
Americas	31	33	47	1.5
Total World	549	629	815	1.4
Total World with U.S. CPP	549	627	813	1.4



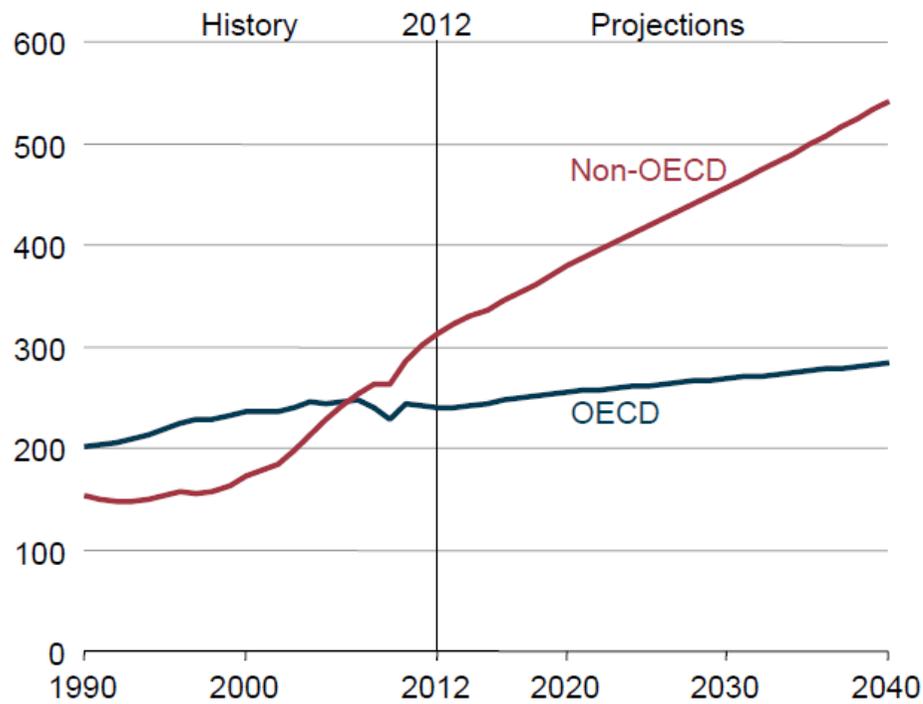
Cuota de consumo energético

2012                      2040

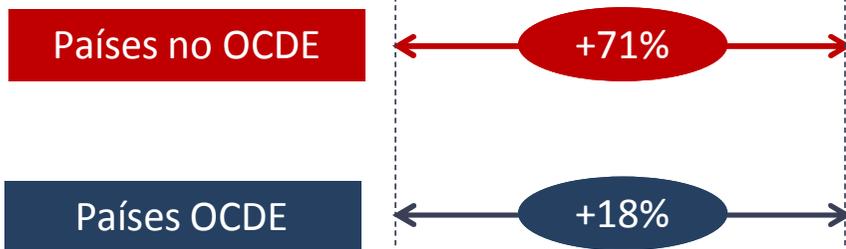
Incremento de la capacidad productiva de bienes y servicios para el mercado local y extranjero	54%	53%
Aumento de la demanda en equipos (dispositivos) y en transporte	25%	26%
Aumento de la población que demanda mejoras en las viviendas: más energía para construir y mantener	20%	21%

## 2 Crecimiento económico y mayor demanda energética a dos velocidades.....

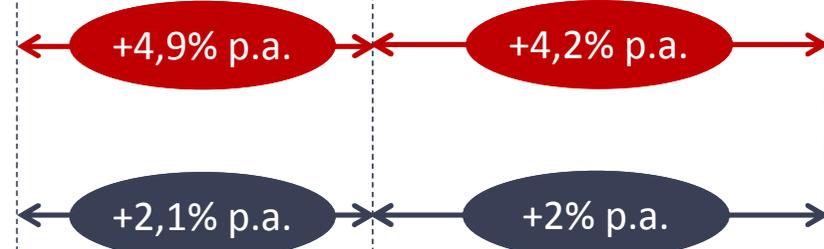
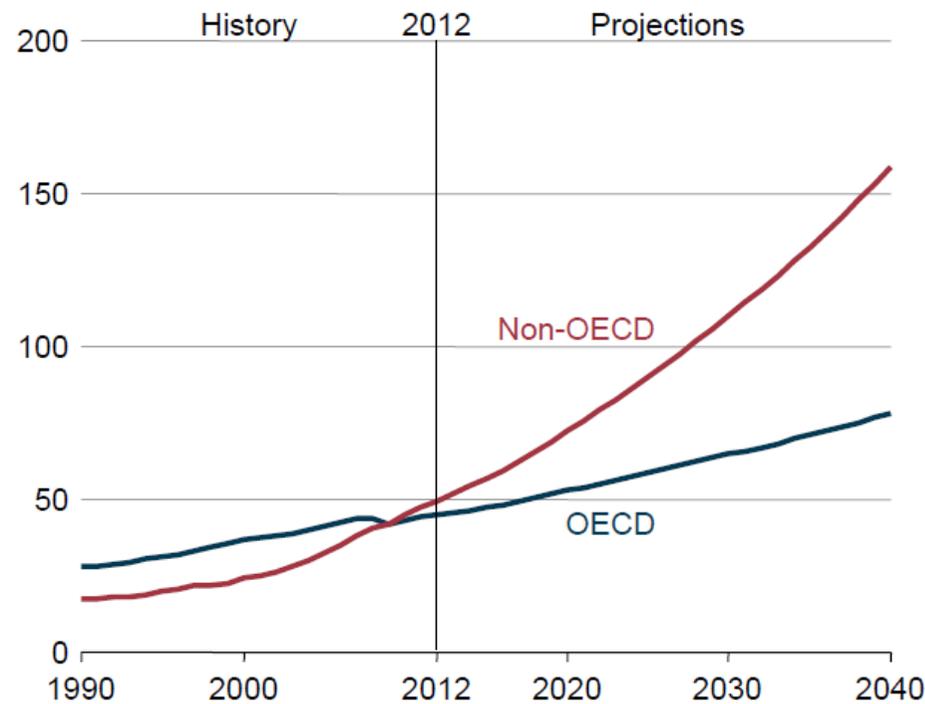
**Consumo energético mundial, 1990-2040 (cuatrillones Btu)**



Fuente: AIE, WEO 2016

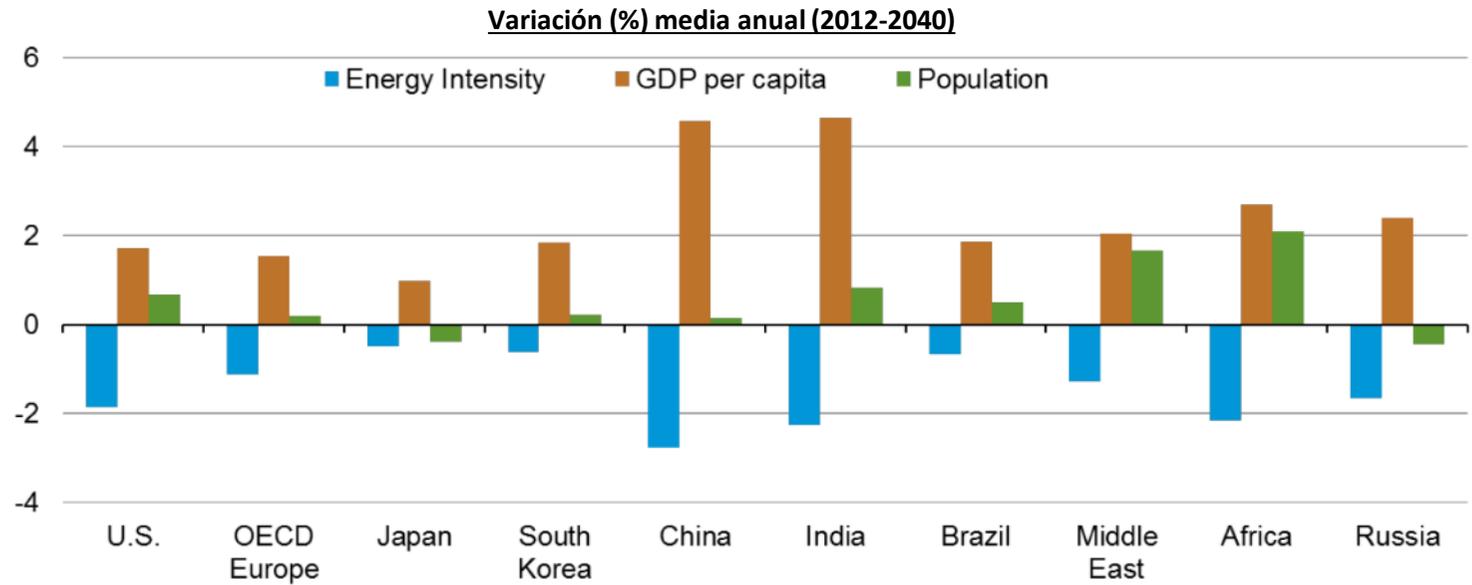


**PIB Mundial (Trillones de US\$)**

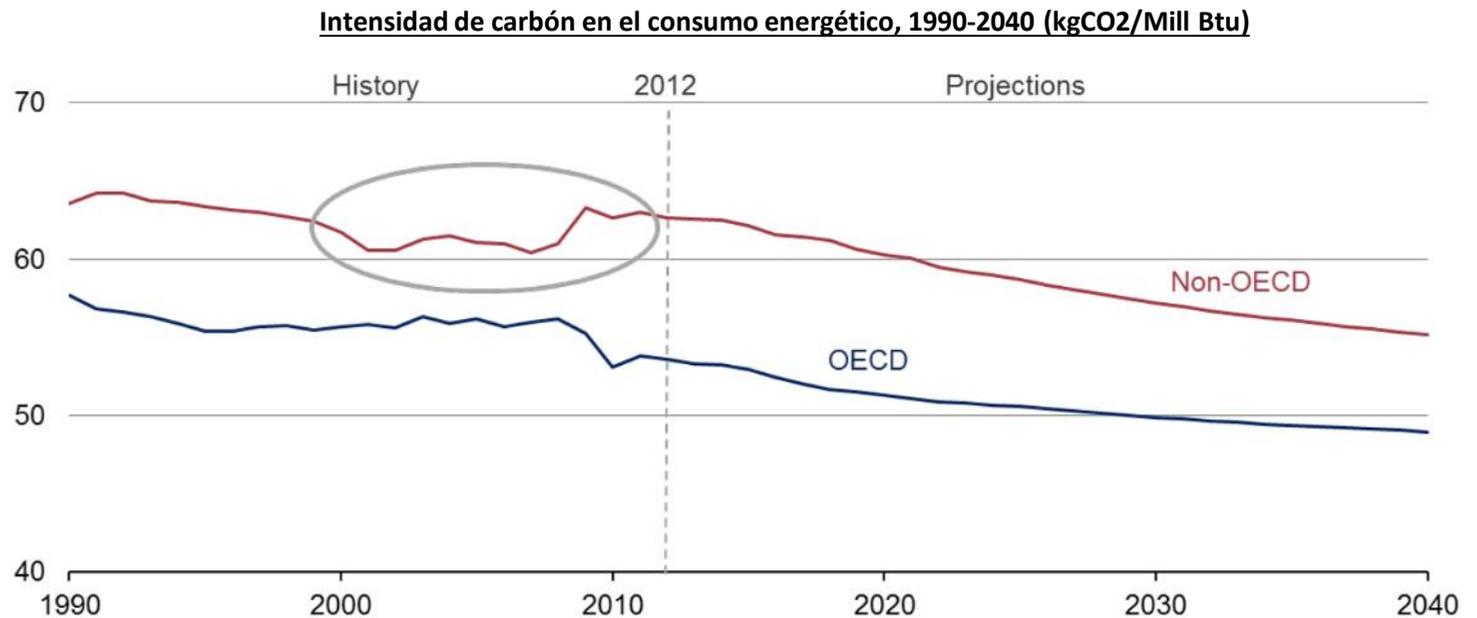


Evolución de la demanda energética

3  
..... pero con menor intensidad energética

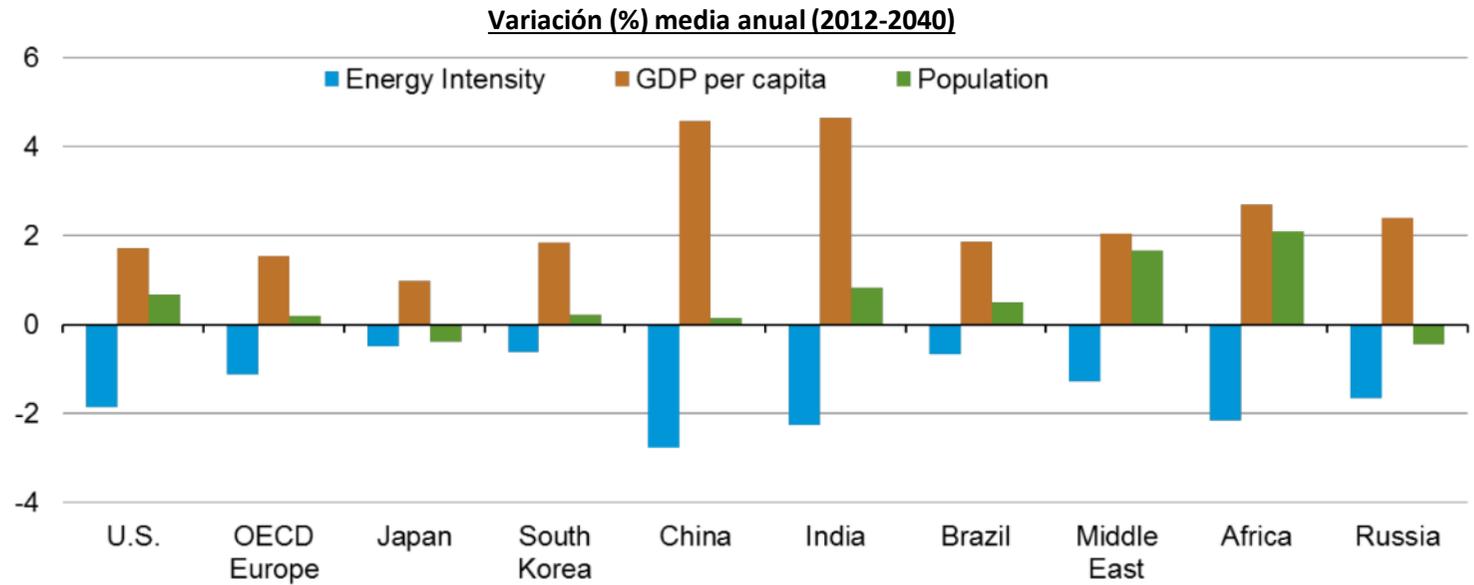


4  
y menos intensivo en carbón

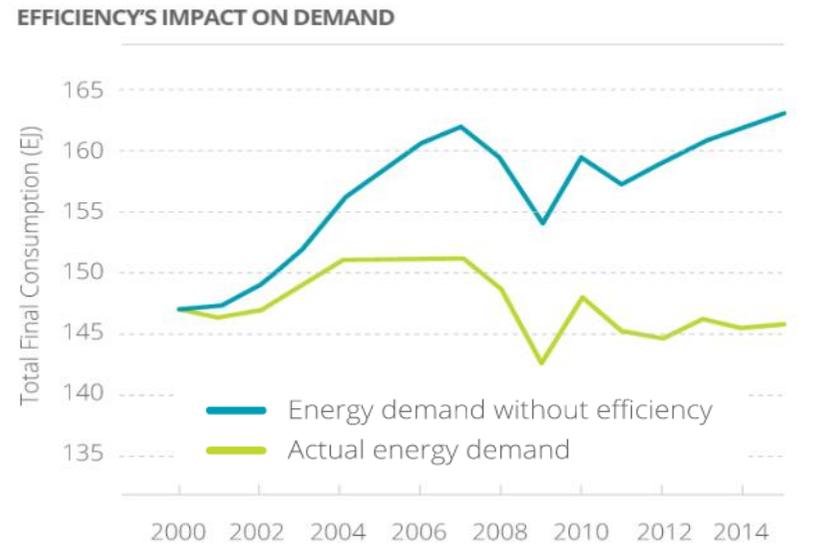
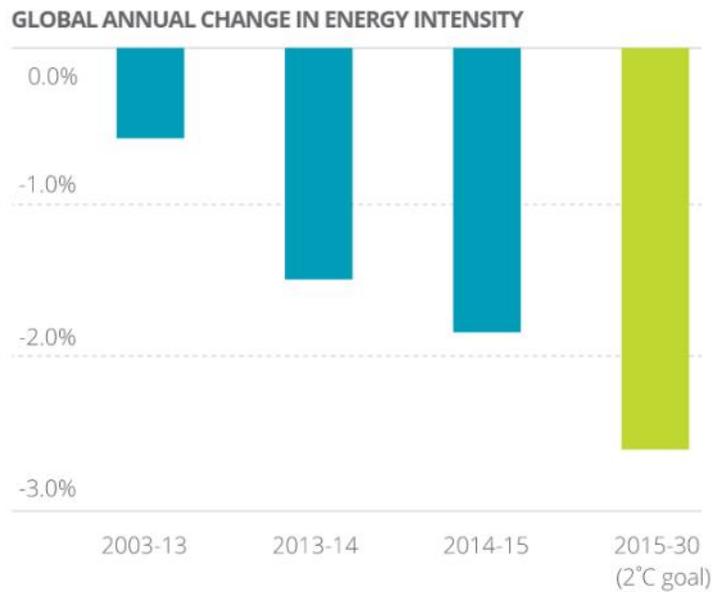


Evolución de la demanda energética

3  
..... pero con menor intensidad energética



..... La eficiencia energética está ralentizando el crecimiento de la demanda energética



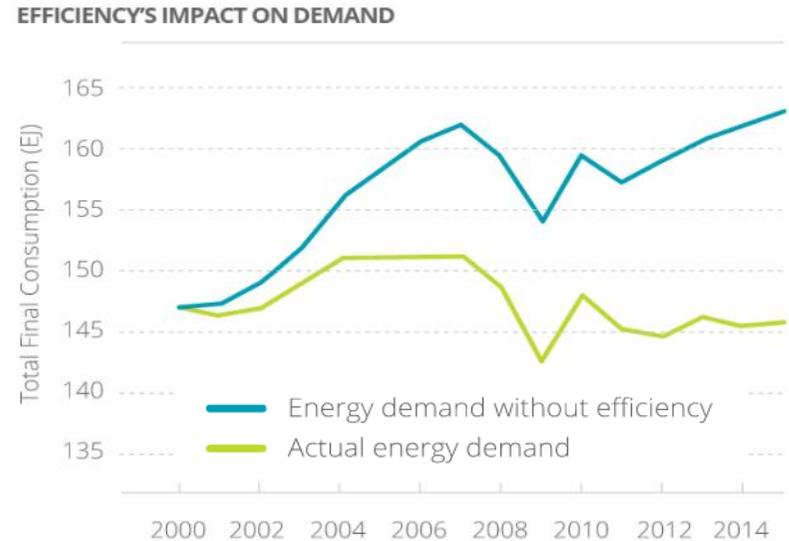
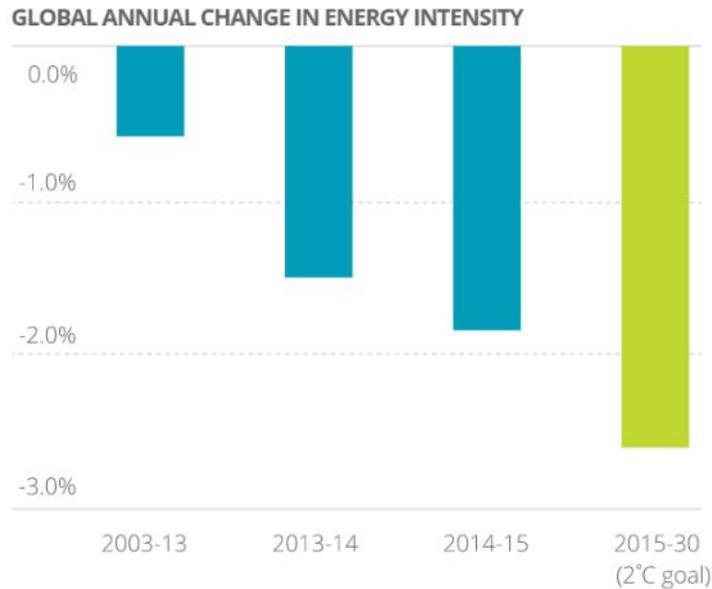
Evolución de la demanda energética

3  
..... pero con menor intensidad energética



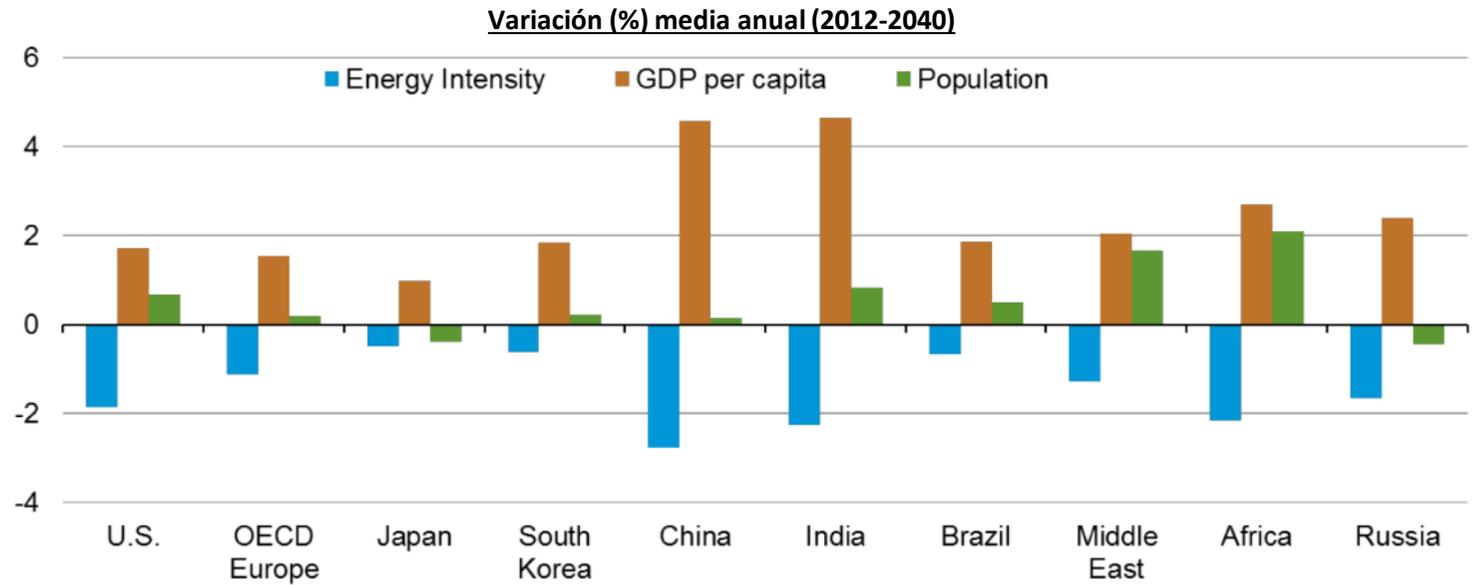
This avoided fossil fuel consumption **reduced greenhouse gas emissions** by 1.5 Gigatonnes, or 13% of total **CO<sub>2</sub>** emissions from fuel combustion in 2015.

..... La eficiencia energética está ralentizando el crecimiento de la demanda energética

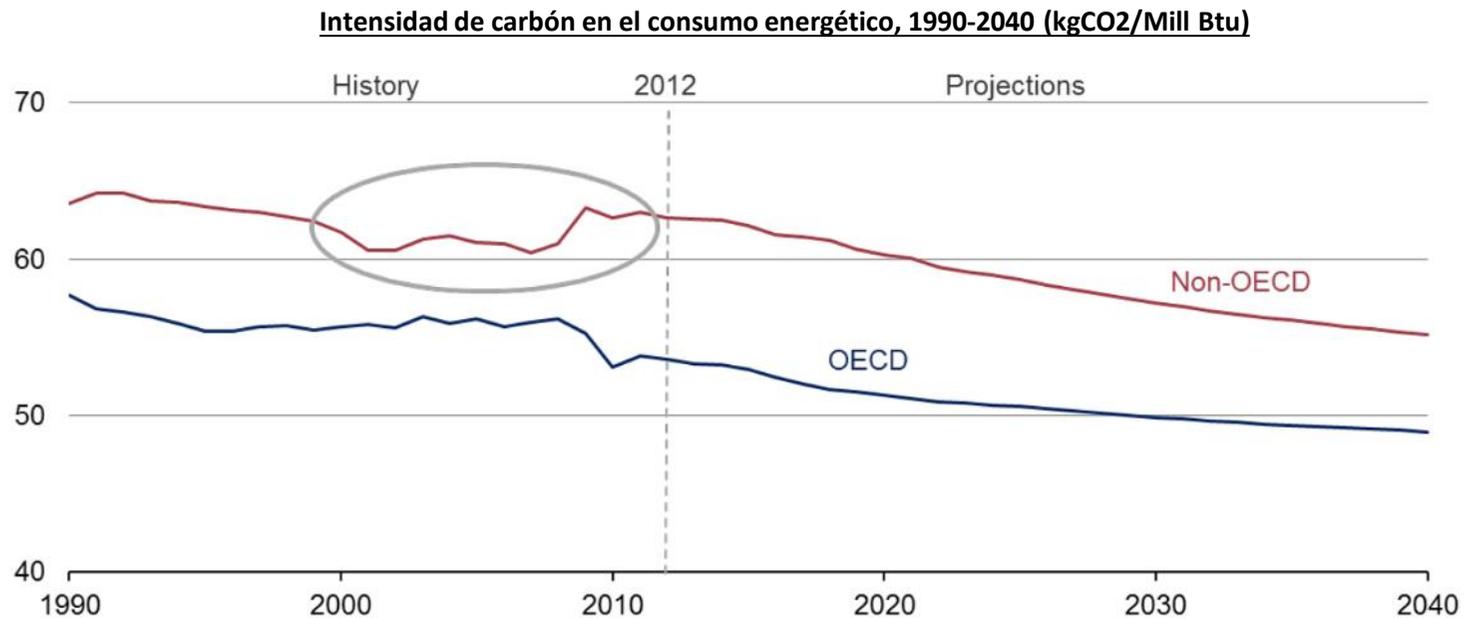


Evolución de la demanda energética

3  
..... pero con menor intensidad energética

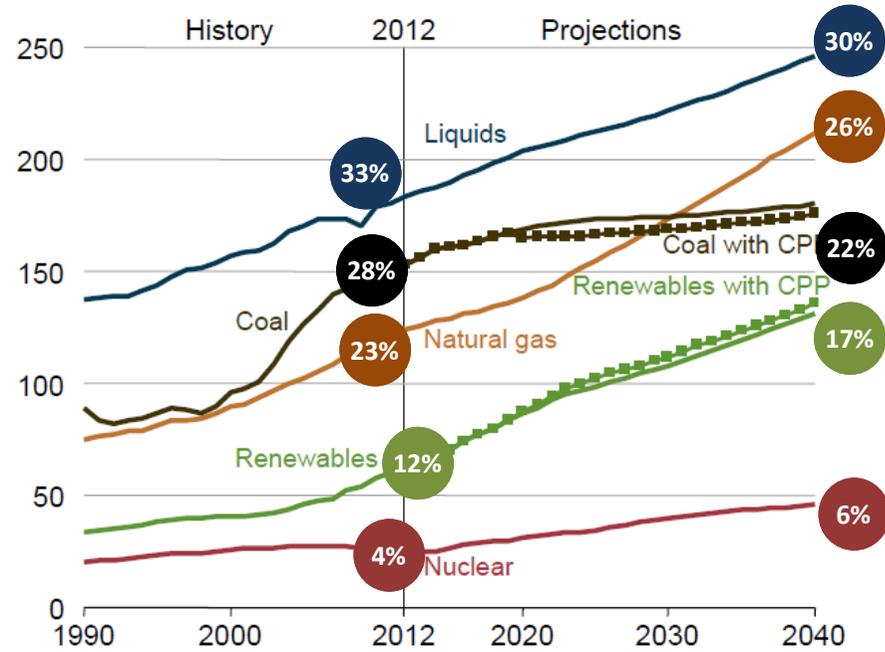


4  
y menos intensivo en carbón

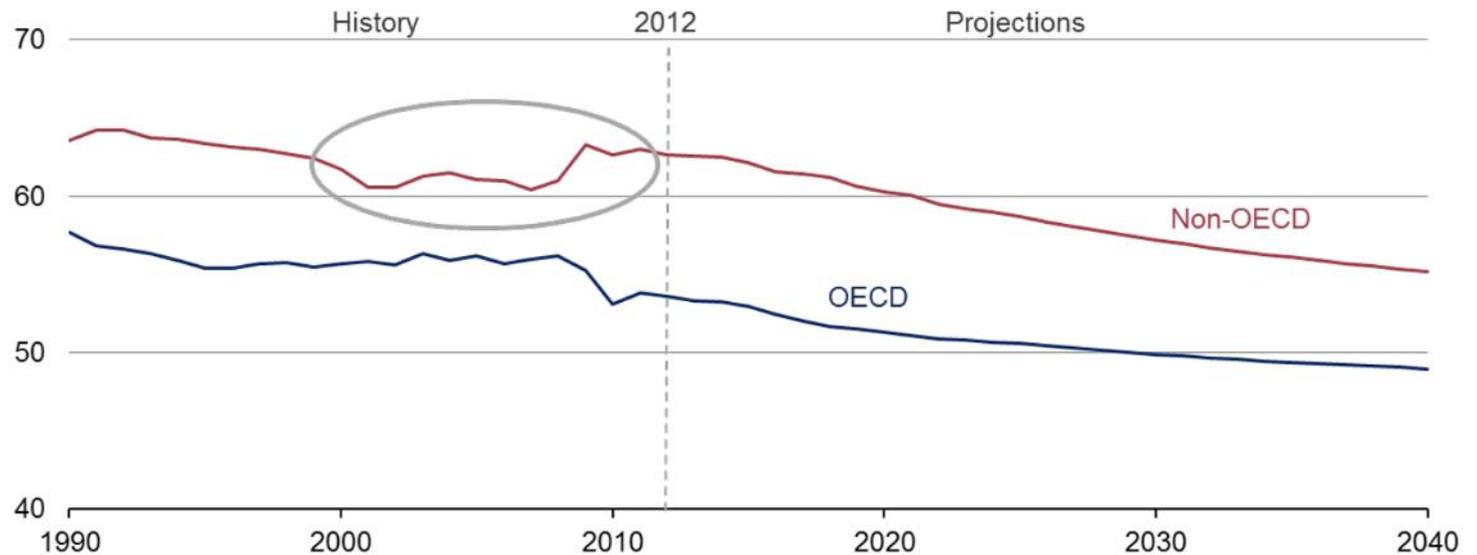


Por el cambio que estamos viviendo en el mix de generación

**Consumo energético mundial por fuente energética, 1990-2040 (cuatrillones de Btu)**



**Intensidad de carbón en el consumo energético, 1990-2040 (kgCO<sub>2</sub>/Mill Btu)**

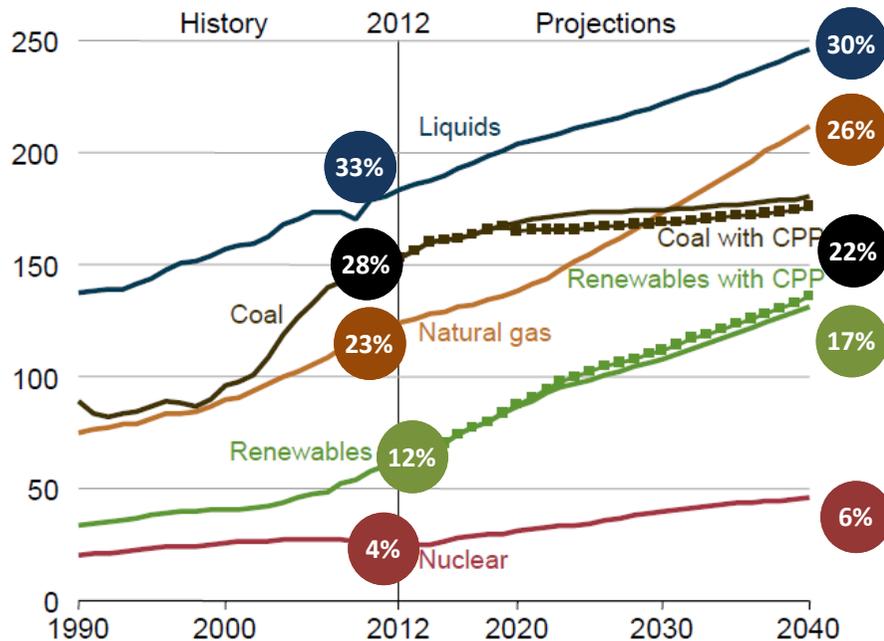


4 y menos intensivo en carbón

# 5 Las renovables incrementarán su protagonismo

**Consumo energético mundial por fuente energética, 1990-2040**  
(cuatrillones de Btu)

Fuente: AIE, WEO 2016

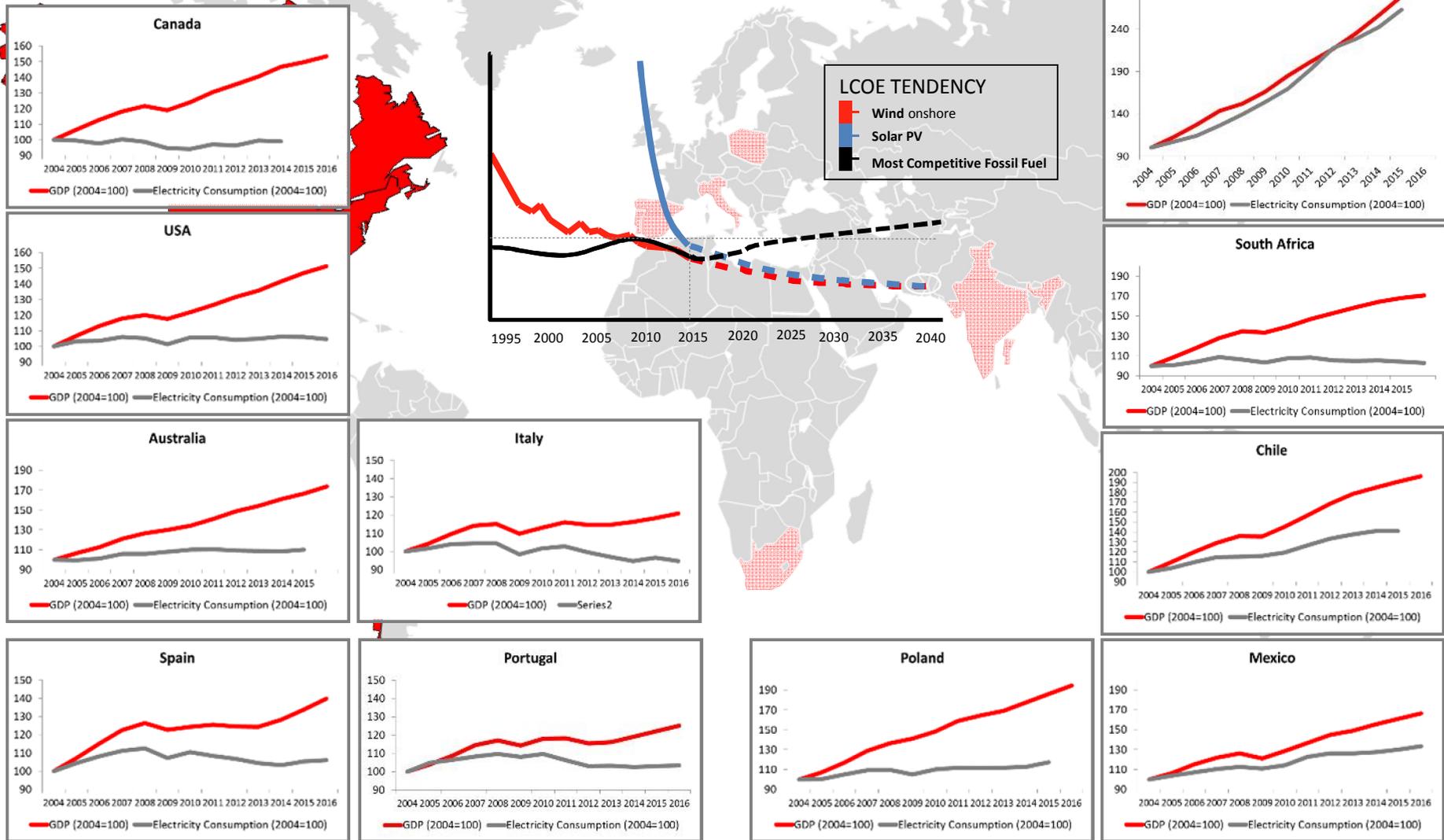


<b>Petróleo y otros combustibles líquidos</b>	Fuente principal pero su cuota de consumo energético se reduce. Principales aumentos en el sector transporte e industrial y disminución en el sector residencial y eléctrico
<b>Gas Natural</b>	Aumento de su suministro para cubrir su consumo especialmente del shale en USA y Canadá. Crecimiento en todos los sectores especialmente el industrial y eléctrico
<b>Carbón</b>	Su consumo se ralentiza o disminuye
<b>Renovables</b>	Fuente energética que más rápido aumenta su cuota en el consumo energético
<b>Nuclear</b>	Leve aumento de su cuota en el consumo energético

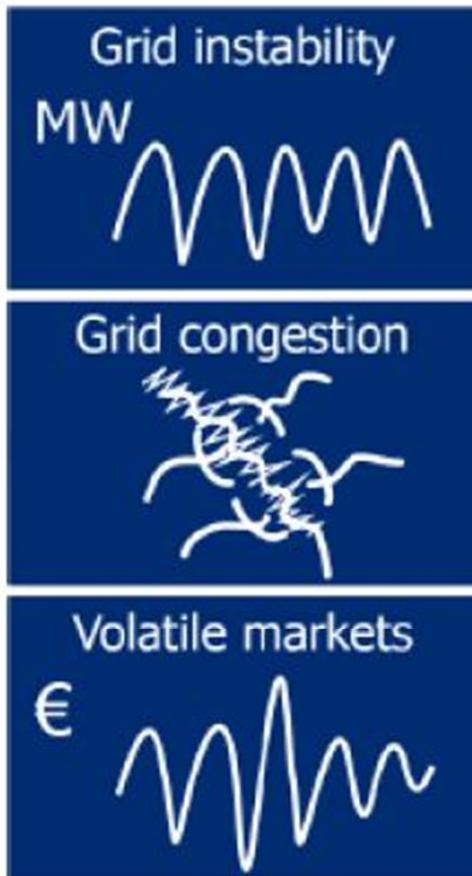


**6 Cada país deberá impulsar distintas políticas energéticas y climáticas**

Mercados de adición vs mercados de reemplazo  
(relacionados con mercados emergentes vs economías maduras)



## Obstacles



## Solutions



## Key



with almost no ability to store the product

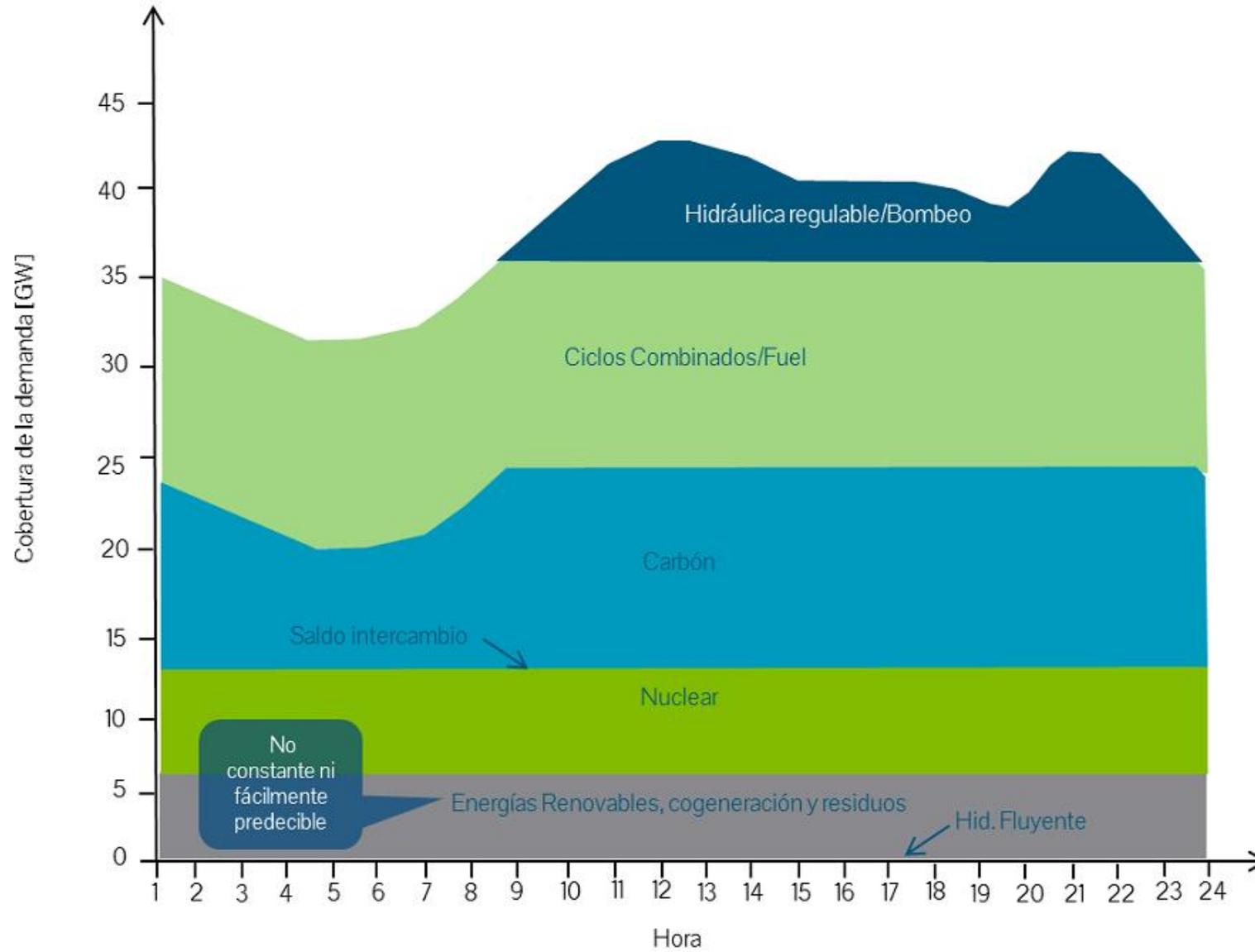
It



Matt Roberts,  
Executive Director of Energy Storage Association (ESA)

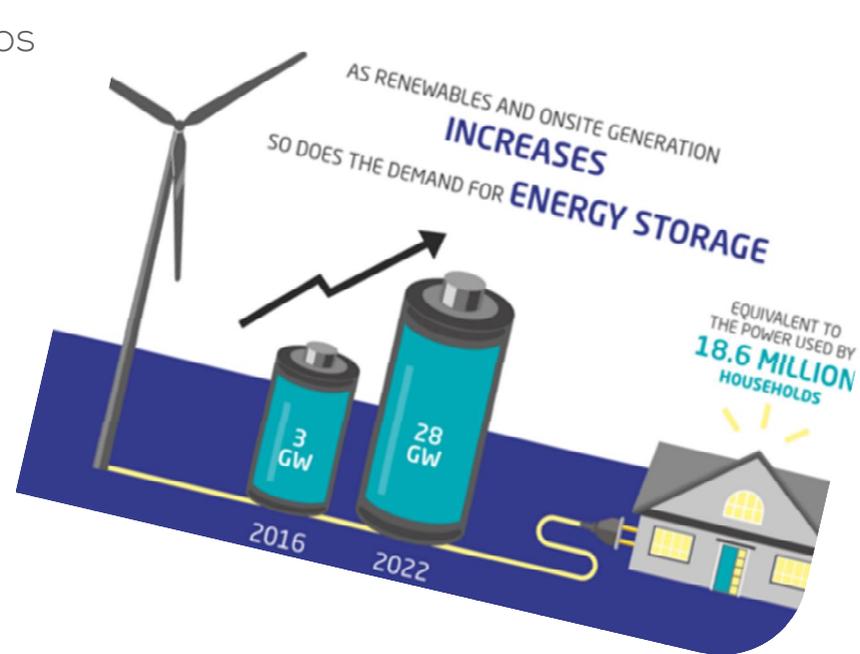
[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-RECAI-49-May-2017/\\$FILE/EY-RECAI-49-May-2017.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-RECAI-49-May-2017/$FILE/EY-RECAI-49-May-2017.pdf)

# Datos



# Contexto del almacenamiento

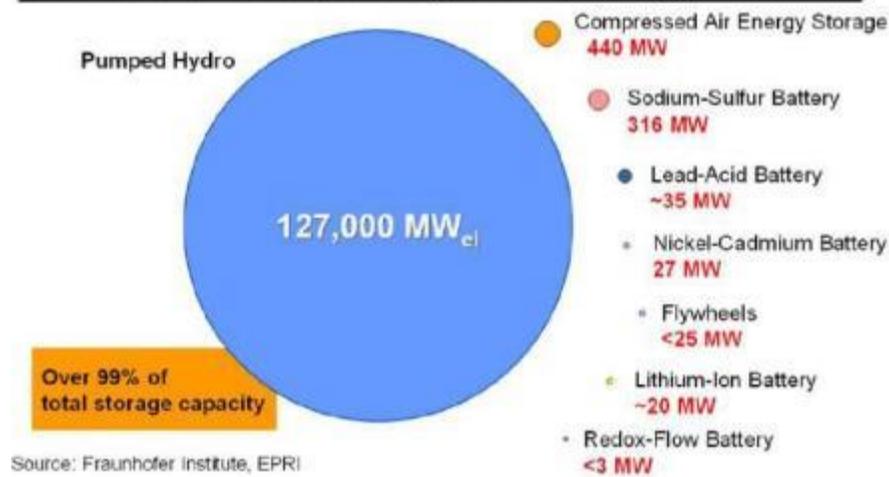
- “ El almacenamiento de energía ha formado parte durante décadas del sistema eléctrico, generalmente, en forma de almacenamiento físico de combustible o centrales de bombeo.
- “ El desarrollo de las renovables y los objetivos europeos 20/20/20 son las principales razones del creciente interés sobre el almacenamiento
- “ El nuevo concepto de red que debe integrar las renovables no gestionables de manera distribuida, precisa de otro modelo de almacenamiento que debe responder en tiempo y lugar a estos nuevos requerimientos.
- “ El desarrollo del almacenamiento irá de la mano de una mayor integración de renovables a diferentes escalas.



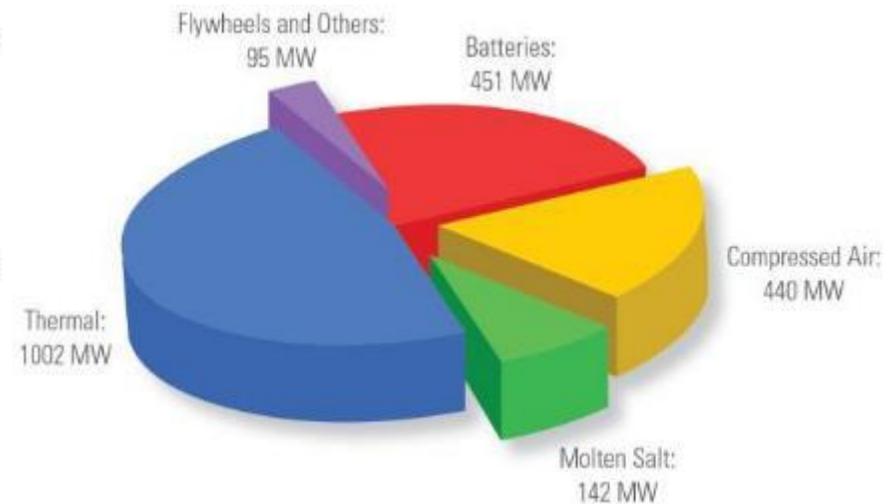
# Contexto del almacenamiento

- “ Capacidad instalada de almacenamiento eléctrico ~127 GW
- “ Capacidad instalada de almacenamiento térmico ~1 GW

Worldwide installed storage capacity for electrical energy



Fuente: EPRI, 2012

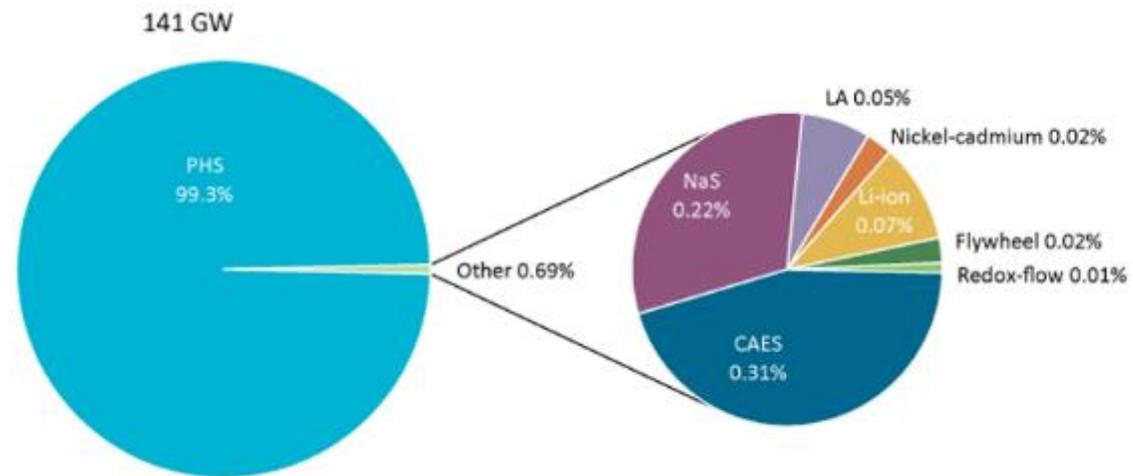


Fuente: CESA

# Mercado sistemas de almacenamiento

Las tecnologías de almacenamiento energético son una pieza clave para poder solucionar los actuales problemas de acoplamiento entre generación y consumo eléctrico. Su desarrollo va a permitir aumentar la eficiencia, la fiabilidad y el transporte de energía, tanto al operar conectadas a red, como de forma aislada o vertiendo a la misma.

Las tecnologías de almacenamiento pueden actuar como estabilizadores de la red, garantizando la calidad, el suministro y la fiabilidad eléctrica y proporcionando un soporte a la operación de la red.



Fuente: [www.iea.org](http://www.iea.org)

# ¿Qué aporta el almacenamiento de energía?

**Menores costes de capital**



Puede suministrar o absorber energía en momentos puntuales haciendo un uso más eficiente de la red y reduciendo la necesidad de infraestructuras.

**Mayor penetración de renovables**



Suavizando la variabilidad de las renovables, avanza hacia un sistema eléctrico más verde y sostenible.

**Fiabilidad**



Su rápida respuesta ante incidencias hace la red más robusta.

# Aplicaciones



**Regulación de tensión o frecuencia**



Ante una variación de estos parámetros, el almacenamiento ayuda a la regulación de la tensión y la frecuencia de la red, absorbiendo o entregando energía.

**Spinning reserve**



Ante una indisponibilidad de la red, el sistema debe dar suministro hasta que el equipo de backup pueda entregar energía. Evita que el backup deba estar consumiendo energía en modo espera.

**Calidad de energía**



El sistema de almacenamiento colabora para mantener las condiciones de calidad de la red (armónicos, transitorios etc.)

**Capacity firming**



El sistema de almacenamiento colabora para mantener las condiciones de calidad de la red (armónicos, transitorios etc.)

# Aplicaciones



**Load levelling**



Esta estrategia se basa en almacenar energía durante periodos de baja demanda para inyectarla en periodos de alta demanda. De este modo, se hace un uso más eficiente de la red, evitando el uso de sistemas de generación más caros y la necesidad de infraestructura de transporte y distribución.

**Peak shaving**



Desde el punto de vista del consumidor, el beneficio puede estar relacionado con la potencia contratada necesaria o la optimización del consumo respecto a tarifas horarias.

**Energy arbitrage**



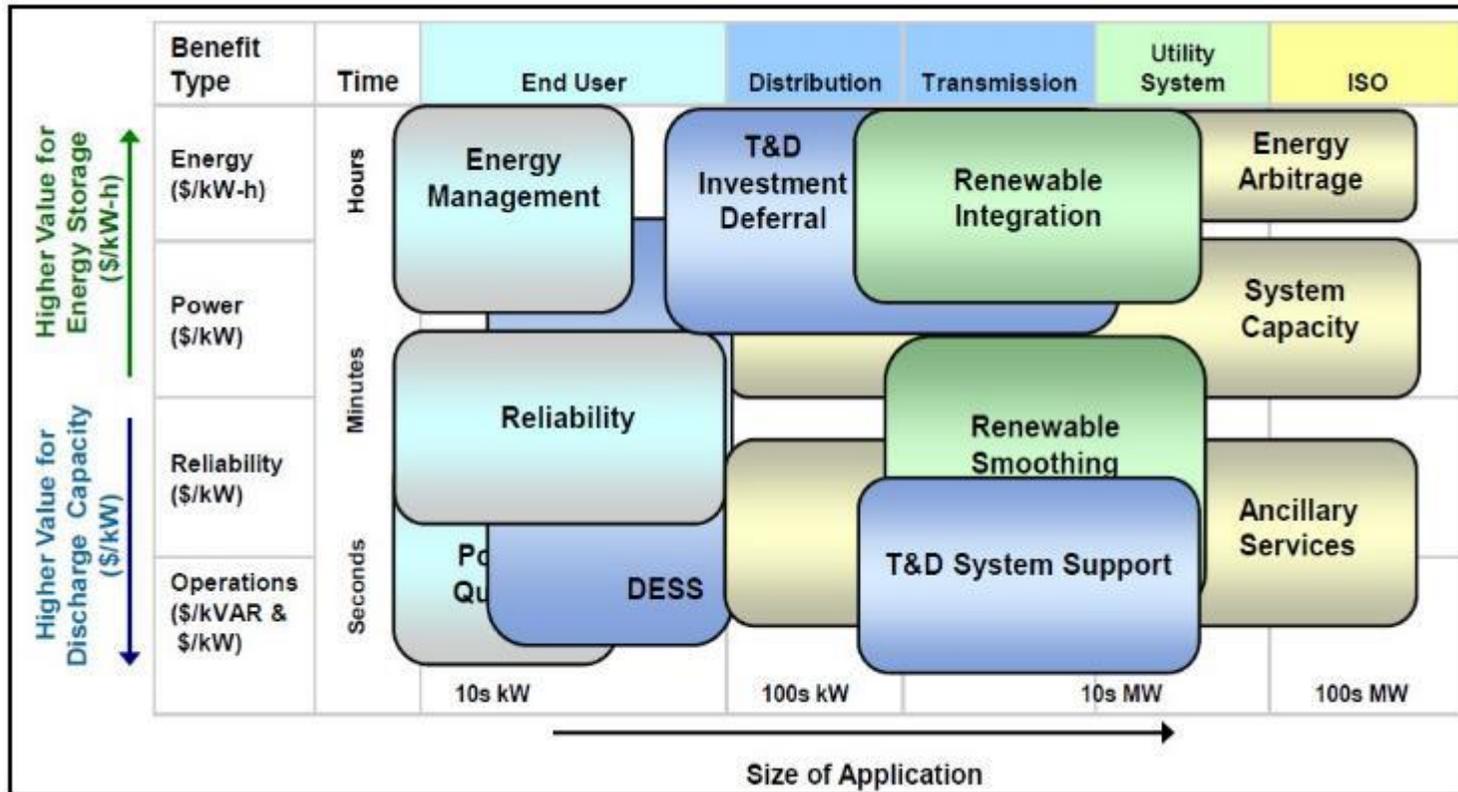
Desde el punto de vista del consumidor, el beneficio puede estar relacionado con la potencia contratada necesaria o la optimización del consumo respecto a tarifas horarias.

**Otras**



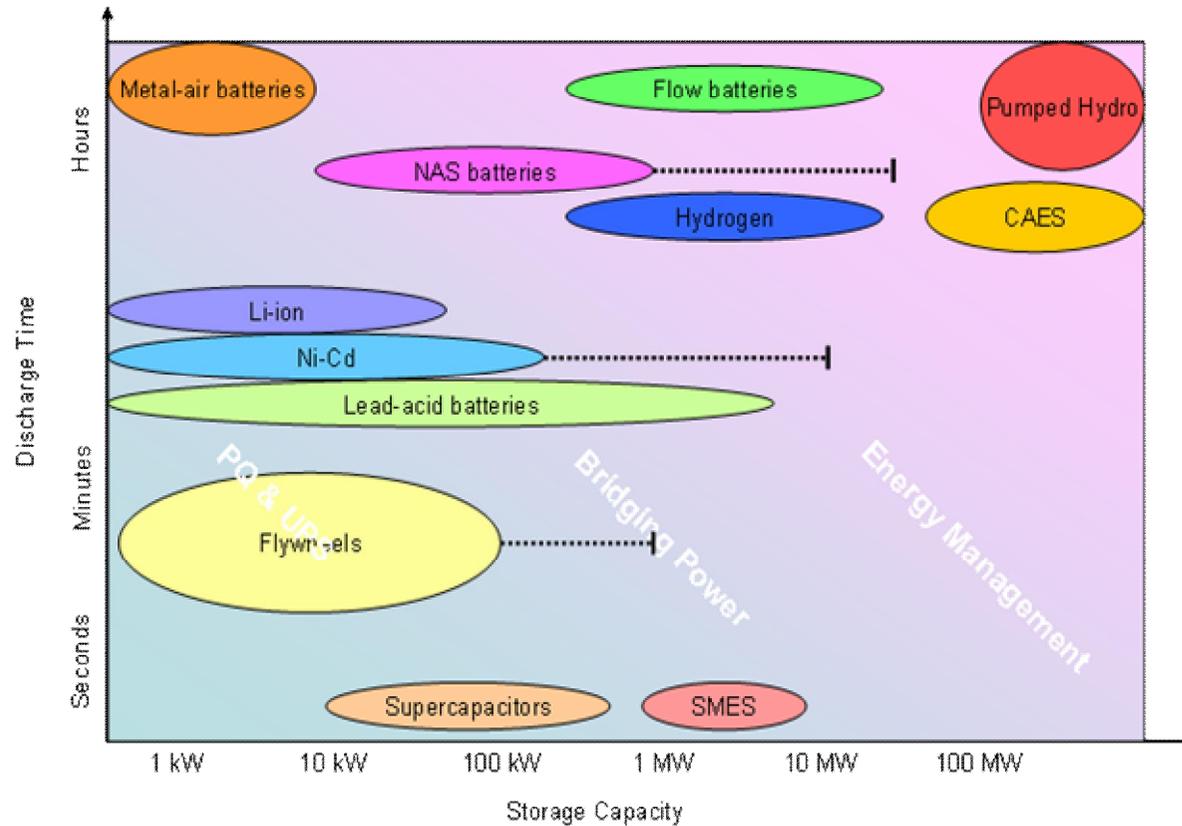
Reducción de excedentes de renovables Aumento del factor de capacidad de la generación Sistemas aislados  
Black start / Arranque autónomo

# Aplicaciones



Operational Benefits Monetizing the Value of Energy Storage for timescales between seconds and hours. Source: EPRI

# Aplicaciones



Aplicaciones por tecnologías Energía vs Potencia. Fuente: CENER

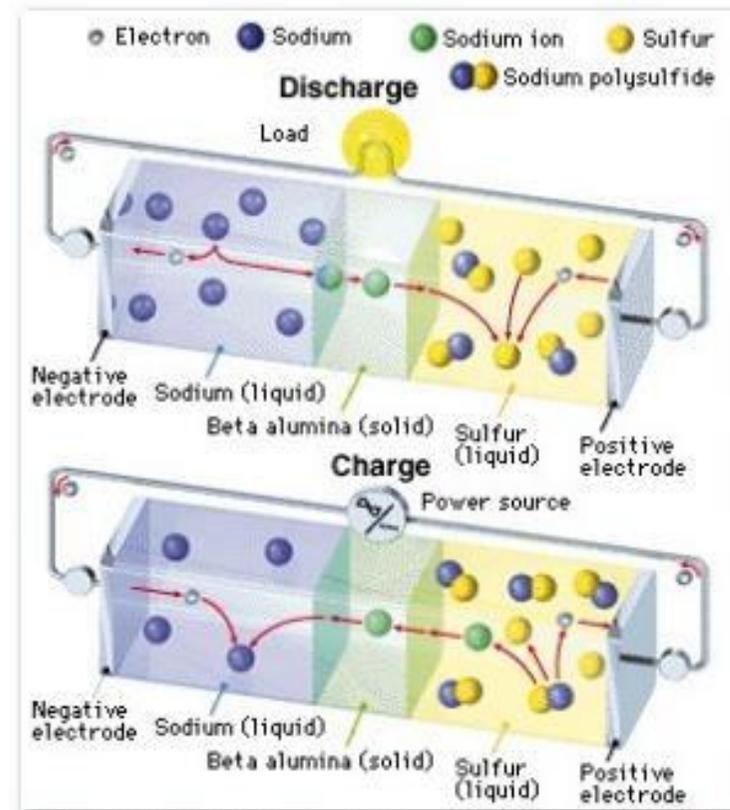
# Tecnologías disponibles

- “ Baterías
- “ Supercondensadores
- “ Volantes de inercia
- “ Gestión de la demanda
- “ Vehículo eléctrico
- “ Hidrógeno
- “ Almacenamiento térmico



# Baterías

- “ La electricidad se almacena como energía química en celdas electroquímicas.
- “ Diferentes tipos según los reactivos o pares redox:
  - “ Plomo-ácido (Pb)
  - “ Sulfuro de sodio (NaS)
  - “ Níquel (Ni)
  - “ Litio (Li)
  - “ Metal/Aire (Zn, Mg, etc.)
- “ Características:
  - “ Respuesta rápida, flexibilidad
  - “ Alta eficiencia de ciclo carga/descarga, tecnologías maduras
  - “ Algunas son tóxicas o contaminantes, baja densidad energética por peso y volumen
  - “ Alto coste y vida útil limitada



## Situación actual

El mercado de baterías para almacenamiento en el sector energético ha experimentado un **crecimiento significativo** en los últimos años ligado, principalmente, a un incremento en la implantación de proyectos de **energías renovables**.

1

“ La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), estima que la cuota mundial de las energías renovables se duplicará para el año 2030.

3

“ Boston Consulting Group (2011) calcula que para el 2030 la necesidad mundial de almacenamiento de energía será de 330GW entre todas las tecnologías existentes.

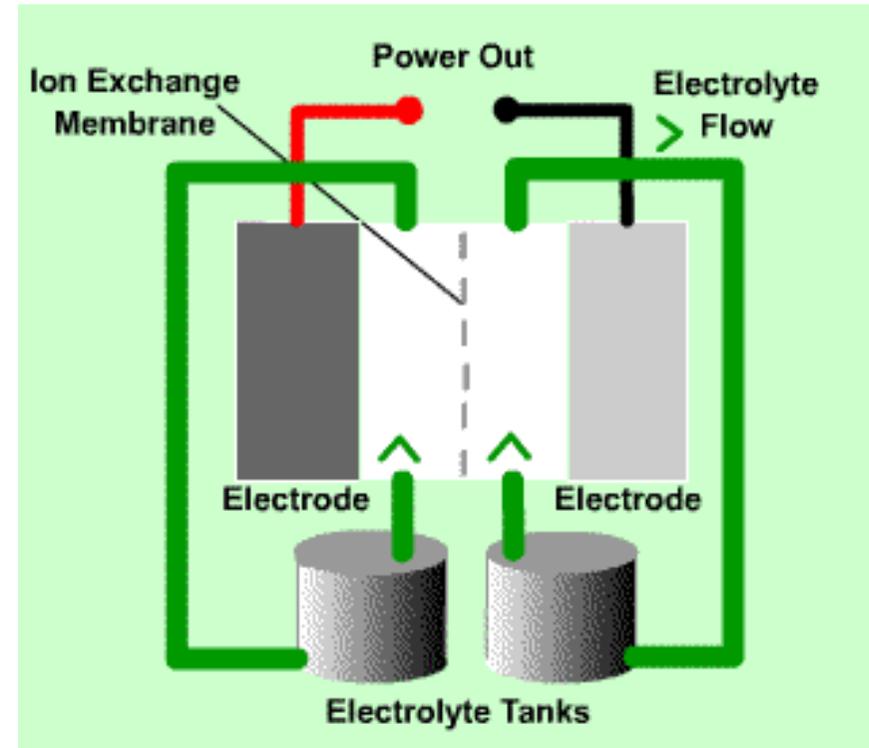
3

“ El volumen de negocio mundial en 2014 para el almacenamiento en baterías fue de 220 M\$ y se espera que el mercado crezca en los próximos años hasta 18.000 M\$ en 2023.

# Tecnologías

## Baterías de flujo

- “ La electricidad se almacena como energía química en electrolito líquido bombeado de los tanques a los stacks.
- “ Varios tipos: Vanadio, ZnBr.
- “ Características:
  - Flexibilidad y alta eficiencia
  - Potencia y capacidad son independientes (normalmente 4 horas)
  - Baja densidad energética y tecnologías en desarrollo



# Tecnologías

## Baterías

” Aplicaciones:

Application	Pb acid	Ni/MH	Na/S	Na/NiCl <sub>2</sub>	Redox Flow	Li/ion	Super capacitor
Time-shift	●	●	●	●	●	●	●
Renewable integration	●	●	●	●	●	●	●
Network investment deferral	●	●	●	●	●	●	●
Primary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Secondary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Tertiary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Power System start-up	●	●	●	●	●	●	●
Voltage support	●	●	●	●	●	●	●
Power quality	●	●	●	●	●	●	●

●
*Very suitable*

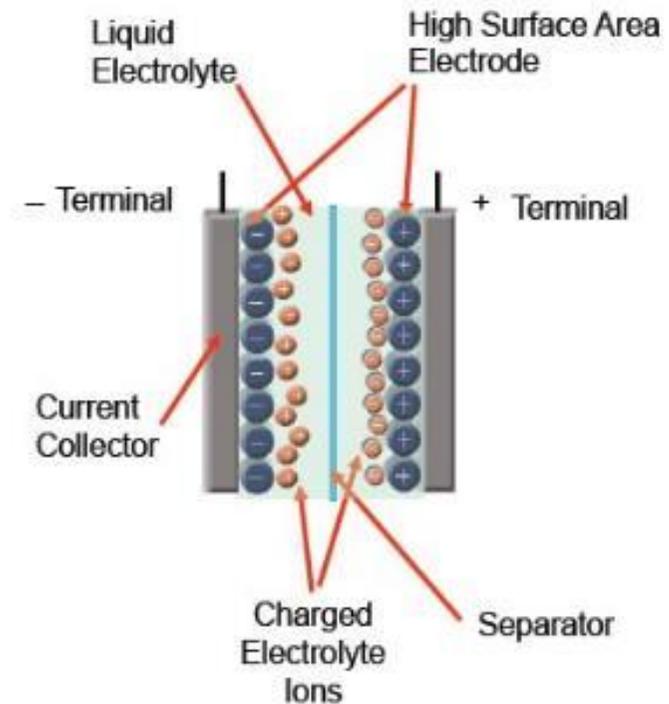
●
*Less suitable*

●
*Unsuitable*

Fuente:  
EASE/EERA

## Supercondensadores

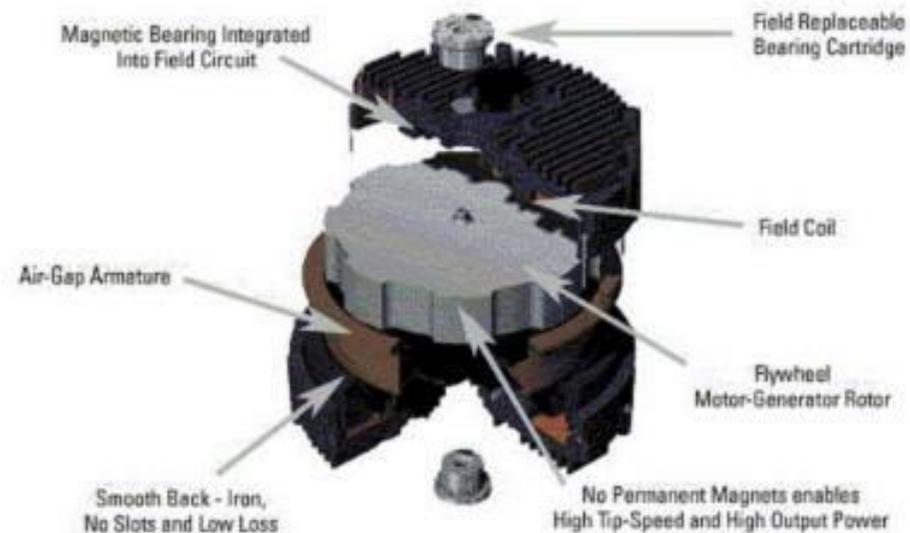
- “ Un condensador electroquímico es un dispositivo que almacena energía eléctrica en una doble capa formada entre una superficie conductora y un electrolito.
- “ Características:
  - Carga/descarga ultrarrápida y alto número de ciclos
  - Puede operar a muy bajas temperaturas (-25 °C)
  - Limitada capacidad de almacenamiento
  - Alta eficiencia



# Tecnologías

## Volantes de inercia

- “ Almacenan energía cinética en un disco/cilindro en rotación.
- “ Características:
  - Larga vida útil (20 años), miles de ciclos
  - Rápida respuesta, alta eficiencia
  - Equipos seguros
  - Altos CAPEX, bajos OPEX



Source: Active Power

# Tecnologías

Gestión de la demanda - Vehículo eléctrico.

- “ Limitaciones
  - “ La disponibilidad de los vehículos y su estado de carga son imprevisibles.
- “ Necesidades de I+D
  - “ Sistemas de control de flotas y comunicación con los vehículos.



# Tecnologías

## Gestión de la demanda - Hidrógeno

- “ Al igual que la electricidad, el hidrógeno es un vector energético:

Hidrógeno  Electricidad

- “ La energía se almacena en forma de combustible
- “ La generación de hidrógeno a partir de renovables se hace generalmente a través de la electrólisis del agua
- “ Permite almacenamiento estacional
- “ Cadena tecnológica.



# Tecnologías

Gestión de la demanda - Almacenamiento térmico.

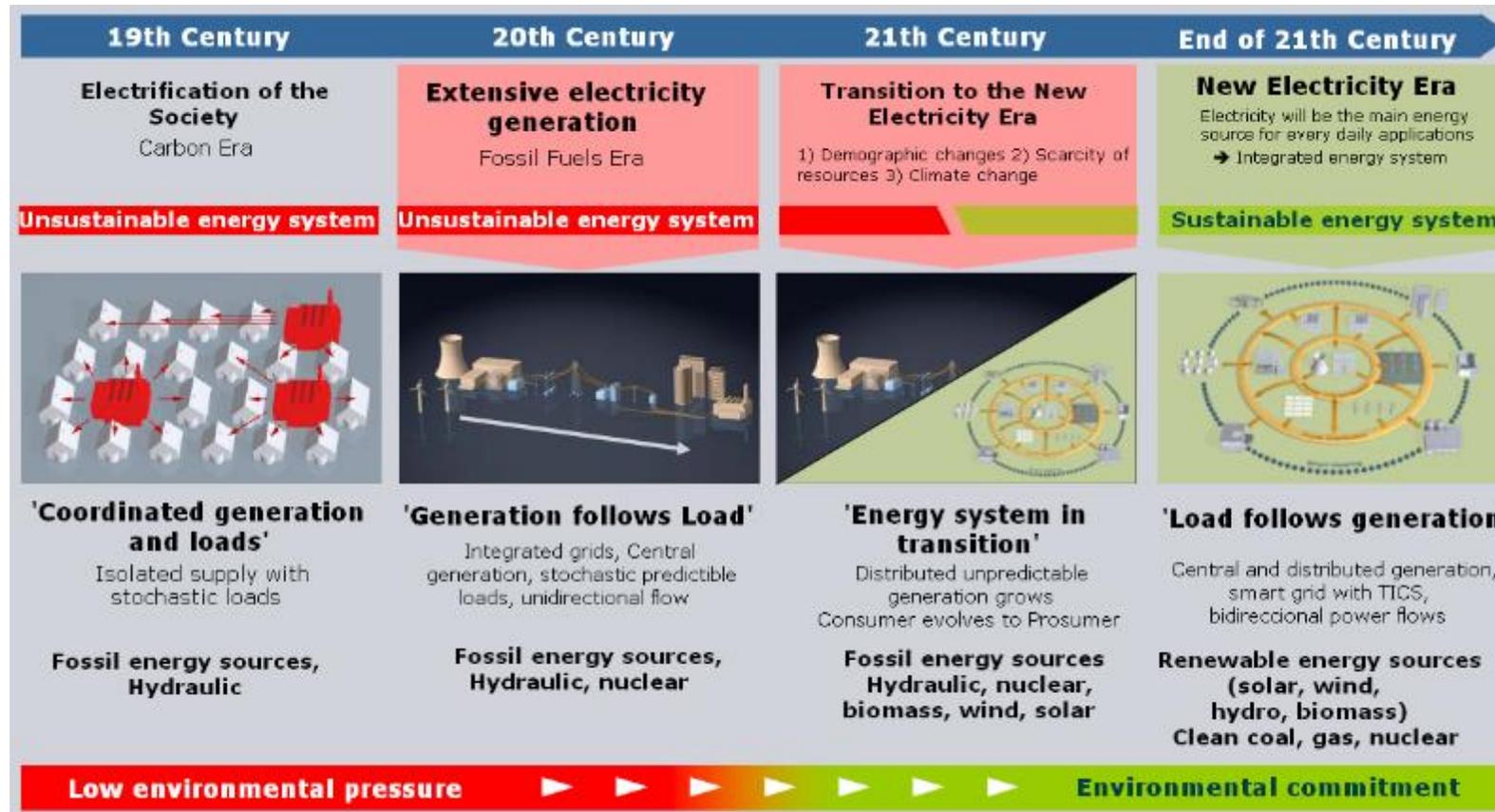
- “ La energía se almacena como calor o frío en sólidos o fluidos
- “ Mecanismos
  - “ Calor sensible (temperatura)
  - “ Calor latente (cambio de fase)
  - “ Almacenamiento termoquímico
- “ Aplicación de calor y frío para climatización de edificios o procesos industriales



- “ Hay que casar las necesidades de cada aplicación, con las características que ofrece cada tecnología de almacenamiento para seleccionar la mejor opción en cada caso.
- “ La electrónica de potencia puede suponer una limitación a los servicios ofrecidos por una tecnología.
- “ El sistema de control y comunicaciones de la smart-grid puede igualmente introducir retrasos, limitando la capacidad de respuesta de estos sistemas.
- “ El marco regulatorio y de mercado son factores clave.

# UNDERSTANDING MICROGRIDS

# Antecedentes. Sistema Eléctrico



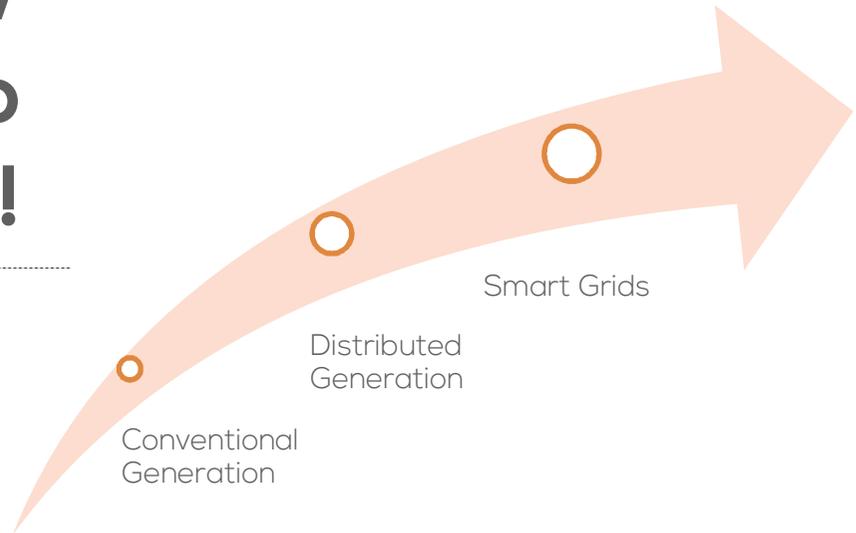
# Background information



In the last years, there has been a **great evolution** regarding different systems for **energy generation**.



**Specially now  
that we are into  
SMART GRIDS!**



# Understanding Smartgrids



What is a Smart grid?

A microgrid is a discrete energy system consisting of distributed energy sources (including demand management, storage, and generation) and loads capable of operating in parallel with, or independently from, the main power grid.



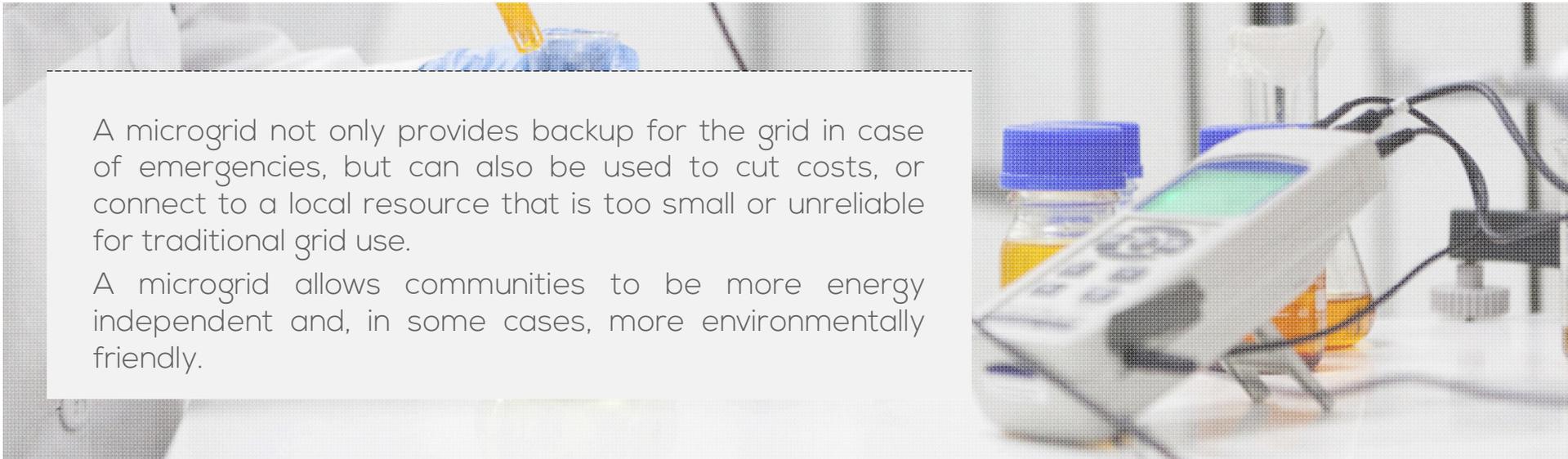
*A smart grid integrates smart management of multiple energy sources, energy consumption and storage as well as electric mobility to ensure maximum efficiency and sustainability.*

# Why a Smart grid?



Reasons why this technology has recently received more attention

<p>“Annual losses of companies from the European Union due to power outages amounts to 150,000 million euros.</p>	<p><b>EFFICIENT QUALITY energy guaranteed.</b></p> 	<p><b>MINIMIZE</b> the use of <b>energy</b> &amp; <b>REDUCE</b> costs.</p> 	<p><b>ENVIRONMENTAL</b> Respect</p> 
---	--	--	---



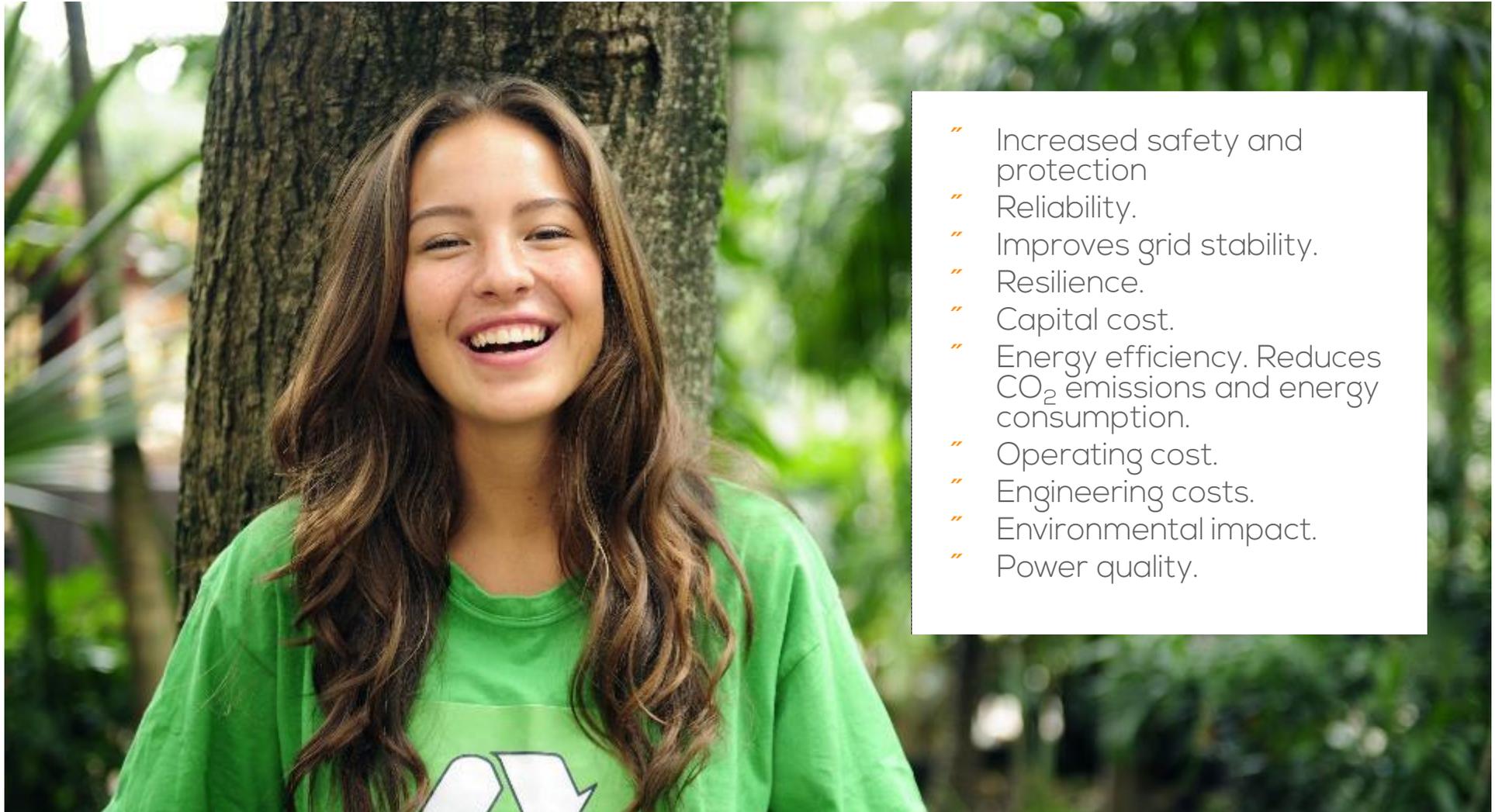
A microgrid not only provides backup for the grid in case of emergencies, but can also be used to cut costs, or connect to a local resource that is too small or unreliable for traditional grid use.

A microgrid allows communities to be more energy independent and, in some cases, more environmentally friendly.

## Main benefits



What it means to use a smart grid



- “ Increased safety and protection
- “ Reliability.
- “ Improves grid stability.
- “ Resilience.
- “ Capital cost.
- “ Energy efficiency. Reduces CO<sub>2</sub> emissions and energy consumption.
- “ Operating cost.
- “ Engineering costs.
- “ Environmental impact.
- “ Power quality.

# Applications



Where can I implement my smart grid?



*Solutions flexible enough to address a wide variety customer needs and to adapt as quickly as those needs change.*

- “ Difficult access or unreliable grid.
- “ Emergencies.
- “ Cut costs.
- “ Energy independency.

- “ Installations based on diesel
- “ High power applications or high electricity use
- “ Thermoelectric applications.

Main applications to date



Industries



Universities



Mining



Farms



Hotels

# Sizes of the microgrids



- “ <20 kW: home owners or small business (small hotels, SPAs, shops, small farms...).
- “ 20 kW to 500 kW: medium size industries, schools, farms, mines, hotels...
- “ > 500 kW: big plants, army, big shopping centers, hospitals, small villages...



# FACTORY MICROGRID

Case study



# What is Factory Microgrid?



LIFE13 ENV / ES / 000700

Factory Microgrid is an industrial smart grid implemented at Jofemar facilities as a result of a demonstrative project that is part of the LIFE+ 2013 program (European Commission).

Its main objective was to demonstrate that microgrids can become one of the most suitable solutions for energy generation and management, ecological transport and energy storage in factories that want to minimize their environmental impact.



**Project partners:** Jofemar Corporation and the National Renewable Energy Center (CENER).

**Location:** Jofemar Factory in Peralta (Navarra).

**Energy savings:** up to 45%.

**CO<sub>2</sub> savings:** 65 Tm



Project partners



Co-funded by:



# What does FMG features?

## Components of the microgrid

- “ 120 kW windmill.
- “ 40 kW photovoltaics.
- “ 300 kWh flow batteries ZnBr.
- “ 120 kWh Lead acid batteries
- “ 60 kWh Lithium ion batteries
- “ 6 V2G
- “ 50 kW fast charge point
- “ 6 EV
- “ Smart management.



# Factory Microgrid video



# Características de Factory Microgrid



## ¿Por qué se usa una arquitectura mixta?

“ Incremento de la eficiencia global

- “ DC bus: Sólo se emplean convertidores DC/DC para los equipos en DC y estos usualmente son más eficientes y baratos.
- “ Sólo hay un paso en el bus de DC (generación, almacenamiento, cargas)

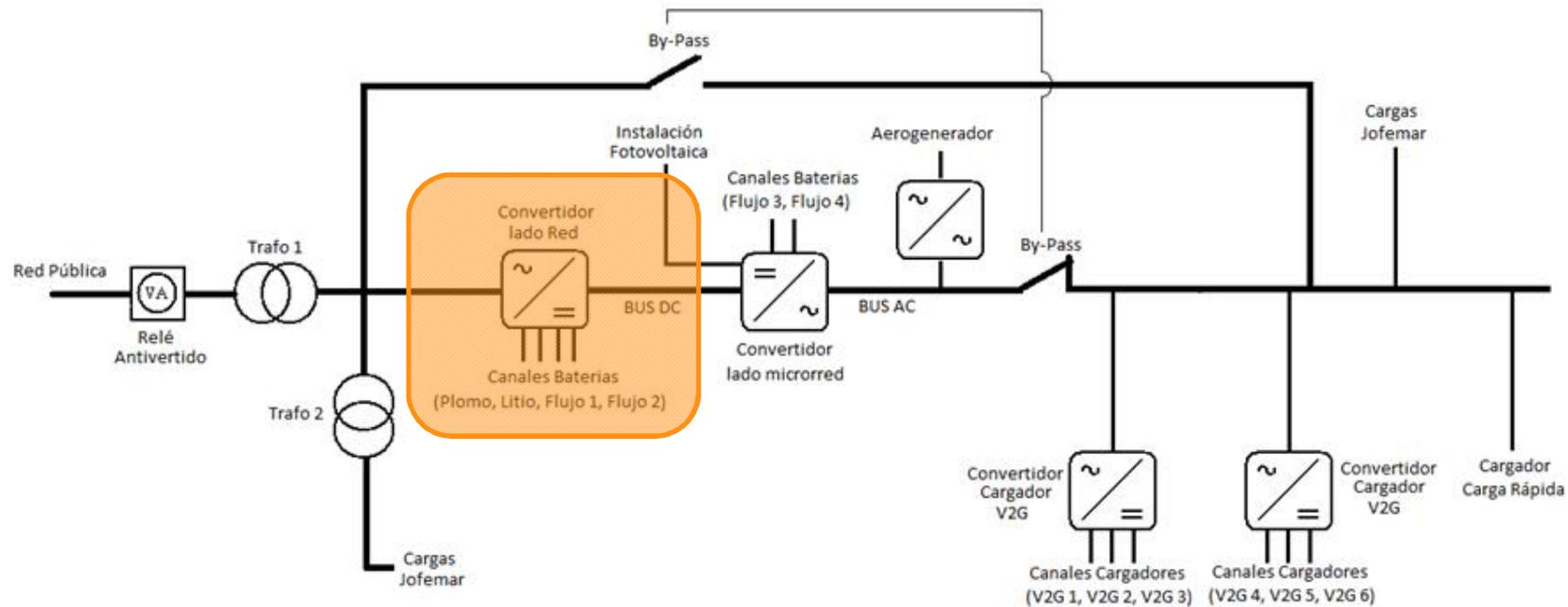
“ Mejora del control

- “ La conexión aguas arriba de la red se realiza con un convertidor bidireccional.
- “ Se reciben los comandos desde el controlador central.

“ Mayor estabilidad

- “ En el bus DC solo se controla el voltaje
- “ La estabilidad de los bus de AC y DC no dependen de la estabilidad red aguas arriba. No hay cambios en los modos de operación y por tanto no hay transiciones.

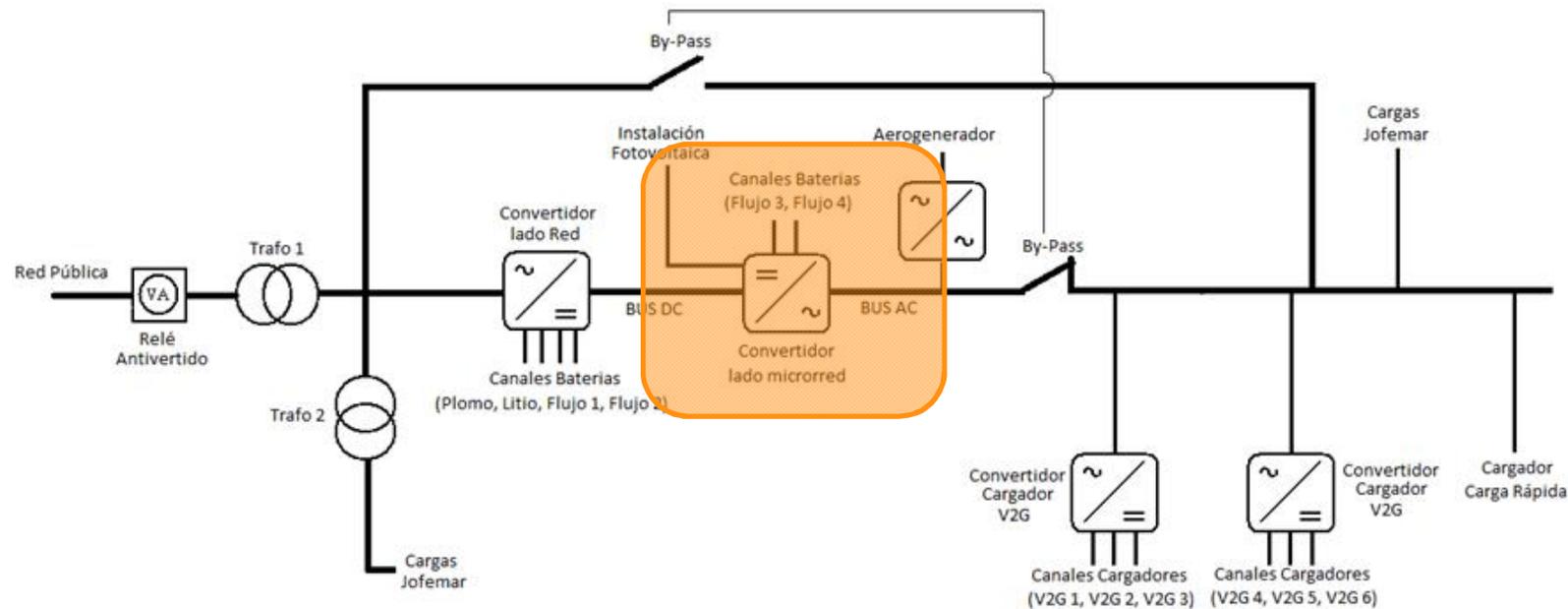
# Descripción de la microrred



Convertidor lado red:

- ” Estabilidad del bus DC
- ” No posibilidad de vertido
- ” 4 canales DC/DC: baterías de plomo, litio, baterías de flujo (2).

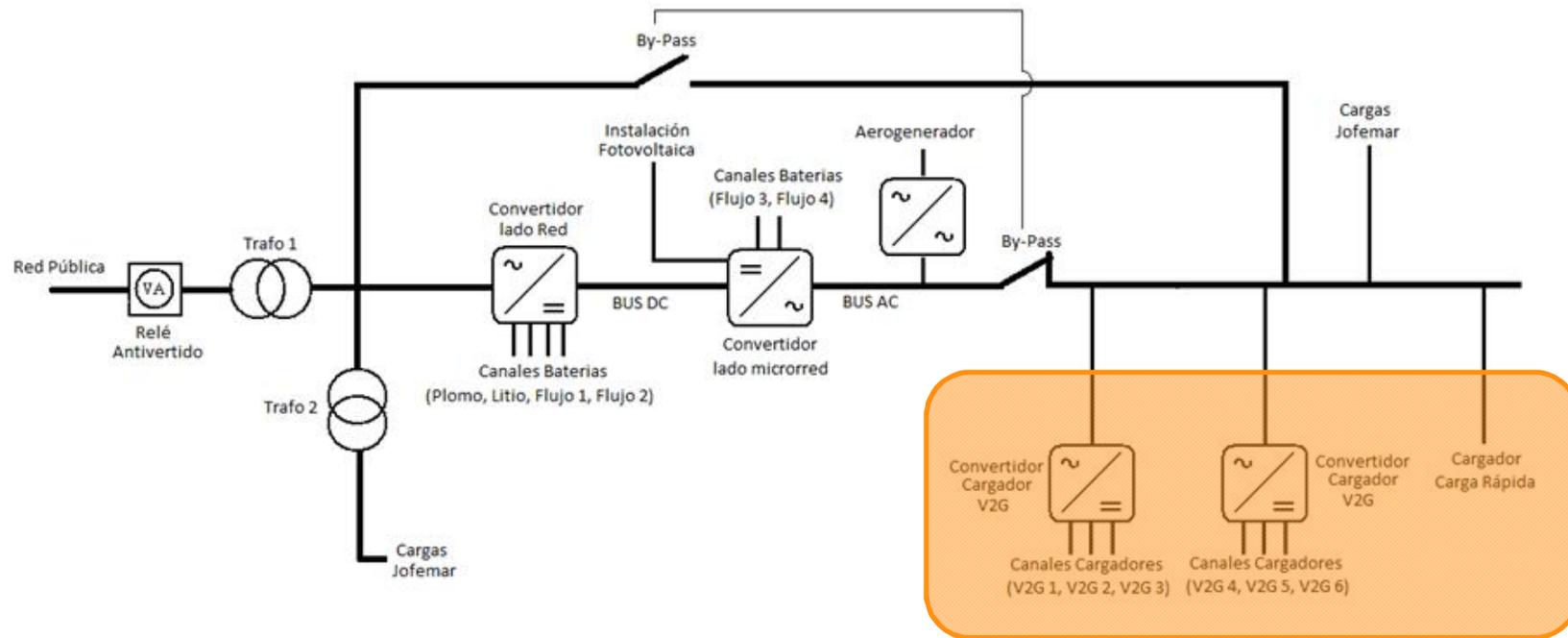
# Descripción de la microrred



Convertidor lado microrred:

- “ Generar red independiente en bus AC.
- “ 3 canales DC/DC: baterías de flujo (2), instalación fotovoltaica.
- “ Bypass para la conexión de cargas a bus AC o a red externa.

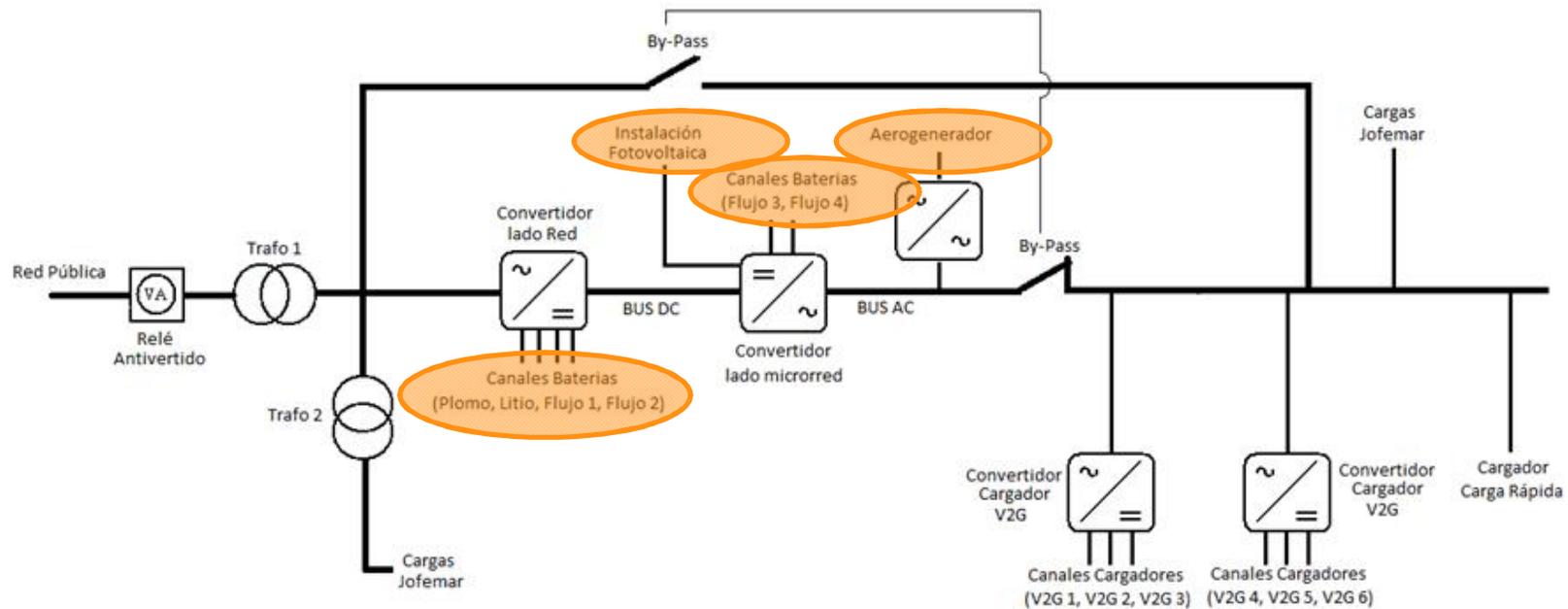
# Descripción de la microrred



## Convertidor cargador V2G:

- ” Convertidores bidireccionales para la carga de vehículos eléctricos V2G
- ” 3 canales DC/DC cada convertidor de potencia 5 kW
- ” Convertidor de carga rápida de 50 kW

# Descripción de la microrred



Fuentes renovables:

- “ Aerogenerador de 120 kW.
- “ Instalación FV de 40 kW.
- “ Sistemas de almacenamiento con capacidad conjunta de 500 kWh.

# Sistema SCADA

“ Monitorización y control de equipos del sistema.

“ Niveles de control

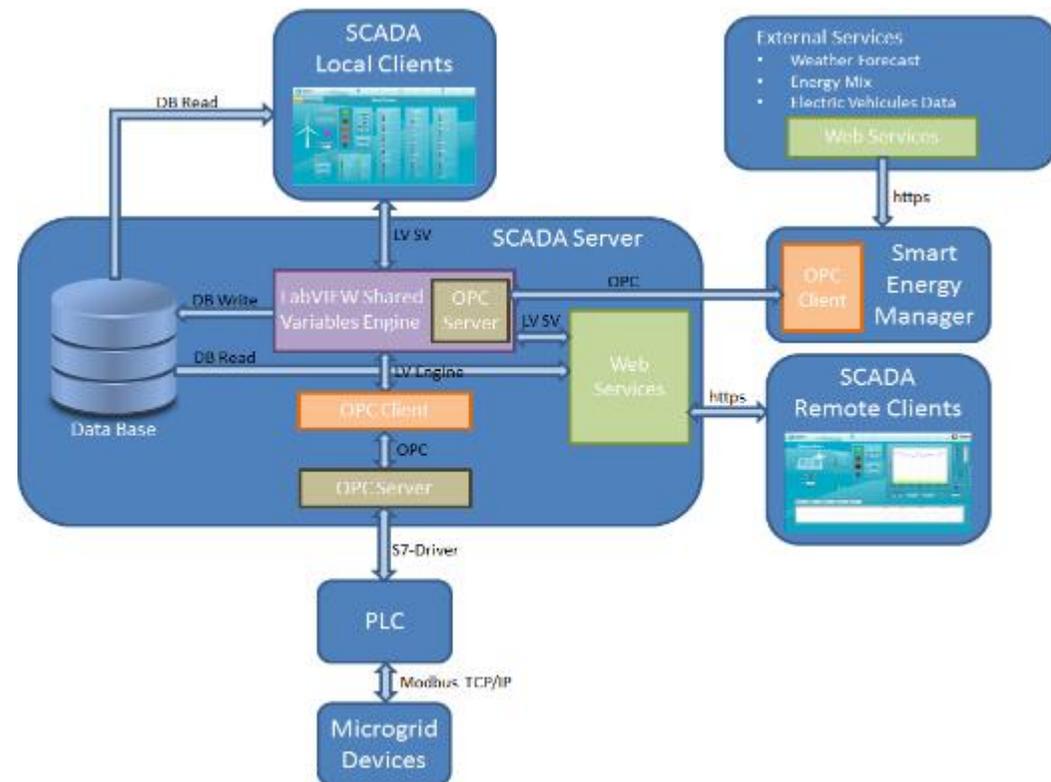
Controladores primarios de los equipos PLC de la instalación para asegurar estabilidad y seguridad.  
Arranque/paro e introducción de consignas a través de SCADA manualmente o de sistema gestor de energía.

“ Extracción de informes,

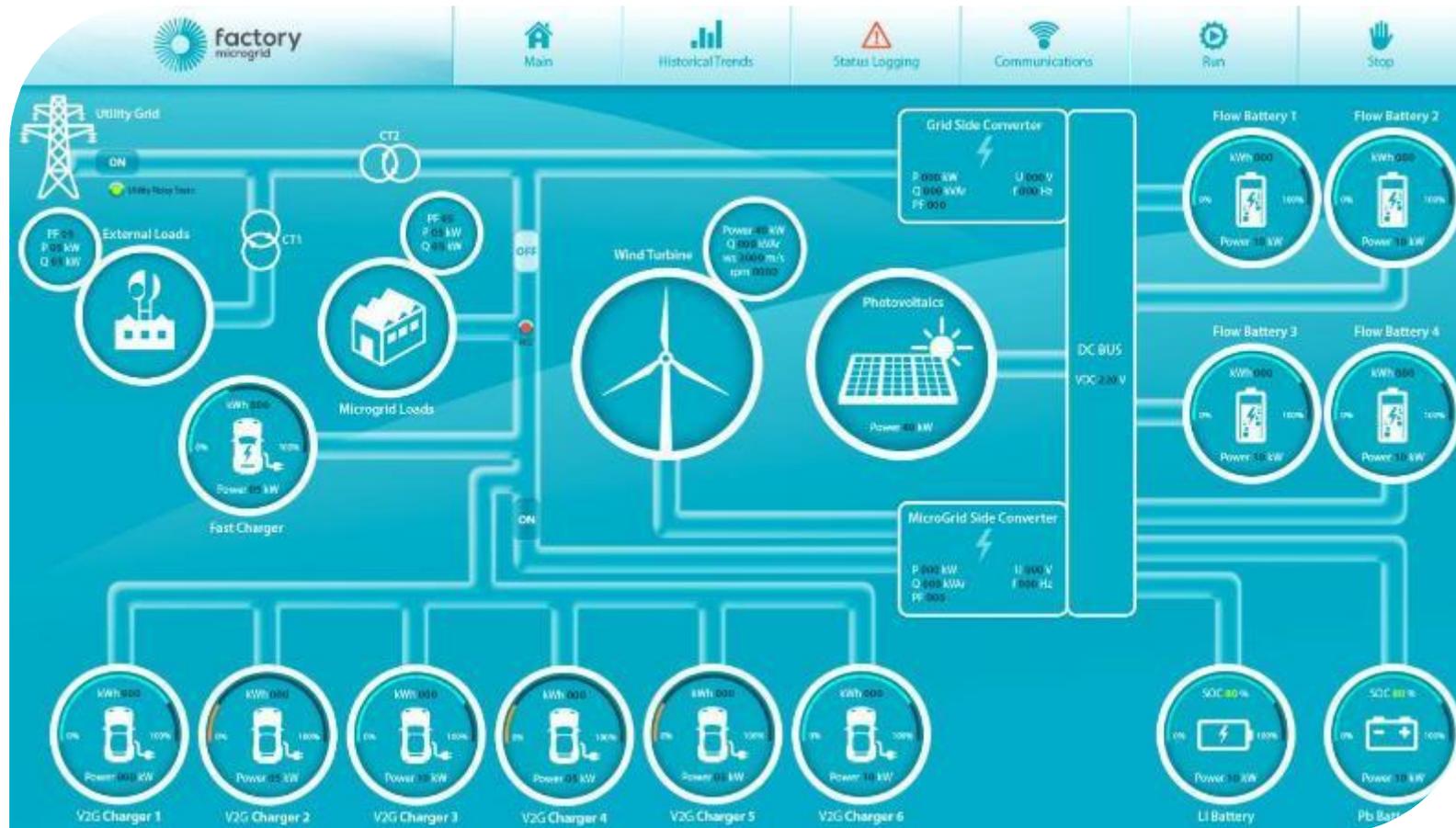
Análisis de datos, cálculo de indicadores de rendimiento clave de la instalación.

“ Niveles de acceso

Nivel básico.  
Nivel operador.

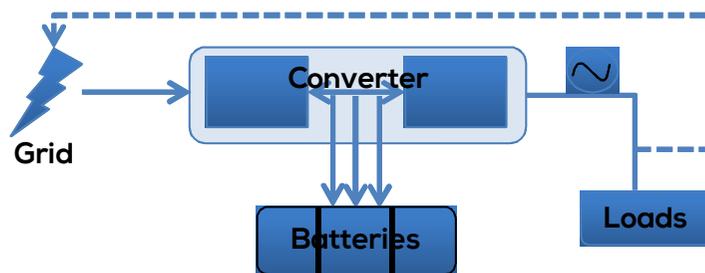


# SCADA



## Los sistemas de almacenamiento contribuyen a la gestión de la energía.

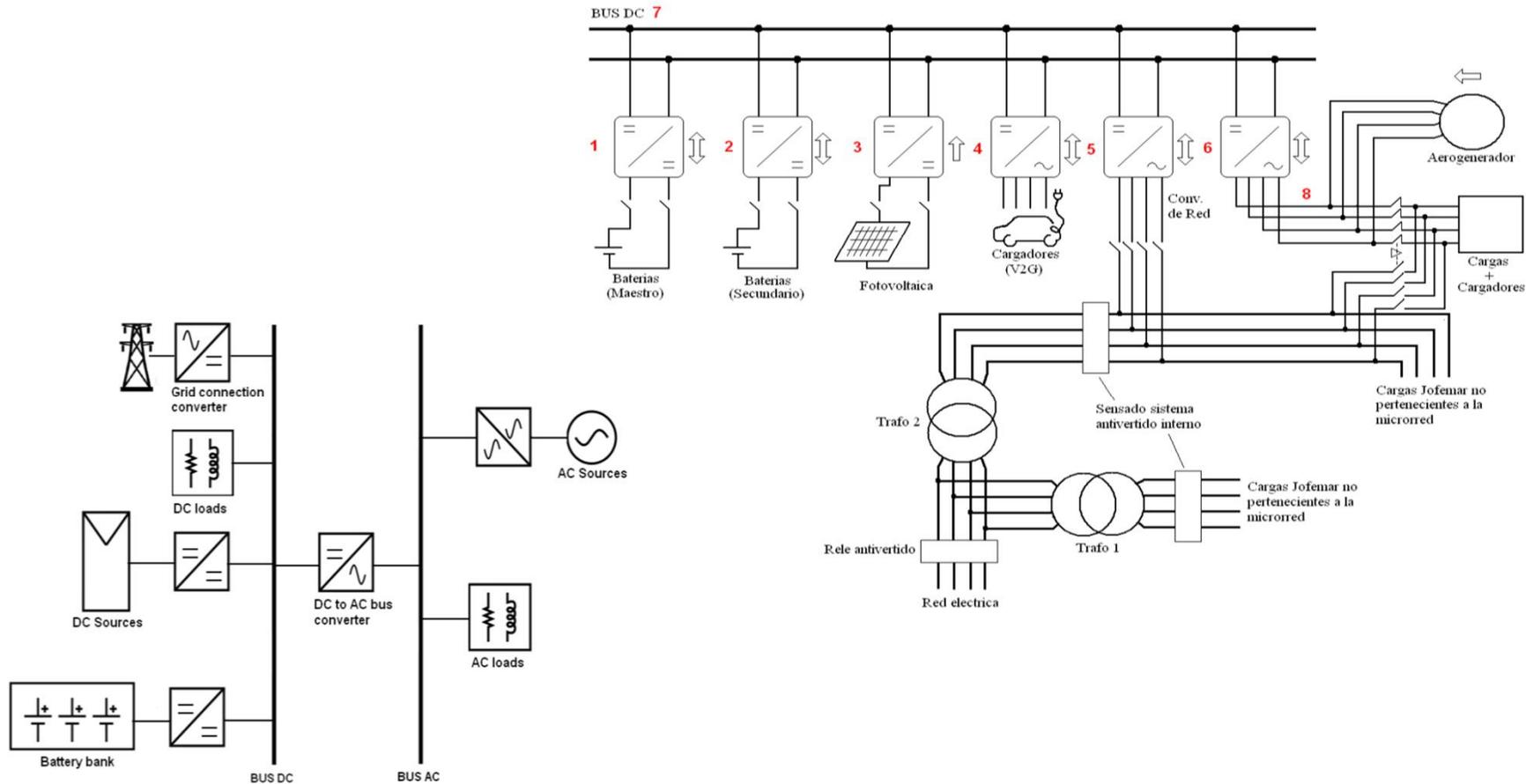
- “ El intercambio de energía con la red está limitado en tiempo (2-3 seg) y potencia (3% potencia pico).
- “ El sistema de gestión decide como gestionar eficientemente:
  - “ generación,
  - “ consumo,
  - “ almacenamiento
- “ El almacenamiento los EV sirven de buffer.



# What makes us unique?



## Microgrid architecture



# What makes us unique?

Energy storage system - RoxZell

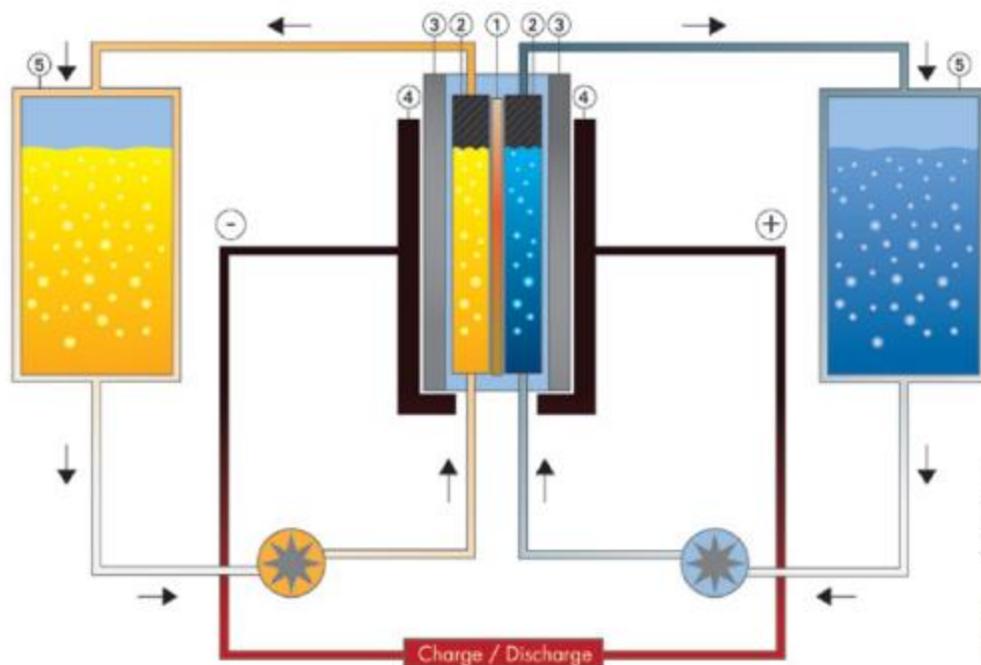
- “ Smart management of:
  - “ Generation
  - “ Loads
  - “ Storage
- “ EV used as extra storage.

Baterías de Flujo Zn-Br. Primera generación de prototipos.			
Módulo	FB6	FB60	FB300
Tensión	48 V	480 V	480 V
Intensidad	30 A	30 A	150 A
Potencia	1,5 kW	15 kW	75 kW
Capacidad	6 kWh	60 kWh	300 kWh



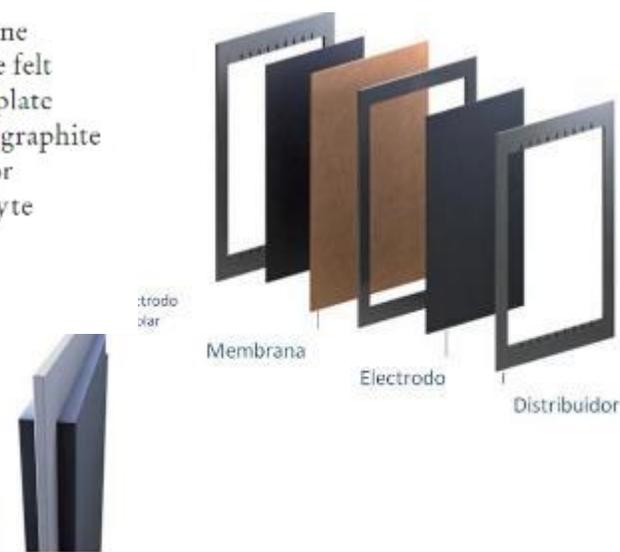
# Baterías de flujo

¿Qué son y cómo funcionan?



- 1 Membrane
- 2 Graphite felt
- 3 Bipolar plate made of graphite
- 4 Collector
- 5 Electrolyte

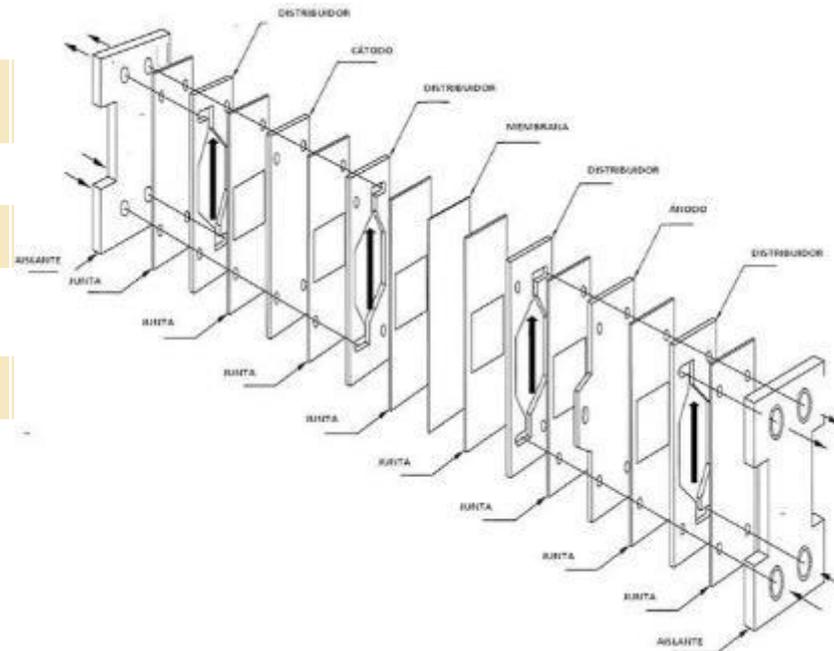
Principle of a Redox-Flow battery



# Baterías de flujo

¿Qué son y cómo funcionan?

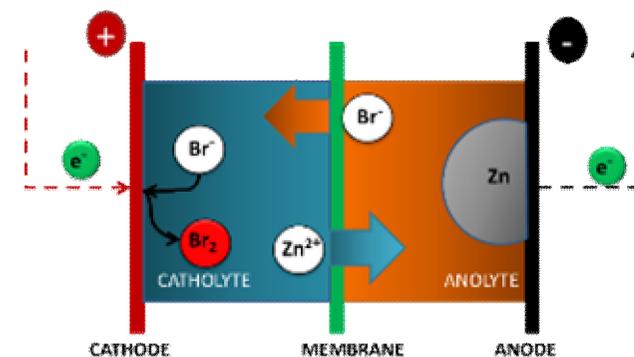
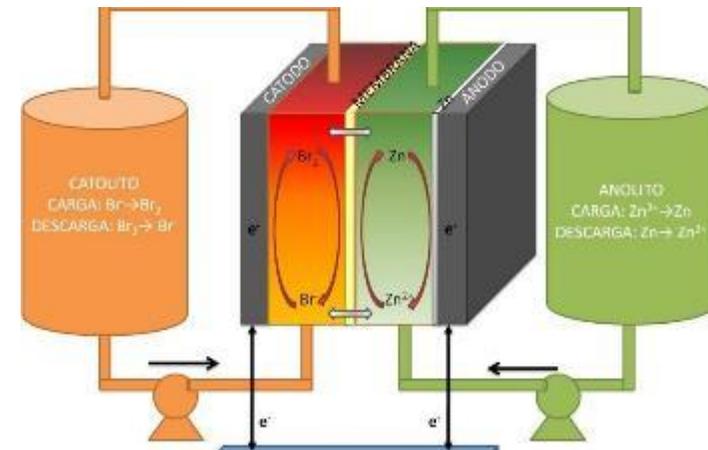
VENTAJAS	DESVENTAJAS
✓ Aplicaciones de gran capacidad.	❖ Sistemas de hidráulicos complejos de escalar.
✓ Bajos costes de producción.	❖ Menores voltajes que Litio y menor densidad energética.
✓ Descargas profundas.	
✓ Electrónica de control flexible.	
✓ Capacidad y potencia parcialmente desacopladas.	
✓ Tiempos de respuesta rápidos.	
✓ Larga duración 10.000 ciclos.	
✓ Las autodescargas se minimizan al almacenar el electrolito en los tanques externos.	
✓ Modularidad.	
✓ Recarga instantánea mecánicamente.	



# ¿Por qué Zn-Br?

Ventajas de las baterías de flujo Zn-Br frente a la competencia.

- Aplicaciones de capacidad,
- Bajos costes de producción,
- Descargas profundas.
- Disponibilidad de materias primas  $ZnBr_2$
- Medioambientalmente favorable.
- BMS sencillos.
- Alto voltaje (1,85V).
- No inflamables ni explosivos.



# Baterías de flujo

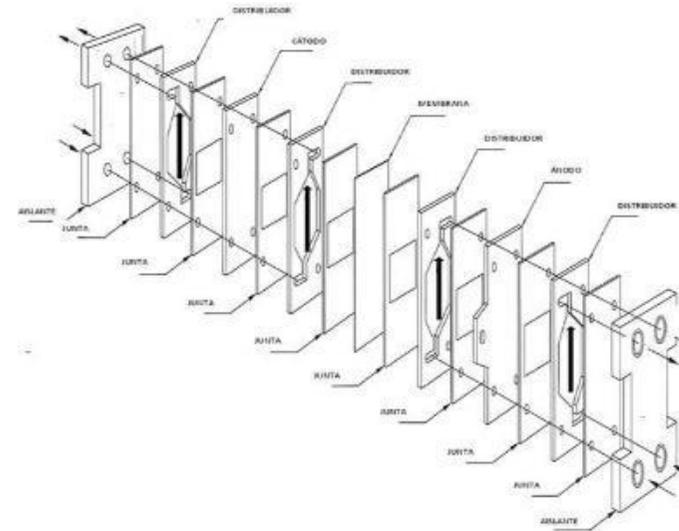
¿Que es y cómo funcionan?

## *Pros de las Baterías de flujo:*

- Aplicaciones de gran capacidad
- Bajos costes de producción
- Descargas profundas
- Electrónica de control sencilla
- Capacidad y potencia parcialmente desacopladas
- Tiempos de respuesta rápidos
- Larga duración 10.000 ciclos
- Las autodescargas se minimizan al almacenar el electrolito en los tanques externos
- Modularidad
- Recarga instantánea mecánicamente

## *Desventajas de las Baterías de flujo:*

- Sistemas de hidráulicos complejos de escalar
- Menores voltajes que Litio y menor densidad energética



# Baterías de flujo



## Tipos de baterías de flujo

- “ **Baterías de flujo en función de la especie activa:**
  - “ Todo líquido: Especies activas solubles en electrolito líquido
  - “ Todo sólido: La energía se almacena en materiales sólidos electro activos.
  - “ Híbridas
- “ **Baterías de flujo en función del par redox:**
  - “ Vanadio 1,26 V Mismos iones, no crossover.  
Membranas intercambio iónicas. Atmosfera N<sub>2</sub>.  
Disponibilidad vanadio.
  - “ Zn-Br 1,85 V Membrana microporosa.  
Alta disponibilidad del bromuro de zinc y bajo coste  
Alto potencial de celda
  - “ Fe-Cr 1,18 V Catalizadores. Baja energía específica.
  - “ Br-Polisulfuros, Vanadio-Polihaluros, Combinaciones H<sub>2</sub>, etc.

## ¿Por qué Zn-Br?



Ventajas de las baterías de flujo Zn-Br frente a la competencia.

Las baterías de flujo Zn-Br se caracterizan por presentar una alta densidad energética y eficiencia global, con rendimientos del 80-90%.

	Flujo Zn-Br	Flujo Vanadio	Plomo	Litio	Nuevas tecnologías
ENERGÍA ALMACENADA	Alta	Alta	Media	Alta	Alta
POTENCIA/ ENERGÍA	Media	Media	Media	Alta	Baja
CICLABILIDAD	Alta	Alta	Baja	Media	Alta
RECICLABILIDAD	100%	90-100%	100%	60-80%	100%
MANTENIMIENTO	Sencillo	Medio	Sencillo	Complejo	?
COSTE	Medio	Alto	Bajo	Alto	?

# ¿Por qué Zn-Br?

## Compañías de baterías de flujo:

### Vanadio:

- “ Sumitomo Electric. (JAP)
- “ Prudent Energy (CHIN)
- “ Gildemeister (GER)
- “ Aquion Energy (USA)
- “ Meidensha Electric (JAP)
- “ Deeya Energy-Imergy PS (USA-IND)
- “ Exxon Mob. (USA)

### Zn-Br

- “ Red Flow (AUS)
- “ ZBB (AUS-EEUU)
- “ Premium Power (IRE)
- “ Primus Power (USA)

### Fe-Cr

- “ EnerVault (USA)

### Zn-Fe

- “ ViZn (USA)

*Estas compañías tienen prototipos desplegados en diversos demostradores. Sin embargo siguen trabajando a nivel de prototipos en ensayos.*



**S- Redox Battery 50 kW x 4 hours**

# Energy storage system - LiZell



## CARACTERÍSTICAS GENERALES



COMPACTO, LIGERO Y ROBUSTO



PRODUCCIÓN EN SERIE



ALTA DENSIDAD ENERGÉTICA



MODULARIDAD



REFRIGERACIÓN LÍQUIDA



GESTIÓN TÉRMICA



SEGURIDAD PROBADA



LiZell SAP



LiZell LMV



LiZell HDV

# Electric vehicles

Electric vehicles

- “ Lower CO2 emissions.
- “ Lower E/Km.
- “ Lower maintenance costs
- “ Silence.
- “ Fiscal benefits.
- “ Energy management (V2G).



# Other possibilities - Biogas

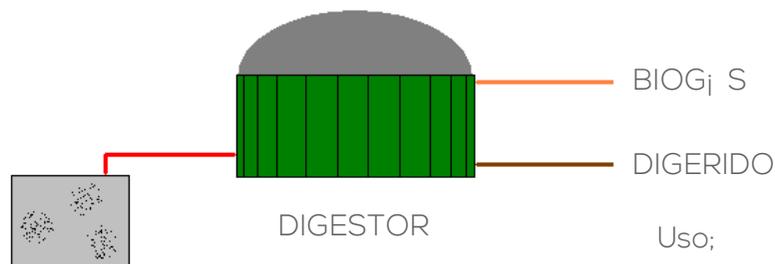
## Other possibilities - Biogas

Anaerobic digestion. Fermentation of organic raw material without  $O_2$  to obtain methane. (55-70%)



Organic matter:

- “ Slurry.
- “ Manure.
- “ Food waste.
- “ Plant waste etc.



Uso:

- “ Generación térmica.
- “ Calor + electricidad.
- “ Otros.

Uso;

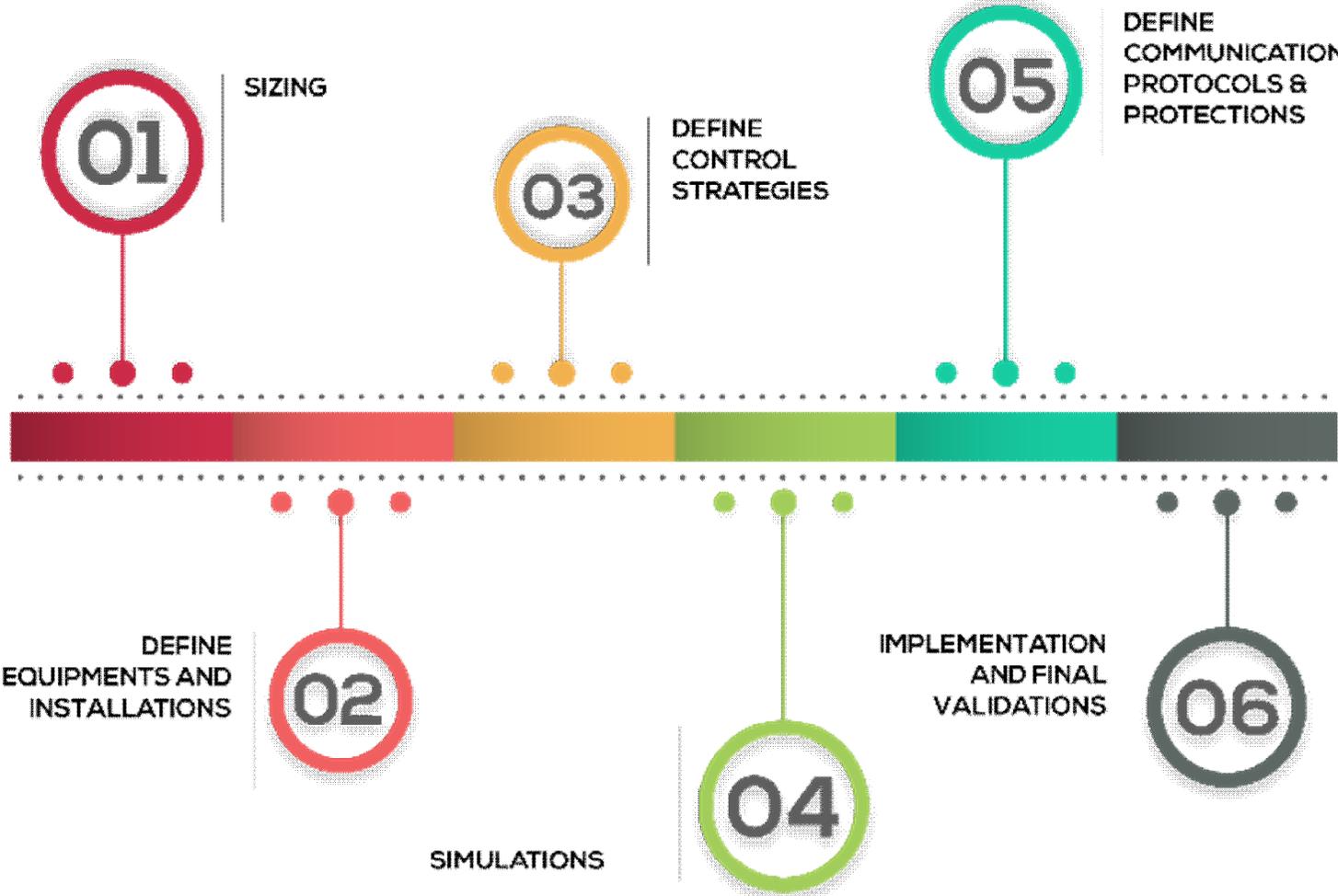
- “ Aplicación agrícola
- “ Comercialización

# DESIGN & IMPLEMENTATION

Project phases



# Methodology for microgrid design



## 01

### SIZING

Many parameters to take into account:

- “ Energy consumption profiles
- “ Natural resources availability
- “ Services to be provided
- “ Budget and economical feasibility

Software to analyse and size the microgrid is needed

- “ HOMER
- “ HOGA/GRYSO
- “ WHG
- “ H2A

## 02

### DEFINITION OF EQUIPMENT AND FACILITIES

Defining scope of supply for equipment

- “ Technical requirements
- “ Auxiliaries
- “ Security needs

Developing tenders

Defining supporting infrastructures (electrical, venting, safety, water, etc.)

Administrative and regulatory issues

## 03

### **DEFINITION OF CONTROL STRATEGIES**

#### Energy Management Systems

Determining microgrid objectives

Defining Control Model (master/slaves, decentralised, droop control, etc.)

Defining Merit Order according to services and objectives

Developing control algorithms

Economical issues

## 04

### **SIMULATION**

Analysis of the Microgrid in operation

Modelling components

Studying the Microgrid Performance (short and long time)

Optimising microgrid design and energy management strategy

Identifying new capabilities and services

Determining economical profits

## 05

### DEFINITION OF COMMUNICATION PROTOCOLS AND PROTECTIONS

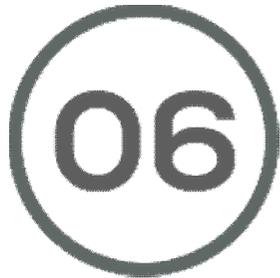
Defining communication codes & Harmonising protocols

Defining ICT architecture

Ensuring adequate communication between equipment and control

Designing protection system (on/off-grid mode)

Ensuring safe microgrid operation & defining connection protocols



## IMPLEMENTATION AND FINAL VALIDATIONS

Testing Microgrid Operation in Real Conditions

Validating Microgrid Design and Operation

Warranting Microgrid Operation

# Turnkey solutions and O&M



We cover all phases, from viability studies to completed **turnkey projects**.

Experts in Operation and Management of installations, design and deployment to integration with existing generation assets and critical loads to project implementation, commissioning and system start-up, as well as ongoing maintenance.

## JOFEMAR APPROACH

Preliminary studies

Technical solutions

Feasibility studies

Public grants management

Administrative procedures

Basic/Detailed engineering

Equipment selection

Project, execution and control

# Mission IMPROBABLE?

## Can Elon Musk Solve South Australia Electricity Problems in 100 Days?

*Company Name:* Tesla

*Challenge:* Power shortages that have been causing price spikes and blackouts in the state.

*Solution:* Grid scale battery storage - 100 to 300 megawatt-hours of batteries.

*Technology:* Powerwall 2 batteries which can power about 15,000 homes for four hours daily.

*Timeframe:* 100 days

Brought to you by



Source: [www.theaustralian.com.au](http://www.theaustralian.com.au)



**If Tesla fails to deliver  
within the timeframe Elon Musk  
will give the Powerwall 2  
FOR FREE!  
Not A Bad Deal for  
Australia**



**Elon Musk** @elonmusk 9h  
@mcannonbrookes Tesla will get the system installed and working 100 days from contract signature or it is free. That serious enough for you?



**Mike Cannon-Brookes** @mcannonbrookes [Follow](#)  
@elonmusk legend! ☀️ You're on mate. Give me 7 days to try sort out politics & funding. DM me a quote for approx 100MW cost - mates rates!  
12:46 AM - 10 Mar 2017

# Australia, Puerto Rico, California



**Ricardo Rossello** @ricardorossello · 10h  
@elonMusk Let's talk. Do you want to show the world the power and scalability of your #TeslaTechnologies? PR could be that flagship project.

**Elon Musk** @elonmusk  
Replying to @stapf  
The Tesla team has done this for many smaller islands around the world, but there is no scalability limit, so it can be done for Puerto Rico too. Such a decision would be in the hands of the PR govt, PUC, any commercial stakeholders and, most importantly, the people of PR.

399 2.3K 3.4K

**Elon Musk** @elonmusk Following

Replying to @ricardorossello

I would be happy to talk. Hopefully, Tesla can be helpful.

**Ricardo Rossello** @ricardorossello Follow

Great initial conversation with @elonmusk tonight. Teams are now talking; exploring opportunities. Next steps soon to follow.

3:35 AM - Oct 7, 2017

731 4,645 18,357



[www.jofemar.com](http://www.jofemar.com)