

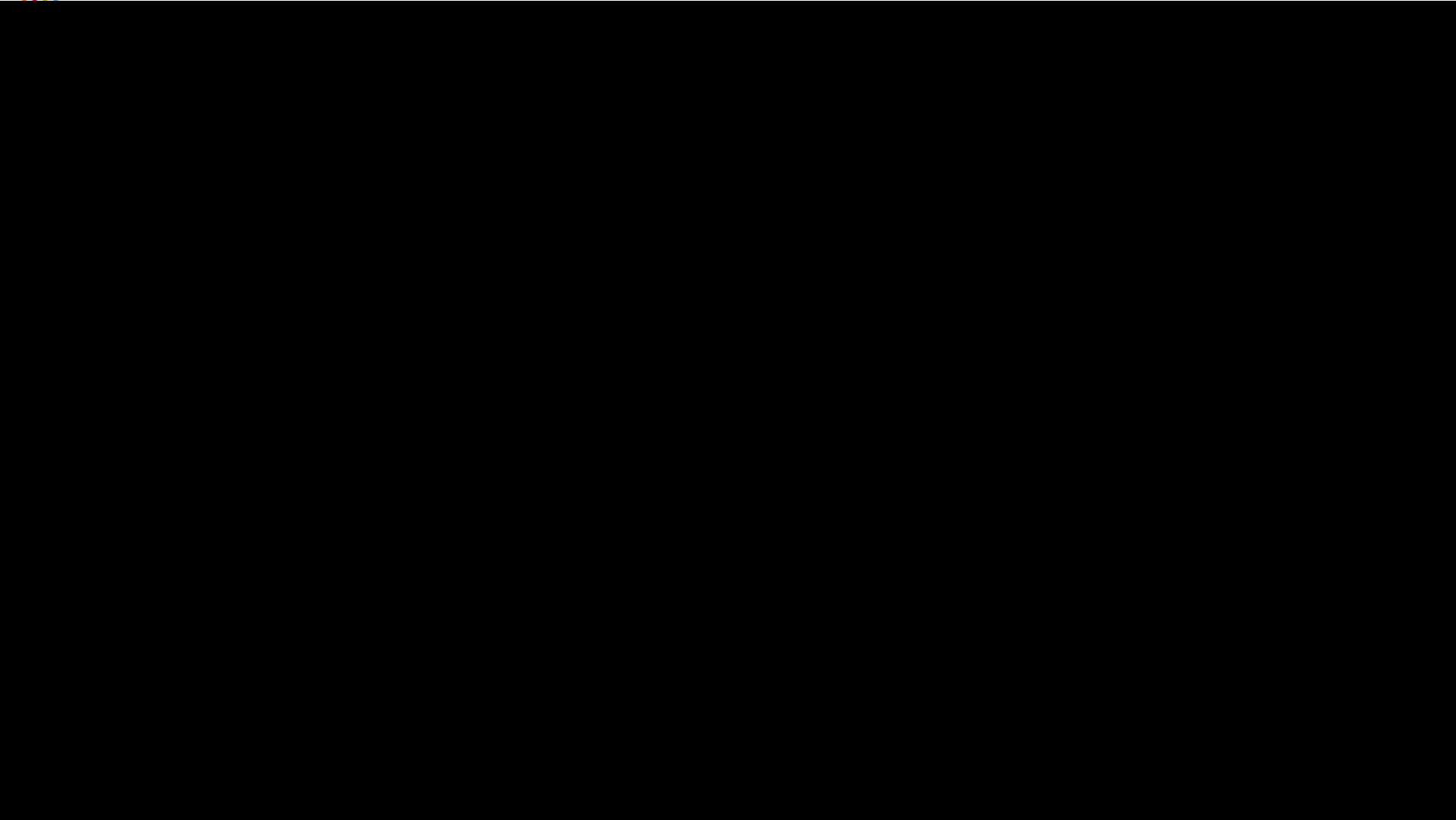
# Almacenamiento de Energía

## Visión Técnica - Económica

Daniel Llanos M.  
Gerente de Ingeniería  
Santiago - Abril 2016



**MAINSTREAM**  
RENEWABLE  
POWER



# Mainstream en el Mundo



# Contenido

- 1. Tipos de Almacenamiento de Energía**
- 2. Aplicaciones**
- 3. Visión Futura**

# Tipos de Almacenamiento de Energía

## 1. Mecánico

### 1.1 Aire comprimido

Plantas en Operación Comercial.-

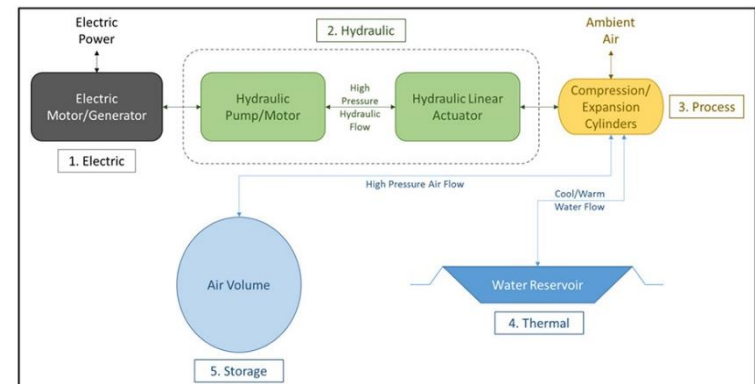
- **Huntorf Power Plant**  
290 MW  
2 Horas (Peak)  
Huntorf, Alemania  
1978  
E-On



- **McIntosh Power Plant**  
110MW  
26 Horas  
Alabama - USA  
1991  
Power South



General Compression Advanced Energy Storage (GCAES) –  
Prototipo Libre de combustible. Ontario Canada



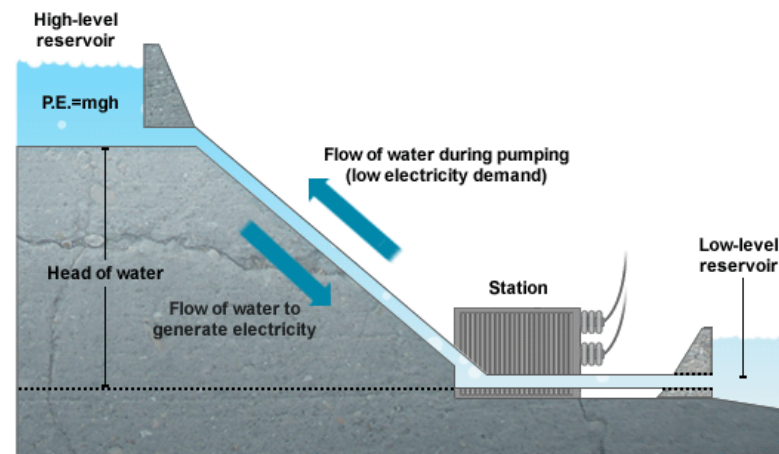
# Tipos de Almacenamiento de Energía

## 1. Mecánico

### 1.2 Bombeo de Agua

Country	Name	Capacity (MW)
Argentina	Rio Grande-Cerro Pelado	750
Australia	Tumut Three	1,500
Austria	Malta-Hauptstufe	730
Bulgaria	PAVEC Chaira	864
China	Guangzhou	2,400
France	Montezic	920
Germany	Goldisthal	1,060
	Markersbach	1,050
India	Purulia	900
Iran	Siah Bisheh	1,140
Italy	Chiotas	1,184
Japan	Kannagawa	2,700
Russia	Zagorsk	1,320
Switzerland	Lac des Dix	2,099
Taiwan	Mingtán	1,620
United Kingdom	Dinorwig, Wales	1,728
United States	Castaic Dam	1,566
	Pyramid Lake	1,495
	Mount Elbert	1,212
	Northfield Mountain	1,080
	Ludington	1,872
	Mt. Hope	2,000
	Blenheim-Gilboa	1,200
	Raccoon Mountain	1,530
	Bath County	2,710

Centrales Existentes



Esquema de Funcionamiento

En Chile?

Proyecto Espejo de Tarapacá

→ 300MW

→ EIA aprobada

<http://valhalla.cl/espejo-de-tarapaca/>

REGLAMENTO PARA  
CENTRALES DE BOMBEO  
SIN VARIABILIDAD  
HIDROLÓGICA



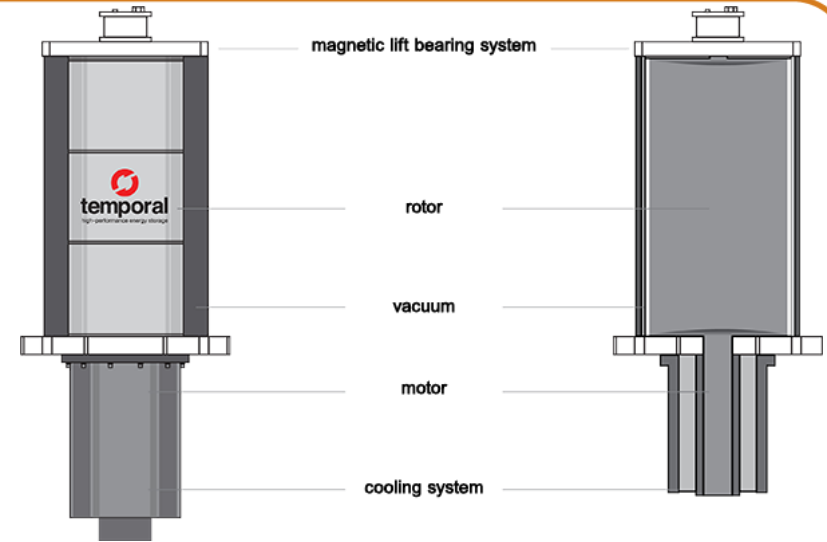
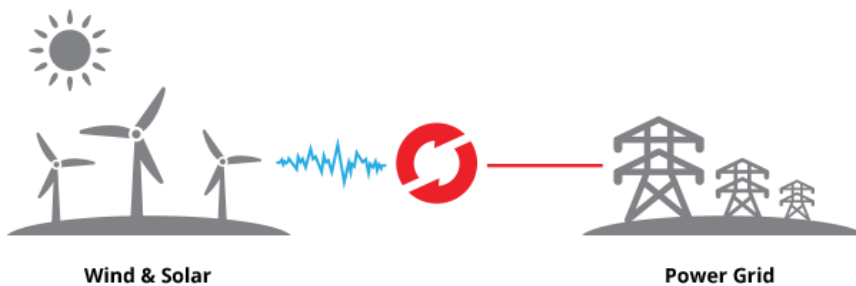
**EN CONSULTA CIUDADANA!!**

10 días hábiles desde el 14 de Abril

# Tipos de Almacenamiento de Energía

## 1. Mecánico

### 1.3. Volante de Inercia – Energía Cinética



# Tipos de Almacenamiento de Energía

## 2. Hidrógeno

### 2.1 Obtención

- Reformado de hidrocarburos y metanol ← Actual producción Industrial de hidrogeno
- Electrolisis del Agua ← No desarrollada para grandes volúmenes de Hidrogeno
- **Biofotolisis de agua ← Biotecnología**

### 2.2 Almacenamiento

- Como Gas en estanques de alta presión
- Estado liquido en estanques aislados a baja T°

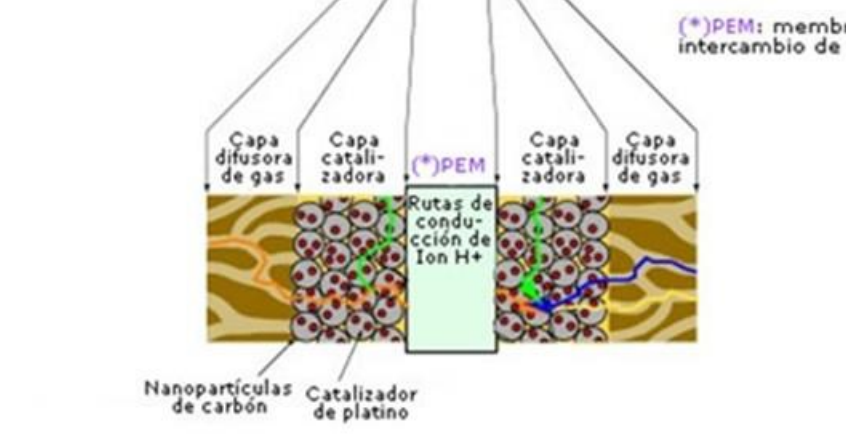
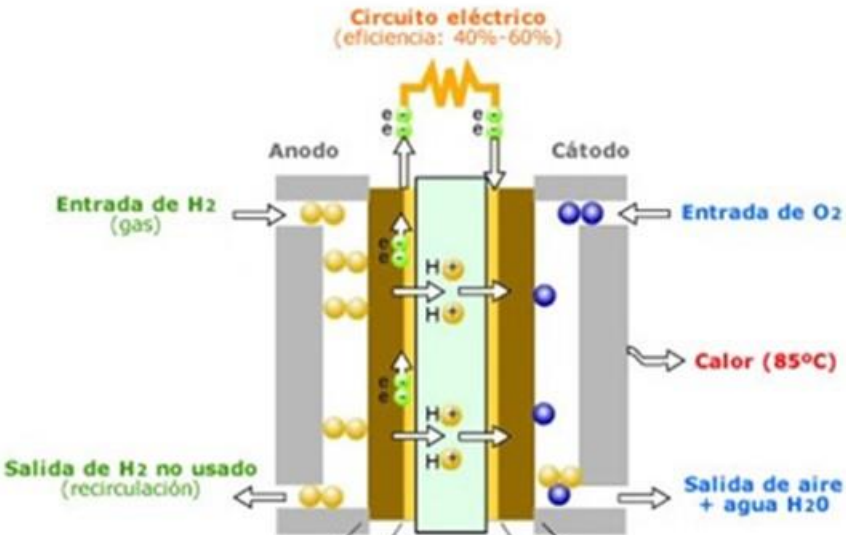


*Instalación comercial de producción de H<sub>2</sub> (150 m<sup>3</sup>/h) mediante electrolisis de agua*

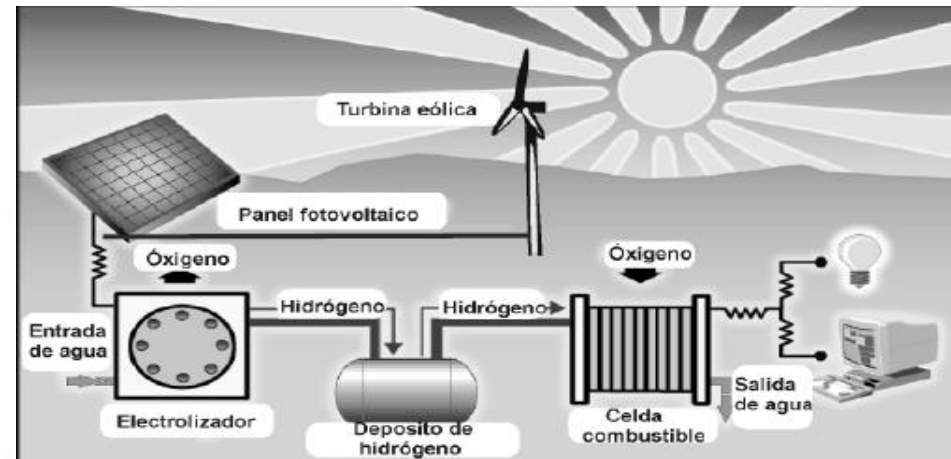


# Tipos de Almacenamiento de Energía

## 2.3 Celda de Combustible



Esquema interno de una celda de combustible del tipo PEM



# Tipos de Almacenamiento de Energía

## 3. Térmico

### Central de Torre



Esquema de Funcionamiento

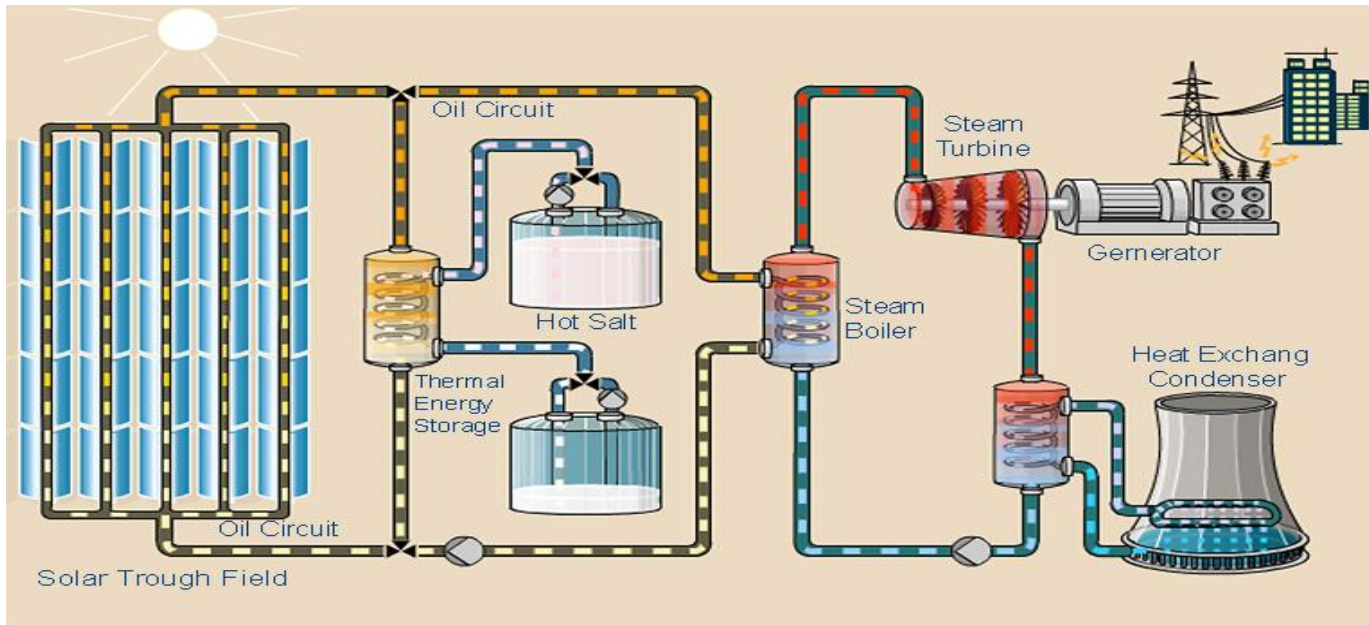
Central	Capacidad Instalada (MW)	País	Desarrollador/Propietario	Año
Central solar de Ivanpah	392	Estados Unidos	BrightSource Energy	2013
Proyecto de energía solar Crescent Dunes	110	Estados Unidos	SolarReserve	2013
Central solar de torre central PS20	20	España	Abengoa	2009
Gemasolar[2]	17	España	Sener	2011
Central solar de torre central PS10	11	España	Abengoa	2006
Torre Sierra Sun	5	Estados Unidos	eSolar	2009
Torre solar Jülich	1,5	Alemania		2008

En Chile?  
Cerro Dominador (Atacama 1)  
110 MW  
17.5 Horas de almacenamiento

# Tipos de Almacenamiento de Energía

## 3. Térmico

### Central Cilindro Parabólica + Estanque de Sales



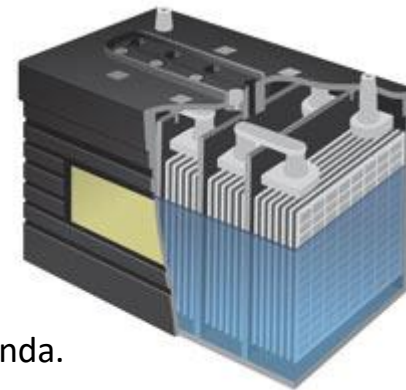
Capacidad Instalada en el Mundo 2500MW

# Tipos de Almacenamiento de Energía

## 4. Electroquímico → Baterías

### Tipos de Baterías

- Plomo Acido
  - Bajo Costo
  - Construcción Simple
  - Carga Lenta
  - Almacenamiento bajo Condiciones Especiales
  - Degradación se acelera con ciclos de descarga profunda.



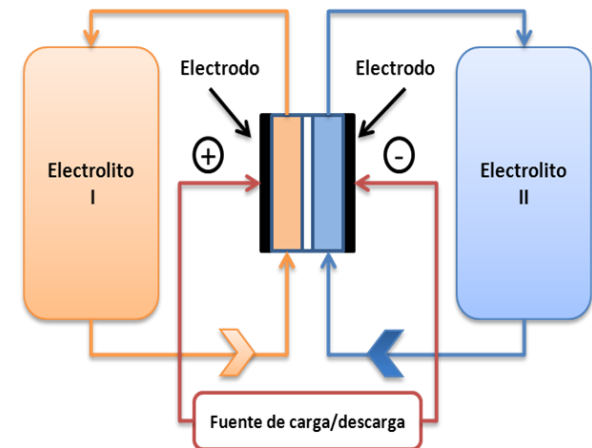
- Ion-Litio
  - Buena densidad de energía
  - Livianas
  - Tecnología en rápido crecimiento
  - Rápida degradación



# Tipos de Almacenamiento de Energía

## Tipos de Baterías

- Ion Sodio
  - Similares propiedades que las baterías de litio-ion
  - La demanda por este tipo de tecnología se ha incrementado dado que el sodio es un elemento más barato que el Litio.
- De flujo
  - Nuevo diseño en comparación con las de Ion Litio y Plomo-Acido
  - La energía se almacena en un electrolito líquido
  - Tecnología adaptable para almacenamiento de gran escala
  - Contiene menos material corrosivo
  - Profundidad de descarga de 100%
  - Mayor vida útil, pueden llegar a los 20 años → Ideal para Microgrid
  - Hay dos tipos de baterías de flujo comerciales: las de Vanadio (VRB) y las de Zinc-Bromo (Zn-Br)



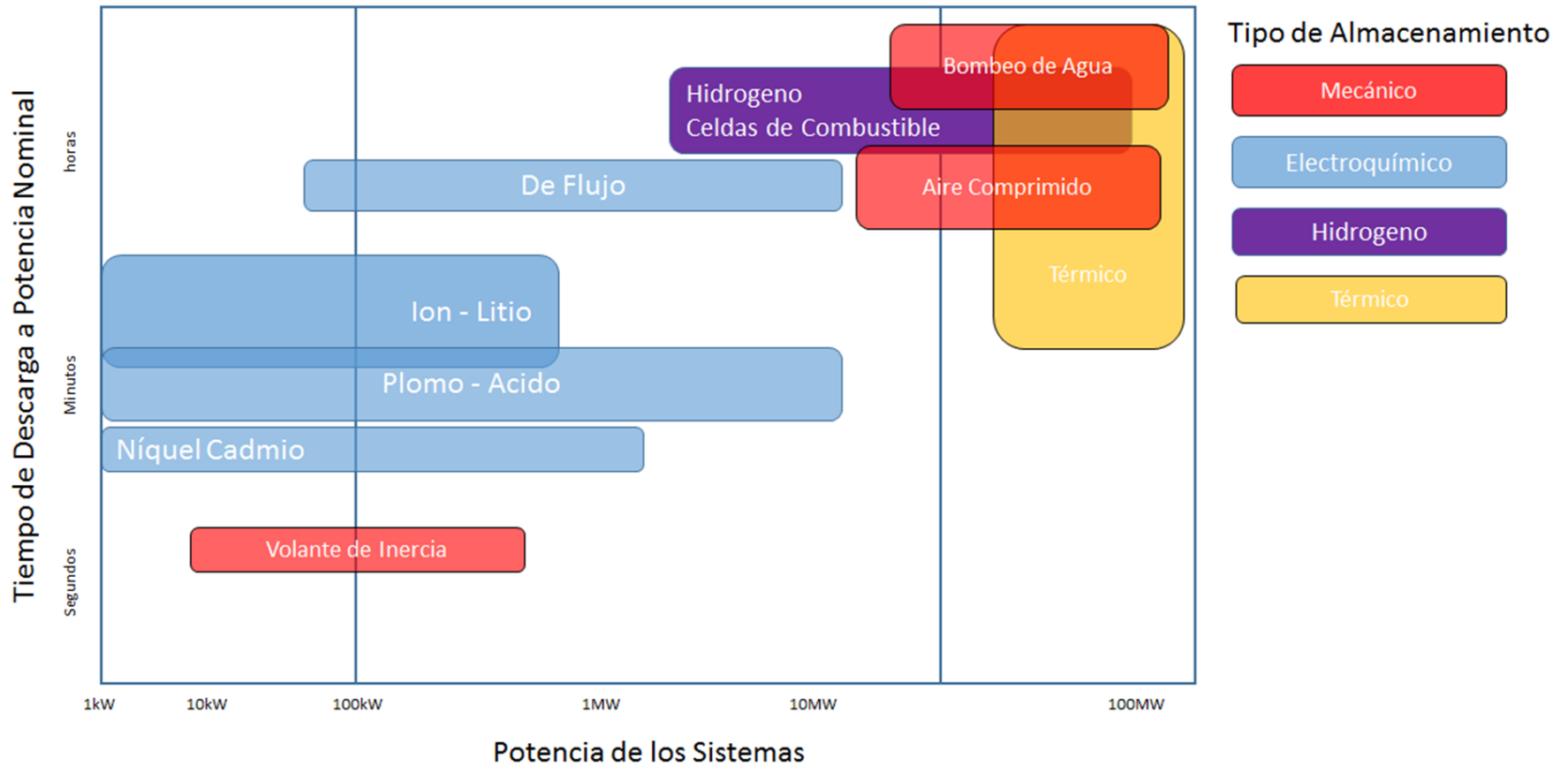
## Aplicaciones del Almacenamiento con Baterías

- Regulación de Frecuencia
  - Rápida respuesta a variaciones en la generación o en la demanda
- Sistemas de Respaldo
  - Bancos de baterías pueden absorber interrupciones para dar paso a la entrada de un generador de respaldo.
  - 100% de respaldo frente a interrupciones del suministro / Pequeños Off Grid
- Suavizar curvas de generación
  - Alternativa para la intermitencia de la generación no convencional, suaviza las curvas de generación, elimina los peaks de voltaje y potencia de la red.
- Calidad de Energía
  - Un banco de baterías puede proteger a un sistema de eventos de corta duración que afecten la calidad de suministro, variaciones de voltaje.

## Aplicaciones del Almacenamiento con Baterías

- Reserva Primaria
  - Permite a generadores convencionales operar a su máximo técnico cumpliendo con los requerimientos de la NT
- Recorte de Punta
  - Las baterías se cargan durante periodos de baja demanda para proveer de energía en horas de alto consumo
- **MicroGrid / Off Grid**
  - Soporte para la generación no convencional en lugares remotos o sin acceso a la red
- Otras

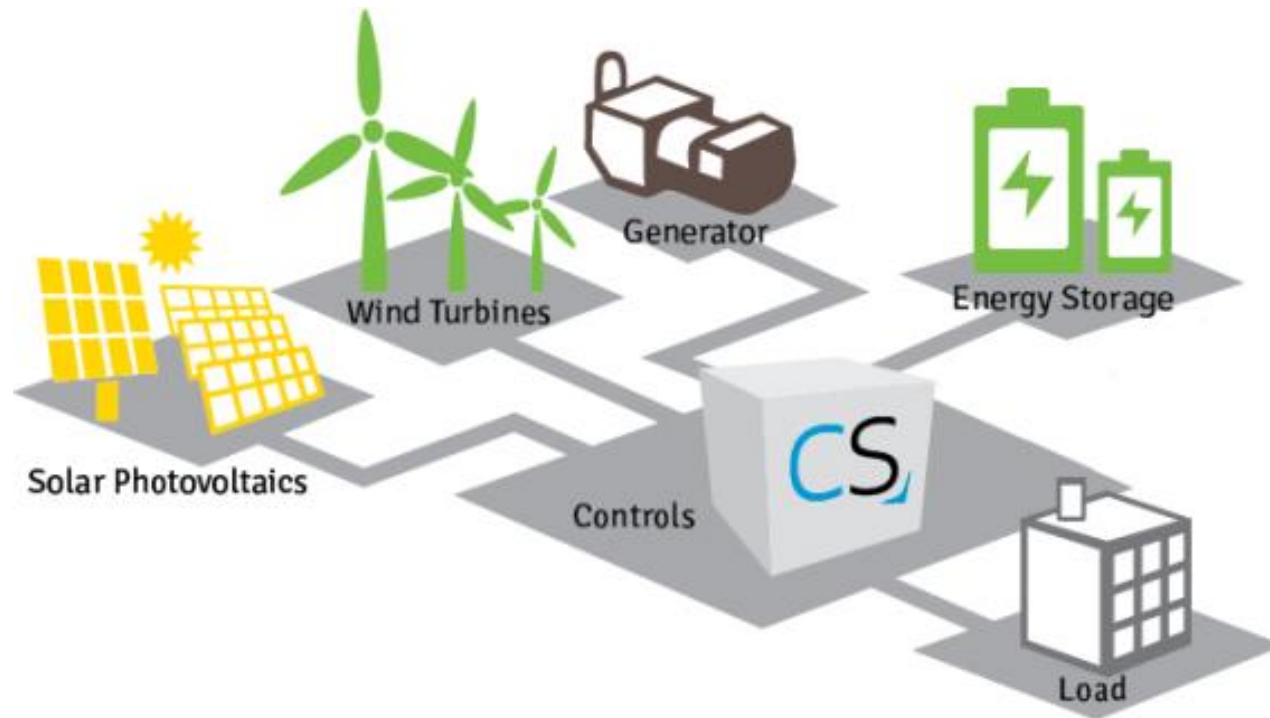
# Aplicaciones





# Aplicaciones

## 4. MicroGrid



# Conclusiones y Visión Futura

1. Variabilidad del Recurso (ERNC)

2. Innovación  Rentables

- Desarrollo ← Open Source
- Servicios Complementarios
- PPA's + Atractivos

3. Hidrógeno

4. Volante de Inercia

5. Baterías

# Almacenamiento de Energía

## Visión Técnica - Económica

Daniel Llanos M.  
Gerente de Ingeniería  
Santiago - Abril 2016



**MAINSTREAM**  
RENEWABLE  
POWER