

# Almacenamiento Bombeo/Hidrógeno

Energia 2105

Presentat per: Colleen Brannagan, McKenna  
Corrigan, Sarah DuBree, Brittany Hartford,  
Sarah Miesle, Rachael Stowe

## De qué estamos hablando?!

- Almacenamiento bombeado  
Todo sobre el tema
- Almacenamiento de hidrógeno
- Distribución de hidrógeno representa  
25% del total de la energía U.S.

# Emmagatzematge bombejat

(Planta de generació de energia de Ludington)



- **Objetivo:** Almacenar y producir electricidad en momentos de gran demanda
- **Método:** Reservas superiores e inferiores
- Costos iniciales y de mantenimiento

## Objetivo

- Unir plantas convencionales con futuras plantas de energía solar/eólica

Usar agua por producir electricidad durante periodos de gran demanda

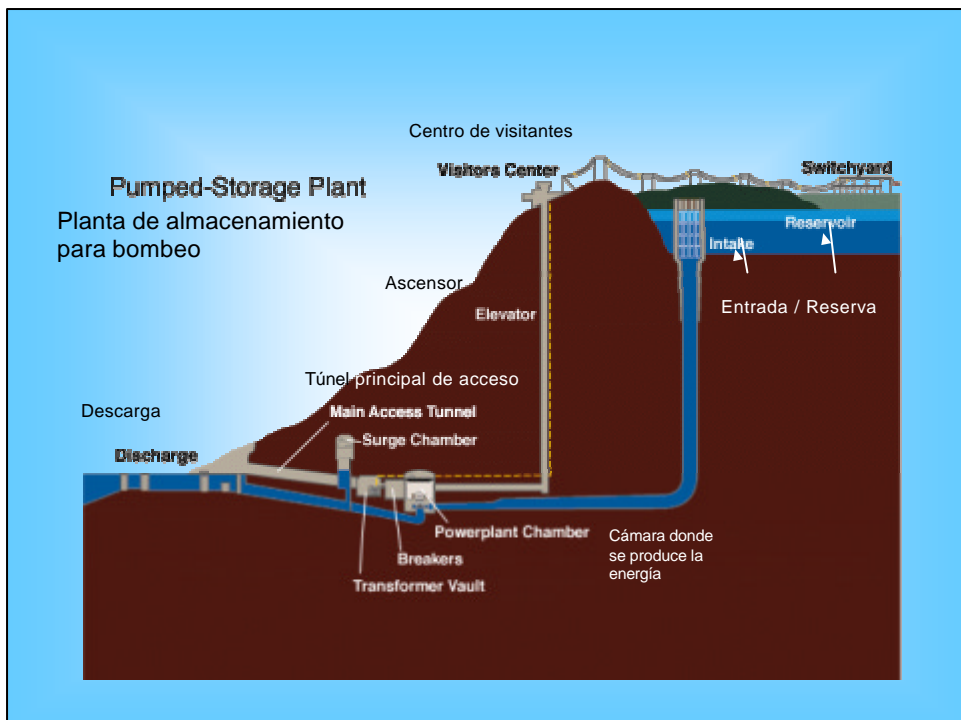
Eliminar la necesidad de construir plantas generadoras de gas natural gas para momentos de demanda elevada

Ayuda a reducir la carga de las plantas basadas en carbón

Proporciona “energía a demanda”

# Cómo funciona

- ❖ Se usan plantas de producción de energía convencionales (solares/eólicas, en el futuro) para bombear agua a reservorios elevados en los momentos de baja demanda (por la noche)
- ❖ En los momentos de gran demanda se deja caer el agua por mover turbinas, y producir electricidad



## Costos iniciales y de mantenimiento

- **Objetivo: producir el 25% de la energía**  
**Capacidad de almacenamiento: 3,100 TWh**  
**1 planta: (1872 MW) (8h/día) (365 días) = 5,5 TWh/año**  
**3100 TWh/5,5 TWh= 563 plantas!**  
**Pero sólo se desea proporcionar el 25% de toda la energía por almacenamiento por bombeo,**  
**Por lo tanto, 775 TWh/5,5 TWh= 141 plantas**  
**En 1973 el coste de construcción era de \$327 millones/planta**  
**Con un factor de 4,34 por incremento de costes, ahora serian \$1,42 mil millones/planta**  
**141 plantas a \$1.42 mil millones = \$200 mil millones**  
**añadimos los costes de capital costes a los de construcción = \$320 mil millones**  
**Para 70 plantas a \$11,6 millones x 100 años = \$81 mil millones**  
**\$401 mil millones serán los costes para los 100 años**

## Continuación

- **(775 TWh/2) (100 años) = 38,75 x 10<sup>12</sup> TWh**
- $$\frac{\$ 2,81 \times 10^{11}}{3,875 \times 10^{13} \text{ KWh}} = \$0,01 / \text{KWh}$$

Uso de terreno. El tamaño de una planta es 2,5 millas<sup>2</sup>

2,5 millas<sup>2</sup> x 141 plantas = **353 millas<sup>2</sup> !!**

- **Pros**

- Renovable
- Neta
- Barata para el consumidor
- Se puede comenzar a generar energía en cuestión de minutos

- **Contras**

- Limitaciones geográficas
- Afectan los hábitats naturales

## Almacenamiento de hidrógeno

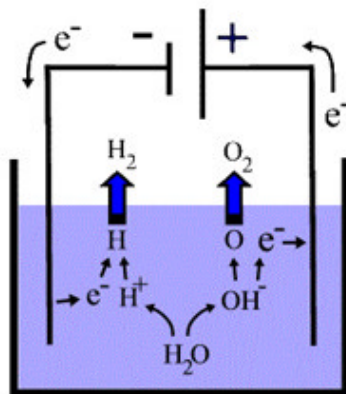
- Información general
  - El hidrógeno no es una fuente primaria de energía
  - Hay planes de extraerlo a partir de la electrólisis del agua, usando el exceso de energía solar y eólica cuando estén disponibles
  - Se quemaría hidrógeno cuando la energía solar y eólica no esté disponible

# Electrólisis

- Se ponen dos electrodos (+ y -) en agua
- La corriente que pasa entre los electrodos ioniza el agua
- Se recoge oxígeno en el electrodo positivo
- Se recoge hidrógeno en el electrodo negativo
- Se extrae el hidrógeno y se almacena para usarlo más tarde, y el oxígeno se lanza a la atmósfera

Electrólisis: separación del agua en electricidad para obtener hidrógeno y oxígeno

**Electrolysis:** Splitting water with electricity to produce hydrogen and oxygen:



- Pros

- Limpio
- Ninguna emisión tipo efecto invernadero
- Se puede usar por producir energía a petición, a partir de energía solar y eólica
- Combustible transportable
- Combustible de grande densidad energética

- Contras

- No es una fuente de energía primaria
- La energía necesaria por extraer el hidrógeno es superior a la energía que se extrae
- Reemplaza a todas las cañerías de gas natural (gasoductos)
- Costes de infraestructura elevados

## Reemplazo de las cañerías (gasoductos)

- 300,000 millas de líneas de transmisión grandes, de 36 pulgadas de diámetro



\$1,3 millones/milla

1,5 millones de millas de líneas de transmisión pequeñas de 12 pulgadas de diámetro



\$500,000/milla

Diámetro del tubo	Materiales	Mano de obra
4"	\$60017/mi \$30570/mi	\$268,585/mi \$232,980/mi
6"	\$57863/mi \$46086/mi	\$239916/mi \$182299/mi
8"	\$93436/mi \$55278/mi	\$208658/mi \$146203/mi
10"	\$102258/mi \$70143/mi	\$246771/mi \$196864/mi
12"	\$113981/mi \$88484/mi	\$404051/mi \$282404/mi
16"	\$150324/mi \$112673/mi	\$407615/mi \$271033/mi
20"	\$210178/mi \$170895/mi	\$491082/mi \$410323/mi
24"	\$245372/mi \$222211/mi	\$574579/mi \$425559/mi
30"	\$395461/mi \$372276/mi	\$637608/mi \$487461/mi
136"	\$519622/mi \$646440/mi	\$764100/mi \$710704/mi
42"	\$713651/mi \$641272/mi	\$998424/mi \$861204/mi

- **Reemplazo de la transmisión**



$$(300,000) \times (\$1,3 \text{ millones}) = \$390 \text{ mil millones}$$

**Reemplazo de la distribución**



$$(1,5 \text{ millones}) \times (\$500,000) = \$750 \text{ mil millones}$$

**7,5% a 15 años – 1,6 factor de devolución (costes de financiación)**

$$\text{Coste total} = \$1,8 \times 10^{12}$$

# Webgrafía

- H2CarsBiz. "Hydrogen & Fuel Cell Cars Business: Visions & Politics"  
Disponibile: <[http://www.h2cars.biz/artman/publish/article\\_93.shtml](http://www.h2cars.biz/artman/publish/article_93.shtml)>
- Patent 4462213. "Solar-wind energy conversion system". Disponibile :  
<<http://www.freepatentsonline.com/4462213.html>>.
- Pipeline 101. "Natural Gas Pipelines" Disponibile :  
<<http://www.pipeline101.com/overview/natgas-pl.html>>
- State of Michigan. "Accounting Approval of Depreciation Practices for the Ludington Pumped Storage Plant." Disponibile :  
<<http://www.cis.state.mi.us/mpsc/orders/alj/1999/U11724P.HTM>>.
- Wikipedia. "Ludington Pumped Storage Power Plant". Disponibile :  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Ludington\\_Pumped\\_Storage\\_Power\\_Plant](http://en.wikipedia.org/wiki/Ludington_Pumped_Storage_Power_Plant)>.
- Wikipedia. "Pumped Storage Hydroelectricity". Disponibile :  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Pumped\\_storage\\_hydroelectricity](http://en.wikipedia.org/wiki/Pumped_storage_hydroelectricity)>.