

BASQUE ECO DESIGN MEETING

Palacio Euskalduna
Bilbao, 19/20 de septiembre de 2017



Evaluación del impacto medio ambiental y económico del uso de baterías de ion-litio en sillas de ruedas

Igor Cantero
Director I+D+i



Contexto

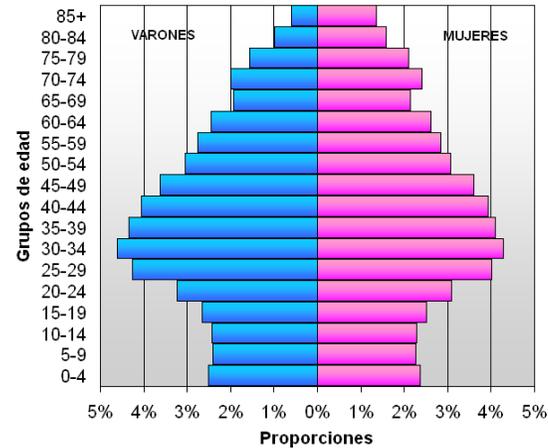
Se esperan fuertes subidas de usuarios de sillas de ruedas eléctricas en los próximos años por varias razones:

- La población está envejeciendo
- El nivel de poder adquisitivo es relativamente alto



- Se está superando el “pudor social”

Pirámide de población de España, año 2007



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Censo a 1 de enero de 2007



Tecnología actual: Plomo ácido

Actualmente la casi totalidad de las sillas eléctricas utilizan baterías de **plomo** para su suministro de electricidad:



Estas baterías son pesadas, duran poco, ocupan mucho espacio y necesitan largos tiempos de recarga

Sin embargo...son baratas

Tecnología actual: Plomo ácido

El plomo es un metal pesado, contaminante y tóxico por lo que el reciclado de las baterías es obligatorio



Lamentablemente, aunque es bastante eficiente, el reciclado de plomo no es perfecto y además, hay que tener en cuenta el fuerte impacto durante el proceso de producción de las baterías, actualmente trasladado a países emergentes como China o India.

Litio-ion como sustituto del Plomo ácido

La tecnología de litio-ion comenzó a utilizarse en los ordenadores portátiles y teléfonos móviles pero progresivamente está siendo introducida en numerosas aplicaciones desde bicicletas eléctricas a grandes sistemas de almacenamiento, pasando por el coche eléctrico.

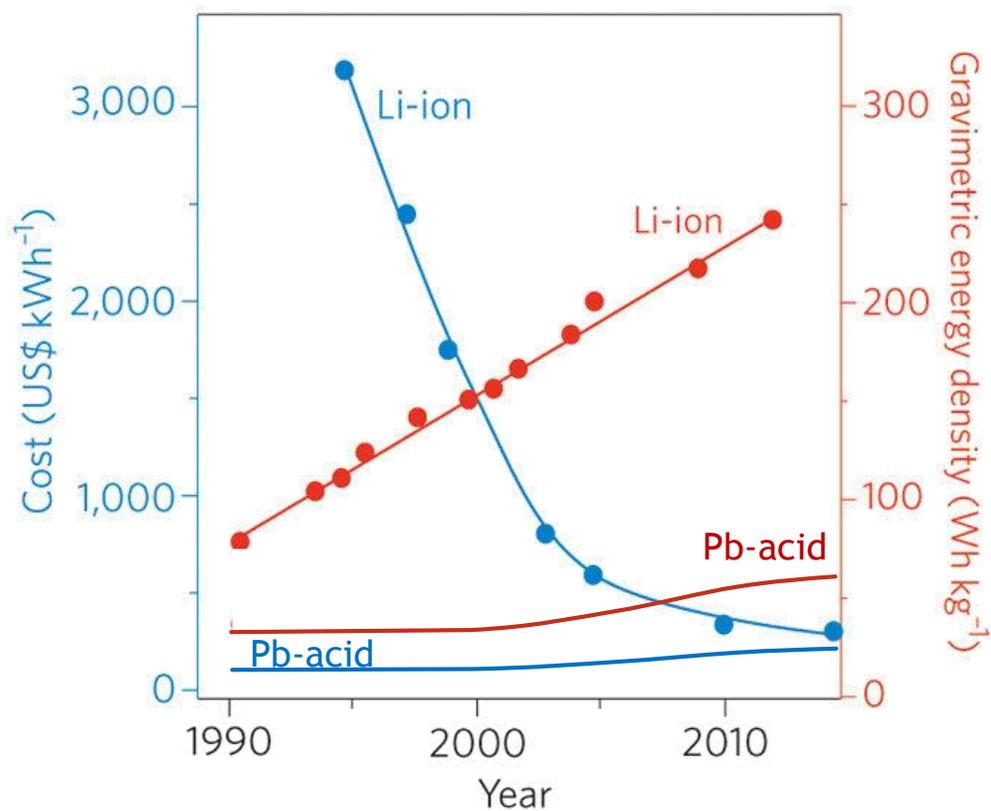
Why is Lithium-Ion Better than Lead-Acid?

| | Lead Acid | Li ³ | |
|-------------------------------------|-----------|-----------------|---|
| Battery/pack specific energy, Wh/kg | 30-50 | 110-190 | 4 TIMES STRONGER OR 4 TIMES LIGHTER (SEE NOTE) |
| Discharge cycles 80% D.O.D. | 300-600 | 2000+ | 6-8 TIMES LONGER LIFE THAN LEAD ACID |
| Charge time, hours | 2-5 | 0.5-2 | 1/2 TO 2 HOUR RECHARGE TIMES: 4 TIMES FASTER! |
| Solar charge acceptance, round-trip | 36% | 98% | 3 TIMES MORE ENERGY HARVESTED |
| Self discharge/month, % | 5 | 1-2 | MAINTAINS 75% OF ITS ENERGY AFTER 1 YEAR |
| Average operating voltage per cell | 2 | 3.2 | REPLACES: 6.4V, 9.6V, 12.8V, 16V, 24V, 36V, 48V, ETC. |
| Relative safety | 2 | 1.5 | SAFER THAN ANY LEAD ACID BATTERY |
| Relative environmental | 3 | 1 | FINALLY: AN ECO-FRIENDLY GREEN BATTERY! |

Note: 1 Pound of Lithium is 3 to 4 Times More Powerful than 1 Pound of Lead-Acid.
Or, Amp-Hour for Amp-Hour, Lithium is 3 to 4 Times Lighter than Lead-Acid.
In sum, the User Obtains EITHER an increase Power or Decreased Weight, but not both.

Litio-ion como sustituto del Plomo ácido

Sin embargo, es necesario un precio adecuado para que la transición entre ambas tecnologías tenga lugar



Litio-ion como sustituto del Plomo ácido

- ¿Es el precio actual del litio-ion competitivo para desplazar al plomo-acido en las sillas de ruedas?
- ¿Son suficientes las mejores prestaciones del Litio para compensar su mayor precio de adquisición?
- ¿Qué ocurre si tenemos en cuenta la mayor vida útil del litio?
- ¿Cuál es el impacto medioambiental comparado de ambas tecnologías?

Litio-ion como sustituto del Plomo ácido

En CEGASA hemos analizado comparativamente ambas tecnologías y tenemos una respuesta clara para las primeras preguntas:

En general, el litio-ion tiene un mayor coste de adquisición pero es más barato que el plomo-ácido si se tiene en cuenta la vida completa del producto, por ejemplo, el número de veces que debe reemplazarse la batería de plomo para compensar la mucho más elevada ciclabilidad del litio-ion.

Actualmente estamos trabajando para dar respuesta a la última pregunta:
el impacto medioambiental

Impacto medio-ambiental del litio-ion

Análisis de la remanufactura de baterías de litio-ion para la segunda vida de las mismas (REMACOMPIND)

Proyecto de ecoinnovación 2016 del Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco en el que participaron CEGASA y la Universidad de Mondragón

Análisis de Ciclo de Vida comparativo entre sistemas de almacenamiento energético para diversas aplicaciones en la red eléctrica

Estudio en ejecución por parte del Ihobe, Iberdrola y el Basque Ecodesign Centre en el que participa CEGASA.

Evaluación del impacto medioambiental y económico del uso de baterías de litio-ion avanzadas o remanufacturadas en sillas de ruedas eléctricas

Proyecto presentado a la convocatoria 2017 de los Proyectos Demostración en Economía Circular del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco



REMACOMPIND

Remanufactura de componentes industriales

Convocatoria Proyectos de ecoinnovación 2016_del
Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial
del
Gobierno Vasco_



Remanufactura y segunda vida del litio-ion

Cuando una batería de litio-ion ya no es capaz de recuperar el 80% de capacidad respecto a su capacidad original se considera agotada. Sin embargo, gracias a sus mejores características, una batería de litio-ion “agotada” puede tener mejores prestaciones que una batería de plomo ácido nueva. El proyecto REMACOMPIND trata de clarificar esto.

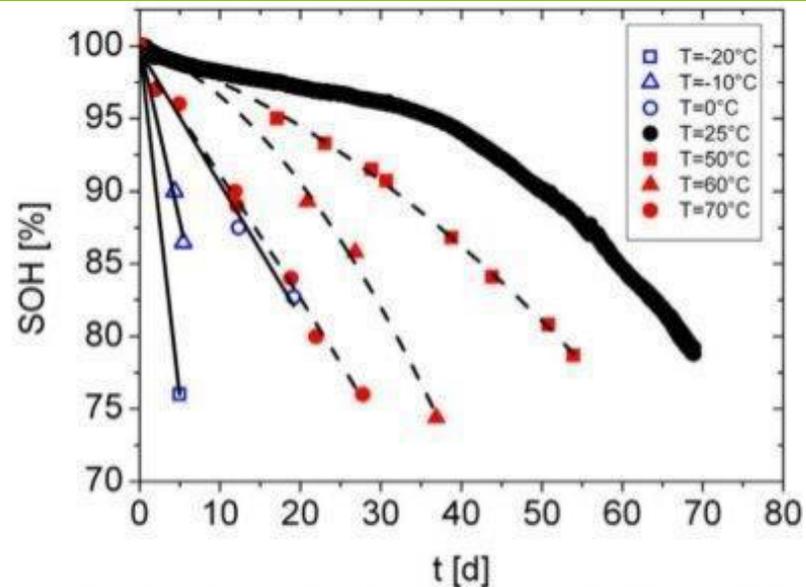
Adquisición de la información

Análisis de degradación de la celda

Envejecimiento (calendar life)

Ciclado (cycling)

Periodo de reposo entre ciclos



- Temperatura
- % DoD
- State of Charge
- Corriente de flotación (UPS)
- Frenado regenerativo (EV)

Source: Temperature dependent ageing mechanisms in Lithium-ion batteries - A Post-Mortem study. March 2014. Thomas Waldmann, Marcel Wilka, Michael Kasper, Meike Fleischhammer, Margret Wohlfahrt-Mehrens. Elsevier BV

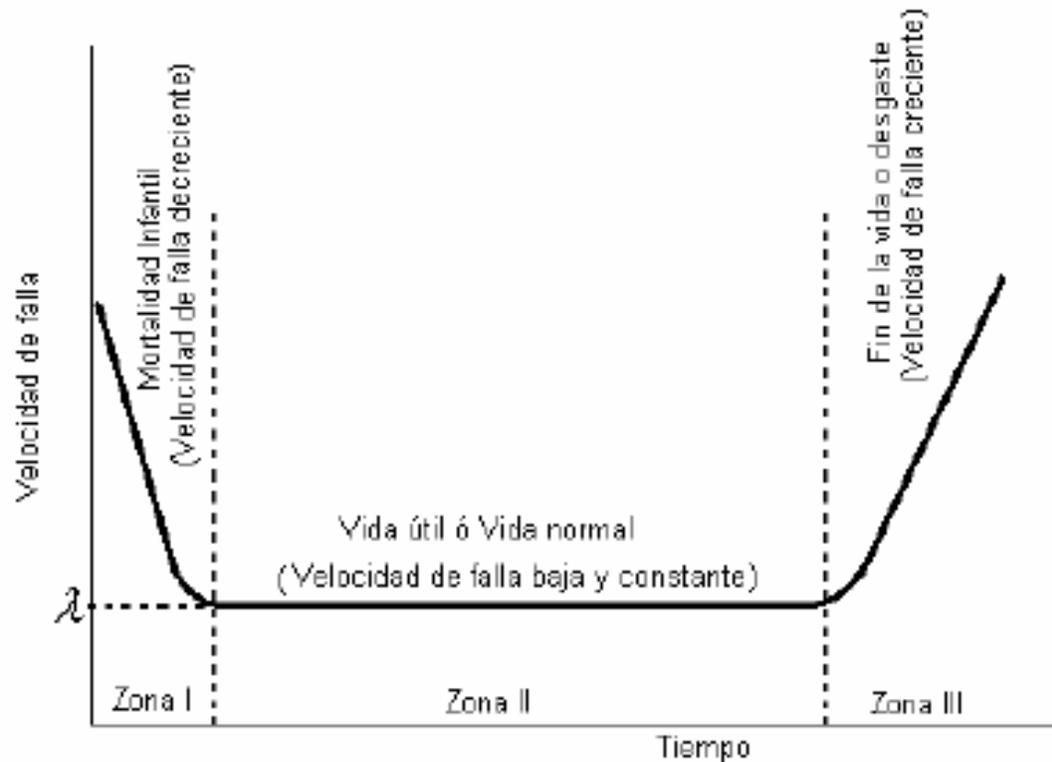
1) Purposeful cycle to death study (1c charge/discharge rate continuous until $SOH_{max} = 80\%$).

2) $Li(Ni_{0.9}Mn_{0.9}Co_{0.3})O_2$ L & $Li_2Mn_2O_4$ BLEND (?) cathode

Adquisición de la información

Análisis de degradación del resto de componentes

Tarjeta electrónica

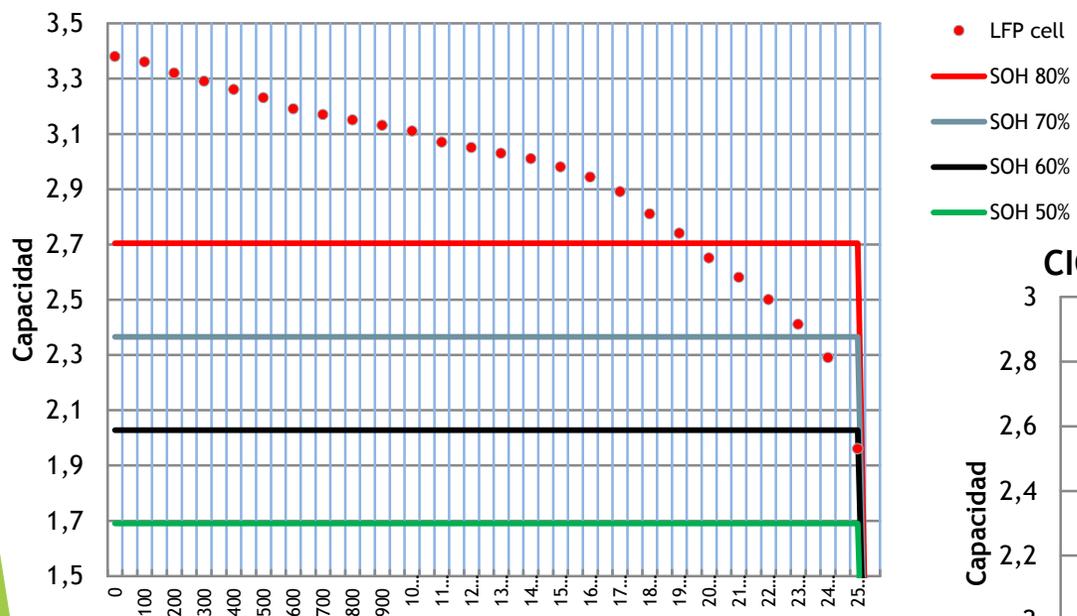


Soldadura

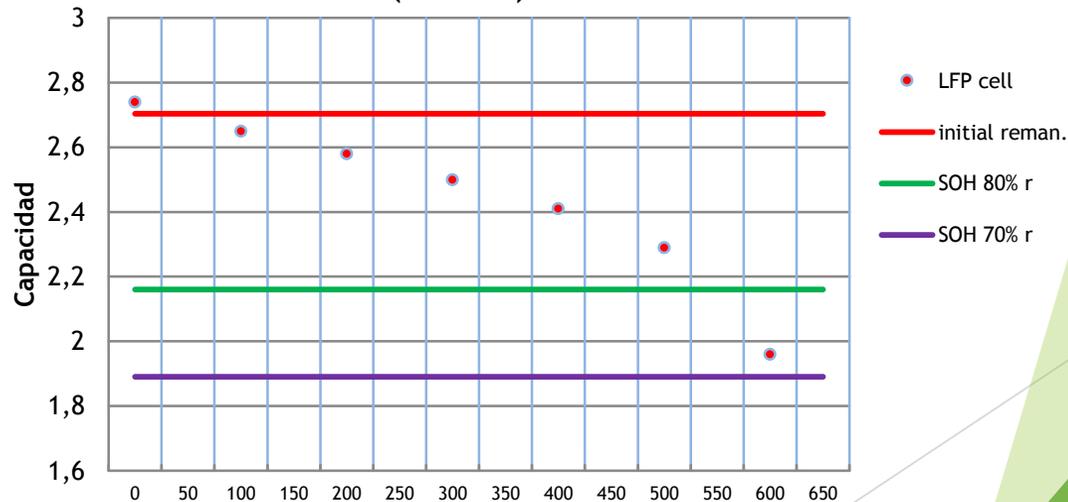
- Grado de indentación: huella excesiva o escasa
- Desgaste prematuro de los electrodos
- Electrodo contaminado
- Puntos quemados
- Proyecciones de metal fundido
- Sobrecalentamiento
- Bajas propiedades mecánicas

Degradación LFP

CICLABILIDAD LFP EN FUNCION DE SOH

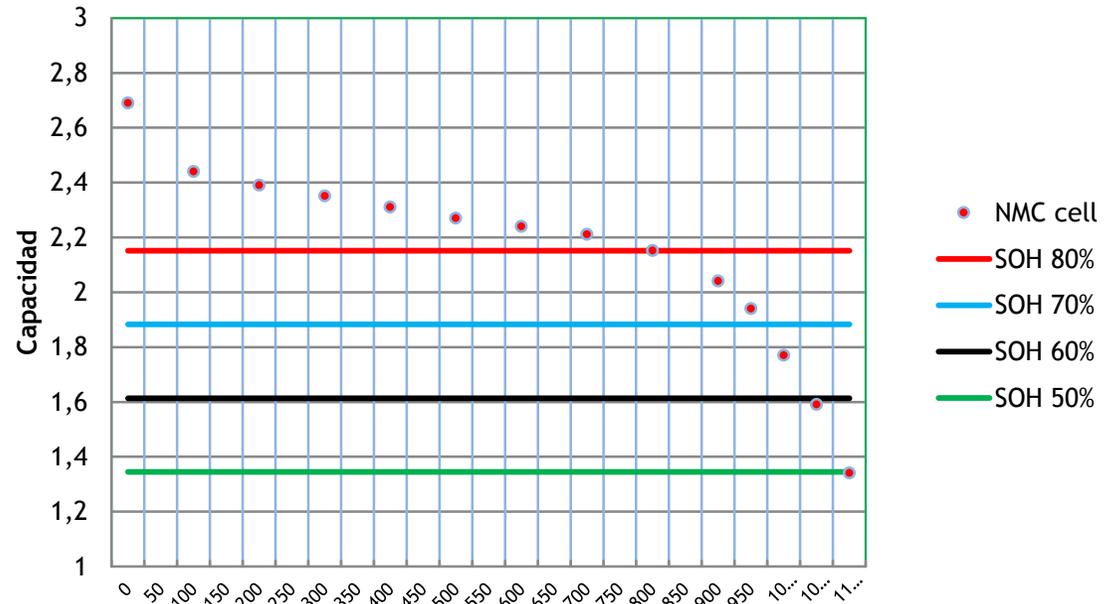


CICLABILIDAD LFP (2ª vida) EN FUNCION DE SOH

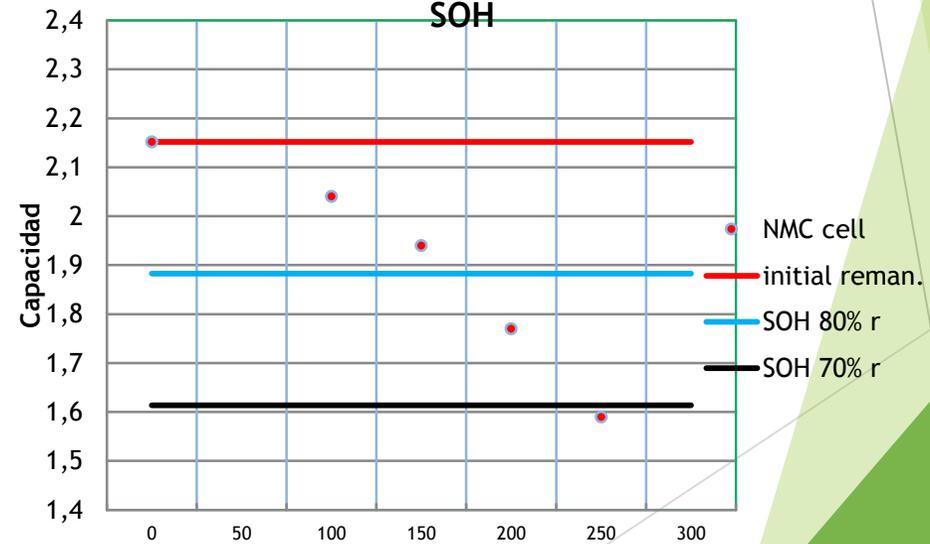


Degradación NMC

CICLABILIDAD NMC EN FUNCION DE SOH



CICLABILIDAD NMC (2ª vida) EN FUNCION DE SOH



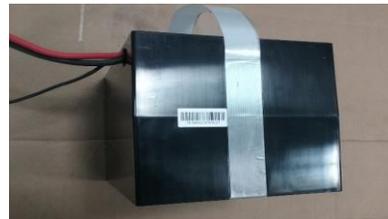
Análisis de costes (externos)

- Costes de recompra
Negociables. Dependen
del coste de reciclado, de
la relación con el
cliente,...
- Costes logísticos
 - Embalaje
 - Transporte
 - Aduanas
 - Almacenaje
 - ...



Fuente: http://europa.eu/about-eu/countries/index_es.htm

Análisis de costes (internos)



1. Retirar el asa y la etiqueta de trazabilidad



2. Abrir la caja y retirar la parte superior (inc. cableado)



3. Extraer el módulo de la parte inferior de la caja



4. Retirar el BMS y el cableado de potencia interno



5. Desmontaje de cableado de potencia y señales de voltaje



6. Separación de los dos submódulos



7. Desmontaje unitario de las celdas

A) Reutilización

C) Remanufactura (celda)

B) Remanufactura (módulo)



8. Ensayos FAT previos a su reutilización

Análisis de costes (internos)

A) Reutilización de la batería sin modificaciones

La más favorable desde el punto de vista económico pero poco probable por la poca probabilidad de encontrar una aplicación con necesidades idénticas que en la primera vida

B) Remanufactura a partir del módulo

Caso más probable. Todas las celdas del módulo tienen idéntico comportamiento. Se elimina el factor electrónico.

C) Remanufactura a partir de la celda

Descartada por problemas técnicos asociados a la imposibilidad de equilibrar celdas usadas de diferentes módulos. Además implica problemas de seguridad asociados al desensamblado de las celdas

Análisis de costes

| | Plomo ácido | NMC | LFP |
|-------------------------|-------------|------------|-------------|
| Densidad de energía (g) | 39 Wh/Kg | 170 Wh/Kg | 105 Wh/Kg |
| Densidad energía (v) | 99 Wh/L | 200 Wh/L | 150 Wh/L |
| Ciclabilidad (100%DOD) | 500 ciclos | 800 ciclos | 2000 ciclos |
| Precio | 130 €/KWh | 380 €/KWh | 475 €/KWh |
| LCOE | 0,29 | 0,53 | 0,26 |

| | Plomo ácido | NMC (2ª vida) | LFP (2ª vida) |
|-------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Densidad de energía (g) | 39 Wh/Kg | 135 Wh/Kg | 85 Wh/Kg |
| Densidad energía (v) | 99 Wh/L | 160 Wh/L | 120 Wh/L |
| Ciclabilidad (100%DOD) | 500 ciclos | 250 ciclos | 600 ciclos |
| Precio | 130 €/KWh | 115 €/KWh | 115 €/KWh |
| LCOE | 0,29 | 0,51 | 0,21 |

Nota: LCOE = Levelized Cost Of Energy → Coste de la energía que tiene en cuenta no solo la capacidad inicial sino la obtenida durante todos los ciclos de vida de la batería

Conclusiones

- ▶ la segunda vida de las baterías tras un proceso de remanufactura genera una nueva línea de negocio de gran potencial para empresas como CEGASA
- ▶ Aparece “nuevos productos” capaces de competir en el mercado de bajo coste con precios inferiores a los del plomo-ácido.
- ▶ Cada química tiene sus nichos de negocio de segunda vida como el de las UPS para el NMC y las aplicaciones de movilidad para el LFP
- ▶ trabajo futuro
 - ▶ ampliar el estudio de degradación de las baterías en un proyecto demostrativo real
 - ▶ herramienta para definir el estado real del SOH de las baterías tras la primera vida
 - ▶ posible recuperación de otros componentes
 - ▶ desarrollo de un producto completamente nuevo, basado en un solo módulo con su propia envolvente a medida para el mercado de los 12V