

EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DE BATERÍAS 18650

Federico Sica¹, Erika Teliz^{1,2}, Fernando Zinola², Verónica Díaz^{1}*



GIIE



Grupo Interdisciplinario
Ingeniería Electroquímica

UdelaR



FACULTAD DE
CIENCIAS

UDELAR | fcien.edu.uy



Baterías estudiadas

Química: Li-ion, Ni-Cd, Ni-MH, Pb-ácido, Zn-aire, etc. → Li-ion



Tipo: primarias o secundarias. → Secundarias

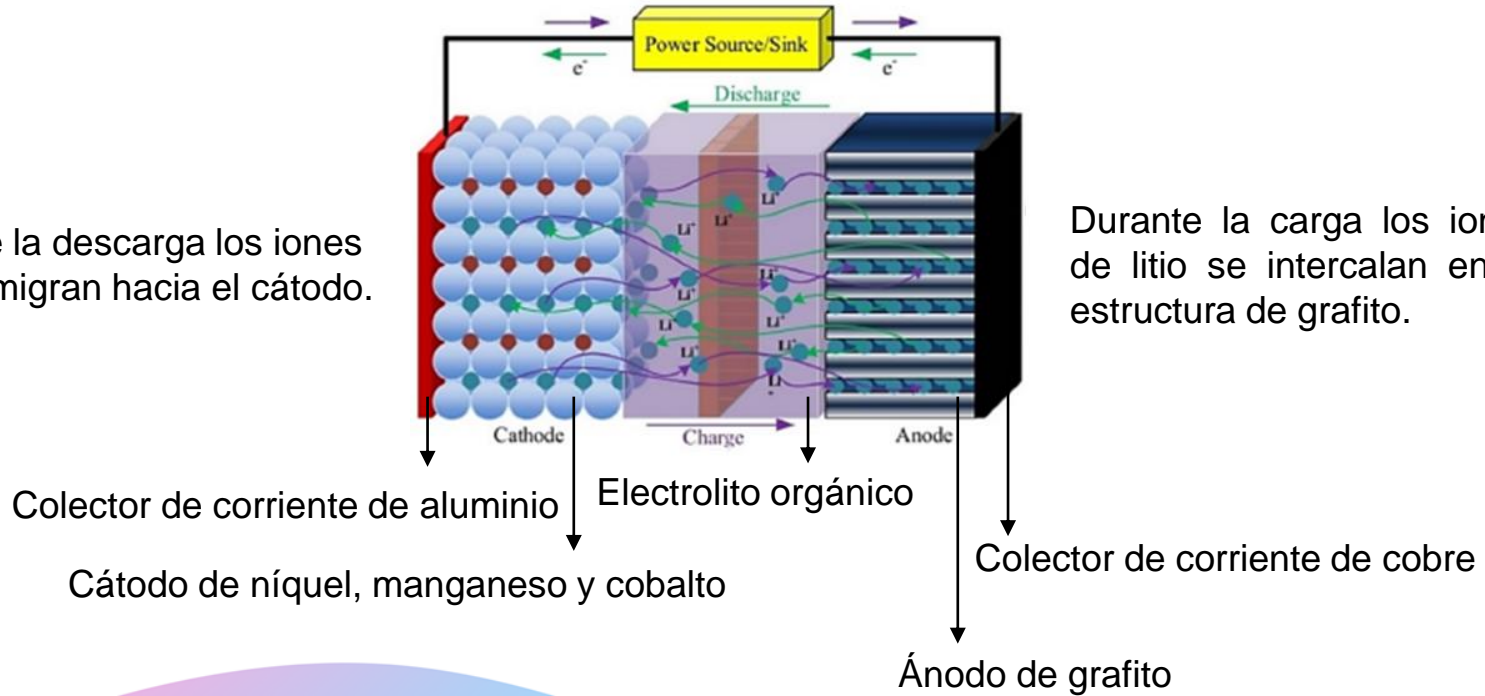
Geometría: prismáticas, botón o cilíndricas. → Cilíndricas 18650

Cátodos: LCO, LFP, LMO, NMC, NCA, etc. → NMC

Baterías de Li-ion NMC

Durante la descarga los iones de litio migran hacia el cátodo.

Durante la carga los iones de litio se intercalan en la estructura de grafito.



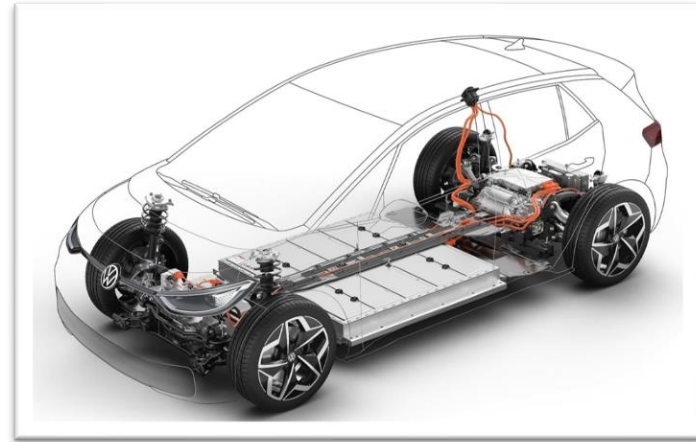
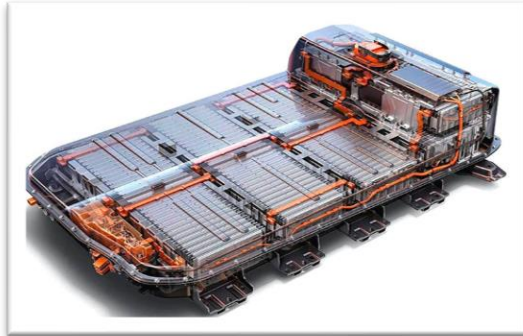
Objetivos específicos

-Identificar los modos de degradación responsables del envejecimiento y deterioro del estado de salud de las baterías estudiadas.

-Encontrar parámetros que permitan hacer un seguimiento del deterioro durante el ciclado de una batería.

Importancia de entender la degradación

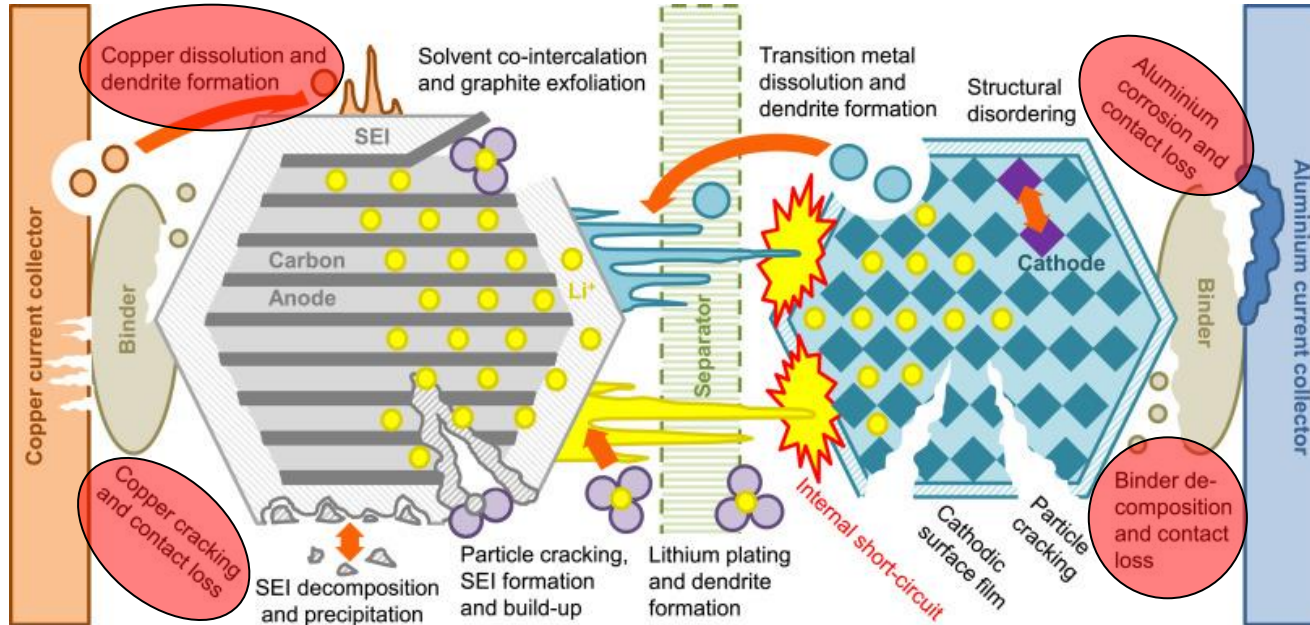
Estudiar la forma y los mecanismos en los que se degrada una batería nos ayuda a fabricar mejores versiones de estas.



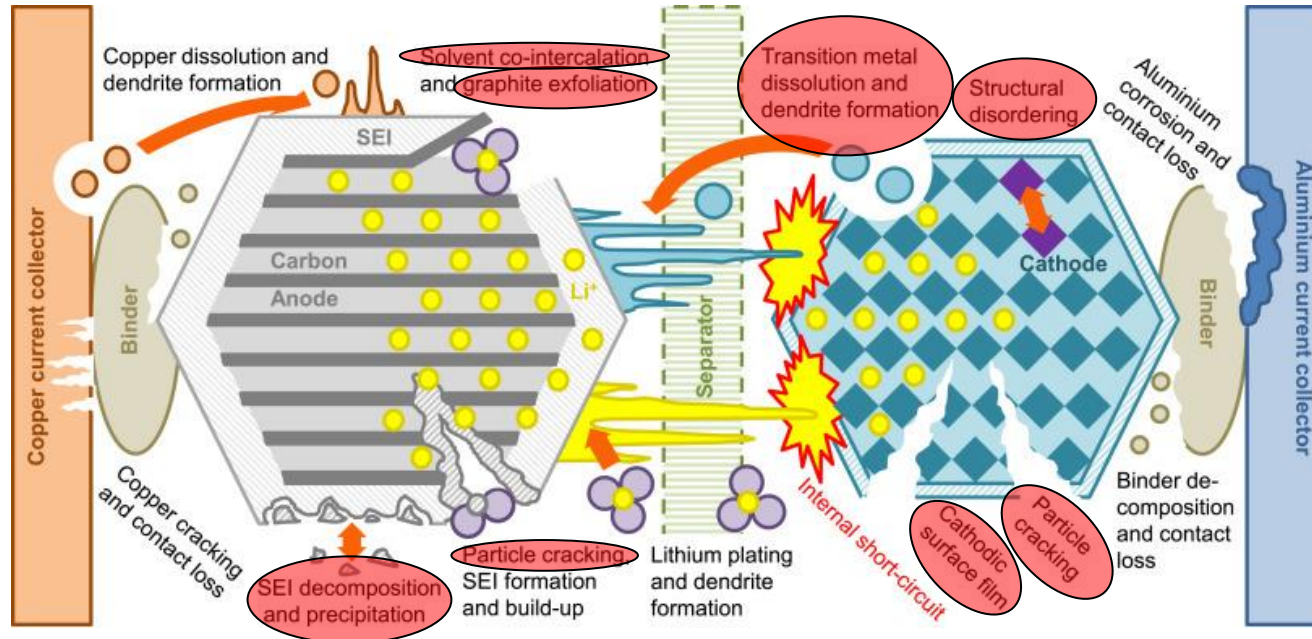
Modos de degradación

- El proceso de degradación de las baterías de litio-ion es extremadamente complejo.
- Cuando se habla de degradación de una batería se suele hablar de mecanismos de degradación, los cuales se clasifican en tres modos de degradación.
- Pérdida de conductividad (CL), pérdida de material activo (LAM) y pérdida de inventario de litio (LLI).

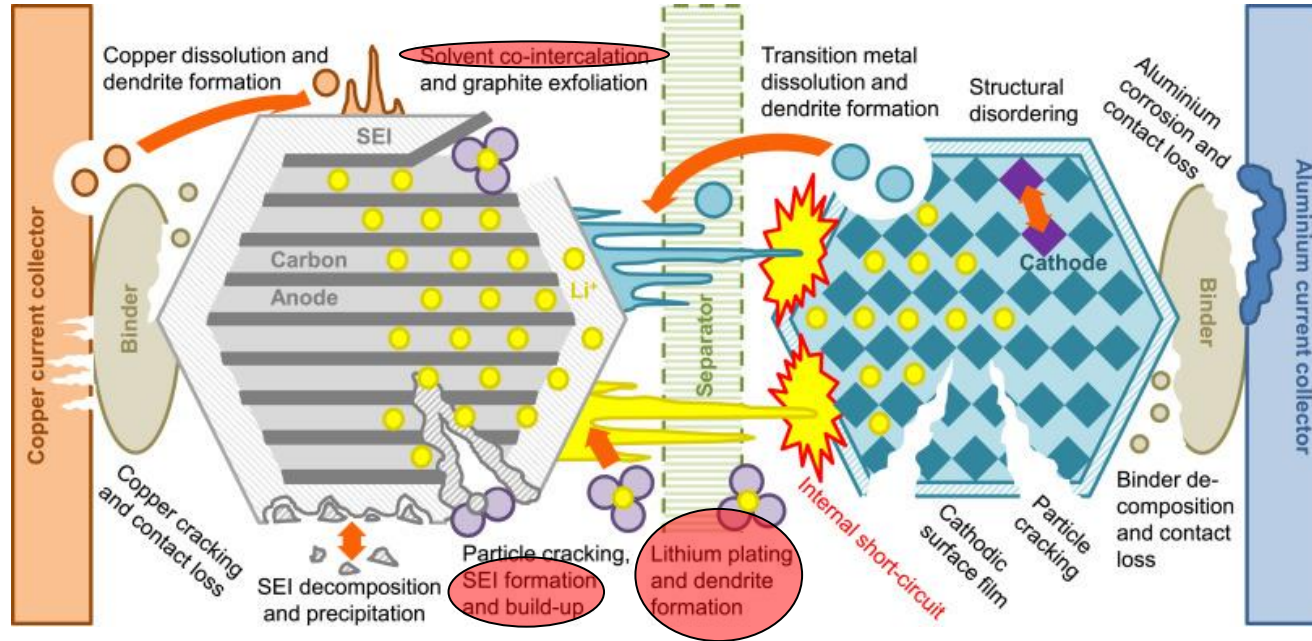
Pérdida de conductividad (CL)



Pérdida de material activo (LAM)



Pérdida de inventario de litio (LLI)



Mecanismos de degradación

- Algunos mecanismos de degradación pueden tener asociados más de un efecto de envejecimiento.
- Cada mecanismo de degradación puede originar diversos efectos de envejecimiento sobre la batería.
- Algunos efectos de envejecimiento son comunes a más de un modo de degradación. Ejemplo, la co-intercalación produce el crecimiento de la SEI (LLI) y cambios de fases (LAM).

Procedimiento experimental

Técnica electroquímica: capacidad incremental (IC).

Se registraron las corrientes y voltajes en el tiempo durante el ciclado de una batería de litio-ion NMC 18650.

- Temperatura = 25 °C
- Intensidad de carga = 1000 mA
- Intensidad de descarga = 3000 mA

Equipamiento

Sistema de testeo de baterías (ciclador) Scribner, modelo 585.



Equipamiento

Cámara de temperatura termoeléctrica TestEquity, modelo TEC1.



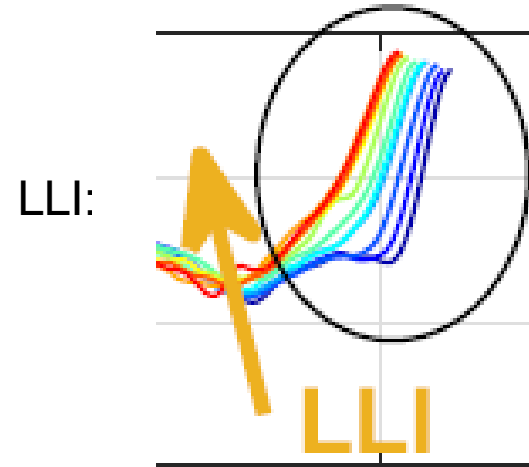
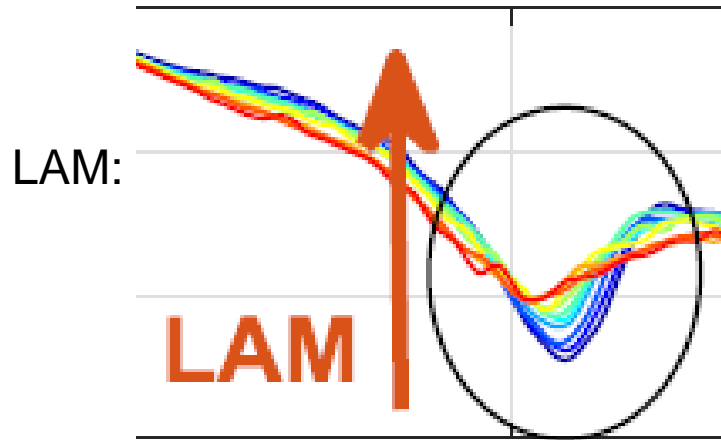
Capacidad incremental

-Se basa en estudiar la derivada de la capacidad en función del voltaje de la batería durante el ciclado de la batería.

-Las características de las curvas son analizadas y se observa cómo estas varían a medida que se incrementa el número de ciclos, con el fin de identificar los procesos que ocurren.

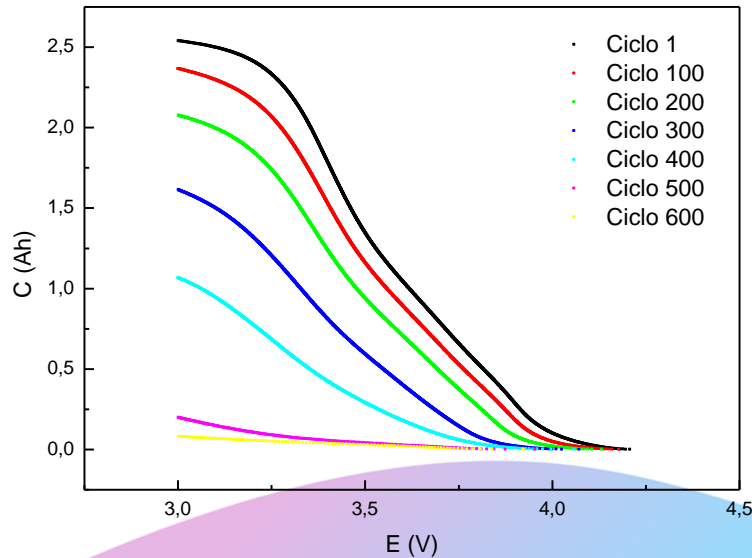
-Área de pico, altura de pico y centro de pico.

Identificación de los modos de degradación



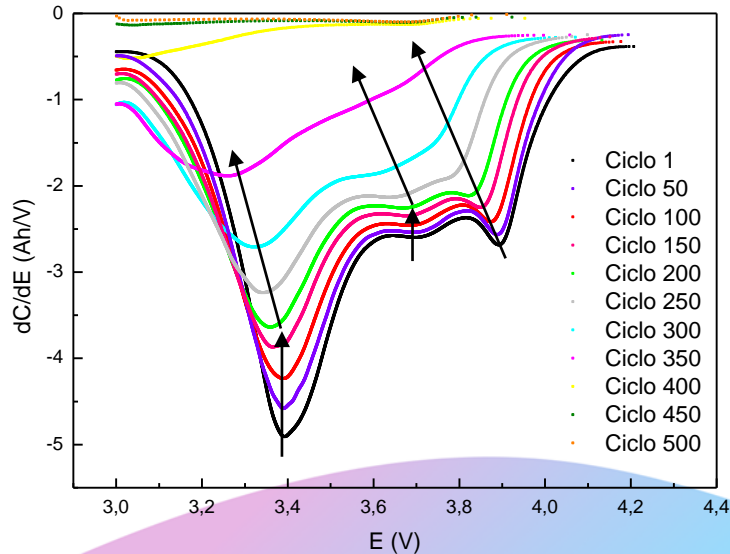
Resultados, curvas de C (Ah) vs E (V)

Con los datos obtenidos se procedió primero a armar las curvas de capacidad en función del voltaje (C vs E).



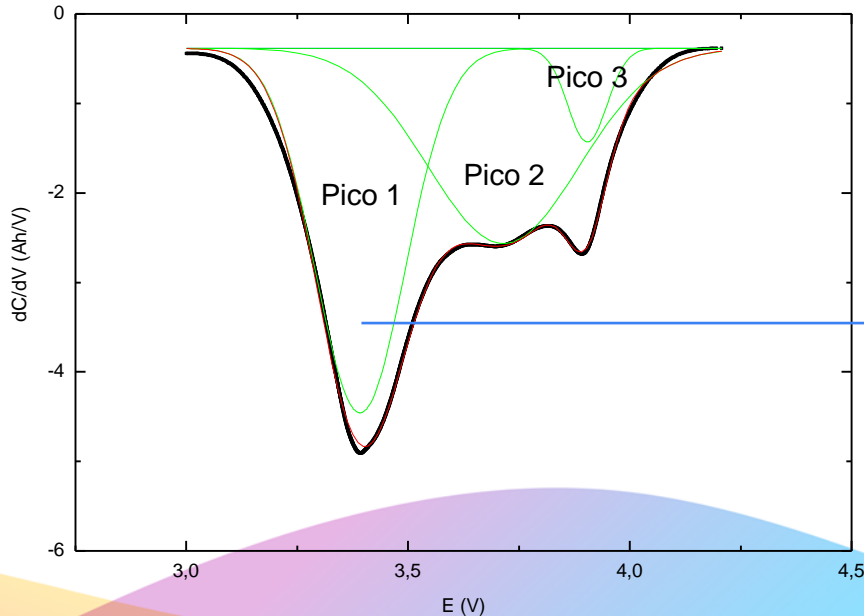
Resultados, curvas de capacidad incremental dC/dE (Ah/V) vs E(V)

Las curvas de capacidad incremental se obtienen graficando el valor de la derivada de la curva anterior en función del voltaje.



Resultados, deconvolución de las curvas IC.

Se realizó el ajuste de picos de las curvas IC, con el fin de identificar parámetros que permitan cuantificar los modos de degradación y con ello el envejecimiento de las baterías

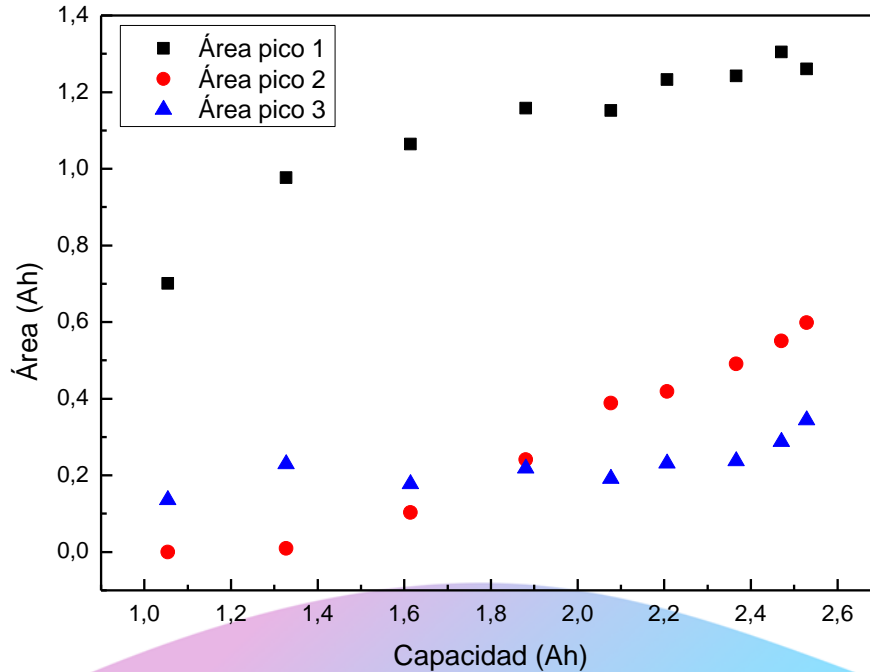


	Pico 1	Pico 1	Pico 1
Ciclo	Área (Ah)	Altura (Ah/V)	Centro (V)
1	1,03753	4,07264	3,39186

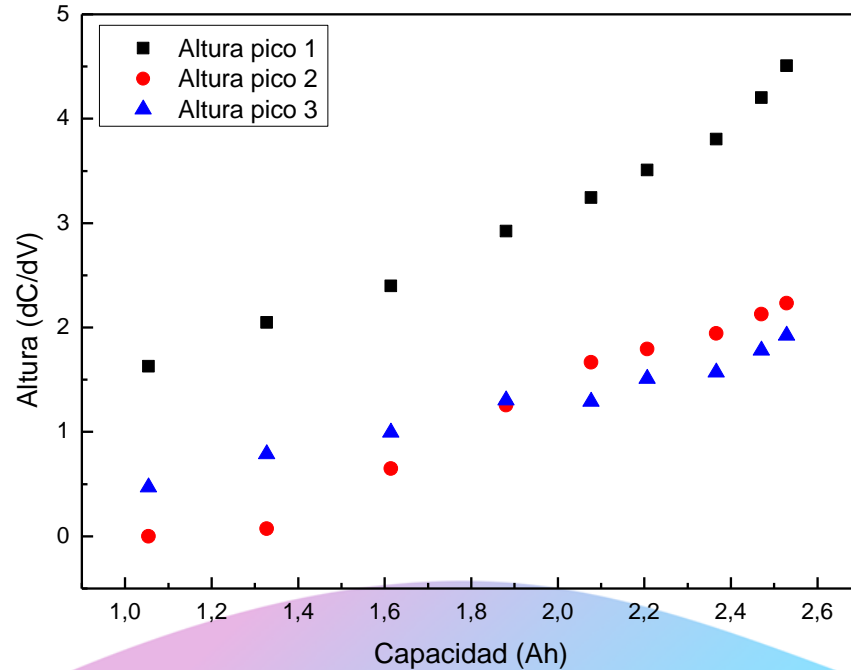
Resumen de parámetros de picos.

	Pico 1	Pico 2	Pico 3	Pico 1	Pico 2	Pico 3	Pico 1	Pico 2	Pico 3
Ciclo	Área (Ah)	Área (Ah)	Área (Ah)	Altura (Ah/V)	Altura (Ah/V)	Altura (Ah/V)	Centro (V)	Centro (V)	Centro (V)
1	1,03753	0,92693	0,11617	4,07264	2,18038	1,04568	3,39186	3,71521	3,90424
50	1,30438	0,55075	0,2877	4,20044	2,12658	1,77991	3,39399	3,71037	3,89881
100	1,2423	0,49067	0,23708	3,80288	1,94315	1,57142	3,38525	3,7078	3,88496
150	1,23271	0,41903	0,23136	3,5066	1,79334	1,50927	3,37293	3,69568	3,86099
200	1,15196	0,38859	0,19185	3,24543	1,66569	1,29243	3,36197	3,68474	3,84068
250	1,15822	0,24125	0,21815	2,92428	1,2569	1,30482	3,34661	3,64828	3,79038
300	1,06446	0,10308	0,1776	2,39879	0,6485	0,99431	3,32284	3,60251	3,73246
350	0,97638	0,00951	0,22972	2,04718	0,07209	0,78819	3,27262	3,31134	3,64529
400	0,70063	0	0,13637	1,62671	0	0,46926	3,24345	3,43133	3,61886

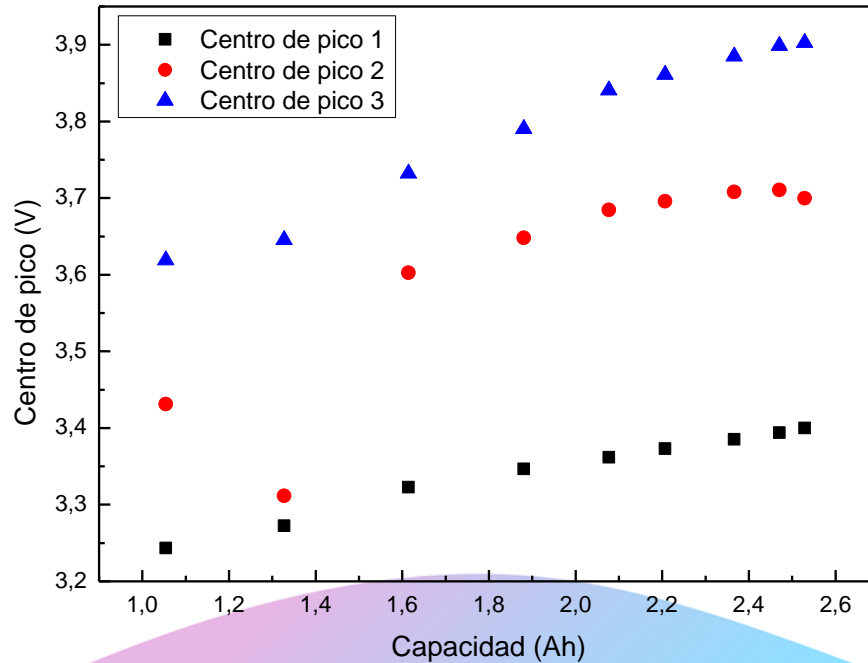
Área de pico




Altura de pico



Centro de pico



Conclusiones

- Analizando los resultados se dedujo la presencia de una combinación de los modos LLI+LAM.
 - Predominancia inicial del modo LAM.
 - Predominancia del modo LLI a medida que aumenta el ciclado.
 - Se identificó a la altura de pico y la posición de los centros de pico como posibles parámetros de seguimiento de la degradación.
- 

Próximos pasos

- Continuar el estudio a diferentes temperaturas y velocidades de descarga.
- Estudiar el envejecimiento bajo una modalidad de almacenamiento, analizando variables críticas para el calendar ageing como SOC y la temperatura.
- Complementar el estudio con otras técnicas electroquímicas que permitan distinguir el aporte de diferentes modos de degradación.
- Implementar un modelo semiempírico que permita predecir el estado de salud de la batería en base a parámetros estudiados.