

# Índice de contenidos

Índice de abreviaturas.....	i
Índice de contenidos .....	iii
<b>Resumen</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	<b>5</b>
1.1 Contexto energético actual.....	5
1.2 Sistemas de almacenamiento y conversión de energía .....	9
<b>Capítulo 2. Baterías</b> .....	<b>14</b>
2.1. Funcionamiento de las baterías secundarias .....	16
2.1.1. Aspectos termodinámicos.....	17
2.1.2. Parámetros de caracterización de las baterías.....	18
2.1.3. Tipos de baterías secundarias .....	22
2.2. Baterías de ion de litio .....	27
2.2.1. Principios de operación .....	28
2.2.2. Componentes principales.....	29
2.2.3. Formación de la interfase sólido-eléctrolito (SEI) .....	30
2.3. Materiales para electrodos de baterías de ion de litio .....	33
2.3.1. Ciencia de los materiales en el desarrollo de las baterías de ion de litio.....	33
2.3.2. Materiales activos para cátodos .....	35
2.3.3. Óxido de litio-manganeso (LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) .....	38
2.4. Uso de materiales activos nanoestructurados como cátodos .....	41
<b>Capítulo 3. Técnicas y métodos experimentales</b> .....	<b>43</b>
3.1. Método de síntesis .....	43

---

3.1.1.	Descomposición térmica asistida por surfactantes .....	44
3.1.2.	Materiales y diseño experimental .....	48
3.2.	Caracterización estructural y morfológica .....	50
3.2.1.	Difracción de rayos X de polvos .....	50
3.2.2.	Microscopía electrónica de transmisión .....	53
3.2.3.	Espectroscopía de pérdida de energía de electrones.....	57
3.2.4.	Análisis termogravimétrico y análisis térmico diferencial .....	58
3.3.	Caracterización electroquímica.....	59
3.3.1.	Ensamblaje de las celdas .....	60
3.3.2.	Ciclado galvanostático de carga y descarga .....	62
3.3.3.	Voltamperometría cíclica .....	64
3.3.4.	Espectroscopía de impedancia electroquímica .....	65
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Nanopartículas de <math>\text{LiMn}_2\text{O}_4</math> .....</b>	<b>68</b>
4.1.	Introducción .....	68
4.2.	Síntesis .....	68
4.3.	Caracterización estructural y química.....	69
4.3.1.	Difracción de rayos X.....	69
4.3.2.	Difracción de electrones .....	71
4.3.3.	Espectroscopía de pérdida de energía de electrones.....	72
4.4.	Evaluación morfológica.....	73
4.4.1.	Estudio de la muestra as-made .....	73
4.4.2.	Metodología para el análisis morfológico de las partículas <i>core/shell</i> .....	76
4.4.3.	Estudio de la muestra recocida .....	80
4.5.	Análisis TGA/DTA.....	81
4.6.	Caracterización electroquímica.....	82
4.6.1.	Ciclado galvanostático de carga y descarga .....	83

4.6.2.	Voltamperometría cíclica .....	84
4.6.3.	Espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) .....	87
4.7.	Conclusiones .....	89
<b>Capítulo 5. Nanopartículas <i>core/shell</i> de <math>\text{LiMn}_2\text{O}_4/\text{Li}_2\text{O}</math> .....</b>		<b>91</b>
5.1.	Introducción .....	91
5.2.	Síntesis .....	91
5.3.	Caracterización estructural y química.....	92
5.3.1.	Difracción de rayos X.....	92
5.3.2.	Difracción de electrones .....	94
5.3.3.	Espectroscopía de pérdida de energía de electrones.....	95
5.4.	Evaluación morfológica.....	96
5.4.1.	Estudio de la muestra as-made .....	96
5.4.2.	Estudio de la muestra recocida .....	98
5.5.	Caracterización electroquímica.....	101
5.5.1.	Ciclado galvanostático de carga y descarga .....	101
5.5.2.	Espectroscopía de impedancia electroquímica .....	102
5.6.	Conclusiones .....	103
<b>Capítulo 6. Nanoestructuras huecas de <math>\text{LiMn}_2\text{O}_4</math>.....</b>		<b>105</b>
6.1.	Introducción .....	105
6.2.	Síntesis .....	106
6.3.	Caracterización estructural y química.....	107
6.3.1.	Difracción de rayos X.....	107
6.3.2.	Difracción de electrones .....	108
6.3.3.	Espectroscopía de pérdida de energía de electrones.....	109
6.4.	Evaluación morfológica.....	110
6.4.1.	Estudio de la muestra as-made .....	110

6.4.2. Estudio de la muestra recocida .....	114
6.5. Análisis TGA/DTA.....	116
6.6. Caracterización electroquímica.....	118
6.6.1. Ciclado galvanostático de carga y descarga .....	118
6.6.2. Voltamperometría cíclica .....	120
6.6.3. Espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) .....	121
6.7. Conclusiones .....	123
<b>Capítulo 7. Conclusiones generales.....</b>	<b>125</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>128</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>129</b>
<b>Publicaciones asociadas.....</b>	<b>146</b>
<b>Otras publicaciones .....</b>	<b>147</b>