

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Introducción	1
2. Antecedentes SQM.....	4
2.1. Antecedentes Generales.....	4
2.2. Proceso Actual de Litio.....	5
2.2.1 Extracción de Litio	5
2.2.2 Producción Carbonato de Litio.....	6
2.2.3 Producción Hidróxido de Litio.....	7
2.2.4 Problemática.....	8
3. Marco Teórico	12
3.1. Fundamentos de Solubilidad y Cristalización	12
3.2. Fundamentos de Extracción por Solventes	13
3.3. Fundamentos de Adsorción	14
3.4. Fundamentos de Tecnología de Membranas	16
3.4.1 Electrodiálisis	16
3.4.2 Nanofiltración.....	17
3.5. Fundamentos Electroquímicos.....	17
3.5.1 Reacciones de Óxido – Reducción.....	17
3.5.2 Celda Galvánica o Voltaica.....	19
3.5.3 Celda electrolítica.....	19
3.5.4 Conceptos Básicos de la Electroquímica.....	20
3.5.5 Leyes de Faraday de la Electrólisis	21
3.5.6 Cinética Electroquímica	22
3.6. Baterías de Ion Litio	25
3.6.1 Conceptos Básicos de una Batería de Ion Litio.....	27
3.6.2 Materiales Catódicos y Anódicos en Baterías de Ion Litio	27
3.7. Conceptos Básicos de Sistemas de Recuperación, Concentración y/o Purificación	30
4. Alternativas para la Extracción de Litio.....	32
4.1. Extracción por Solventes	32
4.2. Adsorción.....	33

4.3.	Tecnologías de Membrana.....	34
4.3.1	Electrodiálisis	34
4.3.2	Nanofiltración.....	35
4.4.	Métodos Electroquímicos	37
4.4.1	Sistema de Batería de Captura de Sal.....	37
4.4.2	Sistema de Batería de Intercambio Selectivo	38
4.4.3	Sistema de Batería de Silla Mecedora.....	41
5.	Objetivos	43
5.1.1	Objetivo General	43
5.1.2	Objetivos Específicos	43
6.	Resultados	44
6.1.	Requerimientos SQM	44
6.2.	Selección Bibliográfica y Aplicación al Proceso SQM.....	45
6.2.1	Análisis de Alternativas.....	45
6.2.2	Selección de Alternativas	46
6.2.3	Descripción de Alternativas Seleccionadas.....	48
6.3.	Sistema de Batería de Captura de Sal	51
6.3.1	Proceso Propuesto	51
6.3.2	Dimensionamiento de Equipos.....	53
6.3.3	Diagramas de Flujo	56
6.3.4	Gasto en Capital	57
6.3.5	Gasto Operacional	59
6.4.	Sistema de Batería de Intercambio Selectivo sin Membrana.....	61
6.4.1	Proceso Propuesto	61
6.4.2	Dimensionamiento de Equipos.....	62
6.4.3	Diagramas de Flujo	63
6.4.4	Gasto en Capital	64
6.4.5	Gasto Operacional	66
6.5.	Sistema de Batería de Intercambio Selectivo con Membrana	67
6.5.1	Proceso Propuesto	67
6.5.2	Dimensionamiento de Equipos.....	69
6.5.3	Diagramas de Flujo	70

6.5.4	Gasto en Capital	71
6.5.5	Gasto Operacional	73
6.6.	Sistema de Batería de Silla Mecedora	75
6.6.1	Proceso Propuesto	75
6.6.2	Dimensionamiento de Equipos.....	77
6.6.3	Diagramas de Flujo	78
6.6.4	Gasto en Capital	79
6.6.5	Gasto Operacional	81
6.7.	Sistema de Batería de Captura de Sal Caso Específico	82
6.7.1	Proceso Propuesto	82
6.7.2	Dimensionamiento de Equipos.....	84
6.7.3	Diagramas de Flujo	85
6.7.4	Gasto en Capital	87
6.7.5	Gasto Operacional	89
6.8.	Viabilidad Económica de los Procesos Propuestos	90
7.	Discusiones.....	97
7.1.	Discusiones Generales	97
7.2.	Comparación de Alternativas Propuestas	99
7.3.	Comparación de Alternativas Propuestas con Proceso Actual	104
7.4.	Comparación de Alternativas Propuestas con otros Procesos Emergentes	106
8.	Conclusiones y Recomendaciones	109
9.	Bibliografía.....	112
10.	Anexos.....	121
10.1.	Anexo 1: Coeficientes de selectividad alimentación de extracción por solventes...	121
10.2.	Anexo 2: Coeficientes de selectividad alimentación de adsorción.....	121
10.3.	Anexo 3: Coeficientes de selectividad alimentación de electrodiálisis	122
10.4.	Anexo 4: Coeficientes de selectividad alimentación de nanofiltración	122
10.5.	Anexo 5: Coeficientes de selectividad en alimentación captura de sal	122
10.6.	Anexo 6: Coeficientes de selectividad en alimentación intercambio selectivo	123
10.7.	Anexo 7: Coeficientes de selectividad en alimentación silla mecedora	123
10.8.	Anexo 8: Parámetros de diseño utilizados en las celdas electroquímicas	124

10.9. Anexo 9: Densidad de corriente proceso de captura de sal, caso general.....	124
10.10. Anexo 10: Memoria de cálculo proceso de captura de sal, caso general.....	125
10.11. Anexo 11: Dimensiones planta electrodos sistema de captura de sal, caso general	127
10.12. Anexo 12: Cálculo CAPEX y OPEX sistema de captura de sal, caso general	127
10.13. Anexo 13: OPEX para los procesos sin planta de fabricación de electrodos	138
10.14. Anexo 14: Coeficientes de selectividad sistema de captura de sal, caso específico	139
10.15. Anexo 15: Concentraciones salmuera en estudio de batería de captura de sal.....	141
10.16. Anexo 16: Concentraciones salmueras estudios batería de intercambio selectivo..	141
10.17. Anexo 17: Concentraciones salmuera en estudio de batería de silla mecedora.....	141
10.18. Anexo 18: VAN sistema captura de sal, caso general, sin planta de electrodos.....	141