

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	10
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1. Objetivo General	12
1.1.2. Objetivos Específicos	12
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	13
2.1. RECURSOS HÍDRICOS	13
2.1.1. Distribución del recurso hídrico a nivel nacional	13
2.1.2. Distribución de los usos consuntivos del agua	17
2.2. INSTITUCIONALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN CHILE	20
2.2.1. Conflictos de recursos hídricos	24
2.3. DESALACIÓN PARA ABORDAR LA ESCASEZ HÍDRICA	30
2.3.1. Desalación de agua de mar	30
2.3.2. Ósmosis Inversa	32

2.3.3.	Plantas de ósmosis inversa a nivel internacional	36
2.4.	QUÍMICA DEL BORO EN EL AGUA	39
2.4.1.	Boro en la hidrosfera	39
2.4.2.	Distribución del boro en Chile	40
2.4.3.	Toxicidad del boro	42
CAPÍTULO III METODOLOGÍA		45
3.1.	ETAPAS DE INVESTIGACIÓN	45
3.1.1.	Etapa I: Recopilación de antecedentes	46
3.1.2.	Etapa II: Levantamiento mediante sistema de información geográfica	49
3.1.3.	Etapa III: Clasificación de las tecnologías	50
3.1.4.	Etapa IV: Análisis de información	50
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS		51
4.1.	PLANTAS DESALADORAS A NIVEL NACIONAL	51
4.2.	ENTREVISTA A EMPRESAS DE PLANTAS DESALADORAS	64
4.3.	TECNOLOGÍAS DE REMOCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO	71
4.3.1.	Ósmosis Inversa	73
4.3.2.	Ósmosis Inversa de Doble Paso	73
4.3.3.	Resinas de Intercambio Iónico	74

4.3.4. Carbón activado	76
4.3.5. Funcionalización de membranas	77
4.4. PROPUESTA TECNOLÓGICA	82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXO	93

Índice de figuras

1.	Escorrentía per cápita en Chile.	16
2.	Contraste Cuenca Río Los Choros y Cuenca Río Mataquito.	17
3.	Distribución de usos consuntivos del agua en Chile.	18
4.	Demanda de agua por sectores productivos.	20
5.	Institucionalidad Pública del Recurso Hídrico en Chile.	22
6.	Distribución de Plantas Desaladoras por regiones a nivel mundial.	31
7.	Planta desaladora de ósmosis inversa	32
8.	Demanda de agua por sectores productivos.	33
9.	Procesos de una planta desaladora de ósmosis inversa.	34
10.	Estrés Hídrico a nivel Mundial.	36
11.	Distribución Mundial de principales Plantas de Ósmosis Inversa.	36
12.	Planta Desaladora Shuaqaiq3, Arabia Saudita.	38
13.	Planta Desaladora IDAM Torre Vieja, España.	38
14.	Diagrama de ácido bórico $B(OH)_3$	40
15.	Diagrama del tetrahidroxiborato $B(OH)_4^-$	40
16.	Distribución del boro en la zona Norte.	41
17.	Etapas de investigación de esta memoria.	46

18.	Cantidad de plantas desaladoras por macrozona.	52
19.	Cantidad plantas y agua producida por regiones.	54
20.	Uso agua desalada a nivel Nacional.	55
21.	Cantidad de Plantas Desaladoras según macrozona y uso del agua desalada.	56
22.	Uso del agua desalada en la Región de Tarapacá.	57
23.	Uso del agua desalada en la Región de Antofagasta.	58
24.	Uso del agua desalada en la Región de Atacama.	59
25.	Uso del agua desalada en la Región de Coquimbo.	60
26.	Tipología de ingreso SEA.	62
27.	Efecto del tamaño de partículas de las resinas para la eliminación de boro.	75
28.	Estructura química de ligandos.	78
29.	Distribución de especies con razón molar 1:1 entre ácido bórico y ligando.	79
30.	Distribución de especies con razón molar 1:2 entre ácido bórico y ligando.	81

Índice de tablas

1.	Cuencas Hidrográficas disponibles en Chile.	14
2.	Clasificación de cultivos según su tolerancia al boro.	43
3.	Preguntas y aspectos de las entrevistas.	48
4.	Preguntas y aspectos de las entrevistas.	65
5.	Preguntas y aspectos de las entrevistas (continuación).	66
6.	Tecnologías de remoción de ácido bórico.	72
7.	Resumen de parámetros de ligandos estudiados.	78
8.	Matriz de priorización de tecnologías de remoción de ácido bórico.	85
