

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Contexto y Motivación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcances	3
1.4. Estructura de la memoria	4
2. Marco Teórico	5
2.1. Contexto chileno de aguas en minería	5
2.2. Relaves	5
2.2.1. Definición de relave	6
2.2.2. Depósito de relaves (TSF) y tipos	8
2.3. Composición de los relaves	10
2.3.1. Tipos de yacimientos	10
2.4. Química de los fluidos de relaves	12
2.4.1. Tipo de flotación	12
2.4.2. Reactivos de floación	13
2.4.2.1. Espumante	13
2.4.2.2. Colector	13
2.4.2.3. Modificadores	14
2.4.3. Reacciones en depósitos	16
2.4.3.1. Pirita	17
2.4.3.2. Pirrotita	17
2.4.3.3. Arsenopirita (FeAsS)	18
2.4.3.4. Fases secundarias	18
2.5. Aguas de relaves	19
2.6. Recuperación de agua en tranques de relaves	21
2.7. Tratamiento de aguas residuales de minería	23
2.7.1. Técnicas de membrana	24
2.7.2. Nanofiltración	25
2.7.3. Fouling o ensuciamiento en membranas porosas	27
2.8. Calidad de aguas para diferentes usos	29
2.8.1. Decreto Supremo 90 (2000): Descarga de riles a aguas marinas y continentales superficiales	29
2.8.2. Decreto Supremo 80 (2006): Emisión de molibdeno y sulfatos desde Estero Carén	31

2.8.3.	Norma Chilena 1333: Para riego agrícola	31
3.	Metodología Experimental	33
3.1.	Pruebas de desempeño del sistema de tratamiento propuesto: Nanofiltración	34
3.1.1.	Materiales y Planta Piloto	34
3.1.2.	Metodología de pruebas de desempeño de nanofiltración	37
3.1.3.	Fuljo de Permeado	38
3.1.4.	Permeabilidad Hidráulica	39
3.1.5.	Norma ASTM para Nanofiltración	39
3.1.6.	Presión Osmótica	40
4.	Resultados y Discusión	41
4.1.	Depósitos de relaves en Chile	46
4.2.	Casos de Estudio	52
4.2.1.	Composición de aguas de relaves en estudio	53
4.2.2.	Tranque de Relaves Ovejería	55
4.2.3.	Embalse de Relaves Talabre	61
4.2.3.1.	Faena División Chuquicamata	63
4.2.3.2.	Faena División Radomiro Tomic	65
4.2.3.3.	Faena División Ministro Hales	67
4.2.3.4.	Sistema de aguas del tranque	68
4.3.	Elementos comunes en aguas de relaves	71
4.3.1.	Sulfatos en aguas de relaves	71
4.3.2.	Arsénico en aguas de relaves	73
4.3.3.	Molibdeno en aguas de relaves	74
4.4.	Resumen composición aguas con norma chilena	77
4.5.	Resultados de las pruebas en el tiempo	78
4.5.1.	Resultados: Estabilización de Flujos y Presión Osmótica	78
4.5.1.1.	Agua relave Ovejería a 300 psi por 3.25 horas	78
4.5.1.2.	Agua relave Ovejería a 400 psi por 3.25 horas	78
4.5.1.3.	Agua relave Talabre a 300 psi por 3.25 horas	79
4.5.1.4.	Agua relave Talabre a 400 psi por 3.25 horas	79
4.5.1.5.	Agua relave Talabre a 400 psi por 5 horas	80
4.5.2.	Resultados: Conductividad	82
4.5.2.1.	Agua relave Ovejería a 300 psi por 3.25 horas	82
4.5.2.2.	Agua relave Ovejería a 400 psi por 3.25 horas	82
4.5.2.3.	Agua relave Talabre a 300 psi por 3.25 horas	83
4.5.2.4.	Agua relave Talabre a 400 psi por 3.25 horas	83
4.5.2.5.	Agua relave Talabre a 400 psi por 5 horas	84
4.5.3.	Resultados: Temperatura	87
4.5.3.1.	Agua relave Ovejería a 300 y 400 psi por 3.25 horas	88
4.5.3.2.	Agua relave Talabre a 300 y 400 psi por 3.25 y 5 horas	88
4.5.4.	Resultados: pH y ORP	88
4.6.	Resultados calidad de agua	90
5.	Conclusiones	91
	Bibliografía	94