

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Estructura de la memoria	3
2. Revisión Bibliográfica	4
2.1. Contextualización: Origen e importancia de los depósitos de relaves en el proceso minero en Chile	4
2.2. Descripción del funcionamiento de los depósitos de relave	5
2.2.1. Funcionamiento general	5
2.2.2. Características geométricas y operacionales depósitos de relaves en Chile	7
2.2.3. Características hidrogeológicas de los relaves	8
2.3. Configuraciones hidrogeológicas típicas asociadas a depósitos de relave en Chile	9
2.3.1. Unidades no/semi consolidadas	11
2.3.2. Unidades de rocas	13
2.4. Representación de los relaves en modelos hidrogeológicos numéricos para evaluaciones ambientales en el SEA	15
2.4.1. Modelos numéricos	15
2.4.2. Desafío	17
2.5. Hipótesis del trabajo de investigación	18
3. Metodología	19
4. Construcción Modelos Conceptuales	21
4.1. Ubicación zonas de estudio	21
4.2. Descripción depósitos de relaves	22
4.2.1. Operación y crecimiento del depósito de relaves	22
4.2.2. Discretización por etapas depósitos de relaves	24
4.2.3. Crecimiento del relave dentro de una etapa	28
4.2.4. Propiedades hidrogeológicas de los relaves	31
4.3. Definición del acuífero de interés y dominio del modelo	32
4.4. Unidades hidrogeológicas	33
4.4.1. Valle	34
4.4.2. Planicie	37

4.5.	Descripción de entradas y salidas de agua en los modelos	39
4.5.1.	Precipitación media anual	39
4.5.2.	Estimación de la recarga superficial y balance hídrico de los modelos	42
5.	Construcción Modelos Numéricos	47
5.1.	Malla de cálculo	47
5.1.1.	Generación malla superficial	47
5.1.2.	Generación malla 3D	50
5.1.3.	Número de elementos	56
5.2.	Definición tipo de problema y discretización temporal	57
5.3.	Curvas Características Sólido-Agua	57
5.4.	Condiciones de borde e iniciales	59
5.5.	Piezometría del sistema previo a la operación del depósito.	61
5.6.	Condiciones de borde e iniciales para la representación del depósito de relaves en el modelo	66
6.	Simulación Modelos Numéricos	68
6.1.	Simulación 1 año	69
6.1.1.	Comparación discretización depósito en 4 etapas vs 1 etapa	69
6.1.2.	Alternativas de representación de la laguna en cada etapa	74
6.2.	Simulación 20 años	77
6.2.1.	Comparación discretización crecimiento del depósito	77
6.2.2.	Análisis de sensibilidad con respecto al valor inicial de la conductividad del relave	82
6.2.3.	Variación en la conductividad hidráulica del relave	85
6.2.4.	Variación en la conductividad hidráulica de la unidad de sedimentos .	88
6.3.	Comparación entre la infiltración al relave e infiltración hacia el sistema hidrogeológico	92
7.	Conclusiones y Recomendaciones	95
7.1.	Sugerencias para trabajos futuros	97
	Bibliografía	98
	Anexos	100
	A. Geología	101
	B. Representación del Depósito por Etapas	106
	C. Código Python	114