

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción.....	1
1.1	Presentación del tema	1
1.2	Objetivos.....	3
1.2.1	Objetivo general	3
1.2.2	Objetivos específicos.....	3
1.3	Justificación del trabajo	3
1.4	Alcances del estudio	4
2	Marco teórico.....	5
2.1	Definición y características del bitumen.....	5
2.2	El bitumen y los yacimientos de cobre	7
2.3	El bitumen en yacimientos de Chile	8
2.4	Flotación de minerales de cobre bituminoso	12
2.5	Arenas bituminosas y obtención de petróleo	14
3	Planificación experimental	18
3.1	VARIABLES DEL SISTEMA	18
3.2	Preparación de la muestra de mineral	19
3.3	Cinéticas de molienda.....	28
3.4	Pruebas de Preflotación y de Flotación de Cobre	32
3.5	Plan de pruebas experimentales.....	37
3.5.1	Pruebas de flotación de cobre sin preflotación.....	37
3.5.2	Pruebas de preflotación sin adición de una base fuerte, y flotación de cobre	38
3.5.3	Pruebas de preflotación con adición de NaOH, y flotación de cobre.....	39
3.5.4	Pruebas de preflotación con adición de Ca(OH) ₂ , y flotación de cobre	40
3.5.5	Pruebas de limpieza del concentrado de la preflotación.....	40
4	Trabajo Experimental	42
4.1	Caracterización de las muestras	42
4.1.1	Análisis químico por cobre y por carbono.....	42
4.1.2	Análisis químico ICP.....	43
4.1.3	Análisis con equipo Hi-Logger	45
4.1.4	Determinación de densidad del mineral (picnometría).....	48
4.1.5	Determinación de la humedad del mineral	48
4.2	Pruebas preliminares.....	49

4.3	Pruebas de preflotación y flotación de cobre.....	49
4.4	Pruebas sin preflotación.....	50
4.4.1	Pruebas sin preflotación de muestra AC.....	50
4.4.2	Pruebas sin preflotación de muestra BC.....	51
4.4.3	Pruebas sin preflotación de muestra CC.....	53
4.5	Pruebas con preflotación sin adición de base fuerte.....	55
4.5.1	Prueba con preflotación sin adición de base fuerte de muestra AC.....	55
4.5.2	Prueba con preflotación sin adición de base fuerte de muestra BC.....	56
4.5.3	Prueba con preflotación sin adición de base fuerte de muestra CC.....	58
4.6	Pruebas con preflotación con adición de NaOH.....	59
4.6.1	Pruebas con preflotación con adición de NaOH de muestra AC.....	59
4.6.2	Pruebas con preflotación con adición de NaOH de muestra BC.....	62
4.6.3	Pruebas con preflotación con adición de NaOH de muestra CC.....	64
4.7	Pruebas con preflotación con adición de Ca(OH) ₂	70
4.7.1	Pruebas con preflotación con adición de Ca(OH) ₂ de muestra AC.....	70
4.7.2	Pruebas con preflotación con adición de Ca(OH) ₂ de muestra BC.....	73
4.7.3	Pruebas con preflotación con adición de Ca(OH) ₂ de muestra CC.....	75
4.8	Prueba con limpieza del concentrado de la preflotación.....	79
5	Análisis y discusión.....	85
5.1	Efecto de la preflotación en la recuperación de cobre.....	85
5.1.1	Resultados de la muestra AC.....	85
5.1.2	Resultados de la muestra BC.....	88
5.1.3	Resultados de la muestra CC.....	90
5.2	Efecto de la preflotación en la ley del concentrado de cobre.....	93
5.2.1	Resultados de la muestra AC.....	93
5.2.2	Resultados de la muestra BC.....	94
5.2.3	Resultados de la muestra CC.....	95
5.3	Efecto de la preflotación en el consumo de espumante.....	97
5.4	Efecto de la preflotación en la cinética de la flotación de cobre.....	99
5.5	Diferencias entre las bases fuertes probadas.....	101
5.5.1	Efecto sobre la recuperación de cobre.....	101
5.5.2	Efecto sobre la ley del concentrado de cobre.....	102
5.5.3	Efecto sobre el consumo de espumante.....	102
5.5.4	Efecto sobre la cinética de la flotación de cobre.....	104
5.6	Preflotación sin adición de una base fuerte.....	104

5.7	Efecto de una etapa de limpieza del concentrado de la preflotación en la recuperación de cobre	105
5.8	Cinética de la extracción de carbono orgánico	109
5.8.1	Cinética de la extracción de carbono orgánico para la muestra AC	110
5.8.2	Cinética de la extracción de carbono orgánico para la muestra BC	112
5.8.3	Cinética de la extracción de carbono orgánico para la muestra CC	113
6	Conclusiones y recomendaciones para futuros estudios.....	114
6.1	Conclusiones de la presente tesis.....	114
6.2	Recomendaciones para futuros estudios	118
7	Bibliografía.....	120

ANEXOS

ANEXO A: PREPARACIÓN DE PAQUETES

ANEXO B: ANÁLISIS CON HI-LOGGER

ANEXO C: CINÉTICAS DE MOLIENDA

ANEXO D: ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

ANEXO E: AJUSTE MODELO DE KLIMPEL