

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
a) Motivación del Trabajo.....	4
b) Objetivos.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
c) Alcances.....	5
d) Estructura del Trabajo de Título.....	6
2. Revisión crítica de la literatura.....	7
a) La minería y sus residuos.....	7
b) Tipos de residuos.....	7
c) Drenaje ácido.....	8
d) Tratamientos de D.A.M.....	9
i) Métodos Pasivos.....	10
ii) Métodos Activos.....	11
a) Tratamientos vía neutralización.....	11
b) Tratamientos de aguas vía precipitación.....	12
c) Tratamiento de aguas vía intercambio iónico.....	13
d) Tratamientos de agua vía adsorción.....	13
3. Caracterización de Sustratos.....	23
a) Método DIS.....	23
b) Difracción por Rayos X.....	26
c) Infrarrojo-FT.....	26
4. Metodología.....	28
a) Síntesis de sustancias oxi-hidroxiladas de hierro.....	28
i) Caso NaOH	28
ii) Caso Cal Viva.....	28
b) Estudios de Cinética de Adsorción.....	31
c) Estudio de Cinética de Adsorción.....	33
d) Caracterización de Sustratos.....	33
i) Difracción por rayos X.....	33
ii) Análisis BET.....	33
iii) Infrarrojo.....	34
5. Resultados y Discusión.....	35
a) Formación sustancias oxi-hidroxiladas de hierro.....	35
i) Estudio molaridad óptima NaOH.....	35
ii) Estudio molaridad óptima CaO.....	35
iii) Generación de Sustratos.....	36
(1) Sustratos Hidróxido de Sodio.....	36
(2) Sustratos Óxido de Calcio.....	36
b) Cinética de Adsorción.....	37
i) Resultados Experimentales.....	37
ii) Modelamiento de Resultados Experimentales.....	39
c) Composición de Sustratos.....	44
i) Difracción por rayos X.....	44
ii) Análisis BET.....	45

iii) Infrarrojo.....	48
6. Conclusiones.....	52
7. Recomendaciones.....	54
8. Bibliografía.....	55
9. Anexos.....	60
a) Anexo A.....	60
Resultados obtenidos por Laboratorio Metalquim.....	60
b) Anexo B.....	61
Resultados difracción por rayos X.....	61
c) Anexo C.....	62
Análisis BET.....	62

TABLAS

Tabla 1: Kps de sulfato.....	12
Tabla 2: Composición Solución NaOH.....	28
Tabla 3: Composición Solución CaO.....	29
Tabla 4: Resultados molaridad óptima NaOH.....	35
Tabla 5: Resultados molaridad óptima CaO.....	35
Tabla 6: Molaridad óptima CaO.....	36
Tabla 7: Sustratos generados a partir de NaOH.....	36
Tabla 8: Sustratos generados a partir de CaO.....	36
Tabla 9: Resultados cinética de adsorción sustratos generados.....	37
Tabla 10: Constantes para Modelo.....	40
Tabla 11: Área superficie según sustrato.....	46
Tabla 12: Área isothermas sustrato CaO pH=5.....	47
Tabla 13: Área isothermas sustrato CaO pH=8.....	47
Tabla 14: Datos análisis BET.....	48

FIGURAS

Figura 2: Desarrollo de carga superficial vía cambios de pH de la solución en contacto con el sólido. (Montes, G., 2016).....	14
Figura 3: Potencial zeta de sustratos para remover sulfato desde soluciones acuosas. (a) hematita (b) lepidocrocita, (c) ferrihidrita, (d) goethita. (Montes, G., 2016).....	18
Figura 4: Adsorption edge of sulfate on ferrihydrite in 0.1 M NaNO ₃ electrolyte solutions as a function of sulfate concentration from (a) Davis and Leckie (1978) and (b). (Ponce, T., 2016).....	19
Figura 5: Estructura molecular ideal de la ferrihidrita (Ponce, T., 2016).....	19
Figura 6: Estructura molecular ideal de la ferrihidrita. (Michel et al. 2010).....	20
Figura 7: Agitador Mecánico Digital.....	29
Figura 8: Proceso de Filtración de Sustratos.....	30
Figura 9: Mortero de porcelana.....	30
Figura 10: Cuarteo de sustratos.....	32
Figura 11: Filtrado de muestras.....	32
Figura 12: Resultados cinética de adsorción sustratos generados.....	38
Figura 13: Porcentaje de Adsorción Experimental NaOH.....	38
Figura 14: Porcentaje de Adsorción Experimental CaO.....	39

Figura 15: Modelamiento Concentración v/s Tiempo. (CaO).	41
Figura 16: Modelamiento de Concentración v/s Tiempo. (NaOH).	41
Figura 17: Porcentaje de Adsorción. Modelo CaO.	42
Figura 18: Porcentaje de Adsorción. Modelo NaOH.	42
Figura 19: Cinética CaO.	43
Figura 20: Cinética NaOH.	44
Figura 21: Difracción por Rayos X de sustratos.	45
Figura 22: DIS sustrato CaO pH=5.	47
Figura 23: DIS sustrato CaO pH=8.	47
Figura 26: Infrarrojo CaO pH = 8.	49
Figura 27: Infrarrojo CaO pH = 5.	50
Figura 28: Fingerprint pH=5.	51
Figura 29: Fingerprint pH=8.	51
Figura 30: Análisis BET pH=5.	63
Figura 31: Análisis BET pH=8.	63
Figura 32: t-Plot Method Micropore Analysis pH=5.	64
Figura 33: t-Plot Method Micropore Analysis pH=8.	64