



Universidad Academia de Humanismo Cristiano

Ingeniería (E) Gestión Ambiental

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUAS ACIDAS DE DRENAJE MINA, ASOCIADAS A LAS FAENAS MINERAS DE CODELCO CHILE, DIVISION EL TENIENTE, SEXTA REGION CHILE.



Alumnos: Claudia Oregón Pérez

Luís Mora Nercam

Profesora Guía: Pilar González Quiroz.

Tesis para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Gestión Ambiental

RANCAGUA – 2013

AGRADECIMIENTOS

En la culminación de un proceso largo, que ha tenido varios matices, siento la necesidad de retribuir, agradeciendo a las personas que siempre estuvieron presente.

Antes que todo, a mi esposa e hijos, que me apoyaron y comprendieron el tiempo que les reste en su oportunidad, a mis padres por el apoyo y aliento constante, y a mis compañeros de trabajo, que me facilitaron las cosas.

Hoy termina una etapa en mi vida, he cumplido metas, pero esta es con la que siempre soñé.

Gracias a cada uno de ellos.

Luis Mora Nercam.

AGRADECIMIENTOS

Parte de una etapa importante en mi vida queda aquí y espero que este sea el comienzo de algo mejor... gracias a ti hijo mío Raimundo, por ser paciente y esperarme con amor, gracias a mi madre Inés por ayudarme en cada momento en este proceso, a mi familia por facilitarme las cosas para terminarlo...y personas que ya no están en mi vida pero que en su momento fueron parte importante y me alentaron a no decaer... Rodrigo y Titi...

Y gracias a Dios por darme la oportunidad de poder cumplir parte de mis metas...

Claudia Oregon.

ÍNDICE

1. CAPITULO I INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES GENERALES.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.3 PREGUNTA DE INTERVENCIÓN	10
1.4 OBJETIVOS.....	11
1.4.1 Objetivo General	11
1.4.2 Objetivos Específicos	11
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
2. CAPITULO II MARCO TEORICO	13
2.1 ANTECEDENTES SOBRE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE CODELCO EL TENIENTE.....	13
2.2 DESEMPEÑO AMBIENTAL, RECURSO HÍDRICOS Y RILES	14
2.3 ANTECEDENTES SOBRE LAS AGUAS ÁCIDAS.....	15
2.3.1 En relación a su definición.....	16
2.3.2 En relación a su formación.....	16
2.3.3 En relación a las características del agua acida.....	17
2.3.4 Principales fuentes generadoras de aguas ácidas.....	17
2.3.5 Riesgo ambiental asociado a aguas ácidas.....	18
2.4 ACERCAMIENTOS AL MARCO LEGAL DE LA ACTIVIDAD MINERA EN CHILE.....	19
2.4.1 En cuanto a la Legislación vigente.....	20
2.4.2 Institucionalidades.....	23
<input type="checkbox"/> Plantas de tratamiento de aguas servidas.....	26
<input type="checkbox"/> Plan de cierre de faenas mineras	26
<input type="checkbox"/> Tratamiento de aguas de drenaje ácido de mina	26
3. CAPITULO III: METODOLOGIA	30
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2 FUENTES DE DATOS.....	30
3.2.1 Fuente primaria:.....	30
3.2.2 Fuente secundaria:	30
3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.4 MEDICIÓN / INSTRUMENTOS.....	31
3.5 SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	32
3.6 CARTA GANTT	33
3.7 FLUJOGRAMA METODOLÓGICO.....	34
3.8 ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.	35
3.8.1 ETAPA 1 RECOPIACIÓN DE DATOS	35
3.8.2 ETAPA 2 DIAGNÓSTICO DE DATOS RECOPIADOS.....	36
3.8.3 ETAPA 3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	39
3.8.4 ETAPA 4. ELABORACIÓN DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN DEL POZO.....	40
4. CAPITULO IV: DESARROLLO	42
4.1 CONTEXTO DE ESTUDIO.....	42
4.1.1 Proceso de Captación y Conducción de aguas ácidas	43
4.1.2 Unidad Procesos Hidrometalurgia.....	45
4.1.3 Proceso de extracción por solvente y electro-obtención	47
4.1.3.1 Clarificación del agua.....	47
4.1.3.2 Extracción por solventes (SX).....	48
4.1.3.3 Electro-obtención de Cobre (EW)	50
4.2 ETAPA 1 RECOPIACIÓN DE DATOS.....	52
4.3 ETAPA 2 DIAGNÓSTICO DE DATOS RECOPIADOS.....	55
4.4 ETAPA 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	55
4.4.1. Justificación del lugar de emplazamiento del pozo	56
4.4.2 Recopilar información sobre materiales para el revestimiento y con ello establecer la vida útil del pozo.....	57
4.4.3 Evaluación Ambiental	59
4.4.4 Evaluación Económica	60

4.5 ETAPA 4. DISEÑO DEL POZO DE CAPTACIÓN DE AGUAS ÁCIDAS.....	62
5. CAPITULO V: CONCLUSIONES	67
6.- CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA	69
7. CAPITULO VII: ANEXOS	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica, área de influencia División El Teniente	4
Figura 2: Formación vertical del mineral El Teniente	5
Figura 3: Aguas usadas en procesos productivos.	15
Figura 4: Unidad Hidrometalurgia, División El Teniente.	31
Figura 5: Cañería de alimentación agua ácida, a estanque cabeza, Unidad Hidrometalurgia.....	32
Figura 6: Carta Gantt.....	33
Figura 7: Flujograma metodológico.....	34
Figura 8: Flujograma metodológico, etapa 1.....	35
Figura 9: Flujograma metodológico, etapa 2.....	37
Figura 10: Ficha de solicitud especial de análisis de muestra.	38
Figura 11: Flujograma metodológico, etapa 3.....	39
Figura 12: Flujograma metodológico, etapa 4.....	41
Figura 13: Diagrama del proceso productivo de División El Teniente	43
Figura 14: Circuito de captación y conducción de aguas drenaje mina, en División El Teniente.....	44
Figura 15: Estanque Desarenador y Cabeza.....	47
Figura 16: Clarifloculadores Unidad Hidrometalurgia	48
Figura 17: Planta Extracción por Solventes, Unidad Hidrometalurgia, El Teniente.....	49
Figura 18: Planta Electroobtención, Unidad Hidrometalurgia, El Teniente.....	51
Figura 19: Pozo propuesto para la implementación del proyecto, ubicado en el área industrial de la Unidad Hidrometalurgia, Colon El Teniente.	62
Figura 20: Telas para revestimiento.....	63
Figura 21: Imagen de la instalación tubo detecta fuga y de las capas necesarias para el revestimiento del pozo	64
Figura 22: Esquema de propuesta de diseño de implementación de pozo.....	65
Figura 23: Cercado perimetral de pozos existentes.....	66

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Flujos alimentados a planta SX durante el año 2008/2012.....	46
Gráfico 2: Concentraciones medias, durante el año 2008/2012	46
Gráfico 3: Producción años 2008-2012.....	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Captación aguas ácidas.....	45
Tabla 2: Datos estadísticos de detenciones del proceso productivo El Teniente.....	54
Tabla 3: Datos estimativos precio del cobre presente y largo plazo.....	61

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultado análisis de parametros físicos, químicos y microbiológicos en el río Coya (2008 – 2009).....	71
Anexo 2: Datos Cu(gpl) y pH, aguas ácidas mina	72
Anexo 3: Hoja Solicitud especial de análisis químico, aguas ácidas de mina, El Teniente.....	73
Anexo 4: Evaluación económica	74

1. CAPITULO I INTRODUCCION

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1987, Informe Brundtland (pág. 23), definen el desarrollo sustentable como el *"desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones, para satisfacer sus propias necesidades"*

Los procesos mineros, en el transcurso de los años, han producido impactos negativos, sobre el medio ambiente y la salud de las personas. A principios de la explotación minera y hasta hace unas décadas, las empresas pagaban multas y eran obligadas a hacerse cargo de reparar los impactos negativos al ambiente que generaban sus faenas.

Bajo este concepto, de desarrollo sustentable, compatibilizando el crecimiento económico con la protección del medio ambiente, el sector minero, se ve en la obligación y el compromiso de realizar sus explotaciones, en los distintos yacimientos, con la incorporación de tecnologías, que permiten reducir los impactos sobre el medioambiente.

Posteriormente, el crecimiento y el desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías, han permitido a las mineras, minimizar los impactos negativos al ambiente. Así como también se han integrado políticas ambientales, de producción limpia y conciencia por el cuidado del medio ambiente, el cuidado de los recursos y la preocupación por las comunidades vecinas.

Por lo anteriormente expuesto, se debe mencionar que la mayoría de las faenas mineras, generan drenajes de aguas ácidas, a partir del derretimiento de nieves en su superficie y las filtraciones de aguas subterráneas, a través de la roca fracturada. Aguas ácidas que se convierten en una problemática ambiental, si no son captadas, conducidas y tratadas antes de que estas se escurran hasta los niveles freáticos, o escurran hasta cuerpos de aguas superficiales. Se debe considerar que estas

aguas ácidas, constituyen un recurso hídrico potencial, para los distintos procesos de la faena minera.

A partir de lo anterior, en el presente informe, se analizará la factibilidad económica y ambiental para realizar una propuesta de intervención al estado actual de proceso de tratamiento de aguas ácidas en la División El Teniente de Codelco Chile, considerando que estas aguas ácidas, son un recurso hídrico potencial para los procesos productivos de la minería en general.

1.1 Antecedentes Generales

La industria minera en Chile, ha sido un aporte significativo para el desarrollo económico del país, desde comienzos del siglo XVIII. En primer lugar, tuvo gran relevancia El Salitre, más tarde lo fue el Carbón, pero la industria minera que resulto ser más fuerte y con permanencia en el tiempo fue la explotación del cobre, tanto así que hoy en nuestros días la empresa minera Codelco (Corporación Del Cobre de Chile), se muestra como una de las empresas más importantes a nivel mundial y mantiene a Chile como uno de los líderes en la producción y venta del metal, manteniendo contratos y alianzas con distintos países, en donde ha incursionado en la explotación y desarrollo de faenas mineras.

En 1904 se emprendió el desarrollo, de la explotación minera del cobre en Chile, comenzando con el mineral de El Teniente, seguido algunos años más tarde de la explotación de la minera Chuquicamata, El Salvador, Andina y, más recientemente, la explotación de Radomiro Tomic, Ministro Hales, Gaby y finalmente la refinería de Ventanas.

En el entorno de estos yacimientos mineros, se construyeron importantes centros de desarrollo humano, denominados genéricamente como “campamentos mineros”, destacándose Sewell, declarado Patrimonio de la Humanidad-, Coya, Chuquicamata, Potrerillos, Mina Vieja, Llanta y El Salvador.