

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIA QUÍMICA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
QUÍMICO

**PLAN DE CIERRE PLANTA DE TRATAMIENTO
DE RILES MOLYMET S.A.**

María Fernanda Araya Anziani

Profesores Guías:
Jaime Fernández Celis
José Torres Titus

2009

RESUMEN

Se presenta la evaluación técnico económica para la realización del plan de cierre de la Planta de Riles perteneciente a la Empresa Molymet SA, ubicada en la Región Metropolitana zona Sur.

En la política de la empresa se ha considerado una estrategia pro-activa respecto al cierre, la cual establece internalizar las medidas para el cierre durante la ejecución del proyecto.

En este proyecto analiza el marco jurídico aplicable y existente para la realización de plan de cierre, para estos efectos se revisó y analizó la normativa ambiental aplicable y la operación de las instalaciones, además de los requerimientos del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) actualizado al año 2008; asimismo se incluyen dentro de este concepto la realización de un plan de cierre basado en las buenas practicas ambientales.

Basado en los antecedentes antes mencionados se describen y detallan las actividades de cierre y se genera dentro de éste un plan de monitoreo post cierre para las actividades que lo requieran.

Se realiza una estimación económica actualizada al año 2008 para la realización de las actividades de cierre, con sus respectivas partidas, cantidades, precios unitarios y montos asociados a cada actividad contemplada en el Plan de Cierre.

Actividad	Costo USD
Cierre Planta RILES	2.850.000
Manejo de Residuos	950.000
Remediación	150.000
Seguimineto Post cierre	20.000
Total	3.970.000

Se incorpora el cálculo de valores residuales de equipos críticos donde el Costo de plan de Cierre quedaría cubierto en un 30%.

La ejecución del plan de cierre podrá ser realizado en aproximadamente 240 días.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN		i
INDICE GENERAL		ii
PARTE I	FUNDAMENTOS PARA EL CIERRE DE PLANTA	
CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2	OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS DE UN PLAN DE CIERRE	4
Sección 2.1	Generalidades	5
Sección 2.2	LEY 19.300	9
Sección 2.3	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)	10
CAPÍTULO 3	PLAN DE CIERRE	17
Sección 3.1	Generalidades	19
Sección 3.2	Identificación de faenas de cierre	22
Sección 3.3	Estabilidad física	20
Sección 3.4	Estabilidad química	20
Sección 3.5	Tecnología de cierre	21
CAPÍTULO 4	ESTIMACIÓN DE COSTOS DE CIERRE	30
Sección 4.1	Desarrollo de un Diseño Conceptual	31
Sección 4.2	Estimación de Costos específicos de cada Planta	32

PARTE II	CIERRE DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS	
CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN	33
CAPÍTULO 2	PLANEAMIENTO DEL PROYECTO DE CIERRE	35
Sección 2.1	Objetivos específicos de Cierre de Planta de Riles	36
Sección 2.2	Descripción generalizada empresa MOLYMET	36
Sección 2.3	Metodología	37
CAPÍTULO 3	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE RILES	39
Sección 3.1	Planta de Tratamiento Primario	40
Sección 3.2	Plata de Tratamiento Intermedio	41
Sección 3.3	Planta de Tratamiento Secundario	42
CAPÍTULO 4	MARCO JURÍDICO APLICABLE AL CIERRE DE PLANTA DE RILES	50
Sección 4.1	El cierre y abandono de una empresa del rubro químico como etapa de un proyecto	51
Sección 4.2	Legislación Nacional Asociada al cierre y abandono	53
Sección 4.3	Marco Jurídico del cierre y abandono de la planta de RILES	56
Sección 4.4	Marco jurídico de actividades de cierre	61

CAPÍTULO 5	COSTOS ESTIMADOS AL PLAN DE CIERRE DE PLANTA DE RILES	71
Sección 5.1	Generalidades	72
Sección 5.2	Precios Unitarios	73
Sección 5.3	Detalle de Costos	74
Sección 5.4	Discusión de resultados	76
CAPÍTULO 6	ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA DE PLAN DE CIERRE DE PLANTA DE RILES	78
Sección 6.1	Actividades de Cierre	79
COCLUSIONES		88
BIBLIOGRAFIA		90
ANEXO A	NORMAS DEL MARCO JURÍDICO APLICABLE	91
A - 1	Reglamento de Seguridad Minera (DS 132)	92
A – 2	Ordenanza General de Urbanismo y Construcción	93
A – 3	Ministerio de Obras Publicas (DS 361)	95
A – 4	D Norma N°601 del Ministerio de Obras Públicas	97
A – 5	Normativa para Suelos	99
A – 6	Reglamento Sanitario Sobre manejo de Residuos Peligrosos (DS 148)	100
A – 7	Resolución 2.444 de Normas mínimas para la operación de basurales	102

A – 8	Reglamento sobre autorizaciones para equipos generadores de radiaciones	103
ANEXO B	COSTO RESIDUAL EQUIPOS CRÍTICOS	104
B – 1	Estimación Valor Residual Bombas	105
B – 2	Estimación Valor Residual Estanques	109
B – 3	Estimación Valor Residual Intercambiadores de Calor	112
B – 4	Estimación Valor Residual Equipos Varios	114
ANEXO C	INVENTARIO PLANTA DE TRATAMIENTO RILES	115
ANEXO D	LAYOUT PLANTA DE TRATAMIENTOS RILES	120

PARTE I

FUNDAMENTOS PARA EL CIERRE DE PLANTA

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

El Plan de Cierre y Abandono puede ser definido como el programa estratégico que tiene por objeto poner término a la operación del proyecto con estricto cumplimiento del marco jurídico ambiental vigente y realizando las medidas de restauración, mitigación y compensación apropiadas en relación con los impactos ambientales evaluados para la etapa de abandono. Esta definición se apoya en los siguientes argumentos:

a) El Plan de cierre constituye un documento que ordena prioridades a fin de cumplir con el objetivo de desarrollar un abandono sin consecuencias negativas para el titular del proyecto (responsabilidades), para terceros y para los elementos del medio ambiente.

b) Como toda fase de proyecto susceptible de generar impactos ambientales, debe cumplir con la normativa ambiental vigente para ser aprobado (Art. 24 ley 19.300).

c) Si genera impactos ambientales significativos, debe mitigarlos y /o compensarlos (Art. 16 ley 19.300).

d) Tratándose específicamente del cierre y abandono, existe una medida ambiental adicional que es restaurar, la cual está expresamente contemplada en el artículo 24 de la ley 19.300.

Este procedimiento conlleva una serie de objetivos implícitos en los proyectos o actividades realizadas en el área de ingeniería de una empresa, a saber:

- Protección de la salud humana y el medio ambiente mediante el mantenimiento de la estabilidad física y química.
- Continuación del uso beneficioso de la tierra en las áreas preexistentes.

En esta primera parte del Proyecto se presentan los objetivos y fundamentos teóricos para un cierre de planta, y se evalúan las normativas legales a las cuales se tiene que enfocar un proyecto de esta envergadura y el procedimiento aplicable.

Con los lineamientos anteriores se realiza la planificación general para el plan de cierre, identificando las faenas y los objetivos tanto físicos como químicos de éstas. Además

en esta sección se describen las tecnologías que pueden usarse y los elementos de diseño asociados para el cierre de instalaciones de plantas químicas, las que apuntan a la remediación tanto de suelos y agua, y en la protección de la salud humana al momento del cierre y en el futuro.

Por último se estiman los costos del proyecto, tomando en cuenta los ítems antes mencionados dando una idea del diseño conceptual para el desarrollo de este.

**OBJETIVO Y FUNDAMENTO
DE UN PLAN DE CIERRE**

CAPÍTULO 2

2.1. Generalidades

Nuestra Constitución Política de la Republica de 1980, garantiza a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, siendo además deber del Estado el velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la prevención de la naturaleza ¹. A partir del reconocimiento Constitucional de la importancia que tiene el tema medio ambiente, es que surge la necesidad de dictar la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente que entra en vigencia en 1994, consagrando una serie de principios, instituciones e instrumentos útiles para desarrollar una adecuada y eficaz gestión en la protección del medio ambiente.

A propósito de esto y como se mencionó, se contemplaron una serie de instrumentos de gestión ambiental, entre el que destaca el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (S.E.I.A.), que nace para regular aquellas actividades al medio ambiente, y que por tanto requieran de acuerdo a la ley, someterse a una evaluación de impacto ambiental². Este S.E.I.A. está plenamente vigente desde 1997, cuando entra en vigencia el Reglamento de la Ley de Bases, el Decreto N° 30 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Al S.E.I.A deben someterse los de proyectos o actividades que en cualquiera de sus etapas, sean susceptibles de causar un daño al medio ambiente, Estos proyectos o actividades están contemplados y enumerados en el Artículo 10 de la Ley de Bases, y en el artículo 3 del Reglamento; los que cumplen con esta exigencia a través de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental o bien a través de una Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso.

Al legislador ambiental le preocupa que la evaluación del impacto medio ambiental que genere un proyecto o actividad, se haga abordando cada una de las fases de los mismos; y es por esto que nuestra normativa es imprecisa (por no decir nula) al tratar la etapa final, es decir el cierre y/o el abandono; ya que esta etapa como tal aun no esta descrita para este tipo de proyectos.

Tanto la ley como su Reglamento, cuando se refiere a los contenidos mínimos de un E.I.A. hacen ciertas referencias a esta etapa, exigiéndose la planificación de cierre al menos

en lineamientos generales. Sobre esto nos ilustra el artículo 12 letra c) del Reglamento, en relación con el artículo 12 letra a) de la Ley de Bases, que señala que dentro de la descripción del proyecto o actividad sometida al E.I.A., su titular debe hacer una descripción de las acciones, obras y medidas que implementará en la etapa de cierre y/o abandono, si correspondieren³. Luego, el artículo 12 letra g) del referido Reglamento, en concordancia con el artículo 12 letra d) de la Ley de Bases, establece que el E.I.A. debe contemplar tanto la predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad, como la circunstancias de riesgo implícitas. Para estos efectos, el legislador dispone que se deberá contrastar todos y cada uno de los elementos del medio ambiente señalados y descritos en la Línea de Bases, con los eventuales trastornos derivados de la ejecución o modificación del proyecto o actividad, considerando para ello, cada etapa del proyecto o actividad, contemplando expresamente la del abandono.

Sin embargo, el mismo artículo 12 del Reglamento en su letra h), establece en forma imperativa que el E.I.A. debe contar con un plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación que se haga cargo de la eliminación o mitigación de los efectos negativos del proyecto o actividad, determinando las acciones de reparación y/o compensación que procedieren.

La etapa de Cierre y Abandono, también se encuentra señalada en otros cuerpos normativos, específicamente en el Reglamento de Seguridad Minera, se establece (artículo 22), la obligación del operador Minero de dar aviso por escrito al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), de su decisión de hacer Abandono de un trabajo de explotación o de faenas de explotación. Este mismo Decreto Supremo, exige además, en referencia a la etapa post operacional del yacimiento a rajo abierto, la necesidad de considerar en el diseño del mismo, la estabilidad del depósito.

En la práctica, se someten a consideración del SERNAGEOMIN un grupo de medidas que hagan frente a la inevitable etapa de cierre (básicamente, de los Tranques de Relaves), de lo que resulta “un plan consensuado con la autoridad”.

Fuera de lo dicho a propósito de la normativa en el S.E.I.A. y lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad minera, más otras regulaciones que guardan relación con permisos sectoriales no existe legislación específica respecto al Cierre y Abandono. Pues

bien, de todo esto se pueden colegir dos obvias conclusiones: La primera es que el legislador no está al margen de la problemática de la etapa del cierre y abandono, pues la reconoce y contempla, sectorizándola de alguna forma; y la segunda es que sin perjuicio de los anteriores, no la organiza ni mucho menos la regula convenientemente, tarea en que ya otros países nos aventajan. Muchas veces confundírsela con la planificación de medidas de mitigación, reparación y/o compensación que claramente está destinada a implementación durante la ejecución del proyecto o actividad propiamente tal y no con posterioridad al cese de ésta.

El fundamento que avala la necesidad de contar en nuestra regulación, con un Plan de Cierre y/o abandono, es clara y considera básicamente dar un adecuado término a cada una de las fases de las actividades industriales desde el punto de vista ambiental, pues hay que considerar los riesgos que un Cierre y/o Abandono involucran al cuidado del Medio Ambiente y naturalmente a un desarrollo sustentable. Los Planes de Cierre y/o Abandono se deben contemplar y diseñar a la luz de las legislaciones mas avanzadas, esto es, los Sistemas de Gestión Ambiental más desarrollados, los que tienen como común denominador la búsqueda de una estabilidad física y química del terreno utilizado, la protección de la salud de las personas, - y en ciertos casos- la recuperación del terreno para uso posterior.

Sobre esto, los especialistas señalan que el principal objetivo de la planificación de cierre es reducir la extensión del daño ambiental y la generación de residuos, a través de la reducción del lapso entre la ocurrencia del daño y la remediación. Los otros objetivos de un Plan de Cierre son verdaderamente directos y frecuentemente son específicos para el sitio.

Naturalmente, y como coinciden los expertos en esta materia, las condiciones que determinarán el objetivo y fundamento de un Plan de Cierre, variarán según las circunstancias reales que envuelvan a la actividad y sus eventuales impactos. Además lo que no se debe perder de vista es el concepto de Desarrollo Sustentable, en el sentido de implementar un sistema de control y gestión medio ambiental que elimine, prevenga y aminore la mayor cantidad posible de elementos que impacten negativamente el medio ambiente, pero siempre a la luz de lo que significa dicha actividad económica.

Todo lo dicho resume en términos generales los objetivos que debe contener un adecuado Plan de Cierre, junto a evidenciar y explicar la obvia importancia de contar con uno, lo que se traduce en consecuencia en un instrumento más de gestión ambiental, útil para perfeccionar la legislación ambiental.

¹ Artículo 19 N° 8 de la Constitución Política de la República. “La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente.”

² Artículo 8 inciso 1 de la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente: “Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la ley”.

³ Artículo 12 letra c.5) del Decreto Supremo N° 30: “Los contenidos mínimos detallados para la elaboración de los E.I.A. considerarán las siguientes materias:

c) Una descripción del proyecto o actividad que deberá contener, cuando corresponda, lo siguiente:

c.5) La descripción de las acciones, obras y medidas que implementará el titular del proyecto o actividad en la etapa de cierre y/o abandono, si correspondieren”.

2.2. Ley 19.300

La Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente fue publicada en el Diario Oficial el 9 de marzo de 1994.

Es una ley ordinaria o común que regula diversas materias de ley contempladas en la Constitución Política. Así, por señalar algunas, establece procedimientos judiciales y administrativos, regula el desarrollo de actividades económicas, crea y organiza un servicio público, y en general, contempla normas generales y obligatorias que constituyen las bases generales del ordenamiento jurídico relativo a la protección del medio ambiente.

La Ley citada no ha provocado la desaparición de las normas legales existentes sobre la materia, que son abundantes y variadas, ya que no contiene una cláusula derogatoria de carácter general⁴.

De la estructura de la Ley en cuestión, consta de 6 títulos con 92 artículos permanentes más 7 artículos transitorios.

El título I, llamado “Disposiciones Generales”, incluye una serie de definiciones de términos ambientales que se formulan para todos los efectos legales. Contempla, asimismo, las obligaciones de reparar e indemnizar por el daño ambiental.

El título II, “De los instrumentos de gestión Ambiental”, incluye en el segundo artículo “Del Sistema de evaluación Ambiental”, que por su contenido, trata uno de los temas centrales de la ley como son la determinación de las actividades que requieren una declaración de impacto ambiental y de las que exigen la formulación de un estudio de impacto, sometido éste al sistema de evaluación que regula la ley. Los párrafos quinto y sexto son de suma importancia para este proyecto; “De las normas de emisión” se limita a señalar algunas reglas para su establecimiento, y “De los planes de manejo, prevención o descontaminación”, se refiere especialmente al establecimiento de esos planes que tienen especial relevancia en las zonas consideradas como latentes o saturadas.

⁴ Manual de Derecho Ambiental, p. 157-158. Editorial Conosur. Santiago Chile. 1992

El título III “De la responsabilidad por daño ambiental” comprende dos párrafos. El primero se llama “Del daño ambiental”, que se ocupa de diversos tipos de responsabilidad que emanan como resultado de la producción del daño ambiental y de las acciones indemnizatorias y de reparación del medio ambiente dañado o acción ambiental, como así mismo de las sanciones que pueden aplicarse por infracción de la ley. Por su parte, el párrafo segundo, denominado “Del procedimiento”, dispone que se tramiten conforme al procedimiento sumario de acción ambiental.

El título IV “De la fiscalización”, se refiere a la fiscalización que pueden ejercer los organismos del Estado que participan en el sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, como así mismo el modo específico que pueden aplicar COREMA o la CONAMA, como así mismo a la intervención de las Municipalidades en la recepción y presentación ante órganos fiscalizadores de las denuncias que presenten los ciudadanos por incumplimiento de las normas ambientales.

El título V “Del fondo de protección ambiental”, encarga a la CONAMA, la administración de un fondo de protección ambiental, regulando su formación y utilización.

El título final “De la Comisión nacional del medio ambiente”, crea con este nombre un servicio público descentralizado funcionalmente, cuyas funciones se precisan en el párrafo primero denominado “Naturaleza y funciones”.

2.3. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

El SEIA debe entenderse como el conjunto de procedimientos que tienen por objeto identificar y evaluar los impactos ambientales que un determinado proyecto o actividad generará o presentará, permitiendo diseñar medidas que reduzcan los impactos negativos y fortalezcan los impactos positivos. Parte importante de estos procedimientos se sustentan en la participación de los órganos de la Administración de Estado con competencia ambiental y/o que otorgan permisos sectoriales vinculados con el proyecto o actividad.

El SEIA se enmarca dentro de un sistema de obtención de permisos para la ejecución de un proyecto o actividad. Esto se traduce en que, cuando una empresa o el proponente de un proyecto se somete a la evaluación de impacto ambiental, con su aprobación no sólo se

está aprobando su estudio, sino, en definitiva, se aprueba la posibilidad de realizar el proyecto o actividad.

En este sentido, el SEIA no presenta un gran cambio respecto de lo que significa desarrollar un proyecto o actividad con anterioridad a su entrada en vigencia. En efecto, ya desde principios del siglo XX, Chile cuenta con legislación de carácter ambiental en diversas áreas y desde entonces para realizar un proyecto se debe recurrir a los “organismos de competencia ambiental” como el Servicio Agrícola y Ganadero, CONAF, Servicio Nacional de Salud, entre otros, para obtener su autorización.

Pero el gran cambio que introduce el SEIA es buscar la mejor coordinación entre estos organismos, facilitando el proceso de obtención de estos permisos dado el carácter obligatorio y vinculante que tiene la CONAMA o COREMA para los demás organismos del Estado, quienes en caso aprobatorio deberán a su vez otorgar los permisos que están llamados a evaluar. Ello por cuanto el principio rector en esta materia es el denominado principio de la “ventanilla única”, que consiste en centralizar el análisis de todas las variables ambientales en una sola autoridad que es capaz de emitir una resolución que las demás autoridades deben acatar.¹

Por otro lado, al tratarse de un sistema de obtención de permisos, no se puede olvidar que SEIA conlleva un proceso de negociación. Todo SEIA, cuyo objetivo es el obtener los permisos de la autoridad, deriva invariablemente en una negociación constante entre el proponente del proyecto y la autoridad evaluadora.

La ley 19.300 por una parte, determina o delimita el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, estableciendo los márgenes tolerables y legítimos de alteración al medio ambiente y, por otra parte, manda someter, previa ejecución, a los proyectos y actividades susceptibles de afectar el medio ambiente a una evaluación de impacto ambiental. Esta evaluación científica y técnica, única y en caso de tener resultados favorables, deja al proponente en estado de obtener todos los permisos, autorizaciones y aprobaciones necesarias para el desarrollo de la actividad que se contemple.

¹ Página Web de la CONAMA www.conama.cl

2.3.1. El SEIA en la ley 19.300

La ley de Bases, contempla en el artículo 2º una serie de definiciones importantes en lo que respecta a este proyecto. La letra i) del artículo 2º de la ley define “evaluación de impacto ambiental” como el “procedimiento a cargo de la comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) o de la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA), en su caso, que en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, determine si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes”. Por “impacto ambiental” se entiende “la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o una actividad en un área determinada”.

Los mecanismos que la ley considera para evaluar el impacto ambiental de los proyectos o actividades están señalados básicamente en el artículo 9º de la misma, el que propone al efecto: “El titular de todo proyecto o actividad comprendido en el artículo 10 deberá presentar una Declaración de Impacto Ambiental o elaborar un Estudio de Impacto Ambiental, según corresponda. Aquellos no comprendidos en dicho artículo podrán acogerse voluntariamente al sistema previsto en éste párrafo”. El artículo 10, en consecuencia, es el que establece que proyectos o actividades se encuentran obligados a someterse al SEIA. Se trata de una lista de proyectos bastante extensa que incorpora, a priori, prácticamente todo proyecto que en su ejecución afecte el entorno.

Según lo arriba expuesto, el proponente de un proyecto o actividad tiene que discernir entre entrar al sistema de evaluación ya sea vía Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o vía Estudio de Impacto Ambiental (EIA). La regla general es la DIA, que es la vía más rápida y sencilla consistiendo prácticamente en una declaración jurada del proponente que su proyecto cumplirá con la legislación vigente. Por lo general, el proyecto o actividad podrá entrar al SEIA a través de una DIA cuando sus emisiones e impactos estén regulados por la normativa vigente, y se pueda demostrar por métodos simples, cómo se cumple con dichas normativas.

La excepción la constituyen los EIAS, los que deben ser considerados cuando el proyecto o actividad conlleva impactos o emisiones no normadas o cuando siendo estas normadas, se debe recurrir a sistemas complejos de modelaje o mediciones ambientales para determinar si cumple o no con dicha normativa. La ley de Bases establece los criterios

para determinar si cumple o no con dicha normativa. Asimismo establece los criterios para determinar la necesidad de un EIA, señalando que se deberá presentar dicho estudio cuando el proyecto o actividad presente a lo menos una o más de las siguientes características. A saber:

- “Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de afluentes, emisiones o residuos;
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbre de grupos humanos;
- Localización próxima a la población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se puede emplazar;
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de la zona, y
- Alteración de monumentos, sitios con valor arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.”

La aplicación práctica de estos criterios llevará a concluir que el proyecto requerirá de un EIA.

2.3.2. Contenido del EIA

Un Estudio de Impacto Ambiental debe contener la descripción del proyecto o actividad, un plan de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable; la línea de base; una descripción de aquellos efectos, características o circunstancias del Artículo 11 de la ley que dan origen a la necesidad de efectuar un Estudio de Impacto Ambiental; la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales del proyecto o actividad, incluidas las eventuales situaciones de riesgo; el Plan de Medidas y Mitigación, Reparación y Compensación, y las medidas de prevención de riesgos y control de accidentes, si correspondieren; y el plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes que dan origen al Estudio de Impacto Ambiental.

2.3.3 Contenido del DIA

Por su parte, una Declaración de Impacto Ambiental debe presentarse bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresa que cumple con la legislación ambiental vigente, acompañado de todos los antecedentes que permitan a las autoridades evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes. Las Declaraciones de Impacto Ambiental deberán contener, a lo menos, la indicación del tipo de proyecto o actividad de que se trata; la descripción del proyecto o actividad que se pretende realizar o de las modificaciones que se le introducirán; la indicación de los antecedentes necesarios para determinar si el impacto ambiental que generará o presentará el proyecto o actividad se ajusta a las normas ambientales vigentes, y éste no requiere de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley y en el Reglamento, y la descripción del contenido de aquellos compromisos ambientales voluntarios, no exigidos por la legislación vigente, que el titular del proyecto o actividad contemple realizar.

Tanto el Estudio de Impacto Ambiental, como la declaración de Impacto Ambiental deberán acompañarse de la documentación y los antecedentes necesarios para acreditar el cumplimiento de la normativa de carácter ambiental y los requisitos y contenidos de los permisos ambientales sectoriales contemplados en los artículos del Título VII del Reglamento.

2.3.4 Organismo competente y procedimiento aplicable.

Las Declaraciones de Impacto Ambiental o los Estudios de Impacto Ambiental se presentarán, para obtener las autorizaciones correspondientes, ante la Comisión regional del Medio Ambiente de la Región en que se realizarán las obras materiales que contemple el proyecto o actividad, con anterioridad a su ejecución. En los casos en que la actividad o proyecto pueda causar impactos ambientales en zonas situadas en distintas regiones, las Declaraciones o los Estudios de Impacto Ambiental deberán presentarse ante la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

En caso de dudas, corresponderá a esta Dirección determinar si el proyecto o actividad afecta zonas situadas en distintas regiones de oficio o a petición de una o más

Comisiones Regionales del Medio Ambiente o del titular del proyecto o actividad.

La Comisión Regional del Medio Ambiente respectiva o la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, según sea el caso, tendrán un plazo de ciento veinte días para pronunciarse sobre el Estudio de Impacto Ambiental. En casos calificados y debidamente fundados, este último podrá ser ampliado, por una sola vez, hasta por sesenta días adicionales.

Si transcurridos los plazos antes indicados, la autoridad no se ha pronunciado sobre el Estudio de Impacto Ambiental, éste se entenderá calificado favorablemente.

Por su parte, tratándose de una declaración de Impacto Ambiental, la COREMA respectiva o la Dirección Ejecutiva de la CONAMA, según sea el caso, tendrá un plazo de sesenta días para pronunciarse sobre la Declaración de Impacto Ambiental. En casos calificados y debidamente fundados, se podrá ampliar el plazo señalado, por una sola vez, y hasta por treinta días.

La evaluación de Impacto Ambiental concluye con una resolución dictada por la autoridad respectiva, la que certifica que el proyecto o actividad cumple, o no, con todos los requisitos ambientales aplicables.

Tratándose de un Estudio de Impacto Ambiental, si la Resolución es favorable, ésta certificará que se cumple con todos los requisitos ambientales aplicables; que el proyecto o actividad cumple con la normativa de carácter ambiental, incluidos los requisitos de carácter ambiental contenidos en los permisos ambientales sectoriales que correspondan, y que, haciéndose cargo de los efectos, características o circunstancias establecidos en el artículo 11 de la Ley, se proponen medidas de mitigación, compensación y reparación apropiadas.

Debe tenerse presente que los criterios y/o requisitos para aprobar un estudio de Impacto Ambiental son:

- Si cumple con la normativa de carácter ambiental, y
- si, haciéndose cargo de los efectos, características o circunstancias establecidos en el artículo 11 de la Ley 19.300, propone medidas de mitigación, compensación o reparación apropiadas.

Por su parte, tratándose de una Declaración de Impacto Ambiental, si la Resolución es favorable, ésta certificará que se cumplen con todos los requisitos ambientales aplicables y que el proyecto o actividad cumple con la normativa de carácter ambiental, incluidos los requisitos contenidos en los permisos ambientales sectoriales que correspondan.

Debe tenerse presente que una Declaración de Impacto Ambiental se rechazará si:

- No cumple con la normativa de carácter ambiental;
 - no se subsanaren los errores, omisiones o inexactitudes de ella;
- o
- el respectivo proyecto o actividad requiere de un Estudio de Impacto Ambiental.

Por otra parte, si la Resolución es desfavorable, no se podrá realizar el proyecto o actividad o su modificación. Asimismo, los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental, en las materias relativas al respectivo proyecto o actividad, quedarán obligados a denegar las correspondientes autorizaciones o permisos, en razón de su impacto ambiental, aunque se satisfagan los demás requisitos legales, en tanto no se les notifique de pronunciamiento en contrario.

En contra de la resolución que se niegue dar lugar a una Declaración de Impacto Ambiental, procederá la reclamación ante el Director Ejecutivo de la CONAMA. En contra de la resolución que rechace o establezca condiciones o exigencias a un Estudio de Impacto Ambiental, procederá la reclamación ante el Consejo Directivo de la Comisión responsable del respectivo proyecto, dentro del plazo de treinta días contando desde su notificación. La autoridad competente resolverá en un plazo de sesenta días contando desde su interposición, mediante resolución fundada.

De lo resuelto mediante dicha resolución fundada se podrá reclamar, dentro del plazo de treinta días contando desde su notificación, ante el juez de letra competente, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 60 y siguiente de esta ley.

Plan de Cierre

CAPÍTULO 3

3.1. Generalidades

Esta sección describe las tecnologías que pueden usarse y los elementos de diseño asociados para el cierre de instalaciones de plantas químicas. Las siguientes son definiciones de los términos empleados en esta sección:

- **Plan de Cierre** -Considera los detalles de diseño y construcción seleccionados para cerrar una unidad de manejo de desperdicios, de acuerdo con los objetivos del cierre y los requerimientos de los reglamentos de cierre pertinentes. Este plan incluye una narración, dibujos de diseño, especificaciones sobre construcción, así como certificación de calidad, monitoreo y otros planes de mantenimiento después del cierre.
- **Tecnologías de Cierre** -Enfoques técnicos que se pueden usar para cerrar la unidad de manejo de desperdicios. Es útil hacer la distinción entre tecnologías de «cuidado pasivo», que una vez instaladas requieren de muy poca operación y mantenimiento, y tecnologías de «cuidado activo», que requieren de una cantidad significativa de operación y mantenimiento constantes. Un buen ejemplo de una tecnología de cuidado pasivo es una cobertura de bajo mantenimiento, mientras que la tecnología de cuidado activo típica es el tratamiento químico de una corriente de solución de lixiviación continua.
- **Elementos de Diseño** -Los componentes detallados que se requieren para implementar las tecnologías seleccionadas para un plan de cierre. Estos incluyen ítems tales como una capa de suelo para ayudar al crecimiento de la vegetación en una cobertura, la instalación de drenajes para mejorar la consolidación de agua barrosa o rociadores para facilitar la evaporación de desperdicios líquidos.

En una propuesta de cierre de una planta química, se pretende que durante el diseño y desarrollo de las operaciones se prepare el plan de cierre que identifique los problemas, el enfoque, los objetivos y los costos del cierre.

Para el cierre de la operación a nivel general con la rehabilitación de los impactos ocasionados se debe prever lo siguiente:

- Ubicar y caracterizar todos los focos potenciales de generación de ácido que en el largo plazo puedan originar drenaje de ácido y se evaluará la

situación y entonces de ser el caso, estos materiales serán eliminados o encapsulados antes del cierre definitivo.

- Todos los residuos líquidos (reactivos, combustibles y lubricantes), sólidos (cal, mineral, cianuro, plásticos, chatarra, vidrios, cartones, maderas, etc.), residuos domésticos, suelos eventualmente impregnados con sustancias contaminantes, etc., que todavía quedarán en la etapa de cierre, serán colectados y envasados en bolsas y recipientes de plástico, conducidos al depósito de relaves y encapsulado dentro de ella.

- Previamente se captará el agua decantada y el agua colectada por el sistema de sub-drenaje; esta agua será detoxificada antes de descargarse al entorno.

- Para reducir el riesgo de erosión por precipitaciones extraordinarias, se excavará una cuneta de coronación en el perímetro de las etapas de la planta que contengan residuos químicos o en su defecto generación de ácidos que puedan originar contaminación, con el fin de proteger a los alrededores.

- La recuperación del paisaje en el sitio de la planta se logrará luego del retiro de las instalaciones.

- Para reducir la magnitud del impacto social sobre la población trabajadora y comunidad en general, se planificará el cierre con una anticipación no menor de 12 meses, y durante este período se buscarán alternativas para emplear a los trabajadores en otra operación.

3.2. Identificación de Faenas de Cierre

La identificación de faenas, es la primera etapa del desarrollo de un proyecto de cierre. Para el lineamiento del plan de cierre se dividió la estructura general en donde la gama de actividades para el cierre de instalaciones podría incluir desde una nivelación mínima para mejorar la derivación y escurrimiento de las aguas superficiales hasta una nivelación completa y revegetación. Las actividades de cierre dependerán de las condiciones climáticas y ambientales específicas del lugar, sin embargo, pueden incluir:

- Derivaciones permanentes del agua superficial alrededor de las áreas de instalaciones con el objeto de mantener bajo control el flujo de agua en casos extremos de tormentas.

- Nivelación y revegetación (de ser apropiado) de áreas afectadas.

- Reducción de las filtraciones contaminantes de las instalaciones de desechos industriales de la planta.

Se deberá considerar los detalles y/o enfoques técnicos que se requieren para implementar un plan de cierre, ya que se requiere de medidas orientadas a la estabilidad física y química y al uso de la tierra, las cuales se definen a continuación.

3.3. Estabilidad Física

La estabilidad física implica la estabilidad de taludes, con lo que se protege de derrumbes catastróficos tanto a las áreas locales como aquéllas ubicadas aguas abajo. Sin embargo, también se refiere a la estabilidad contra la erosión eólica y del agua, y por lo tanto, el transporte desde la instalación de polvo o sedimentos que pudieran tener un impacto dañino sobre la salud humana y el medio ambiente. Resulta necesario mantener la estabilidad de taludes de botaderos de desechos, a menos que el acceso a las áreas se encuentre permanentemente limitado.

Como parte del cierre, si no pueden estabilizarse las áreas, podría ser necesario poner en práctica restricciones permanentes al uso de la tierra, restricciones a su traspaso y control del acceso. Igualmente, las instalaciones de componentes que han sido bloqueadas, encapsuladas, deberían ser protegidas del uso informal e ilegal que puede amenazar la seguridad.

3.4. Estabilidad Química

La estabilidad química se refiere a la contención de sustancias químicas contaminantes y a evitar que las mismas sean introducidas al medio ambiente. La estabilidad química puede establecerse mediante el control de la fuente emisora, el control de migración, o el tratamiento. El control de la fuente ha demostrado ser el medio óptimo para alcanzar la estabilidad química. Este control se logra evitando la descarga de sustancias contaminantes, para lo que se elimina la fuente o uno o más componentes que pueden conducir a la formación de contaminantes. No obstante ello, el control de fuentes no es siempre posible.

El control de la migración también puede usarse para mantener la estabilidad química

una vez formadas las sustancias contaminantes. Esto puede lograrse mediante la encapsulación superficial construyendo cubiertas de baja permeabilidad, revestimientos y muros de contención de rezumaderos, todos especialmente diseñados.

3.5. Tecnología de Cierre

Esta sección proporciona una visión general de las tecnologías y elementos de diseño que pueden utilizarse para desarrollar un plan de cierre. Aun cuando pudiera no ser exhaustiva, sí brinda una lista de partida de alternativas con las cuales se puede iniciar el desarrollo de un plan de cierre. Las secciones siguientes discuten las tecnologías de cierre que incluyen la inacción, los controles institucionales, el acondicionamiento o tratamiento y el encapsulamiento.

3.5.1. Inacción

La inacción podría ser apropiada cuando una unidad de manejo de desechos de planta, incluso sin actividades de cierre, no amenaza los usos beneficiosos del agua superficial y subterránea. Esta tecnología se aplica con frecuencia a unidades de manejo de desechos que contienen «desechos secos» y están ubicadas en climas áridos. Por ejemplo, si no existe el peligro de que una pila de desmonte o una pila de residuos lixiviados lavados produzcan una solución de lixiviación contaminante o no requerirán de control de sedimentos o polvo, sería seguro dejarlos donde están sin tratarlos.

3.5.2. Controles Institucionales

Los controles institucionales incluyen medidas para restringir el acceso a la unidad de desechos o cualquier cuerpo de agua que pudieran haber sido contaminados por desechos.

Estos controles son:

- Restricción al acceso, usando cercas y/o postes con letreros de advertencia.
- Restricciones al uso de la tierra, mediante notas en los títulos de propiedad que no permitan determinados usos de la tierra.
- Regulaciones orientadas a restringir el uso del agua subterránea en

áreas donde los usos beneficiosos han sido afectados de manera adversa por estas actividades.

- Los controles institucionales podrían ser apropiados como tecnologías de cierre provisionales que dan tiempo para implementar el plan de cierre permanente, o para recuperar descargas de componentes de desecho que pudieran haberse producido.

Un ejemplo de dónde podría contemplarse la restricción al acceso es la presencia de una poza con líquidos residuales que se evapora antes de que la instalación de desperdicios de la planta sea cubierta. Otros casos en los que se podría requerir de los controles institucionales como parte de un cierre permanente, son el uso de notas en los títulos de propiedad que documenten la presencia de unidades de desperdicios de minas en la propiedad y restrinjan el uso futuro de la tierra que pudiera afectar la integridad de los sistemas de contención. Esta decisión debería tomarse basándose en un análisis de costo/beneficio a fin de evaluar si los costos asociados con la alternativa de cierre se comparan favorablemente con el valor del uso futuro de la tierra en el período posterior a los trabajos de la planta.

3.5.3. Acondicionamiento o Tratamiento

A fin de cumplir con los objetivos de cierre, podría ser necesario el acondicionamiento o tratamiento de los desechos, las soluciones de procesos que escapan de los mismos o el agua receptora que ha sido afectada por desechos. Se requiere del uso de esta tecnología de cierre cuando las características físicas o químicas de los desechos, las soluciones de procesos y el agua receptora deben ser alteradas para lograr un cierre efectivo en términos de costos. El acondicionamiento hace que los desechos sean más apropiados para el cierre, mientras que el tratamiento reduce las concentraciones de constituyentes que afectan los usos beneficiosos del agua. El acondicionamiento es por lo general físico y puede implicar nivelar la superficie del botadero de desechos con el objeto de facilitar el drenaje, secar relaves para eliminar líquidos libres o compactar los desechos para formar un cimientado apropiado que cubra el suelo. En otros casos también puede ser químico como el control del polvo de la superficie del desecho sólido usando aglutinantes químicos. El tratamiento puede ser químico, físico o biológico. Además, puede ir desde las tecnologías simples, como la

adición de cal a los desechos a fin de controlar el pH, hasta los complejos, como la construcción de una planta de tratamiento físico-químico para tratar un efluente líquido. La recuperación de recursos residuales en los desechos, como el metal por ejemplo, también puede ser considerada como una tecnología de tratamiento.

Las tecnologías de acondicionamiento o tratamiento pueden aplicarse sólo una vez como también podrían ser necesarias para un período largo de tiempo o incluso a perpetuidad. Las aplicaciones sencillas son aquellas que cambian permanentemente las características de los desechos e incluyen por ejemplo, la consolidación de relaves y la remoción de exceso de líquidos usando drenajes y cargando la superficie con una capa de desmonte.

El tratamiento prolongado, por ejemplo, es el aplicado a una corriente de solución de lixiviación que se genera continuamente, empleando para ello medios físico-químicos.

Se podría categorizar al tratamiento prolongado como «cuidado activo» o «cuidado pasivo». Los métodos activos incluyen aquellos que involucran un tratamiento físico-químico, y en algunos casos tratamiento mediante terrenos pantanosos, cuando se requiere la remoción regular del substrato a fin de brindar un tratamiento eficiente. En otros casos, el tratamiento mediante terrenos pantanosos podría ser posible sin necesidad de mantenimiento y podría representar una tecnología de cuidado pasivo.

Podría ser necesario seleccionar la tecnología de acondicionamiento o tratamiento basándose en pruebas, las que podrían incluir pruebas comparativas y de laboratorio, plantas o proyectos piloto. Los resultados de estas pruebas proporcionan información sobre la efectividad y los costos de diversas alternativas para así poder seleccionar el método más apropiado.

3.5.4. Encapsulamiento

El objetivo del encapsulamiento es reducir o eliminar el transporte de fluidos a través de los desechos, donde estos fluidos producen una solución de lixiviación que representa una amenaza para la calidad del agua. Su objetivo también es evitar que el viento disperse las partículas de desechos que suponen una amenaza a la calidad del agua al hacer contacto directo con el agua superficial, o por la lixiviación de constituyentes de las partículas que vuelven a ser depositadas. El encapsulamiento implica aislar parcial o totalmente al material de desecho del medio ambiente circundante. Los elementos de diseño claves de

esta tecnología incluyen:

- coberturas que están colocadas sobre el material de desecho y enlazadas con el sistema de contención natural o artificial subyacente,
- métodos de manejo del agua superficial, como diques y canales a fin de evitar el contacto de la escorrentía con los desechos y, allí donde sea necesario y además
- reforzamiento del sistema de contención existente por medio de muros de contención construidos alrededor de la instalación, o construyendo un drenaje subterráneo a fin de evitar el contacto del agua subterránea con los desechos.

3.5.5. Coberturas

Las coberturas apropiadas pueden incluir la superficie existente del desecho, la vegetación directa del área con desechos, una capa superficial del suelo a fin de facilitar el asentamiento de vegetación o sistemas con capas múltiples más complejos. Estos van desde utilizar el material de desecho mismo hasta una cobertura compleja que a menudo se recomienda para áreas con desechos peligrosos. La selección de una cobertura debería basarse en las características climáticas, geológicas y la de los desechos. Los componentes básicos de las coberturas multicapas (EPA o Agencia para la protección del Medio Ambiente de Los Estados Unidos, 1989) son las siguientes:

- Una capa superior que consiste de una capa de suelo con vegetación o reforzamiento a fin de minimizar la erosión y el transporte de los materiales de desecho a través del aire.
- Una capa de drenaje que minimiza la infiltración de agua dentro de los desechos o la barrera contra las infiltraciones debajo de los desechos. Una capa de drenaje también evita la migración capilar ascendente inversa de soluciones contaminadas.
- Una capa formada por uno o dos componentes, que actúa como una barrera contra las infiltraciones, y que limita la infiltración de agua dentro de los desechos subyacentes.
- Capas especiales, como barreras bióticas, con el objeto de evitar el daño que puedan ocasionar a la barrera contra la barrera de infiltración de raíces de plantas y de animales al construir sus madrigueras y capas de cimentación

necesarias para sostener una cobertura y/o proporcionar la forma de la cobertura necesaria para controlar la escorrentía superficial y el drenaje interno.

El cierre de unidades de manejo de desechos de planta podría no requerir de ningún componente o de sólo algunos o de todos los componentes. La selección y diseño de los componentes antes mencionados deben cumplir con los objetivos de cierre y, al mismo tiempo, incorporar las condiciones específicas para cada caso. Estas son:

- Condiciones climáticas, que determinan la cantidad de infiltración y el potencial de erosión del agua superficial.
- Características de los desechos, como las características físicas y químicas y la forma de la superficie de los desechos, las que determinan la necesidad de una cobertura e influyen la cantidad y calidad de soluciones potenciales de lixiviación o rezumaderos.

Las características físicas y la forma de la superficie también determinarán la necesidad de colocar algún relleno y/o capa de cimentación bajo la cobertura.

- El sistema de contención existente y su registro de rendimiento que determina la necesidad, si la hubiese, de una contención adicional y que también puede dictar la cantidad de control de infiltraciones que la cobertura debe brindar.
- Las características de las unidades geológicas subyacentes y las distancias hasta los cuerpos de agua subterráneos y superficiales que afectan los riesgos potenciales a la calidad del agua, por consiguiente, el grado de preocupación ecológica que debe incorporarse en el plan de cierre.

La selección de los diferentes componentes para la cobertura y las especificaciones para los mismos, como tipo y grosor del material, tamaño, inclinación y método de construcción, deberán basarse en la combinación más efectiva en términos de costos de los componentes que cumplan con los objetivos del cierre y las metas de rendimiento. En algunos casos, podría ser necesario efectuar una comparación detallada de diversas combinaciones alternativas o diseños de sistemas de coberturas que cumplan con las metas de rendimiento.

3.5.5.1. Capa Superficial

La capa superficial consiste de una capa vegetal o una de refuerzo formada por material del tamaño de la grava. En algunas áreas, el clima imperante podría inhibir el asentamiento y mantenimiento de vegetación, o un uso alternativo planeado del terreno podría impedir que crezca la vegetación. En otros casos, la superficie de los desechos podría estar lo suficientemente reforzada de manera que no se requiera de un tratamiento adicional.

De ser necesario, el componente vegetal de la capa superficial necesitará las siguientes especificaciones generales:

- Plantas perennes adaptadas al medio local.
 - Resistencia a la sequía y temperaturas extremas.
 - Raíces que no rompan la barrera contra las infiltraciones, si la hubiera.
 - Ser capaz de crecer vigorosamente en suelo pobre en nutrientes con una adición mínima de nutrientes.
 - Suficiente densidad de plantas con el objeto de minimizar la erosión de la cobertura.
 - Ser capaz de sobrevivir y funcionar con poco o ningún mantenimiento;
- y,
- Son preferibles las plantas de sabor desagradable, que no se usen para alimento del hombre o los animales, pues se ha reportado que algunas plantas absorben metales tóxicos.

La selección de la especie de planta es una consideración importante. El uso de arbustos y árboles a menudo no es apropiado porque los sistemas de raíces se extienden hasta una profundidad que normalmente invadirá la capa de drenaje, la barrera contra las infiltraciones, o los desechos. Es recomendable consultar a un agrónomo o universidades locales para que recomienden las variedades de plantas adaptadas y brinden orientación sobre el cultivo de plantas locales.

Cuando se usa una capa de refuerzo, se recomienda que el material tenga las siguientes características:

- Capaz de mantenerse en su lugar y minimizar su propia erosión y la del componente del suelo debajo durante condiciones ambientales extremas de lluvia y/o viento.

- Contener materiales duraderos con poca probabilidad de intemperizarse de manera significativa en un período prolongado de tiempo.
- Capaz de servir al afianzamiento del material subyacente sin comprometer su rendimiento.

Un componente de refuerzo de la superficie compuesto por materiales bastante gruesos favorece la infiltración antes que la escorrentía. Una capa como ésta, por lo tanto, será más apropiada para áreas áridas o se le debería usar en combinación con una capa que actúe como una barrera contra la infiltración. En aquellas áreas, la generación de soluciones de lixiviación debido a la infiltración del agua no es por lo general una preocupación.

En los casos de capas superficiales vegetal y reforzada, lo ideal sería que el contorno de la superficie superior sea ligeramente convexo y con una inclinación uniforme. En un terreno sin nivelar deberán instalarse estructuras de derivación para evitar que el agua superficial corra sobre la cobertura. Para evitar el empozamiento del agua de lluvia debido a las irregularidades de la superficie. Inclinaciones mayores que 5 a 50 por ciento requieren por lo regular de controles especiales, como el reforzamiento o la vegetación, a fin de evitar la erosión.

Allí donde se requiera que la nueva vegetación proporcione una protección adecuada contra la erosión y/o por razones estéticas, podría ser posible volver a plantar vegetación en forma directa sobre la superficie de los desechos de la planta. En algunos casos, ello podría requerir de tratamientos químicos y/o biológicos para el suelo. Cuando esto no sea posible, debe instalarse un sistema de suelo con una o dos capas a fin de cubrir los desechos.

La cobertura del suelo con una capa simplemente proporciona un medio mejorado para el crecimiento de la vegetación. El sistema de doble capa incorpora un sistema de drenaje y/o brecha capilar que básicamente proporciona protección a la vegetación contra cualquier constituyente químico que pudiera haber en los desperdicios. También proporciona un drenaje mejorado en la cobertura que puede reducir la cantidad de infiltración que penetra en los desechos.

Las pautas recomendadas para la cobertura de suelo que se requiere para ayudar al crecimiento de la vegetación son las siguientes:

- Para soporte de la vegetación, un grosor de 0,15 a 0,6 metros. Este grosor mínimo sólo puede usarse si los desechos debajo de la capa del suelo no son fito-tóxicos y pueden ayudar en cierto grado al crecimiento vegetal. Este por lo

general es el caso de los minerales de oro oxidados. Se podría necesitar un grosor total mayor allí donde la penetración máxima de la escarcha exceda esta profundidad, o se necesite o desee un mayor almacenamiento de agua para las plantas.

- El suelo deberá ser de textura mediana a fin de facilitar la germinación de las semillas y el desarrollo de las raíces de las plantas.
- La capa deberá recibir compactación mínima y permitir una infiltración suficiente para mantener el crecimiento durante períodos más secos.

Los suelos con textura mediana, como gredas, tienen las mejores características globales para la germinación de semillas y el desarrollo de sistemas de raíces de las plantas. Los suelos con textura fina, como la arcilla a menudo son fértiles pero proporcionan un drenaje pobre que puede causar problemas como la formación de charcos de agua sobre la superficie o dificultad para el afianzamiento inicial de la cobertura de plantas durante los períodos húmedos. Los suelos arenosos son a menudo un problema debido a su baja capacidad para retener el agua y pérdida de nutrientes por lixiviación. Podría ser efectivo en términos de costos excavar y almacenar la capa superficial de suelo ubicada en los lugares donde estarán las unidades de manejo de desechos de planta, áreas de planta, etc., durante la construcción de un proyecto allí donde sólo se puede conservar una mínima cantidad de capa superficial de suelo nativo almacenándolo; el resto puede compensarse seleccionando material local que posea las cualidades apropiadas. En Hutchison y Ellison (1992) puede encontrarse una discusión más detallada de otros elementos constitutivos de capas.

▪ **Manejo del Agua Superficial**

El objetivo del manejo de agua superficial es proteger la unidad de manejo de desperdicios de años producidos por la erosión. El daño por erosión debido a escorrentía proveniente de áreas que desaguan en la unidad de manejo de desperdicios puede ser evitado mediante desviaciones. Los elementos de diseño que pueden utilizarse para desviar la escorrentía incluyen zanjas con revestimiento y sin revestimiento, así como diques y terraplenes.

El revestimiento de zanjas se puede lograr colocando grava o agregado de rocas, o vegetación. En lugares donde el material degradable encuentra velocidades extremadamente altas de escorrentía, podría ser necesario instalar materiales más

resistentes a la erosión, como enrocamiento cementado, aglutinador de suelos, o gaviones. El enrocamiento cementado implica inyectar lodo de cemento entre los cantos rodados. El aglutinador de suelos suponía añadir entre 2 y 10 por ciento por peso de cemento al suelo antes de que se compacte para formar un revestido de zanjas (Asociación de Cemento Portland, 1979). Los gaviones son jaulas prefabricadas de alambre o acero dentro de las cuales se coloca agregada de rocas, formando grandes bloques.

**ESTIMACIÓN DE COSTOS
DE CIERRE**

CAPÍTULO 4

La filosofía de «planificar para el cierre» requiere que los elementos del plan de cierre sean incluidos en la planificación inicial del proyecto. También es decisivo que el análisis económico del proyecto incluya una consideración realista de los costos de cierre potenciales. La estimación de costos asociados con la rehabilitación física (es decir, nivelación y sembrado de áreas perturbadas) y el retiro de plantas procesadoras es una operación relativamente directa. La estimación de los costos de cierre para atacar problemas no anticipados referidos a la calidad del agua a largo plazo o el mantenimiento permanente en el lugar no es posible durante la planificación inicial del proyecto y debe ser contemplada durante la vida útil del proyecto.

Se requiere de una adecuada caracterización y comprensión de las condiciones de la planta para efectuar predicciones realistas sobre los costos de cierre. Durante la vida útil del proyecto se deberán efectuar actualizaciones periódicas de las estimaciones de costos de cierre.

Se presenta la relación conceptual entre los costos y los gastos de cierre durante la vida de un proyecto, de los cuales presentan dos enfoques alternativos:

- Cierre al Final del Proyecto: Todas las actividades de cierre son diferidas hasta el final de las labores de planta a fin de maximizar el valor actual de los recursos.
- Recuperación Concurrente/Diseñada para el Cierre: El cierre y la rehabilitación ocurren durante la vida operativa de la instalación. Las actividades de cierre concurrentes son incorporadas en las prácticas operativas, con lo que se reduce el costo total del cierre y el potencial de implementación de medidas de remedio.

Las actividades de cierre concurrentes tienden a aumentar los gastos durante la vida del proyecto mientras se disponga de ingresos. El cierre de fin del proyecto requiere de fuertes gastos en un momento en el que el proyecto ya no está generando ingresos.

4.1. Desarrollo de un Diseño Conceptual

Durante la planificación del proyecto debe desarrollarse un plan de cierre con el propósito de garantizar que los diseños operativos sean compatibles con los conceptos de cierre a largo plazo. Si bien los objetivos de cierre (es decir, protección de la salud humana y

el medio ambiente) son considerados como fijos, el plan de cierre conceptual debe ser actualizado con revisiones al proyecto y nueva información sobre caracterización a medida que el proyecto se va desarrollando.

4.2. Estimación de Costos específicos de cada Planta

Los costos estimados de recuperación concurrentes y de cierre son específicos para cada planta, y deben estar incluidos en el plan de cierre. Los costos estimados deberán ser actualizados anualmente y reflejar el valor neto actual al momento de su preparación.

Debe calcularse el costo de los planes de cierre de proyecto que requieren de mantenimiento permanente después de la implementación de medidas de cierre a fin de que incluyan los costos de mantenimiento y reemplazo. Los ítems de mantenimiento perpetuo podrían incluir tratamiento activo o pasivo del agua, mantenimiento físico de vertederos o estructuras de derivación de aguas. Con frecuencia, el tratamiento permanente del agua u otras actividades de mantenimiento no se anticipan durante la planificación inicial de la planta y por ello no se incluyen en el plan económico de la misma. En caso de que identifiquen los requerimientos de mantenimiento perpetuo, estos deberán incorporarse en el plan económico global del proyecto tan pronto como sea factible a fin de asegurar que se reserven fondos suficientes para cubrir los gastos de mantenimiento. Además, los costos del monitoreo ambiental después del cierre deben ser incluidos dentro de los costos de cierre estimados.

PARTE II

**CIERRE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS
INDUSTRIALES LIQUIDOS.**

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

En esta segunda parte se desarrollará un cierre de planta química, según los antecedentes mencionados en la etapa anterior.

La planta química elegida fue una planta de residuos industriales líquidos perteneciente a la empresa MOLYMET S.A., industria del rubro de metal mecánico en donde se fabrican productos primarios de metales preciosos. Por ser una empresa con procedimientos únicos se tendrá que obviar mayor información sobre esta, ya que, la información es de alta confidencialidad.

En esta segunda parte del Proyecto de Título se presenta la descripción total de la planta de RILES, la cual consta de tres etapas las cuales en resumen se realiza la disminución de residuos líquidos y se libera agua para ser reutilizada en los demás procesos industriales.

Además se presenta el procedimiento de cierre, detallando las faenas de este, dando una idea final de la manera de cómo tendría que forjarse conceptualmente un término de labores en una planta de residuos líquidos industriales.

Conjuntamente al final de este capítulo se efectuará la estimación de los costos del proyecto, especialmente de los costos de desmontaje los cuales se calcularon a partir de la estimación de los pesos de los equipos de plata más los repuestos y las instalaciones adyacentes.

**PLANEAMIENTO
DEL PROYECTO DE CIERRE**

CAPÍTULO 2

El planeamiento del proyecto de cierre esta regido por el diseño conceptual dado en la primera parte del proyecto de título. Cabe mencionar que para el cierre de una planta química no hay lineamientos oficiales, no obstante, la normativa legal se refiere a los contenidos mínimos de un E.I.A. en donde se exige la planificación de cierre al menos en lineamientos generales, además de una descripción de las acciones, obras y medidas que implementará en la etapa de cierre y/o abandono.

Además se señala la exigencia de que el E.I.A. cuente con un plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación que se haga cargo de la eliminación o mitigación de los efectos negativos del proyecto o actividad, determinando las acciones de reparación y/o compensación que procedieren.

2.1. Objetivo específicos de Cierre de Planta de Riles

- Identificar la legislación nacional aplicable al cierre u abandono de planta de tratamientos químicos, tendencias normativas.
- Realizar la descripción de las instalaciones.
- Definir las actividades del cierre.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales asociados al cierre.
- Definir el Plan de Manejo Ambiental Post Cierre.
- Establecer los costos para el cierre de cada instalación.

2.2. Descripción generalizada empresa MOLYMET S.A.

El principal complejo de producción está situado en Nos, una pequeña ciudad a unos 30 Km. al sur de Santiago, Chile. El complejo industrial abarca una superficie de 134.410 metros cuadrados.

En esta planta, MOLYMET usa concentrados de molibdeno para producir el óxido de molibdeno técnico, el óxido de molibdeno en briquetas, ferromolibdeno, molibdeno de alta pureza química y todos los productos de renio. Anualmente la capacidad en esta planta es de 46 millones de libras de molibdeno contenidas en concentrados (alrededor de 43000 toneladas de concentrados por año), distribuidas en tres hornos tostadores.

La salida de los gases de los hornos se limpia en una planta de lavado y luego se convierten en ácido sulfúrico, que se vende en el mercado interno. Estas dos plantas son una parte importante de los esfuerzos de MOLYMET en el cuidado del medio ambiente.

Este complejo también está equipado con una planta de lixiviación, lo que permite la eliminación de cobre de los productos. El cobre se recupera en una planta de EW de alta calidad como cátodos de cobre.

Además de un moderno edificio de oficinas, el complejo industrial también consta de un laboratorio de alta tecnología, y servicios de mantenimiento.

2.3. Metodología

Dentro del marco metodológico se han definido las siguientes etapas:

- Descripción y análisis de Línea Base
- Descripción de las Instalaciones de Planta RILES
- Análisis de Aspectos Legales aplicables
- Estimación de costos de las actividades de cierre
- Creación del Plan de Cierre

Con las etapas antes definidas se asegura que el resultado de la “Creación del Plan de cierre de Planta RILES” cumplirá con la totalidad de requerimientos legales y con la estrategia proactiva de la compañía respecto al cierre, la cual establece internalizar las medidas para el cierre durante la ejecución del proyecto.

Tomando como referencia la información de la línea base se identificaron las variables ambientales vulnerables durante la etapa de operación (calidad de aguas, calidad de aire, caracterización de suelos, etc.), a partir de estos antecedentes fue posible identificar los impactos al cierre de las instalaciones y determinar la necesidad de ejecutar obras de cierre para las diferentes instalaciones con el objetivo de minimizar dichos impactos, también se analizaron las exigencias aplicables a cada una de ellas, de acuerdo al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, compromisos ambientales de la compañía y buenas prácticas ambientales.

Para determinar las acciones de Cierre que serán implementadas en la planta de tratamiento de residuos líquidos se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Definición de los criterios de diseño basados en la política de la compañía.
2. Descripción de las operaciones.
3. Definición del marco jurídico aplicable al cierre (nueva normativa, permisos y obligaciones).
4. Descripción de las actividades de cierre:
 - Considerando la estabilidad física y química en el largo plazo.
 - Diseño de las obras de manejo de aguas.
 - Descontaminación de equipos y establecimiento del manejo de soluciones de proceso.
 - Estimación del volumen de residuos domésticos, industriales y peligrosos que se generarán durante el cierre, estableciendo las medidas de manejo y el costo asociado.
 - Determinación de las medidas y el costo asociado para la descontaminación de suelos (por residuos químicos).
5. Programación para las acciones del cierre.
6. Definición de un plan de seguimiento post cierre.
7. Determinación de los costos unitarios por instalación, con una precisión de +/-30%, en planillas electrónicas, que permitan su actualización.

Para los temas que se necesitó la opinión de profesionales expertos, se contrataron los servicios de consultoría correspondientes, y se coordinaron visitas a las instalaciones de la planta de procesamiento.

**DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
DE TRATAMIENTO DE
RESIDUOS INDUSTRIALES
LÍQUIDOS (RILES).**

CAPÍTULO 3

El proceso de tratamiento de residuos líquidos es esencial en la concepción de una planta química. En la industria química se le ha dado gran importancia a estos efluentes, ya que, la transformación de materiales produce un impacto negativo en el medio ambiente.

Para este proyecto de título se tomara como referencia una planta de RILES ubicada en las instalaciones de MOLYMET SA. Al ser la planta de tratamientos de residuos líquidos un proceso que se preocupa principalmente en disminuir el impacto ambiental de los procedimientos que lo anteceden, su labor es de gran importancia. En resumen este proceso realiza la eliminación de residuos líquidos y reutiliza el agua en los procesos industriales.

3.1. Planta de Tratamiento Primario

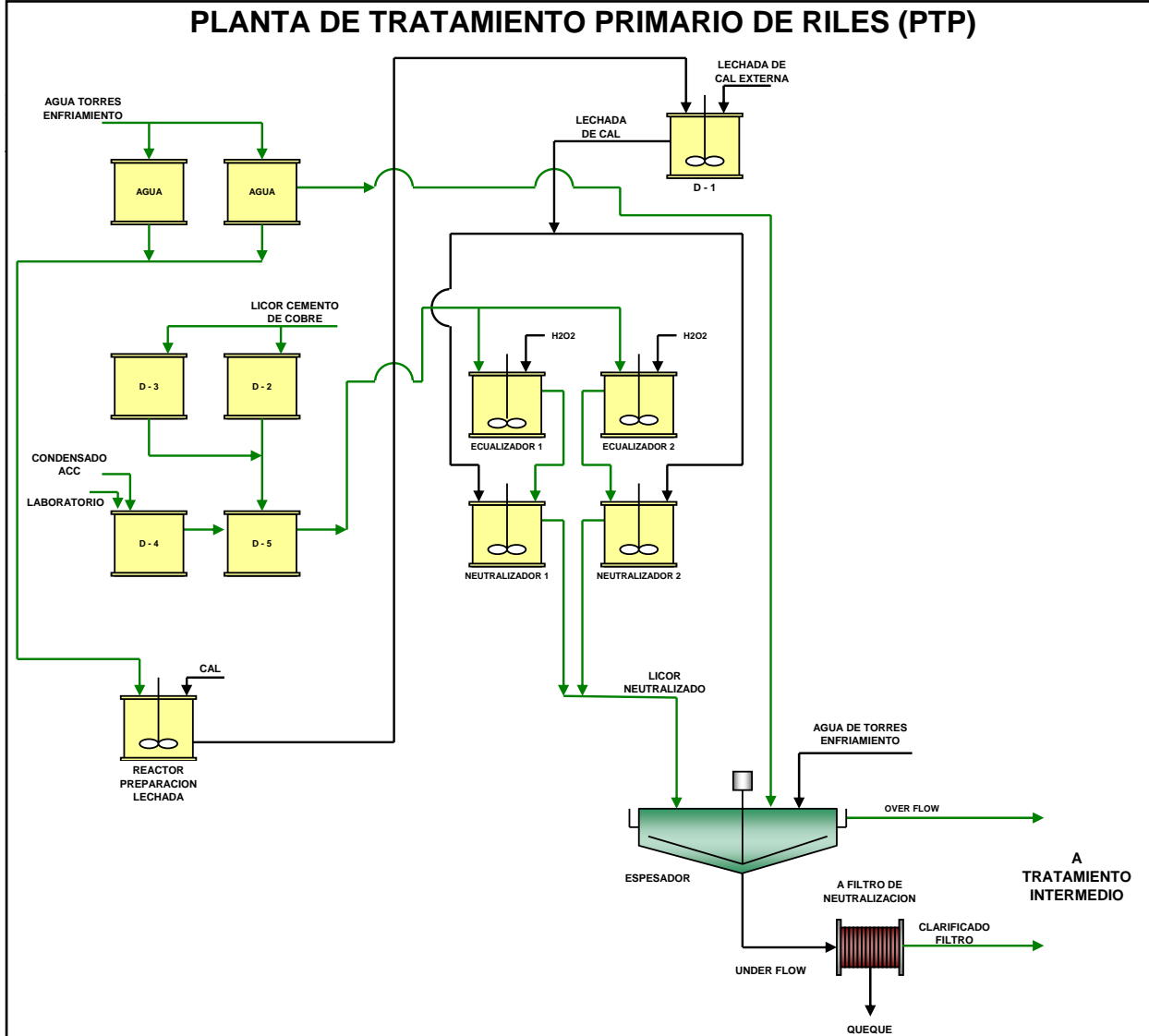
Los licores provenientes de la Planta de Cementación de Cobre son recibidos en dos estanques de acumulación D-2 y D-3, los licores provenientes de laboratorio y de Planta de ACC (Concentrado Ácidos) son recepcionados en el estanque D-4.

Los 3 licores son alimentados al estanque D-5, donde se mezclan. Luego, el licor mezclado es alimentado a dos ecualizadores. En estos ecualizadores se agrega peróxido de hidrógeno (H_2O_2) ó agua oxigenada, hasta alcanzar un potencial de oxido reducción de 330 mV. Desde estos ecualizadores, rebalsan a 2 neutralizadores, donde se agrega lechada de cal hasta un pH de 7.65.

La pulpa formada rebalsa por gravedad hasta el espesador. La descarga del espesador (under flow), alimenta a un estanque pulmón, desde el cual se alimenta a dos filtros de prensa. Después de filtradas las borras, son evacuadas a un camión tolva quien las retira de la planta, las cuales son dispuesta en zanjas de relleno pertenecientes a la empresa en donde son evacuados los residuos desde el año 2002 y se encuentra aproximadamente a 2 Km. de la empresa.

El rebalse del espesador (over flow) junto con el filtrado del filtro prensa, alimentan a la Planta de Tratamiento Intermedio de Riles.

PLANTA DE TRATAMIENTO PRIMARIO DE RILES (PTP)



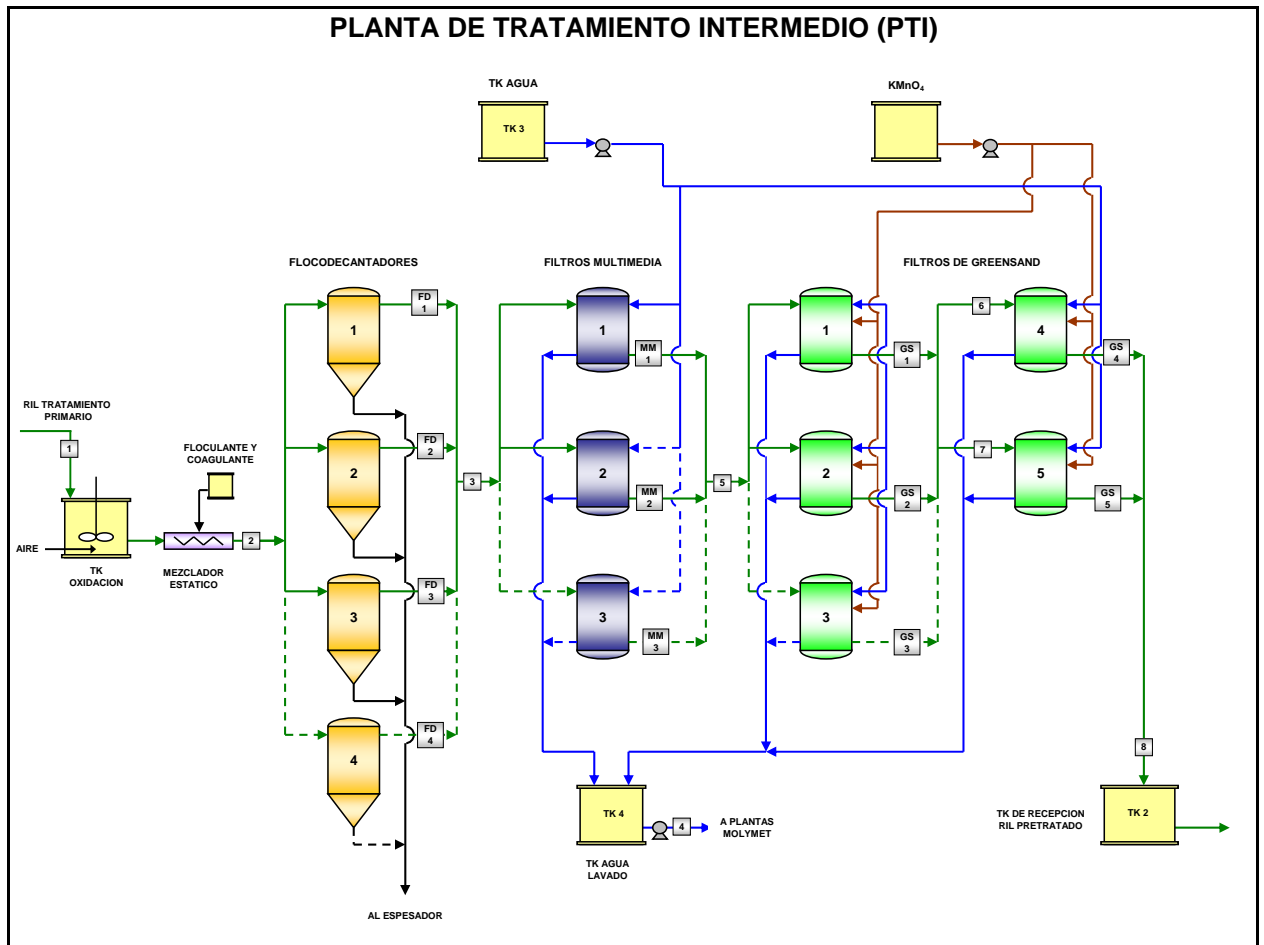
3.2. Planta de tratamiento intermedio.

El licor de Over Flow y el licor de filtrado son mezclados en un mezclador estático, para luego ser alimentados al estanque de oxidación.

En este estanque, se adiciona aire, con la finalidad de oxidar el Fe^{+2} remanente a Fe^{+3} . El licor oxidado, es alimentado a un mezclador estático, donde se adiciona floculante. Luego, pasa a unos flocodecantadores, con la finalidad de realizar una separación sólido líquido. El rebalse de los flocodecantadores pasa a filtros multimedia (arena), con la finalidad de realizar un pulido de los sólidos.

Luego de esto, el licor pasa a filtros Green Sand para sacar el resto de Fe que no precipitó y el Mn.

A continuación, el licor es llevado a la Planta de Tratamiento Secundario de Riles.



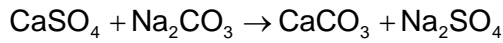
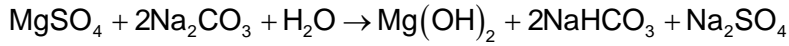
3.3. Planta de Tratamiento Secundario

3.3.1. Etapa de precipitación de Calcio

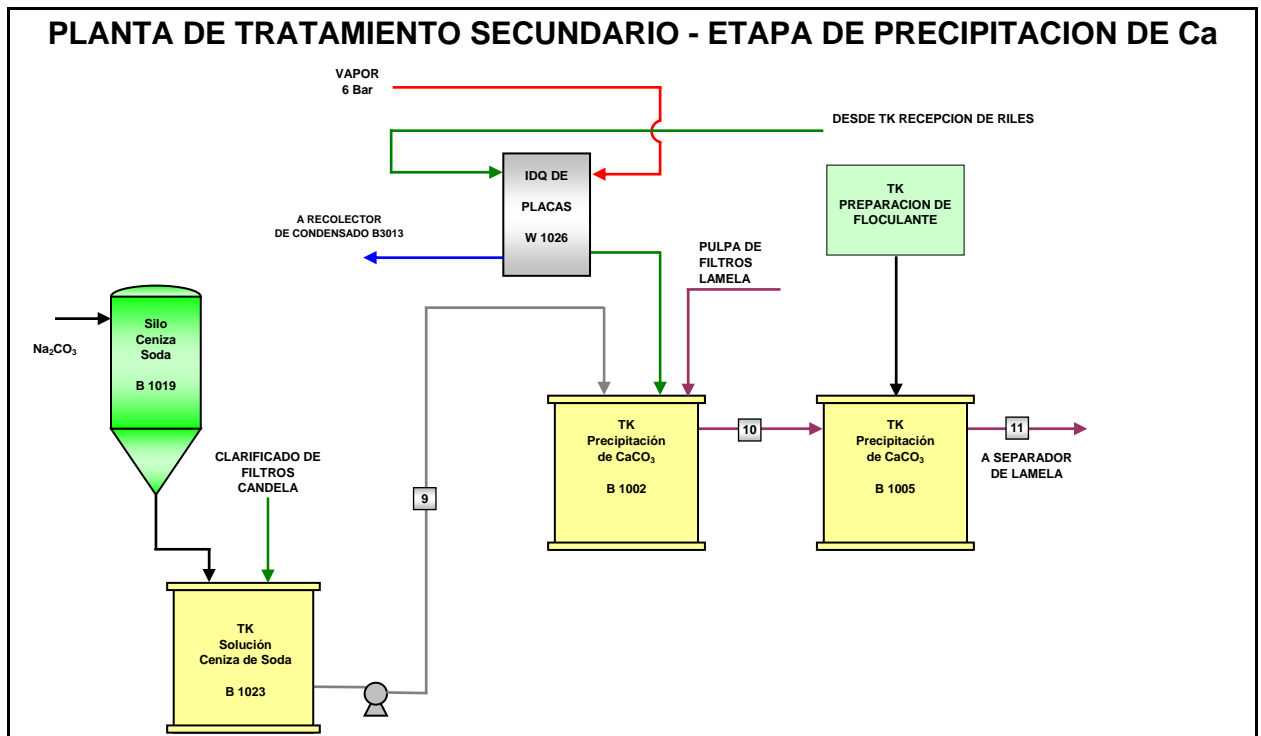
El Ril tratado en la Planta de Tratamiento Intermedio, es dirigido hacia el estanque de almacenamiento. Desde éste estanque, el Ril es enviado a un intercambiador de calor de placas, donde es calentado con vapor saturado a 40°C.

Una vez calentado el Ril, se mezcla con una solución de Na_2CO_3 al 25% p/p. La solución de Na_2CO_3 es preparada con solución limpia retornada desde el proceso, aguas abajo. El Na_2CO_3 es enviado desde un silo (en el cual es almacenado).

Tanto la solución de Na_2CO_3 como el Ril, son alimentados a un estanque donde se producen las siguientes reacciones:



Dependiendo del requerimiento del proceso, se puede agregar un floculante. Este floculante es preparado en la estación de floculación y enviada al estanque de precipitación. Para afirmar el control de crecimiento de granos durante la precipitación, algunas de las materias sólidas separadas en el siguiente paso son agregadas al estanque de precipitación.



3.3.2. Etapa de Separación y Filtración de CaCO_3

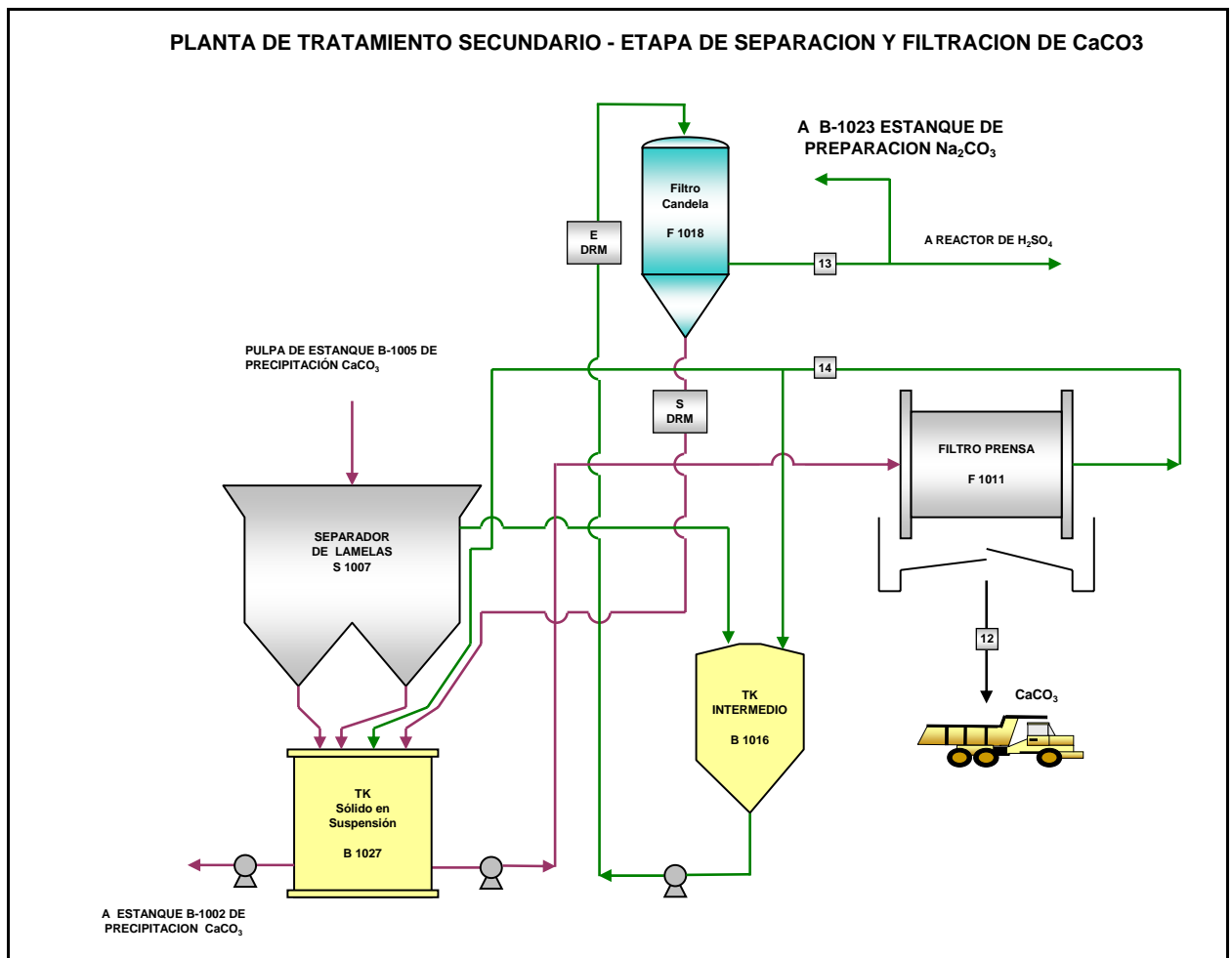
El over flow de los estanques de reacción de la etapa de precipitación de Ca, drena hacia el clarificador (Lamellas) aguas abajo, el cual está dividido en dos cámaras.

El over flow de este clarificador es drenado y enviado a un estanque recolector. Desde este estanque, pasa hacia el filtro DrM, el cual es tipo candela. Este filtro remueve posibles partículas ultra finas del over flow que pudiesen existir. Este equipo opera

Parte II: Cierre de Planta de Tratamiento de Residuos Líquidos

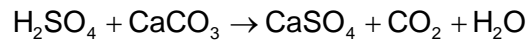
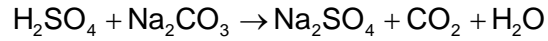
continuamente, la materia sólida es descargada como pulpa durante la filtración y la solución clarificada es alimentada hacia el proceso de la acidificación. Una pequeña cantidad de este clarificado enviado a la solución de Na_2CO_3 .

Los sólidos contenidos en el under flow del clarificador (lamelas), son transferidos hacia un estanque pulmón, desde donde es alimentado un filtro de prensa. Aquí, los sólidos son separados y la solución filtrada es enviada al filtro DRM o al estanque pulmón, dependiendo de la calidad que tenga.

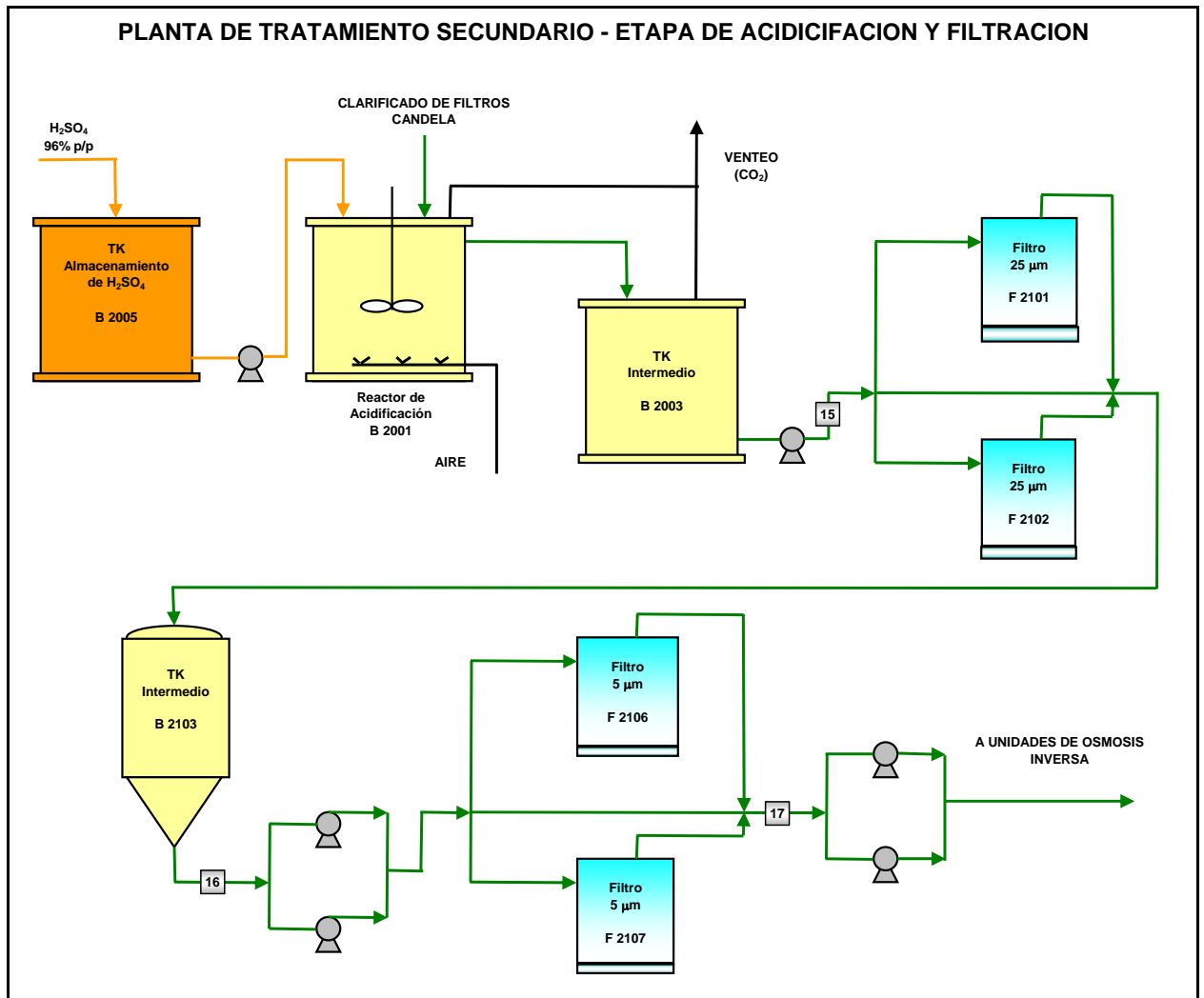


3.3.3. Etapa de Acidificación y Filtración

En la etapa de acidificación, la solución filtrada proveniente del filtro DrM es agregada a un estanque. En este estanque, se dosifica H_2SO_4 al 96% hasta un pH igual a 3.5. El H_2SO_4 agregado, descompone el exceso de Na_2CO_3 y el CaCO_3 en solución de acuerdo a las siguientes ecuaciones:



En esta etapa, se inyecta aire de proceso para desplazar el CO_2 formado. Luego la solución resultante es alimentada a filtros de 25 μm y luego a filtros 5 μm , con la finalidad de separar pequeñas partículas de pudiesen existir.

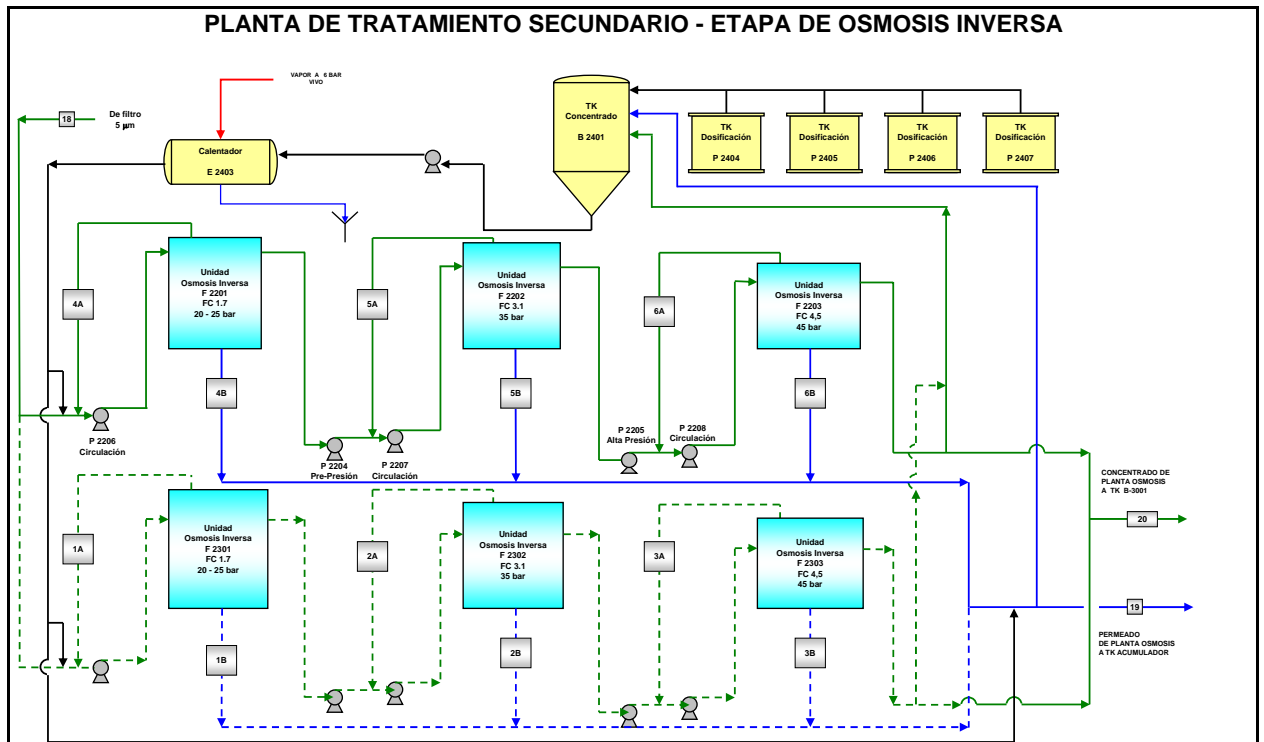


3.3.4. Etapa de osmosis Inversa

La unidad de OI es usada para remover el agua al incrementar la concentración de la solución. Un agente anti-incrustante es incluido antes de ser alimentado en los racks de membranas, con la finalidad de aumentar la solubilidad de algunos iones, como Ca, Mg, K, Mn, Fe, Sr, Ba, Al, SiO_2 .

En la unidad OI, las membranas concentran la solución de la sal hacia un factor de concentración de 5. El concentrado es alimentado a un estanque intermedio. El Permeado se alimenta al estanque de almacenaje.

Las membranas son limpiadas con varios químicos en solución, provistos por bombas y forzadas a través de las membranas.



3.3.5. Etapa de Evaporación

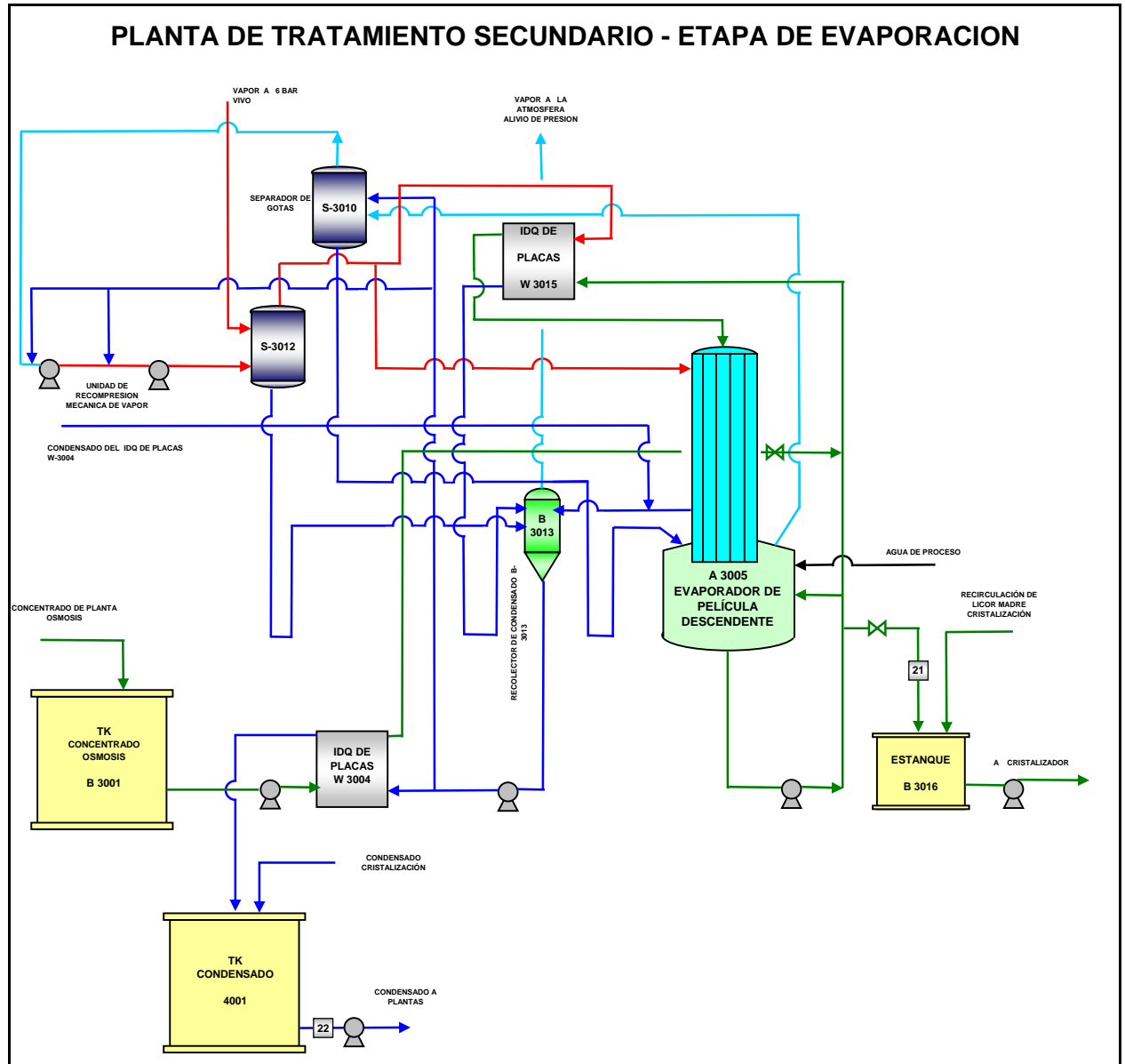
El concentrado de OI almacenado en el estanque intermedio, es precalentado en un intercambiador de calor de placas, para luego alimentar al evaporador de película descendente. La condensación generada por el proceso de evaporación sirve como un medio de calentamiento.

La solución alimentada es mezclada con la solución contenida en el evaporador en la línea de recirculación del sistema.

Desde un intercambiador de calor placas, la solución recirculada es alimentada por la parte superior del evaporador. Simultáneamente, está calentado por el vapor de agua en la carcasa, el cual es condensado en los tubos y corre hacia abajo como condensado. Desde el fondo del evaporador, la mezcla solución/vapor entra a la cámara de separación de vapor.

La energía requerida para la evaporación es generada por un compresor mecánico de vapor. El vapor del evaporador es comprimido a una alta presión y temperatura por dos compresores de alta capacidad, al mismo tiempo, se alimenta el condensado dentro de los compresores para reducir el sobrecalentamiento de los vapores después de la compresión.

El flujo de solución concentrada es alimentado a un estanque de concentrado, para luego ser alimentado a cristalización.



3.3.6. Etapa de Cristalización

El concentrado de la etapa de evaporación, es alimentado en la recirculación del cristalizador, donde es mezclado con la pulpa contenida en el cristalizador. La pulpa circulante, fluye a través de un intercambiador de calor de tubos y es calentada por el vapor en la carcaza.

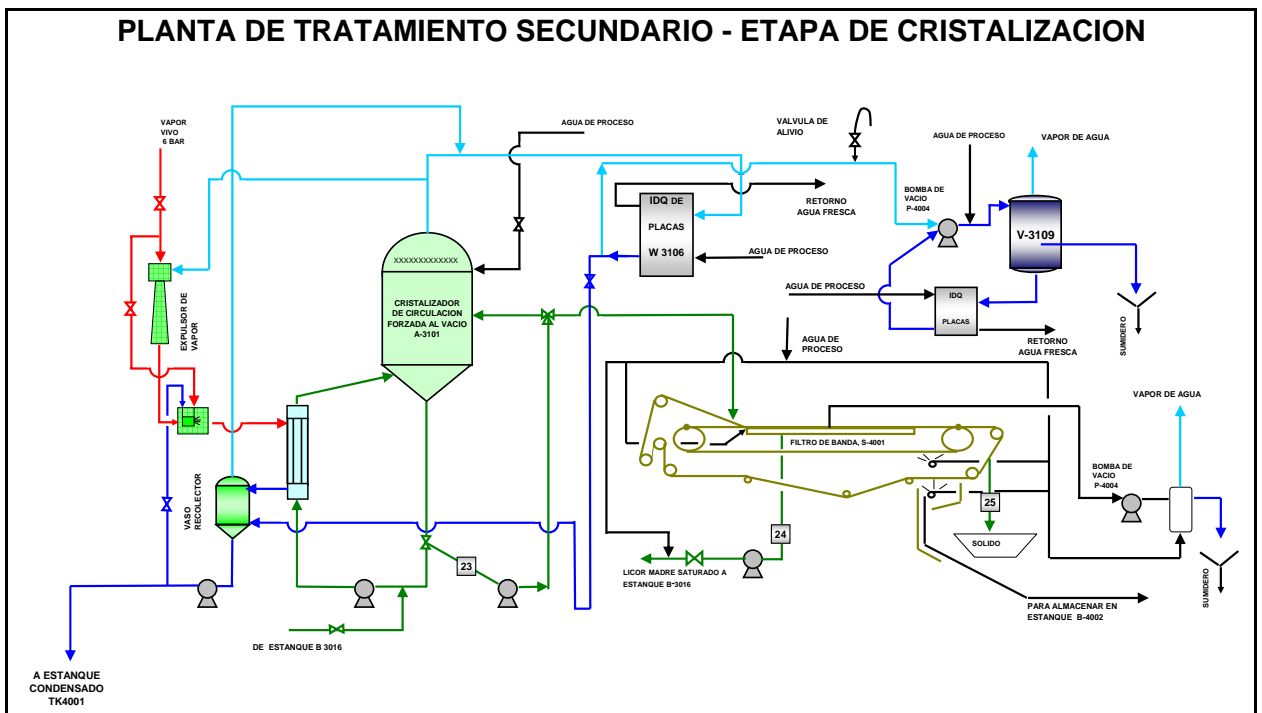
Las condiciones de operación del cristalizador es a 65°C y 0.15 bar.

Parte II: Cierre de Planta de Tratamiento de Residuos Líquidos

El vacío requerido para este proceso es generado por la unidad de vacío, incluyendo una bomba de agua, un tanque pulmón y un intercambiador de calor de placas. El agua empleada en la unidad de vacío, la cual ha sido calentada por los condensados, es enfriada en el intercambiador de calor de placas. Para evitar las incrustaciones de sal del agua por la entrada de gotas condensadas, el agua es constantemente repuesta por pequeñas cantidades de agua fresca.

Los sólidos formados en el cristalizador son separados en un filtro de banda al vacío y lo que ha sido filtrado, una parte es recirculada y otra purgada.

Los cristales filtrados son transferidos a una tolva para disposición final.



**MARCO JURÍDICO
APLICABLE AL CIERRE DE
PLANTA DE RILES**

CAPÍTULO 4

El concepto de Plan de Cierre y Abandono es una novedad en nuestro país, por lo que los cierres planificados de empresas químicas son casi inexistentes. Esto se explica en parte, por una ausencia de normativa sobre rehabilitación y cierre en el ámbito legal.

A continuación se describe el marco jurídico general y sectorial aplicable al cierre y abandono de cualquier empresa del rubro e incluso faenas mineras en Chile.

4.1. El Cierre y Abandono de una empresa del rubro químico como Etapa de un Proyecto

El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en vigencia desde el 3 de Abril de 1997, menciona dentro de los contenidos de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), “la descripción de las acciones, obras, y medidas que implementará el titular del proyecto o actividad en la etapa de cierre y/o abandono, si correspondiere.”

Es decir, el SEIA trata el cierre y abandono como una de las etapas de los proyectos y actividades. Las etapas de un proyecto son: a) Levantamiento de información de terreno (exploración), b) Construcción, c) Operación, d) Cierre y abandono. Cada una de estas etapas del proyecto tiene sus propios impactos ambientales y las medidas de mitigación y compensación correspondientes.

La etapa de cierre y abandono tiene sus propios impactos ambientales, los cuales deben ser debidamente mitigados y/o compensados. Para el caso del cierre y abandono se contempla además la medida de restauración.

La etapa de cierre y abandono se compone de dos subetapas. En primer término, el cierre, el cual queda constituido por una serie de actividades y medidas tendientes a terminar las labores asociadas asegurando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y el cumplimiento de las medidas de mitigación y compensación comprometidas. En segundo término el abandono que se extiende desde la conclusión de las medidas de cierre en forma indefinida o hasta el plazo que fije la autoridad.

Durante el abandono, por regla general el responsable deberá cuidar que se mantengan las medidas de mediano y largo plazo, entendiendo que las de corto se agotan durante la sub etapa de cierre. El cierre y abandono de una empresa del rubro químico, no significa necesariamente que el titular del proyecto desocupará definitivamente el sitio, ya que dependiendo de los futuros impactos potenciales, será necesario mantener actividades de monitoreo y control. De esta manera, el proceso de cierre, generalmente dará lugar a una condición de cuidado activo, luego de cuidado pasivo y, finalmente, de desocupación, siendo esta última la condición esperada, pero no siempre posible de alcanzar en el corto plazo.

La etapa de cierre y abandono puede iniciarse parcialmente con anterioridad al fin de la vida útil del proyecto. Una faena minera está constituida por un conjunto de instalaciones, las que tienen una vida útil variable, dependiendo de su naturaleza y de las características de los procesos productivos. Lo anterior significa que las medidas de cierre para las distintas instalaciones de una empresa del rubro químico se irán implementando en forma gradual, a través de toda su vida operativa.

4.2. Legislación Nacional Asociada al Cierre y Abandono

Dentro de la normativa nacional, hasta antes de la vigencia del SEIA, no existían normas que trataran la etapa de cierre y/o abandono de los proyectos en forma específica. El SEIA incorpora el cierre y abandono como etapa de proyecto. A continuación se listan las normas generales y sectoriales aplicables a cualquier cierre de planta productiva.

4.2.1. Legislación General Aplicable

- **Ley 19300**

a. Responsabilidad Administrativa

El artículo 64 de la Ley 19.300, establece que corresponderá a los organismos del Estado fiscalizar el permanente cumplimiento de las normas y condiciones sobre la base de las cuales se aprobó el EIA o la DIA.

Al respecto, cabe advertir que el eventual incumplimiento de las obligaciones derivadas de una RCA y en general del proceso de evaluación ambiental, relativas al cierre y abandono, pueden generar la aplicación de sanciones.

b. Responsabilidad por Daño Ambiental

En la etapa de cierre y abandono, es posible que ocurran daños ambientales. El daño ambiental está definido en la letra e) del artículo 2 de la ley 19.300 como “toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes”. Es importante no confundir daño ambiental con impacto ambiental. Mientras el daño es siempre un ilícito, el impacto es lícito y permitido siempre que se adopten las medidas apropiadas. El daño debe ser reparado en el ámbito de las acciones indemnizatorias, el impacto mitigado, compensado o restaurado en el ámbito del proceso de evaluación de impacto ambiental.

En materia ambiental, existe una importante disposición que contiene una amplia presunción. El artículo 52 de la ley 19.300 expresa: “Se presume legalmente la responsabilidad del autor del daño ambiental, si existe infracción a las normas de calidad ambiental, a las normas de emisiones, a los planes de prevención o de descontaminación, a las regulaciones especiales para los casos de emergencia ambiental o a las normas sobre protección, preservación o conservación ambientales, establecidas en la presente ley o en otras disposiciones legales o reglamentarias.”

Un plan de cierre detallado y que se cumple a cabalidad, disminuirá la probabilidad de que en el futuro se le impute responsabilidad por daño ambiental a una empresa.

Por último, se debe tener presente que de acuerdo al artículo 59 de la Ley 19.300, la acción ambiental y las acciones civiles emanadas del daño ambiental prescriben en el plazo de cinco años, contados desde la manifestación evidente del daño. Nótese que la disposición se refiere a manifestación evidente del daño, lo cual puede ocurrir muchos años después que la operación ha sido abandonada.

• **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental**

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) es un instrumento de gestión ambiental, regulado en la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su reglamento respectivo. A través de este sistema, es posible evaluar el impacto ambiental de los proyectos o actividades en todas sus etapas (levantamiento de la información de terreno, construcción, operación y cierre y/o abandono). De esta forma, se posibilita que antes de la construcción y operación de una planta, se adopten las decisiones apropiadas en cuanto a localización, medidas de mitigación, compensación, restauración y seguimiento, de manera de prevenir en forma efectiva el deterioro ambiental en la etapa de cierre y abandono.

El Reglamento del SEIA en su Título III “De los contenidos de los estudios y declaraciones de impacto ambiental”, menciona expresamente la etapa de cierre y/o abandono en relación a los EIA, específicamente el artículo 12, el cual menciona entre otros conceptos la predicción y evaluación del impacto ambiental, Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación, definir medidas que se adoptarán para eliminar, minimizar,

reparar y/o compensar los efectos adversos del proyecto y el seguimiento de las variables ambientales relevantes.

4.2.2. Tendencias Normativas en la Legislación Chilena

Las carencias que se observan en el contenido de los planes de cierre referidos en diversos EIAs que han obtenido una resolución de calificación ambiental favorable, son consecuencia de la ausencia de requerimientos normativos específicos relativos al cierre de plantas del rubro químico en nuestro país.

A su vez, tampoco existen indicios claros sobre el nivel de impactos que la autoridad y la comunidad estarían dispuestas a tolerar, una vez que hayan finalizado las actividades productivas. En este sentido, resulta prioritario el establecimiento de requerimientos y parámetros definidos sobre la rehabilitación y cierre de sitios donde se sitúo una planta química, de manera que exista armonía entre los agentes involucrados (sector empresarial, autoridad y comunidad) y se logren los objetivos de desarrollo económico y protección del medio ambiente.

4.2.3. Reglamento Sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos (DS 148)

Este nuevo cuerpo normativo contiene importantes disposiciones respecto de las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la acumulación, recolección, selección, transporte, comercialización, reutilización tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.

Además, se contemplan listas de categorías de residuos. Dentro de estas categorías, según se especifican en los artículos 18 y 90 del citado reglamento, se encuentran la mayoría de los residuos generados por las empresas de rubro químico, entre los cuales se contemplan obligaciones de seguimiento y control por al menos 20 años.

Eventualmente, las actividades de cierre y abandono de la planta de tratamiento de riles contemplará el tratamiento y/o disposición final de los residuos peligrosos existentes en la planta, todo lo cual deberá cumplir con la nueva normativa.

4.3. Marco Jurídico Específico del Cierre y Abandono de la Planta de Residuos Industriales Líquidos.

A continuación, se describe el marco jurídico específico para el cierre y abandono de la planta de residuos industriales líquidos (RILES).

Para determinar las obligaciones de Molymet en relación con el cierre y abandono de la planta de RILES, se revisó y analizó la normativa ambiental aplicable, en referencia a esto, es preciso hacer una importante distinción: el cierre y abandono por el marco jurídico del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental regulado por la ley 19.300 y el reglamento del SEIA serán determinadas por COREMA a partir de un plan de cierre que a su vez debe desarrollar en detalle el plan conceptual de cierre que forma parte de un EIA aprobado. En consecuencia, el marco jurídico está constituido por los compromisos conceptuales del EIA, las obligaciones derivadas de la COREMA, las obligaciones derivadas de resoluciones administrativas que se pronuncian sobre permisos sectoriales y los principios corporativos en materia ambiental.

4.3.1. Planta de Procesos

- **Decreto Supremo N° 132 art. 498 del Reglamento de Seguridad Minera (2004) (Anexo A-1)**

Deberá referirse a desmantelamiento de instalaciones, edificios, equipos y maquinarias, cuando fuese necesario, des-energizar instalaciones, cierre de accesos, señalizaciones, retiro de materiales y repuestos, protección de estructuras remanentes.

- **Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (2001) (Anexo A-2)**

En caso de realizarse demoliciones, se debe obtener un permiso en la Dirección de Obras Municipales. Estas deben realizarse de tal modo que no ocasionen perjuicio a las propiedades vecinas. La Dirección de Obras Municipales puede exigir medidas de seguridad adicionales (artículo 5.8.3 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones).

- **Medidas Ofrecidas en el Proyecto Plan de Cierre**

Todos los equipos e infraestructura que puedan generar riesgo por inestabilidad se desmontarán, dejando el área libre de toda clase de materiales y/o reactivos. Se retirarán todos los equipos de proceso, como los reactores, correas transportadoras, tuberías de proceso, acueducto, torres de transmisión eléctrica, estanques, etc., en el caso que estos no se requieran para actividades o proyectos posteriores.

Se retirarán las estructuras y elementos arquitectónicos de los edificios e instalaciones auxiliares si éstos crearan situaciones de riesgo para las personas. Todos los nichos, hoyos y cimientos que presenten desniveles importantes se rellenarán con material estéril para evitar la caída de personas o animales. El área del proyecto se dejará libre de chatarras y desechos que puedan constituir riesgos para las personas.

4.3.2. Emisión de RILES

Durante la operación los RILES son captados y recirculados al proceso.

Durante el abandono, estos RILES serán eliminados por evaporación. Se espera que la calidad de los RILES supere ligeramente algunos parámetros.

Los lodos serán dispuestos según DS 148 residuos peligrosos.

En materia de emisión de Residuos Industriales Líquidos (RILES), es necesario considerar el siguiente marco normativo:

a. Ley 3.133 de 1992 sobre Neutralización de los Residuos Provenientes de Establecimientos Industriales, publicada en Diario Oficial de 07/09/16. **Decreto Supremo N° 351** del Ministerio de Obras Públicas, que aprueba Reglamento para Neutralización y Depuración de los Residuos Líquidos

Industriales a que se refiere la ley 3.133. (Anexo A-3)

b. Decreto Norma N° 601 Del Ministerio de Obras Públicas (2004) Modifica D.S. N° 609 (1998) que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos al sistema de alcantarillado. (Anexo A-4)

Las normas referidas en las letras a y b contienen en general prohibiciones de descarga directa de RILES a cursos o masa de agua, estableciendo la obligación de tratamiento conforme a un sistema autorizado.

4.3.3. Suelo

- **Decreto Ley 3.557 Sobre la protección Agrícola (2008)**

En Chile no existen normas sobre contaminación de suelos. (Anexo A-5)

- **Normas Sobre Responsabilidad**

Conforme a las normas generales sobre responsabilidad civil ambiental, resulta conveniente realizar una limpieza de los suelos que se encuentren contaminados con

ocasión de la operación. Entre estos suelos se encuentran las zonas de la Planta utilizadas para almacenar sustancias peligrosas y otros productos.

4.3.4. Disposición de Residuos Industriales Sólidos (RIS)

- **Decreto Supremo 148 Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos (2003) (Anexo A – 6)**

El cierre deberá hacerse previo aviso a la Autoridad Sanitaria competente conforme al Plan de Cierre. Este Plan deberá contemplar a lo menos la descontaminación del sitio, estructuras y equipos y la eliminación de los residuos peligrosos que permanezcan en la instalación.

El relleno de seguridad deberá contemplar cuidados y controles especiales por un período de al menos 20 años: Los depósitos para disponer residuos industriales sólidos peligrosos deben contar con varias autorizaciones. Por si mismos estos depósitos debieran ingresar al SEIA. Asimismo, deben contar con el permiso de la Autoridad Sanitaria.

4.3.5. Vertederos para Residuos Domésticos (1993)

En este caso se trata del cierre de vertederos que se encuentran funcionando. Estos pueden generar olores por desechos orgánicos en descomposición en la etapa de cierre y abandono. Al respecto, corresponde tener presente las siguientes normas.

Resolución. 2.444 de Normas Mínimas para la Operación de Basurales (1980), establece obligaciones para el abandono de basurales: (Anexo A-7)

Al abandonarse transitoriamente o de modo definitivo el sitio del basural deberá quedar saneado, emparejando la basura en una superficie plana, dejándola recubierta con una capa de tierra exenta de bolones de piedra o cascotes de ladrillo u hormigón, debidamente compactada, de un espesor definitivo de 30 o 60 cm. según que el abandono sea transitorio o definitivo.

La ejecución de este recubrimiento se hará en forma tal que su asentamiento o los factores meteorológicos no produzcan grietas o afloramiento del material soterrado.

4.3.6. Disposición de Material Radiactivo (Anexo A –8)

D.S.133: el artículo 7 del clasifica las instalaciones radiactivas en tres categorías. La tercera categoría incluye los equipos de fuente sellada de uso industrial, tales como: pesómetros, densitómetros, medidores de flujo y de nivel, detectores de humo, medidores de espesores, etc. En general, los equipos de uso minero se comprenden en esta categoría. De acuerdo al artículo 8 del mismo Decreto, “los de tercera categoría sólo requerirán autorización de operación”, por lo que no necesitan autorización de cierre temporal o definitivo. Por otro lado, si se requiere autorización para el abandono o desecho de estos equipos las normas pertinentes son las siguientes:

Código Sanitario, art. 86, inc.2: “Se debe obtener autorización sanitaria para venta, abandono o desecho de instalaciones radiactivas y equipos generadores de radiaciones ionizantes”.

D.S. 133 art 7 (1984) Clasifica a los equipos de uso industrial en tercera categoría sólo requerirán autorización de operación.

DS 133, art. 22 (1984): “Todo abandono o desecho de sustancias radiactivas requiere autorización del Servicio de Salud respectivo”.

Finalmente, se debe señalar que los procedimientos de disposición de material radiactivo, es coordinado por la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).

4.3.7. Líneas Eléctricas

Al planificar el cierre, se deben analizar los compromisos contractuales con los proveedores de energía eléctrica. Al momento del cierre se deben desenergizar las instalaciones eléctricas. En caso que estas no se desmantelen, deben mantenerse en buenas condiciones de seguridad de acuerdo a la Norma N SEG 5 Emn, 71 (Instalaciones de Corrientes fuertes).

4.4. Marco jurídico de actividades de cierre Planta de tratamiento de Riles Molytmet S.A.

4.4.1. Desmantelamiento de Instalaciones

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 498

- Acciones de Cierre:

Se estima el retiro de todos los equipos de procesos y servicios. Así mismo, se contempla la demolición de estructuras y aquella parte de las fundaciones que sobresale de la superficie del suelo y que no será posible tapar durante el reacondicionamiento del suelo.

Se realizará la descontaminación de los equipos que hayan sido parte integral del proceso.

Las instalaciones auxiliares se desmantelarán y sus bases se demolerán o se enterrarán.

La superficie del terreno del área de proceso e instalaciones auxiliares será restablecida para mitigar el impacto visual.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

Reconocimiento visual.

4.4.2. Des energizar Instalaciones

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 498

- Acciones de Cierre:

Las acciones a realizar para desenergizar esta área son las siguientes:

- Retiro de tableros de fuerza y control;
- Retiro de tendido eléctrico y su correspondiente postación; y
- Retiro de sub estaciones

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica

4.4.3. Cierre de Accesos a Planta de Procesos

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 498

- Acciones de Cierre:

No existen caminos a cerrar en el área de la planta de proceso.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica

4.4.4. Señalización en Área de Planta de Proceso

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 498

- Acciones de Cierre:

En el acceso a la planta de proceso se colocarán señales de advertencia y de prohibición, que limiten el acceso al área.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

Estabilidad y calidad de la señalización.

4.4.5. Retiro de Materiales y Repuestos

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 498

- Acciones de Cierre:

Todos los materiales utilizados en la planta de proceso serán retirados de la faena. De acuerdo al criterio de clasificación o la posibilidad de reuso o reciclaje. Los materiales y/o repuestos que sean considerados chatarra, serán manejados de acuerdo al Plan de Manejo de Residuos. Aquellos que hayan estado en contacto con la solución de proceso, deberán ser descontaminados.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica

4.4.6. Protección de Estructuras Remanentes

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 498

- Acciones de Cierre:

Toda la instalación será desmantelada; por lo tanto, no existirán estructuras remanentes que requieran protección.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica

4.4.7. Retiro de Escombros

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 499

- Acciones de Cierre:

De acuerdo al tipo de escombros extraídos de la planta, se clasificarán en función de su potencial venta y disposición en los vertederos autorizados en la faena.

Los materiales reciclables serán comercializados con terceros y los escombros y materiales restantes asimilables a domésticos serán dispuestos en el vertedero correspondiente, siempre y cuando no se sobrepase la capacidad autorizada por la autoridad ambiental competente.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica

4.4.8. Retiro y Disposición Final de Residuos que no permanecerán en el lugar

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 499

- Acciones de Cierre:

El retiro y disposición final de los residuos que no permanecen en el lugar se realizará tanto por empresas autorizadas para la disposición final de residuos y/o el retiro por venta de equipos o material de chatarra.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica.

4.4.9. Disposición Final de Residuos que permanecerán en el lugar

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 132 Art 499

DS 148 Art 66

DS 148 Art 67

- Acciones de Cierre:

La disposición de este tipo de residuos se realizará en las zanja de residuos domésticos y peligrosos. En la actualidad la empresa Molymet Nos consta de una zanja de relleno de dimensiones de 600 metros de largo x 200 metros de ancho x 60 metros de profundidad que esta en funcionamiento desde el año 2002 y tiene aproximadamente un tercio (30 %) de su capacidad ocupada, este pozo llamado Pozo las Acacias se encuentra ubicado en la periferia de Nos, aproximadamente a 2 Km. de la empresa.

Al momento de su cierre la zanja se impermeabilizará con una cobertura de arcilla de 30 cm de espesor, sobre la cual se colocará una membrana sintética de al menos 0.75 mm de espesor; Sobre la membrana sintética, se colocará una capa de material drenante de un espesor de 30 cm; Sobre la capa drenante se colocará una capa de suelo natural de un espesor de 60 cm, esta superficie final tendrá una pendiente entre un 2 y 5 %; Se mantendrá el cierre perimetral para el control de acceso a personas ajenas al relleno de seguridad; Se

colocará la señalización adecuada que indique que el sitio fue utilizado para la disposición de residuos peligrosos.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

Mantener y operar los sistemas de recolección y tratamiento de líquidos lixiviados mientras estos se produzcan; Mantener el cierre y el control de acceso de personas ajenas al relleno de seguridad; Colocar y mantener señalización indicando que el sitio fue utilizado para la disposición de residuos peligrosos.

4.4.11 Descontaminación de Equipos

- Criterios Considerados para el Cierre:

Buenas Prácticas Ambientales

DN N° 601 del Ministerio de Obras Publica (2004)

- Acciones de Cierre:

La limpieza tanto interna como externa se realizará mediante el uso de agua a presión para remover todos los residuos visibles. Esta acción debe ser realizada por personal capacitado, con el equipo de protección adecuado y cuidando de que el agua contaminada no alcance las áreas externas de las contenciones secundarias. El lavado deberá realizarse hasta que el agua proveniente del lavado presente concentraciones inferiores a lo estipulado en el Decreto Norma N° 601, el cual establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado (Anexo A - 4). Se deberá mantener un registro de todos los equipos y/o elementos de la planta de proceso que se descontaminen, con sus respectivos respaldos. Los residuos líquidos provenientes de la descontaminación serán tratados como si fueran solución de proceso, mediante degradación natural (piscina). Ningún equipo debería abandonar el proyecto sin antes haber sido descontaminado.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica

4.4.11 Eliminación Solución de Proceso

- Criterios Considerados para el Cierre:

DS 148 Residuos peligrosos

Buenas Prácticas Ambientales

- Tipo de Impacto:

Contaminación con elementos asociados a la solución de proceso.

- Acciones de Cierre:

La solución de proceso será tratada mediante degradación natural. Para tal efecto será necesario disponer la solución en una piscina impermeabilizada de baja profundidad para que se propicien los diferentes mecanismos de degradación natural (evaporación, oxidación, hidrólisis, fotólisis, precipitación).

La solución será tratada en la piscina de emergencia existente la cual esta debidamente impermeabilizada, en la cual podría disponerse un volumen de aproximadamente 800 m³. Teniendo en cuenta que la tasa de evaporación anual que se presentan en la región es de 1260 mm, las cuales pueden ser calculadas a partir de la siguiente formula:

$$E = 90 * t$$

E = evaporación anual en mm.

t = temperatura media anual en grados Celsius

En Santiago para un valor de temperatura media anual de 14°C es posible estimar que la solución almacenada en la piscina se podría evaporar en un período de tiempo de 8 meses. El tiempo indicado podría ser mayor o menor, dependiendo de la época del año (contrastes térmicos).

El sedimento acumulado en el fondo de la piscina será mantenido en la misma hasta que se seque completamente, posteriormente, se realizarán todos los análisis requeridos de acuerdo a las indicaciones contenidas en el DS 148/2003 para garantizar que cumple con las características de no peligroso. Garantizando lo anterior la piscina será llenada nuevamente con el material producto de la excavación de la misma.

Se deben tramitar todos los permisos requeridos para llevar a cabo el tratamiento de la solución de proceso y descontaminación de equipos.

Se espera que el tratamiento de la solución de proceso se realice en paralelo con las demás actividades de cierre.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica.

Suelos Contaminados

- Criterios Considerados para el Cierre:

Buenas Prácticas Ambientales.

- Tipo de Impacto:

Alteración de la composición natural del suelo.

- Acciones de Cierre:

Para evitar el arrastre de contaminantes derramados durante la operación, o los que se generen en la etapa de cierre, deberán evaluarse los suelos contaminados y los efectos de potencial de arrastre o transporte en superficie o infiltración hacia napas subterráneas. En este sentido, si durante el desmantelamiento y demolición se encontraran áreas que estén contaminadas con acido, reactivos o combustibles, se tomarán muestras en éstas áreas y el material contaminado.

A continuación se describe el procedimiento a seguir para la evaluación de la contaminación en suelos:

- Inspección de áreas con potencial de contaminación tales como planta, talleres, áreas de almacenamiento de combustibles, áreas de almacenamiento de productos químicos y piscinas de emergencia. En estas áreas, se seleccionarán puntos de evaluación en base a una inspección visual y teniendo en cuenta la información existente de incidentes donde se haya presentado derrame de productos.

- Una vez identificados los puntos a evaluar, se tomarán muestras de suelo representativas, con el fin de determinar la extensión horizontal y vertical de la contaminación, en caso de que fuera la situación.

- Las muestras deberán ser representativas y deberán cubrir toda el área potencialmente impactada, de acuerdo con el diagnóstico in situ realizado por un especialista ambiental. Los niveles de profundidad y el número de muestras simples y puntuales estará soportado por el diagnóstico y el criterio del especialista.

- Dependiendo de las características del punto evaluado se seleccionarán los análisis que serán realizados a las muestras de suelo. Para el caso de suelos contaminados con hidrocarburos, se analizarán parámetros tales como compuestos orgánicos volátiles (VOCs) compuestos orgánicos semi volátiles y TPH. Para el caso de áreas contaminadas con solución de proceso y/o otros compuestos químicos se analizarán los parámetros que correspondan dependiendo del compuesto químico.

- Se propone comparar los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio con el estándar de calidad ambiental de Canadá y/o Estados Unidos para el suelo de uso industrial ante la ausencia de un estándar nacional para la calidad del suelo.

- En base a los resultados de los análisis de las muestras de suelo se delimitará en forma aproximada la extensión vertical y horizontal de la contaminación.

- Una vez determinada la extensión y características de los suelos impactados, se identificarán los receptores potenciales y las probables vías de exposición para desarrollar con esta información un “Análisis de Riesgo Ambiental”.

- Con base en los resultados del análisis de riesgo, se determinará la necesidad de implementar medidas de remediación.

- En el caso de optar por la atenuación natural monitoreada como metodología para la remediación de los suelos impactados, se deberá establecer un programa de monitoreo de suelo con una frecuencia semestral, el cual servirá como indicador de eficiencia de la medida correctiva implementada.

- En el caso de áreas pequeñas contaminadas (alrededor de 1 m³), se evaluará la posibilidad del retiro del suelo contaminado para su disposición en el relleno de seguridad. El suelo removido deberá reemplazarse por suelo limpio.

• Actividades de Monitoreo Post Cierre:

No aplica

Pozos de control aguas subterráneas

• Criterios Considerados para el Cierre:

Buenas Prácticas Ambientales.

• Tipo de Impacto:

Alteración a la composición natural del agua.

• Acciones de Cierre:

Para evitar la contaminación de aguas subterráneas durante la operación o durante la etapa de cierre se evaluarán las aguas pertenecientes al pozo de control N° 2 el cual esta situado a un costado de la planta de tratamiento primario. En el caso de un pozo ya existente se deberán realizar algunas actividades adicionales para el muestreo de aguas, entre las cuales es posible citar:

- Recopilación de información del pozo; cota de la boca del pozo, datos constructivos, profundidad del pozo y niveles de agua históricos.
- Elección del equipo de muestra y método que mejor se pueda adaptar a las condiciones y limitaciones del pozo. En el caso del pozo N°2 será posible extraer el agua por medio de la bomba ya instalada en éste.
- La toma de muestra de un pozo es posible dividirla en tres fases:
 - o Medición in-situ: medición del nivel existente de agua en el pozo.

- Purgado del pozo: se extrae agua contenida en el pozo y la inmediatamente adyacente a éste (zona de influencia). El volumen purgado del pozo dependerá del equipo utilizado. Se deberá tener cuidado especial en la manipulación para no incluir contaminación cruzada.
 - Toma de muestras: cuando se haya extraído la suficiente cantidad de agua del pozo se procederá a la toma de muestra en el recipiente elegido, el cual será herméticamente cerrado, etiquetado y embalado para su envío al laboratorio.
- En base a los resultados de los análisis de las muestras se determinará la necesidad de implementar medidas de remediación.

Cabe señalar que el pozo N°2 de la empresa no será cerrado ya que seguirá siendo utilizado por esta.

- Actividades de Monitoreo Post Cierre:
No aplica.

**Costos Estimados al Plan de
Cierre de Planta de RILES**

CAPÍTULO 5

5.1. Generalidades

El cierre de la faena debiera comprender etapas de cierres parciales sucesivas como se describe a continuación.

Junto con el término de las operaciones mencionadas anteriormente, surgen otras actividades igualmente importantes, con las que el planeamiento de cierre debe contar; ellas son el plan de manejo de residuos, descontaminación y las actividades remediación asociadas al pasivo ambiental.

Para la estimación del valor recuperable de los equipos e instalaciones se evaluará el mejor escenario futuro, para la empresa Molytmet el criterio de valor residual para equipos críticos es del 12% del valor de adquisición, esto para los equipos pertenecientes a la planta de Riles. Para evaluar el escenario más desfavorable, se podría considerar un valor de \$80 por kilo de chatarra, como precio de enajenación de los equipos, ya que éste corresponde al valor de venta actual de mercado. Sin embargo, no se evaluará este último escenario por falta de antecedentes respecto al tonelaje de los equipos. Por lo anterior, el monto final presentado en este documento, no considera el valor total residual o de rescate de los equipos e instalaciones., ya que en algunos casos no se contaba con las características suficientes de los equipos inventariados. (Anexo B)

La estimación de costos presentada en este plan de cierre, es de un nivel conceptual, con una precisión aproximada de $\pm 30\%$.

Una vez definidas y descritas las actividades de cierre, se ha estimado los costos asociados al Plan de Cierre considerando los costos unitarios estándar para las actividades específicas y cotizaciones solicitadas a diferentes empresas según correspondiera.

Se estimarán los costos de las obras de cierre asociadas a las siguientes actividades:

- Cierre de la Planta de RILES
- Plan de Manejo de Residuos
- Remediación
- Seguimiento Post-Cierre

5.2. Precios Unitarios

De acuerdo a las actividades de cierre se ha propuesto el siguiente listado de precios unitarios en Dólares Americanos (USD). (Tabla N°1)

Tabla N°1: Tabla de Precios Unitarios

Partida	Unidad	Precio USD
Transporte de material	m ³ _Km	0,25
Señalización	uni	30
Compactación	m ³	3,9
Corte zanja colectora de aguas lluvias	m ³	8
Colocación capa drenante	m ²	1,83
Membrana HDPE e=1,5 mm	m ²	2,81
Membrana HDPE e=1,0 mm	m ²	1,9
Malla Geonet	m ²	6,7
Geotextil	m ²	1,7
Lavado de equipos (descontaminación)	HH	30
Excavación	m ³	2

Referencia: Se utilizaron precios unitarios, estimados y cotizados en otros proyectos de similares características, que se desarrollan en Molytmet S.A.

5.3. Detalle de Costos

A continuación se presenta el detalle de la estimación de costos, con sus respectivas partidas, cantidades, precios unitarios, y montos asociado a cada actividad contemplada en el Plan de Cierre.

Tabla N° 2: Cierre de Planta Riles

Edif. E Inst. Aux (ART. 498)	Costo de obras			
	P. Un. (US\$)	Cantidad	UM	Valor USD
Desmatelamiento instalaciones	2478171	1	Global	2.478.171
Desenergizar instalaciones	8189	1	Global	8.189
Señalizaciones	30	2	un	60
H/H para el lavado de equipos	30	110	HH	3.300
Retiro materiales y repuestos	*	*	*	*
Subtotal (1)				2.489.720
Imprevistos (15%)				373.458
Total plan de cierre planta RILES				2.863.178

Los materiales y repuestos no serán removidos ni retirados de la empresa, por esta razón no son considerados dentro del detalle de costos.

Tabla N° 3: Costos asociados al Plan de manejos de Residuos

Residuos Peligrosos Domesticos				
Cierre zanjas de relleno de seguridad 600 x 200 x 60	Costo de Obra			
	P. Un. (US\$)	Cantidad	UM	Valor USD
Transporte de arcilla	0,25	72000	m3_km	18.000
Compactación de capa de arcilla e=30 cm	3,9	36000	m3	140.400
Geomembrana HDPE, e=1,5 mm	2,81	180000	m2	505.800
Transporte suelo natural	0,25	72000	m3_km	18.000
Compactación suelo natural (60 cm con pendiente)	3,9	36000	m3	140.400
Señalización	30	2	uni	60
Subtotal (1)				822.660
Imprevistos (15%)				123.399
Total plan de manejos de resiuos				946.059

El valor de transporte fue estimado en 3 km, ya que el Pozo Las Acacias, perteneciente a Molytmet y donde se dispondrán los residuos están a esa distancia.

Tabla N° 4: Costos de Remediación

Evaluación ambiental de suelos contaminados	Costo de Obras			
	P. Un. (US\$)	Cantidad	UM	Valor USD
Muestreo y análisis de suelos	34,53	30	inu	1.036
Trasporte de suelos contaminados (50 x 50 x 0.3)	0,25	2250	m ³ _km	563
Piscina de tratamiento de solución				
Excavación	2	800	m ³	1.600
HPDE e = 1,5 m	2,8	9180	m ²	25.704
Malla Geonet	6,7	9180	m ²	61.506
Geotextil	1,7	9180	m ²	15.606
Capa impermeabilizante para cierre	2,81	8000	m ²	22.480
Subtotal				128.494
Imprevistos (15%)				19.274
Total plan de remediación de suelos				147.769

Se estima un volumen total de 23,83 m³ de suelos contaminados que podrían ser transportados.

Las dimensiones de la piscina de tratamiento son:

Profundidad: 1,0 m

Área inferior: 80,0 x 100,0 m²

Área superior: 80,0 x 100,0 m²

Tabla N° 5: Costos de Seguimiento Post Cierre

Seguimiento post cierre (3 años)				
Inspección Visual/ Muestreo	Costo de Obras			
	P. Un. (US\$)	Cantidad	UM	Valor USD
Horas profesionales (3 profesionales por 2 días de trabajo)	50	288	HH	14.400
Subtotal				14.400
Imprevistos (15%)				2.160
Total seguimientos Post Cierre				16.560

Se estiman tres años con inspecciones semestrales. Los costos post cierre de residuos y suelos contaminados están incluidos en esos ítems.

5.4 Discusión de Resultados

Para las actividades de desmantelamiento de instalaciones, desenergizar instalaciones, muestreo y análisis de suelos, se presentan precios globales.

La Tabla N° 6 Resumen de Estimación de Costos Plan de Cierre de la Planta de Riles, se presenta el costo de cierre estimado que alcanza aproximadamente un valor de millones de dólares, el cual considera el transporte de los escombros al patio de clasificación ubicado una distancia aproximada de 3 Km.

Tabla N° 6 Resumen de Estimación de Costos Plan de Cierre

Actividad	Costo USD
Cierre Planta RILES	2.850.000
Manejo de Residuos	950.000
Remediación	150.000
Seguimineto Post cierre	20.000
Total	3.970.000

Podrían quedar aún por valorizar algunos ítems, entre lo cuales se podría citar la remediación de suelo por algún derrame posterior a la fecha de elaboración del presente documento y otras incertidumbres expresadas en las páginas anteriores.

La tabla anterior, no incluye los ingresos por concepto de valor residual o enajenación de equipos e instalaciones.

Tabla N° 7 Resumen de ingresos por concepto de valor residual (Anexo B)

Costo de equipos críticos USD	9.222.533
Valor Residual de equipos críticos USD	1.107.836

Es razonable intuir que al considerar el activo total de la empresa, el valor neto final disminuya en forma importante, ya que sería posible estimar a cabalidad el presupuesto final para el valor recuperable de todos los equipos e instalaciones al momento del cierre, sin desestimar muchos ítems que tienen valores importantes en el mercado en comparación con los rubros principales.

Es importante destacar que el ingreso por enajenación de equipos estimado, equivale actualmente a un 12% del valor de la inversión inicial en equipo. Este valor puede variar fuertemente si se consideran las condiciones de mercado y el estado mecánico en que se encontrarán los equipos al momento de enajenarlos. Idealmente, el Costo del Plan de Cierre, quedaría cubierto en un 30% por este concepto.

**Actividades y Cronograma de
Plan de Cierre de
Planta de RILES**

CAPÍTULO 6

6.1 Actividades de Cierre

Las Actividades de cierre son posibles de dividir en tres fases:

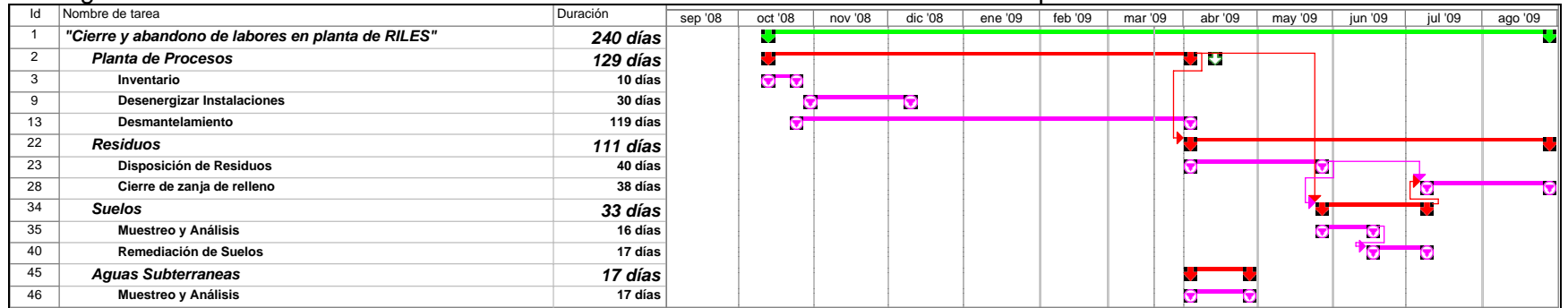
- Actividades de Cierre Planta de Riles
- Residuos Peligrosos y Domésticos
- Remediación

Según las exigencias aplicables a cada una de ellas, de acuerdo al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, compromisos ambientales y buenas prácticas ambientales se determinaron las acciones de cierre.

En esta tabla se ven reflejadas las principales actividades de Cierre sin el desglose de cada una de ellas. Cabe mencionar que la estimación de los tiempos fue realizada a partir de información recopilada de empresas consultoras especialistas en el tema.

-

Tabla N° 8
Cronograma de Actividades de Cierre Plan de Cierre Planta de Residuos Industriales Líquidos.



Para las Actividades de Cierre de Planta Riles se presenta medidas que reduzcan el riesgo por inestabilidad de estructuras materiales y reactivos, el área del proyecto se dejara libre de chatarras y desechos que puedan constituir algún riesgo; es por esto que se consideraron las siguientes acciones las cuales a su vez tienen una serie de sub-etapas

- Desmantelamiento de Instalaciones:
 - o Retiro de equipos y servicios
 - o Demolición de estructuras
 - o Descontaminación de equipos
 - o Mitigación en la superficie del terreno
 - o Comercialización de equipos.

El desmantelamiento de equipos contaminados se realizará por personal capacitado, con el equipo de protección adecuado y cuidando que al momento de descontaminar los equipos con agua a presión, ésta no alcance las áreas externas de las contenciones secundarias

Además se deberá mantener un registro de todos los equipos y/o elementos de la planta con sus respectivos respaldos.

- Desenergizar instalaciones:
 - o Retiro de tableros de fuerza y control
 - o Retiro de tendido eléctrico y correspondiente postación
 - o Retiro de Subestaciones

Esta etapa será realizada por la empresa de electricidad con la cual se mantienen los contratos pertinentes.

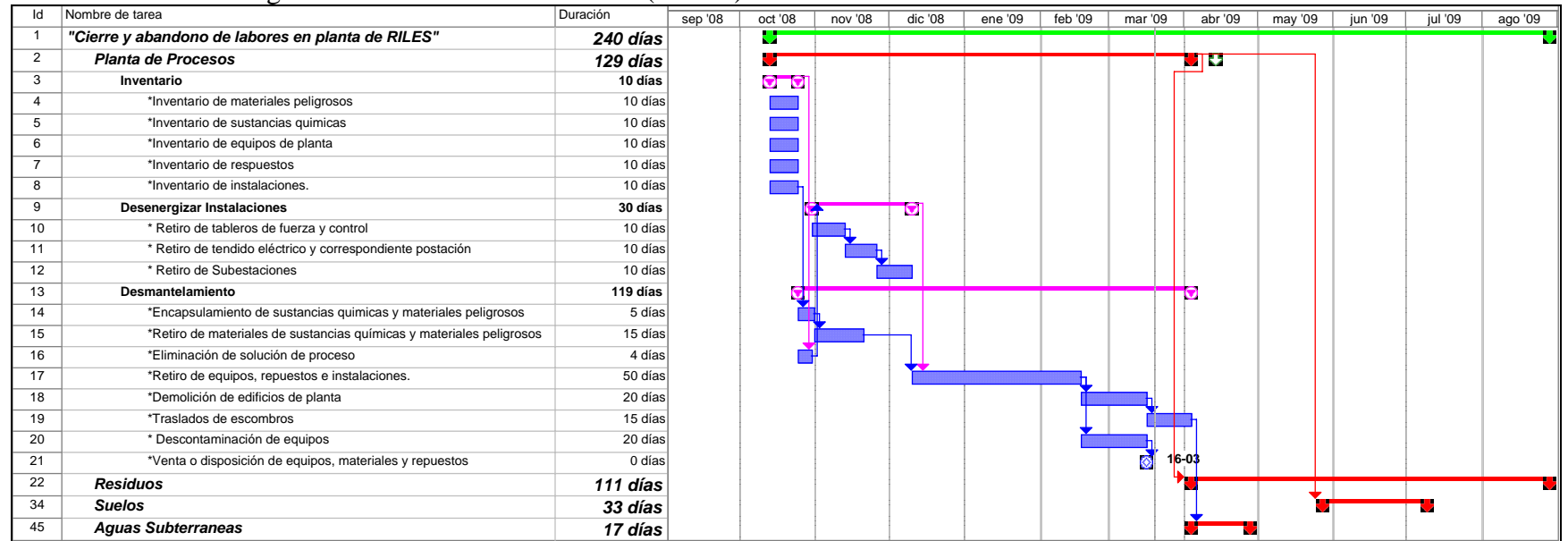
- Señalización en área de planta de Riles:
 - o Se colocarán señales de advertencias y de prohibición, que limiten el acceso al área.
- Retiro de Materiales y Repuestos
 - o Descontaminación de materiales y/o repuestos
 - o Comercialización de materiales y/o repuestos

Todos los materiales utilizados en la planta serán retirados de la faena.

- Retiro de escombros
 - o Clasificación de escombros
 - o Comercialización de escombros reciclables.

De acuerdo al tipo de escombros extraídos de la planta, se clasificarán en función de su potencial venta y disposición en los vertederos autorizados en la faena.

Tabla N° 9 : Cronograma Cierre Planta de Procesos (RILES)

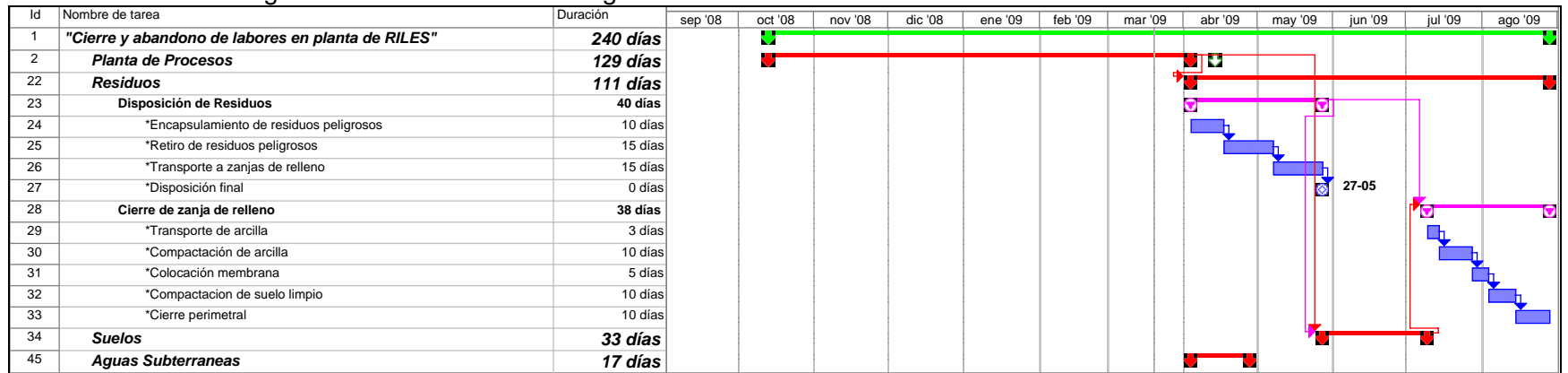


Para la segunda fase de las actividades de cierre se contemplan los residuos Peligrosos y Domésticos la cual a su vez tiene sub etapas que conforman el plan de remediación y saneamiento para los residuos provenientes de la fase anterior.

- Disposición de residuos peligroso en zanjas de relleno
 - o Retiro de residuos peligrosos
 - o Transporte de residuos a zanjas
 - o Disposición final

- Cierre de zanjas de relleno residuos peligrosos
 - o Transporte de arcilla, lo suficiente para impermeabilizar la zanja con una cobertura de 30 cm de espesor.
 - o Compactación capa de arcilla
 - o Colocación de membrana sintética de 0,75 mm de espesor
 - o Transporte de suelo natural, lo suficiente para obtener un espesor de 60 cm.
 - o Compactación suelo deberá tener una pendiente entre un 2 y 5%.
 - o Se mantendrá el cierre perimetral para el control de acceso a personas ajenas, se colocarán señalizaciones adecuadas que indique que el sitio fue utilizado para la disposición de residuos.

Tabla N° 10 : Cronograma Plan de Residuos Peligrosos-Domésticos



Para la tercera fase Suelos se describen las siguientes sub etapas con la finalidad de evitar el arrastre de contaminantes durante la operación.

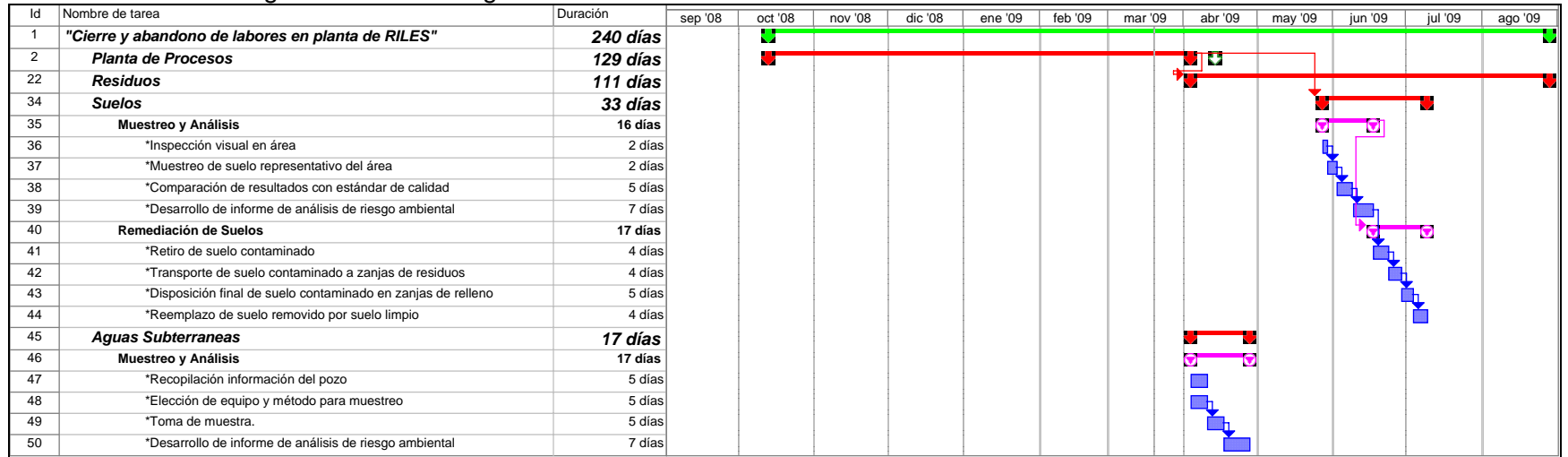
- Muestreo y análisis
 - o Inspección visual en área
 - o Muestreo de suelo representativo del área
 - o Comparación de resultados con estándar de calidad propuestos por Canadá y/o Estados Unidos
 - o Desarrollo de informe de análisis de riesgo ambiental

La inspección será de las áreas con potencial de contaminación tales como planta, talleres, áreas de almacenamiento de combustibles, áreas de productos químicos y piscinas de emergencias. En estas áreas, se seleccionaran puntos de evaluación base a una inspección visual y teniendo en cuenta la información existente de incidentes donde se haya presentado derrame de productos. Se determinara la extensión horizontal y vertical de la contaminación, en caso de que fuera la situación. De acuerdo a los resultados de los análisis y del informe de análisis de riesgo ambiental, se continuará con:

- Remediación de Suelos
 - o Retiro de suelo contaminado
 - o Transporte de suelo contaminado a zanjas de residuos
 - o Disposición final de suelo contaminado en zanjas de relleno
 - o Reemplazo de suelo removido por suelo limpio

Posterior a los 6 meses se desarrollarán principalmente las actividades de seguimiento Post cierre, que corresponden a monitoreo de las variables ambientales.

Tabla N° 11 : Cronograma Plan de Mitigación de Suelos.



Conclusiones

Para la realización del Plan de Cierre Planta de Tratamiento de Riles Molymet S.A. fue necesario analizar el marco jurídico aplicable y existente, se reviso y analizo la normativa ambiental aplicable y dentro de este concepto se realizo un plan de cierre basado en las buenas prácticas ambientales. Esto fue necesario, ya que para este proyecto no están normadas la totalidad de las actividades de cierre, lo cual genera una serie de posibilidades de contaminar y maltratar el medio ambiente sin legislación que lo impida. Cabe mencionar que los vacíos antes mencionados están siendo tratados en la actualidad y se podrá contar en corto plazo con una normativa más específica para este tipo de proyecto o actividad de cierre.

Se describen y detallan las actividades de cierre y se genera dentro de éste un plan de monitoreo post cierre para las actividades que así lo requieran, como es el caso de la descontaminación de suelos y los pozos de control de agua subterráneas. La ejecución del plan de cierre podrá ser realizado en aproximadamente 240 días, además se estiman 6 meses de monitoreo post cierre y de inspecciones visuales por al menos 3 años dos veces por año.

Para la realización de estimación de costos, para las actividades de desmantelamiento de instalaciones, desenergizar instalaciones, muestreo y análisis de suelos, se presentan precios globales, los cuales fueron obtenidos de diferentes proyectos anteriores de la empresa.

Podrían quedar aún por valorizar algunos ítems, entre lo cuales se podría citar la remediación de suelo por algún derrame posterior a la fecha de elaboración del presente documento y otras incertidumbres expresadas en las páginas anteriores.

De los ítems analizados se extrae la siguiente tabla

Actividad	Costo USD
Cierre Planta RILES	2.850.000
Manejo de Residuos	950.000
Remediación	150.000
Seguimineto Post cierre	20.000
Total	3.970.000

La tabla anterior, no incluye los ingresos por concepto de valor residual o enajenación de equipos e instalaciones. La empresa actualmente ha evaluado el ingreso por enajenación de los “equipos de planta” en \$1,1 millones de dólares.

Es razonable intuir que al considerar el activo total de la empresa, el valor neto final disminuya en forma importante, ya que sería posible estimar a cabalidad el presupuesto final para el valor recuperable de todos los equipos e instalaciones al momento del cierre, sin desestimar muchos ítems que tienen valores importantes en el mercado en comparación con los rubros principales.

Es importante destacar que el ingreso por enajenación de equipos estimado, equivale actualmente a un 12% del valor de la inversión inicial en equipos. Este valor puede variar fuertemente si se consideran las condiciones de mercado y el estado mecánico en que se encontrarán los equipos al momento de enajenarlos.

No obstante lo anterior, en la medida que la vida de la Planta de Riles avanza deberá afinarse el listado de ítems que sería posible enajenar al cierre evaluando adecuadamente las condiciones del mercado.

Bibliografía

1. Bustamante Alsina, Jorge; Derecho ambiental: fundamentación y normativa; Editorial Buenos Aires, 1995.
2. Franz Thorud, Cristian; Legislación ambiental Chilena en el siglo XIX; Editorial Santiago, 1993.
3. Reglamento del Sistema de evaluación de impacto ambiental; CONAMA; Editorial Santiago, 1996.
4. Cordero Vega, Luís Alberto; La regulación medio ambiental en Chile; Editorial Santiago de Chile: Jurídica ConoSur, 1996.
5. Vegas Faúndez, Abraham; Minería y Medio Ambiente; Ministerio de Educación, 1999.
6. Peters, Max; Timmerhaus, Klaus; Plant Design Economics For Chemical Engineers; Editorial McGraw Hill International, 1991
7. Jimenez Gutierrez, Arturo; Diseño de Procesos en Ingeniería Química; Editorial Reverté, 2003.
8. CONAMA, Normas de la Confederación Suiza para su utilización dentro del sistema de evaluación de impacto ambiental, Santiago, 1998.

Anexo A

Normas del Marco Jurídico Aplicable.

Anexo A-1

REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA (DS 132) (2004)

Artículo 498.- El Proyecto de Plan de Cierre de Plantas, Edificios e Instalaciones auxiliares deberá referirse a los siguientes aspectos:

- Desmantelamiento de instalaciones, edificios, equipos y maquinarias, cuando fuese necesario,
- Desenergizar instalaciones,
- Cierre de accesos, Estabilización de taludes,
- Señalizaciones,
- Retiro de materiales y repuestos,
- Protección de estructuras remanentes.

Artículo 499.- El Proyecto de Plan de Cierre de Manejo de residuos y otros deberá incluir lo siguiente:

- Retiro de escombros, Protección de estructuras remanentes,
- Retiro y disposición final de residuos que no permanecerán en el lugar, Cierres y letreros de advertencia, y
- Disposición final de residuos que permanecerán en el lugar.

Anexo A-2

ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES (2001)

Artículo 5.8.3. En todo proyecto de construcción, reparación, modificación, alteración, reconstrucción o demolición, el responsable de la ejecución de dichas obras deberá implementar las siguientes medidas:

1. Con el objeto de mitigar el impacto de las emisiones de polvo y material:
 - a) Regar el terreno en forma oportuna, y suficiente durante el período en que se realicen las faenas de demolición, relleno y excavaciones.
 - b) Disponer de accesos a las faenas que cuenten con pavimentos estables, pudiendo optar por alguna de las alternativas contempladas en el artículo 3.2.6.
 - c) Transportar los materiales en camiones con la carga cubierta.
 - d) Lavado del lodo de las ruedas de los vehículos que abandonen la faena.
 - e) Mantener la obra aseada y sin desperdicios mediante la colocación de recipientes recolectores, convenientemente identificados y ubicados.
 - f) Evacuar los escombros desde los pisos altos mediante un sistema que contemple las precauciones necesarias para evitar las emanaciones de polvo y los ruidos molestos.
 - g) La instalación de tela en la fachada de la obra, total o parcialmente, u otros revestimientos, para minimizar la dispersión del polvo e impedir la caída de material hacia el exterior.
 - h) Hacer uso de procesos húmedos en caso de requerir faenas de molienda y mezcla.

El Director de Obras Municipales podrá excepcionalmente eximir del cumplimiento de las medidas contempladas en las letras a), d) y h), cuando exista déficit en la disponibilidad de agua en la zona en que se emplace la obra. No obstante, estas medidas serán siempre obligatorias respecto de las obras ubicadas en zonas declaradas latentes o saturadas por polvo o material particulado, en conformidad a la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.

2. Se prohíbe realizar faenas y depositar materiales y elementos de trabajo en el espacio público, excepto en aquellos espacios públicos expresamente autorizados por el Director de Obras Municipales de acuerdo a lo dispuesto en el artículo anterior.

3. Mantener adecuadas condiciones de aseo del espacio público que enfrenta la obra. Cuando en dicho espacio existan árboles y jardines, deberá mantenerlos en buenas condiciones y reponerlos si corresponde.

4. Por constituir las faenas de construcción fuentes transitorias de emisión de ruidos y con el objeto de controlar su impacto, el constructor deberá D.O. 25.06.2001 entregar, previo al inicio de la obra, un programa de trabajo de ejecución de las obras que contenga los siguientes antecedentes:

a) Horarios de funcionamiento de la obra.

b) Lista de herramientas y equipos productores de ruidos molestos, con indicación de su horario de uso y las medidas consideradas.

c) Nombre del constructor responsable y número telefónico de la obra, si lo hubiere.

5. En los casos que la faena contemple la utilización de explosivos, debe obtenerse la autorización correspondiente según lo dispuesto en el D.S. N°400, de 1977, del Ministerio de Defensa, que fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley 17.798, sobre Control de Armas y su Reglamento aprobado por D.S. N° 77 de 1982, del Ministerio de

Defensa, publicado en el Diario Oficial de 14 de Agosto de 1982 y sus modificaciones.

6. En los casos que la faena contemple adosamientos en subterráneos, con anterioridad al inicio de la construcción de la parte adosada, el constructor deberá D.O. 16.03.2004 informar al vecino, señalando las medidas de seguridad y de estabilidad estructural adoptadas y los profesionales responsables de la obra. Estas exigencias serán registradas en el informe de las medidas de gestión y de control de calidad que debe presentar el constructor a cargo de la obra ante la Dirección de Obras Municipales correspondiente.

Anexo A-3

D.S. Nº 351/92 del Ministerio de Obras Públicas

Aprueba Reglamento para la Neutralización y Depuración de los Residuos Líquidos Industriales a que se Refiere la Ley Nº 3.133, D.S. Nº 351/92, del Ministerio de Obras Públicas.

Artículo 3º.- De acuerdo con lo establecido en los artículos 1º y 2º de la Ley, los establecimientos no podrán vaciar riles u otras sustancias nocivas al riego o a la bebida en ningún acueducto, cauce natural o artificial, superficial o subterráneo, que conduzca aguas, o en vertientes, lagos, lagunas, depósitos de agua, o terrenos que puedan infiltrar la napa subterránea, sin la autorización del Presidente de la República, otorgada por decreto del Ministerio de Obras Públicas, previo informe favorable de la Superintendencia. Igual autorización será necesaria para los establecimientos cuyos riles u otras sustancias que descarguen en redes de alcantarillado puedan dañar los sistemas de recolección, de tratamiento de aguas servidas, o contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes, aún cuando no sean nocivas a la bebida o al riego.

Asimismo, quedan sometidos a la Ley Nº 3133 y al artículo 4º y siguientes de este Reglamento los establecimientos cuyos riles serán tratados en un sistema de neutralización y/o de depuración de propiedad de terceros, sin perjuicio de la aprobación con que debe contar dicho tercero.

Artículo 16º.- Si el sistema de tratamiento de los riles propuesto no está suficientemente probado, podrá otorgarse la autorización y aprobación referida en el artículo precedente, en carácter provisional, por un lapso máximo de dieciocho meses.

A lo menos ciento veinte días antes del término de la autorización provisional, el interesado solicitará a la Superintendencia su autorización definitiva, acompañando todos los antecedentes que permitan evaluar el resultado del sistema.

Si el resultado ha sido satisfactorio, la Superintendencia certificará este hecho en la forma que establece el artículo 20º y se otorgará la autorización permanente a través de la dictación del decreto del Ministerio de Obras Públicas.

Artículo 17º.- Los propietarios, administradores o empresarios de establecimientos mineros o metalúrgicos extractivos que vacíen riles en cualquier cauce, natural o artificial, de dominio público o privado, además de cumplir con los requisitos que exige el Código de Aguas, deberán obtener la autorización del sistema de tratamiento de sus riles, en la forma que señala este Reglamento, acompañando a su solicitud todos los antecedentes que permitan establecer que el sistema de tratamiento de tales residuos no representa peligro alguno de contaminación de las aguas ni de terrenos vecinos, de acuerdo a lo establecido en el artículo tercero.

Artículo 18º.- Los residuos sólidos provenientes del tratamiento de los riles o cualquier otro residuo, que se genere en etapas intermedias del proceso, no podrán ser vaciados a los cauces naturales o artificiales, o a depósitos de agua, o al alcantarillado público, ni tampoco podrán ser depositados en zonas donde se pueda contaminar la napa subterránea, según lo establece la Ley, y sólo se permitirá almacenarlos en sitios autorizados por el Servicio de Salud de la jurisdicción. La dictación del decreto de autorización, a que alude el artículo 15º, quedará sujeta a la resolución de aprobación del sistema de disposición final de los residuos sólidos, emitida por la Autoridad Sanitaria.

Anexo A-4

Decreto Norma Nº 601 del Ministerio de Obras Públicas (2004)

ESTABLECE NORMA DE EMISION PARA LA REGULACION DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS A SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

Artículo primero: Establécese la siguiente norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado, cuyo texto es el siguiente:

1. Objetivos de Protección Ambiental y Resultados

Esperados

1.1 La presente norma de emisión tiene como DTO 601, OBRAS PUB. objetivo mejorar la calidad ambiental de las aguas Art. único Nº 1 servidas que los servicios públicos de disposición de D.O. 08.09.2004 éstas vierten a los cuerpos de agua terrestres o marítimos mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial, que se descargan en los alcantarillados. Con lo anterior se logra que los servicios públicos de disposición de aguas servidas dispongan aguas residuales con un bajo nivel de contaminación, protegiendo así los cuerpos de agua receptores. Corresponderá a la norma que regula las descargas de residuos líquidos a las aguas superficiales determinar la calidad del efluente del servicio público de disposición de aguas servidas.

1.2 Asimismo la presente norma está orientada a proteger y preservar los servicios públicos de recolección y disposición de aguas servidas mediante el control de las descargas de residuos industriales líquidos, que puedan producir interferencias con los sistemas de tratamiento de aguas servidas, o dar lugar a la corrosión, incrustación, u obstrucción de las redes de alcantarillado o a la formación de gases tóxicos o explosivos en las mismas, u otros fenómenos similares.

Esta norma, al proteger los sistemas de recolección de aguas servidas, evita que los contaminantes transportados por éstos puedan eventualmente ser liberados sin tratamiento, al medio ambiente urbano(calles, suelo, aire entre otros), por efecto de roturas u obstrucciones del sistema, pudiendo afectar la calidad de éste, y la salud de las personas.

2. Disposiciones Generales

2.1 La presente norma de emisión establece los límites máximos de contaminantes permitidos para residuos industriales líquidos, descargados por establecimientos industriales a los servicios públicos de recolección de aguas servidas de tipo separado o unitario.

2.2 La norma de emisión se aplicará en todo el territorio nacional.

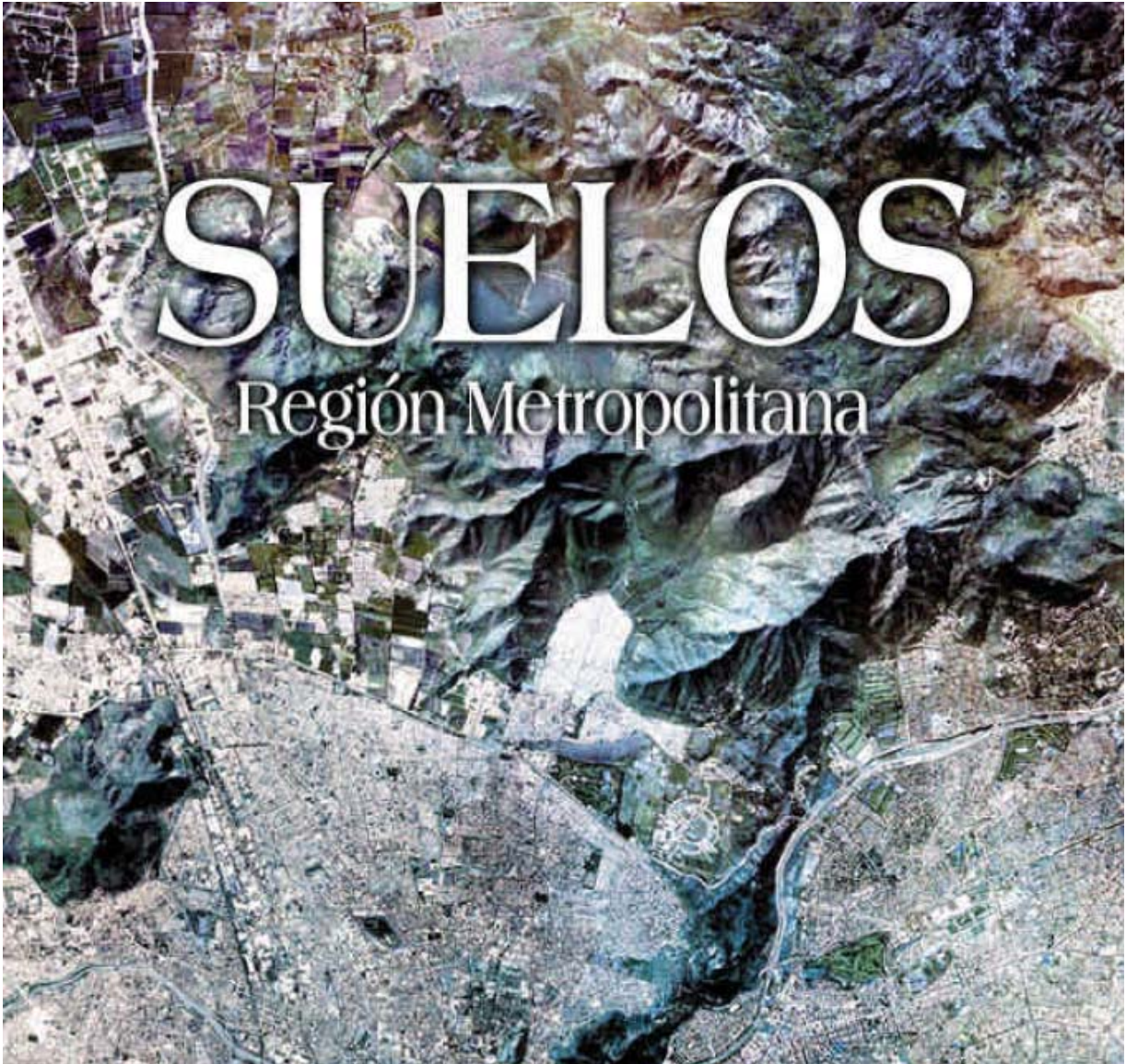
2.3 Los residuos industriales líquidos no podrán contener sustancias radiactivas, corrosivas, venenosas, infecciosas, explosivas o inflamables, sean éstas sólidas, líquidas, gases o vapores, y otras de carácter peligroso en conformidad a la legislación y reglamentación vigente.

2.4 Con el propósito de lograr una efectiva reducción de los contaminantes provenientes de los establecimientos industriales, no se debe usar como procedimiento de tratamiento la dilución de los residuos industriales líquidos con aguas ajenas al proceso industrial, incorporadas sólo con el fin de reducir las concentraciones. Para estos efectos, no se consideran aguas ajenas al proceso industrial las aguas servidas provenientes del establecimiento industrial.

2.5 Los sedimentos, lodos y/o sustancias sólidas provenientes de sistemas de tratamiento de residuos industriales líquidos no deben disponerse en cuerpos receptores o en servicios públicos de recolección de aguas servidas y su disposición final debe cumplir con las normas legales vigentes en materia de residuos sólidos.

2.6 El volumen de descarga diario, VDD (m³/día) no deberá afectar la operación normal del servicio público de recolección y tratamiento de aguas servidas. Su máximo corresponderá al indicado en el certificado de factibilidad otorgado por el prestador de servicios sanitarios.

Anexo A- 5



Anexo A – 6

Decreto Supremo 148 Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos (2003)

Artículo 1

Este Reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

Artículo 4

Los residuos peligrosos deberán identificarse y etiquetarse de acuerdo a la clasificación y tipo de riesgo que establece la Norma Chilena Oficial NCh 2.190 of.93.- Esta obligación será exigible desde que tales residuos se almacenen y hasta su eliminación.

Artículo 6

Durante el manejo de los residuos peligrosos se deberán tomar todas las precauciones necesarias para prevenir su inflamación o reacción, entre ellas su separación y protección frente a cualquier fuente de riesgo capaz de provocar tales efectos.

Además, durante las diferentes etapas del manejo de tales residuos, se deberán tomar todas las medidas necesarias para evitar derrames, descargas o emanaciones de sustancias peligrosas al medio ambiente.

Artículo 7

En cualquier etapa del manejo de residuos peligrosos, queda expresamente prohibida la mezcla de éstos con residuos que no tengan ese carácter o con otras sustancias o materiales, cuando dicha mezcla tenga como fin diluir o disminuir su concentración. Si por cualquier circunstancia ello llegare a ocurrir, la mezcla completa deberá manejarse como residuo peligroso, de acuerdo a lo que establece el presente reglamento.

Artículo 8

Los contenedores de residuos peligrosos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) tener un espesor adecuado y estar contruidos con materiales que sean resistentes al residuo almacenado y a prueba de filtraciones,
- b) estar diseñados para ser capaces de resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados,
- c) estar en todo momento en buenas condiciones, debiéndose reemplazar todos aquellos contenedores que muestren deterioro de su capacidad de contención,
- d) estar rotulados indicando, en forma claramente visible, las características de peligrosidad del residuo contenido de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of 93, el proceso en que se originó el residuo, el código de identificación y la fecha de su ubicación en el sitio de almacenamiento.

Los contenedores sólo podrán ser movidos manualmente si su peso total incluido el contenido, no excede de 30 kilogramos. Si dicho peso fuere superior, se deberán mover con equipamiento mecánico.

Sólo se podrán reutilizar contenedores cuando no se trate de residuos incompatibles, a menos que hayan sido previamente descontaminados.

Artículo 9

Sólo se podrán mezclar o poner en contacto entre sí residuos peligrosos cuando sean de naturaleza similar o compatible. Para estos efectos la “Tabla de Incompatibilidades” del artículo 87 tendrá carácter referencial.

Con todo, en los procesos de eliminación podrán mezclarse residuos de los grupos A y B de dicha Tabla, cuando se demuestre que los efectos de la reacción que ellos generan se encuentran bajo control.

Anexo A – 7

Resolución 2.444 de Normas Mínimas para la operación de Basurales

Art.1º.- Ningún basural podrá funcionar sin la autorización sanitaria respectiva del Servicio Nacional de Salud, la que sólo será otorgada cuando éste constate que el recinto del basural cumple con lo estipulado en las presentes normas. Cualquier solicitud de funcionamiento que no se ajuste en su totalidad a lo prescrito en estas normas, solo podrá ser aprobada por Resolución expresa del Director General de Salud.

Art.2º.- Del Sitio:

2.1.- Deberá estar ubicado fuera del límite urbano, en lo posible a sotavento de los vientos reinantes, a más de 300 metros de cualquier vivienda o local habitable y a más de 600 metros de toda población o grupo de viviendas, establecimientos de fabricación o comercio de alimentos y fuentes de suministro de agua.

2.2.- El terreno debe ser seco, no expuesto a inundaciones ni al lavado o arrastre de basuras a cursos o masas de agua. Estará cerrado en todo su contorno hasta una altura de 1.80 metros de manera de impedir el ingreso de personas o animales.

2.3.- El camino de acceso desde 200 metros antes de entrar al basural, así como el camino principal para circulación dentro de él, deben mantenerse en todo tiempo en perfectas condiciones de transitabilidad y aseo, libres de riesgos para la integridad y operación de los vehículos, prohibiéndose además estacionar vehículos en su trayecto.

2.4.- Al abandonarse transitoriamente o de modo definitivo, el sitio del basural deberá quedar saneado, emparejando la basura en una superficie plana, dejándola recubierta con una capa de tierra exenta de bolones de piedra o cascotes de ladrillos u hormigón, debidamente compactada, de un espesor definitivo de 30 o 60 centímetros, según que el abandono sea transitorio o definitivo. La ejecución de este recubrimiento se hará en forma tal que su asentamiento o los factores meteorológicos no produzcan grietas o afloramientos del material soterrado.

2.5.- El terreno en que se hayan depositado y sepultado basuras no podrá ser usado en construcciones habitacionales sin permiso previo de la Autoridad Sanitaria.

Anexo A – 8

REGLAMENTO SOBRE AUTORIZACIONES PARA INSTALACIONES RADIATIVAS O EQUIPOS GENERADORES DE RADIACIONES IONIZANTES, PERSONAL QUE SE DESEMPEÑA EN ELLAS, U OPERE TALES EQUIPOS Y OTRAS ACTIVIDADES AFINES. (19984)

Artículo 7º.- Las instalaciones radiactivas se clasificarán en tres categorías.

Quedan comprendidos en la primera categoría los aceleradores de partículas, plantas de irradiación, laboratorios de alta radiotoxicidad, radioterapia y roentgenterapia profunda, gammagrafía y radiografía industrial.

Pertenece a la segunda categoría los laboratorios de baja radiotoxicidad, rayos x para diagnóstico médico o dental, radioterapia y roentgenterapia superficial.

La tercera categoría incluye los equipos de fuente selladas de uso industrial, tales como: pesómetros, densitómetros, medidores de flujo y de nivel, detectores de humo, medidores de espesores, etc. Asimismo, quedan comprendidas en esta categoría las fuentes patrones, estimuladores cardíacos radioisotópicos, marcadores o simuladores de uso médico, equipos de rayos x para control de equipaje, correspondencia, etc., fluoroscopia industrial y difractómetros.

Artículo 8º.- Las instalaciones de primera categoría requerirán autorización de construcción, operación y cierre temporal o de definitivo.

Las instalaciones de segunda categoría requerirán autorización de operación y de cierre temporal o definitivo, y las de tercera categoría sólo requerirán autorización de operación.

Artículo 22º.- Todo abandono o desecho de sustancias radiactivas, requerirá de autorización del Servicio de Salud respectivo.

Anexo B

Costo Residual Equipos Críticos

Anexo B – 1

Estimación Valor Residual Bombas

Para obtener el total de Bombas críticas de la planta de Riles, se realizó un inventariado de ellas con sus mayores características. El cálculo se realizó a partir de la figura 14-39 del libro "Plant Design and Economics for Chemical Engineers" de Max S. Meter y Klaus D. Timmerhaus.

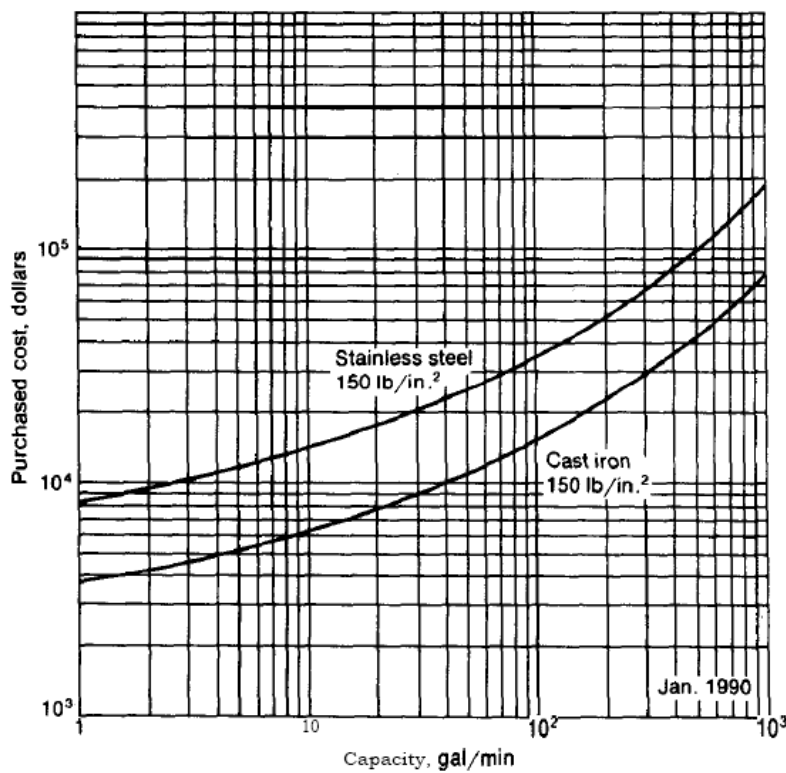


FIGURE 14-39
Cost of reciprocating pumps. Price includes pump and motor.

Al ser este grafico del año 1990 se calculo el costo por fecha de ejecución, según la siguiente ecuación y los índices de Marchall and Swith actualizados para el año 2000 que es el año base estimado para la obtención de equipos activos en la planta.

$$C_a = C_b \left(\frac{I_b}{I_a} \right)$$

Siendo C_a : Costo de equipo actual.

C_b : Costo de equipo base.

I_a : Índice de Marchall and Swith para equipo actual. (2000: 128,712)

I_b : Índice de Marshall and Swith para equipo base. (1990: 87,144)

El porcentaje para obtener el valor residual del equipo es obtenido en la empresa Molymet según su propio criterio de mantención para equipos utilizados en Planta de Riles, este valor corresponde al 12% del valor de compra del equipo.

Ejemplo

Bomba descarga TK de alimentación

Capacidad: 1,5 HP

Flujo: 13,21 gal/min

Suponiendo que el material de la bomba es Stainless steel 150 lb/in²

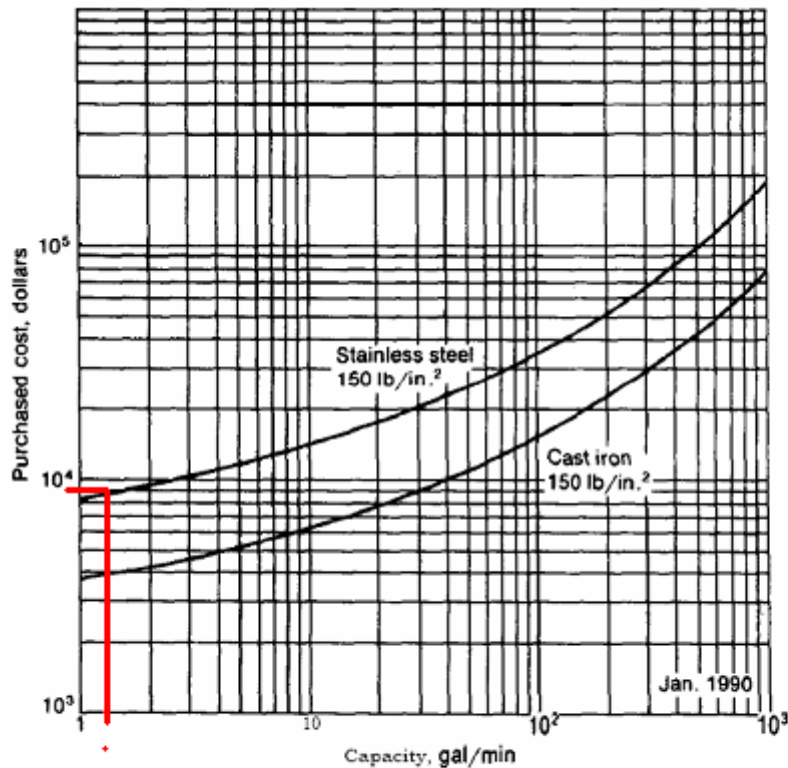


FIGURE 14-39
Cost of reciprocating pumps. Price includes pump and motor.

Según la figura 14-39 para el precio de la bomba incluido el motor es de 90.000 US\$

Ya que este grafico es del año 1990 se calcula el costo por fecha de ejecución para el año de compra de esta bomba (2000).

Los índices de Marchal and Swith son

Equipo año 1990: 87,144

Equipo año 2000: 128,712

Según la formula antes descrita:

$$Ca = 90.000 * \left(\frac{128,712}{87,144} \right)$$

$$Ca = 132.930 \text{ US\$}$$

El valor residual para este equipo seria un 12% según el criterio de Molymer S.A.

$$\text{valor residual} = 0,12 * 132.930$$

$$\text{valor residual} = 15.952 \text{ US\$}$$

Anexo B: Costo Residual Equipos Críticos

Bombas Centrifugas								
Descripción	Código	Cantidad	Capacidad	Flujo m ³ /h	Flujo gal/ min	Precio dolares 1990	Proecio dólar 2000	Total
Bomba descarga TK de alimentación	p-1025	1	1,5	3	13,21	\$ 90.000	\$ 132.930	\$ 132.930
Bomba centrífuga	p-1001	1	22	110	484,32	\$ 206.000	\$ 304.263	\$ 304.263
Bomba centrífuga	p-1029	1	1,5	3	13,21	\$ 90.000	\$ 132.930	\$ 132.930
Bomba descarga estación dosificador	p-1015	1	5,5	10	44,03	\$ 102.000	\$ 150.654	\$ 150.654
Bomba de descarga TK de suspensión	p-1010	1	5,5	10	44,03	\$ 102.000	\$ 150.654	\$ 150.654
Bomba de retorno	p-1009	1	5,5	9	39,63	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 149.177
bomba lavado filtro	p-1013	1	30	171,8	756,41	\$ 300.000	\$ 443.101	\$ 443.101
Bomba alimentación	p-1015	1	5,5	10	44,03	\$ 102.000	\$ 150.654	\$ 150.654
Bomba descarga recolector	p-1017	1	45	120	528,34	\$ 208.000	\$ 307.217	\$ 307.217
Bomba de descaga Tk recolector intermedio	p-2004	2	37	110	484,32	\$ 206.000	\$ 304.263	\$ 608.525
bomba descaga tk alimentación H2SO4	p-2006	2	0,55	0,1	0,44	\$ 80.000	\$ 118.160	\$ 236.321
Bomba descarga Tk intermedio	p-2105	1	22	110	484,32	\$ 206.000	\$ 304.263	\$ 304.263
boba centrífuga	p-2108-2109	2		81	356,63	\$ 205.000	\$ 302.786	\$ 605.571
Boba centrífuga filtro membrana	p-2206	6		23	101,27	\$ 105.000	\$ 155.085	\$ 930.512
Bomba descarga a filtro	b-3001	1		60	264,17	\$ 204.000	\$ 301.309	\$ 301.309
Bomba de succión	p-3003	2		23	101,27	\$ 105.000	\$ 155.085	\$ 310.171
Bomba de condensado	p-3014	1		25	110,07	\$ 105.500	\$ 155.824	\$ 155.824
Bomba de circulación	p-3008	1		273	1201,98	\$ 400.000	\$ 590.801	\$ 590.801
Bomba intermedia de recirculación	p-3017	1		25	110,07	\$ 105.500	\$ 155.824	\$ 155.824
Bomba de recirculación	p-3103	1	15	110	484,32	\$ 206.000	\$ 304.263	\$ 304.263
Bombas Centrifugas	p-3115 AB	2	3	5	22,01	\$ 100.000	\$ 147.700	\$ 295.401
Suma total								\$ 6.720.366
Criterio Valor residual								12%
Total valor residual								\$ 806.444

Anexo B – 2

Estimación Valor Residual Estanques

Para obtener el total de Estanques Críticos de la planta de Riles, se realizo un inventariado de ellos con sus mayores características. El cálculo se realizo a partir de la figura 14-56 del libro “Plant Desing and Economics for Chemical Engineers” de Max S. Meter y Klaus D. Timmerhaus.

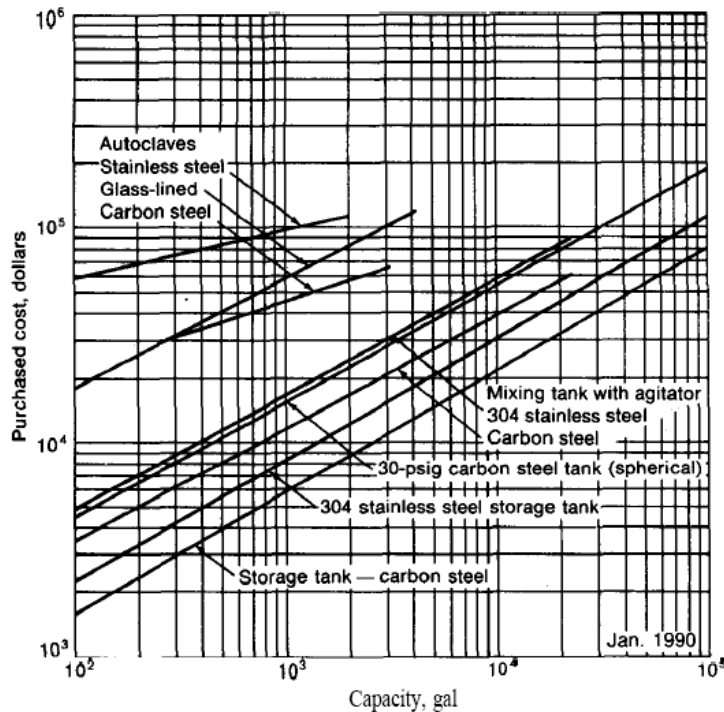


FIGURE 14-56

Cost of mixing, storage, and pressure tanks. Price for the mixing tank includes the cost of the driving unit.

Al ser este grafico del año 1990 se calculo el costo por fecha de ejecución, según la siguiente ecuación y los índices de Marchall and Swith actualizados para el año 2000 que es el año base estimado para la obtención de equipos activos en la planta.

$$C_a = C_b \left(\frac{I_b}{I_a} \right)$$

Siendo C_a : Costo de equipo actual.

C_b : Costo de equipo base.

I_a : Índice de Marchall and Swith para equipo actual. (2000: 128,712)

I_b : Índice de Marshall and Swith para equipo base. (1990: 87,144)

El porcentaje para obtener el valor residual del equipo es obtenido en la empresa Molymer según su propio criterio de mantención para equipos utilizados en Planta de Riles, este valor corresponde al 12% del valor de compra del equipo.

Anexo B: Costo Residual Equipos Críticos

Estanques							
Descripción	Código	Cantidad	Capacidad m3	Capacidad gal	Precio dolares 1990	Precio dólar 2000	Total
Silo de Ceniza	b-1019	1	200	52850	\$ 105.000	\$ 155.085	\$ 155.085
Estanque alimentación Riles		1	200	52850	\$ 108.000	\$ 159.516	\$ 159.516
Estanque de disolución	b-1023	1	48	12684	\$ 12.000	\$ 17.724	\$ 17.724
Estanque presipitado	b-1002	2	80	21140	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 298.355
Estanque dosificador floculante	b-1014 AB	2	30	7927	\$ 10.000	\$ 14.770	\$ 29.540
Estanque Lamelas	s-1007	1	200	52850	\$ 105.000	\$ 155.085	\$ 155.085
Estanque de suspensión	b-1027	1	80	21140	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 149.177
Filtro de candelas	f-1018	2	48	12684	\$ 12.000	\$ 17.724	\$ 35.448
Estanque intermedio	b-2003	1	53	14005	\$ 20.000	\$ 29.540	\$ 29.540
Estanque almacenamiento H2SO4	b-2005	1	80	21140	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 149.177
Estanque cono intrmedio	b-2103	1	226	59720	\$ 109.000	\$ 160.993	\$ 160.993
Estanque de filtro	f-2102	4	80	21140	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 596.709
Estanque filtro de membrana	f-2201	6	75	19819	\$ 20.300	\$ 29.983	\$ 179.899
Estanque intermedio	b-3001	1	300	79275	\$ 110.000	\$ 162.470	\$ 162.470
Estanque intermedio	b-3016	1	226	59720	\$ 109.000	\$ 160.993	\$ 160.993
Suma total							\$ 2.439.715
Criterio Valor residual							12%
Total valor residual							\$ 292.766

Anexo B – 3

Estimación Valor Residual Intercambiadores de Calor

El cálculo para los equipos intercambiadores de Calor se realizó una estimación según el gráfico siguiente. Al ser este gráfico del año 1992 se calculó el costo por fecha de ejecución, según la siguiente ecuación y los índices de Marchall and Swith actualizados para el año 2000 que es el año base estimado para la obtención de equipos activos en la planta.

$$C_a = C_b \left(\frac{I_b}{I_a} \right)$$

Siendo C_a : Costo de equipo actual.

C_b : Costo de equipo base.

I_a : Índice de Marchall and Swith para equipo actual. (2000: 128,712)

I_b : Índice de Marshall and Swith para equipo base. (1992: 98,576)

El porcentaje para obtener el valor residual del equipo es obtenido en la empresa Molytmet según su propio criterio de mantención para equipos utilizados en Planta de Riles, este valor corresponde al 12% del valor de compra del equipo.

Anexo B: Costo Residual Equipos Críticos

Intercambiador de Calor							
Descripción	Código	Cantidad	Material	Area m2	ft2	Precio dolares 1992	Precio dólar 2000
Intercambiador de calor Placas	w-1026	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Intercambiador de calor Placas	w-3015	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Intercambiador de calor Placas	w -3106	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Intercambiador de calor Placas	w-3102	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Intercambiador de calor tubos	w-3004	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Suma total						\$	61.166
Criterio Valor residual							12%
Total valor residual						\$	7.340

Anexo B – 4

Cálculo Valor Residual de Equipos Varios

Para la estimación de valores residuales de los equipos siguientes, se calculo el tonelaje de cada equipo y se calculo según el pesaje de cada uno de estos su valor residual. Ya que por criterio de la empresa Molymet para los siguientes equipos por estar dentro de la planta de Riles su venta es por Kg.

Los valores de los pesajes son aproximados según catálogos recopilados.

El precio por kilo es de 1,5614 dólares, obtenido en la Web.

<http://www.risa.cl/?a=42438>

<http://avisos-venta.vivastreet.cl/avisos-venta+san-joaquin/compro-cobre-bronce/5054097>

Equipos Varios					
Descripción	Cantidad	Capacidad	Peso aprox Kg	Peso total aprox Kg	Precio estimado
Tornillo descarga	1		70	70	\$ 111
Agitador	7	1,5 hp	15	105	\$ 167
Agitador	2	4 hp	31	62	\$ 98
Eyector de vapor	1		5	5	\$ 8
Cristalizador	1		500	500	\$ 794
bomba vacio	1	11 hp	68	68	\$ 108
Suma total					\$ 1.286

Anexo C

Inventario Planta de Tratamiento Riles.

Anexo C: Inventario Planta de Tratamiento Riles

Descripción	Capacidad	Cantidad	Peso apr	Tonelaje	Capacidad de Residuos	Valor Equipo	Criterio Valor Residual	Valor Residual
Tratamiento primario								
Recepción de licores planta								
Decantador de agua	25 m3	1		3,9075			Kg	6205,11
Motor eléctrico de bomba	1,5 Hp	2	15	0,225	1		Kg	357,3
Decantador de clarificado	25 m3	1		3,9075			Kg	6205,11
Motor eléctrico de bomba	0,75 Hp	3	11	0,121	1		Kg	192,148
Decantadores								
Motor eléctrico de bomba	2,2 Hp	6	19	0,361	1		Kg	573,268
Cuerpo decantadores	25 m3	4		3,9075			Kg	6205,11
Preparación de lechada de cal								
Motor eléctrico tornillo	0,75 Hp	1	11	0,121	1		Kg	192,148
Tornillo transportador		1					Kg	
Motor vibrador de la tolva	1,5 Hp	1	15	0,225	1		Kg	357,3
Reactores								
Motor eléctrico agitador	11 Hp	2	68	4,624	1		Kg	7342,912
Reductor para agitador		2			1			20%
Ecuación y neutralización								
Ecualesadores								
Motor eléctrico agitador	15 Hp	2	100	10	1		Kg	15880
Reductor para agitador		2			1			20%
Cuerpo Reactor ecuualizador	25 m3	2		3,9075			Kg	6205,11
Neutralizadores								
Motor eléctrico agitador	22 Hp	2	109	11,881	1		Kg	18867,028
Reductor para agitador		2			1			20%
Cuerpo Reactor ecuualizador	25 m3	2		3,9075			Kg	6205,11
Filtro Espesador								
Motor eléctrico de giro de rastras	4 hp	1	31	0,961	1		Kg	1526,068
Reductor giro de rastras		1			1		Kg	
Motor eléctrico de bomba recirculación	5,5 Hp	2	46	2,116	1		Kg	3360,208
Estanque Over								
Motor eléctrico bomba de filtrado y clarificado	5,5 Hp	3	46	2,116	1		Kg	3360,208
Cuerpo estanque Over		1					Kg	
Estanque floculante								
Motor eléctrico bomba de desacarga floculante	0,55 Hp	2	10	0,1	1		Kg	158,8
Motor eléctrico agitador flocualnte	0,37 Hp	2	7	0,049	1		Kg	77,812

Anexo C: Inventario Planta de Tratamiento Riles

Descripción	Capacidad	Cantidad	Peso aprox	Tonelaje	Capacidad de Residuos	Valor Equipo	Criterio Valor Residual	Valor Residual
Filtración								
Filtro								
Motor eléctrico bomba alimentación	30 Hp	3	175	30,625	1		Kg	48632,5
Motor bomba hidráulica de filtro	5,5 Hp	2	46	2,116	1		Kg	3360,208
Cuerpo estanque filtro		3					Kg	
Estanque de agua								
Cuerpo de estanque de agua		1					Kg	
Motor eléctrico de bomba de agua sello	5,5 Hp	2	46	2,116	1		Kg	3360,208
Estanque receptor de cal rotatorio								
Motor eléctrico agitador	7,5 Hp	1	62	3,844	1		Kg	6104,272
Cuerpo agitador de cal		1						20%
Cuerpo estanque receptor		1					Kg	
Tratamiento intermedio								
Floccodcantador								
Cuerpo estanque floccodcantador		4					Kg	
Motor bomba estanque	30 Hp	2	175	30,625	1		Kg	48632,5
Cuerpo estanque equalizador y oxidación		1					Kg	
Filtros Multimedia								
Cuerpo estanque permeado		1					Kg	
Motor eléctrico bomba centrífuga	22 Hp	2	109	11,881	1		Kg	18867,028
Cuerpo filtro multimedia		3					Kg	
Filtros green sand								
Cuerpo filtro green sand		5					Kg	
Cuerpo esatnque KMNO4		2					Kg	
Motor eléctrico bomba	0,55 Hp	1	10	0,1	1		Kg	158,8
Motor agitador	1,5 Hp	1	15	0,225	1		Kg	357,3

Anexo C: Inventario Planta de Tratamiento Riles

Equipos Varios					
Descripción	Cantidad	Capacidad	Peso aprox Kg	Peso total aprox Kg	Precio estimado
Tornillo descarga	1		70	70	\$ 111
Agitador	7	1,5 hp	15	105	\$ 167
Agitador	2	4 hp	31	62	\$ 98
Eyector de vapor	1		5	5	\$ 8
Cristalizador	1		500	500	\$ 794
bomba vacio	1	11 hp	68	68	\$ 108
Suma total					\$ 1.286

Bombas Centrifugas								
Descripción	Codigo	Cantidad	Capacidad	Flujo m3/h	Flujo gal/ min	Precio dolares 1990	Proecio dólar 2000	Total
Bomba descarga TK de alimentación	p-1025	1	1,5	3	13,21	\$ 90.000	\$ 132.930	\$ 132.930
Bomba centrifuga	p-1001	1	22	110	484,32	\$ 206.000	\$ 304.263	\$ 304.263
Bomba centrifuga	p-1029	1	1,5	3	13,21	\$ 90.000	\$ 132.930	\$ 132.930
Bomba descarga estación dosificador	p-1015	1	5,5	10	44,03	\$ 102.000	\$ 150.654	\$ 150.654
Bomba de descarga TK de suspensión	p-1010	1	5,5	10	44,03	\$ 102.000	\$ 150.654	\$ 150.654
Bomba de retorno	p-1009	1	5,5	9	39,63	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 149.177
bomba lavado filtro	p-1013	1	30	171,8	756,41	\$ 300.000	\$ 443.101	\$ 443.101
Bomba alimentación	p-1015	1	5,5	10	44,03	\$ 102.000	\$ 150.654	\$ 150.654
Bomba descarga recolector	p-1017	1	45	120	528,34	\$ 208.000	\$ 307.217	\$ 307.217
Bomba de descaga Tk recolector intermedio	p-2004	2	37	110	484,32	\$ 206.000	\$ 304.263	\$ 608.525
bomba descaga tk alimentación H2SO4	p-2006	2	0,55	0,1	0,44	\$ 80.000	\$ 118.160	\$ 236.321
Bomba descarga Tk intermedio	p-2105	1	22	110	484,32	\$ 206.000	\$ 304.263	\$ 304.263
boba centrifuga	p-2108-2109	2		81	356,63	\$ 205.000	\$ 302.786	\$ 605.571
Boba centrifuga filtro membrana	p-2206	6		23	101,27	\$ 105.000	\$ 155.085	\$ 930.512
Bomba descarga a filtro	b-3001	1		60	264,17	\$ 204.000	\$ 301.309	\$ 301.309
Bomba de succión	p-3003	2		23	101,27	\$ 105.000	\$ 155.085	\$ 310.171
Bomba de condensado	p-3014	1		25	110,07	\$ 105.500	\$ 155.824	\$ 155.824
Bomba de circulación	p-3008	1		273	1201,98	\$ 400.000	\$ 590.801	\$ 590.801
Bomba intermedia de recirculación	p-3017	1		25	110,07	\$ 105.500	\$ 155.824	\$ 155.824
Bomba de recirculación	p-3103	1	15	110	484,32	\$ 206.000	\$ 304.263	\$ 304.263
Bombas Centrifugas	p-3115 AB	2	3	5	22,01	\$ 100.000	\$ 147.700	\$ 295.401
Suma total								\$ 6.720.366
Criterio Valor residual								12%
Total valor residual								\$ 806.444

Anexo C: Inventario Planta de Tratamiento Riles

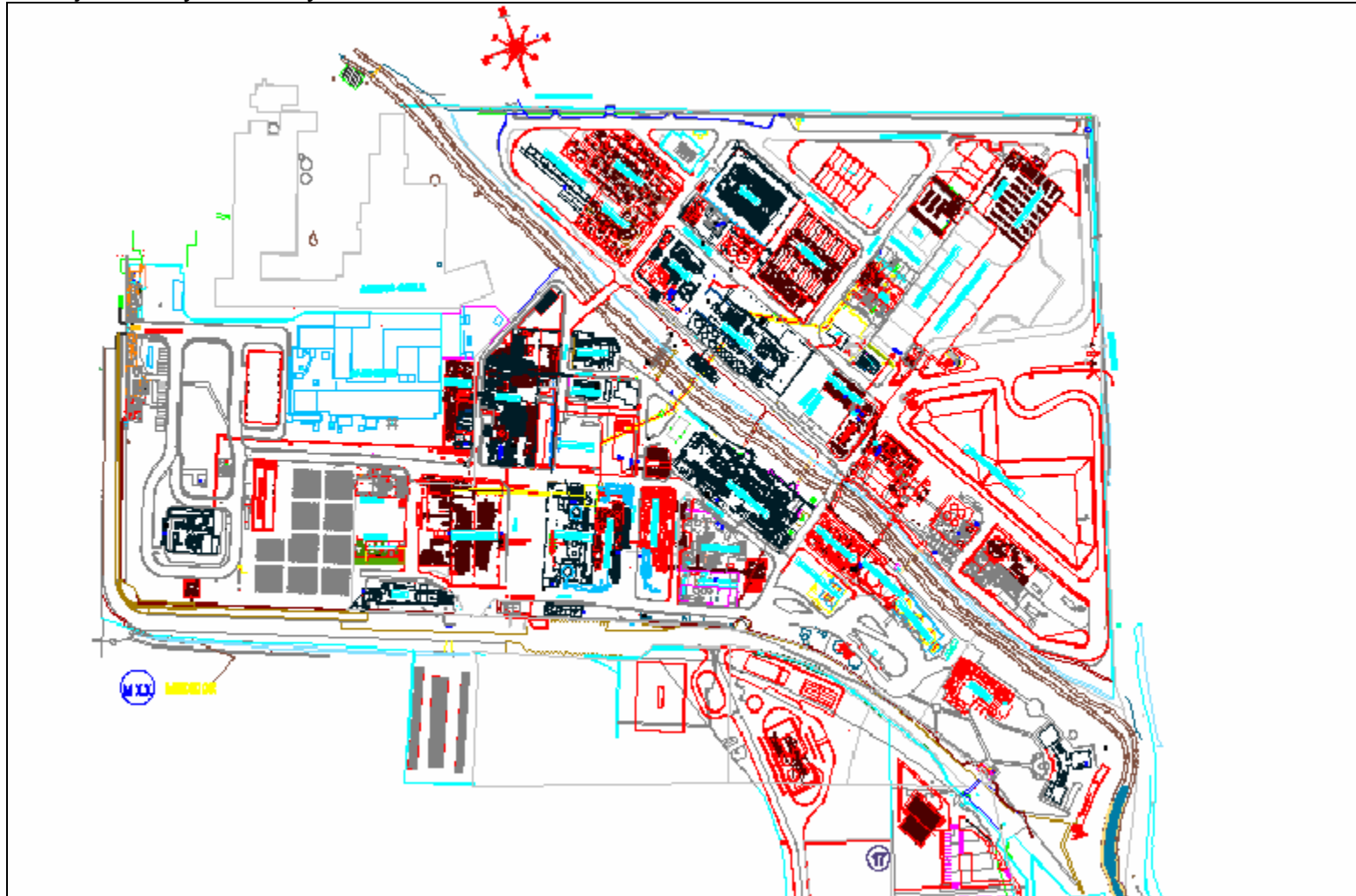
Estanques							
Descripción	Código	Cantidad	Capacidad m3	Capacidad gal	Precio dolares 1990	Precio dólar 2000	Total
Silo de Ceniza	b-1019	1	200	52850	\$ 105.000	\$ 155.085	\$ 155.085
Estanque alimentación Riles		1	200	52850	\$ 108.000	\$ 159.516	\$ 159.516
Estanque de disolución	b-1023	1	48	12684	\$ 12.000	\$ 17.724	\$ 17.724
Estanque presipitado	b-1002	2	80	21140	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 298.355
Estanque dosificador floculante	b-1014 AB	2	30	7927	\$ 10.000	\$ 14.770	\$ 29.540
Estanque Lamelas	s-1007	1	200	52850	\$ 105.000	\$ 155.085	\$ 155.085
Estanque de suspensión	b-1027	1	80	21140	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 149.177
Filtro de candelas	f-1018	2	48	12684	\$ 12.000	\$ 17.724	\$ 35.448
Estanque intermedio	b-2003	1	53	14005	\$ 20.000	\$ 29.540	\$ 29.540
Estanque almacenamiento H2SO4	b-2005	1	80	21140	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 149.177
Estanque cono intermedio	b-2103	1	226	59720	\$ 109.000	\$ 160.993	\$ 160.993
Estanque de filtro	f-2102	4	80	21140	\$ 101.000	\$ 149.177	\$ 596.709
Estanque filtro de membrana	f-2201	6	75	19819	\$ 20.300	\$ 29.983	\$ 179.899
Estanque intermedio	b-3001	1	300	79275	\$ 110.000	\$ 162.470	\$ 162.470
Estanque intermedio	b-3016	1	226	59720	\$ 109.000	\$ 160.993	\$ 160.993
Suma total							\$ 2.439.715
Criterio Valor residual							12%
Total valor residual							\$ 292.766

Intercambiador de Calor							
Descripción	Código	Cantidad	Material	Area m2	ft2	Precio dolares 1992	Precio dólar 2000
Intercambiador de calor Placas	w-1026	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Intercambiador de calor Placas	w-3015	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Intercambiador de calor Placas	w -3106	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Intercambiador de calor Placas	w-3102	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Intercambiador de calor tubos	w-3004	1	316l	25	269,1	\$ 9.369	\$ 12.233
Suma total							\$ 61.166
Criterio Valor residual							12%
Total valor residual							\$ 7.340

Anexo D

Inventario Planta de Tratamiento Riles.

Dibujo 1: Layout Molymet S.A.



Dibujo 2: Layout Planta de Tratamiento Riles.

