

Planta de Pretratamiento de Lixiviados Relleno Sanitario Santiago Poniente

Noviembre - 2017



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo general	5
2.2	Objetivos específicos.....	5
3.	IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR	5
3.1	Antecedentes de la Empresa Titular	5
3.2	Antecedentes del Representante Legal	5
4.	DISEÑO DEL PROYECTO APROBADO	6
4.1	Fase de remoción de solidos	6
4.1.1	Bombeo de elevación.....	6
4.1.2	Ajuste de pH inicial.....	6
4.1.3	Decantación y bombeo a proceso	6
4.2	Fase de remoción de Nitrógeno.....	7
4.2.1	Fase de stripping amoniacal.....	7
4.2.2	Fase de Scrubber.....	7
4.2.3	Ajuste pH final	7
4.3	Fase de remoción de Boro	8
5.	OPTIMIZACIÓN - PROPUESTA DE VWT	10
5.1	Fase de remoción de solidos.....	10
5.1.1	Ablandamiento en Multiflo	10
5.1.2	Filtración Multimedia	11
5.2	Fase de remoción de nitrógeno	11
5.2.1	Sistema de calentamiento de lixiviados.....	11
5.2.2	Stripping.....	12
5.3	Fase de remoción de Boro	12
5.3.1	Ablandamiento químico	12
5.3.2	Intercambio iónico mediante resinas	12
6.	JUSTIFICACIÓN DE LA MODIFICACIÓN	14

7.	ANEXOS.....	15
7.1	ANEXO 1. RES. EX. N° 14983	16
7.2	ANEXO 2. PROPUESTA TÉCNICA PLANTA DE PRETRATAMIENTO APROBADA ..	17
7.3	ANEXO 3. PROPUESTA TÉCNICA VWT	18

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Diagrama de componentes principales Proyecto Aprobado por Res. Ex. N°14.983	9
Figura N° 2. Diagrama de componentes principales Proyecto VWT	13

1. INTRODUCCIÓN

El Relleno Sanitario Santiago Poniente, en adelante RSSP fue calificado ambientalmente favorable mediante la RCA N°479/2001 emitida por la Comisión Regional del Medio Ambiente, Región Metropolitana. Conforme al desarrollo de su fase de operación a partir del mes de Octubre de 2002, el proyecto ha sido objeto de modificaciones que han apuntado a optimizar su desempeño ambiental, particularmente en lo relacionado al sistema de manejo de lixiviados y de gestión de biogás.

En este contexto, se han desarrollado estudios de ingeniería que han permitido identificar alternativas de optimización en el sistema de manejo de lixiviados cuyo resultado ha sido plasmado mediante las siguientes modificaciones de proyecto: “Incorporación de Sistema Integral de Manejo de Líquidos Lixiviados y Biogás Construcción y Operación Planta de Tratamiento de Lixiviados” aprobado mediante la Res. Ex. N° 206/2003 con fecha 30 de Abril de 2003, “Adaptación del Sistema de Manejo de Lixiviados” aprobado mediante la Res. Ex. N° 059/2005 con fecha 26 de Enero de 2006, “Modificación de Tecnología Planta de Tratamiento de Lixiviados Relleno Sanitario Santiago Poniente” aprobada mediante Res. Ex. N°001/2007 con fecha 2 de Enero de 2007 y “Tratamiento Externo de los Lixiviados del Relleno Sanitario Santiago Poniente” aprobado mediante Res. Ex. 535/2012 con fecha 7 de Diciembre de 2012, siendo ésta última la que mejor se adecúa a la realidad del RSSP, ya que permite el tratamiento de lixiviados a un régimen constante (300 m³/día) durante todo el año siempre y cuando se cumplan las calidades establecidas por contrato con la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (en adelante PTAS) Mapocho El Trebal.

Una vez obtenida la RCA N° 535/2012, el titular solicitó a la SEREMI de Salud RM la respectiva autorización del proyecto mediante el ingreso N°10308 con fecha 18 de abril de 2017, cuyo expediente consolidó la “Ingeniería de Detalles del Diseño del Ducto de Lixiviados desde el Relleno Sanitario hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Trebal-Mapocho” y la “Ingeniería de Detalles de Pretratamiento de Lixiviados de Santiago Poniente”, con el propósito de cumplir con las calidades requeridas para el tratamiento de lixiviados en la PTAS Mapocho El Trebal.

El proyecto fue aprobado por la SEREMI de Salud RM mediante la Res. Ex. N°14983 con fecha 13 de Julio de 2017. No obstante, en paralelo a su tramitación, el titular solicitó un análisis experto respecto de la aplicabilidad de nuevas tecnologías para el tratamiento de lixiviados que mejoren la *performance* técnica y ambiental de la planta aprobada. A raíz de ésta situación se realizan optimizaciones a la ingeniería del proyecto aprobado y, mediante el presente informe, se fundamenta la necesidad de solicitar una actualización de la autorización por parte de la SEREMI de Salud RM a objeto de poder incorporar las mejoras implementadas al proyecto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Solicitar a la SEREMI de Salud RM una modificación del proyecto “Ingeniería de Detalles de Pretratamiento de Lixiviados de Santiago Poniente” aprobado mediante la Res. Ex. N°14983 con fecha 13 de Julio de 2017.

2.2 Objetivos específicos

- Entregar los antecedentes necesarios respecto de las optimizaciones incorporadas al proyecto de ingeniería presentado a la SEREMI de Salud RM.
- Fundamentar las optimizaciones incorporadas a la ingeniería que sostienen la necesidad de solicitar la modificación del proyecto aprobado.

3. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR

3.1 Antecedentes de la Empresa Titular

- **Razón Social** : VEOLIA SU CHILE S.A.
- **R.U. T** : 87.803.800-2
- **Domicilio** : Av. Apoquindo 4775, Oficina 701, Las Condes. Santiago.
- **Objeto social** : Manejo integral de residuos sólidos y líquidos.
- **N° de Teléfono** : 02 - 2336 12 00
- **Dirección de e-mail** : gerencia.chile@veolia.com

3.2 Antecedentes del Representante Legal

- **Nombre** : Elier González
- **R.U. T** : 21.823.669-3
- **Domicilio** : Av. Apoquindo 4775, Oficina 701, Las Condes. Santiago.
- **N° de Teléfono** : 02 - 2336 12 00
- **Dirección de e-mail** : gerencia.chile@veolia.com

4. DISEÑO DEL PROYECTO APROBADO

El diseño aprobado mediante la Res. Ex. N°14983 contempló la ingeniería que a continuación se presenta junto a un diagrama de las componentes unitarias del proceso (Figura N°1). El diseño y detalles totales de ingeniería presentada a la SEREMI de Salud RM para su autorización de proyecto, puede verse en el Anexo N°2. A saber:

4.1 Fase de remoción de sólidos

4.1.1 Bombeo de elevación

Esta etapa considera la implementación de dos bombas de elevación a proceso (operación + reserva) con válvulas anti retorno, instaladas en la parte superior de la laguna de lixiviados mediante sistemas de flotación, que permitirá que trabajen sumergidas 30 cm por debajo de la superficie de agua con el propósito de evitar impulsar sólidos sedimentables al proceso.

4.1.2 Ajuste de pH inicial

Considera la implementación de un tanque de coagulación de 5.000 litros que es alimentado por las líneas de impulsión de lixiviados que provienen del sistema de bombeo y por un dosificador de una solución de cal (lechada de cal) o hidróxido de sodio de 1.000 litros de capacidad. Como resultado de éste proceso se espera lograr el desplazamiento de NH_4^+ a NH_3 mediante el aumento de pH (desde 9,5 a 11). Posteriormente el NH_3 generado será eliminado en la fase de stripping.

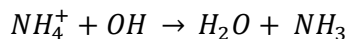
4.1.3 Decantación y bombeo a proceso

Como consecuencia del ajuste de pH, se producirá una coagulación que provocará la precipitación de materia disuelta en el lixiviado para evitar que estos flóculos obturen el relleno plástico de las torres de stripping. Para éste proceso se utilizará un decantador lamelar de 40.000 litros que permitirá la decantación de sólidos y un espesador estático que concentrará los sólidos suspendidos generando una determinada cantidad de lodo como resultado.

4.2 Fase de remoción de Nitrógeno

4.2.1 Fase de stripping amoniacal

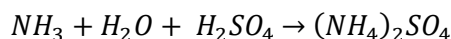
Cuando la solución de lixiviado y lechada de cal o hidróxido de sodio alcanza un pH de 10,8 a 11,5 se logra la conversión de iones amonio a amoniaco gaseoso según la siguiente reacción:



La extracción de nitrógeno gaseoso se logra mediante la separación de fases realizada en las torres de stripping de 50.000 litros de capacidad, en donde se inyecta aire desde la base mediante dos ventiladores centrífugos (operación más reserva) que ocasionan el arrastre de la fase gaseosa al extremo superior de las torres. Para asegurar la efectividad del proceso, además se cuenta con dos bombas centrifugas verticales (operación + reserva) con válvulas anti retorno y capacidad suficiente de caudal de recirculación de lixiviados que permitirán la separación completa de fases.

4.2.2 Fase de Scrubber

Una vez que el lixiviado ha pasado por la fase de stripping, éste se encuentra libre de NH_3 , el cual viaja por la corriente de aire que se insufla en la base de las torres de stripping y que, posteriormente, es captado en la fase de scrubber. Éste proceso se lleva a cabo al interior de una torre de 50.000 litros de capacidad en la que se trabaja a contracorriente, donde el aire contaminado con NH_3 se insufla por la parte inferior de la torre, mientras que una corriente de una solución de agua y ácido sulfúrico discurre desde la parte superior de la torre en sentido descendente captando el NH_3 como muestra la siguiente formula:



Con éste proceso se logra un flujo de aire con una menor concentración de NH_3 y una solución líquida de sulfato amónico que puede ser utilizado como fertilizante.

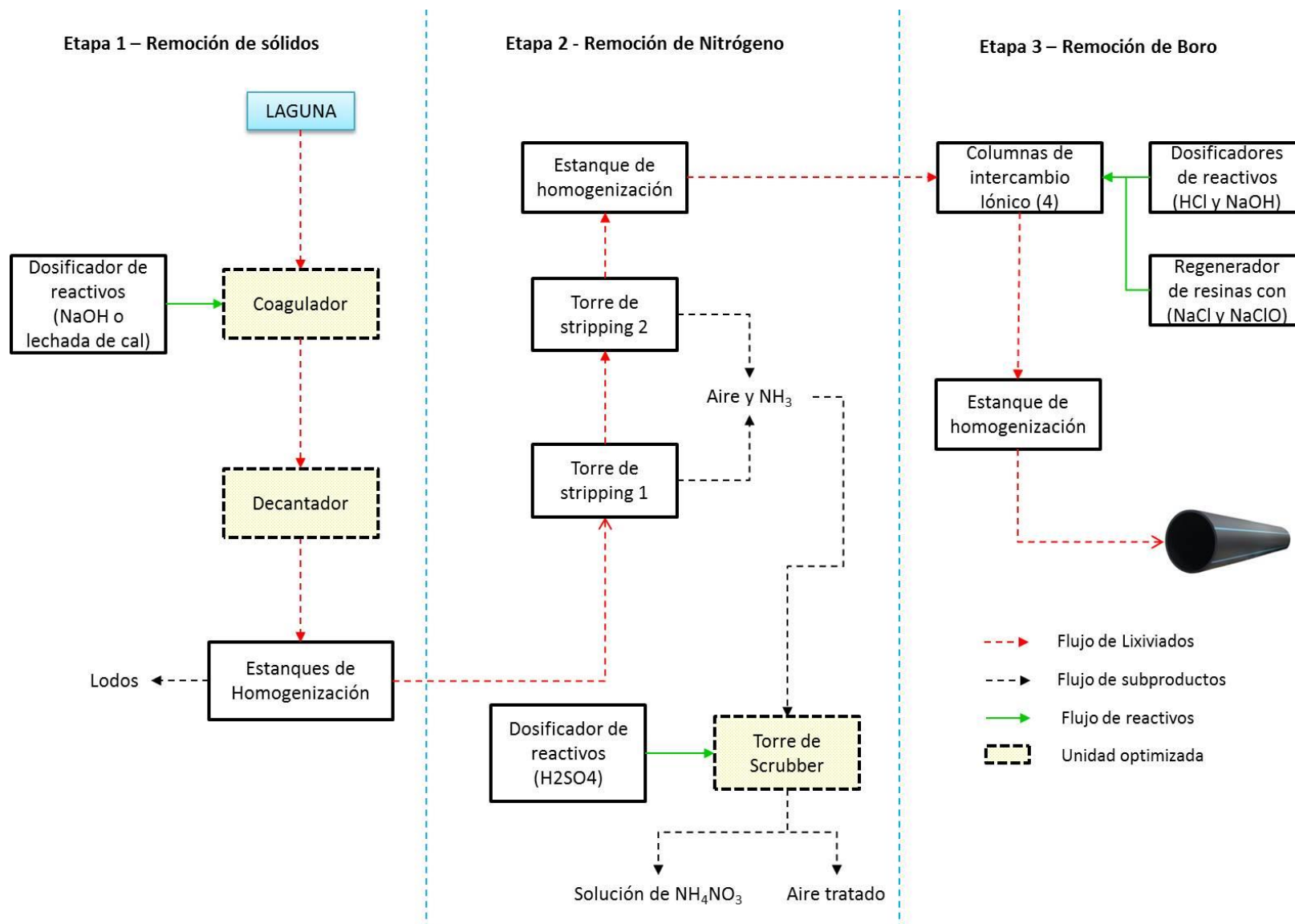
4.2.3 Ajuste pH final

Una vez eliminado el NH_4^+ de la solución y, previo al inicio de la fase de remoción de Boro, es necesario ajustar el pH a valores admisibles para lo que se utiliza un tanque pulmón de 5.000 litros que es abastecido de soluciones de ácido sulfúrico o hidróxido de sodio según sea necesario.

4.3 Fase de remoción de Boro

La remoción de Boro se realiza en una unidad compuesta de 4 reactores de resinas de 15m³/hr de capacidad de tratamiento cada uno. En su interior cada reactor cuenta con una resina de intercambio aniónico DWS-051 basada en un estireno macroporoso con grupos polihidroxiolos, que presenta una elevada selectividad para la retención del ácido bórico y boratos en el agua. Además de los reactores el sistema de remoción de Boro cuenta con dos estanques de 2.500 litros que permiten la dosificación de agentes primarios (ácido sulfúrico e hidróxido de sodio), además de un reactor de 1.000 litros de capacidad abastecido por dos estanques de 1.000 cada uno con cloruro e hipoclorito de sodio respectivamente, reactivos que son utilizados para la regeneración de las resinas.

Figura N° 1. Diagrama de componentes principales Proyecto Aprobado por Res. Ex. N°14.983



5. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

Durante el periodo de tramitación de la autorización de proyecto ingresada a la SEREMI de Salud RM se solicitó el apoyo de los expertos en tratamiento de lixiviados de la Dirección Técnica & Performance de Veolia en París, Francia. Para evaluar la propuesta, los expertos utilizaron WATERDIAG, software de simulación de procesos químicos, para emular el funcionamiento de la planta de pretratamiento a objeto de evaluar su desempeño. Como resultado del proceso de simulación se identificaron una serie de puntos de mejora relacionados con los requerimientos de insumos y generación de lodos en el proceso, situación que propició la revisión exhaustiva de la ingeniería y a la inclusión de una nueva propuesta que, considerando las mismas unidades de tratamiento, realice el tratamiento de lodos considerando una mejor *performance* técnica y ambiental. Las características de la optimización propuesta se presentan con detalle en el Anexo N°3, mientras que sus componentes principales (Figura N°2) se detallan a continuación:

5.1 Fase de remoción de sólidos

5.1.1 Ablandamiento en Multiflo

Previo al tratamiento de lixiviados es necesario atenuar algunas variables que impactan la eficiencia de la operación de desorción gaseosa como es el caso de los sólidos suspendidos presentes que podrían precipitar y obstruir los conductos internos de las torres de stripping.

La alta dureza del lixiviado a tratar implica un alto riesgo de incrustación tanto en los equipos de distribución como en el empaque de las torres de stripping. Como solución, se utilizará una unidad previa, que permitirá reducir la dureza del lixiviado antes de que alcance la columna del lecho empacado. La capacidad de tratamiento de esta unidad (Multiflo) es de 25 m³/hora y requiere del suministro de soda caústica y cloruro férrico, los que son surtidos mediante dosificadores adosados a contenedores IBC con una capacidad de un metro cúbico en cada caso, además de agua industrial y una solución de polímeros dosificados desde una instalación de mezcla y posterior bombeo a proceso.

El proceso de ablandamiento permitirá reducir la presencia de material particulado en el lixiviado, manejando a la vez variaciones temporales y/o estacionales que este parámetro pudiese tener. Es eficiente en el uso de reactivos ya que es principalmente físico y permite, mediante una batería de unidades de rebalse, eliminar los sólidos suspendidos del lixiviado crudo, significando una menor generación de lodo como consecuencia de la adición de reactivos.

5.1.2 Filtración Multimedia

El efluente resultante del proceso de ablandamiento es bombeado hacia un tanque buffer de 3 metros cúbicos de capacidad en donde es homogenizado para su posterior bombeo a filtro multimedia de 1,5 metros de diámetro en donde se retira una cantidad significativa de los sólidos suspendidos presentes en el lixiviado y adicionados a causa del proceso. Esta unidad permitirá remover el material particulado más fino que eventualmente pudiese seguir presente en el clarificado resultante. Se espera que el proceso de ablandamiento implique una generación de lodos del orden de 0,7 kg/m³ tratado.

5.2 Fase de remoción de nitrógeno

5.2.1 Sistema de calentamiento de lixiviados

Para lograr una eficiente reducción del Nitrógeno amoniacal (N-NH₄⁺), se requiere entonces que este nitrógeno se encuentre presente en el lixiviado como gas. Al respecto debe considerarse que en el líquido, los iones amonio se encuentran en equilibrio con los iones de amoniaco gaseoso según:



Las concentraciones relativas de las dos especies (NH₄⁺ y NH₃) dependen fuertemente del pH como la temperatura de la fase líquida. A una temperatura de 20°C y pH bajo 7,0 solo iones amonio (NH₄⁺) estarán presentes en el líquido. El equilibrio se torna gradualmente hacia la presencia del gas amoniaco (NH₃) en la medida que incrementa el pH. A valores de pH entre 11,5 – 12,0, solo iones amoniaco gas se encontraran presentes en el líquido.

Complementando lo antes expuesto, deberá tenerse en cuenta que la eficiencia de la operación de desorción gaseosa depende, en general, de cinco variables: pH, temperatura, velocidad de transferencia de gas, suministro de la fase gaseosa y tasa de carga hidráulica.

En respuesta esta situación, la propuesta de mejora incorpora un sistema de calentamiento de lixiviados, a ser instalado previo a la etapa de desorción, para llevar el lixiviado a una temperatura de operación de 30°C, lo que permite reducir sustancialmente la demanda de aire, el consumo eléctrico y la demanda de reactivos.

El sistema de calentamiento de lixiviados consta de un tanque de agua de 2 metros cúbicos de capacidad la que, previo a su calentamiento tratada en un ablandador, para ser enviada a un boiler de 1000 kg/h de capacidad en donde es calentada para ser bombeada hacia un intercambiador de calor

(radiador) el que, a su vez, se conecta a un tanque de condensado que permite incrementar la eficiencia en el uso de la energía al devolver éstos condensados al boiler permitiendo una continuidad de servicio.

5.2.2 Stripping

El lixiviado pre calentado es bombeado hacia dos torres de stripping de 2,3 metros de diámetro y 12 metros de alto conectadas consecutivamente, en esta unidad se logra la separación de gases mediante la extracción forzada de gases en una corriente de aire que proviene desde la base, logrando eliminar el nitrógeno gaseoso presente en la solución como NH_3 . Si bien se espera una emisión de una mezcla aire y NH_3 a la atmosfera, éstas serían despreciables y considerarían una concentración de unos 6 litros de NH_3 por metro cubico de aire.

Para permitir una continuidad de servicio en la fase de stripping, ambas torres son abastecidas de una solución antiespumante mediante la utilización de bombas conectadas a estanque de dosificación de 180 kg de capacidad.

5.3 Fase de remoción de Boro

5.3.1 Ablandamiento químico

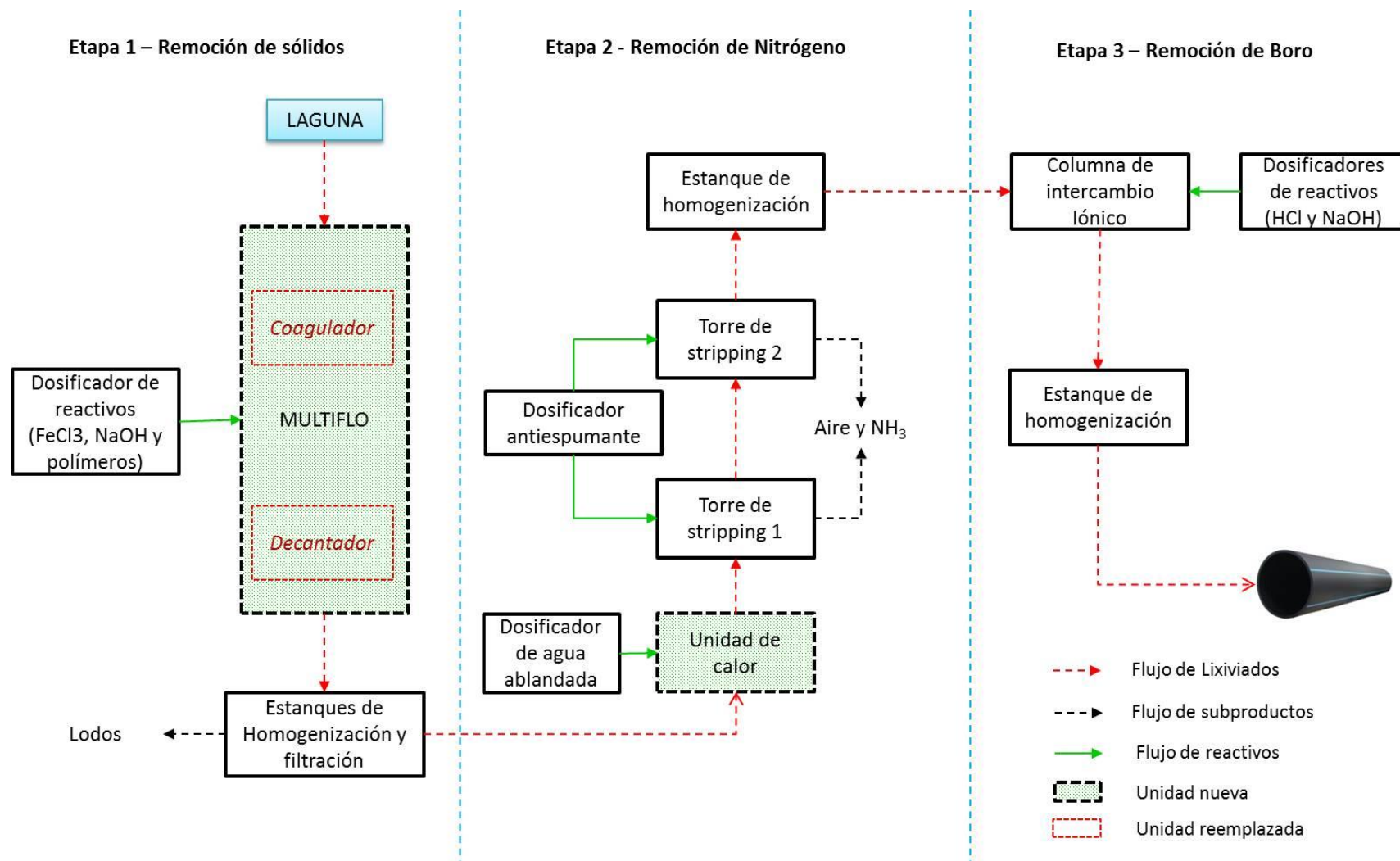
Un aspecto que ha sido previsto como potencial interferencia para la extracción de Boro tiene relación con la dureza residual del lixiviado desamonizado. Es por esta razón que previo a la alimentación de la columna de intercambio iónico para la remoción de Boro se incluye un estanque ablandador, con la finalidad de actuar como pulimiento en cuanto a la remoción de dureza del lixiviado mediante la utilización de cloruro de sodio. Ésta unidad consta de un estanque ablandador de 1.050 litros de capacidad y un sistema de dosificación de cloruro de sodio.

5.3.2 Intercambio iónico mediante resinas

El lixiviado ablandando y desamonizado es bombeado hacia la columna (reactor) de intercambio iónico que contiene una resina selectiva y altamente eficiente en la remoción de Boro. Esta alternativa ha sido seleccionada, en desmedro de otras tecnologías disponibles (osmosis inversa por ejemplo), tras evaluar aspectos como la presencia de materia orgánica en el fluido y recuperación esperable.

Para lograr una continuidad de servicio e incrementar el funcionamiento del reactor de intercambio iónico, esta unidad es alimentada por ácido clorhídrico mediante un dosificador conectado a dos estanques de almacenamiento de 1 metro cubico de capacidad.

Figura N° 2. Diagrama de componentes principales Proyecto Optimizado



6. JUSTIFICACIÓN DE LA MODIFICACIÓN

A continuación se presentan las justificaciones que sostienen la necesidad de modificar la autorización de proyecto de la SEREMI de Salud asociada a la Res. Ex. N°14983.

- **Menor generación de lodos:** El proceso químico optimizado implica una generación de lodos significativamente menor al proceso original propuesto. El proceso de stripping sin el intercambiador de calor, requiere un consumo de Cal o NaOH cuya adición en lixiviados genera una gran cantidad de partículas finas y a un pH elevado la efectividad en la disminución de carga orgánica puede alcanzar niveles intermedios, lo que puede derivar en un aumento de las dosis de reactivos. Con la modificación planteada los consumos disminuyen y su eficiencia es mayor.
- **Mayor eficiencia de remoción:** Según el criterio experto, el proceso de stripping post el intercambiador de calor, logra mayor eficiencia en los ajustes de pH requeridos para el proceso de remoción de NH_3 por stripping.
- **Manejo de sustancias peligrosas no considerado:** El proceso aprobado podría requerir esfuerzos asociados al lavado de equipos con ácido sulfúrico en la etapa de remoción de sólidos, lo que a su vez podría generar sales de amonio diluidas. La optimización propuesta considera un equipo altamente selectivo para la remoción de sólidos (Multiflo) y un filtro multimedia que reducen significativamente la necesidad de lavado de equipos en la etapa de remoción de sólidos. Asimismo, la unidad de calor permite disminuir considerablemente los requerimientos de reactivos, lo que disminuye los aportes de sólidos suspendidos al proceso requiriendo un esfuerzo de limpieza menor.
- **Eficiencia del tratamiento de Boro:** la solución optimizada para el tratamiento de Boro es más eficiente ya que considera una resina altamente selectiva que permite utilizar un solo reactor de intercambio iónico en vez de los 4 reactores considerados en el proyecto inicial.

7. ANEXOS

7.1 ANEXO 1. RES. EX. N° 14983

7.2 ANEXO 2. PROPUESTA TÉCNICA PLANTA DE PRETRATAMIENTO APROBADA

7.3 ANEXO 3. PROPUESTA TÉCNICA VWT
