



MAT.: Presenta Informes que indica.

ANT.: Res. Ex. N° 1/ROL D-001-2016

REF.: Expediente Rol N° **D-001-2016**.

Santiago, 31 de marzo de 2016

Carolina Silva Santelices

Fiscal Instructora de la División de Sanción y Cumplimiento

Superintendencia del Medio Ambiente

Teatinos N° 280 piso 8, Santiago

Presente

MARIO GALINDO VILLARROEL, en representación de **Celulosa Arauco y Constitución S.A.**, ambos domiciliados para estos efectos en La Concepción N° 141, Oficina 1106, Providencia, Región Metropolitana, en procedimiento de sanción **D-001-2016**, y en conformidad a lo establecido en los artículos 17 f) y 35 de la Ley N° 19.880, que Establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado, y del artículo 50 de la Ley N° 20.417 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, vengo en acompañar informes de terceros expertos que fueran ofrecidos en los descargos formulados en el presente procedimiento.

La presente prueba documental se acompaña con el objeto de acreditar las alegaciones y defensas formuladas en nuestros descargos. Para tal efecto, se acompañan tres informes elaborados y suscritos por terceros expertos e independientes, sobre los puntos que se señalan a continuación.

1. Sobre el óptimo funcionamiento del sistema de tratamiento de efluentes de Planta Valdivia y la ausencia de efectos negativos en la calidad de las aguas del río Cruces

En relación al cargo N° 2, hemos sostenido que Planta Valdivia cuenta con un diseño operacional para hacer frente a contingencias que dejan la recuperación y envío de derrames de sustancias al sistema de tratamiento como una alternativa excepcional, es decir, como último recurso en los términos de las exigencias aplicables a Planta Valdivia. Consecuencia de este diseño es que no se produjeron efectos negativos en la calidad de la descarga del efluente de la Planta a consecuencia del evento de detención no programada de la Caldera Recuperadora de Planta Valdivia ocurrida el día 17 de enero 2014, cuyas características se describieron en los descargos.

En base a lo anterior, y con objeto de desvirtuar lo sostenido por la autoridad en el levantamiento de cargos y de demostrar que el marginal volumen de licor verde recuperado y recirculado al sistema de tratamiento como acción de último recurso no produjo afectación en la calidad del efluente que se descarga al Río Cruces, se acompañan los siguientes informes:

- a) Informe “**Verificación de Cumplimiento de Estándares BAT de la Unión Europea. Sistema de Recolección y Control de Derrames Planta Valdivia-Celulosa Arauco y Constitución S.A.**”, elaborado por Delis Consultores E.I.R.L., de febrero de 2016

En los descargos de mi representada se sostuvo que la configuración de Planta Valdivia permite confirmar que la conducción de una pequeña fracción de licor verde al sistema de tratamiento de efluentes fue excepcional y mínima. Se indicó que tal diseño se estableció conforme a los estándares de mejores tecnologías disponibles (*BAT*, por sus siglas en inglés).

El informe elaborado por Delis Consultores evalúa precisamente el cumplimiento de los estándares de las Mejores Tecnologías Disponibles de la Unión Europea, en su versión 2015 (*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. JRC Science and Policy Report. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU, 2015*). Da cuenta de los resultados de una visita en terreno a las instalaciones de Planta Valdivia y de una revisión de la documentación disponible de los sistemas de recolección y control de derrames de sustancias.

El informe señala que el sistema de Planta Valdivia cumple con dichos estándares por cuanto su diseño efectivamente incorpora estas *BAT*, ya que evita que en definitiva ante emergencias operacionales se afecte el sistema de tratamiento de efluentes mediante la recuperación y reintegro

al proceso de los derrames de proceso. De esta manera, se evita alteración de alguno de los parámetros de los efluentes en la descarga al Río Cruces. En este sentido, el informe concluye en base a sus verificaciones lo siguiente:

- i. Los sistemas de control y monitoreo de conductividad de los sistemas de recolección permiten efectivamente recuperar los derrames y pérdidas, reingresándolos al proceso de manera que no se afecta la calidad de la descarga de la Planta. En efecto, señala “*Los sistemas de recolección, poseen sistemas de monitoreo y control de conductividad, que permiten en forma efectiva recuperar los derrames y pérdidas, reingresándolos al proceso y, evitando la descarga al sistema de tratamiento de efluentes con altas concentraciones*”.
- ii. Las áreas de proceso poseen infraestructura apropiada para la recolección de derrames de licor separados e independientes de los sistemas de efluentes de bajos sólidos y aguas lluvias.
- iii. La ubicación apropiada de los pozos de recuperación que permiten el reingreso de sustancias al proceso.
- iv. Debido al diseño de la Planta, no existe posibilidad que un derrame de alta concentración pueda afectar de forma negativa al sistema de tratamiento secundario.
- v. La capacidad de almacenamiento de los estanques buffer excedería el 30% requerido.

El señor José Delis, quien suscribe el informe, es Ingeniero Civil Electrónico de la Universidad de Concepción, Máster en Gestión y Tecnología Ambiental de la Escuela de Organización Industrial, España. Delis Consultores E.I.R.L. se especializa en prestar servicios de consultoría en temas de tecnología y gestión ambiental, gestión en seguridad y salud ocupacional, y gestión de calidad.

- b) Informe “**Efectos del Licor Verde en el Sistema de Tratamiento de Efluentes**”, elaborado por el señor Alfredo Grez Pérez., de julio de 2014

Este informe da cuenta de la relación de hechos asociadas a la detención no programada de la Caldera Recuperadora de Planta Valdivia ocurrida el día 17 de enero 2014. Este informe fue emitido en el año 2014, por lo cual su valor está dado por su descripción y relato de los hechos ocurridos efectivamente el día del evento de *trip* de Caldera, así como los efectos operacionales que de ello se derivaron para el sistema de tratamiento de Planta Valdivia, en forma previa al inicio del presente procedimiento. En relación a estos efectos, el consultor arribó a las siguientes conclusiones:

- i. No se produjo afectación al Río Cruces. Sobre este punto señala que *“el derrame interno de licor verde tuvo que pasar necesariamente por el sistema de tratamiento de efluentes, de lo cual además existe evidencia (se puede observar en los gráficos), descartándose que dicho derrame pudiera alcanzar el río Cruces en forma directa sin pasar por este tratamiento”*.
- ii. No se impactaron de forma negativa los reactores biológicos secundarios del sistema de tratamiento.
- iii. No hubieron efectos en el sistema de tratamiento de efluentes de la Planta Valdivia producto del derrame de licor verde.

El señor Alfredo Grez Pérez que suscribe el informe es Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con especialización en Hidráulica en el *Institut Polytechnique de Grenoble*, Francia.

2) Sobre el eficiente diseño del sistema de tratamiento de gases TRS

A propósito del cargo N° 5 de la formulación de cargos, mi representada sostuvo que el diseño de su sistema de tratamiento de gases TRS, constituido por tres alternativas sucesivas, es el óptimo para efectos del funcionamiento de Planta Valdivia.

A objeto de acreditar lo sostenido por mi representada, se acompaña el siguiente informe:

- a) Informe **“Evaluación Sistema Quemado TRS y Emisiones de SO₂ - Celulosa Arauco, Planta Valdivia”**, elaborado por Thermal Engineering, de marzo de 2016

Este informe evalúa el sistema de tratamiento de gases TRS de Planta Valdivia que contempla tres alternativas para el tratamiento de los gases TRS generados en el proceso productivo. La primera alternativa correspondiente al proceso en régimen regular es la incineración en la caldera recuperadora, la segunda alternativa, utilizada en el caso de alguna contingencia o detención inesperada de la caldera recuperadora, es la incineración en la caldera de poder, y finalmente, la tercera alternativa, utilizada como respaldo a la segunda, considera la utilización de un incinerador dedicado para la incineración de TRS.

El informe verifica que este sistema es el adecuado conforme a las directrices de la Unión Europea, y que dicho sistema se encuentra en buen estado, no superándose los límites de concentración y

emisión de TRS en las calderas, comprometidas en la RCA N° 279/98. En efecto, concluye que *“Actualmente Celulosa Arauco, Planta Valdivia, posee un sistema de recolección de gases TRS Concentrados y Diluidos No Condensables que permiten su transporte e incineración de forma segura y que no sobrepasa los límites de concentración y emisión de TRS en la Caldera Recuperadora, Caldera de Poder u Incinerador o Quemador dedicado”*.

Thermal Engineering Consultores es una empresa con experiencia desde 1997 en el desarrollo de proyectos de ingeniería y servicios de consultoría en el área energía y procesos térmicos. El señor Gregorio Barrientos Wells, quien suscribe el informe, es jefe de ingeniería de la consultora e Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad de Concepción.

Por tanto, solicito a Ud., tener por presentados los informes individualizados, así como tener presente las consideraciones efectuadas respecto de ellos, para todos los efectos legales que correspondan.

Sin otro particular, se despide atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Mario Galindo Villarroel', written over the typed name below.

MARIO GALINDO VILLARROEL
p.p. Celulosa Arauco y Constitución S.A.



**VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES *BAT* DE
LA UNIÓN EUROPEA**

**SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y CONTROL DE DERRAMES PLANTA
VALDIVIA – CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN S.A.**

**ELABORADO POR DELIS CONSULTORES E.I.R.L.
FEBRERO 2016**

1 INTRODUCCION

Planta Valdivia (PV), de la empresa Celulosa Arauco y Constitución S.A., es una planta que produce celulosa Kraft y se emplaza en San José de la Mariquina, en terrenos aledaños al Río Cruces.

Se ha solicitado efectuar una revisión en terreno a las instalaciones y documentación disponible de los sistemas de recolección y control de derrames de sustancias con alta concentración, de modo de evaluar el nivel de cumplimiento de los estándares de la Mejor Tecnologías Disponibles de la Unión Europea (UE), versión 2015 (BAT, por sus siglas en inglés). Estos sistemas permiten, frente a incidencias y/o emergencias que ocurran en el proceso, evitar la afectación del sistema de tratamiento de efluentes y, de esta manera, evitar la alteración de algunos de los parámetros de los efluentes de la descarga al Río Cruces.

El proceso de producción celulosa kraft blanqueada de Planta Valdivia se encuentra certificado por las Normas ISO 9001 de gestión de la Calidad, ISO 14.001 de Gestión Ambiental y el estándar CERFOR de cadena de custodia forestal, por la empresa certificadora QMI, hasta el 2017 para las normas ISO y, 2016 para el estándar CERFOR.

2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

En términos generales, el objetivo del presente informe es describir las condiciones de funcionamiento de los sistema de detección, recolección y control de derrames de sustancias, tomando como referencia los criterios que establece el estándar BAT en esta materia.

Objetivos específicos

- Efectuar el levantamiento de información en terreno y visitar las instalaciones.
- Verificar que el sistema de detección, recolección y control de derrames da cumplimiento a los estándares BAT en estas materias.
- Preparar un informe técnico con los resultados obtenidos de la inspección y evaluación.

Alcance

Esta revisión de acota a los numerales 3.3.9 y 3.3.12 del Estándar *"Best Available Techniques (BAT)"* documento de referencia para la producción industrial de pulpa, papel y cartón, versión 2015.

3 ANTECEDENTES

Estándar Mejores Tecnologías Disponibles

La Oficina de Prevención y Control de la Contaminación de la Unión Europea (EIPPCB sus siglas en inglés), se creó para organizar un intercambio de información entre los Estados miembros, la industria y las organizaciones no gubernamentales que promueven la protección del medio ambiente sobre las mejores técnicas disponibles (BAT, por las siglas

en inglés de *Best Available Techniques*) y tiene gran relevancia en Europa, pues establece referencias tecnológicas en diferentes procesos industriales, entre ellos, la producción de pulpa, papel y cartón.

En términos generales relacionados con derrames, dicho estándar establece lineamientos que deben considerar las actividades de monitoreo, detección y manejo de derrames y/o pérdidas de licores y, en general, cualquier sustancia o mezclas de éstas con altas concentraciones de sólidos.

Los lineamientos generales establecidos son los siguientes:

- Separación y control de los efluentes de cada proceso.
- Monitoreo de la conductividad o pH en línea en puntos estratégicos para detectar pérdidas y derrames.
- Recolección de licor o fibra derramada y reingreso al proceso en los lugares adecuados o, eventualmente, su conducción al sistema de tratamiento de efluentes, según su nivel de conductividad y pH.
- Protección con pretilas de contención.
- Uso de sistemas de control automático

Tabla 3.1, muestra el detalle de cada estándar, en particular en los numerales 3.3.9, Sistema de Monitoreo y recuperación de derrames efectivo, y 3.3.12, correcto dimensionamiento de estanques de buffer para el almacenamiento de líquidos calientes o concentrados desde proceso.

TABLA 3-1

Estándar "Best Available Techniques (BAT)" de 2015, documento de referencia en la producción de pulpa, papel y cartón.

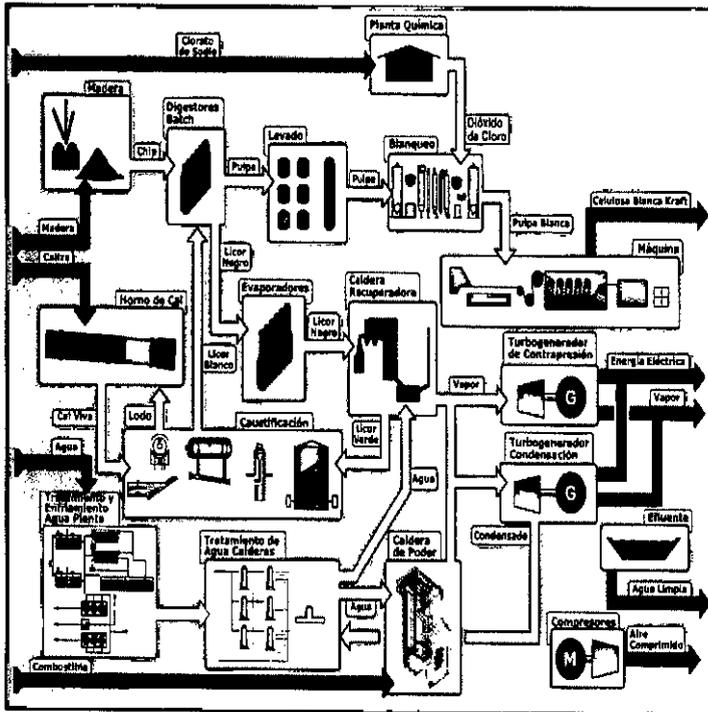
Numeral	Estándar	Estándar específico
3.3.9.	Sistema de Monitoreo de derrames efectivo	Control de Conductividad y pH en lugares estratégicos para detectar pérdidas y derrames.
	Sistema de recuperación de derrames y pérdidas apropiado	Recuperación de derrames de licor a la más alta concentración posible.
		Contar con pozos de recuperación o sumideros equipados con bombas de recuperación, cuyo uso esté asociado al control de conductividad.
		Retorno del licor recuperado al proceso en lugares apropiados
		Prevención que los derrames entren al sistema de tratamiento biológico
	Prevención que los derrames entren al sistema de aguas lluvias	
3.3.12.	Capacidad suficiente de los contenedores buffer	La capacidad de almacenamiento debe exceder los volúmenes de operación normal al menos en un 30%

Procesos Pulpado Kraft

El proceso kraft (o al sulfato), es un proceso químico de fabricación de pulpa (celulosa), en el que se separan las fibras de la lignina a través de un reacción química de la madera (cocción), previamente convertida en astillas (chips). Por otra parte, mediante procesos auxiliares y complementarios, el proceso permite recuperar los productos químicos que intervienen en la producción de la pulpa y volver a usarse en un ciclo siguiente.

En el proceso de conversión, las astillas de madera se ingresan al proceso de digestión (cocción) junto con una solución de químicos denominada 'licor blanco', que contiene agua, soda cáustica (NaOH) y Sulfuro de sodio (Na₂S). Las fibras son "cocidas" durante aproximadamente una hora bajo condiciones de temperatura y presión. Luego la pulpa (celulosa) se separa del licor negro, llamado así por el color que adquiere la solución durante la cocción, se lava y, posteriormente, se procede al blanqueado. La Figura 3.1, muestra el esquema general de producción de celulosa kraft.

FIGURA 3-1
Esquema General de Producción Celulosa Kraft

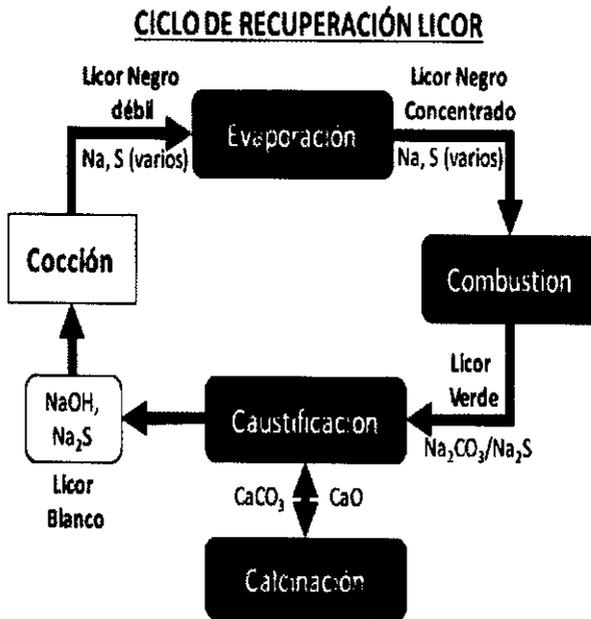


Ciclo de Recuperación de Licores

En el ciclo de recuperación de licores, el licor negro se mezcla con el agua de lavado constituyendo el licor negro débil y luego se somete a evaporación en varias etapas, llevándolo desde un contenido de 15% de materia sólida seca aproximadamente, hasta un contenido aproximado de 75% de materia sólida seca. El licor negro así concentrado se reutiliza como combustible en la caldera de recuperación.

En el fondo de la caldera de recuperación quedan sólidos fundidos que se disuelven y forman el licor verde. Posteriormente, en el área de caustificación, se agrega Oxido de Calcio (CaO), separando el Carbonato de Calcio (CaCO₃) precipitado del sobrenadante, con ello se forma el licor blanco, que contiene Hidróxido de Sodio (NaOH) y Sulfuro de Sodio (Na₂S) disueltos, para el reingreso al proceso de cocción. Ver Figura 3.1

FIGURA 3-2
Ciclo de Recuperación de Licor



Sistema de Manejo y Recuperación de Derrames

El sistema de contención y recuperación de derrames comprende el conjunto de equipos e instalaciones que forman parte de su diseño original de la planta y está configurado para recuperar los derrames y reingresarlos al proceso o, previa verificación de la conductividad, enviarlos desde los distintos fosos o sumideros hacia la planta de tratamiento de efluentes (PTE), de modo de asegurar que la calidad del efluente enviado no genere problemas de control en la PTE.

En la presente revisión se dio especial énfasis en el sistema de derrame relacionado con el ciclo de licores (Verde, Negro y Blanco), el que en términos de procesos, corresponden a las siguientes áreas de la planta:

1. Evaporación (Área 351)
2. Caldera de Recuperación (Área 352)
3. Caustificación y Horno de Cal (Áreas 353-354)
4. Digestor de fibras y Lavado (Áreas 341-346)

4 EVALUACIÓN DE LOS ESTÁNDARES BAT

4.1 Sistema de Monitoreo y Control de Derrames

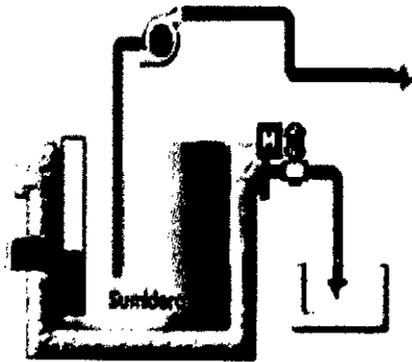
Descripción General

En todos los sumideros o fosos de captación y recuperación se ha incorporado instrumentación y lazos de control que pueden operar en modo Manual/Automático. Estos sistemas están compuestos, principalmente, por los siguientes equipos (ver Figura 4.1):

- Sensor/Transmisor de Nivel
- Sensor/Transmisor de Conductividad con visualización en terreno
- Actuadores
 - o Válvula de automática, con *limit switch* de posicionamiento (On-Off)
 - o Motobomba con monitoreo de corriente (On-Off)

FIGURA 4-1

Proceso e Instrumentación general fosos.



Los lazos de control en cada área son similares y operan de la siguientes forma:

Lazo de Control 1: Sensor de Conductividad monitorea el parámetro en el sumidero (Variable de Control), dependiendo de los límites Alto (H) o Bajo (L) preestablecido (Set Point), el sistema de control actúa sobre la Válvula (HS) de dos formas:

- Conductividad Alta: Cierra Válvula e impide la descarga hacia la Planta de Tratamiento Efluentes (PTE) en forma gravitacional.
- Conductividad Baja: Abre Válvula y con ello permite la descarga hacia la PTE.

Lazo de Control 2: Sensor de Nivel monitorea este parámetro en el sumidero (Variable de Control), dependiendo los Niveles preestablecidos (Set Point), el sistema de control actúa sobre la Motobomba (M) de dos formas:

- Nivel Alto: Da partida a la motobomba para enviar los derrames recolectados nuevamente al proceso.
- Nivel Bajo: Detiene la motobomba de recuperación.

Cabe destacar, que la estrategia de control automático de los fosos de derrame, obedece y se enfoca en la recuperación de los derrames de químicos con alta conductividad para hacer más eficiente los procesos y reducir las pérdidas, sólo como una última opción, se descarta como Efluente General enviando a la PTE los de baja conductividad. No obstante, existen otros circuitos y 7 fosos para Efluentes Bajos en Solidos y Aguas Lluvias, que la estrategia de control es asegurar y mantener la calidad de los parámetros de descargar a la PTE o al Río Cruces, respectivamente, bajo rangos aceptables y autorizados ambientalmente, derivando a la Laguna de Derrames ante alteraciones significativas de los parámetros que no cumpla con los límites establecidos.

A continuación se precisa este sistema por cada área de proceso que están en el Ciclo de Recuperación de Licor.

a) Área de Evaporación (Área 35).

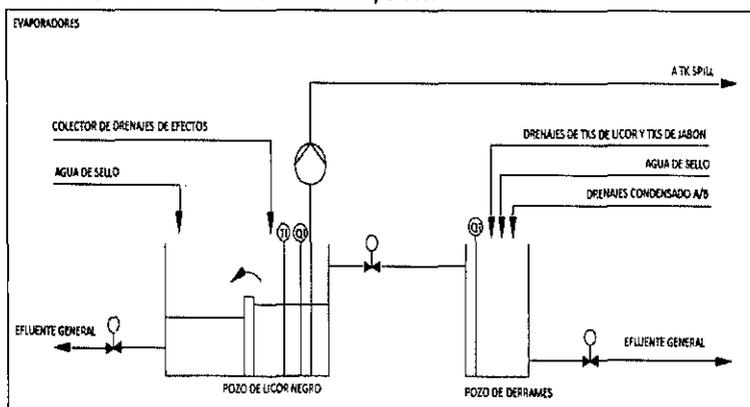
Posee dos fosos (Fosos N°12 y N°13), interconectados entre sí a través de una válvula (QS513A) manteniéndose constantemente abierta, como vasos comunicantes. Sólo el foso N°13 está con descarga automática a la PTE a través de la válvula (HS750) y, el foso N°12, si bien existe conexión a la PTE, existe una válvula (QS513B) que se mantiene cerrada en forma manual, opera sólo como alternativa.

Lazos de control

En el Foso N°12 se monitorea la conductividad (Q1513), no obstante por diagrama P&I muestra que posee un lazo de control de conductividad (513), cuyo sensor (Q1513), actúa sobre las válvulas (QS513A y QS513B). Se verifica que ambas se mantienen en modo manual abierta y cerrada, respectivamente.

El Foso N°13, opera el lazo de control de conductividad (QSS09) y está compuesto por el Sensor Indicador de conductividad (Q1509) y Válvula (HS750). La válvula además posee Limit Switch (ZS750) que permite verificar su posición. Además, posee un segundo lazo de control de Nivel (556), cuyo Sensor de Nivel (LI556) actúa sobre la Motobomba (M173), esta última posee indicador de corriente (I1291) que permite asegurar funcionamiento.

FIGURA 4-2
Proceso e Instrumentación Fosos área de Evaporación.



b) Área de Caldera de Recuperación (Área 352).

Posee dos fosos (Foso N°4 y N°5), operan en forma independiente y permiten recuperar derrames de Licor Verde y Licor Negro, respectivamente. Ambos están conectados a la PTE.

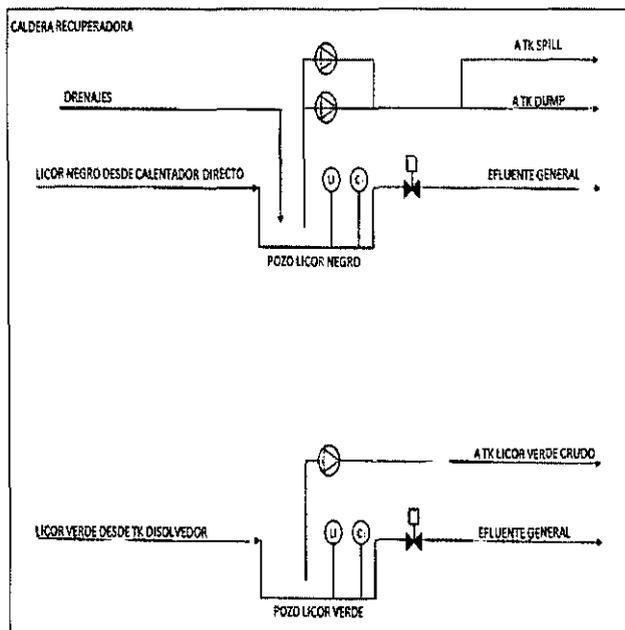
Lazos de Control y Monitoreo

En el Foso N°4, opera un lazo de control de conductividad (486), cuyo sensor de conductividad (CI486) actúa sobre la válvula (HS9202). La válvula además posee Limit Switch (ZS9202) que permite verificar su posición. Además, posee un segundo lazo de control de Nivel (485), cuyo Sensor de Nivel (LI485) actúa sobre la Motobomba (M304), que además posee indicador de corriente que permite asegurar funcionamiento.

El Foso GS N°5, opera el lazo de control de conductividad (411) y está compuesto por el Sensor Indicador de conductividad (CI411) y Válvula (HS9200). La válvula además posee Limit Switch (ZS9200) que permite verificar su posición. Además, posee un segundo lazo de control de Nivel (556), cuyo Sensor de Nivel (LI410) actúa sobre dos Motobombas (M443 y M275), estas poseen indicador de corriente que permite asegurar funcionamiento. Actualmente las operan en forma alternada, manteniendo una en Automático y la otra en Manual.

FIGURA 4-3

Proceso e Instrumentación Fosos área de Caldera Recuperadora.



c) Área de Caustificación y Horno de Cal (Áreas 353-354).

Posee dos fosos (Foso N°1 y N°2), operan en forma independiente, el Foso N°1 recibe los derrames del edificio de filtros de lodos y el Foso N°2 del área de caustificación. Ambos están conectados a la PTE.

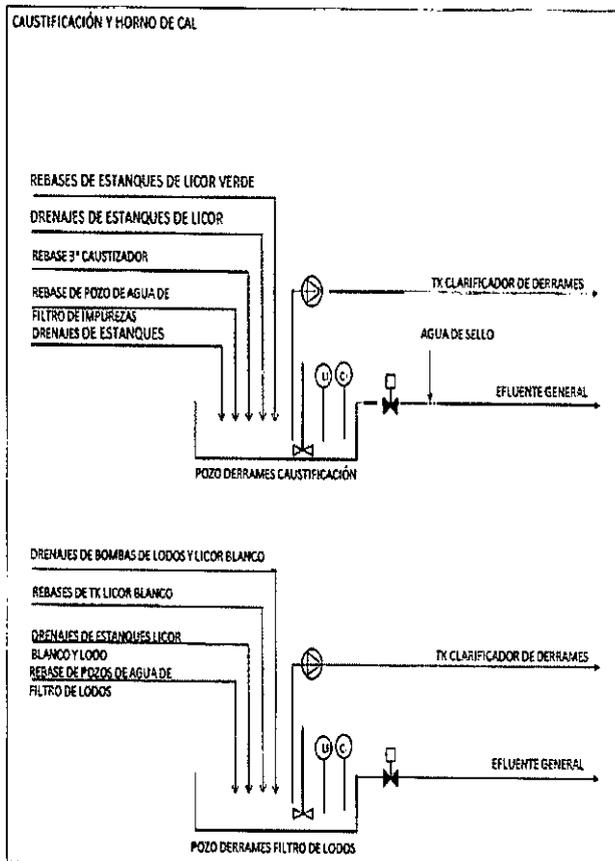
Lazos de Control y Monitoreo

En el Foso N°1, opera un lazo de control de conductividad (Q1392), cuyo sensor de conductividad (QE392) actúa sobre la válvula (HS500). La válvula además posee Limit Switch (ZS500) que permite verificar su posición. Posee un segundo lazo de control, de Nivel (414), cuyo Sensor de Nivel (LI414) actúa sobre la Motobomba (M183), esta posee indicador de corriente que permite asegurar funcionamiento.

El Foso N°2, opera el lazo de control de conductividad (264) y está compuesto por el Sensor Indicador de conductividad (Q1392) y Válvula (HS700). La válvula además posee Limit Switch (ZS700) que permite verificar su posición. Posee un segundo lazo de control de Nivel (263), cuyo Sensor de Nivel (LI263) actúa sobre la Motobomba (M151), que posee indicador de corriente que permite asegurar funcionamiento.

FIGURA 4-4

Proceso e Instrumentación Fosos Áreas de Caustificación y Horno de Cal



d) Área de Digestores de Fibra y Lavado (Áreas 341-346).

Posee dos fosos (Foso N°6b y N°6), operan en forma conectada, es decir el Foso 6b entrega su efluente al Foso 6 y, este último, descarga a la PTE.

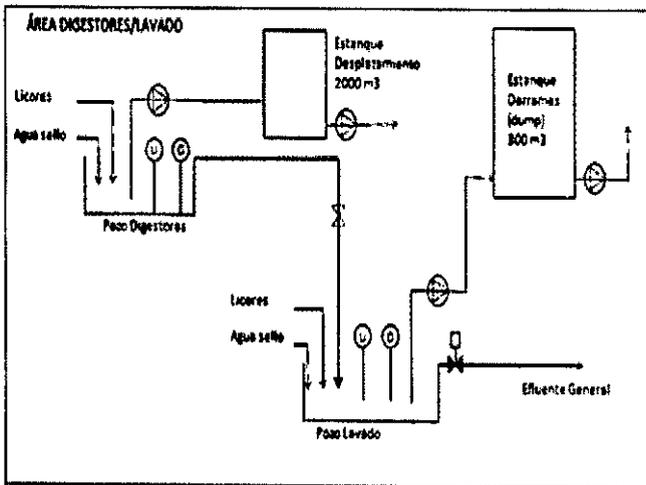
Lazos de Control y Monitoreo

En el Foso N°6b, opera un lazo de control de conductividad (I491), cuyo sensor de conductividad (CI1491) y actúa sobre la válvula, que además posee Limit Switch que permite verificar su posición. Tiene además indicador de Nivel (LI492).

El Foso N°6, opera el lazo de control de conductividad (I117) y está compuesto por el Sensor Indicador de conductividad (CI117) y Válvula (HS1500). La válvula posee Limit Switch (ZS1500) que permite verificar su posición. Posee un segundo lazo de control de Nivel (I116), cuyo Sensor de Nivel (LI116) actúa sobre la Motobomba (M150), que posee indicador de corriente que permite asegurar funcionamiento.

FIGURA 4-5

Proceso e Instrumentación Fosos Áreas de Digestores y Lavado



Verificación de funcionamiento

Para cada Lazo se revisaron las curvas de tendencia que permite el Sistema de Control Distribuido (DCS) en sala de control verificando durante un periodo de 3 meses las variables de control Conductividad, Nivel y Corriente Motor, obteniéndose gráficas para corroborar la operación. Las pantallas del DCS se adjuntan en el Anexo 9.1.

Por otro lado, se revisaron los Set Point de Conductividad y Nivel para verificar coherencia para cada lazo de control. Esta información se detalla en el numeral siguiente del presente informe.

Conclusión

De acuerdo a la instrumentación y equipamiento vistos en terreno, además de la verificación efectuada en la Sala de Control a las pantallas del sistema de control distribuido, es posible concluir que, los sistemas de recolección, poseen sistemas de monitoreo y control de conductividad, que permiten en forma efectiva recuperar los derrames y pérdidas, reingresándolos al proceso y, evitando la descarga al sistema de tratamiento de efluentes con altas concentraciones. Esto evidencia un cabal cumplimiento a lo requerido por el estándar BAT de la Unión Europea respectivo.

4.2 Sistema de Contención y Recuperación de Derrames

Descripción general

En cada área, se evidencia la existencia de infraestructura para la recolección de derrames de licor, separados e independientes de los sistemas de colección de aguas de aguas lluvias, en base a pretilos, tomos de toro y pozos de recolección (sumideros). En particular para cada área:

Área de Evaporación (Área 351)

En esta área los licores de mayor concentración son el licor negro concentrado, que puede llegar hasta un contenido de 75% de materia sólida seca y se encuentra almacenado en un estanque de 700 m³ (Tk N°351-22-141). El licor negro débil llega con una concentración 15% y se almacenan en los estanques de alimentación que son los de mayor capacidad en el área (5.000 m³), los Estanque N°1 (Tk N°351-22-147) y N°2 (Tk N°351-22-148). La zona de estanques está rodeada por un pretil que se une con el pretil zona de estanques evaporadores, ambos son capaces de contener al menos el 100% de la capacidad del mayor estanque (Ver Anexo 9.2, Foto 6). Además, existen dos fosos de derrames, el Foso N°13 posee la motobomba de recuperación M173, desde donde es posible recuperar el licor para el reingreso a proceso al Estanque Spill de 3.000 m³ (Tk N°351-22-145).

De la revisión de las pantallas de control en del DCS (Ver Anexo 9.1), se observa que los Set Point de control del Foso N°13 de conductividad se encuentra en 2.000 μ S/cm y de Nivel está en 80%. Se revisó en detalle gráficos de tendencia de los últimos tres meses, observándose que la operación de los sistemas de control se han mantenido en modo Automático y que cada control ha operado de acuerdo a la secuencia preestablecida.

Área de Caldera de Recuperación (352)

En esta área se podrían generar derrames de licor negro concentrado que van a quemado en la caldera. En este caso, los eventuales derrames serían conducidos a través de canaletas hacia el Foso N°5. Ahí es posible recuperarlo por medio de las motobombas existentes M443 y/o M275 hacia el Estanque Dump de 26 m³ (Tk 352-22-273). Posteriormente, se bombean (M274) al estanque Spill de 3.000 m³ en el área de Evaporación. Por otro lado y en forma independiente, los eventuales derrames de licor verde son conducidos a través de canaletas también ubicadas en el perímetro de la caldera hacia el Foso N°4 y luego se bombean (M304) hacia el Estanque de licor verde crudo de 2.120 m³ (Tk 353-22-101) ubicado en el área de Caustificación.

De la revisión de las pantallas de control, se observa que los Set Point del control de conductividad se encuentra en 2.000 μ S/cm y el control de Nivel en 80% en ambos fosos (N°4 y N°5). Se revisaron en detalle los gráficos de tendencia de los últimos tres meses, observándose que la operación de los controles se ha mantenido en modo Automático y que cada control ha operado de acuerdo a la secuencia preestablecida. Sin embargo, en el caso del foso N°4 de Licor Verde se observa en 28/01/2016 una situación puntual de alta concentración (Ver Gráfico 2), que correspondió a un evento de reparación de la línea de licor verde, como lo demuestra la bitácora de operación (ver Foto 18), siendo recuperado el licor derramado en forma oportuna de acuerdo a los sistemas existentes, confirmándose la eficacia de estos últimos.

Área de Caustificación y Horno de Cal

En esta área se podrían producir derrames de licores verde y blanco, los que serían canalizados al Foso N°2 y recuperados a través de una motobomba (M151) hacia el estanque clarificador de derrames de 2.400 m³ (Tk 353-22-205). Por otro lado, los derrames asociados a lodos de cal del sector filtros de lodos de producirse, serían derivados al Foso N°1 y recuperados a través de una motobomba (M183), también hacia el Estanque Clarificador de Derrames (Tk 353-22-205).

De la revisión de las pantallas de control, se observa que el Set Point del control de conductividad se encuentra en 2.000 μ S/cm y el control de Nivel en 80% para ambos. En el foso N°2, se revisaron en detalle los gráficos de tendencia de los últimos tres meses, observándose que la operación de los controles se ha mantenido en modo Automático y que cada control ha operado de acuerdo a la secuencia preestablecida (ver Anexo 9.3 Gráfico N°1). En el caso de Foso N°1 de derrames del filtro de lodos, la válvula se mantiene en manual por lo que todos los derrames se bombean al Estanque de Clarificador de Derrames controlado por nivel.

Área de Digestores y Lavado

En esta área los licores con más alta concentración están contenidos en los acumuladores de Licor Blanco (Tk 341-23-250), Licor Negro (Digestores) de 400 m³ (Tk 341-51-101/110) y Estanque de Filtrado #1 - Lavado (Tk 341-22-276). En caso de derrames, estos licores van a los pozos de Digestores y Lavado, los cuales están comunicados entre sí (XZ1493) y cierran la compuerta hacia Efluentes (HS1500). Estos licores se pueden recuperar completamente en el sistema, retornando a través de la motobomba M250 al Estanque de Desplazamiento de 2.000 m³ (Tk 341-22-252) y con la motobomba M104 al Estanque de Derrame (Dump) de 300 m³ (Tk 346-22-106).

Conclusión

De acuerdo a la infraestructura, pretilas, estanques y fosos vistos en terreno, además de la verificación efectuada en gabinete a los planos y diagramas de recuperación y contención de derrames, es posible concluir que existe infraestructura apropiada y en los lugares adecuados para la recolección de derrames de licor, separados e independientes de los sistemas de colección de efluentes bajos en sólidos y aguas lluvias. Esto evidencia un cabal cumplimiento a lo requerido por el estándar BAT de la Unión Europea respectivo.

4.3 Sistema de tratamiento de efluentes y colección de aguas lluvias (Área 385)

Descripción general

Planta Valdivia cuenta con tres sistemas diferentes e independientes para la recolección de los efluentes y las aguas lluvias, estos son:

- Sistema recolector de efluentes bajos en sólidos
- Sistema recolector de efluentes generales
- Alcantarillado de aguas lluvias

El efluente bajo en sólidos está conformado por efluentes que poseen una baja concentración de sólidos suspendidos y que provienen del área de blanqueo y planta de

desmineralización y, en ocasiones, derrames internos que se puedan producir en el área de manejo de químicos (Ver Anexo 6.5).

El efluente general comprende todos los efluentes generados por otros procesos de la Planta, incluidos aquellos provenientes de las canchas de madera y los fosos de recolección de derrames antes de descritos. Poseen una alta concentración de sólidos en suspensión (ver Anexo 6.6).

Estos dos efluentes son recogidos por sistemas recolectores separados y conducidos por líneas independientes hasta la planta de tratamiento de efluentes. En ella, el efluente general es sometido a un proceso de separación sólido-líquido y, sólo después de este proceso, se junta con el efluente bajo en sólidos para continuar ambos al tratamiento biológico (ver Anexo 6.4). Las aguas lluvias son recolectadas por un tercer sistema recolector y conducidas hacia el río Cruces (Ver Anexo 6.7), previa verificación de su conductividad.

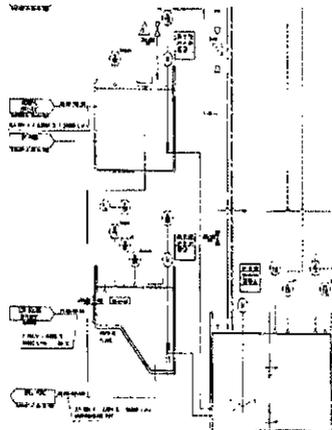
Lazos de Control y Monitoreo

El Efluente Bajo en Sólidos llega al sistema de tratamiento de efluentes a una cámara donde se monitorea el pH (Q1121) y la conductividad (Q1126). En caso que alguno de los parámetros estén fuera de rango, se aísla la descarga hacia la Cámara de Neutralización cerrando la compuerta (HS123), con esto se deriva el efluente bajo en sólido, por rebase, hacia la Laguna de Derrames.

El Efluente General llega gravitacionalmente al sistema de tratamiento primario, específicamente a la cámara Separación Gruesa. Aquí se realiza la extracción de sólidos de mayor tamaño (clasificación mecánica) y, en una segunda etapa, la separación fina de sólidos, por diferencia de densidad de partículas (clarificador). Una vez que el efluente está en la Cámara de efluente Clarificado se monitorea la Conductividad (Q1120) y el pH (Q1119), en caso que algunos de los parámetros estén fuera de rango, se aísla la descarga hacia la Cámara de Neutralización cerrando la compuerta (HS122), con esto se deriva el efluente, por rebase, hacia la Laguna de Derrames (Ver Anexo 6.8).

FIGURA 4-6

Proceso e instrumentación Tratamiento Primario y Neutralización, PTE:



La Cámara de Neutralización posee un sistema de control de pH (QC130), por lo que las diferencias que pudiesen existir en este parámetro son neutralizadas mediante la adición de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) o Soda Caustica (NaOH), según corresponda.

Por otro lado, el sistema colección de agua lluvias posee una cámara de medición de pH, temperatura y conductividad antes de la descarga al Río Cruces.

Conclusión

De acuerdo a la infraestructura, instrumentación y equipamiento de los sistemas de monitoreo y control automático vistos en terreno, además de la verificación efectuada en gabinete a los planos y diagramas del tratamiento primario de la Planta de Tratamientos de Efluentes, es posible concluir que no existe posibilidad que un derrame de alta concentración pueda afectar negativamente al sistema de tratamiento secundario de la PTE (reactores biológicos). Existen sistemas de control de pH, de conductividad y, tratamiento intermedios de clarificación (primario) y de neutralización, que evitaría una eventual descarga directa a los reactores biológicos. Lo anterior evidencia cabal cumplimiento a lo requerido por el estándar BAT de la Unión Europea respectivo.

4.4 Capacidad de Almacenamiento de Estanques de Compensación (Buffer)

Descripción general

Los estanques buffer permiten amortiguar la mayor capacidad en volumen que exija el proceso en situaciones de anormales de funcionamiento, partidas, detenciones y/o emergencias.

Evaluación de capacidades

Existe evidencia que permite verificar que las capacidades de almacenamiento de los estanques corresponden a los volúmenes de diseño, de acuerdo a los Planos As-built.

A continuación se precisa lo indicado por área:

- **Digestores:** Corresponde a la suma de las capacidades de los estanques digestores de $400\ m^3$ cada uno (10 unidades, TK 341-51-101/110) y el estanque de desplazamiento de $2.000\ m^3$ (TK 341-22-252), da una capacidad nominal total de diseño de **$6.000\ m^3$** .
- **Evaporadores:** Corresponde a la suma de las capacidades de los estanques de alimentación de licor negro débil de $5.000\ m^3$ cada uno (TK1 351-22-147 y TK2 351-22-148), el estanque de licor negro intermedio de $2.300\ m^3$ (TK 351-22-146), el estanque Spill de $3.000\ m^3$ (TK 351-22-145) y los estanques de licor negro concentrado y a quemado de $700\ m^3$ cada uno (TK 351-22-141 y TK 351-22-140), da una capacidad nominal total de diseño de **$16.700\ m^3$** .
- **Caldera Recuperadora:** Corresponde al estanque de disolvedor (TK 352-22-297) que posee una capacidad nominal de diseño de **$318\ m^3$** .

- **Caustificación:** Corresponde a la sumas de las capacidades de los estanques del área de caustificación, estanque licor verde de 5.230 m^3 (Tk 353-22-131), licor verde crudo de 2.120 m^3 (Tk 353-22-101), estanque spill de 2.400 m^3 (Tk 353-22-305), estanques de licor blanco de 2.400 m^3 cada uno (Tk1 352-22-201 y Tk2 353-22-202), estanque todo de cal de 1.040 m^3 (Tk 353-51-176), estanque de lavado débil de 1.280 m^3 (Tk 353-22-214) y los estanques de caustificación de 320 m^3 cada uno (Tk 353-51-143/145/147), da una capacidad nominal total de diseño de **17.830 m^3** .

La capacidad nominal total de almacenamiento es de 40.848 m^3 .

Desde el punto de vista operacional, PV informa que los volúmenes con el cual opera los estanques en las diferentes áreas, en promedio, serían los siguientes:

- Digestores: 3.169 m^3
- Evaporadores: 7.839 m^3
- Caldera Recuperadora: 187 m^3
- Caustificación: 10.169 m^3

El volumen total operacional es de 21.364 m^3 .

Existe coherencia en determinar que el cálculo del porcentaje adicional de almacenamiento, de acuerdo a lo volúmenes operacionales informados, existiría una capacidad adicional de 19.484 m^3 , equivalente a un 90% aproximadamente,

Conclusión

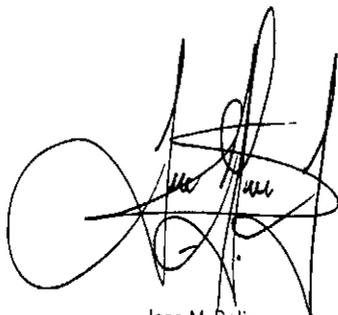
De acuerdo al diseño de los estanques y la información entregada por PV de los volúmenes operacionales, es posible concluir que, existe una capacidad buffer superior al 30% requerido por el estándar BAT respectivo.

5 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

La información revisada en terreno y en gabinete, y que se detalla en el Anexo 6.9, permitió llevar a la conclusión que Planta Valdivia incorpora en su diseño todas las medidas consideradas como "mejores tecnologías disponibles" (BAT) por la Unión Europea, para el manejo y recuperación de derrames.

Por tanto y en virtud de los señalado en el presente informe:

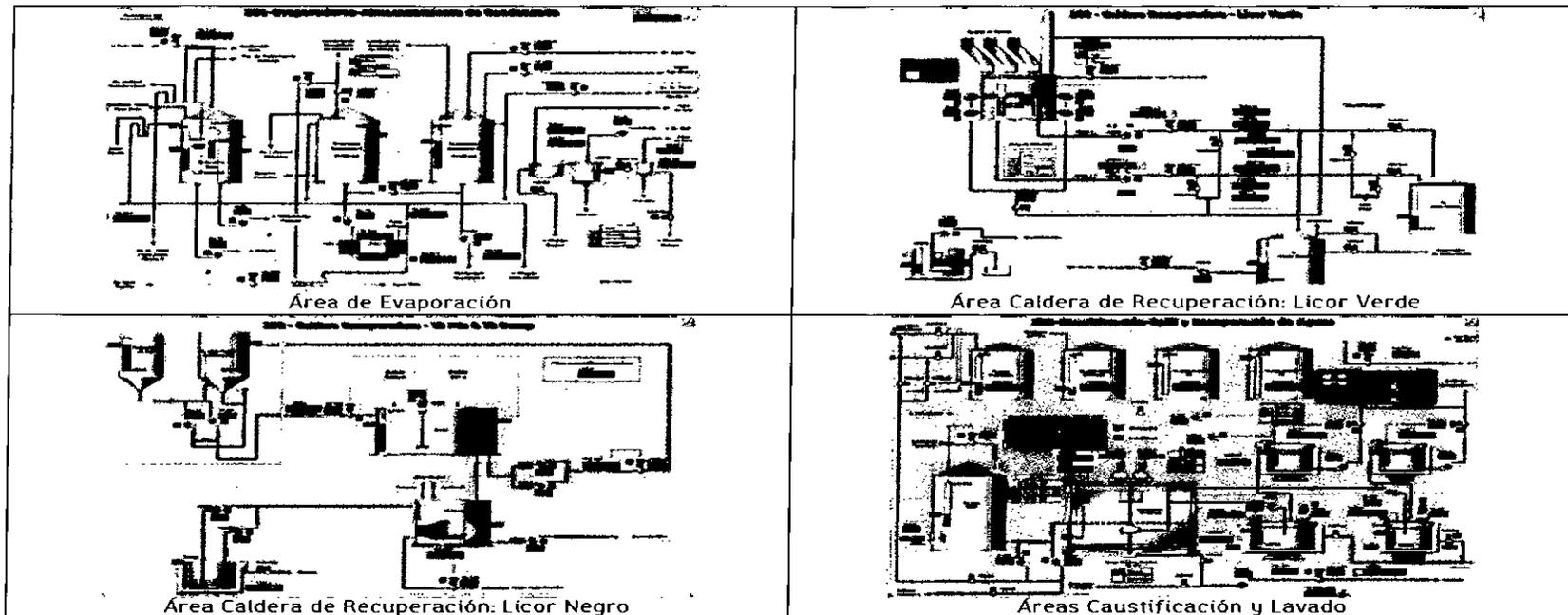
- Se verifica que los sistema de recolección poseen sistemas de monitoreo y control de conductividad, que permiten en forma efectiva, recuperar los derrames y pérdidas reingresándolos al proceso y, evitando la descarga al sistema de tratamiento de efluentes con altas concentraciones.
- Se verifica para cada área de procesos revisada, la existencia de infraestructura apropiada para la recolección de derrames de licor, separados e independientes de los sistemas de colección de efluentes bajos en sólidos y aguas lluvias, en base a pretilas, lomos de toro y pozos de recolección (sumideros).
- Se verifica que los pozos de recuperación se encuentran ubicados en lugares apropiados, permitiendo reingreso al proceso.
- Se verifica que, por diseño, no existe posibilidad que un derrame de alta concentración pueda afectar negativamente al sistema de tratamiento secundario de la planta de tratamiento de efluentes (reactores biológicos).
- Se verifican los cálculos efectuados, que la capacidad de almacenamiento de los estanques buffer, excedería el 30% requerido por el estándar.



Jose M. Delis
Ingeniero Civil Electrónico
Master en Gestión y Tecnología Ambiental
MBA

6 ANEXOS

6.1 PANTALLAS DCS



6.2 FOTOGRAFÍAS



FOTO 1: Sensor Indicador de Conductividad Foso 13, área Evaporación

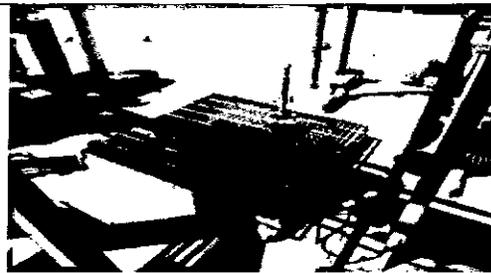


FOTO 2: Foso N°13, área Evaporación.



FOTO 3: Foso N°12, área evaporación

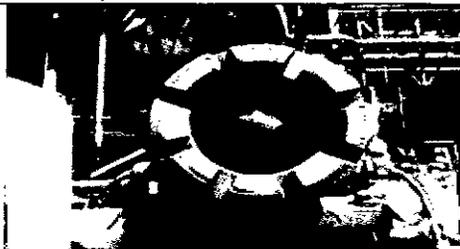


FOTO 4: Sensor Indicador de Conductividad Foso 13, área Evaporación



FOTO 5: Estanques de Licor Negro Concentrado, área evaporación



FOTO 6: Unión de pretties área Evaporación.



FOTO 7: Sensores de Conductividad y Nivel
Foso 4., área Caldera Recuperación



FOTO 8: Estanque Licor Verde, área Caldera
Recuperación



FOTO 9 Sensor Indicador de Conductividad
Foso 4. área caldera recuperación

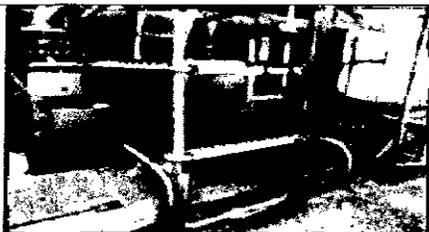


FOTO 10 Motobombas foso 5, área caldera
recuperación



FOTO 11 Foso 6b, área de Digestores



FOTO 12 Sensores/Indicador de Conductividad
Foso 6b., área Digestores.

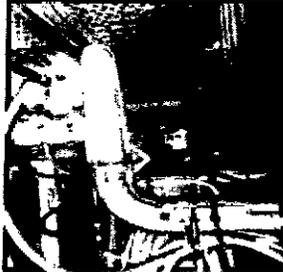


FOTO 13 Sensores/Indicador de Conductividad Foso 6., área Lavado.



FOTO 14 Sensores/Indicador de Conductividad Foso 1., área Caustificación.

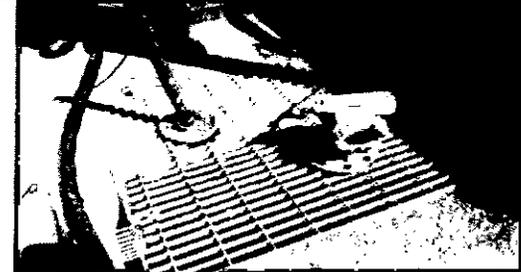


FOTO 15 Sensores/Indicador de Nivel Foso 1., área Caustificación.



FOTO 16 Sensores/Indicador de Nivel Foso 2., área Caustificación.

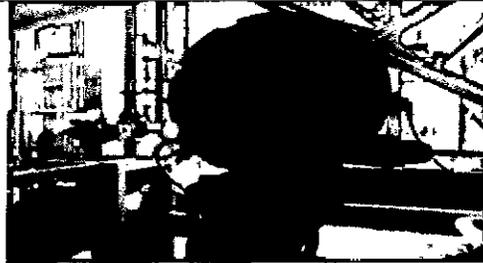


FOTO 17 Sensores/Indicador de Conductividad Foso 2., área Caustificación.



FOTO 18 Bitácora de Operaciones (28/01/2016)

6.3 GRAFICOS DE TENDENCIA

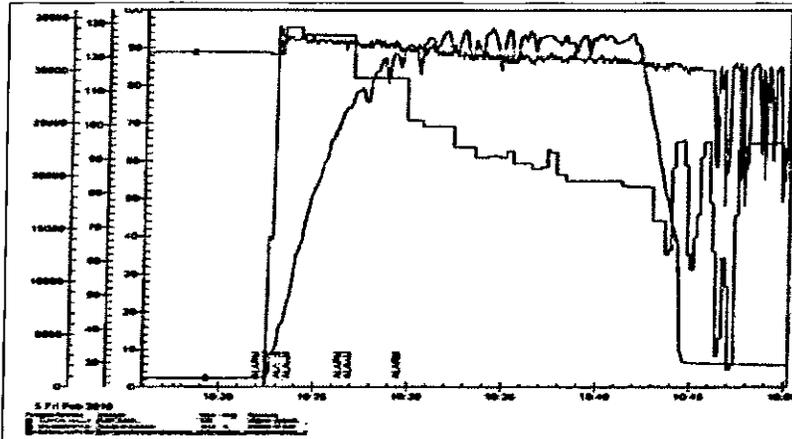


GRÁFICO 1: Variables de control conductividad (rojo), nivel (azul) y corriente motor (rojo) del Foso 2, área de caustificación (05/02/2016).

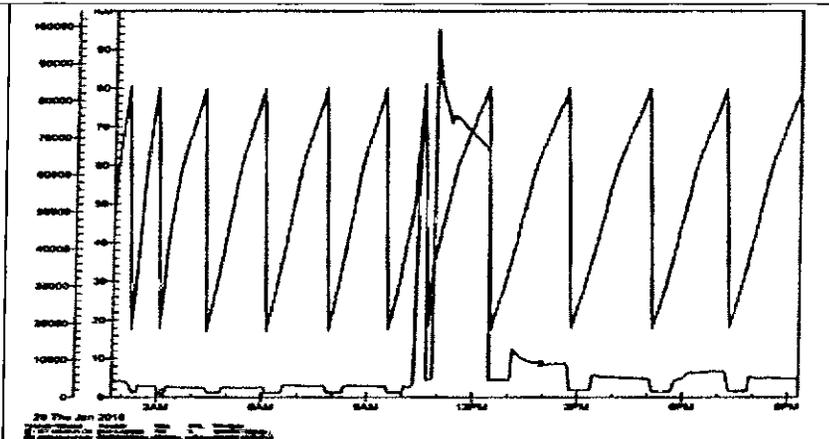
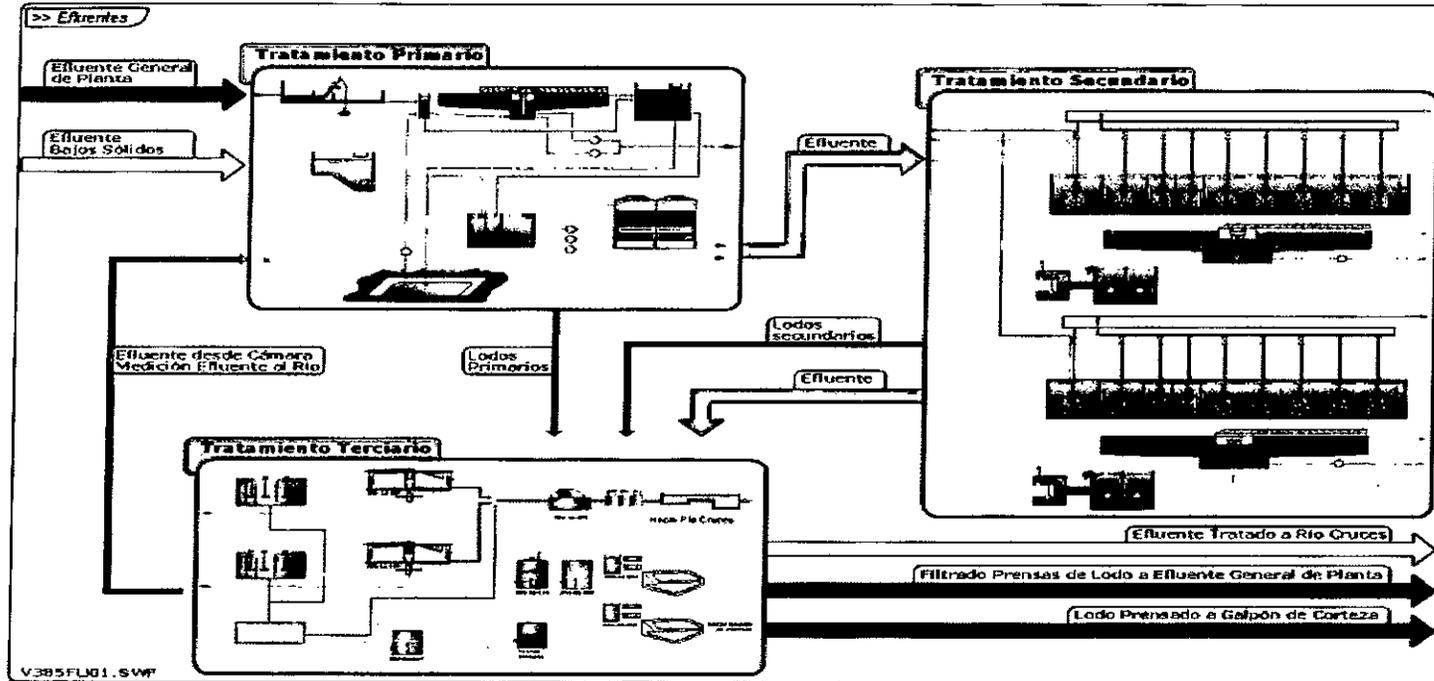


GRÁFICO 2: Variables de control nivel (verde) y corriente motor (rojo) del Foso 4, área de caldera recuperadora (28/01/2016).

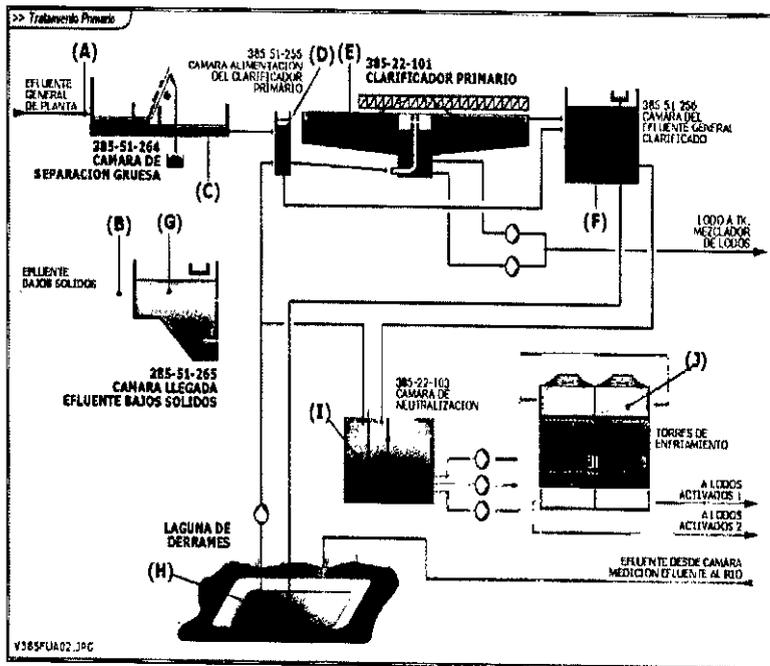
6.4 DIAGRAMA GENERAL DE EFLUENTES



6.6 DIAGRAMA DE EFLUENTES GENERAL



6.8 DIAGRAMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO



- (A) Ducto Descarga Gravitacional Efluente General Planta: Conduce el Efluente General de Planta al Sistema de Tratamiento Primario, específicamente a la Cámara Separación Gruesa.
- (B) Ducto Descarga Gravitacional Efluente Bajos Sólidos: Conduce el Efluente Bajos en Sólidos al Sistema de Tratamiento Primario, específicamente a la Cámara Compuerta Control Remoto Desagüe Bajos Sólidos.
- (C) Cámara Separación Gruesa: En esta cámara se realiza la extracción de los sólidos en suspensión (Clasificación Mecánica) contenidos en el efluente general.
- (D) Cámara Alimentación del Clarificador Primario: Deriva el Efluente General de Planta hacia la Cámara de Neutralización permitiendo aislar el Clarificador Primario.
- (E) Clarificador Primario: Separa los sólidos del Efluente General por decantación.
- (F) Cámara del Efluente General Clarificado: Deriva el Efluente del Clarificador Primario hacia la Laguna de Derrames cuando el pH esté fuera de rango, aislando de esta forma la Cámara de Neutralización.
- (G) Cámara Llegada Efluente Bajos en Sólidos: Deriva el Efluente Bajos en Sólidos a la Laguna de Derrames cuando su pH esté fuera de rango, impidiendo así su llegada a la Cámara de Neutralización.

6.9 ANTECEDENTES

a) Layout

- PLV-A1-300-09-032 (300 – General Planta)
- A1-351-??-???? (351 – Planta Evaporación)
- A1-352-08-652 (352 – Caldera Recuperadora)
- AO-353-09-xxxx (353 – Caustificación y Horno de Cal)
- AO-2605-65-341-02-1001 (341 – Digestores)

b) Diagrama de Procesos e Instrumentación

- A1-311-10-180 (311 – Servicios Planta/Alcantarillado de Sólidos Bajos)
- A1-311-10-181 (311 – Servicios Planta/Alcantarillado General Planta)
- AO-341-06-1044_6 (Pozo Digestores)
- A1-346-06-1023_4 (Pozo Lavado)
- A1-351-06-1017_7 (Pozo Evaporadores)
- A1-352-06-1018_5 (Pozo Licor Negro Caldera Recuperación)
- A1-352-06-1021_4 (Pozo Licor Verde Caldera Recuperación)
- A1-353-06-1020_7 (Pozo Caustificación y HC)
- A1-353-06-1025_8 (Pozo Filtro de Lodos Caustificación y HC)
- A1-385-06-1021_2 (Neutralización y Torres Pta. Efluentes)
- A3-385-06-1010_3 (Diagrama de Bloques Pta. Efluentes)
- A3-385-10-0010 (Perfil Hidráulico – Pta. Tratamiento Efluentes)

c) Planos de Diseño/As built

- A1-2605-AC-300-02-400 (Fosos de descarga de Efluentes N°1, 2, 3, 4, 5, 13 y 40a)
- A1-2605-AC-300-02-401 (Fosos de descarga de Efluentes N°2, 4 y 5, 13)
- A1-2605-AC-300-02-402 (Fosos de descarga de Efluentes N°1, 13 y 40a)
- A1-2605-AC-341-09-020 (Pretil recuperación de derrames – Digestores)
- A1-2605-AC-352-09-050 (Pretil recuperación de derrames – Caldera Recuperadora)
- A1-2605-AC-353-09-050 (Pretil recuperación de derrames – Caustificación)

d) Procedimientos, Registros e Informes

- Listado de Equipos asociados a pozos (SAP)
- Planes Preventivos de Mantenimiento por equipos (Mantenimiento Planta Valdivia).
- Procedimientos operacionales relacionados con: Caldera de Recuperación (varios); Caustificación y Horno de Cal (varios); Pta. de Tratamiento de Efluentes (varios).
- Manual de Respuesta a Emergencias (03-701-018 Versión 5)

- Manual de la Brigada de Emergencia (06/06/2011 Versión 6)
- Informe Técnico Sistema de Distribución de Energía Eléctrica y Evento "Trip Caldera Recuperadora 17 Enero 2014". Pta. Valdivia.
- Presentaciones en Power Point Pta. Valdivia (Varias).
- Informe Técnico: Efectos del Licor Verde en el Sistema de Tratamiento de Efluentes. Gamma Ltda.
- HDS Licor Verde; HDS Licor Negro; HDS Licor Blanco.
- Manual de Fundamentos y Operaciones de Planta de Tratamiento de Efluentes (385). JReyes Consultores.

e) Estándar

- *Best Available Techniques (BAT). Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. JRC Science And Policy Report. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU, 2015.*

GAMMA Ltda

PLANTA DE CELULOSA VALDIVIA

**EFFECTOS DEL LICOR VERDE EN EL SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE EFLUENTES**

INFORME

SANTIAGO, JULIO 2014

Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS Y ALCANCES.....	2
3	ANTECEDENTES.....	3
4	SISTEMAS RECOLECTORES DE EFLUENTES Y DE AGUAS LUVIA.....	4
4.1	Descripción general.....	4
4.2	Sistema del licor verde.....	4
4.2.1	Componentes.....	5
4.2.2	Operación del sistema.....	6
4.2.3	Conexión del sistema de licor verde con el sistema de efluente general.....	6
5	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE ELUENTES.....	7
5.1	Descripción general.....	7
5.2	Tratamiento primario.....	8
5.2.1	Componentes del sistema.....	8
5.3	Tratamiento secundario.....	10
5.3.1	Componentes del sistema.....	10
5.3.2	Características Ambientales Necesarias para el Crecimiento Bacteriano.....	12
5.4	Tratamiento terciario.....	13
5.4.1	Componentes del sistema.....	13
6	COMPORTAMIENTO DEL EFLUENTE FRENTE AL DERRAME DE LICOR VERDE.....	15
6.1	General.....	15
6.2	Parámetros físicos en la planta de tratamiento.....	16
6.3	Eficiencia biológica del sistema de tratamiento.....	19
7	CONCLUSIONES.....	22
	ANEXO A DIAGRAMAS DE PROCESO DE SISTEMAS RECOLECTORES DE EFLUENTES	
	ANEXO B HOJA DE SEGURIDAD DEL LICOR VERDE	
	ANEXO C REGISTROS DE VARIABLES DE PROCESO	

1 INTRODUCCIÓN

El día 17 de Enero de 2014, alrededor de las 13:30 horas, se produjo una detención no programada (trip) de la Caldera Recuperadora de la Planta Valdivia (PV). Como consecuencia de esta parada, otras áreas de la PV quedaron sin energía durante un tiempo, lo que significó que algunos sistemas de bombeo dejaran de operar, entre ellos el del sistema del licor verde. Esta situación se tradujo en un rebase controlado o derrame interno de licor verde hacia el sistema recolector de efluentes, y su posterior llegada a la Planta de Tratamiento de Efluentes de la PV. Este rebase o derrame interno constituye una contingencia considerada dentro del diseño de la planta, por lo que existen los sistemas especialmente construidos para evitar que dicho evento alcance o afecte el medio ambiente donde se ubica Planta Valdivia.

El día 13 de Junio de 2014, este Consultor visitó las instalaciones de la Planta Valdivia, estuvo en el sitio donde se produjo el derrame interno de licor verde y recorrió detenidamente el sistema de recolección y tratamiento de efluentes, así como el sistema de alcantarillado de aguas lluvia.

Además, en la visita tuvo acceso a la información oficial de PV para determinar el recorrido del derrame interno del licor verde y los eventuales efectos de este derrame en el efluente en el sistema de tratamiento y en la posterior descarga del efluente tratado en el Río Cruces.

En este informe se presenta el análisis efectuado y las conclusiones a la que llega este Consultor.

2 OBJETIVOS Y ALCANCES

El objetivo de este informe es verificar el recorrido material que tuvo del derrame interno de licor verde que se produjo el día 17 de Enero de 2014 al interior de la planta de celulosa, hasta llegar al sistema de tratamiento de efluentes y al punto de descarga al Río Cruces, así como los efectos que pudieron haberse originado en la descarga final de la planta de tratamiento de efluentes de la planta de celulosa Valdivia, a causa de dicho derrame.

En el presente informe se describen las condiciones de funcionamiento del sistema de tratamiento de efluentes y se analiza el recorrido del derrame y los efectos que produjo a lo largo del proceso de tratamiento, utilizando información del sistema de efluentes proporcionada por Valdivia, los registros disponibles de los parámetros operacionales, así como la información adicional recogida por este Consultor durante la visita realizada a la planta el día 13 de Junio de 2014.

3 ANTECEDENTES

El día 17 de Enero de 2014, alrededor de las 13:45, como consecuencia del "trip" de la Caldera Recuperadora, se produjo un derrame interno de licor verde, el cual fluyó hacia el sistema recolector de efluentes. De acuerdo a la información disponible, el derrame tuvo una duración de 4 minutos y el volumen vertido fue de aproximadamente 1,2 m³.

Los antecedentes tenidos en consideración para determinar la ruta que siguió el licor verde y, posteriormente, evaluar el eventual impacto del derrame en el Efluente General y en la descarga final al Río Cruces, son los siguientes:

- Información general
 - Lay out de Planta Valdivia
 - Bitácora de la Planta Valdivia del día 17 de Enero de 2014
 - Caldera recuperadora – Fundamentos
 - Hoja de seguridad del Licor Verde
 - Información respecto TRIP de Caldera Recuperadora del 17 de Enero 2014
 - Informe Knight Piesol Enero 2014
 - Sistema Licor Verde – Fundamentos
 - Tratamiento de Efluentes (385) – Manual de Fundamentos (03.385.002)
 - Tratamiento de Efluentes (385) – Manual de Operaciones (03.385.003)
- Diagramas de proceso
 - Sistema de alcantarillado de aguas lluvia
 - Sistema recolector de efluente general
 - Sistema recolector de efluente bajo en sólidos
 - Planta de tratamiento de efluentes
- Resultados de análisis y mediciones
 - Registros internos de Planta Valdivia respecto de la demanda química de oxígeno (DQO) en diferentes etapas del proceso
 - Análisis de demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y de DQO en la descarga de la planta de tratamiento – Laboratorio Eula
 - Análisis puntual de efluentes (Control Interno) – Enero de 2014
 - Análisis acumulados de efluentes – Enero de 2014
 - Gráficos de mediciones de pH y T° en distintas etapas del proceso – Enero de 2014

4 SISTEMAS RECOLECTORES DE EFLUENTES Y DE AGUAS LUVIA

4.1 Descripción general

La planta de celulosa Valdivia cuenta con tres sistemas diferentes para la recolección de los efluentes y las aguas lluvias:

- Sistema recolector de efluentes bajos en sólidos
- Sistema recolector de efluentes generales
- Alcantarillado de aguas lluvias

El efluente bajo en sólidos está conformado por efluentes que poseen una baja concentración de sólidos suspendidos y que provienen de la planta de blanqueo, del exceso de condensado de evaporación, del rechazo de la planta desmineralizadora y, ocasionalmente, de derrames internos que se puedan producir en el área de manejo de químicos.

El efluente general comprende todos los efluentes generados por otros procesos de la Planta, incluidos aquellos provenientes de las canchas de madera, y poseen una alta concentración de sólidos en suspensión.

Estos dos efluentes son recogidos por sistemas recolectores separados y conducidos por líneas independientes hasta la planta de tratamiento de efluentes. En ella, el efluente general es sometido a un proceso de separación sólido-líquido y, sólo después de este proceso, se junta con el efluente bajo en sólidos para continuar ambos al tratamiento biológico.

Las aguas lluvias son recolectadas por un tercer sistema recolector y conducidas hacia el río Cruces.

En Anexo A *Lay out Planta Valdivia y Diagramas de Procesos de los Sistemas Recolectores de Efluentes*, se muestra el diagrama de proceso de cada uno de estos sistemas, así como la disposición general de la PV. En ellos están indicados los puntos de recolección y las líneas de conducción de las descargas hasta su punto de destino.

Cabe destacar que el alcantarillado de aguas lluvia cuenta con un sistema de descarga automático hacia la laguna de derrames cuando el pH o la conductividad esté fuera de rango. De esta forma se impide que aguas lluvia eventualmente contaminadas por un derrame accidental de productos químicos al interior de la planta papelera lleguen al río. Este sistema está instalado en la Cámara N° 14, tal como se puede apreciar en la figura N° A.3 del Anexo A mencionado.

4.2 Sistema del licor verde

El licor verde es un subproducto temporal en el proceso de fabricación de celulosa y se genera por la mezcla de las cenizas (fundido de licor negro) que se recolectan del fondo de la caldera recuperadora, agua y licor débil. Al mezclar este licor con óxido de calcio (cal viva), se obtiene el "licor blanco" que es utilizado en la cocción de la madera y producción de pulpa.

El licor verde está compuesto principalmente por sulfuro de sodio e hidróxido de sodio (soda caustica). Es altamente alcalino (pH \pm 12), soluble en agua y puede tener efectos importantes en el comportamiento de una planta de tratamiento, dependiendo de la cantidad que ella reciba.

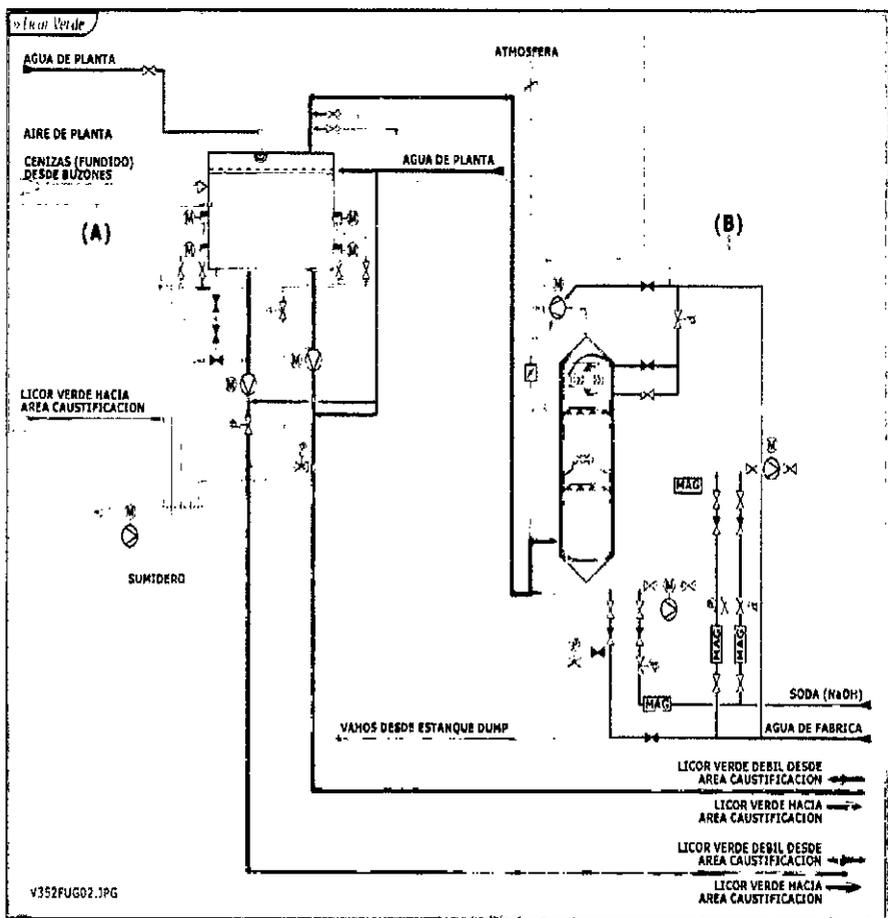
El Sistema de Licor Verde cumple las siguientes funciones:

- Recibe el fundido (cenizas) de la Caldera Recuperadora en el Estanque Disolvedor.
- Disuelve el fundido con Licor Débil enviado desde el Área de Caustificación para formar Licor Verde.
- Bombea Licor Verde hacia el Área de Caustificación.
- El Lavador de Gases recupera el Licor Verde arrastrado en los vahos y lo devuelve al Estanque Disolvedor.

4.2.1 Componentes

Los componentes del Sistema de Licor Verde se muestran en la siguiente figura:

Figura N° 4.1 Sistema del licor verde



(A) Subsistema Estanque Disolvedor

(B) Subsistema Lavador de Gases

4.2.2 Operación del sistema

La operación del Sistema de Licor Verde se describe a continuación:

1. En el Estanque Disolvedor se disuelve el fundido proveniente del Hogar de la Caldera Recuperadora con Licor Débil, con lo cual se forma el Licor Verde.
2. El Licor Verde es bombeado al Área de Caustificación. Por otra línea de transferencia, se recibe el Licor Débil desde el Área de Caustificación, el cual permite controlar la densidad del Licor Verde.
3. Cuando los afluentes al Estanque Disolvedor son mayores a los efluentes, el estanque puede llenarse y rebasar. Los rebases caen a una cámara y, desde ahí, son conducidos hacia el "sumidero". Desde este estanque, el licor verde es impulsado hacia el área de caustificación mediante una bomba instalada para estos efectos. El funcionamiento de la bomba está comandado por un sensor de conductividad y por un sensor de nivel los que accionan la bomba cuando se sobrepasa un determinado nivel de conductividad o se alcanza un cierto nivel prefijado en el sumidero.

4.2.3 Conexión del sistema de licor verde con el sistema de efluente general

Cuando la bomba del "sumidero" no funciona, o no es capaz de bombear todo el licor verde que llega al sumidero, este estanque se llena y comienza a verter por un rebosadero dispuesto para tal fin. Este rebosadero está conectado con el sistema recolector del efluente general por lo que cualquier vertido de licor verde que se produzca es conducido por dicho sistema a la planta de tratamiento de efluentes.

Si el rebase del sumidero estuviera conectado con el sistema recolector del efluente bajo en sólidos, el licor verde igualmente llegaría a la planta de tratamiento de efluentes. Ahora, si por alguna razón, el rebase de licor verde fuere a dar al sistema de alcantarillado de aguas lluvia, en la Cámara 14 de dicho sistema sería derivado hacia la laguna de derrames y, desde ahí, sería bombeado luego a la planta de tratamiento.

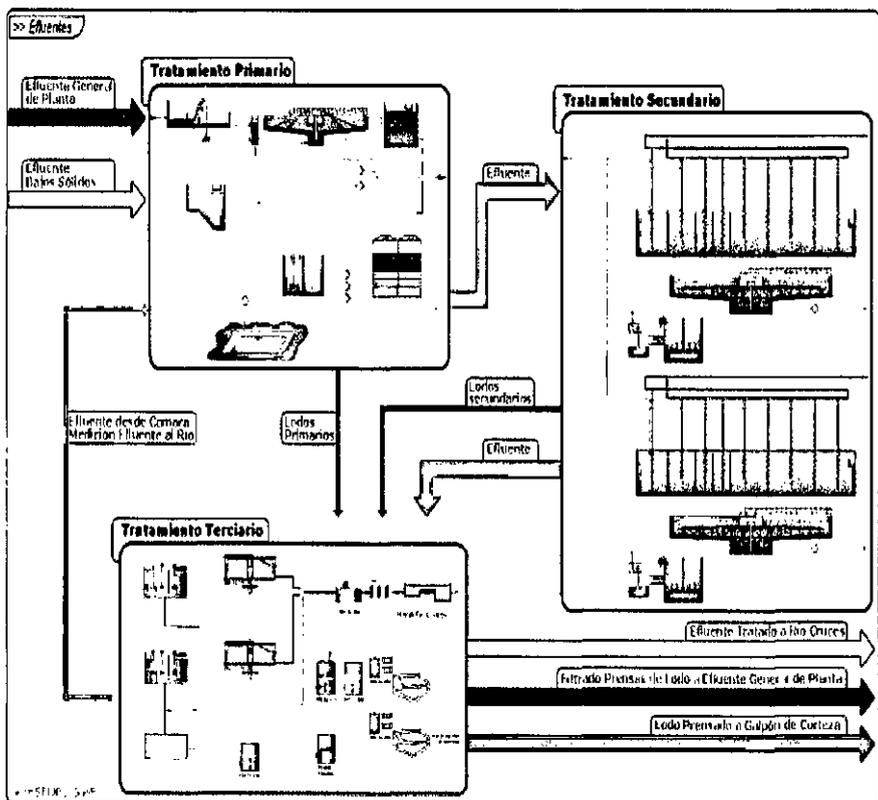
En conclusión, un derrame de licor verde, o de cualquier otro producto químico, que se produzca en la Planta Valdivia forzosamente deberá pasar primero por la planta de tratamiento de efluentes antes de ser descargado al río Cruces. No existe posibilidad alguna que una sustancia utilizada en el proceso alcance en forma directa un curso o cuerpo de agua.

5 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFUENTES

5.1 Descripción general

El sistema de tratamiento de efluentes permite tratar el efluente general de la planta y el efluente con bajo contenido de sólidos en una misma planta. En la figura siguiente se muestra un diagrama general de la planta en el que se muestra las distintas etapas que comprende el tratamiento de los efluentes de la planta de celulosa Valdivia.

Figura 5.1 Diagrama General del Tratamiento de Efluentes



5.2 Tratamiento primario

La función principal del Sistema Tratamiento Primario es la separación de los sólidos y la neutralización y enfriamiento del efluente.

El efluente general es sometido a un proceso de separación de sólidos, el que se realiza en dos etapas:

1. Separación mecánica gruesa.
2. Separación fina por diferencia de densidad de las partículas con respecto al agua.

Después de este proceso, el efluente general ingresa a la cámara de neutralización.

El efluente bajo en sólidos, al no tener sólidos en suspensión, ingresa directamente a la cámara de neutralización, en donde se junta con el efluente general para continuar juntos el proceso de tratamiento.

La neutralización del efluente se realiza adicionando soda o ácido sulfúrico, dependiendo si el efluente es ácido o básico, y el proceso de enfriamiento se realiza a través de dos Torres de Enfriamiento.

El sistema cuenta, además, con una Laguna de Derrames para canalizar emergencias operacionales.

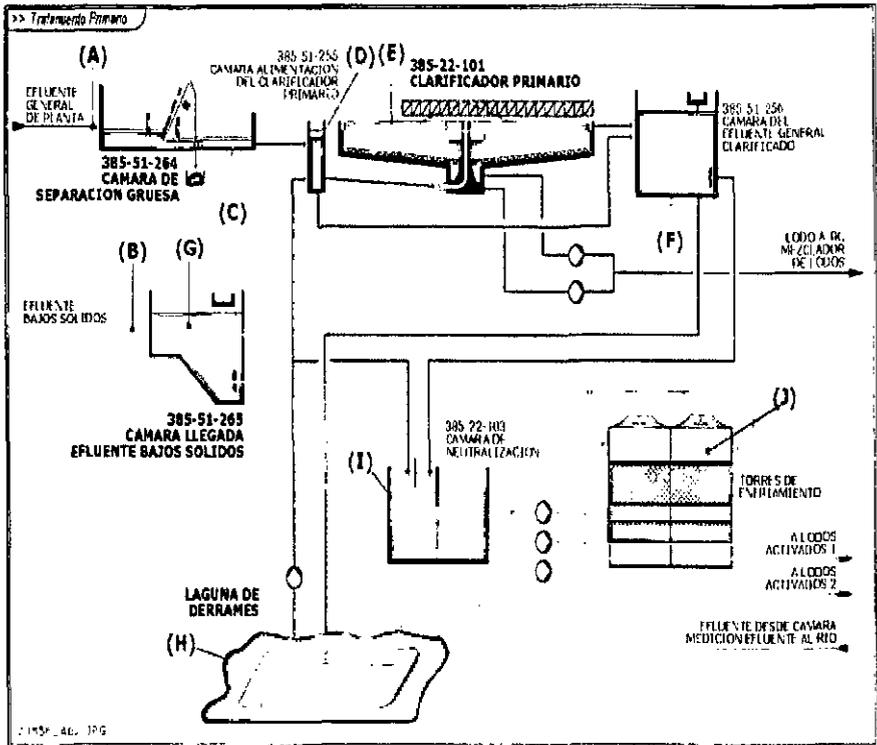
En la laguna de derrames se almacena el efluente que tiene el pH y/o la conductividad fuera de norma, producto de alguna contingencia en los procesos de Planta. Mientras se corrige esta desviación de proceso, el efluente se deriva a esta Laguna de Derrames para luego ser bombeado nuevamente al Proceso de Tratamiento Primario.

A esta laguna llegan también las aguas lluvias que hayan sido contaminadas por algún producto químico, debido a que en la Cámara 14 del sistema de alcantarillado de aguas lluvia existe un sistema que controla el pH y la conductividad del fluido que por allí circula y, si están fuera de rango, son automáticamente derivados hacia la laguna de derrames.

5.2.1 Componentes del sistema

Los componentes del Sistema de Tratamiento Primario se muestran en la siguiente figura.

Figura 5.2 Tratamiento Primario



(A) Ducto Descarga Gravitacional Efluente General Planta: Conduce el Efluente General de Planta al Sistema de Tratamiento Primario, específicamente a la Cámara Separación Gruesa.

(B) Ducto Descarga Gravitacional Efluente Bajos Sólidos: Conduce el Efluente Bajos en Sólidos al Sistema de Tratamiento Primario, específicamente a la Cámara Compuerta Control Remoto Desagüe Bajos Sólidos.

(C) Cámara Separación Gruesa: En esta cámara se realiza la extracción de los sólidos en suspensión (Clasificación Mecánica) contenidos en el efluente general.

(D) Cámara Alimentación del Clarificador Primario: Deriva el Efluente General de Planta hacia la Cámara de Neutralización permitiendo aislar el Clarificador Primario.

(E) Clarificador Primario: Separa los sólidos del Efluente General por decantación.

(F) Cámara del Efluente General Clarificado: Deriva el Efluente del Clarificador Primario hacia la Laguna de Derrames cuando el pH esté fuera de rango, aislando de esta forma la Cámara de Neutralización.

(G) Cámara Llegada Efluente Bajos en Sólidos: Deriva el Efluente Bajos en Sólidos a la Laguna de Derrames cuando su pH esté fuera de rango, impidiendo así su llegada a la Cámara de Neutralización.

(H) **Laguna de Derrames:** Piscina artificial que almacena los rebases y by-pass de algunos equipos.

(I) **Cámara de Neutralización:** Neutraliza el Efluente Total (General + Bajo en Sólidos) ajustando el pH con la adición de soda o ácido sulfúrico, dependiendo si el efluente total es ácido o alcalino.

(J) **Torres de Enfriamiento:** Bajan la temperatura del Efluente antes de ingresar al Tratamiento de Lodos Activados.

5.3 Tratamiento secundario

Este sistema tiene por finalidad reducir la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) del Efluente mediante un tratamiento de lodos activados que permite la degradación biológica de los sólidos presentes en el efluente.

El principio básico del proceso de Lodos Activados consiste en que las aguas residuales se ponen en contacto con una población microbiana mixta, en forma de suspensión floculenta, en un sistema aireado. La materia en suspensión y coloidal se elimina rápidamente de las aguas residuales por adsorción y aglomeración en los flóculos microbianos (agrupación de partículas en flóculos de mayor tamaño y más fácil de sedimentar). Esta materia y los nutrientes disueltos se descomponen luego, más lentamente, por metabolismo microbiano, en un proceso conocido como estabilización. En este proceso, parte del material nutriente se oxida a sustancias simples estables (mineralización) y parte se convierte en materia celular nueva (asimilación). Parte de la masa microbiana (materia celular) se descompone también de la misma manera en un proceso llamado Respiración Endógena.

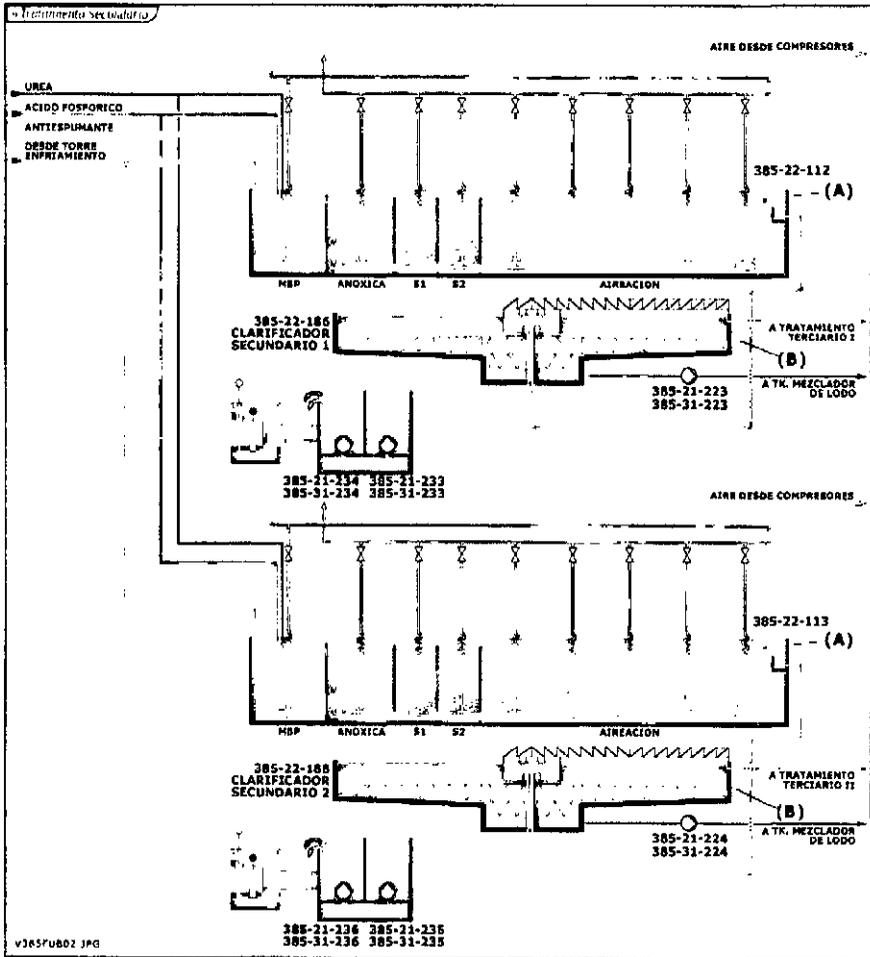
Una vez que se alcanza el grado de tratamiento que se desea la masa microbiana floculenta, conocida como Lodo, se separa del agua residual por decantación. El sobrenadante de la etapa de separación sólido – líquido corresponde al agua residual tratada.

Los principales objetivos del tratamiento secundario son la reducción de la BOD y la descomposición del Clorato (ClO_3) incorporado en el efluente del área de Blanqueo. Todo lo anterior con una baja generación de lodo biológico.

5.3.1 Componentes del sistema

La planta cuenta con dos líneas trabajando en paralelo. Cada línea está compuesta por una unidad de tratamiento de Lodos Activados y un clarificador secundario. En la figura siguiente se muestra un diagrama con los componentes del tratamiento secundario, los que se describen a continuación.

Figura 5.3 Tratamiento secundario



(A) Lodos Activados: En esta unidad se produce la degradación de la carga orgánica del Efluente mediante el proceso de lodos activados.

El proceso de lodos activados tiene por finalidad reducir la carga orgánica del Efluente mediante un proceso biológico. Para ello se tiene una población de microorganismos que utilizan la materia orgánica biodegradable contenida en el efluente como fuente de nutrientes y energía para su propia propagación, generando agua, gases ($CO_2 - CH_4$) y materia celular. Para esto, se requieren condiciones ambientales ideales para su crecimiento, tales como: Temperatura, Nutrientes, pH, Oxígeno y Antiespumante.

(B) Clarificador Secundario: En esta unidad se realiza la separación de los lodos generados en el tratamiento, con lo que se logra la clarificación del efluente del proceso de lodos activados. Este efluente, con baja carga orgánica, continuará hacia el tratamiento terciario

5.3.2 Características Ambientales Necesarias para el Crecimiento Bacteriano

Temperatura:

El Efluente es enfriado en las Torres de Enfriamiento antes de entrar al tratamiento de Lodos Activados.

Es indispensable controlar la temperatura de entrada a los Lodos Activados para asegurar la eficiencia del tratamiento Biológico. La temperatura no sólo influye en las actividades metabólicas de la población microbiana, sino que también, tiene un profundo efecto en la velocidad de transferencia de gases y, por sobre todo, en la sedimentación del Lodo Biológico (Efecto Bulking).

Para obtener una óptima eficiencia en los Lodos Activados es deseable trabajar con temperaturas en el rango de 5 - 39 °C. Planta Valdivia opera con temperaturas máximas de 30°C.

Nutrientes:

Para que la población micro-orgánica pueda reproducirse y funcionar debe tener una fuente de energía, Carbono, para la síntesis o producción de materia celular nueva, y algunos nutrientes inorgánicos (Nitrógeno y fósforo). La materia orgánica es la principal fuente de carbono celular para los microorganismos.

pH:

El pH afecta de manera similar que la temperatura a la cinética de crecimiento microbiano. Cabe señalar que para cada sistema biológico de oxidación existe un rango de pH mayormente efectivo, que generalmente ocurre entre los valores 6.5 y 8.5 de pH. Valores de pH fuera de ese rango influirán negativamente en las actividades metabólicas de la población microbiana, pudiéndose llegar a la muerte de las bacterias si el pH se eleva en exceso.

Antiespumante:

El antiespumante tiene por objeto disminuir la espuma generada por los jabones de sodio contenidos en el Efluente cuando entran en contacto con el aire en exceso en la Cámara MBP.

Oxígeno:

La demanda de oxígeno de un cultivo está determinada por la concentración celular, la velocidad específica de crecimiento y el coeficiente de rendimiento de oxígeno.

En teoría, la cantidad de oxígeno transferido al Estanque de Aireación, o Reactor Biológico, debiera ser igual a la cantidad de oxígeno demandada por los microorganismos del sistema de Lodos Activados y las líneas de retorno de los Lodos. Esto con el propósito de oxidar la materia orgánica y para mantener los niveles operativos de oxígeno disuelto residual. Cuando el nivel de oxígeno limita el crecimiento de microorganismos y la temperatura es alta, pueden

predominar los microorganismos filamentosos, empobreciendo las características de sedimentabilidad y calidad de los Lodos Activados, "Efecto Bulking".

En la práctica, se debería mantener la concentración de oxígeno disuelto en todos los puntos del estanque de aireación entre 1.5 y 4 mg/l; el valor normalmente empleado es 2 mg/l.

5.4 Tratamiento terciario

Este sistema tiene por finalidad decantar los sólidos suspendidos (partículas que no decantan) en el efluente obteniendo un Efluente Clarificado Final, el cual es enviado al medidor Parshall de Efluente Tratado y luego derivado al río Cruces. Además cuenta con un sistema de tratamiento de Lodos.

Los lodos extraídos desde el Clarificador de Flotación, se espesan y se prensan en las dos Líneas de Prensas, para obtener un Lodo a 25 a 30% seco, el cual es enviado al Galpón de Corteza para ser luego incinerado en la Caldera de Biomasa.

5.4.1 Componentes del sistema

Los componentes del Sistema de Tratamiento Terciario son los que se describen a continuación, haciendo referencia a la figura siguiente:

(A) Cámara de Coagulación y Floculación: En esta estructura se realiza la mezcla del Efluente con los Productos Químicos, produciéndose una coagulación y luego una floculación de las Partículas de Coloidales (Cada Línea de Tratamiento Terciario tiene una Cámara de Floculación).

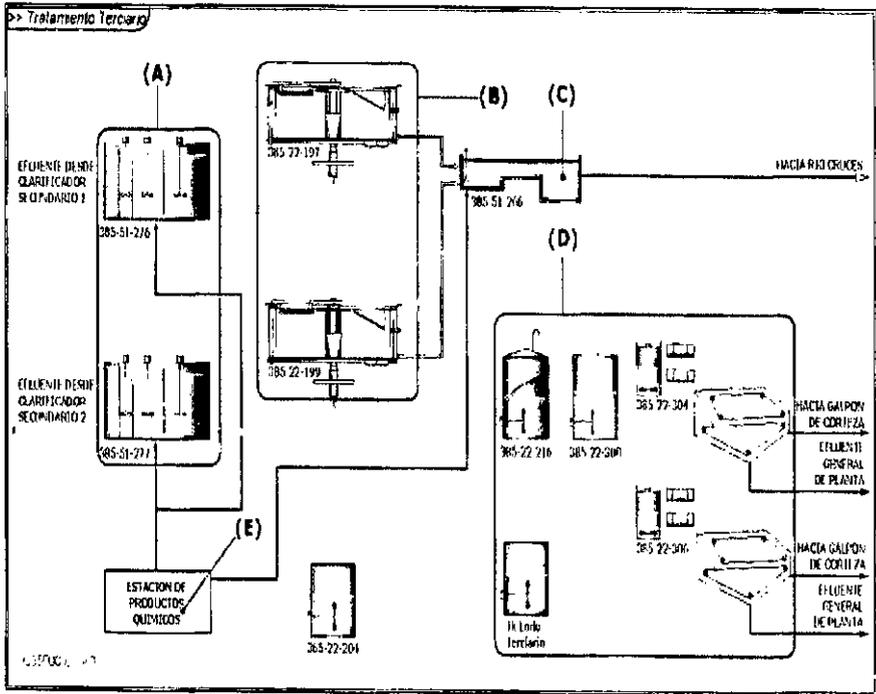
(B) Clarificador de Flotación: Separa los Flóculos de Lodos suspendidos en el Efluente, mediante el arrastre de los Flóculos de Lodo por burbujas de aire (Cada Línea de Tratamiento Terciario tiene un Clarificador por Flotación).

(C) Parshall de Efluente Tratado: Recibe y mide el flujo del Efluente tratado y lo deriva al río Cruces o a la Laguna de Derrames, dependiendo del valor de los parámetros operacionales. Existe un solo Parshall para ambas Líneas de Tratamiento Terciario.

(D) Prensas de Lodo: El objetivo de estos equipos es deshidratar los lodos que se generan en el proceso, para su posterior incineración en la caldera.

(E) Dosificación de Productos Químicos: En esta unidad se dosifica los Productos Químicos hacia los distintos puntos del Área de Tratamiento de Efluentes.

Figura 5.4 Tratamiento terciario



6 COMPORTAMIENTO DEL EFLUENTE FRENTE AL DERRAME DE LICOR VERDE

6.1 General

Como ya se ha indicado, el día 17 de Enero, alrededor de las 13:45 horas, se produjo un derrame interno de licor verde, cuyo volumen fue aproximadamente de 1,2 m³

El rebase del sumidero del circuito de licor verde (ver fig. N° 4.1) está conectado con el sistema recolector del efluente general de la planta de celulosa por lo que, forzosamente, cualquier derrame llega a la planta o sistema de tratamiento de efluentes. De esta forma, donde primero se notará el efecto de un derrame será en el funcionamiento de la planta y luego en el efluente de la misma.

El licor verde es un producto compuesto principalmente por sulfuro de sodio e hidróxido de sodio (soda caustica). Es un líquido verdoso, alcalino (pH ± 12), soluble en agua y de olor pestilente que puede tener efectos importantes en el comportamiento de una planta de tratamiento, dependiendo de la cantidad vertida en el sistema recolector de efluentes. En Anexo B se muestra la hoja de seguridad de este producto.

El pH adecuado para el tratamiento biológico de lodos activados está en el rango de 6,5 a 8,5. Valores de pH fuera de ese rango pueden provocar condiciones inadecuadas para el crecimiento y mantenimiento de la masa bacteriana presente en estanque de aireación.

Un pH alrededor de 12 es absolutamente incompatible con la presencia del tipo de bacterias que se desarrollan en el tratamiento de lodos activados lo que se traduciría en una mortandad de la flora bacteriana y en un incremento notorio de la demanda bioquímica (DBO) en el efluente que sale de la planta de tratamiento.

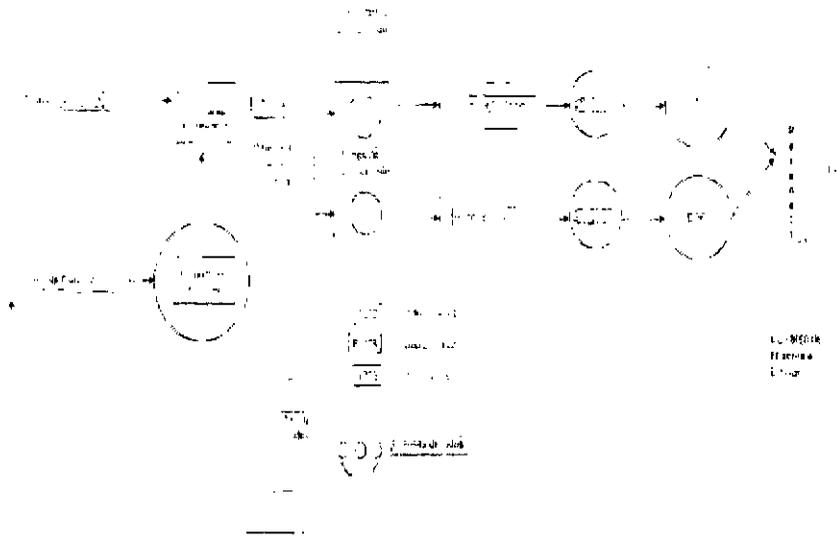
El efecto que pudiera haber tenido el derrame interno de licor verde en el sistema de efluentes de la planta de celulosa se analizará desde los siguientes ángulos:

- Parámetros físicos en la planta de tratamiento.
- Eficiencia biológica del sistema de tratamiento.

Ambos aspectos que son analizados a continuación.

En la figura N° 6.1 se muestra un diagrama general del sistema de tratamiento de efluente, diagrama que servirá para analizar y tener una mejor comprensión de los efectos del derrame.

Figura N° 6.1 Diagrama de proceso



6.2 Parámetros físicos en la planta de tratamiento

Los parámetros físicos más relevantes de la planta de tratamiento de efluentes son el pH, la temperatura y el contenido de oxígeno en la etapa de aireación. Estos parámetros deben mantenerse dentro de ciertos rangos, de modo que se den las condiciones para el desarrollo y crecimiento de la masa microbiológica encargada de degradar la materia orgánica presente en el efluente de la Planta Valdivia.

En las figuras siguientes se muestra la variación del pH en distintas etapas del proceso. Estas mismas figuras se muestran en un formato de mayor tamaño en el Anexo C Registros de variables de proceso.

Figura N° 6.2 pH en cámara de neutralización

14/06/2014 15:22:37

14/06/2014 15:22:37

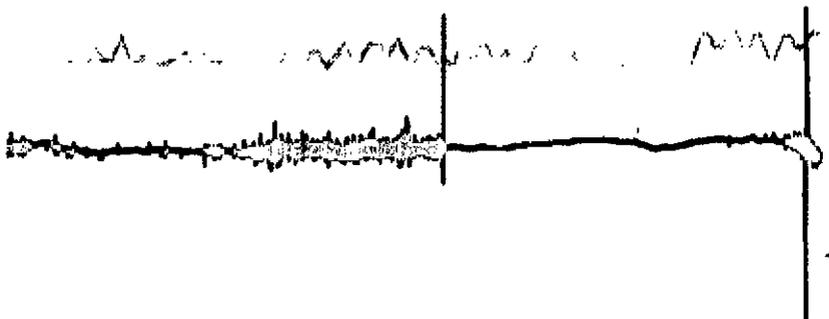


Nombre	Dir. Source	Map	Description	Value	Unit	Status	AsP	Per	Unit	Dir	Temp	Period	Method	Unit
PH01	PH01	PH01	PH01	7.0	Good	Good	0	10	°C	1	1000	1000	1000	1000

Figura N° 6.3 pH en Tk de aireación N° 1 y temperatura en torre de enfriamiento N° 1

14/06/2014

14/06/2014 15:22:37

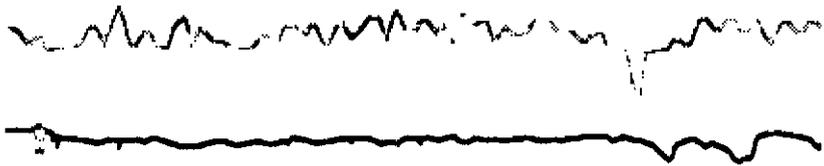


Nombre	Dir. Source	Map	Description	Value	Unit	Status	AsP	Per	Unit	Dir	Temp	Period	Method	Unit
PH01	PH01	PH01	PH01	7.0	Good	Good	0	10	°C	1	1000	1000	1000	1000

Figura N° 6.4 pH en Tk de aireación N° 2 y temperatura en torre de enfriamiento N° 2

Rev.02

06/06/2014 14:24:47 22.05



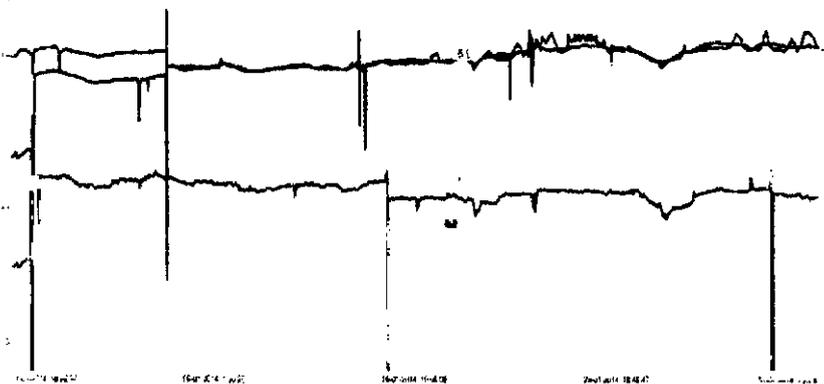
Nombre	Desc	Unid	Valor	Unid	Alc	Pto	Dir	Plata	Unid	Sh	TZ	Tip	Perid	Metro	Se	Dir
VAL3001182	PH	PH	8.0	PH	1	40	Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
VAL3001183	TEMP	TEMP	22.0	TEMP	2	12	Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 6.5 pH en cámaras de floculación N° 1 y N° 2 y pH del efluente tratado

Rev.02

06/06/2014 14:24:47

06/06/2014 14:24:47 22.05



Nombre	Desc	Unid	Valor	Unid	Alc	Pto	Dir	Plata	Unid	Sh	TZ	Tip	Perid	Metro	Se	Dir
VAL3001184	PH	PH	8.0	PH	1	40	Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
VAL3001185	PH	PH	8.0	PH	2	12	Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
VAL3001186	PH	PH	8.0	PH	3	12	Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Dado que los efluentes general y bajo en sólidos llegan a la cámara de neutralización sin acondicionamiento previo, el pH en esta cámara tiene variaciones importantes, dependiendo del proceso industrial que dio origen a los efluentes. El día 17 de enero de 2014 se observa una pequeña alza del pH, la que podría atribuirse al derrame.

Luego, en los estanques de aireación, el pH es mucho más uniforme y circunscrito al rango de operación normal. Las variaciones extremas que se observan en el estanque 1 corresponden a calibraciones de la sonda de pH, las que se realizan luego de un período en el que las mediciones presentan oscilaciones en un rango fuera de lo habitual.

A la salida del tratamiento biológico (esto es, en las cámaras de floculación), el pH en ambas cámaras es muy estable y, prácticamente, igual en ambas cámaras.

Por último, el efluente tratado también tiene un pH estable y dentro del rango.

Al igual que en el caso de los estanques de aireación, los valores fuera de rango corresponden a acciones de calibración de la sonda.

Cabe señalar que en ninguna de las etapas del proceso, con excepción de la cámara de neutralización, el pH sufrió variaciones de importancia el día del derrame ni en los días posteriores.

La temperatura controlada en las cámaras de aireación se mantuvo, en general, bajo los 30°C y no se observan afectaciones a esta variable.

6.3 Eficiencia biológica del sistema de tratamiento

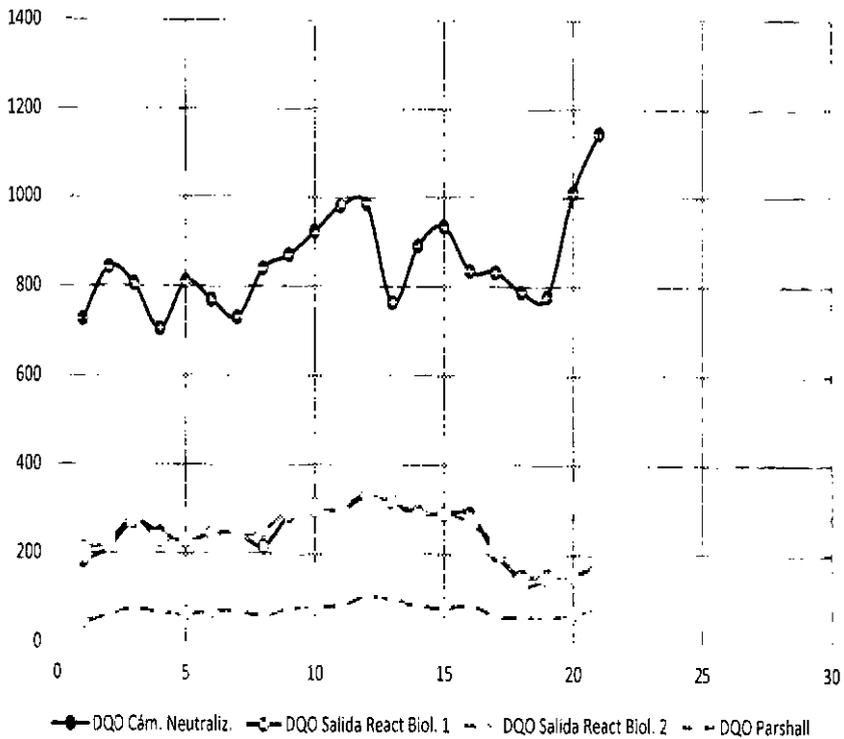
El funcionamiento del tratamiento de lodos activados se mide a través de la medición de la demanda biológica de oxígeno al quinto día de tomada la muestra (DBO_5). Ahora bien, este parámetro debe medirse en laboratorio debido a que es necesario realizar un cultivo y, pasado los cinco días, se determina la demanda biológica de oxígeno. Por esta razón, este parámetro no puede ser tomado en línea. Lo que sí puede ser tomado en línea es la demanda química de oxígeno (DQO), que incluye la DBO. No hay una relación directa entre ambos parámetros pero sí una cierta relación, por lo que puede servir de guía para verificar el comportamiento del tratamiento.

En la figura N° 6.6 se muestra las mediciones diarias de DQO efectuadas durante los primeros días del mes de Enero en diversos puntos del tratamiento. En ella se puede observar la reducción notoria de la DQO a medida que avanza el tratamiento. En efecto, de una DQO del orden de 700 a 1.000 mg/lit, en la cámara de neutralización al inicio del proceso, se llega a DQO del orden de los 50 a 100 mg/lit en la descarga de la planta (canaleta Parshall).

También es posible observar que el día 17 de Enero la DQO tuvo una reducción en comparación de los días anteriores, tanto en los reactores biológicos como en la canaleta Parshall, en la descarga de la planta. Este valor se mantuvo bajo en los días siguientes. Esta situación es indicativa que el derrame interno de licor verde no fue lo suficientemente importante como para alterar el funcionamiento de la planta de tratamiento. Es más, la planta,

en el día del derrame y en los días siguientes, entregó un efluente de mejor calidad al que venía entregando los días previos.

Figura 6.6 DQO en el mes de Enero



En la tabla N° 6.1 siguiente se muestra los resultados de los análisis de DBO₅ y DQO efectuados por el laboratorio de Eula durante el mes de Enero de 2014.

Tabla N° 6.1 DBO₅ y DQO en la descarga

Fecha	DBO ₅ mg/l	DQO mg/l
02-01-14	2,7	56
09-01-14	2,9	72
16-01-14	<2,0	60
23-01-14	<2,0	83
30-01-14	3,5	63

En ella es posible observar que la DBO₅ medida una semana después del derrame es inferior al rango de medición del equipo. Esto confirma lo expresado anteriormente, es decir, que el derrame no tuvo incidencia alguna en la calidad de la descarga de la planta de tratamiento de

efluentes. En efecto, de haber tenido alguna incidencia, se habría producido una mortandad de la masa bacteriana en los reactores biológicos con lo que la DBO₅ medida a los seis días del derrame habría aumentado con relación a la medición anterior, situación que no se dio.

Cabe destacar que el Decreto 90, que regula las descargas de RILes a cursos naturales, exige una DBO₅ de 35 mg/l y la planta está entregando un efluente con una DBO₅ menor de 4 mg/l.

En consecuencia, se puede afirmar que el derrame interno de licor verde no tuvo ningún efecto en el funcionamiento de la planta de tratamiento ni en la calidad del efluente de la planta, el cual es posteriormente descargado a río Cruces.

7 CONCLUSIONES

Teniendo en consideración que:

- La única vía de evacuación de los rebases del sumidero del sistema de licor verde es el sistema de recolección del efluente general ya que, si hubiera escurrido hacia el alcantarillado de aguas lluvia, en la cámara N° 14 de este sistema, el rebase controlado o derrame interno hubiera sido derivado hacia la laguna de derrames. Posteriormente, habría sido enviado hacia la planta de tratamiento de efluentes.
- El pH de los reactores biológicos no sufrió alteración apreciable como consecuencia del derrame.
- El pH de la descarga de la planta, medido en la canaleta Parshall, se mantuvo dentro de los rangos normales de funcionamiento de la planta.
- La DQO en los reactores biológicos y en la descarga durante el día del derrame y en los días siguientes sufrió un descenso con relación a los días anteriores.
- La DBO₅ medida en la descarga de la planta a los seis días de producido el derrame es similar a la medida el día anterior al derrame e inferior al rango de medición del equipo.
- Los parámetros operacionales del efluente de la planta, medidos en la canaleta Parshall de descarga en los días posteriores al derrame, están dentro de los rangos habituales de operación de la planta de tratamiento de efluentes y cumplen holgadamente con el DS 90 y las exigencias de la RCA.

Se puede concluir que:

- El derrame interno de licor verde tuvo que pasar necesariamente por el sistema de tratamiento de efluentes, de lo cual además existe evidencia (se puede observar en los gráficos), descartándose que dicho derrame pudiera alcanzar el río Cruces en forma directa sin pasar por este sistema de tratamiento.
- La descarga de licor verde ocurrida el día 17/01/2014 no impactó el desempeño de los reactores biológicos secundarios del sistema de tratamiento de efluentes de Planta Valdivia.
- El derrame de licor verde no tuvo ningún efecto en el sistema de tratamiento de efluentes de la Planta Valdivia.



Alfredo Grez Pérez

Ingeniero Civil PUC

GAMMA Ltda.

Santiago, 10 de julio de 2014

ANEXO A

LAY- OUT PLANTA VALDIVIA Y
DIAGRAMAS DE PROCESO DE
SISTEMAS RECOLECTORES DE EFLUENTES

Figura N° A.1 Lay - Out Planta Valdivia

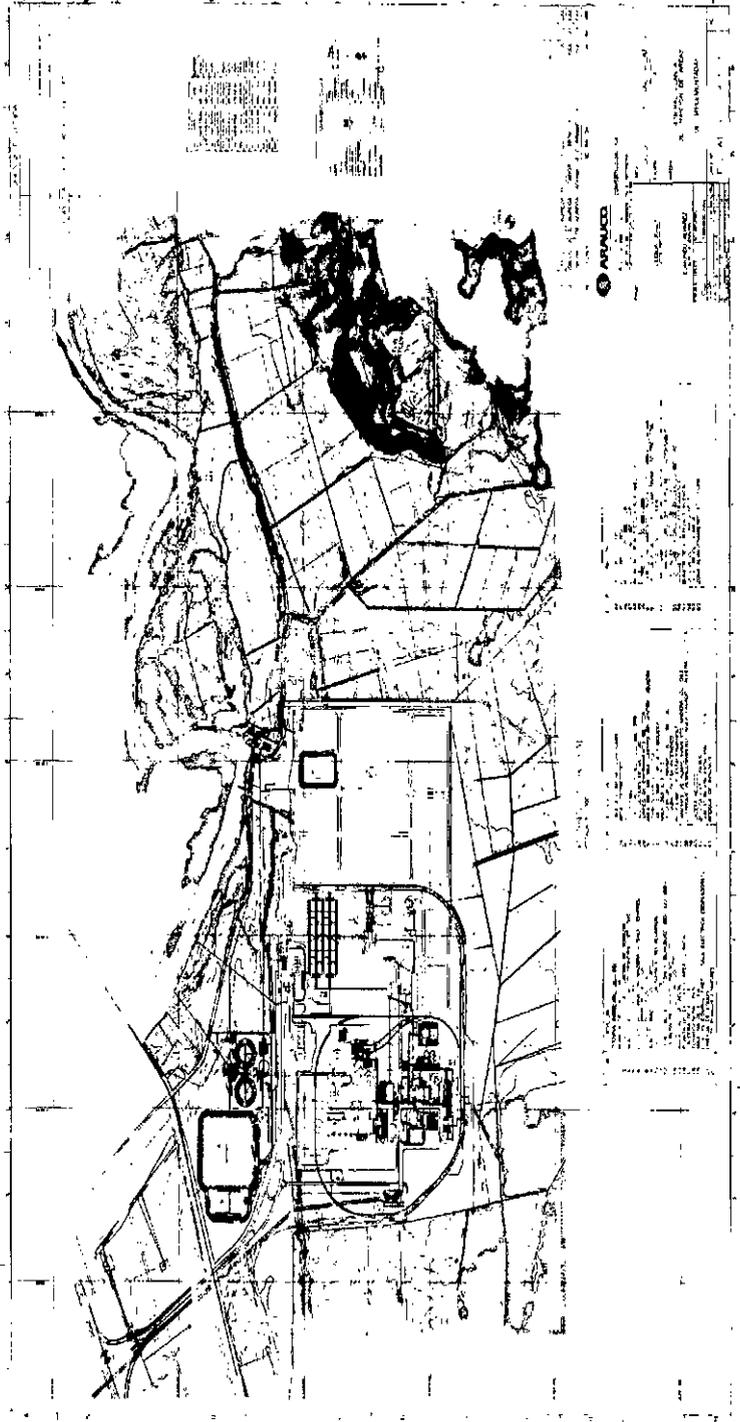


Figura N° A.3 Sistema recolector efluente general

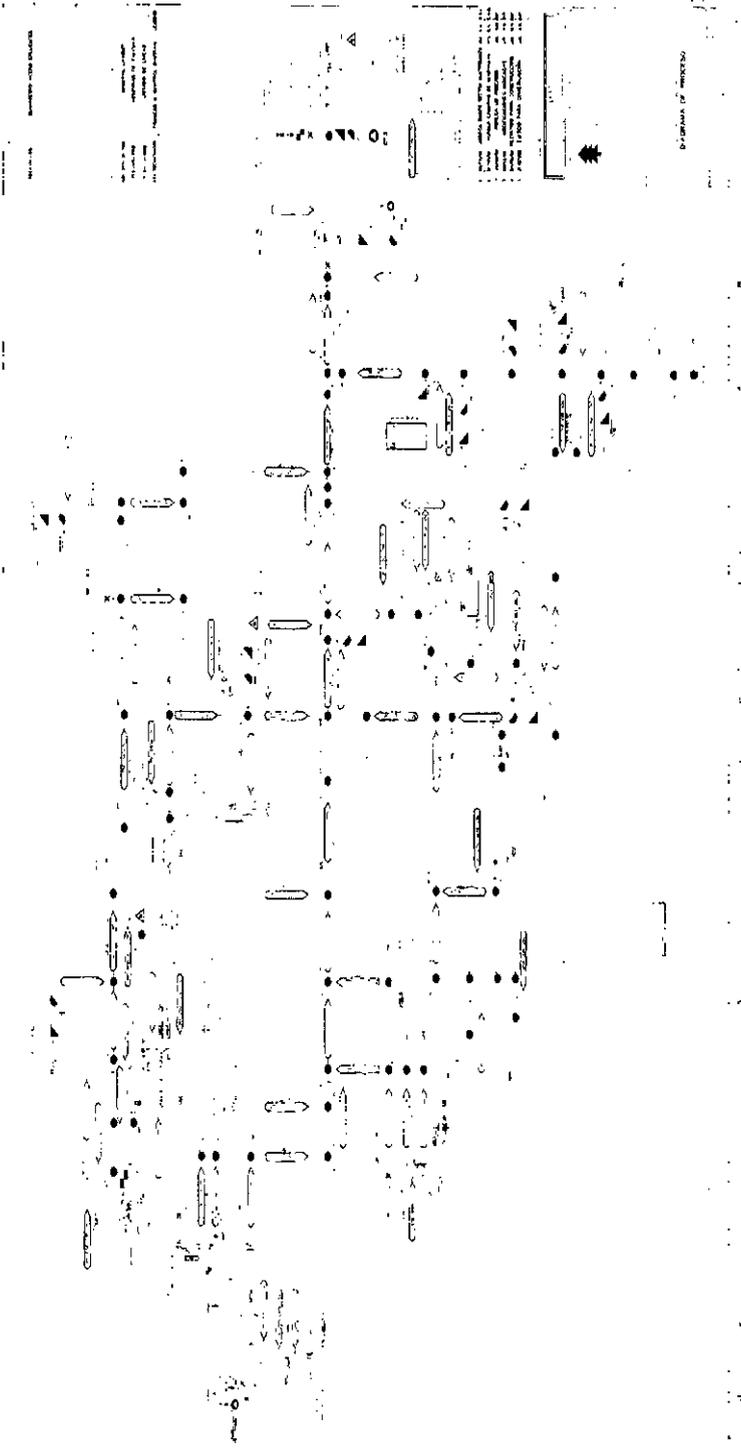
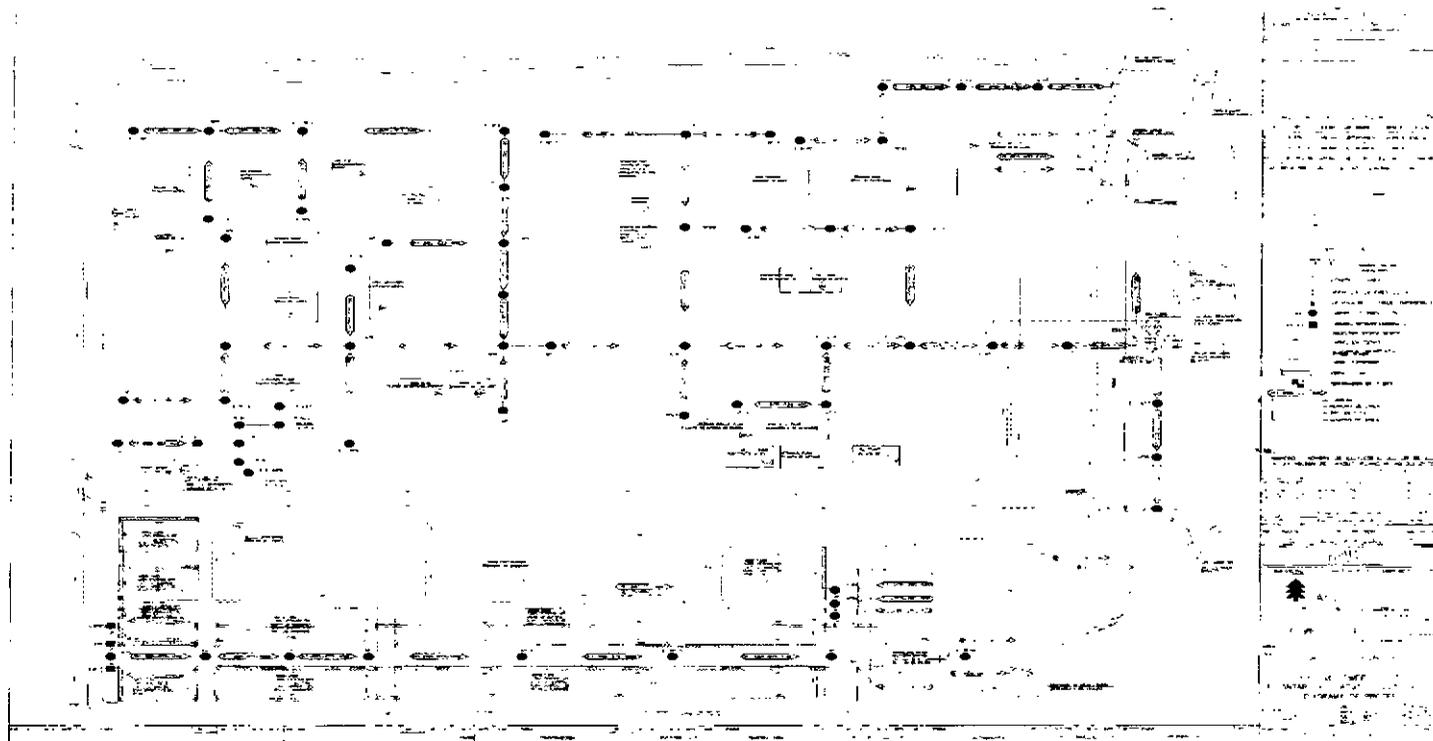


Figura N° A.4 Alcantarillado de aguas lluvia



ANEXO B

HOJA DE SEGURIDAD DEL LICOR VERDE



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
LICOR VERDE

1. Identificación de la Sustancia Química y del Proveedor

Proveedor:	: Celulosa Arauco y Constitución S.A	
Dirección:	: El golf 150, Piso 14. Las Condes - Santiago	
Teléfono:	: (56-2) 4617200	
Teléfono de emergencia	Planta Celulosa Arauco	: 56-41-2509412
	Planta Celulosa Constitución	: 56-71-200555
	Planta Celulosa Licancel	: 56-75-205155 (anexo 5155)
	Planta Celulosa Nueva Aldea	: 56-41-2862222
	Planta Celulosa Valdivia	: 56-63-271482
Fax	: (56-2) 6985967	
e-mail	: comunicaciones@arauco.cl	

2. Información sobre la Sustancia o Mezcla

Nombre Químico	: Licor Verde
Componentes principales de la mezcla	: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}$
Componentes que contribuyen al riesgo	: Hidróxido de sodio (1824: NaOH), Sulfuro de Sodio (1849: Na_2S)
Código interno	: No disponible (SAP)
Concentración	: $\pm 10\text{g/l NaOH}$ y $\pm 50\text{g/l Na}_2\text{S}$
Numero NU	: 1719 (Líquido alcalino cáustico)

3. Identificación de los Riesgos



Efectos negativos sobre la salud de las personas:

Efectos sobreexposición aguda (por una vez)::

Inhalación	: Nocivo. Puede causar lesiones severas (destrucción de los tejidos de las membranas mucosas y las vías respiratorias superiores) o la muerte.
Contacto con la piel	: Puede causar quemaduras, absorción cutánea. Puede ser nocivo en caso de absorción por la piel.
Contacto con los ojos	: Puede causar quemaduras severas de los tejidos oculares incluso la ceguera.



LICOR VERDE

Ingestión	Nucivo. Puede causar quemaduras en la boca, faringe, esófago y tubo gastrointestinal. Existe riesgo de perforación intestinal y esófago.
Efectos sobre exposición crónica (largo plazo)	: Provoca quemaduras severas a la piel, ojos y membranas mucosas.
Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición del producto	Las personas con desórdenes cutáneos ya existentes o problemas oculares o función hepática, renal o la función respiratoria pueden ser más susceptibles a los efectos de la sustancia.
Efectos sobre el medio ambiente	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.
Riesgos de naturaleza física o química	: La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva en ambientes húmedos para metales tales como zinc, aluminio, estaño y plomo originando hidrógeno (combustible y explosivo). Ataca a algunas formas de plástico, de caucho y de recubrimientos. Absorbe rápidamente dióxido de carbono y agua del aire. Puede generar calor en contacto con la humedad o el agua.
Riesgos específicos (cuando sea apropiado)	: Es tóxico si es ingerido o inhalado y puede ser seriamente corrosivo para los ojos, piel y membranas mucosas.

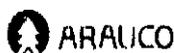
4. Medidas de Primeros Auxilios

Medidas de primeros auxilios y acciones que se deben evitar a toda costa

Contacto con los ojos	: Lavar con abundante cantidad de agua durante 15 minutos por lo menos. Separar los párpados con los dedos para asegurar el buen enjuague de los ojos. Atención médica inmediata.
Inhalación	: Trasladar al afectado a un lugar libre de contaminantes. Solicite atención médica. Aplicar respiración artificial si la víctima no respira. No usar el método de respiración de boca a boca si la víctima ingirió o inhaló la sustancia. Dar respiración artificial con la ayuda de una máscara de bolsillo con una válvula de una sola vía u otro dispositivo médico de respiración. Suministrar oxígeno si respira con dificultad.
Contacto con la piel	: Quitar y aislar la ropa y calzado contaminados. Lavar inmediatamente la piel con agua corriente por lo menos durante 20 minutos. Evitar esparcir el material sobre la piel que no esté afectada.
Ingestión	: Si se ingiere, NO inducir el vómito. De grandes cantidades de agua. No dar nada por boca a una persona inconsciente. Obtener atención médica inmediatamente.
Tratamiento médico (antídoto, etc.)	: Lleve a cabo una endoscopia en todos los casos que sospeche que se ha ingerido el producto. Lleve a cabo análisis de sangre para determinar si ha ocurrido deshidratación, acidosis u otros desbalances de electrolitos. Si hay síntomas o se sospecha una sobreexposición, se recomienda tomar una radiografía del pecho después de una sobreexposición aguda (de corta duración).
Protección personal del equipo de primeros auxilios	: Ropa protectora contra productos químicos (PVC) y mascarilla de protección respiratoria con filtro de carbón activado.

5. Medidas para Combate del Fuego

Riesgos específicos a tomar en cuenta en las medidas para control del fuego	: Puede formar mezclas explosivas en el aire y vapores peligrosos. Los contenedores sellados pueden romperse al calentarse.
Agentes de Extinción	: Incendios pequeños: Polvo químico seco, CO2 y rocío de agua. Incendios grandes: usar polvo químico seco, CO2, rocío de agua, o espuma resistente al alcohol.



LICOR VERDE

Contraindicaciones	No introducir agua en los contenedores
Métodos específicos a emplear para el combate del fuego	Retira el contenedor apagado del lugar. Mantenga enfriando con agua el estanque aplicándola desde los lados. Mantener las personas alejadas del estanque. Si un tanque, carro de ferrocarril o auto-tanque está involucrado en un incendio, alsele a la redonda a 800 metros a la redonda, también, considere la evacuación inicial a la redonda a 800 metros. Si el incendio es grande, mueva los contenedores del área de fuego si lo puede hacer sin ningún riesgo. Hacer un dique de contención para el agua que controla el fuego para su desecho posterior. Para un incendio que involucra Tanques o Vagones o Remolques y sus Cargas. Combata el incendio desde una distancia máxima o utilice soportes fijos para mangueras o chifloneros reguladores. No introducir agua en los contenedores. Enfría los contenedores con charros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido. Retírese inmediatamente si sale un sonido creciente de los mecanismos de seguridad de los venteos, o si el tanque se empieza a decolorar. Siempre manténgase alejado de tanques envueltos en fuego.
Equipo de protección especial para el combate del fuego	Aparato de respiración autónomo de presión positiva Ropa de protección de PVC o goma. Calzado de Goma (Botas). Casco de seguridad con protección facial, anteojos de seguridad Guantes de PVC o goma.
Productos peligrosos que se liberan de la combustión	El fuego puede producir gases irritantes, corrosivos y/o tóxicos.

6. Medidas para Controlar Derrames o Fugas

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame	: Aislé el área del derrame o fuga inmediatamente a por lo menos 25 a 50 metros (80 a 160 pies) a la redonda. Mantener alejado al personal no autorizado. Permanezca en dirección del viento. Manténgase alejado de las áreas bajas. Ventile las áreas encerradas. ELIMINAR todas las fuentes de ignición (no fumar, no usar bengalas, chispas o llamas en el área de peligro) No tocar los contenedores dañados o el material derramado, a menos que esté usando la ropa protectora adecuada. Detenga la fuga, en caso de poder hacerlo sin riesgo. Provenza la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas.
Equipo de protección Personal para atacar la emergencia	Aparato de respiración autónomo de presión positiva Ropa de protección, guantes y botas de PVC o goma. Casco de seguridad con protección facial, anteojos de seguridad.
Precauciones para evitar daño al Medio Ambiente	: Evitar que la sustancia fluya a ríos, fuentes de agua y alcantarillados.
Métodos de Limpieza	: Absorber con tierra seca, arena u otro material absorbente no combustible y transferirlo a contenedores. No introducir agua en los contenedores.
Eliminación	: Almacenar en tambores y volver al proceso industrial.

7. Manipulación y Almacenamiento

Manipulación

Medidas de orden técnico	: Conservar en un recipiente herméticamente cerrado. Proteger de la luz. Proteger el recipiente de los daños físicos. Este producto puede reaccionar en forma explosiva con ácidos, aldehídos, y con muchos
---------------------------------	---



LICOR VERDE

otros productos químicos orgánicos. Los envases de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos ya que retienen residuos del producto (polvo, sólidos); observar todas las advertencias y precauciones indicadas para el producto.

- Prevención sobre exposición de los trabajadores** : Exposición del Usuario: No inhalar el vapor. No permitir el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Evitar la exposición prolongada o repetida.
- Prevención de fuego y explosión** : Lugar fresco, con buena ventilación y resistente a sustancias corrosivas. Si el producto se vacía con mucha rapidez (o sin revolver) y entra a concentrarse en el fondo del recipiente de mezclado, puede generarse un calor excesivo, provocando una peligrosa ebullición y salpicaduras, y una posible erupción instantánea y violenta de solución altamente cáustica.
- Precaución sobre manipulación segura de la sustancia química** : Evitar filtraciones, utilice siempre todos los elementos protectores prescritos. Cada vez que se intervengan instalaciones que contengan soda cáustica o licor, se deberá considerar: la instalación de paleta ciega; drenada y lavado de instalaciones; Ventilación adecuada, Supervisión permanente y ejecutar los trabajos de acuerdo al normativo de intervención de estanques. Cuando mezcle el producto con soluciones que contengan dichos productos químicos, siga todas las instrucciones de mezclado precedentes, y añada el producto de forma muy gradual, al tiempo que revuelve constantemente. Siempre vacíe y limpie los recipientes de todo residuo antes de verter allí el producto, para evitar una posible reacción explosiva entre el producto y el residuo desconocido.
- Advertencias sobre manipulación segura específica (segregación)** : Cuando este producto se mezcla con agua, genera un calor considerable. Por ello, cuando prepare soluciones, siga cuidadosamente los siguientes pasos: Agregue siempre lentamente el producto a la superficie del agua tibia (27 a 38 °C), revolviendo constantemente para asegurar que el producto se va disolviendo completamente en la medida que se va añadiendo. Nunca añada más producto del que la solución pueda absorber. Igualmente, mantenga la temperatura bajo 93°C (al nivel del mar) para prevenir ebullición y salpicaduras.
- Almacenamiento**
- Medidas de orden técnico** : Debe tener el estanque ventado a la atmósfera.
- Condiciones de almacenamiento apropiadas** : Mantener los envases cerrados y debidamente etiquetados. Almacenar separado del resto de las sustancias corrosivas y de otros productos incompatibles.
- Condiciones de almacenamiento que se debe evitar (segregación)** : Proteger de la luz. Proteger el recipiente de los daños físicos. Aislar de ácidos, álcalis y sustancias incompatibles.
- Material de embalaje recomendados por el proveedor** : No almacenar en recipientes de aluminio, estaño y zinc.

8. Control de Exposición y Protección Personal

- Medidas de ingeniería para reducir exposición**
- Valores límites** : No hay límites en D.S. N°594 para el licor verde. Si identifica Límite Ponderado Absoluto LPA=2 mg/m³ para la Soda Cáustica.
- Protección respiratoria** : Usar máscara para gases con filtro de carbón activado.
- Protección de las manos** : Guantes compatibles resistentes a los productos químicos (nitrilo, goma, PVC)
- Protección de la vista** : Utilice gafas protectoras contra productos químicos y/o careta completa contra polvo o salpicaduras.
- Protección de la piel y del cuerpo** : Ropas de PVC y botas de goma. Tener una ducha y lavapojos en el



LICOR VERDE

Medidas de higiene : área de trabajo con el producto.
 : Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Lavar la cara y manos al término del trabajo.
 Ventilación : Ventilación forzada en aquellos sitios donde pueda generarse polvo.

9. Propiedades Físicas y Químicas

Estado físico	: Líquido	Límite inferior de inflamabilidad	: No aplicable
Apariencia	: Líquido Verde	Presión de Vapor (20 °C)	: No disponible
Color	: Verde	Densidad de Vapor (aire=1)	No disponible.
Olor	: Pestilente / putrefacción	Densidad (20 °C)	: 1.17 kg/m ³
pH	: ±12	Solubilidad (agua)	Soluble
Punto de ebullición	: No disponible	Tamaño de partícula	: No disponible
Punto de fusión	: No disponible	Gravedad específica (agua =1)	1.17
Temperatura de descomposición	: No disponible	Viscosidad cinemática	: No disponible
Punto de congelación	: No disponible	Temperatura autoignición	: No aplicable
Punto de inflamación	: No inflamable (>100°C)		
Límite superior de inflamabilidad	: No aplicable		

10. Estabilidad y Reactividad

Estabilidad	Estable bajo temperaturas y presiones normales.
Condiciones a evitar	: Se debe evitar la manipulación sin protección. Evitese su contacto directo con el agua. Este producto puede añadirse lentamente al agua o a ácidos con dilución y agitación para evitar una violenta reacción exotérmica (liberación de calor). NUNCA al revés. Evite el contacto con metales y los químicos mencionados en el punto siguiente "Incompatibilidad".
Incompatibilidad (Materiales a evitar)	: No es compatible con agentes oxidantes (tales como percloratos, peróxidos, permanganatos, cloratos, nitratos, cloro, bromo y flúor), ácidos fuertes (tales como hidrociorídrico, sulfúrico y nítrico), materiales orgánicos (como madera), solventes clorados, nitrometano y líquidos inflamables. El hidróxido de sodio es corrosivo para los metales (como aluminio, estaño y zinc).
Productos de descomposición peligrosos	: Las sustancias no-combustibles no encienden por sí mismas, pero se pueden descomponer al calentarse y producir vapores corrosivos y/o tóxicos.
Polimerización peligrosa	: Puede ocurrir cuando está en contacto con acroleína o acrilonitrilo



11. Información Toxicológica

Toxicidad aguda	LD50 dérmica aguda (en conejo): 1350 (mg/kg)
Toxicidad crónica	: No existen efectos crónicos conocidas.
Efectos locales o sistémicos	La lejía es corrosiva y su agresividad aumenta con la temperatura por su contenido de hidróxido de sodio.
Sensibilizaciones alérgicas	: No disponible.
Efectos específicos (carcinogénesis, mutaciones y toxicidad para la reproducción)	No disponible.

12. Información Ecológica

Efectos sobre el medio ambiente	
Inestabilidad	Este producto es estable bajo condiciones normales
Peristencia/ biodegradabilidad	: La lignina presente (materia orgánica) es biodegradable.
Bioacumulación	No existe potencialidad de factores de bioacumulación o bioconcentración.
Impacto sobre el medio ambiente/ecotoxicidad	: La lejía es peligrosa para el medio ambiente, especialmente para organismos de medio acuático (peces y microorganismos). La lejía reacciona con los componentes químicos del suelo formando hidróxidos que dependiendo de su solubilidad, son fácilmente lavados con agua. Un derrame de lejía pudiera quemar temporalmente la zona de suelo afectado.

13. Consideraciones sobre Disposición Final

Métodos para disponer de sustancia/residuos/desechos	Si es posible, almacenar en tambores y volver al proceso industrial. Los materiales resultantes de las operaciones de limpieza pueden constituir desechos peligrosos y todo material de limpieza y cualquier equipo contaminado deben, de acuerdo con las normativas específicas, ser envasados, almacenados, transportados y eliminados de acuerdo con las normativas de seguridad, salud y medio ambiente.
Métodos para disponer embases/embalajes	: Antes de desechar los envases, debe removerse de ellos todo residuo de soda cáustica. Estos deben ser enviados a eliminación autorizada.
Recomendaciones normativa nacional y/o internacional para disponer de embalajes y envases contaminados en forma segura	Decreto Supremo N° 148 de 16 de Junio de 2004.

14. Información de Transporte

Códigos y clasificaciones regulaciones y normas nacionales para el transporte seguro

Nombre de Embarque: Líquido alcalino, cáustico, N.E.P.
 N° UN: 1719
 Clase: 8
 Grupo de Embalaje: II y III
 Etiqueta de Peligro: Corrosivo



15. Información Reglamentaria

**Etiquetado especial
Información
reglamentaria nacional
e internacional
aplicable directamente
a la sustancia química**

: NCh 2190, Clase 6.

No se identifican normas nacionales e internacionales aplicables directamente al licor verde.

Otras normas nacionales aplicables: NCh382, NCh2190, DS 298.

16. Otras Informaciones

Información adicional

Los datos consignados en esta hoja Informativa provienen de fuentes confiables y corresponden al estado actual del producto. Las condiciones de uso seguro del producto son obligación del usuario

Fecha HDS: 02 de Enero de 2012

Fin del documento

ANEXO C

REGISTROS DE VARIABLES DE PROCESO

Figura N° C.1 pH en cámara de neutralización

PH camera Neutra

Juies. smo 12, 2014 12:21:29

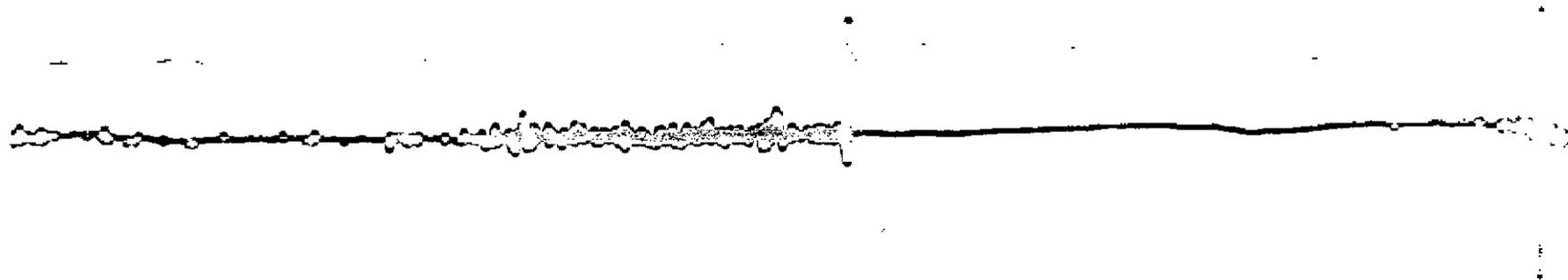


Name	Data Source	Map	Descripción	Value	Level	Status	Alr	Plr	Min	Plr	Max	Units	Shit	TZ	Type	Period	Method	Smr	Frq
- VAL385Q130	ce03e21		IP_ANALOG1PH neutralizacion basim	6.6	Good	Good	3	12				pH	0	0:00:01	Best Fit	1 Hour			
va085e131	ce03e21		IP_ANALOG1Nivel TK de Neutralización	72.9	Good	Good	✓	20	140			%	0	0:20:01	Best Fit	1 Hour			

Figura N° C.2 pH en estanque de aireación N° 1 y temperatura en torre de enfriamiento N° 1

Reactor1

lunes, 12 de 2014 12:21:47



01-01-2014 16:52:37

09-01-2014 1:30:20

16-01-2014 10:08:09

23-01-2014 18:45:47

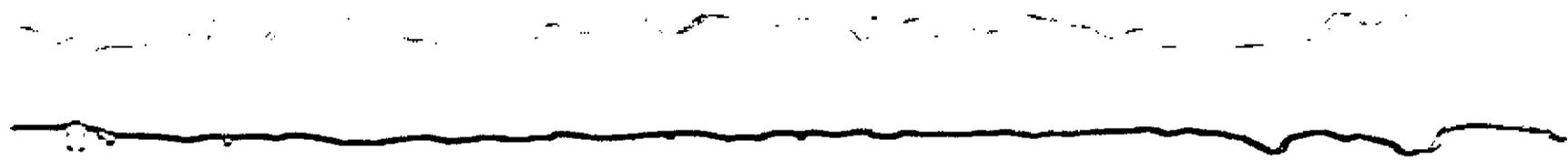
31-01-2014 03:23:57

Name	Data Source	Min	Description	Value	Level	Status	Aut Pilot	Min	Plot Max	Units	Shut	TZ	Type	Period	Method	StepEx
- VAL355TC141	ca03b21	IP	ANALOGI Temperatura Torre Enfriamiento 1	30,3	Good	Good	0	40	°C	0	0:00:00		Best Fc	1 Hour		
■ VAL355OP152	ca03b21	IP	ANALOGI PH #2 -AERATION BASIN# 1	7.0	Good	Good	2	12	pH	0	0:00:00		Best Fc	1 Hour		

Figura N° C.3 pH en estanque de aireación N° 2 y temperatura en torre de enfriamiento N° 2

Reactor2

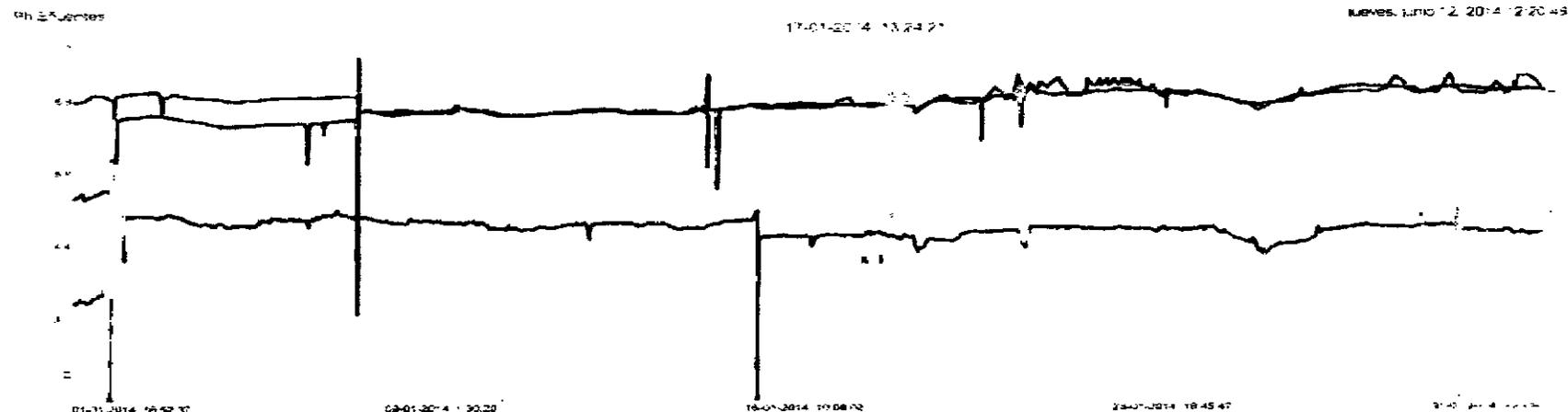
UEVES, JUNIO 12, 2014 01:22:55



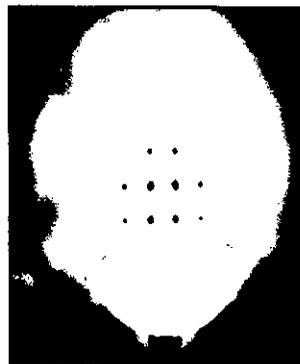
01

Name	Data Source	Map	Description	Value	Level	Status	Alert	Plot Min	Plot Max	Units	Shw	TZ	Type	Period	Method	Stat Expr
VAL385TIC142	cc03p021		IP_ANALOGGT Temperatura Torre Enfriamiento 2	30.3	Good	Good	0	40		°C	0	0:00:00	Best Fit	1 Hour		
VAL385Q160	cc03p021		IP_ANALOGTIPH ST-ANOX-AERATION BASIN #2	6.6	Good	Good	2	12		pH	0	0:00:00	Best Fit	1 Hour		

Figura N° C.4 pH en cámaras de floculación N° 1 y N° 2 y pH del efluente tratado



Name	Description	Value	Level	Status	Aut Prol Min	Pico Max	Units	BAR	TZ	Type	Period	Method	Ref/Esq
va.366q160	pH Cámara de Floculación #1	7.1	Good	Good	2	8	pH	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		
va.366q169	pH Cámara de Floculación #2	7.1	Good	Good	2	8	pH	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		
VAL366Q1100	pH #1-AIRC-AERATION BASIN #2	6.0	Good	Good	12	14	pH	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		
va.086q163	pH #2-AERATION BASIN #2	7.3	Good	Good	0	16	pH	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		
VAL366Q1145	pH #1-AIRC-AERATION BASIN #1	7.1	Good	Good	0	10.152	ppm	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		
VAL366Q1152	pH #2-AERATION BASIN #1	7.1	Good	Good	0	10.152	ppm	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		
VAL366Q11267	pH Efluente Tratado	7.94	Good	Good	8.0682	10.1762	pH	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		
VAL366Q1132	pH Intemperación Nivel	8.5	Good	Good	8.0682	10.1762	pH	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		
VAL366Q11434	Backflow Flow to Entrance	35	Good	Good	0	40	L.S	0.0000	-05:00	Best Fit	1 Hour		



EVALUACIÓN SISTEMA QUEMADO TRS Y EMISIONES DE SO₂

CELULOSA ARAUCO, PLANTA VALDIVIA

Marzo 2016



THERMAL ENGINEERING

Especialistas en procesos térmicos y combustión

1. ANTECEDENTES	3
2. OBJETIVOS.....	3
3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS	3
4. FUENTES DE GENERACIÓN DE TRS	4
4.1 RECOLECCIÓN DE GASES CONCENTRADOS NO CONDENSABLES(CNCG)	4
4.2 RECOLECCIÓN DE GASES DILUIDO NO CONDENSABLES(DNCG)	5
5. FUENTES DE EMISIÓN DE TRS	7
6. INSPECCIÓN DE TERRENO.....	10
6.1 CALDERA DE RECUPERADORA.....	10
6.2 CALDERA DE PODER.....	11
6.3 QUEMADOR O INCINERADOR DEDICADO	12
7. REVISIÓN BAT, REGISTRO MEDICIONES GASES 2015 Y RCA 279/98.....	15
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
9. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	24

1. Antecedentes

Celulosa Arauco, Planta Valdivia, posee tres alternativas de quemado o incineración de los gases de Azufre Total Reducido (TRS) generados por su proceso productivo.

La primera alternativa, normalmente utilizada, considera la incineración de los TRS en la caldera recuperadora. La segunda alternativa, utilizada en el caso de alguna contingencia o detención inesperada de la Caldera Recuperadora, considera la utilización para este efecto de la caldera de Poder. Y la tercera alternativa, utilizada como respaldo a la segunda, considera la utilización de un incinerador dedicado para la incineración de TRS.

La EIA del año 1995 consideraba sólo la opción del incinerador de TRS, con un scrubber o lavador de gases para el abatimiento del SO_2 resultante de la incineración.

Este scrubber nunca fue instalado, ya que, durante la implementación de la planta se decidió implementar la primera y segunda alternativas descritas anteriormente, siendo la primera alternativa el sistema habitualmente utilizado para la incineración de TRS, quedando la Caldera de Poder y el Incinerador dedicado como sistemas de respaldo que se utilizan sólo ante contingencias puntuales que se presentan en la operación de la Caldera Recuperadora.

2. Objetivos

Los objetivos del análisis técnico realizado son los siguientes:

- a) Verificar que el sistema de incineración (destrucción) de TRS es el adecuado respecto a las directrices señaladas en las BAT de la UE para esta aplicación y se encuentra en buen estado.
- b) Evaluar los antecedentes operacionales actuales relativos a la destrucción de los TRS en el Incinerador dedicado, Caldera Recuperadora y Caldera de Poder, respecto de las emisiones de SO_2 resultantes de la utilización del scrubber contemplado en la EIA
- c) Preparar un Informe Técnico con los resultados obtenidos de la inspección y evaluación.

3. Alcance de los Trabajos

La primera actividad considerada en el desarrollo de la evaluación fue la recopilación (solicitud de envío) de los siguientes antecedentes por parte de Celulosa Arauco, Planta Valdivia, o quien los represente en este requerimiento:

- EIA (sección relativa a la destrucción de TRS y sistema de abatimiento del SO_2 generado)
- Emisiones actuales de SO_2 , al quemar los TRS en el incinerador, caldera recuperadora y caldera de poder (incluir flujo de gases asociado a la combustión de los TRS).
- Límite de emisión de SO_2 que Arauco debe cumplir
- Antecedentes técnicos del Incinerador dedicado (data sheet, planos, manuales)

- Antecedentes técnicos quemadores calderas recuperadora y de poder (data sheet, planos y manuales)

La segunda actividad considerada fue la realización de una visita en la que se verificó en terreno los distintos sistemas de incineración de los gases TRS, su estado de conservación, etc.

Los antecedentes recopilados y lo observado en la visita técnica serán utilizados, para realizar la evaluación técnica.

Los resultados de la evaluación técnica compararán la condición actual con la considerada en la EIA del año 1995 y se darán respuestas a los objetivos de la presente estudio.

4. Fuentes de Generación de TRS

Las principales fuentes de generación de gases concentrados no condensables(CNCG) y gases débiles no condensables(DNCG) TRS que existen en Celulosa Arauco, planta Valdivia son las siguientes:

4.1 Recolección de Gases Concentrados No Condensables(CNCG)

Las fuentes de emisión de gases concentrados no condensables en Planta Valdivia provienen desde las áreas de Evaporadores y Digestores.

Fuentes de Emisión CNCG área Evaporadores:

- 351-23-140 Estanque Licor a Quemado
- 351-22-142 Estanque Condensado Sucio
- 351-223-137 Estanque de Metanol
- 351-22-112 Estanque Separador
- 351-51-127 Stripper
- 351-51- 106 Efecto 4
- 351-51- 107 Efecto 5
- 351-51- 108 Efecto 6

Fuentes de Emisión CNCG área Digestores:

- 341-22-265 Estanque Condensado Contaminado
- 341-22-270 Estanque Decantador de Trementina
- 341-22-275 Estanque Almacenamiento de Trementina
- 341-57-280 Scrubber

- 341-23- 251 Acumulador de Licor Blanco
- 341-23-250 Acumulador de Licor Negro 1
- 341-23-283 Acumulador de Licor Negro 2
- 341-51-101 Digestor 1
- 341-51-102 Digestor 2
- 341-51-103 Digestor 3
- 41-51-104 Digestor 4
- 341-51-105 Digestor 5
- 341-51-106 Digestor 6
- 341-51-107 Digestor 7
- 341-51-108 Digestor 8
- 341-51-109 Digestor 9
- 341-51-110 Digestor 10

4.2 Recolección de Gases Diluido No Condensables(DNCG)

Las fuentes de emisión y generación de gases diluidos en Planta Valdivia provienen desde las áreas de Digestores, Lavado, Evaporadores y Caustificación.

Fuentes de Emisión GNCD área Digestores:

- 341-22-253 Estanque Licor Negro K
- 341-22-254 Estanque Jabón
- 341-22-252 Estanque Desplazamiento Licor
- 341-22-276 Estanque de Descarga
- 341-57-260 Ciclón Línea 1
- 341-57-261 Ciclón Línea 2

Fuentes de Emisión DNCG área Lavado:

- 346-51-151 Prensa 1
- 346-51-251 Prensa 2
- 346-51-351 Prensa 3
- 346-51-451 Prensa 4
- 346-51-551 Prensa 5
- 346-22-160 Estanque de Filtrado 1
- 346-22-260 Estanque de Filtrado 2
- 346-22-360 Estanque de Filtrado 3

- 346-22-460 Estanque de Filtrado 4
- 346-22-560 Estanque de Filtrado 5
- 346-22-143 Estanque Rechazo
- 346-22-106 Estanque Dump
- 346-57-173 Ciclón Separador de Espuma
- 346-22-502 Torre Pulpa Café
- 346-22-510 Estanque Licor Buffer
- 346-22-110 Estanque Alimentación Harneros
- 346-57-145 Separador de Gruesos
- 346-57-147 Separador de arena
- 346-54-137 Tail Screen 1
- 346-54-140 Tail Screen 2

Fuentes de Emisión DNCG área Evaporadores:

- 351-22-146 Estanque Licor Intermedio
- 351-22-147 Estanque Licor Débil 1
- 351-22-148 Estanque Licor Débil 2
- 351-22-149 Estanque Almacenamiento Jabón
- 351-22-188 Estanque Separador de Jabón
- 351-22-145 Estanque Spill
- 351-22-143 Estanque Condensado A
- 351-22-144 Estanque Condensado B
- 351-22-141 Estanque Licor Concentrado

Fuentes de Emisión DNCG área Caustificación:

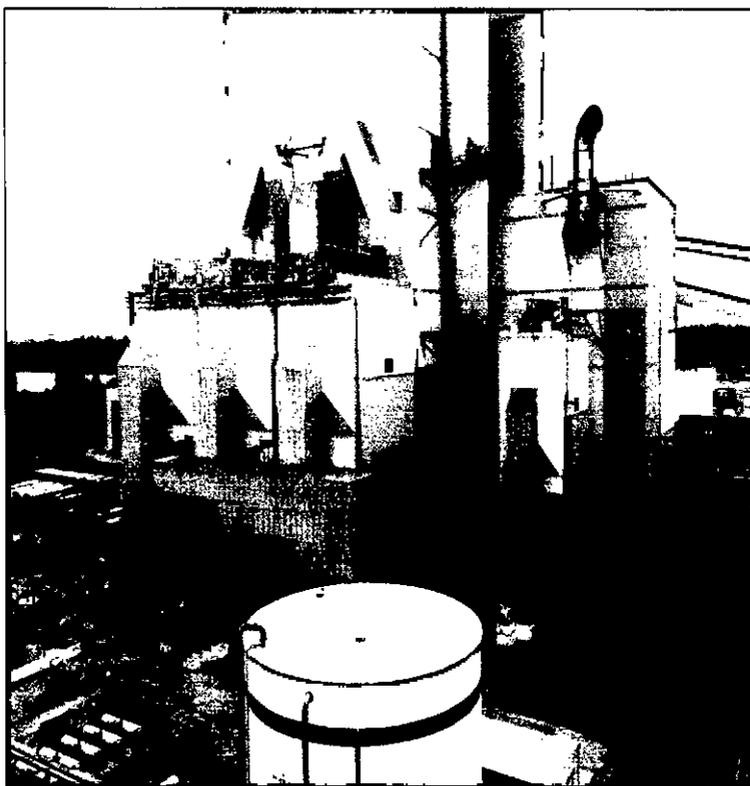
- 353-22-120 Estanque Impurezas
- 353-22-118 Estanque Condensado Secundario
- 353-22-101 Estanque Licor Verde Crudo
- 353-22-131 Estanque Licor Verde Clarificado
- 353-51-123 Filtro de Impurezas
- 353-22-201 Estanque Licor Blanco 1
- 353-22-202 Estanque Licor Blanco 2
- 353-22-214 Estanque Licor Débil
- 353-57-142 Scrubber Apagador de Cal
- 353-22-205 Estanque Clarificador de Derrame
- 353-51-143 Caustizador 1

- 353-51-145 Caustizador 2
- 353-51-147 Caustizador 3
- 353-51-138 Apagador de Cal
- 353-22-176 Estanque Almacenamiento de Lodos
- 353-57-229 Scrubber Filtro de Lodos
- 353-51-186 Filtro de Lodos

5. Fuentes de Emisión de TRS

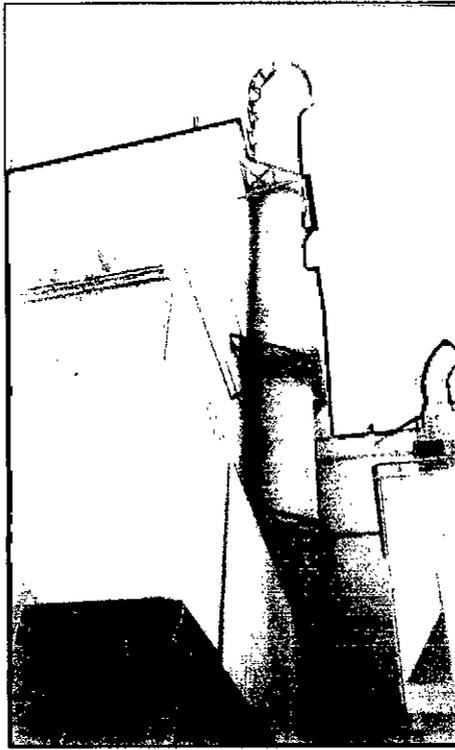
Las fuentes de emisión de TRS presente en Celulosa Arauco, planta Valdivia son las siguientes:

- **Caldera Recuperadora y Caldera de Poder**



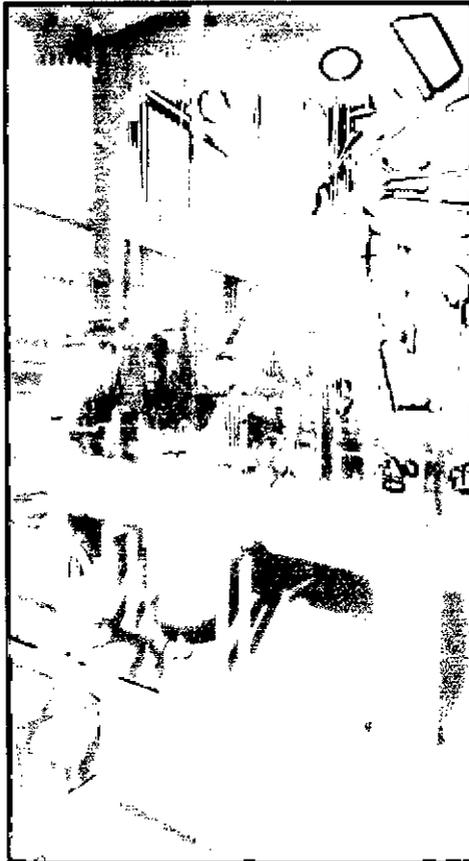
Fotografía 5.1 Vista General Caldera Recuperadora y Caldera de Poder

La evacuación de los gases de combustión y compuestos TRS a la atmosfera se realiza a través de una chimenea común para ambas calderas.



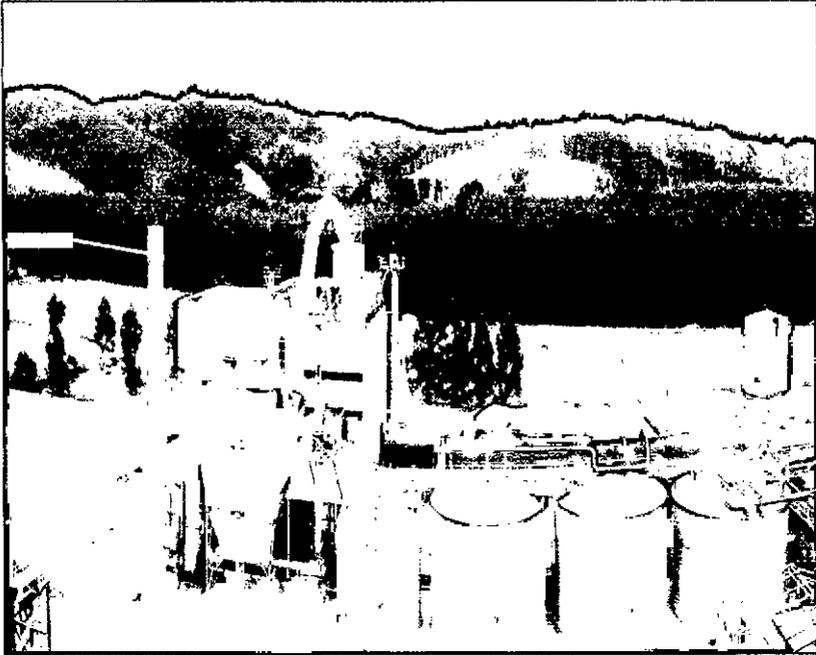
Fotografía 5.2 Chimenea común de la caldera recuperadora y de poder

- **Incinerador o quemador dedicado**

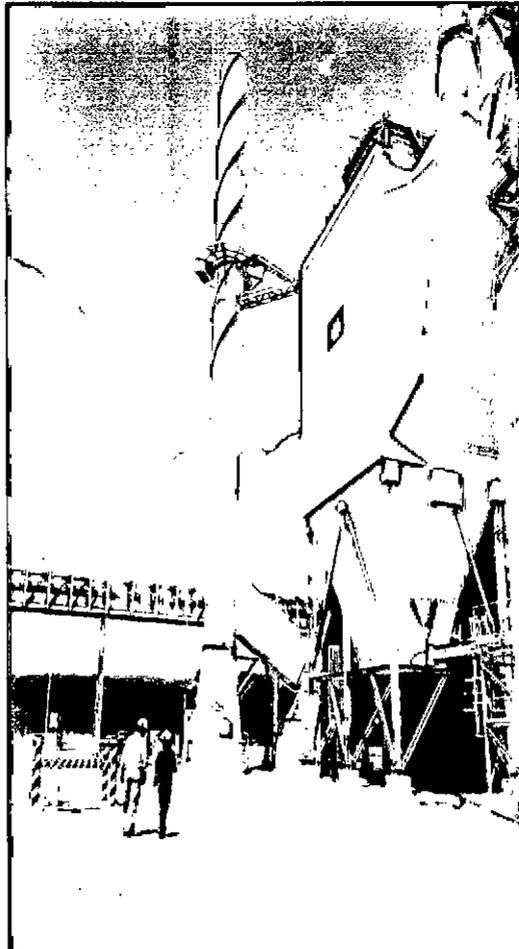


Fotografía 5.3 Vista general quemador dedicado

- Horno de Cal

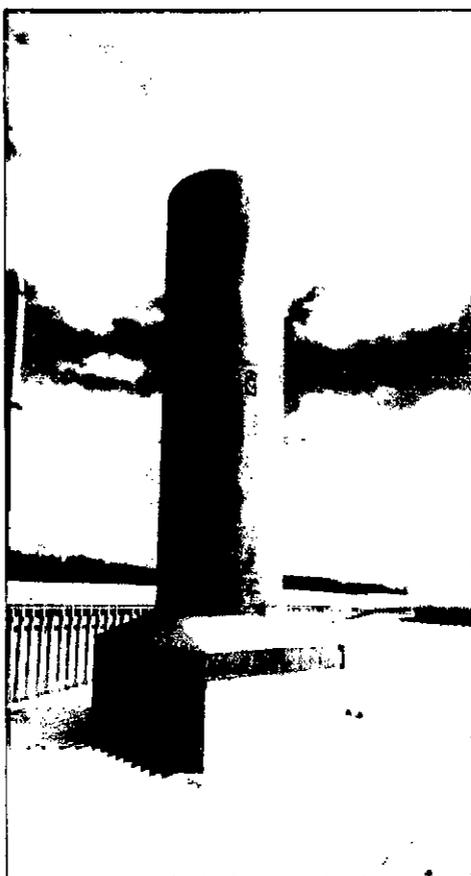


Fotografía 5.4 Vista General Horno de Cal y su Chimenea



Fotografía 5.5 Chimenea Horno de Cal

- **Estanque de Disolución o Disolvedor**(no se considera una fuente, ya que, a partir de la detención programada de Abril de 2006, los gases TRS emitidos por esta fuente son incinerados en la caldera recuperadora, sólo en casos excepcionales, emergencia o contingencia, se ventean a la atmosfera)



Fotografía 5.6 Chimenea Estanque Disolvedor

6. Inspección de Terreno

Para verificar los distintos sistemas de incineración de TRS existentes en la planta de Celulosa Valdivia, se realizó una visita a planta los días 3 y 4 de Febrero de 2016, constatando la existencia de los siguientes sistemas:

6.1 Caldera de Recuperadora

La caldera recuperadora es el sistema habitual y permanente utilizado para incinerar los Gases No Condensables(NCG) TRS. El circuito de inyección de los NCG a la caldera recuperadora se muestra en las siguientes fotografías:



Fotografía 7.1 Tren de NCG TRS de la Caldera Recuperadora



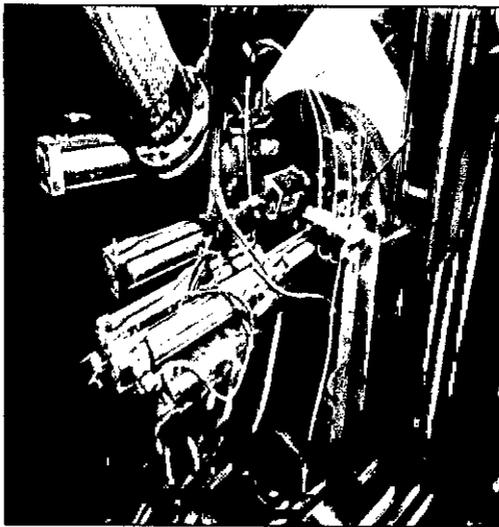
Fotografía 7.2 Inyección de NCG a la caldera recuperadora

6.2 Caldera de Poder

La caldera de poder se utiliza para incinerar los compuestos TRS en los casos que el sistema de incineración de la caldera recuperadora, utilizado permanentemente para la incineración de los NCG TRS, presente algún problema o inconveniente operacional, es decir, la caldera de poder actúa como un respaldo primario ante la falla de la caldera recuperadora. La inyección de los gases a la caldera de poder se muestra en las siguientes fotografías:



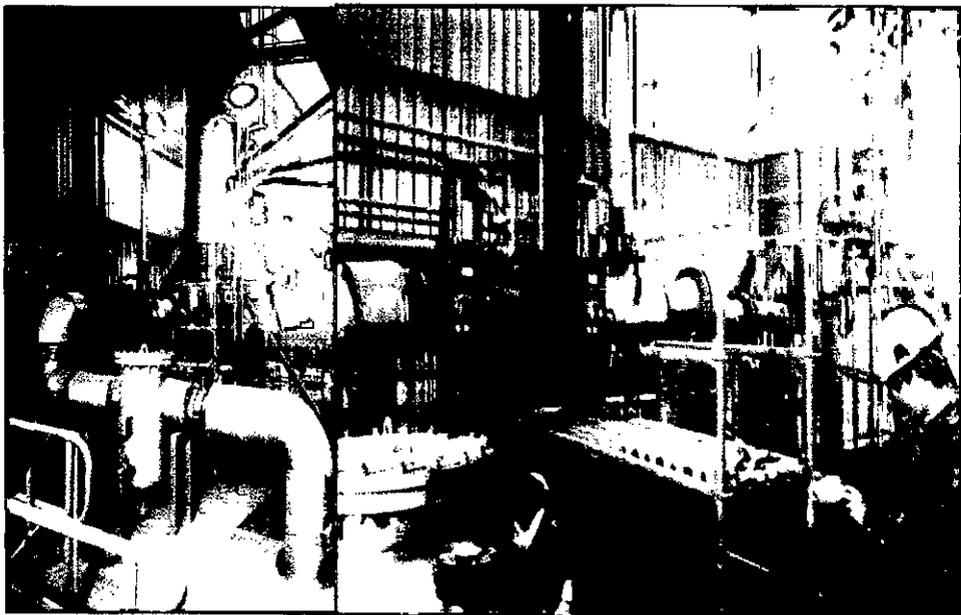
Fotografía 7.3 Tren de NCG TRS Caldera de Poder



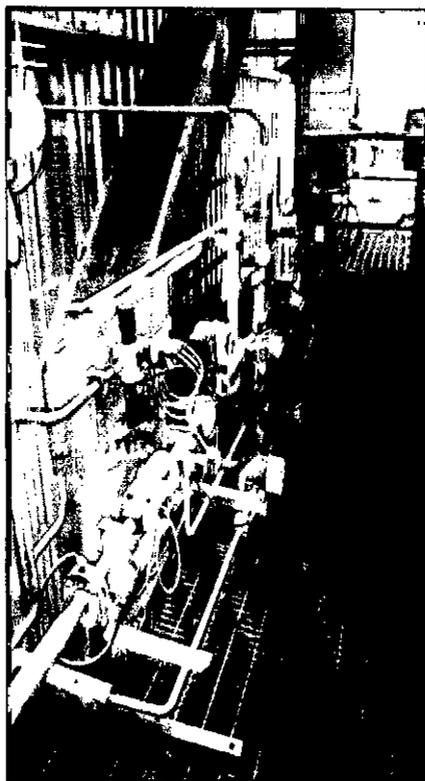
Fotografía 7.4 Inyección de NCG a la caldera de poder

6.3 Quemador o Incinerador dedicado

En caso que exista algún problema operacional tanto en la caldera recuperadora como en la caldera de poder, existe en la planta un quemador o incinerador dedicado de que actúa como un respaldo secundario ante la falla de la caldera recuperadora y de poder. La inyección de los NCG al quemador o incinerador dedicado se muestra en las siguientes fotografías:



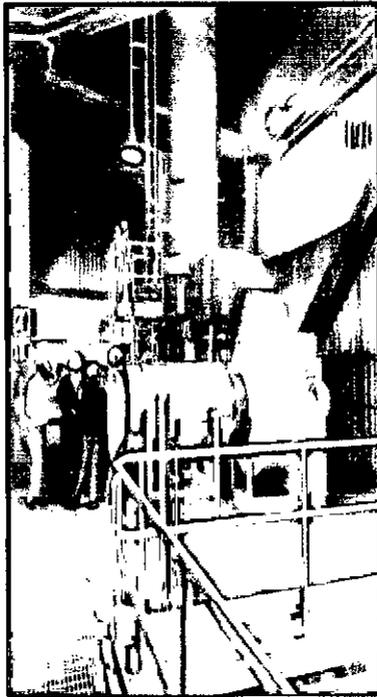
Fotografía 7.5 Tren NCG quemador o incinerador dedicado



Fotografía 7.6 Tren de GLP quemador o incinerador dedicado

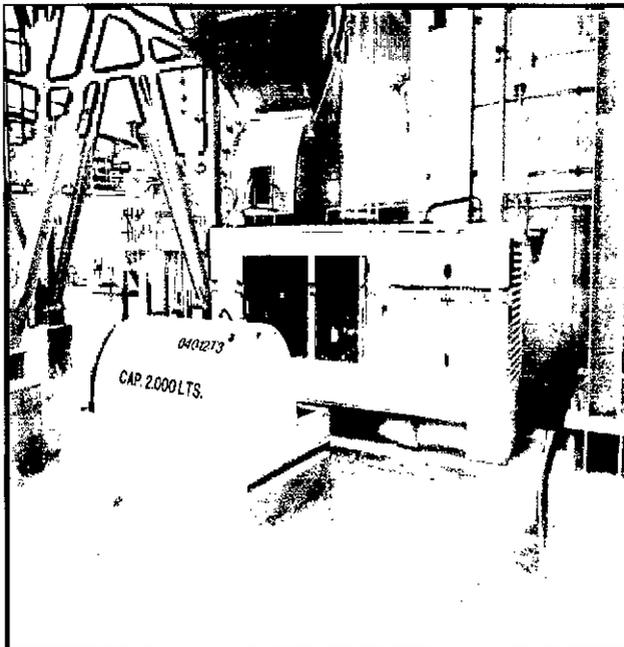
Los tres sistemas de incineración de NCG TRS inspeccionados cumplen los requerimientos técnicos de seguridad y control que permiten cumplir las variables relevantes para una eficiente eliminación de los TRS, estas son:

- Tiempo mínimo de residencia de los gases (≥ 0.5 seg).
- Temperatura de incineración mayor a 650°C

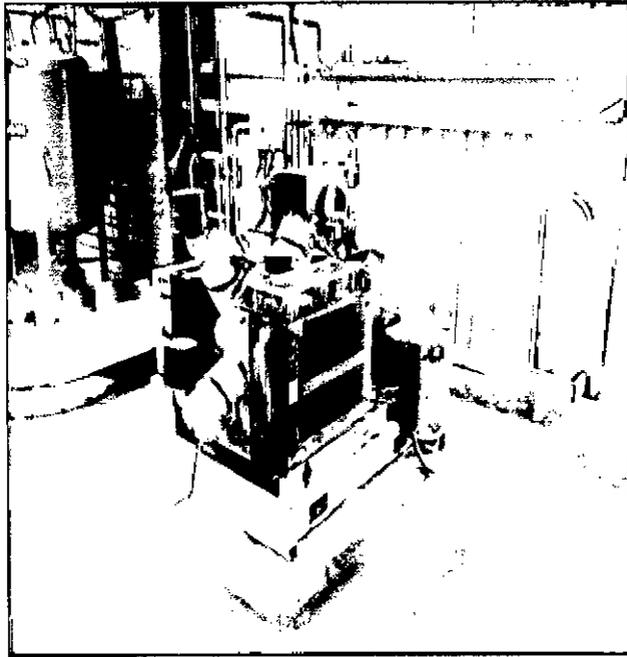


Fotografía 7.7 Ventilador aire combustión quemador dedicado

Adicionalmente, ante una falla del suministro de energía eléctrica de la red o ausencia de aire comprimido de instrumentación general de la planta, el quemador o incinerador dedicado posee un generador eléctrico a petróleo y un compresor de aire de respaldo, equipos exclusivos y dedicados para mantener energizados y con aire el quemador dedicado ante este tipo de fallas.



Fotografía 7.8 Generador eléctrico de respaldo



Fotografía 7.9 Compresor de aire de respaldo

7. Revisión BAT, Registro Mediciones Gases 2015 y RCA 279/98

A partir de la revisión de las conclusiones de las directrices de las Mejores Técnicas Disponibles (BAT), se utilizan como referencia los niveles de emisión de las siguientes BAT:

- BAT 21
- BAT 24
- BAT 25
- BAT 28

Para cada una de las BAT señaladas anteriormente, se resumen los siguientes puntos de las BAT:

Reducción de las emisiones de una caldera de recuperadora(8.2.2.2)

Emissiones de SO₂ y TRS

BAT 21. Con el fin de reducir las emisiones de SO₂ y TRS de una caldera de recuperadora, las BAT consiste en utilizar una combinación de las técnicas dadas a continuación:

	Technique	Description
a	Increasing the dry solids (DS) content of black liquor	The black liquor can be concentrated by an evaporation process before burning
b	Optimised firing	Firing conditions can be improved e.g. by good mixing of air and fuel, control of furnace load etc.
c	Wet scrubber	Section 8.7.1.3

Niveles de emisión asociados a las BAT

Ver Tabla 8.3

Tabla 8.3: BAT- asociada niveles de emisión de SO₂ y TRS desde una caldera recuperadora

Parameter		Daily average ⁽¹⁾ ⁽²⁾ mg/Nm ³ at 6 % O ₂	Yearly average ⁽¹⁾ mg/Nm ³ at 6 % O ₂	Yearly average ⁽¹⁾ kg S/ADt
SO ₂	DS <75 %	10 – 70	5 – 50	–
	DS 75 – 83 % ⁽³⁾	10 – 50	5 – 25	–
Total reduced sulphur (TRS)		1 – 10 ⁽⁴⁾	1 – 5	–
Gaseous S (TRS- S + SO ₂ -S)	DS <75 %	–	–	0.03 – 0.17
	DS 75 – 83 % ⁽³⁾			0.03 – 0.13

(¹) Increasing the DS content of the black liquor results in lower SO₂ emissions and higher NO_x emissions. Due to this, a recovery boiler with low emission levels for SO₂, may be on the higher end of the range for NO_x and vice versa.

(²) BAT-AELs do not cover periods during which the recovery boiler is run on a DS content much lower than the normal DS content due to shutdown or maintenance of the black liquor concentration plant.

(³) If a recovery boiler were to burn black liquor with a DS > 83%, then SO₂ and gaseous S emission levels should be reconsidered on a case-by-case basis.

(⁴) The range is applicable without the incineration of odorous strong gases.

DS = dry solid content of the black liquor.

Reducción de emisiones desde un Horno de Cal(8.2.2.3)

Emisiones de SO₂

BAT 24. Con el fin de reducir las emisiones de SO₂ de un Horno de Cal, las BAT consisten en aplicar una o una combinación de las técnicas dadas a continuación:

	Technique	Description
a	Fuel selection/low-sulphur fuel	See Section 8.7.1.3
b	Limit incineration of sulphur-containing odorous strong gases in the lime kiln	
c	Control of Na ₂ S content in lime mud feed	
d	Alkaline scrubber	

Niveles de emisión asociados a las BAT

Ver Tabla 8.6

Tabla 8.6: BAT-asociada a los niveles de emisión para SO₂ y azufre de un Horno de Cal

Parameter ⁽¹⁾	Yearly average mg SO ₂ /Nm ³ at 6 % O ₂	Yearly average kg S/ADt
SO ₂ when strong gases are not burnt in the lime kiln	5 – 70	–
SO ₂ when strong gases are burnt in the lime kiln	55 – 120	–
Gaseous S (TRS-S + SO ₂ -S) when strong gases are not burnt in the lime kiln	–	0.005 – 0.07
Gaseous S (TRS-S + SO ₂ -S) when strong gases are burnt in the lime kiln	–	0.055 – 0.12

(¹) 'strong gases' includes methanol and turpentine

Emisiones de TRS

BAT 25. Con el fin de reducir las emisiones de TRS desde un Horno de Cal, BAT considera aplicar una o una combinación de la siguientes técnicas:

	Technique	Description
a	Control of the excess oxygen	See Section 8.7.1.3
b	Control of Na ₂ S content in lime mud feed	
c	Combination of ESP and alkaline scrubber	See Section 8.7.1.1

Niveles de emisión asociados a las BAT

Ver Tabla 8.7

Tabla 8.7: BAT-asociada a los niveles de emisiones para TRS y azufre desde Horno de Cal

Parameter	Yearly average mg S/Nm ³ at 6 % O ₂
Total reduced sulphur (TRS)	<1 - 10 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ For lime kilns burning strong gases (including methanol and turpentine), the upper end of the AEL range may be up to 40 mg/Nm ³ .	

Reducción de las emisiones de un quemador para gases Fuertes y Débiles/Quemador Dedicado) (8.2.2.4)

BAT 28. Con el fin de reducir la emisión de SO₂ desde un quemador de TRS dedicado de incineración de gases olorosos fuertes, BAT considera utilizar un scrubber alcalino de SO₂

Niveles de emisión asociados a las BAT

Ver Tabla 8.10

Tabla 8.10: BAT-asociada a los niveles de emisión para SO₂ y TRS desde la incineración de gases Fuertes en un quemador dedicado de TRS

Parameter	Yearly average mg/Nm ³ at 9 % O ₂	Yearly average kg S/ADt
SO ₂	20 - 120	-
TRS	1 - 5	
Gaseous S (TRS-S + SO ₂ -S)	-	0.002 - 0.05 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ This BAT-AEL is based on a gas flow in the range of 100 - 200 Nm ³ /ADt.		

A partir del informe de mediciones de material particulado y gases del año 2015, desarrollado por la empresa Proterm S.A., y entregado como antecedente por Celulosa Arauco, planta Valdivia, se obtienen y resumen los valores discretos de emisión de SO₂ y TRS registrados durante el año 2015:

Trimestre 1-2015



11. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

11.2. DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

TABLAS DE DATOS

Concentración media de SO₂ (mg/m³ N)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
06-03	--	63,9	--
05-03	--	--	11,4

Emisión diaria de SO₂ (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
06-03	--	1169,0	--
05-03	--	--	19,1
Total		1188,1	

11.4. AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)

TABLAS DE DATOS

Concentración media de TRS, expresado como H₂S (ppmv al 8%)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
06-03	--	0,44	--
05-03	--	--	2,1

Emisión diaria de TRS, expresado como H₂S (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
06-03	--	11,20	--
05-03	--	--	6,21
Total		17,41	

- Notas: (1) Condiciones Estándar: 25°C, 760 mm Hg.
 (2) Abreviaturas: E.D. = Estanque Disolvedor
 C.R.+C.P. = Chimenea común de Caldera de Poder y Caldera Recuperadora
 H.C. = Horno de Cal



11. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

11.2. DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

TABLAS DE DATOS

Concentración media de SO₂ (mg/m³ N)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
10-06	--	24,2	--
09-06	--	--	24,0

Emisión diaria de SO₂ (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
10-06	--	472,0	--
09-06	--	--	35,6
Total		507,6	

11.4. AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)

TABLAS DE DATOS

Concentración media de TRS, expresado como H₂S (ppmv al 8%)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
10-06	--	0,40	--
09-06	--	--	2,0

Emisión diaria de TRS, expresado como H₂S (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
10-06	--	10,80	--
09-06	--	--	4,70
Total		15,50	

Notas: (1) Condiciones Estándar: 25°C, 760 mm Hg.

(2) Abreviaturas: E.D. = Estanque Disolvidor

C.R.+C.P. = Chimenea común de Caldera de Poder y Caldera Recuperadora

H.C. = Homo de Cal



11. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

11.4. RESULTADOS

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

TABLAS DE DATOS

Concentración media de SO₂ (mg/m³ N)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
26-08	--	65,8	--
29-09	--	--	8,7

Emisión diaria de SO₂ (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
26-08	--	1195,0	--
29-09	--	--	14,4
Total		1209,4	

11.4. RESULTADOS Cont.

AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)

TABLAS DE DATOS

Concentración media de TRS, expresado como H₂S (ppmv al 8%)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
26-08	--	0,05	--
29-09	--	--	2,5

Emisión diaria de TRS, expresado como H₂S (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
26-08	--	1,39	--
29-09	--	--	7,09
Total		8,48	

Notas: (1) Condiciones Estándar: 25°C, 760 mm Hg.

(2) Abreviaturas: E.D. = Estanque Disolvedor

C.R.+C.P. = Chimenea común de Caldera de Poder y Caldera Recuperadora

H.C. = Homo de Cal



11. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

11.4. RESULTADOS

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

TABLAS DE DATOS

Concentración media de SO₂ (mg/m³ N)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
14-10	--	21,2	--
15-10	--	--	4,6

Emisión diaria de SO₂ (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
14-10	--	389,0	--
15-10	--	--	6,2
Total		395,2	

11.4. RESULTADOS Cont.

AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)

TABLAS DE DATOS

Concentración media de TRS, expresado como H₂S (ppmv al 8%)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
14-10	--	0,10	--
15-10	--	--	1,5

Emisión diaria de TRS, expresado como H₂S (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
14-10	--	2,34	--
15-10	--	--	3,38
Total		5,72	

- Notas: (1) Condiciones Estándar: 25°C, 760 mm Hg.
(2) Abreviaturas: E.D. = Estanque Disolvedor
C.R.+C.P. = Chimenea común de Caldera de Poder y Caldera Recuperadora
H.C. = Horno de Cal

En base a la Resolución de Calificación Ambiental(RCA) N°279/98, se establecen los siguientes valores de emisiones comprometidos por Celulosa Arauco, planta Valdivia para la emisión de SO₂ y TRS:

TABLA 2.14
EMISIONES ATMOSFERICAS DE FUENTES FIJAS

FUENTE	CAUDAL		TEMPERATURA		ALTURA m	DIAM. m	VELOC. m/s	CONCENTRACION (mg/m ³ ndg)				TASA EMISION (TPD)			
	m ³ ndg/h	m ³ N/h	°C	K				Partic.	SO ₂	TRS	NO _x	Partic.	SO ₂	TRS	NO _x
Caldera Recuper.	450000	500000	170	443	90	5.4	10.9	100	100	10	250	1.08	1.08	0.11	2.70
Estanque Disoluc	35000	55000	65	338	75	1.5	9.8	300		60		0.25	0.02	0.05	0.00
Horno de Cal	65000	85000	220	493	40	2	12.4	200	100	50	450	0.31	0.15	0.08	0.70
Caldera de Poder	100000	140000	160	433	80	2.5	11.5	250			350	0.60	0.00	3.00	0.84
Generador de NCG	25000	28000	220	493	60	1.1	13.5		3000	20	750	0.00	1.00	0.01	0.45
TOTAL												2.24	3.04	0.25	4.69

En base a la tabla anterior, se establece que la emisión total comprometida de TRS y SO₂ corresponden a 250 kg/día y 3040 kg/día respectivamente.

8. Conclusiones y Recomendaciones

A partir de la inspección de terreno, revisión de las Directrices de Emisiones Industriales de la Unión Europea(2010/75/EU), descritas en su documento Mejores Técnicas Disponibles(BAT), y antecedentes proporcionados por Celulosa Arauco, Planta Valdivia, se pueden señalar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Actualmente Celulosa Arauco, Planta Valdivia, posee un sistema de recolección de gases TRS Concentrados y Diluidos No Condensables que permite su transporte e incineración de forma segura y que no sobrepasa los límites de concentración y emisión de TRS en la Caldera Recuperadora, Caldera de Poder u Incinerador o Quemador dedicado.
- La no instalación del Scrubber o Lavador de gases(SO₂) contemplando originalmente en la RCA 279/98, a la salida del Incinerador dedicado para TRS, no afecta la emisión comprometida de TRS(250 kg/día) y SO₂(3040 kg/día) en la RCA señalada anteriormente, es decir, los valores límites de emisión no son sobrepasados.
- De acuerdo a las directrices de Emisiones Industriales de la Unión Europea, 2010/75/EU, a través de las BAT, los sistemas de incineración de TRS que utiliza Celulosa Arauco Planta Valdivia, Caldera Recuperadora, Caldera de Poder e Incinerador dedicado, cumplen satisfactoriamente las directrices y recomendaciones de esta referencia.
- La revisión de los informes de mediciones discretas de TRS y SO₂ realizadas por Celulosa Arauco, Planta Valdivia, a través de la empresa Proterm S.A., durante los cuatro (4) trimestres del año 2015, permite verificar que los valores de concentración y emisión total de TRS y SO₂ durante el año 2015, no superaron los límites de concentración señalados en la normativa vigente(DS 37/2013) y la emisión total límite especificada en la RCA 279/98.
- A partir de la revisión de las directrices y conclusiones de las BAT(8.1.6), se requiere un monitoreo continuo de los siguientes parámetros claves: presión, temperatura, oxígeno, CO y vapor de agua contenido en los productos de combustión, parámetros que actualmente se monitorean salvo el contenido de humedad o vapor de agua, sin embargo, debido a que este último parámetro no representa un gas contaminante para la atmósfera, no se considera relevante realizar una medición continua de este parámetro.

9. Bibliografía y Referencias.

- a) DS 37, Norma de Emisión de Compuestos TRS, Generadores de Olor, Asociados a la Fabricación de Pulpa Kraft o al Sulfato.
- b) Resolución de Calificación Ambiental N° 279/98.
- c) Best Available Techniques(BAT), Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU.
- d) EIA Proyecto Valdivia, Julio 1997.



Gregorio Barrientos Wells
Jefe de Ingeniería
THERMAL ENGINEERING LTDA.