

**APOYO AL ANALISIS DE FUENTES DE EMISIÓN
DE GRAN MAGNITUD Y SU INFLUENCIA SOBRE
LOS ECOSISTEMAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO
CRUCES**

INFORME FINAL

**CONSULTOR: DR. CLAUDIO A. ZAROR ZAROR
INGENIERO CIVIL QUÍMICO
RUT 5.293.837-6**

Concepción, 22 Marzo 2005

INDICE

Resumen Ejecutivo	2
1 Introducción	6
1.1 Objetivos	6
1.2 Metodología	7
2 Análisis de los Informes Ambientales de la Empresa	7
2.1 Meteorología	8
2.2 Hidrología	8
2.3 Calidad del Agua del Rio Cruces y del Santuario de la Naturaleza	10
2.4 Calidad del Efluente de la Planta Valdivia	16
2.5 Calidad del Agua en Sector de Depósito de Residuos Sólidos	20
2.6 Calidad del Aire	20
2.7 Sedimentos del Río Cruces	21
2.8 Comunidades Bióticas	21
2.9 Suelo	22
3 Calidad de los Datos	23
4 Modificaciones al Programa de Seguimiento	24
4.1 Antecedentes Derivados del Monitoreo 2004	24
4.2 Programa de Seguimiento 2005	29
4.3 Formato de los Informes Ambientales	36
5 Conclusiones	39
Anexos	43

RESUMEN EJECUTIVO

Este Informe Final presenta los resultados de la consultoría de apoyo a la gestión ambiental que realiza CONAMA Región de Los Lagos, con vistas a evaluar los resultados del programa de monitoreo llevado a cabo por la empresa Celulosa Arauco y Constitución SA, Planta Valdivia, y proponer modificaciones de forma y fondo al plan de seguimiento.

Durante 2004, la Empresa entregó 4 informes con los resultados del monitoreo, cubriendo el período 9 Febrero y 31 Diciembre 2004. El análisis de dichos informes se realizó en base a la experiencia del consultor, a la información entregada por la Empresa y disponible en fuentes abiertas. Se realizaron dos reuniones de trabajo con los miembros del Comité de Seguimiento Ambiental del proyecto y con los representantes de la Empresa¹.

Cumplimiento de la Resolución de Calificación Ambiental.

La Empresa ha cumplido cabalmente con el Programa de Monitoreo Ambiental establecido en la RCA, en términos de los parámetros comprometidos y de su frecuencia de análisis. A pesar de que la presentación de los informes mejoró con el tiempo, particularmente en la descripción de resultados, no existe un análisis adecuado de la información que allí se reporta. Además, no se identifican las contingencias operacionales que pueden ser potenciales causales de las desviaciones detectadas, ni tampoco se informa acerca de las acciones realizadas para corregir tales problemas. Menos aún se realiza en ellos un análisis crítico en relación con potenciales impactos ambientales. Estos aspectos deberán ser corregidos en los informes ambientales posteriores.

Calidad del Agua del Río Cruces y del Santuario de la Naturaleza

De acuerdo a los monitoreos realizados durante 2004 en las aguas del Río Cruces, la mayoría de los parámetros de calidad de agua medidos en las estaciones E1, E2 y E3, se mantiene dentro de la categoría de Calidad Excepcional, de acuerdo a la clasificación de la Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. La descarga de efluentes de la Planta Valdivia resulta en un incremento de la conductividad eléctrica y de las concentraciones de sulfato, sodio y AOX en las estaciones E2 y E3, comparadas con los valores de la estación

¹ La primera reunión, efectuada en Valdivia el 10 de Febrero 2005, tuvo como objetivo discutir el plan de seguimiento y los resultados preliminares de esta consultoría. La segunda reunión tuvo lugar en la Planta Valdivia el 11 de Febrero de 2005, con la participación de los directivos y profesionales de la Empresa, donde se presentaron las medidas de monitoreo interno y el control operacional de los efluentes

E1 (aguas arriba de las descargas), y con los de Línea de Base y de 2002-3. En todo caso, estos valores están dentro de los límites establecidos por las normas de calidad de aguas, sin que se haya producido un cambio respecto a su calidad previa al funcionamiento de la Planta.

Calidad del Efluente de la Planta Valdivia

La operación de la Planta Valdivia ha mostrado durante su primer año de funcionamiento, una significativa variabilidad operacional, tanto en el ritmo de producción, como en la calidad de sus efluentes. Sin embargo, la mayoría de los parámetros medidos presenta niveles bajo los límites establecidos en la RCA de 1998. Las principales trasgresiones a dichos límites se constatan en la temperatura, sólidos suspendidos totales (SST), nitrógeno total, fósforo y ácidos resínicos. Además, se detectan 3 eventos de incremento de la conductividad eléctrica del efluente, evidenciando un significativo aumento de iones sobre sus valores promedio. Estos son reflejo de contingencias operaciones que resultan en arrastres internos de licor negro y/o reactivos hacia el sistema de tratamiento de efluentes, y/o inestabilidades en el sistema de control de pH del efluente final luego del tratamiento terciario. Sin embargo, estos incrementos de conductividad del efluente no afectan la Calidad de Excepción mostrada por el río Cruces, respecto de este parámetro.

Los resultados reportados en los informes ambientales permiten establecer que el sistema de tratamiento de efluentes logra mantener una acción depurativa aceptable, frente a posibles aumentos internos de carga. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO) y el color del efluente mantuvieron valores mayoritariamente bajo los límites de la RCA, mientras que el pH mantuvo un nivel estable durante todo el periodo. La tendencia general de estos valores coincide con aquellos medidos diariamente por el sistema de auto-control de la Empresa.

Se debe resaltar que los efluentes generados en el proceso están obligados a pasar a través de todas las etapas del sistema de tratamiento de efluentes de la Planta, antes de su vertido al río a través del difusor. Al respecto, se constata que el sistema de tratamiento biológico se mantuvo operativo durante todo el período estudiado, con tasas de depuración aceptables. En caso de haber sido expuestos a una alta carga tóxica, los microorganismos del sistema de tratamiento biológico habrían sufrido efectos agudos, lo que habría resultado en una gran pérdida de biomasa y en una significativa y prolongada disminución de su capacidad depurativa. Nada de esto ocurrió durante el año 2004, demostrando que los compuestos orgánicos del efluente a tratar no presentaron efectos tóxicos agudos sobre la biota microbiana.

Del análisis realizado, se concluye que es necesario incrementar la frecuencia de análisis de la mayoría de los parámetros del efluente que están directamente relacionados con el proceso, para así llevar registros que aseguren el estado operacional del sistema de tratamiento y garantizar una respuesta correctiva

oportuna en caso de que se manifiesten anomalías. Por otra parte, se sugiere reducir la frecuencia de aquellos que han mostrado estar bajo los límites de detectabilidad. Además, se recomienda incluir la medición de Índice de Fenol, que es un indicador normado (DS 90/2000), representativo de un conjunto de compuestos directamente relacionados con el proceso productivo y su potencial impacto ambiental.

Aguas subterráneas y superficiales del sector de depósito de residuos sólidos

La mayoría de los parámetros medidos en las aguas subterráneas y superficiales del sector de depósito de residuos sólidos cumple con la norma de riego. Sin embargo, los resultados no permiten sacar conclusiones claras acerca de potenciales impactos, dado el corto período de funcionamiento del depósito de residuos sólidos.

Calidad del Aire

La calidad del aire, medida en términos de partículas totales en suspensión (PTS), material particulado (PM10) y anhídrido sulfuroso (SO₂) cumple la normativa de calidad aplicable. Se debe señalar que el DS 110/2001 deja sin efecto la Resolución 1215/78 (norma primaria de calidad de aire para PTS), por lo que en la actualidad no se requiere la medición de este parámetro.

Por otra parte, para verificar el cumplimiento normativo se debe incluir mediciones de calidad de aire para CO, NO₂ y O₃. Además, se recomienda incluir TRS e informar acerca del flujo másico de los contaminantes atmosféricos comprometidos en la RCA. Se deberá redefinir la ubicación de los puntos de muestreo de calidad de aire, tomando en consideración la información meteorológica actualizada obtenida en el Programa de Monitoreo y que sea con representatividad poblacional.

No se detectaron efectos de acidificación de suelos atribuibles a las operaciones de la Planta Valdivia. Al respecto, se recomienda revisar la ubicación de los puntos de muestreo, de acuerdo a la información meteorológica actual obtenida por la estación de monitoreo atmosférico de que se dispone.

Sedimentos del Río Cruces

Las dos campañas realizadas para determinar la composición química de los sedimentos en 4 estaciones, demuestran que no existen efectos atribuibles a la Empresa. En efecto, todos los parámetros medidos indican una tendencia similar a la registrada en los análisis de 1995, 2002 y 2003, sin mayores cambios en los niveles de concentración. Llama la atención el hecho de que los sedimentos del Santuario (estación E3) presenta concentraciones de metales pesados significativamente superiores a las del resto de las estaciones en todos los muestreos históricos y actuales.

Análisis de la Comunidades Biológicas del Santuario de la Naturaleza

El muestreo anual demuestra que ha existido un significativo cambio en la dominancia y en la cobertura vegetal más cercana al espejo de agua, respecto a lo establecido en el estudio de Línea de Base del EIA de este proyecto, no encontrándose varias especies de plantas acuáticas sumergidas reportadas allí. Sin embargo, la falta de información acerca del estado de dichas comunidades en períodos recientes no permite sacar conclusiones acerca de la dinámica de estos procesos. Por esta razón, es pertinente incrementar la frecuencia de monitoreo de este componente ambiental, incorporando un mayor número de especies e incluyendo la determinación de biomarcados bioquímicos.

Calidad de los Datos

La mayoría de los análisis reportados en los informes ambientales fueron realizados por laboratorios acreditados por INN, utilizando métodos de muestreo, conservación de muestra y análisis estándar. Sin embargo, en varios casos, los certificados de análisis emitidos por los laboratorios no explicitan la fecha de los muestreos ni la identidad de quienes lo realizaron. Aún cuando esta información se indica en los informes, es deseable que esta información se incluya en los certificados respectivos. Se detectaron varios errores menores de transcripción de datos, sin mayores efectos sobre las conclusiones respectivas. Estas faltas deberán ser evitadas en los próximos informes.

Modificaciones al Programa de Monitoreo

Se deberá establecer un nuevo Plan de Monitoreo, el cual debe incluir el registro de contingencias operacionales ambientalmente relevantes, reportando la naturaleza del problema, fecha de ocurrencia, medidas adoptadas y efectos sobre el desempeño ambiental. Para ello, la Empresa y las autoridades ambientales deberían acordar procedimientos de respuesta a las contingencias y comunicación relacionados con las principales contingencias ambientales.

Los registros de respaldo, tales como certificados de análisis, registros de no conformidades, calibraciones, registros de autocontrol, u otros, deberán ser mantenidos por la Empresa y disponibles para su revisión por parte de las autoridades. Además, las autoridades y la Empresa deberán acordar procedimientos para mantener contramuestras de respaldo, en caso de problemas asociados a errores de manipulación de las muestras o para efectos de verificación. Todos los procedimientos y registros relevantes deberán ser auditables.

1) INTRODUCCION

1.1) OBJETIVOS

Esta es una consultoría de apoyo a la gestión ambiental que realiza CONAMA Región de Los Lagos en la evaluación de los impactos ambientales de actividades productivas en el Río Cruces. En este contexto los objetivos específicos son los siguientes:

- Analizar los datos, resultados de monitoreos, línea base, su impacto en el medio ambiente y otros antecedentes disponibles del seguimiento de las actividades de Celulosa y Constitución SA, Planta Valdivia.

- Verificar la calidad de datos entregados por Celulosa y Constitución SA, Planta Valdivia, en cuanto a laboratorios, métodos de medición, calibración, etc. Definir exigencias en este sentido para corrección de monitoreos y presentaciones posteriores.

- Diseñar y determinar un formato y contenido mínimo para los programas de monitoreo que la actividad en análisis deba entregar periódicamente.

- Definir aquella información que falta por incluir en los planes de monitoreo, especialmente aquella relacionada con la incorporación de medición de variables o parámetros no incluidos en su oportunidad en la evaluación ambiental del proyecto, justificando su incorporación.

Además de estos objetivos específicos, inicialmente se presupuestó adquirir y analizar imágenes satelitales mediante métodos de percepción remota a objeto de determinar posibles causas de alteración de los ecosistemas. Sin embargo, no fue posible encontrar registros de esta naturaleza para los períodos de interés, por lo que CONAMA acordó destinar dichos recursos incrementar la duración de esta consultoría y a la realización de un Taller de Trabajo con participación del consultor y de los profesionales de los servicios públicos pertinentes. En dicho Taller se presentarán y discutirán la propuesta de modificación al plan de monitoreo y los mecanismos necesarios para que permita un accionar efectivamente preventivo y proactivo.

1.2) METODOLOGÍA

El análisis de los informes de monitoreo se realizó en base a la experiencia del consultor, a la información entregada por Celulosa Arauco Constitución SA Planta Valdivia y disponible en fuentes abiertas. Se realizaron dos reuniones de trabajo con los miembros del Comité de Seguimiento Ambiental correspondiente. La primera, efectuada en Valdivia el 10 de Febrero 2005 tuvo como objetivo intercambiar opiniones respecto al plan de seguimiento y al contenido del informe preliminar de esta consultoría. La segunda reunión tuvo lugar en la Planta Valdivia el 11 de Febrero de 2005, con la participación de los directivos y profesionales de la Empresa, donde se dieron a conocer las medidas de monitoreo interno y el control operacional de los efluentes.

2) ANÁLISIS DE LOS INFORMES AMBIENTALES ENTREGADOS POR LA EMPRESA

Esta actividad fue realizada en base a los resultados oficiales de análisis y monitoreos realizados por la Empresa Celulosa Arauco y Constitución S.A., Planta Valdivia. Los Informes evaluados están disponible en la página web de *e-seia.cl* y cubren 4 períodos de operación:

Informe 1: 9 Febrero –30 Abril 2004

Informe 2: 1 Mayo – 30 Julio 2004

Informe 3: 1 Agosto – 30 Octubre 2004

Informe 4: 1 Noviembre – 31 Diciembre 2005

En general, dichos informes reflejan los requerimientos de monitoreo y seguimiento expresados en las Tablas 9.2 y 9.3 de la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto (Resolución Exenta N°279/98).

A continuación, se presenta el análisis de la información entregada, para cada uno de los componentes del programa de monitoreo ambiental requerido durante la operación, de acuerdo a la Resolución mencionada.

2.1) METEOROLOGÍA

Los informes entregan datos continuos registrados por una estación meteorológica automática ubicada en el sitio de la Planta. Incluye todos los parámetros solicitados en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA):

- Dirección y velocidad del viento
- Precipitación
- Temperatura del aire
- Presión atmosférica
- Humedad relativa del aire

Los datos se presentan como valores promedio diario, en forma tabulada y gráfica, lo que permite una adecuada descripción. Los datos entregados en los 4 informes revelan que el comportamiento meteorológico del área está dentro de los rangos que caracterizan la última década.

Es deseable que la información meteorológica sea evaluada con vistas a verificar cambios estacionales en la capacidad de ventilación del área y definir las zonas que pueden ser impactadas por las emisiones atmosféricas.

Ya que la información presentada por los informes de la Empresa es más actualizada, se recomienda evaluar los datos meteorológicos anualmente para determinar si es necesario cambiar la ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire, de acuerdo al régimen estacional de vientos.

2.2) HIDROLOGÍA

El compromiso establecido en la RCA considera mediciones de caudal en la Estación hidrológica de Rucaco (Rio Cruces, aguas abajo de las descargas de la Planta), en la Bocatoma (Rio Cruces, aguas arriba de las descargas) y a la entrada del Santuario.

a) Rucaco: Los datos de Rucaco son aportados por la DGA, a través de comunicación por internet.

b) Bocatoma: No existe una estación fluviométrica en Bocatoma, por lo que el caudal del río se estima a partir de un balance de materia que considera el caudal del río después de la planta (Rucaco), el caudal de agua captado por la Empresa desde el río y el caudal de efluente tratado descargado al río. La Empresa señala que este método es adecuado ya que no existirían otros ingresos de aguas subterráneas o superficiales ni acumulación o embalses de agua. Esta materia debe ser resuelta a la brevedad entre la Empresa y la Dirección General de Aguas, para definir si se requiere instalar una estación fluviométrica o se aceptará la metodología utilizada hasta ahora².

c) Santuario: Hasta ahora no se han reportado valores de caudal de entrada al Santuario. La estación propuesta originalmente (aproximadamente 5.5 km aguas arriba del Santuario) no resultó apropiada debido a que es afectada por las mareas. De acuerdo a lo propuesto por la DGA, se evaluó una nueva localización que no tuviera influencia de las mareas. Sin embargo, de acuerdo a la opinión de un experto hidráulico consultado por la Empresa, se tendría que seleccionar un punto varios kilómetros aguas arriba, por lo que prácticamente no habría diferencia con la medición que realiza la actual estación de la DGA en Rucaco. Esta materia deberá ser resuelta a la brevedad por las autoridades³.

De acuerdo a los datos entregados en los informes, el caudal mínimo del río Cruces en el sector Bocatoma fue de 9,5 m³/s (26 Marzo 2004), con un promedio diario mínimo de 10,5 m³/s en los días finales de Marzo 2004. Este valor es superior a los 6 m³/s establecidos como límite por la RCA (ie. 1,2 veces el caudal ecológico), a partir del cual la Empresa debe informar a las autoridades y adoptar las medidas tendientes a evitar aquellos impactos ambientales indeseables. Al respecto, se sugiere definir a la brevedad posible que medidas deberían tomarse y bajo qué condiciones.

² El 11 de enero del 2005 se realizó una reunión entre representantes de la Empresa y el Director Regional de Aguas, Sr. Luis Moreno. Dada la inconveniencia de instalar allí una estación fluviométrica por parte de DGA, se acordó establecer allí una estación de calidad, similar a la existente en Rucaco. Ello será formalizado próximamente.

³ Mediante el Ord. 734 del 01/12/04, la DGA solicitó presentar un estudio hidrológico que evalúe el caudal medio mensual de la cuenca intermedia (esteros Dollico, Quilguén y Quechuco). Una vez aprobado dicho estudio por la DGA, la estadística del caudal del río Cruces a la entrada del Humedal podrá ser reconstituida como el caudal del río Cruces en Rucaco, más el caudal aportado por la cuenca intermedia. Dicho estudio está próximo a concluir.

2.3) CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CRUCES Y DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA

De acuerdo a la Tabla 9.2 de la RCA, la Empresa debe monitorear la calidad del agua del río Cruces, aguas arriba de la descarga de efluentes (estación E1), aguas abajo de la descarga (estación E2, Rucaco) y en el Santuario (estación E3). Las características medidas están establecidas en la Tabla 9.3 de la RCA, donde se define la frecuencia de medición de cada parámetro.

Todos los parámetros comprometidos fueron determinados en concordancia con la frecuencia establecida. Tanto los procedimientos de muestreo, como de almacenamiento de muestras y análisis, fueron realizados de acuerdo a las normas establecidas, por laboratorios certificados por el Instituto Nacional de Normalización. Los muestreos del cuerpo de agua fueron realizados por los laboratorios externos contratados por la Empresa (viz. el Instituto de Investigación Pesquera y, recientemente, el Centro EULA).

En los informes 2, 3 y 4 se entregan los valores referenciales de calidad de agua correspondientes a la Línea de Base (Junio, Julio y Diciembre 1995) y a muestreos realizados en Septiembre 2002, Marzo 2003 y Septiembre 2003. Todos los resultados se expresan como concentración másica, en forma tabular y gráfica, permitiendo una adecuada descripción. Además, se comparan los niveles de Calidad del agua registradas en las tres estaciones, respecto de los criterios establecidos en la Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

Los resultados demuestran que la mayoría de los parámetros de calidad de agua, medidos en las estaciones E1, E2 y E3, no parecen ser alterados por las operaciones de la Planta Valdivia. Por otra parte, se detectan incrementos de la conductividad eléctrica y de las concentraciones de sulfato, sodio y AOX en las estaciones E2 y E3, comparadas con los valores de la estación E1 (aguas arriba de las descargas), y con los de Línea de Base y de 2002-3. Estos incrementos son atribuibles a los efluentes de la Planta, ya que son componentes característicos de la producción de celulosa kraft blanca. Sin embargo, tal como se indica más adelante, estos incrementos no resultan en cambios del nivel de calidad del agua, respecto de sus valores medidos con anterioridad al inicio de las operaciones de la Planta. En efecto, para la mayoría de los parámetros químicos, el río Curces presenta niveles de Calidad de Excepción.

A continuación, se revisan los principales parámetros de calidad de agua, y se comparan con los establecidos en la Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

a) Parámetros físico-químicos del Río Cruces:

Estos parámetros se monitorean mensualmente.

Oxígeno Disuelto: Los niveles de concentración de oxígeno disuelto determinados en las 3 estaciones de muestreo están en el rango 6-10 ppm y no difieren significativamente entre si (diferencias inferiores a 1 ppm), mostrando variaciones estacionales.

Temperatura del río Cruces: En los muestreos de Mayo y Diciembre 2004 se detectaron valores de diferencia de temperatura sobre 3°C, entre las estaciones E2 y E1, lo que corresponde a Clase 3 de acuerdo a la Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. Este incremento de temperatura es directamente atribuible a los efluentes de la Planta. La significancia de este efecto depende de la distribución transversal de la temperatura del río, ya que la ello determinará la existencia de ventanas térmicas que faciliten la migración de peces.

Por su parte, el análisis de distribución de temperatura en la zona del difusor presentado en el Informe 4 de 2004, no permite sacar conclusiones respecto a la existencia o no de ventanas térmicas adecuadas. Ello se debe a que se utilizó un termómetro de mercurio con una gradación mínima de 1°C, lo que se considera insuficiente para estos efectos.

Conductividad eléctrica⁴ del río Cruces: A partir del inicio de las operaciones de la Planta, el valor de conductividad eléctrica en la estación E2 (40-117 $\mu\text{S}/\text{cm}$) es superior al valor aguas arriba medido en la estación E1 (29-56 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Ello se debe principalmente a los aportes de iones de sodio y cloruro contenidos en los efluentes de la Empresa. Los valores de conductividad de la estación E3 (Santuario) están en el rango 33-118 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Es importante señalar que los valores de conductividad en el río están muy por debajo del valor límite de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para aguas de Calidad Excepcional, establecidos en las Normas de Calidad Secundaria de Aguas.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) del río Cruces: Con la excepción de los muestreos de Mayo y Diciembre 2004, las concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno no difieren significativamente de los valores de Línea de Base, mostrando diferencias inferiores a 0,7 ppm entre las estaciones de muestreo, con niveles de Calidad de Excepción (< 2 ppm). Por su parte, en Mayo

⁴ La *conductividad eléctrica* es una medida global que detecta capacidad de conducción de corriente eléctrica en un material. La capacidad de conducción del agua aumenta a medida que se agregan iones libres.

la calidad del agua descendió a Clase 2 (10-20 ppm), mientras que en Diciembre 2004 alcanzó Clase 1 (5-10 ppm), para toda la cuenca del río Cruces. Se concluye que, de acuerdo a los muestreos realizados, las descargas de DBO₅ no afectan la calidad del agua del río Cruces.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) del río Cruces: Los valores reportados para 2004 muestran variaciones estacionales similares a la DBO₅, sin que se detecten diferencias significativas entre las estaciones de muestreo, ni efectos de las descargas de la Planta sobre este parámetro en el río. La DQO no está incluida en la Guía para establecer Normas de Calidad Secundaria de Aguas Superficiales.

pH : Los valores de pH del río no mostraron diferencias significativas entre las estaciones de muestreo. El rango de variación estacional en el periodo evaluado es 6,5-7,7 correspondiendo a Calidad Excepcional.

Sólidos Suspendidos: La concentración de sólidos suspendidos en el río Cruces muestra valores en el rango 1-15 ppm, principalmente debido a la presencia de sólidos de naturaleza inorgánica. Estos niveles son inferiores al límite máximo de 24 ppm señalados para Calidad Excepcional en la Norma de Calidad Secundaria.

Color Aparente: El nivel de coloración del río Cruces presenta valores en el rango 5-30 ppm Pt-Co, mostrando claras variaciones estacionales. Los límites establecidos por la Norma de Calidad Secundaria son 16, 20 y 100 ppm Pt-Co, correspondientes a Calidad Excepcional y Clases 1 y 2, respectivamente. En 4 muestreos se aprecia el aporte de los efluentes de la Planta en la estación E2, con 5-12 ppm de aumento del nivel de coloración respecto del valor en E1.

b) Compuestos Inorgánicos

Cloruro: La concentración máxima de cloruro en el río detectada en los muestreos trimestrales fue de 18 ppm, medida en la estación E1 (aguas arriba de las descargas de la Planta) en Abril 2004. Tanto en Octubre como en Diciembre 2004, se aprecia un incremento de la concentración de cloruro en la estación E2 (7,4-7,8 ppm), comparada con el valor aguas arriba de la descarga (E1) (2,8-2,9 ppm). A pesar de estas diferencias, en todos los casos la concentración de cloruro cae dentro de la categoría de Calidad Excepcional según la Norma (ie. <80 ppm).

Sulfato : Los muestreos trimestrales de Julio, Octubre y Diciembre 2004 mostraron un incremento de la concentración de sulfato aguas abajo de las descargas de la Planta, alcanzando valores de hasta 15 ppm. Sin embargo, estos niveles son muy inferiores al límite máximo de 120 ppm establecidos por la Norma para Calidad Excepcional.

Amonio: Todos los muestreos trimestrales resultaron en valores inferiores a 0,05 ppm, sin presentar efectos de parte de las descargas de la Planta. De acuerdo a la Norma de Calidad Secundaria, este parámetro está dentro de la categoría de Calidad Excepcional (ie. Inferior a 0,5 ppm).

Nitrito: No se detectan incrementos producto de la operación de la Planta, mostrando variaciones estacionales en toda la cuenca.

Cianuros: En todos los casos, las concentraciones estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados.

c) Compuestos Orgánicos Plaguicidas

Plaguicidas Organoclorados: Estos compuestos se miden mensualmente. Se midió la concentración de 22 compuestos orgánicos de este tipo utilizados como plaguicidas, incluyendo el pentaclorofenol. En la mayoría de los casos, las concentraciones estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados. La excepción se observó en los muestreos de Octubre y Diciembre 2004, en la estación E2, donde se detectó la presencia de Endosulfán II (viz. concentración 15-25 ng/l). Este es un agro-plaguicida que no se almacena o utiliza en las plantas de celulosa, por lo que su presencia no sería atribuible a las descargas de la Planta.

Plaguicidas Organofosforados: Estos compuestos se miden trimestralmente. Se determinó la concentración de 12 plaguicidas órgano fosforados. En todos los casos, las concentraciones estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados.

d) Metales Esenciales Disueltos

Los metales de esta categoría se determinan trimestralmente.

En todos los casos, las concentraciones de Boro, Cobre, Cromo total, Molibdeno, Selenio, y Zinc estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados, correspondiendo a Calidad Excepcional según la Norma.

Hierro soluble: las 4 campañas muestran variaciones estacionales, sin diferencias importantes entre las estaciones de muestreo. Las concentraciones de

este metal se encuentran en el rango 0,04 - 0,29 ppm, lo cual es inferior al límite máximo de 0,8 ppm para Calidad Excepcional establecido por la Norma.

Es interesante notar que los valores obtenidos en los muestreos históricos (Junio 1995, Sept 2002, Marzo 2003) demuestran que las concentraciones de hierro en la zona del Santuario (E3) (0,45 – 2,53 ppm) son mayores que las existentes aguas arriba (E1) (0,29 – 0,40 ppm). Esta tendencia se mantiene en los muestreos de 2004.

Manganeso: este metal presentó variaciones estacionales en toda la cuenca, sin diferencias entre los puntos de muestreo. Las concentraciones de este metal son inferiores a 0,05 ppm por lo que se encuentra dentro de la categoría de Calidad Excepcional.

e) Metales No Esenciales Disueltos:

Aluminio: Las campañas mensuales demuestran que existen variaciones estacionales de Aluminio en toda la cuenca. En los muestreos de Abril y Diciembre 2004 la concentración de Aluminio en la estación E2 fue superior a la existente aguas arriba de las descargas (estación E1). Más de la mitad de los muestreos realizados detectaron una calidad basal del río Cruces correspondiente a Clase 2 (ie. <0,10 ppm), en relación a este parámetro. Es necesario mencionar que los muestreos realizados durante 2003 presentan niveles de concentración similares a los encontrados en 2004.

Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo: Las concentraciones de estos metales estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados, correspondiendo a Calidad Excepcional según la Norma.

f) Otros Compuestos Relevantes

Compuestos Organoclorados Adsorbibles (AOX): Los muestreos mensuales detectaron incrementos de concentración de AOX aguas abajo de las descargas (estaciones E2 y E3), comparadas con los niveles basales (estación E1). Los niveles de concentración de AOX en el río después de las descargas de los efluentes se encuentran dentro del rango 2-53 (µg/l). Por su parte, la concentración máxima de AOX medida aguas arriba de las descargas (E1) no supera los 20 (µg/l). Cabe destacar, que el AOX no está incluido en la Guía para establecer Normas de Calidad Secundaria de Aguas Superficiales. Sin embargo, los bajos niveles de concentración detectados no constituyen un impacto ambiental significativo sobre el ecosistema.

Ácidos Resínicos: La casi totalidad de los muestreos mensuales demostró que los niveles de concentración de los ácidos resínicos estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados. La excepción fue la muestra tomada el 20 de Abril 2004, donde se detectó una concentración de 92 ($\mu\text{g/l}$) en la estación E2, aguas debajo de las descargas. Los ácidos resínicos no están incluidos en la norma de calidad mencionada anteriormente. Sin embargo, los bajos niveles de concentración detectados no constituyen un impacto ambiental significativo sobre el ecosistema.

Ácidos Grasos: Al igual que en el caso anterior, la casi totalidad de los muestreos mensuales demostró que los niveles de concentración de los ácidos grasos estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados. La excepción fue la muestra del 20 de Abril 2004, donde se detectó una concentración de 73 ($\mu\text{g/l}$) en la estación E3 (zona del Santuario). Sin embargo, la concentración en la zona de descarga de los efluentes de la Planta (estación E2) estuvo bajo los límites de detección. Por tal motivo, no sería atribuible a las descargas de la Planta. Los ácidos grasos no están incluidos en la norma de calidad secundaria de agua. Sin embargo, los bajos niveles de concentración detectados no constituyen un impacto ambiental significativo sobre el ecosistema.

Clorato: La casi totalidad de los muestreos mensuales demostró que los niveles de concentración de clorato en el río estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados. La excepción fue la muestra del 20 de Abril 2004, donde se midió una concentración de 0,60 y 0,52 ppm en las estaciones E2 y E3, respectivamente. Este compuesto es parte de los reactivos presentes en las operaciones de blanqueo de pulpa, por lo que su presencia en el río es atribuible a los efluentes de la Planta. El nivel máximo de concentración de clorato en el efluente está regulado por la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto.

El clorato no está incluido en la norma de calidad secundaria de agua. Al respecto, se debe señalar que, en el medio natural, el clorato es rápidamente reducido a cloruro a través de procesos de reducción químicos y biológicos, principalmente oxidando a los ácidos húmicos presentes en las aguas naturales. Los bajos niveles de concentración detectados no constituyen un impacto ambiental significativo sobre el ecosistema.

Sodio: Los muestreos realizados en Abril, Julio y Octubre 2004 demuestran que la concentración de iones de sodio aguas abajo de la descarga de los efluentes de la Planta aumentan significativamente, con excepción del muestreo de Diciembre que no mostró tal tendencia. La estación E2 registró valores en el rango 3-14 ppm, comparada con 2-6 ppm en E1. Los iones de sodio son un componente importante de la carga iónica de los efluentes de plantas de celulosa, por lo que el incremento detectado en la estación E2 en los muestreos señalados, es atribuible a los efluentes de la Planta. Estos bajos niveles de concentración de ión sodio no constituyen un impacto ambiental significativo sobre el ecosistema.

2.4) CALIDAD DEL EFLUENTE DE PLANTA VALDIVIA

La calidad del efluente se mide a partir de muestras compuestas diarias, recolectadas en un sistema refrigerado dotado de un muestreador automático programable, en línea con la salida del sistema de tratamiento de efluentes, previo a su envío hacia el difusor.

Los informes entregados por la Empresa presentan las mediciones de todos los parámetros comprometidos en la Tabla 9.2 de la RCA, con la frecuencia acordada.

Estos informes demuestran que durante el año 2004 existió una significativa variabilidad operacional. Tal como se observa en la Figura A-1 del Anexo, la producción durante 2004 varió ampliamente, lo que se refleja en las características del efluente. En general, la mayoría de los parámetros del efluente cumplen con los límites establecidos en la RCA. A continuación, se revisa cada uno de ellos.

a) Mediciones diarias

Temperatura: La temperatura promedio diaria se mantuvo en torno al límite máximo establecido en la RCA (ie. 30° C), trasgrediendo dicho valor en numerosas oportunidades durante 2004, llegando a un máximo de 33° C. Ello se debe a que el sistema de enfriamiento no está dimensionado para las condiciones de operación y ambientales encontradas en este período. Recientemente, la Empresa comprometió diversas acciones para corregir este problema.

Conductividad Eléctrica⁵: Las mediciones diarias de conductividad eléctrica demuestran que durante el período Febrero-Diciembre 2004 se identifican 3 eventos donde el nivel de dicho parámetro incrementó significativamente, alcanzando valores sobre 4000 ($\mu S/cm$) (ver la Figura A-2). Estas situaciones de contingencia ocurrieron en los siguientes períodos: 16-18 Junio, 6-10 Agosto y 3-6 Septiembre 2004⁶. Además, se verificaron valores de conductividad eléctrica

⁵ La conductividad eléctrica es una medida de la concentración iónica presente en el efluente. Destacan, entre otros, los iones de sodio, cloruro, sulfato, magnesio, clorato, aluminio y otros iones inorgánicos presentes a nivel traza en los reactivos químicos utilizados en los procesos y componentes originales de la madera. En el control operacional de plantas de celulosa, las mediciones de conductividad eléctrica se utilizan frecuentemente para detectar derrames de licor negro y reactivos. De acuerdo a la información aportada por la Empresa, la conductividad es una de las variables que está siendo monitoreada continuamente a través de su sistema de control central, en diferentes partes del proceso, incluyendo la entrada y la salida de la planta de efluentes.

⁶ Cabe destacar que los valores reportado por la Empresa de conductividad del efluente entre el 2 de Marzo y 17 Abril 2004 son idénticos, por lo que no se reconoce su validez.

sobre 3000 (\bar{i} S/cm) durante 18-29 Abril, 10-16 Mayo, 26-29 Mayo, 5-8 Junio y 4-10 Julio de 2004.

El valor promedio de conductividad diaria desde el 18 de Abril hasta el 31 de Diciembre de 2004 es del orden 2800 (\bar{i} S/cm), lo que está dentro del rango aceptable para una condición de operacional normal. Cabe señalar que la RCA no establece valores límite para este parámetro.

Un aumento de la conductividad por sobre el valor promedio refleja la presencia de iones por sobre los niveles existentes durante condiciones de operación normal. Los incrementos de conductividad mencionados anteriormente serían resultantes de una mayor concentración de iones de sodio, cloruro, sulfato y/o clorato, provenientes de derrames internos de licor negro u otros reactivos de proceso que llegan al sistema de tratamiento y/o resultantes de inestabilidades en el control de pH del efluente final⁷.

En reunión realizada el 11 de Febrero 2005, los representantes de la Empresa manifestaron que el aumento de conductividad se debió a las dificultades experimentadas por el sistema de control de pH del efluente final, donde se adiciona hidróxido de sodio y ácido clorhídrico para neutralizar el pH, aportando así iones de sodio y cloruro. Valores de autocontrol realizados por la Empresa, revisados en esa oportunidad, muestran que bajo condiciones normales de operación el control de pH del efluente final resulta en un incremento de 300-600 (\bar{i} S/cm) en el valor de la conductividad.

Se debe resaltar que los efluentes generados en el proceso están obligados a pasar a través de todas las etapas del sistema de tratamiento de efluentes de la Planta, antes de su vertido al río a través del difusor. Más aún, los valores de autocontrol diario de DQO y color del efluente final indican que las concentraciones de esos parámetros medidas durante los días en que ocurrieron los eventos de incremento de conductividad del efluente, no presentan valores sobre los límites establecidos en la RCA. Ello demuestra que el sistema de tratamiento de efluentes mantuvo una eficiencia depurativa aceptable⁸.

Al respecto, se constata que el sistema de tratamiento biológico se mantuvo operativo durante todo el período estudiado, con tasas de depuración aceptables. En caso de haber sido expuestos a una alta carga tóxica, los microorganismos del sistema de tratamiento biológico habrían sufrido efectos agudos, lo que habría resultado en una gran pérdida de biomasa y en una significativa y prolongada disminución de su capacidad depurativa. Nada de esto ocurrió durante el año

⁷ El control de pH se realiza adicionando NaOH y HCl, para reducir o aumentar el nivel de pH, respectivamente. Cualquier inestabilidad en el sistema de control resulta en un aumento de los iones de sodio y cloruro, requeridos para lograr el ajuste de pH requerido.

⁸ El sistema de tratamiento de efluentes no es capaz de eliminar los iones de sodio y cloruro presentes en el efluente. Por otra parte, el sistema de tratamiento biológico y el tratamiento terciario tiene como función abatir la carga orgánica presente en el efluente.

2004, demostrando que los compuestos orgánicos del efluente a tratar no presentaron efectos tóxicos agudos sobre la biota microbiana.

pH: Durante 2004, el nivel de pH promedio diario se mantuvo dentro de los niveles establecidos en la RCA (ie. 6,0 – 8,5), con la excepción de 2 días donde se registró un valor de 5,8 unidades. En todo caso la alta relación de caudal entre el río y el efluente (del orden de 20:1 en estiaje, 1000:1 en invierno) asegura una dilución suficiente como para que no existan efectos significativos sobre el pH del río Cruces.

b) Mediciones semanales:

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): A partir de la primera semana de Marzo 2004, una vez que el tratamiento secundario comenzó a operar a régimen, la DBO₅ alcanzó niveles que cumplen con lo establecido en la RCA (ie. bajo 50 ppm).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): El monitoreo semanal de este parámetro demuestra que, con excepción de una muestra, los demás valores se mantuvieron bajo el límite de la RCA (ie. bajo 313 ppm), con un promedio de 135 ppm (mínimo 30, máximo 318 ppm).

Sólidos Suspendidos Totales (SST): La concentración de SST superó en varias oportunidades el límite de la RCA (ie. 50 ppm), alcanzando un máximo de 178 ppm⁹.

Organoclorados Adsorbibles en Carbón Activado (AOX): La concentración semanal de AOX en el efluente se mantuvo durante todo el año 2004 en un nivel inferior al límite de la RCA (ie. bajo 7,8 ppm), con valores máximos inferiores a 4 ppm (equivalentes a un flujo másico máximo de 240 kg/día).

Clorato: A partir de Abril 2004, una vez superada la primera fase de la puesta en operación, la concentración de clorato se mantuvo bajo el límite de la RCA (ie. bajo 17 ppm).

Nitrógeno total: En la primera mitad de 2004, la concentración de nitrógeno total superó en varias oportunidades el límite de la RCA (ie. 4,2 ppm), alcanzando un máximo cercano a 28 ppm. Posteriormente, este parámetro se mantuvo dentro de los niveles aceptables.

⁹ En reunión realizada el 11 de Febrero 2005, los representantes de la Empresa manifestaron que se instalará un filtro luego del tratamiento terciario, para así reducir la concentración de SST en el efluente final.

Fósforo total: Al igual que el parámetro anterior, el fósforo total superó varias veces el nivel de la RCA (ie. 0,33 ppm) en el primer semestre de 2004, alcanzando un máximo de 0,88 ppm. Los valores posteriores cumplen con la RCA.

Color Verdadero: Todos los muestreos semanales mostraron un nivel de color bajo el límite máximo de la RCA (ie. 367 ppm), con un promedio de 126 ppm (mínimo 46, máximo 302 ppm).

c) Mediciones mensuales¹⁰ :

Ácidos Grasos: Con excepción del muestreo de Agosto 2004, las mediciones mensuales de ácidos grasos muestran niveles bajo el límite máximo de la RCA (ie. bajo 0,27 ppm).

Ácidos Resínicos: La concentración de ácidos resínicos superó en 4 oportunidades el límite máximo de la RCA (ie. 0,33 ppm).

Clorofenoles: Las concentraciones de clorofenoles estuvieron bajo los límites de detección por los métodos analíticos utilizados informados.

d) Mediciones Semestrales:

Metales: Las concentraciones de metales pesados fueron medidas en Julio y Diciembre de 2004. Los niveles de arsénico, cadmio, cromo total, mercurio, molibdeno y plomo son inferiores al límite de detección de las técnicas analíticas utilizadas.

Por su parte, las concentraciones de cobre, níquel, zinc y hierro son inferiores al límite establecido en la RCA. La mayor concentración fue medida para el hierro soluble en Dic. 2004, con 0,19 ppm (comparada con el límite de 1,3 ppm establecido en la RCA), lo que representa un flujo másico diario del orden de 10 kg Fe.

Toxicidad: Se entregan los resultados trimestrales de los ensayos estandarizados de toxicidad utilizando *Daphnia magna*. Los resultados de LC₅₀ indican que los efluentes no presentaron toxicidad aguda para la especie ensayada.

¹⁰ Según el 2º Informe, la muestra de Agosto 2004 presentó anomalías, lo que invalidaría los resultados. Desgraciadamente, no se tomó una muestra de respaldo para validar esta hipótesis

2.5) CALIDAD DEL AGUA EN SECTOR DEPÓSITO DE RESIDUOS SÓLIDOS

En concordancia con lo dispuesto en la RCA se realizaron los monitoreos de calidad de aguas subterráneas y superficiales en el sector del depósito de residuos sólidos, considerando todos los parámetros establecidos. Los tres puntos muestreados fueron seleccionados de acuerdo a lo definido por el Ordinario 563 del Ministerio de Salud del 5 de Julio del 2004.

La mayoría de los parámetros cumple con la norma de riego. Las diferencias entre los puntos aguas arriba y aguas abajo del depósito no son sistemáticas. Dado el corto período de funcionamiento del depósito de residuos sólidos, se deberán esperar los resultados de las próximas campañas para determinar si existe alguna tendencia definitiva.

2.6) CALIDAD DEL AIRE

En los informes se presentan los resultados de niveles de inmisión de PTS, PM10 y SO₂. En todos los casos se cumple la normativa de calidad de aire aplicable. Se debe señalar que el DS 110/2001 deja sin efecto la Resolución 1215/78 (norma primaria de calidad de aire para PTS), por lo que en la actualidad no se requiere la medición de este parámetro. Por otra parte, para verificar el cumplimiento con las normas de calidad de aire, se debe incluir mediciones de CO (DS 115/2002), NO₂ (DS 114/2002) y O₃ (DS 112/2002).

Se recomienda llevar a cabo mediciones de TRS en una zona urbana representativa

Se recomienda evaluar la idoneidad de las estaciones de monitoreo, para lo cual es necesario considerar la información meteorológica registrada durante 2004 y la representatividad poblacional.

2.7) SEDIMENTOS DEL RIO CRUCES

Se realizaron 2 campañas (Julio y Diciembre 2004) para determinar la composición química de los sedimentos obtenidos en 4 estaciones¹¹. Los siguientes parámetros muestran niveles ligeramente superiores a los de la línea de base: materia orgánica, cobre, cromo, hierro, níquel, plomo y zinc. Sin embargo, su patrón de variación no permite atribuir tales diferencias a la operación de la Planta Valdivia, ya que los valores mayores se obtienen en la estación E3 (zona del Santuario), situación coincidente con los muestreos históricos entregados en la Línea de Base del proyecto.

Por su parte, las dos campañas realizadas demuestran que la concentración de AOX en los sedimentos de la estación E3 (Santuario) es inferior a la registrada en la estación E1 (aguas arriba de las descargas). Estos análisis fueron realizados en los laboratorios de Arauco, bajo la supervisión del Laboratorio de Recursos Renovables de la Universidad de Concepción, ya que el equipamiento de dicho laboratorio estaba fuera de servicio en esa oportunidad. No se especifica el procedimiento de extracción y conservación de las muestras.

2.8) ANÁLISIS DE COMUNIDADES BIÓTICAS

El 4º Informe ambiental presenta la evaluación de las comunidades bióticas del Santuario de la Naturaleza, en términos de la cobertura y biomasa de plantas vasculares acuáticas, de acuerdo a lo requerido en la RCA. Los muestreos se realizaron el 4 de Noviembre y el 21 de diciembre del 2004 en dos estaciones ubicadas en el Santuario.

Los resultados indican que la especie *Scirpus nodosus* es dominante en una estación, mientras que en la otra predominan *Scirpus nodosus*, *Ludwigia peploides* y *Typha angustifolia*.

Al comparar con los resultados presentados en la Línea Base del proyecto (obtenida en 1995), se observa un significativo cambio en la dominancia y en la cobertura vegetal más cercana al espejo de agua, no encontrándose las plantas acuáticas sumergidas como *Callitriche palustris*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Potamogeton pusillus*, etc., registradas en el EIA. Por su parte, *Egeria densa* (planta vascular acuática sumergida) ha bajado considerablemente su cobertura, de cerca de 90% en la EIA a menos del 60% en Dic. 2004, con notoria pérdida de vigor.

¹¹ Las estaciones son E1, E2, E3 y DS. La 3 primeras coinciden con la ubicación donde se midió la calidad del agua del río Cruces y del Santuario, mientras que la última está inmediatamente aguas abajo del difusor de la Planta.

La biomasa de todas las estaciones evaluadas mostró un patrón de distribución común, incrementando desde el espejo de agua hacia la orilla del río. Las muestras tomadas a mayor profundidad mostraron menor biomasa que las obtenidas junto a tierra firme.

Desgraciadamente, no se reporta información acerca del estado de las especies en los años recientes, ni en los meses previos al inicio de las operaciones de la Planta.

Según el Instituto de Investigación Pesquera, ejecutor del estudio, “estos resultados presentan una imagen instantánea del estado de la flora vascular acuática del Río Cruces que, sumado a los perfiles ambientales y complementado con estudios zoológicos, etc. podrían dar una explicación concluyente de las fuerzas que puedan estar modelando la flora actual” (4º Informe de Monitoreo).

Se recomienda continuar con el seguimiento de estas mismas estaciones en el tiempo, con el fin de conocer y entender la dinámica de estas comunidades. Además, se debería incrementar la frecuencia de análisis y ampliar el tipo de especies a evaluar, incluyendo otras especies acuáticas vegetales y animales, que permitan obtener una visión de los fenómenos que ocurren en todos los niveles de la escala trófica del río y del Santuario.

2.9) SUELOS

Se determinó el pH del suelo, en puntos que posibiliten determinar posibles efectos de acidificación. Se seleccionaron 3 puntos: dos ubicados al sur de la planta donde, de acuerdo a las simulaciones realizadas durante el EIA se verificarían los principales impactos, y un punto en un área no impactada. No se detectaron efectos de acidificación atribuibles a las operaciones de la Planta Valdivia.

Al respecto, se recomienda revisar la ubicación de los puntos de muestreo, de acuerdo a la información meteorológica actual obtenida por la estación de monitoreo atmosférico de que se dispone.

3) CALIDAD DE LOS DATOS

Los análisis de líquidos y sedimentos fueron realizados por los siguientes laboratorios acreditados por INN (entre paréntesis se incluye el código del INN)

- Instituto de Investigación Pesquera (LE – 236)
- Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción (LE – 239)
- DICTUC S.A. (LE – 150)
- Laboratorio de Recursos Renovables de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción (LE – 230)
- Laboratorio de Control de Calidad, Biotecmar Servicios. Universidad Católica de la Santísima Concepción (LE – 185)
- Los análisis de calidad de aire fueron realizados por la empresa SGS.

Las muestras de efluentes líquidos son recolectadas automáticamente en una unidad refrigerada instalada a la salida del sistema de tratamiento de efluentes. Nominalmente, los procedimientos de muestreo y análisis están de acuerdo a los estándares establecidos en normas chilenas y en normas internacionales.

Los laboratorios mencionados fueron contactados y todos confirmaron la existencia de procedimientos estandarizados para la realización de los muestreos, almacenamiento de las muestras y análisis. Además, se lleva a cabo la calibración periódica de su instrumental.

Los certificados de análisis emitidos por los laboratorios se encuentran en los anexos de los informes ambientales. Sin embargo, en varios casos se reportan valores que no están respaldados por los certificados de los laboratorios externos. En otros no se incluye la fecha exacta de los muestreos, ni la identidad de quienes lo realizaron. Finalmente, se constatan varios errores menores de transcripción de los valores, sin que ello tenga un efecto significativo en las conclusiones resultantes.

4) MODIFICACIONES AL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

Según el Artículo 62 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el Plan de Monitoreo Ambiental tiene por finalidad asegurar que las variables ambientales relevantes que dieron origen al Estudio de Impacto Ambiental evolucionan según lo establecido en la documentación que forma parte de la evaluación respectiva.

Al respecto, el Programa de Monitoreo Ambiental establecido en la Resolución 279/98 fue diseñado para hacer el seguimiento de las principales variables ambientales asociadas a las operaciones de la Planta Valdivia, de acuerdo a los antecedentes existentes en esa oportunidad.

Sin embargo, la experiencia ganada durante el primer año de seguimiento demuestra que es necesario modificar la frecuencia de monitoreo de algunas variables, mejorar la calidad de la información entregada y permitir una comunicación más expedita entre la Empresa y las autoridades ambientales, en un marco de mayor proactividad frente a circunstancias que puedan presentar un riesgo para la salud y la calidad de vida de la población y para el ecosistema natural.

4.1) ANTECEDENTES DERIVADOS DEL MONITOREO 2004

A continuación se presentan los principales antecedentes que respaldan las modificaciones al programa de monitoreo.

a) Control de Efluentes en Celulosa Arauco y Constitución Planta Valdivia

La Empresa posee un sistema de tratamiento de efluentes líquidos para la remoción de sólidos suspendidos (tratamiento primario), material orgánico biodegradable (tratamiento secundario), y material coloidal y otros compuestos de alto peso molecular (tratamiento terciario).

El tratamiento primario se efectúa en base a sedimentación y depura las líneas ricas en sólidos suspendidos. El tratamiento biológico consiste en lodos activados y clarificación secundaria, y se encarga de remover las moléculas biodegradables. Por su parte, el tratamiento terciario se realiza en base a la adición de agentes coagulantes y floculantes (alúmina y polielectrolitos) y posterior flotación, lo que permite remover compuestos coloreados, organoclorados y otros derivados de la disolución de la lignina de alto peso molecular, fósforo y metales traza.

La conductividad, pH y temperatura de los efluentes internos son monitoreadas continuamente a través del sistema de control central de la Planta. Además, se realiza autocontrol diario de DQO, sólidos suspendidos, color, fósforo y nitrógeno, en el efluente final y en puntos intermedios el interior del sistema de tratamiento.

Los derrames internos de licor negro y otros reactivos son recolectados localmente, mediante sistemas de pretilas y estanques, con el objeto de recircularlos al proceso de origen. En caso de que dichos líquidos se contaminen o se diluyan demasiado, son enviados a la laguna de emergencia donde se almacenan temporalmente. Luego, son mezclados en forma gradual con el efluente de procesos y son enviados al sistema de tratamiento de residuos líquidos. Todos los efluentes internos, incluidos los provenientes de la laguna de emergencia, pasan a través del sistema de tratamiento de efluentes, antes de su descarga al Río Cruces mediante el difusor.

Finalmente, es necesario señalar que la población microbiana del tratamiento secundario está expuesta a ser afectada por posibles compuestos inhibitorios y/o tóxicos que podrían estar presentes en el efluente a tratar, lo que reduciría drásticamente la capacidad depurativa del sistema. Más aún, en casos extremos, ello resultaría en una significativa reducción de la biomasa del bioreactor. Los resultados de monitoreo de autocontrol diario demuestran que, en general, la DQO no varió más allá de los límites establecido por la RCA, lo que es un indicativo de que durante el año 2004 los microorganismos no estuvieron expuestos a ambientes tóxicos agudos en cantidades suficientes para afectarlos.

b) Variabilidad de la Composición del Efluente Final:

La Tabla 1 presenta las cargas específicas del efluente final, indicando los valores promedio, máximo y mínimo, calculadas de acuerdo a los datos reportados en los informes ambientales.

Tabla 1. Cargas Ambientales Específicas. Monitoreo 2004

		Promedio	Mínimo	Máximo
Flujo	m ³ /ton	35	23	51
DBO	kg/ton	0,57	0,08	1,01
DQO	kg/ton	5,54	1,31	11,77
SS	kg/ton	1,61	0,91	2,74
AOX	kg/ton	0,08	0,04	0,14
Clorato	kg/ton	0,07	0,00	0,57
N total	kg/ton	0,08	0,03	0,19
P total	kg/ton	0,004	0,000	0,014
Color	kg/ton	4,00	2,11	10,61
DQO/DBO₅		12,4	2,2	31,5

El valor promedio de las cargas específicas mostradas en la Tabla 1 es comparable con el de plantas de última generación, con altos estándares de control ambiental. El amplio rango entre los niveles máximo y mínimo de las cargas específicas es consecuencia de la fase de aprendizaje propia del primer año de operación, la variabilidad demostrada por el ritmo de producción (ver Figura A-1) y del uso alternado de dos materias primas de diferentes características ambientales (viz. pino y eucalipto).

Si bien la mayoría de los parámetros de interés están dentro de los límites establecidos en la RCA, es necesario incrementar la frecuencia de medición de aquellos que reflejan directamente las características ambientales del efluente y que han demostrado una mayor variabilidad durante el primer año de operación de la Planta (ver Figuras A-2 a A-5). En particular, es necesario incrementar la frecuencia de monitoreo de los siguientes parámetros: DQO, SST, Color, Nitrógeno total, fósforo total, AOX, clorato y aluminio.

c) Contingencias Operacionales:

Toda planta industrial enfrenta periódicamente contingencias operacionales. En el caso de una planta de celulosa, dichas contingencias pueden afectar las características de sus emisiones líquidas y atmosféricas, por lo que es necesario mantener una efectiva capacidad de respuesta anticipada, con el objetivo de corregir a tiempo cualquier desviación de las variables ambientales monitoreadas.

Por ejemplo, las líneas de aguas residuales internas que presentan características que pueden afectar la estabilidad del sistema de tratamiento de efluentes, son enviadas a la laguna de emergencia. Se espera que el contenido de la laguna de emergencia sea transferido gradualmente al sistema de tratamiento, cuidando en no incrementar excesivamente su carga orgánica para no afectar la eficiencia operacional de dichos procesos. Sin embargo, es posible prever situaciones en que la laguna de emergencia esté en su nivel máximo, lo que implicaría enviar directamente cualquier derrame no reciclable al sistema de tratamiento de efluentes. El brusco incremento de carga orgánica puede afectar la efectividad depurativa del tratamiento.

Por tal motivo, es necesario identificar las principales contingencias operacionales de relevancia ambiental y establecer los procedimientos de respuesta para corregir en forma anticipada las posibles desviaciones en la calidad de las emisiones líquidas y atmosféricas. Estos procedimientos deben ser conocidos por todo el personal que tenga relación con las actividades responsables de esos aspectos ambientales.

Es necesario insistir en que se debe documentar y registrar cada contingencia ambiental que ocurra, indicando fecha, hora, duración, causas, medidas de

corrección tomadas, efecto sobre las variables ambientales u otras consecuencias. La ocurrencia de estas contingencias debe ser comunicada oportunamente a las autoridades competentes e informada en los reportes periódicos del plan de seguimiento.

d) Comportamiento de Algunos Parámetros Relevantes:

Los muestreos de 2004 de clorofenoles, pesticidas clorados, pesticidas fosfatados, ácidos resínicos y ácidos grasos .

Clorofenoles: Estos compuestos son característicos de los efluentes de blanqueo de celulosa. Los resultados de los monitoreos realizados a los efluentes durante 2004 demuestran que los clorofenoles están permanentemente bajo los límites de detección, lo que se contradice con la información de literatura. Se debe tener presente que los clorofenoles dominantes en este tipo de efluentes son del tipo clorovainilina y clorosiringaldehído, para pulpa de pino y eucalipto, respectivamente. Por tal motivo, es probable que las técnicas analíticas utilizadas para analizar las muestras de los efluentes de Planta Valdivia no sean apropiadas para el tipo de clorofenoles que deberían estar presentes, ya que generalmente se utilizan otros patrones de análisis. En todo caso, los bajos valores de AOX registrados durante 2004 y el uso de blanqueo tipo ECF (Elementary Chlorine Free) permiten predecir una baja presencia de clorofenoles¹².

Al respecto, sería más útil reemplazar este parámetro por el Índice de Fenol, ya que éste permite obtener una medida global de los compuestos aromáticos presentes, sirviendo de buen complemento a las mediciones de AOX. Más aún, el Índice de Fenol es un parámetro normado y está incluido en el DS 90/2000.

Pesticidas clorados y fosfatados: Los monitoreos del efluente de Planta Valdivia indican que los pesticidas se encuentran bajo los límites de detectabilidad, para cada una de las especies evaluadas. Esto no es de extrañar ya que estos pesticidas no son utilizados en la Planta. Se recomienda reducir drásticamente su frecuencia de monitoreo.

Ácidos resínicos y grasos: Las determinaciones mensuales de ácidos resínicos y ácidos grasos no permiten hacer un seguimiento adecuado de estos parámetros. Los ácidos resínicos y grasos son constituyentes naturales de la madera, encontrándose preferentemente en especies de pino y eucalipto, respectivamente. Estos ácidos, junto a otros compuestos extraíbles de la madera, se disuelven durante el pulpaje, encontrándose presentes en el licor negro. El nivel de concentración de estos ácidos en el efluente final es dependiente del tipo de

¹² De acuerdo a la experiencia de otras plantas y a resultados de investigación publicados en la literatura especializada, el blanqueo ECF genera efluentes con menor carga de compuestos fenólicos clorados que los procesos de blanqueo convencionales, ya que actúa por mecanismos de oxidación que rompen los anillos aromáticos.

materia prima que las origina y de la efectividad del sistema de tratamiento de efluentes. Al respecto, es necesario señalar que ambos ácidos son degradados por los microorganismos presentes en el sistema de tratamiento biológico, logrando remociones típicas en el rango 85-98% en un sistema de lodos activados. Por lo tanto, se recomienda incrementar la frecuencia de monitoreo de estos parámetros.

e) Efectos sobre la Biota del Cuerpo Receptor:

El análisis de comunidades biológicas realizado con una frecuencia anual no permite hacer un adecuado seguimiento a la evolución del sistema biológico. Ello queda demostrado en este caso, ya que la campaña realizada a fines de 2004 no tiene una base de comparación válida, ni permite tener una visión apropiada de la dinámica del sistema natural.

Al respecto, es necesario señalar que la RCA de 1998 estableció el monitoreo semestral del medio biótico, incluyendo además la especie *Lutra provocax* y sus ítems alimentarios, y determinación de bioacumulación de metales. Sin embargo, la Empresa apeló a las autoridades, logrando reducir la frecuencia de monitoreo (a anual) y excluir a *Lutra provocax* de los análisis de biota. Esta situación debe ser revisada a la brevedad, dada la naturaleza frágil del sistema natural en cuestión.

Es necesario señalar que el seguimiento de algunas comunidades vegetales en el cuerpo receptor *per se* no permite obtener un cuadro completo de los posibles efectos, que pudieran ocasionar los efluentes vertidos al río Cruces y al Santuario de la Naturaleza. Por tal razón, es conveniente considerar estudios periódicos adicionales.

El uso de biomarcadores bioquímicos, medidos en la fauna residente del cuerpo receptor, es una de las estrategias internacionalmente reconocidas para un adecuado seguimiento de los potenciales impactos sobre la biota acuática. Las especies bioindicadoras son capaces de dar respuestas a los múltiples estresores ambientales relacionados con su nicho espacial y trófico, por lo que la elección del (o los) organismo(s) apropiado(s) es de vital importancia para determinar efectos sobre la biota acuática.

Los estudios realizados en Canadá para evaluar los efectos de efluentes de la industria celulósica en cuerpos de agua dulce, utilizan biomarcadores presentes en el hígado (actividad MFO), bilis (metabolitos biliares), gónadas (análisis histológico), cerebro (actividad AchE) y sangre.

4.2) PROGRAMA DE SEGUIMIENTO 2005

a) Consideraciones Generales

El objetivo principal de un programa de seguimiento es permitir la obtención de información oportuna, acerca de la evolución de las principales variables ambientales potencialmente afectadas por un proyecto o actividad. De este modo, se pueden adoptar medidas correctivas en forma anticipada, para prevenir la ocurrencia de daño ambiental.

Se debe asegurar la existencia de canales de comunicación expeditos entre la Empresa y las autoridades ambientales para informar acerca de la ocurrencia de contingencias que puedan derivar en trasgresiones normativas o presentar un potencial efecto sobre la calidad de vida y salud de la población, así como un potencial daño al ecosistema.

Al respecto, se debe avanzar en el establecimiento de procedimientos para abordar situaciones de contingencia. Los procedimientos para enfrentar desviaciones en el pH, temperatura y conductividad presentados recientemente por la Empresa, constituye un primer paso que debe ser evaluado en el tiempo para su perfeccionamiento.

Los informes periódicos relacionados con el Programa de Seguimiento, deben entregar información suficiente para satisfacer al menos los siguientes objetivos:

- Verificar el cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos por la Empresa
- Evaluar la efectividad del control operacional y de las medidas de mitigación y/o corrección frente a posibles contingencias
- Identificar anticipadamente posibles impactos en la calidad de vida y salud de la población, y el ecosistema.
- Aportar antecedentes para mejorar la eficacia del Programa de Seguimiento

En base a la experiencia del primer año de operación de la Planta y a los antecedentes presentados en las secciones anteriores del presente documento, se proponen los siguientes parámetros para el Programa de 2005.

b) Meteorología

Se sugiere mantener el monitoreo meteorológico de acuerdo a los términos establecidos en la RCA de 1998.

c) Hidrología

Se sugiere mantener el monitoreo hidrológico de acuerdo a los términos establecidos en la RCA de 1998, considerando los requerimientos que la DGA realice en relación con la determinación de caudal en las estaciones E1 y E3.

d) Calidad del Efluente Líquido de la Planta Valdivia

La calidad del efluente a la salida del sistema de tratamiento previo a su descarga al Río Cruces debe ser medida de acuerdo a los parámetros y frecuencias descritas a continuación.

Parámetros medidos continuamente:

Caudal
pH
Temperatura
Conductividad eléctrica

Estos parámetros son medidos directamente por el sistema de control central de la Planta. A partir de Marzo 2005, estos parámetros son informados en una página web, accesible en todo momento por parte de las autoridades ambientales, donde se presentan los valores promedio recolectados durante los 5 minutos previos.

Parámetros medidos diariamente:

Caudal del efluente
pH
Temperatura
Conductividad eléctrica
Demanda Química de Oxígeno
Sólidos Suspendidos Totales
Nitrógeno Kjeldahl¹³
Fósforo total
AOX
Color
Aluminio
Clorato

Además, en el Informe Ambiental se debe incluir:

Producción diaria de celulosa, diferenciando las cantidades obtenidas en base a pino y a eucalipto.
Porcentaje del volumen ocupado por la laguna de emergencia diariamente.

¹³ Este parámetro está en el DS 90/2000. La metodología de análisis y límite de aceptabilidad deberá estar en concordancia con dicho decreto

Los parámetros de calidad del efluente son medidos por la Empresa, a través de su sistema de autocontrol. Los procedimientos y registros correspondientes estarán sujetos a auditoría externa.

Parámetros medidos semanalmente

Adicionalmente a los parámetros que deben ser medidos diariamente, se deberá determinar con una frecuencia semanal los siguientes parámetros:

- DBO₅
- Ácidos resínicos
- Ácidos grasos
- Índice de fenol¹⁴
- Cloruros
- Sodio
- Nitrógeno total
- Coliformes totales

Estos parámetros deberán ser medidos por una entidad externa acreditada por INN, quienes serán responsables de la recolección, transporte y análisis. Se deben incluir en dichas mediciones los parámetros correspondientes a frecuencia diaria. Estos últimos servirán para calibrar y verificar las mediciones de autocontrol llevadas a cabo por la Empresa, para el día del muestreo.

Parámetros medidos mensualmente

Adicionalmente a los parámetros que deben ser medidos semanalmente, se deberá determinar con una frecuencia mensual los siguientes parámetros:

- Hierro
- Manganeso
- Toxicidad mediante test *Daphnia magna* u otra especie que sea sensible a los efluentes de plantas celulósicas (*Ceriodaphnia dubia*)

Estos parámetros deberán ser medidos por una entidad externa acreditada por INN, quienes serán responsables de la recolección, transporte y análisis.

¹⁴ Este parámetro está en el DS 90/2000. La metodología de análisis y límite de aceptabilidad deberá estar en concordancia con dicho decreto.

e) Calidad del Agua del Rio Cruces

Se propone mantener los parámetros monitoreados durante 2004, listados en la Tabla 9.3 de la RCA, medidos en las 3 estaciones de muestreo que se han utilizado hasta ahora (E1, E2 y E3). Sin embargo, dado los resultados obtenidos en las mediciones de línea de base y durante las campañas de 2004, se recomiendan las frecuencias de medición mostradas en la Tabla 2 siguiente. Además, se incluye el parámetro Índice de Fenol.

TABLA 2. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RIO CRUCES

PARÁMETRO	FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Temperatura	X			
Penetración de la luz	X			
Color	X			
Turbidez		X		
PH	X			
Conductividad específica	X			
Sodio		X		
Oxígeno disuelto	X			
Oxígeno disuelto saturado	X			
Demanda bioquímica de oxígeno	X			
Demanda química de oxígeno	X			
Cloruros		X		
Cloro libre residual	X			
Cloratos	X			
Sulfatos		X		
Fósforo soluble	X			
Fósforo total	X			

Continuación Tabla 2...

PARÁMETRO	FRECUENCIA MENSUAL	FRECUENCIA TRIMESTRAL	FRECUENCIA SEMESTRAL	FRECUENCIA ANUAL
Nitratos		X		
Nitritos		X		
Amoníaco		X		
Nitrógeno orgánico		X		
Nitrógeno total	X			
Sólidos filtrables orgánicos e inorgánicos	X			
Sólidos suspendidos	X			
Sólidos sedimentables	X			
Sólidos disueltos totales	X			
Aluminio	X			
Arsénico			X	
Bario		X		
Berilio		X		
Boro			X	
Cadmio			X	
Cobalto			X	
Cobre			X	
Cromo total			X	
Fierro		X		
Fluor		X		
Litio		X		
Manganeso		X		
Mercurio			X	

Continuación Tabla 2...

PARÁMETRO	FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Molibdeno			X	
Níquel		X		
Plomo			X	
Selenio			X	
Vanadio			X	
Zinc			X	
Cianuro			X	
Comp. Organo Halogenados Ads. (AOX)	X			
Acidos Resínicos	X			
Acidos Grasos	X			
Índice de Fenol	X			
Clorofenoles				X
Pentaclorofenol				X
Pesticidas organoclorados (21)				X
Pesticidas organofosfatados (12)				X
Coliformes fecales	X			

Los muestreos anuales deben realizarse durante los meses de estiaje. De acuerdo a las mediciones de caudal del Rio Cruces, dichos muestreos se deberían realizar en Febrero o Marzo de cada año.

f) Monitoreo del Medio Biótico del Río Cruces

Análisis de Comunidades Biológicas

Se deberá incrementar la frecuencia del análisis de las comunidades biológicas del Río Cruces, con una periodicidad trimestral. Además de las especies evaluadas hasta ahora, se deberá incluir la especie *Lutra provocax*. En todo caso, se recomienda consultar con expertos acerca de la pertinencia de las especies vegetales monitoreadas e incluir evaluación de zoobentos u otras, a la luz del estado actual del Santuario.

Biomarcadores Bioquímicos

Se sugiere monitorear un conjunto de biomarcadores bioquímicos, a partir especies residentes en el cuerpo receptor. Estos estudios se deberían realizar con una frecuencia trimestral, para lo cual se debe definir previamente las especies biomarcadoras, los biomarcadores bioquímicos y las zonas de captura apropiadas. El número de especies a capturar en cada estación de muestreo (pre- y post-impacto), así como las técnicas a utilizar, deben ser seleccionadas de modo que exista solidez estadística y se usen procedimientos estandarizados y validados internacionalmente (ej. Environmental Effects Monitoring Program, Canada). En todo caso, de acuerdo a la experiencia internacional, es recomendable considerar biomarcadores presentes en el hígado (actividad MFO), bilis (metabolitos biliares), gónadas (análisis histológico), cerebro (actividad AchE) y sangre.

g) Calidad del aire

Se recomienda mantener los parámetros considerados en la RCA de 1998 y la frecuencia de medición. Adicionalmente, se deberá incluir el monitoreo de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y ozono (O₃), ya que son parámetros de calidad ambiental normados y, a su vez, constituyen aspectos ambientales significativos de este tipo de procesos productivos. En este mismo contexto, se recomienda llevar a cabo monitoreo de TRS, el cual debe realizarse en el área urbana más cerca de las instalaciones.

Finalmente, se deberá reportar las cargas máxicas diarias de material particulado, SO₂, óxidos de nitrógeno y TRS, dado que es un compromiso establecido por la Empresa (Tabla 4.1 de la RCA).

Es necesario definir los puntos de muestreo tomando en consideración la información meteorológica de 2004

h) Sedimentos del Río Cruces

Se recomienda mantener los parámetros considerados en la RCA de 1998 y la frecuencia de medición

i) Suelos

Se recomienda mantener los parámetros considerados en la RCA de 1998 y la frecuencia de medición. Es necesario definir los puntos de muestreo tomando en consideración la información meteorológica de 2004.

j) Calidad del Agua en Sector Depósito de Residuos Sólidos

Se recomienda mantener los parámetros considerados en la RCA de 1998 y la frecuencia de medición.

4.3) FORMATO DE LOS INFORMES AMBIENTALES

Los informes ambientales con los resultados del seguimiento de las variables ambientales deben presentarse con una frecuencia trimestral, con avances mensuales. Los avances mensuales deben formar parte del proceso de comunicación permanente entre la Empresa y las autoridades.

El informe trimestral debe ser entregado a las autoridades ambientales dentro del mes siguiente del período informado.

Se sugieren los siguientes contenidos mínimos.

1. Resumen ejecutivo
2. Meteorología
 - 2.1 Viento
 - 2.2 Precipitaciones
 - 2.3 Temperatura
 - 2.4 Presión Atmosférica
 - 2.5 Humedad Relativa
 - 2.6 Análisis y Conclusiones
3. Hidrología.

- 3.1 Caudal Río Cruces. Estación Rucaco.
- 3.2 Caudal Río Cruces. Aguas Arriba de Bocatoma
- 3.3 Caudal Río Cruces. Entrada Humedal.
- 3.4 Análisis y Conclusiones
- 4. Calidad de Agua del Río Cruces
 - 4.1 Resultados del monitoreo
 - 4.2 Análisis de Calidad
 - 4.3 Análisis Estadístico
 - 4.4 Análisis y Conclusiones
- 5. Calidad del Efluente.
 - 5.1 Monitoreo Continuo
 - 5.2 Monitoreo Diario
 - 5.3 Monitoreo Semanal
 - 5.3 Monitoreo Mensual
 - 5.4 Monitoreo Semestral
 - 5.5 Toxicidad
 - 5.6 Contingencias Ambientales que afectan al efluente
 - 5.7 Análisis y Conclusiones
- 6. Sedimentos.
 - 6.1 Resultados de monitoreo
 - 6.2 Análisis y Conclusiones
- 7. Calidad de Agua en Depósito de Residuos Sólidos.
 - 7.1 Calidad de Agua Superficial
 - 7.2 Calidad de Agua Subterránea
 - 7.3 Contingencias ambientales que afectan la calidad del agua
 - 7.3 Análisis y Conclusiones
- 8. Calidad del Aire.
 - 8.1 Monitoreo SO₂
 - 8.2 Monitoreo MP 10
 - 8.3 Monitoreo CO
 - 8.4 Monitoreo TRS
 - 8.5 Monitoreo NO₂
 - 8.6 Monitoreo O₃
 - 8.7 Contingencias ambientales que afectan las emisiones
 - 8.8 Análisis y Conclusiones
- 9. Suelos.
 - 9.1 Resultados de pH
 - 9.2 Análisis y Conclusiones
- 10. Análisis Comunidades Biológicas
 - 10.1 Análisis de comunidades biológicas
 - 10.2 Resultados de biomarcadores
 - 10.3 Análisis y Conclusiones

En todos los casos se debe incluir los resultados históricos (obtenidos en la Línea de Base, durante el monitoreo de 2004 y 2005), señalando el valor límite establecido por la normativa aplicable.

Aspectos a tener en consideración en la elaboración de los informes ambientales:

a) En relación con los datos de monitoreo meteorológico e hidrológico, se deberá entregar la información procesada, dejando los detalles de datos para consulta por parte de los servicios interesados. Estos datos deben servir para analizar los resultados de monitoreo de calidad de aire y del agua del río Cruces. La meteorología es importante para evaluar periódicamente la pertinencia de la ubicación de los puntos de muestreo.

b) Los resultados deben ser presentados en forma tabular y gráfica, de manera similar a como se ha realizado en los últimos informes.

c) Se deben analizar los resultados, estableciendo las relaciones entre los parámetros y las situaciones de contingencia u otras particularidades del proceso (ej. producción de pino vs eucalipto, etc). Es deseable aportar antecedentes acerca de la capacidad depurativa del sistema de tratamiento (ej. % de remoción de los principales parámetros, relación DQO/DBO, estado de la microbiota, etc), de las modificaciones que se lleven a cabo en el sistema de autocontrol y manejo ambiental de la Planta, u otra información relevante al desempeño ambiental de la Empresa.

d) Se debe informar acerca de las contingencias operacionales de relevancia ambiental y discutir acerca de la efectividad de las medidas adoptadas y sus efectos sobre la calidad del efluente.

e) Los certificados de análisis de los laboratorios externos deberán estar disponibles para revisión por parte de las autoridades ambientales. Durante el período de vigencia de la auditoría externa (nacional) permanente, será parte de los términos de referencia de ese ejercicio, verificar la validez de la información reportada en los informes (certificados, procedimientos, registros, etc). Una vez que la Empresa obtenga la certificación ISO 14.001, las auditorías internas deberán abordar tales funciones, manteniendo el compromiso de al menos una auditoría externa anual para tales efectos.

Finalmente, es importante establecer mecanismos expeditos de comunicación periódica entre los responsables ambientales de la Empresa y las autoridades. Se sugiere establecer reuniones de trabajo con una frecuencia (al menos) quincenal, donde se definan acciones para mejorar la calidad del seguimiento, evalúen los resultados parciales de monitoreo, aborden anticipadamente situaciones de contingencia, informen oportunamente acerca de nuevas situaciones que pueden afectar el desempeño ambiental de la Planta o su situación legal, evalúen resultados de estudios específicos, etc.

5) CONCLUSIONES

- 5.1 En términos generales, la Empresa ha cumplido con el Programa de Monitoreo Ambiental establecido en la RCA. La presentación de los informes mejoró con el tiempo, particularmente, en la ilustración gráfica de los resultados y la incorporación de la información de Línea de Base y otras mediciones de apoyo. Igualmente, existe un buen apoyo de material anexo (informes de los laboratorios), aun cuando en algunos casos no se indica claramente la fecha de realización de algunos muestreos.
- 5.2 Desgraciadamente, los informes entregados por la Empresa carecen de un análisis adecuado de la información que allí se reporta. Existe sólo una descripción de los resultados, pero no se establece su relación con las situaciones operacionales que pueden ser potenciales causales de las desviaciones detectadas, ni tampoco se informa acerca de las acciones realizadas para corregir tales problemas o medidas de mejoramiento ambiental resultantes. Más aún no se realiza en ellos un análisis crítico en relación con potenciales impactos ambientales.
- 5.3 De acuerdo a los monitoreos realizados durante 2004 en las aguas del Rio Cruces, la mayoría de los parámetros de calidad de agua medidos en las estaciones E1, E2 y E3, se mantiene dentro de la categoría de Calidad Excepcional, de acuerdo a la clasificación de la Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. La descarga de efluentes de la Planta Valdivia resulta en un incremento de la conductividad eléctrica y de las concentraciones de sulfato, sodio y AOX en las estaciones E2 y E3, comparadas con los valores de la estación E1 (aguas arriba de las descargas), y con los de Línea de Base y de 2002-3, sin que ello afecte la categoría de Calidad de Excepción del agua del rio.
- 5.4 La operación de la Planta Valdivia ha mostrado durante su primer año de funcionamiento, una significativa variabilidad operacional, tanto en el ritmo de producción, como en la calidad de sus efluentes. Sin embargo, la mayoría de los parámetros medidos presenta niveles bajo los límites establecidos en la RCA de 1998, demostrando la capacidad depurativa del sistema de tratamiento de efluentes.
- 5.5 Las principales trasgresiones a dichos límites se constatan en la temperatura, sólidos suspendidos totales (SST), nitrógeno total, fósforo y ácidos resínicos. Además, se detectan 3 eventos de incremento de la conductividad eléctrica del efluente, evidenciando un significativo aumento de iones sobre sus valores promedio. Estos incrementos son reflejo de contingencias operaciones que

resultan en arrastres internos de licor negro y/o reactivos hacia el sistema de tratamiento de efluentes, y/o inestabilidades en el sistema de control de pH del efluente final, luego del tratamiento terciario. Estos eventos no afectaron el nivel de calidad de agua del Rio Cruces, manteniéndose la Calidad de Excepción para el parámetro de conductividad eléctrica, durante todo el período estudiado.

- 5.6 Los resultados reportados permiten establecer que el sistema de tratamiento de efluentes logra mantener una acción depurativa aceptable, frente a posibles aumentos de carga. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), la demanda química de oxígeno (DQO) y el color del efluente mantuvieron valores mayoritariamente bajo los límites de la RCA. La continuidad operacional mostrada por el sistema de tratamiento biológico demuestra que los efluentes a tratar no presentaron en ningún momento efectos tóxicos agudos sobre la biota microbial del bioreactor.
- 5.7 Se debe incrementar la frecuencia de análisis de la mayoría de los parámetros del efluente que están directamente relacionados con el proceso. Por otra parte, se sugiere reducir la frecuencia de aquellos que han mostrado estar bajo los límites de detectabilidad. Además, se recomienda incluir la medición de Índice de Fenol, que es un indicador normado (DS 90/2000), representativo de un conjunto de compuestos directamente relacionados con el proceso productivo y su potencial impacto ambiental.
- 5.8 La mayoría de los parámetros medidos en las aguas subterráneas y superficiales del sector de depósito de residuos sólidos cumple con la norma de riego. No se observa una tendencia sistemática respecto a los valores históricos, dado el corto período de funcionamiento del depósito de residuos sólidos.
- 5.9 La calidad del aire, medida en términos de partículas totales en suspensión (PTS), material particulado (PM10) y anhídrido sulfuroso (SO_2) cumple la normativa de calidad aplicable. Se debe señalar que el DS 110/2001 deja sin efecto la Resolución 1215/78 (norma primaria de calidad de aire para PTS), por lo que en la actualidad no se requiere la medición de este parámetro. Además, se deberá incluir mediciones de CO , NO_2 y O_3 . Se recomienda llevar a cabo mediciones de TRS en una zona urbana representativa e informar acerca del flujo másico de los contaminantes atmosféricos comprometidos en la RCA. Se deberá redefinir la ubicación de los puntos de muestreo de calidad de aire, tomando en consideración la información meteorológica actualizada obtenida en el Programa de Monitoreo y la representatividad poblacional.
- 5.10 No se detectan efectos de acidificación de suelos atribuibles a las operaciones de la Planta Valdivia. Al respecto, se recomienda revisar la ubicación de los puntos de muestreo, de acuerdo a la información

meteorológica actual obtenida por la estación de monitoreo atmosférico de que se dispone.

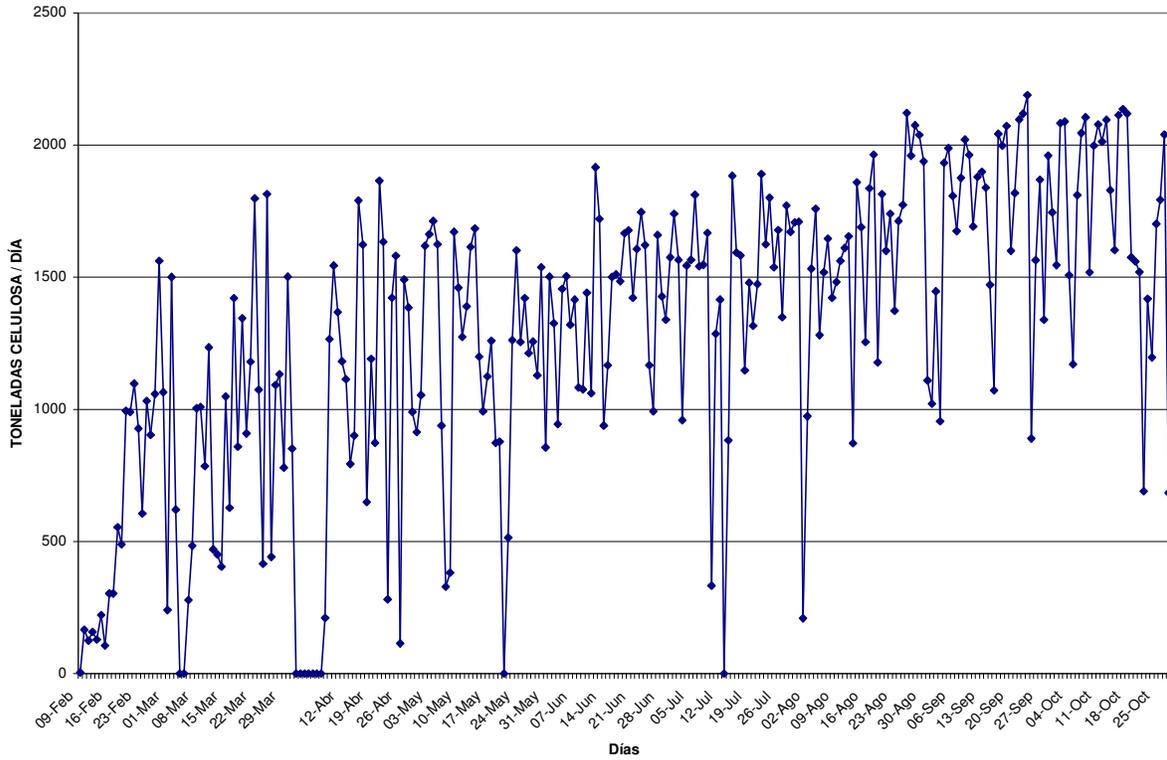
- 5.11 Las dos campañas realizadas para determinar la composición química de los sedimentos en 4 estaciones, demuestran que no existen efectos atribuibles a la Empresa. En efecto, todos los parámetros medidos indican una tendencia similar a la registrada en los análisis de 1995, 2002 y 2003, sin mayores cambios en los niveles de concentración. Llama la atención el hecho de que los sedimentos del Santuario (estación E3) presentan concentraciones de metales pesados significativamente superiores a las del resto de las estaciones en todos los muestreos históricos y actuales.
- 5.12 La evaluación de comunidades biológicas en el Santuario demuestra que ha existido un significativo cambio en la dominancia y en la cobertura vegetal más cercana al espejo de agua, respecto a lo establecido en el estudio de Línea de Base del EIA de este proyecto, no encontrándose varias especies de plantas acuáticas sumergidas reportadas allí. Sin embargo, la falta de información acerca del estado de dichas comunidades en períodos recientes no permite sacar conclusiones acerca de la dinámica de estos procesos. Por esta razón, es pertinente incrementar la frecuencia de monitoreo de este compartimento ambiental, incluyendo un mayor número de especies y la determinación de biomarcados bioquímicos.
- 5.13 La mayoría de los análisis reportados fueron realizados por laboratorios acreditados por INN, utilizando métodos de muestreo, conservación de muestra y análisis estándar. Algunos de los certificados de análisis emitidos por los laboratorios no explicitan la fecha de los muestreos ni la identidad de quienes lo realizaron, aún cuando esta información se indica en los informes. Se detectaron varios errores menores de transcripción de datos. Estas faltas deberán ser evitadas en los próximos informes.
- 5.14 Se deberá establecer un nuevo Plan de Monitoreo donde se incluya el registro de contingencias operacionales ambientalmente relevantes, reportando la naturaleza del problema, fecha de ocurrencia, medidas adoptadas y efectos sobre el desempeño ambiental. Para ello, la Empresa y las autoridades ambientales deberían acordar procedimientos de respuesta a las contingencias y de comunicación, relacionados con las principales contingencias ambientales. Se recomienda establecer una instancia de comunicación permanente entre los responsables ambientales de la Empresa y las autoridades.
- 5.15 Los registros de respaldo, tales como certificados de análisis, registros de no conformidades, calibraciones, registros de autocontrol, u otros, deberán ser mantenidos por la Empresa y disponibles para su revisión por parte de las autoridades. Además, las autoridades y la Empresa deberán acordar

procedimientos para mantener contramuestras de respaldo, en caso de problemas asociados a errores de manipulación de las muestras o para efectos de verificación. Todos los procedimientos y registros relevantes deberán ser auditables.

ANEXO

ANEXO

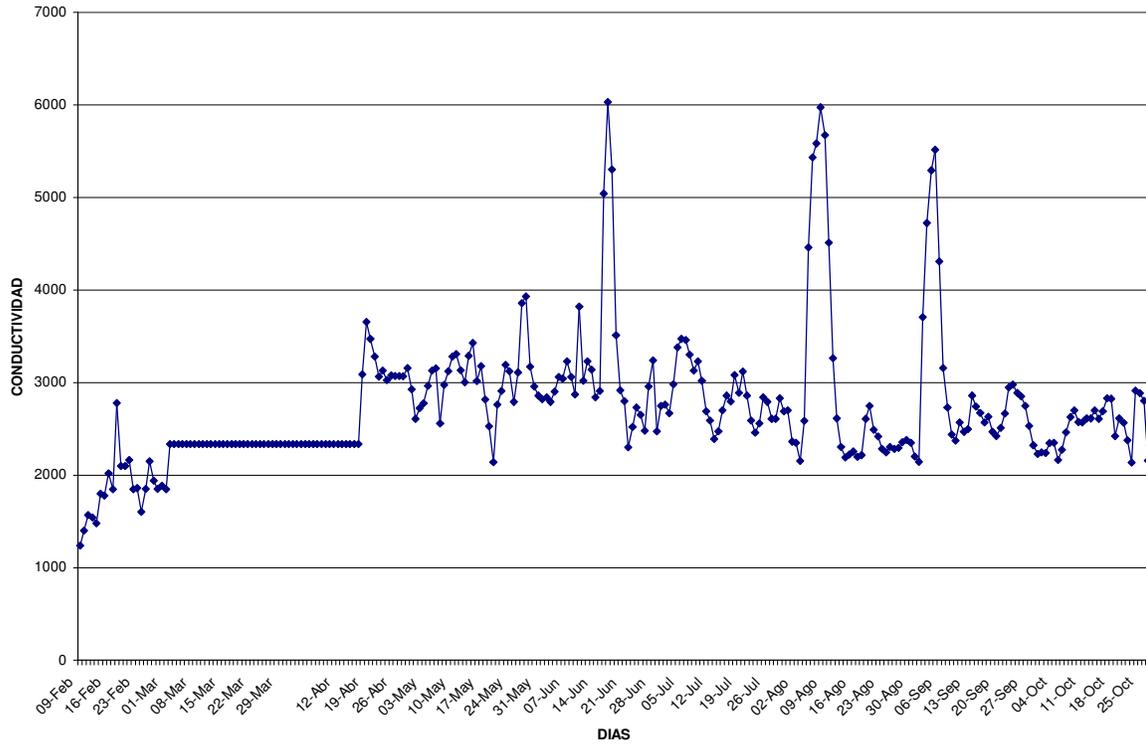
PRODUCCION PLANTA VALDIVIA FEBRERO - OCTUBRE 2004



**FIGURA A-1. PRODUCCIÓN DIARIA DE CELULOSA.
PLANTA VALDIVIA. FEBRERO – OCTUBRE 2004**

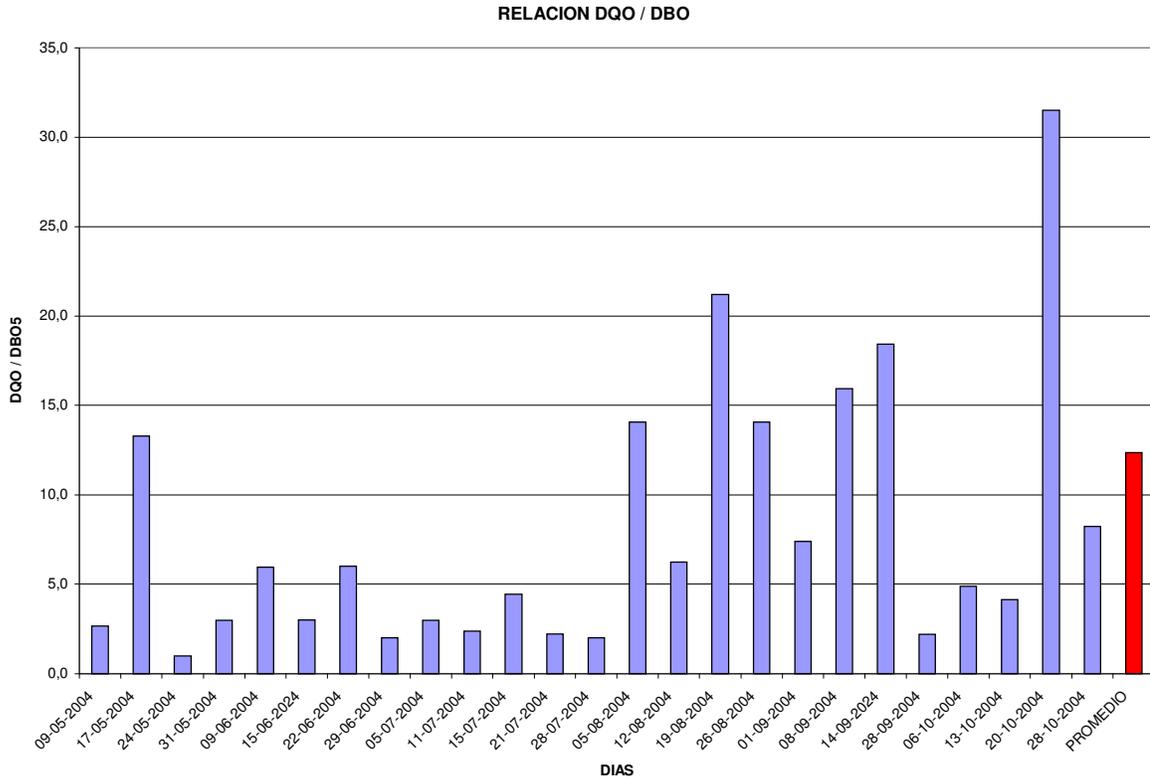
ANEXO

CONDUCTIVIDAD. CELCO- PLANTA VALDIVIA



**FIGURA A-2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL EFLUENTE.
PLANTA VALDIVIA. FEBRERO – OCTUBRE 2004**

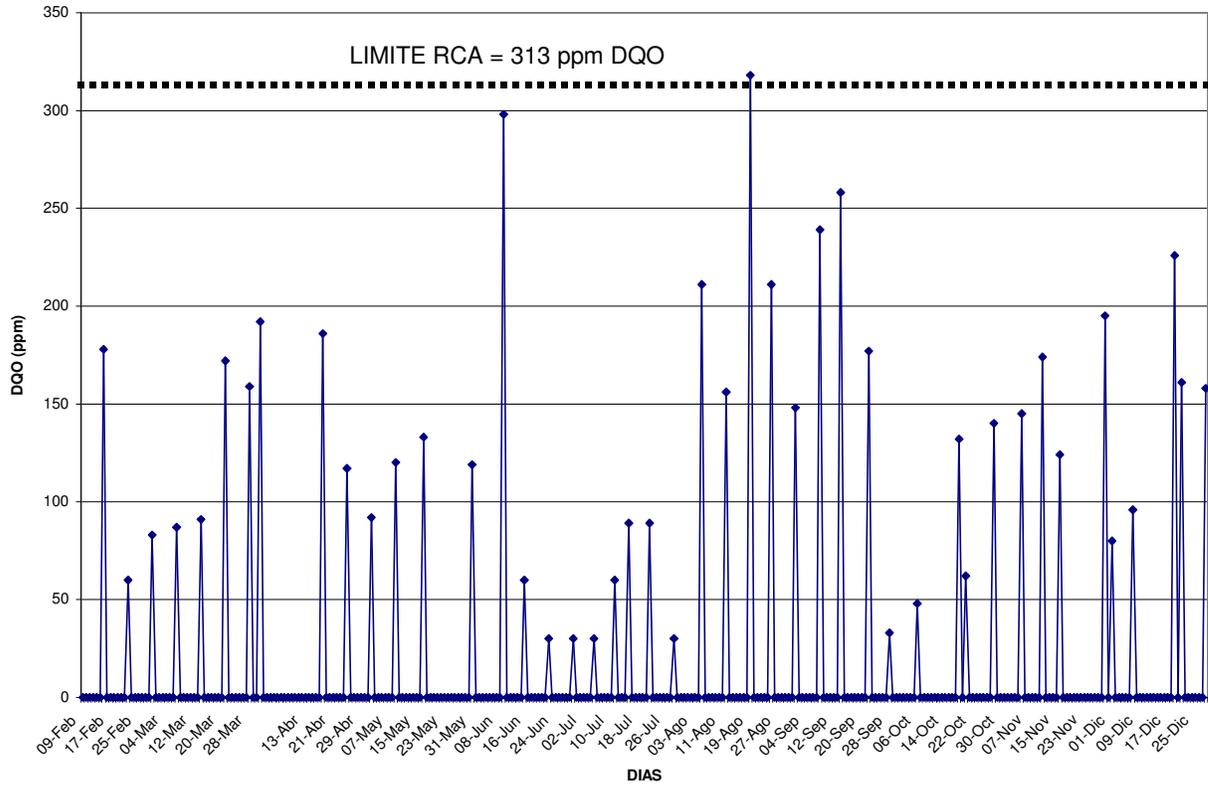
ANEXO



**FIGURA A- 3. RELACION DQO / DBO₅ DEL EFLUENTE.
PLANTA VALDIVIA. FEBRERO – OCTUBRE 2004**

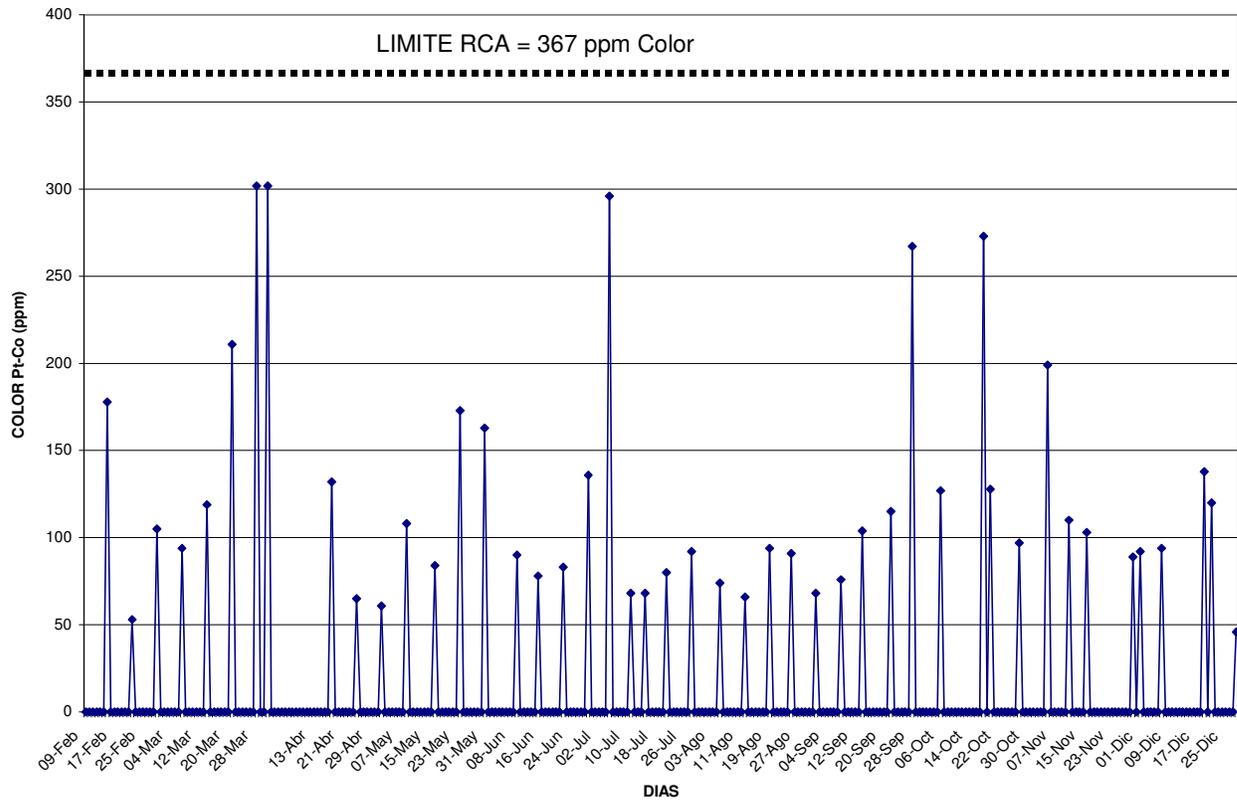
ANEXO

DQO CELCO PLANTA VALDIVIA



**FIGURA A- 4 . DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO DEL EFLUENTE.
PLANTA VALDIVIA. FEBRERO – OCTUBRE 2004**

COLOR RIL CELCO PLANTA VALDIVIA



**FIGURA A- 5 . COLOR DEL EFLUENTE.
PLANTA VALDIVIA. FEBRERO – DICIEMBRE 2004**