

## 9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

### 9.1 ANTECEDENTES GENERALES

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos del monitoreo de la condición ecológica de las comunidades acuáticas, realizado en el mes de Enero del 2006. De acuerdo a la RCA, este monitoreo se focaliza en la flora y vegetación acuática y palustre, presente en el interior del humedal río Cruces y en el Santuario de la Naturaleza homónimo (Fig. 1). Esta área corresponde a uno de los humedales más importantes de Chile, por su particular biodiversidad (Ramírez et al., 1991; Ramírez, 1995). Por otra parte, este sector corresponde a uno de los humedales del país incluido en la Convención Ramsar.

En toda la extensión del Santuario, los ríos presentan características típicas de potamón, en el sentido de Illies (1961), con sustrato fangoso constituido por arena, limo y abundante sedimento orgánico (Barrera, 1986). Estos ambientes, están bordeados por bañados, lugares inundados permanentemente, con aguas someras, de mucho sedimento orgánico en el sustrato, y con una abundante vegetación acuática y palustre (Barrera y Ramírez, 1986; Campos, 1985). Estos bañados, que tienen mayor extensión que los mismos cauces (Ramírez et al., 1991), se formaron por inundación de vegas agrícolas y ganaderas, que descendieron casi dos metros, durante los sismos que afectaron el Centro – Sur de Chile, en el mes de mayo de 1960 (Watanabe y Karzulovic, 1960). Ellos están bajo la influencia periódica de aguas oceánicas por acción de las mareas y son mantenidos, como tales, por la abundante precipitación de la región (Huber, 1975).

Al igual que en los monitoreos anteriores, el presente estudio considera la determinación de los siguientes parámetros comunitarios: a) diversidad ( $H'$  y  $J'$ ), b) riqueza específica, c) abundancia (como % cobertura total y por especie) y d) biomasa (expresada como peso húmedo), de las asociaciones vegetales: *Egerietum densum*, *Scipetum californaecea* y *Potametum lucentis*. En este informe también se consideró la asociación de natante de “Loto” *Utriculario-Nymphaetum albae*, por su abundancia en el ecosistema acuático y su importancia potencial como hábitat de otros organismos dulceacuícolas (e.g. macroinvertebrados).

A diferencia de los informes anteriores, en este estudio se ha incorporado adicionalmente un análisis espacial de la cobertura del “Luchecillo” (*Egeria densa*), cubriendo un área de muestreo mayor al considerado hasta ahora. Para esto se ha incorporado en cada estación, una grilla de muestreo de 20 puntos con una resolución espacial de 50 m. Esta grilla se localizó en un área correspondiente al hábitat potencial del “Luchecillo” .

En este informe se ha seguido la misma estructura de los anteriores, en los cuales se actualizan los resultados, y se discuten en referencia a la información previa del programa de vigilancia ambiental.

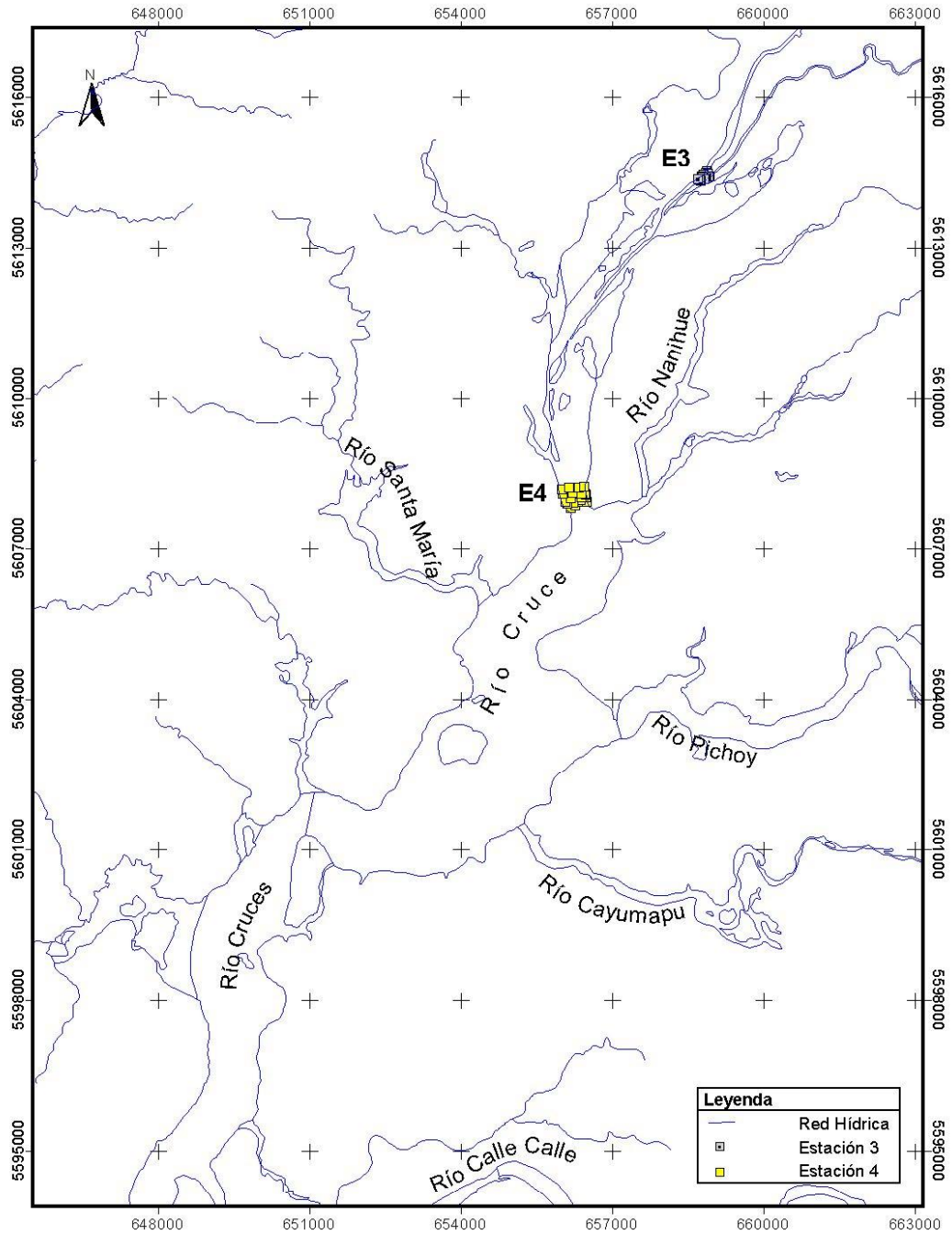
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### (a) Análisis comunitario

Los muestreos se llevaron a cabo los días 18 y 19 de enero del 2006, en las estaciones 3 (sector Fuerte San Luis) y 4 (sector Santa María) (Figura 1). Las asociaciones vegetales estudiadas fueron : *Egerietum densum*, *Scipetum californaecea*, *Potametum lucentis* y la asociación de natante de “Loto” *Utriculario-Nymphaetum albae*. En cada una de las asociaciones se determinaron los siguientes parámetros comunitarios: a) diversidad de Shannon ( $H'$ ), b) equidad ( $J'$ ), c) riqueza específica, d) abundancia (como % cobertura total y por especie) y e) biomasa (expresada como peso húmedo).

Las determinaciones sistemáticas fueron realizadas consultando la literatura especializada pertinente (Cook et al., 1974; Ramírez et al., 1982) y comparando con los ejemplares botánicos conservados en el Herbario UCONC, de la Universidad de Concepción. La nomenclatura usada sigue a Marticorena y Quezada (1985).

**9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS**



**Figura 1:** Localización del sitio de muestreo de las comunidades acuáticas (Estaciones 3 y 4), en el interior del humedal del río Cruces (X Región).

## 9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

Al igual que en los muestreos anteriores, siguiendo a Ramírez (1995), se trabajó con la metodología fitosociológica de la Escuela Zürich-Montpelier, levantando censos de vegetación en áreas florística-, fisonómica- y ecológicamente homogéneas (Kreeb, 1983). El tamaño de las parcelas de muestreo fue de 4 m<sup>2</sup>, empleando cuatro cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). La distribución de los cuadrantes se realizó considerando la forma de franjas en que se disponen las comunidades en la zonación litoral (Ramírez, 1995). La abundancia de los individuos de cada especie se expresó en porcentaje de cobertura hasta 1%. Bajo dicha cobertura, se usaron los signos “+” y “r”. El primero para varios individuos y el segundo, cuando sólo había un individuo de la especie censada.

Las determinaciones de biomasa se realizaron para las especies *Scirpus californicus*, *Nymphaea alba* y *Egeria densa*. Con el objeto de no afectar de manera importante las asociaciones que están siendo monitoreadas, la extracción de muestras para biomasa se limitó para cada especie, a dos cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> de superficie dispuestos aleatoriamente dentro de cada asociación. Las muestras fueron estiladas en terreno y luego pesadas con una balanza de 0,01 g de sensibilidad, para tener su peso húmedo (Kg-húmedo/m<sup>2</sup>).

### b) Análisis de cobertura de *Egeria densa*

Los muestreos se llevaron a cabo en las mismas estaciones y fechas en las cuales se realizó el análisis comunitario. Para este análisis se consideró una grilla de muestreo de 20 puntos, con una resolución espacial de 50 m. Esta grilla se localizó en un área correspondiente al hábitat potencial del “Luchecillo” .

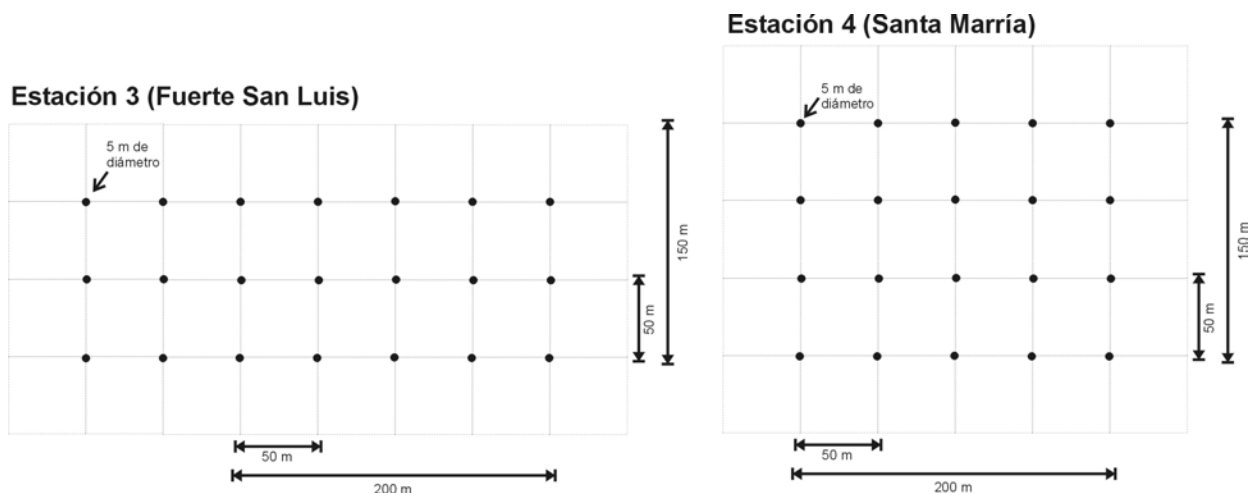
Siguiendo a APHA (1998)<sup>1</sup>, Madsen (1999)<sup>2</sup> y Parsons (2001)<sup>3</sup>, se empleó el método presencia/ausencia, de frecuencia de intercepto de puntos. Este método utiliza puntos de muestreo espaciados regularmente, configurando una grilla de muestreo. Los puntos fueron determinados empleando coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM), con el objeto de facilitar la navegación en terreno de un punto a otro. Los puntos fueron localizados en terreno con un GPS Trimble con corrección diferencial. Tomando en cuenta las características geográficas del área a estudiar y de la información obtenida en los monitoreos biológicos de CELCO Planta Valdivia, se consideró una grilla de 50 x 50 m en las estaciones 3 y 4, realizando un total 20 puntos por estación.

En esta grilla se determinó presencia/ausencia de *E. densa*, de la siguiente manera: (a) si en el punto de la grilla es somero y de baja turbidez, se realizaron observaciones directas con un visor subacuático; (b) si las aguas son turbias y con profundidades inferiores a 2 m, se realizó un rastrillado del fondo; (c) si las profundidades fueron superiores a 3 m se empleó una draga Ekman. En los tres casos, el área en que se determinó presencia/ausencia, fue de aproximadamente 5 x 5 m. Además, en cada punto de la grilla de muestreo se registró la profundidad y se realizó una caracterización visual del sustrato de fondo.

<sup>1</sup> APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20<sup>th</sup> Edition.

<sup>2</sup> MADSEN, J. 1999. Aquatic Plant Control Technical Note MI-02: Point intercept and line intercept methods for aquatic plant management. US Army Engineer Waterways Experiment Station.

<sup>3</sup> PARSONS, J. 2001. Aquatic plant sampling protocols. Washington State Department of Ecology. WA-25-5010.



**Figura 2:** Diseño de las grillas de muestreo de las estaciones 3 y 4. Estas grillas debieron ser adaptadas a las condiciones del ancho del río, por lo cual presentan diferencias.

## 9.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 9.2.1 ESTACIÓN 3 (Sector Fuerte San Luis – Figuras 3 y 4)

#### (a) Análisis comunitario

En la Estación 3 se estudiaron las siguientes asociaciones:

#### **Asociación emergida de “Tatora” *Scirpetum californiacea* (Añázco, 1978).**

En esta estación, la asociación de “pantano de totora” se encuentra localizada en parches aislados y de escasa cobertura, dada las condiciones morfométricas del río. Esta coloniza los bañados ribereños, caracterizados por lo general, por su poca distancia a la ribera, aguas someras y fondos fangosos. La especie más abundante de esta asociación corresponde a *Scirpus californicus*<sup>4</sup> que es un helófito con un robusto rizoma que reptaba en el fango.

Esta asociación se registró en las parcelas 1 (90%), 2 (80%) y 7 (10%) (Tabla 1). Dada la elevada dominancia de esta especie en las parcelas 1 y 2, ello ha limitado la diversidad del área, encontrándose sólo las especies *Alisma plantago* y *Polygonum hydropiperoides*, aunque con muy bajas coberturas (5 y 10%, respectivamente). Dadas las dimensiones de *Scirpus californicus*, las biomásas fueron proporcionalmente elevadas:  $3,85 \pm 0,49$  kg-húmedo  $m^{-2}$  y  $1,85 \pm 0,35$  kg-seco  $m^{-2}$  (Figura 7).

<sup>4</sup> Nota: Algunos autores la consideran sinónima de *Shoenoplectus tatora*.

## 9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

### **Asociación natante de “Loto” *Utriculario-Nymphaetum albae* (San Martín, 1991).**

Al igual que en muestreos anteriores, en la estación 3 se pudo constatar la presencia de amplios parches de la asociación natante de “Loto” *Utriculario-Nymphaetum albae* (San Martín, 1991). Esta corresponde a una comunidad natante, localizada desde los márgenes del río hasta profundidades de 1,2-1,8 m y con substrato fangoso. Esta asociación presenta una cubierta continua en la superficie de agua, lo cual impide la penetración de la luz en profundidad, por lo que muy pocas especies sumergidas la acompañan. La especie más importante en esta asociación es el “Nenúfar” *Nymphaea alba*. Esta asociación fue evaluada en los cuadrantes 7 y 8 con una cobertura de *Nymphaea alba* de 10 y 85% respectivamente. Esta asociación presentó un mayor número de especies que la de *Scirpus californicus*, aunque con coberturas de moderadas a bajas (Tabla 1). Las biomásas registradas de *Nymphaea alba* fueron de:  $6,00 \pm 1,41$  kg-húmedo  $m^{-2}$  y  $1,75 \pm 0,21$  kg-seco  $m^{-2}$  (Figura 7).

### **Asociación sumergida de “Luchecillo” *Egerietum densum* (Steubing et al., 1980).**

Al igual que en el muestreo anterior, a pesar de haberse efectuado un exhaustivo reconocimiento del área, esta asociación no fue encontrada. Se observó la total ausencia de la especie *Egeria densa* (que le da nombre a la asociación).

### **Asociación sumergida de “Huiro” *Potametum lucentis* (San Martín, 1991).**

Al igual que en los muestreos anteriores, a pesar de haberse efectuado un exhaustivo reconocimiento del área, esta asociación no fue encontrada.

#### **b) Análisis de cobertura de *Egeria densa***

Además del análisis comunitario descrito anteriormente, en la Estación 3 se realizó una grilla con un total de 21 puntos. En todos los puntos de muestreo se constató la ausencia de *Egeria densa*. En la Tabla 2 se entregan las coordenadas UTM de los puntos de muestreo, además de las profundidades y la caracterización de los sedimentos. Debido a que no se registró *Egeria densa* no fue posible mapear la distribución de su biomasa.

## 9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

**Tabla 1.** Abundancia de especies (% de cobertura) y parámetros comunitarios, en las ocho parcelas consideradas en el muestreo de la Estación 3 (Sector Fuerte San Luis). Cada parcela consta de cuatro cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> de superficie. += Varios individuos con cobertura <1%; r= Especie rara correspondiente a un individuo con cobertura <1%.

Especie / Abundancia (% de cobertura)	Parcelas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Nymphaea alba</i> (a)	0	0	0	0	0	0	10	85
<i>Scirpus californicus</i> (b)	90	80	0	0	0	0	10	0
<i>Juncus nodosus</i>	0	0	70	0	0	0	30	0
<i>Ludwigia peploides</i>	0	0	15	10	10	0	10	0
<i>Alisma plantago</i>	5	0	0	20	0	0	0	2
<i>Lycopus europeus</i>	0	0	0	25	0	20	0	3
<i>Typha angustifolia</i>	0	0	0	0	50	0	0	0
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	0	0	0	20	0	25	0	0
<i>Ranunculus repens</i>	0	0	0	5	0	20	0	0
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	0	10	0	5	0	0	+	5
<i>Egeria densa</i> (c)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamogeton lucens</i> (d)	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Parámetros comunitarios</b>								
Abundancia (% cobertura)	95	90	85	85	60	65	63	95
Riqueza específica (E)	2	2	2	6	2	3	5	4
Diversidad de Shannon (H')	0,21	0,35	0,46	1,63	0,451	1,09	1,38	0,45
Equidad (J')	0,29	0,50	0,67	0,91	0,65	0,99	0,85	0,32

(a) Asociación natante de "Loto" Utriculario-Nymphaetum albae (San Martín, 1991).

(b) Asociación emergida de "Totora" *Scirpetum californiae* (Añázco, 1978).

(c) Asociación sumergida de "Luchecillo" *Egerietum densum* (Steubing et al., 1980).

(d) Asociación sumergida de "Huiro" *Potametum lucentis* (San Martín, 1991).

## 9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

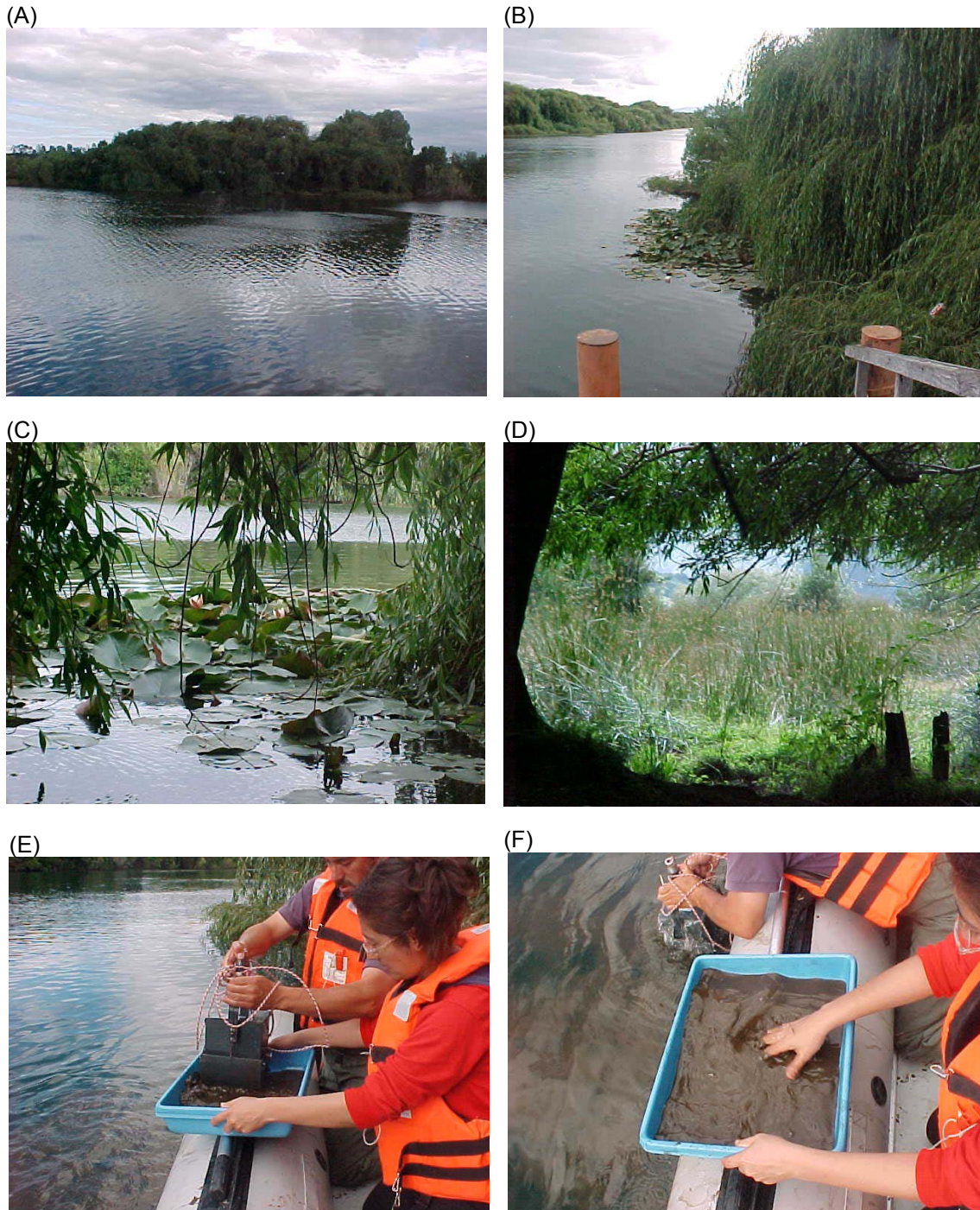
**Tabla 2.** Monitoreo de *Egeria densa* en los diferentes puntos de la grilla de la Estación 3 (Sector Fuerte San Luis). Para cada punto se indican sus coordenadas UTM, Presencia (P) y Ausencia (A) de *E. densa*, profundidad y tipo de sustrato.

Punto	Coordenadas Norte (UTM)	Coordenadas Este (UTM)	<i>Egeria densa</i>	Profundidad (m)	Tipo de sustrato
1	5614398	658.903.598	A	4,5	Arena y grava
2	5614435	658.884.114	A	3,4	Arena y grava
3	5614458	658.849.929	A	0,5	Fango arenoso
4	5614433	658.804.967	A	1,1	Fango arenoso
5	5614408	658.832.124	A	3,5	Arena y grava
6	5614370	658.859.324	A	4,5	Arena y grava
7	5614350	658.813.952	A	4,7	Fango arenoso
8	5614377	658.785.841	A	4,1	Arena media
9	5614400	658.769.622	A	1,5	Fango arenoso
10	5614364	658.712.000	A	1,0	Fango arenoso
11	5614346	658.732.397	A	3,7	Arena media
12	5614316	658.753.800	A	3,1	Fango arenoso
13	5614280	658.710.015	A	3,5	Fango arenoso
14	5614310	658.692.935	A	3,6	Arena media
15	5614333	658.679.501	A	1,1	Fango arenoso
16	5614318	658.630.014	A	1,0	Fango arenoso
17	5614290	658.644.010	A	3,5	Arena media
18	5614265	658.661.055	A	3,1	Fango arenoso
19	5614235	658.620.000	A	3,6	Fango arenoso
20	5614263	658.605.145	A	3,5	Arena media
21	5614295	658.593.012	A	1,3	Fango arenoso

Coordenadas UTM. DATUM USO 18. WGS 84.



9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS



**Figura 3:** Estación 3 – Sector Fuerte San Luis (Enero 18, 2006). (A) Vista general del área, (B) sector del muelle en el cual se observó la ausencia de *Egeria densa* en las aguas someras, (C) asociación de “Loto”, (D) asociación de “totora”, (E-F) actividades de muestreo.



**9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS**



**Figura 4:** Estación 3 – Sector Fuerte San Luis (Enero 18, 2006). (A) rastrillado del fondo en áreas poco profundas, (B) actividades de georeferenciación con GPS, (C) asociación de “Loto”, (D) actividades del muestreo.

## 9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

### 9.2.2 ESTACION 4 (Sector Santa María – Figuras 5 y 6)

#### (a) Análisis comunitario

En la Estación 4 se estudiaron las siguientes asociaciones:

#### **Asociación emergida de “Totora” *Scirpetum californicea* (Añázco, 1978).**

Esta asociación de “pantano de totora” es la formación palustre más abundante y típica de la estación 4, colonizando ampliamente los bañados ribereños, cubriendo hábitats físicos muy distintos entre sí (e.g. distancia a la ribera, granulometría, velocidad de la corriente). En esta estación la especie llega a alcanzar 2,8 m de longitud en los sectores más profundos de su rango de distribución batimétrico. La especie más abundante de esta asociación corresponde a *Scirpus californicus*.

Esta asociación fue evaluada en las parcelas 3 a 6, cuyos cuadrantes presentan una riqueza específica que fluctúa entre 2 y 3 especies. En general la cobertura de *S. californicus* es variable (5 - 70%), lo que en algunos casos permite la existencia de otras especies indicadas en la Tabla 3. Dadas las dimensiones de *Scirpus californicus*, las biomásas fueron proporcionalmente elevadas: 10,00 ± 3,39 kg-húmedo m<sup>-2</sup> y 1,75 ± 0,78 kg-seco m<sup>-2</sup> (Figura 8).

#### **Asociación natante de “Loto” *Utriculario-Nymphaetum albae* (San Martín, 1991).**

En la estación 4 también se pudo constatar la presencia de la asociación natante de “Loto” *Utriculario-Nymphaetum albae* (San Martín, 1991). Se trata de una comunidad natante, en profundidades de hasta 1,5-2 m y con substrato fangoso. Esta asociación presenta una cubierta continua en la superficie de agua, lo cual impide la penetración de la luz en profundidad, por lo que muy pocas especies sumergidas la acompañan. La especie más importante en esta asociación es el “Nenúfar” *Nymphaea alba*. Esta asociación fue evaluada desde las parcelas 1 a 7, las cuales presentaron una riqueza específica que fluctúa entre 1 y 6 especies. Se observa también una gran variabilidad en cobertura de *N. alba* (5 a 92 %). Las biomásas registradas de *Nymphaea alba* fueron de: 26,70 ± 3,11 kg-húmedo m<sup>-2</sup> y 3,45 ± 0,64 kg-seco m<sup>-2</sup> (Figura 8).

#### **Asociación sumergida de “Luchecillo” *Egerietum densum* (Steubing et al., 1980).**

Se trata de una comunidad acuática sumergida, que en el momento del muestreo se encontraron algunos ejemplares aislados sólo en la parcela 4 (ver Figuras 5 y 6). Esta comunidad normalmente ocupa aguas someras, con substrato fangoso en ambientes de corriente moderada a baja. Las biomásas registradas de *Egeria densa* en la parcela 4 fueron de: 1,55 ± 0,78 kg-húmedo m<sup>-2</sup> y 0,20 ± 0,14 kg-seco m<sup>-2</sup> (Figura 8).

#### **Asociación sumergida de “Huiro” *Potametum lucentis* (San Martín, 1991).**

Al igual que en los muestreos anteriores, a pesar de haberse efectuado un exhaustivo reconocimiento del área, esta asociación no fue encontrada.

## 9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

### b) Análisis de cobertura de *Egeria densa*

Además del análisis comunitario descrito anteriormente, en la Estación 4 se realizó una grilla con un total de 20 puntos. En todos los puntos de muestreo se constató la ausencia de *Egeria densa*. En la Tabla 2 se entregan las coordenadas UTM de los puntos de muestreo, además de las profundidades y la caracterización de los sedimentos. Debido a que no se registró *Egeria densa* no fue posible mapear la distribución de su biomasa.

**Tabla 3.** Abundancia de especies (% de cobertura) y parámetros comunitarios, en las ocho parcelas considerados en el muestreo de la Estación 4 (Sector Santa María). Cada parcela consta de cuatro cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> de superficie. += Varios individuos con cobertura <1%; r= Especie rara correspondiente a un individuo con cobertura <1%.

Especie / Abundancia (% de cobertura)	Cuadrantes							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Nymphaea alba</i> (a)	50	98	92	5	50	80	5	0
<i>Scirpus californicus</i> (b)	0	0	5	70	50	10	0	0
<i>Juncus nodosus</i>	0	0	0	0	0	0	3	5
<i>Ludwigia peploides</i>	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Alisma lanceolatum</i>	0	0	0	0	0	0	25	3
<i>Lycopus europeus</i>	0	0	0	0	0	0	25	5
<i>Ranunculus repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Polygonum Hydropiperoides</i>	0	0	0	0	0	0	15	0
<i>Egeria densa</i> (c)	0	0	0	7	0	0	0	0
<i>Potamogeton lucens</i> (d)	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Parámetros comunitarios</b>								
Abundancia (% cobertura)	50	98	97	82	100	90	76	25
Riqueza específica (E)	1	1	2	3	2	2	6	5
Diversidad de Shannon (H')	-	-	0,20	0,52	0,69	0,35	1,49	1,47
Equidad (J')	-	-	0,29	0,47	1,00	0,50	0,83	0,91

(a) Asociación natante de "Loto" Utriculario-Nymphaetum albae (San Martín, 1991).

(b) Asociación emergida de "Totorá" *Scirpetum californicae* (Añázco, 1978).

(c) Asociación sumergida de "Luchecillo" *Egerietum densum* (Steubing et al., 1980).

(d) Asociación sumergida de "Huiro" *Potametum lucentis* (San Martín, 1991).

## 9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

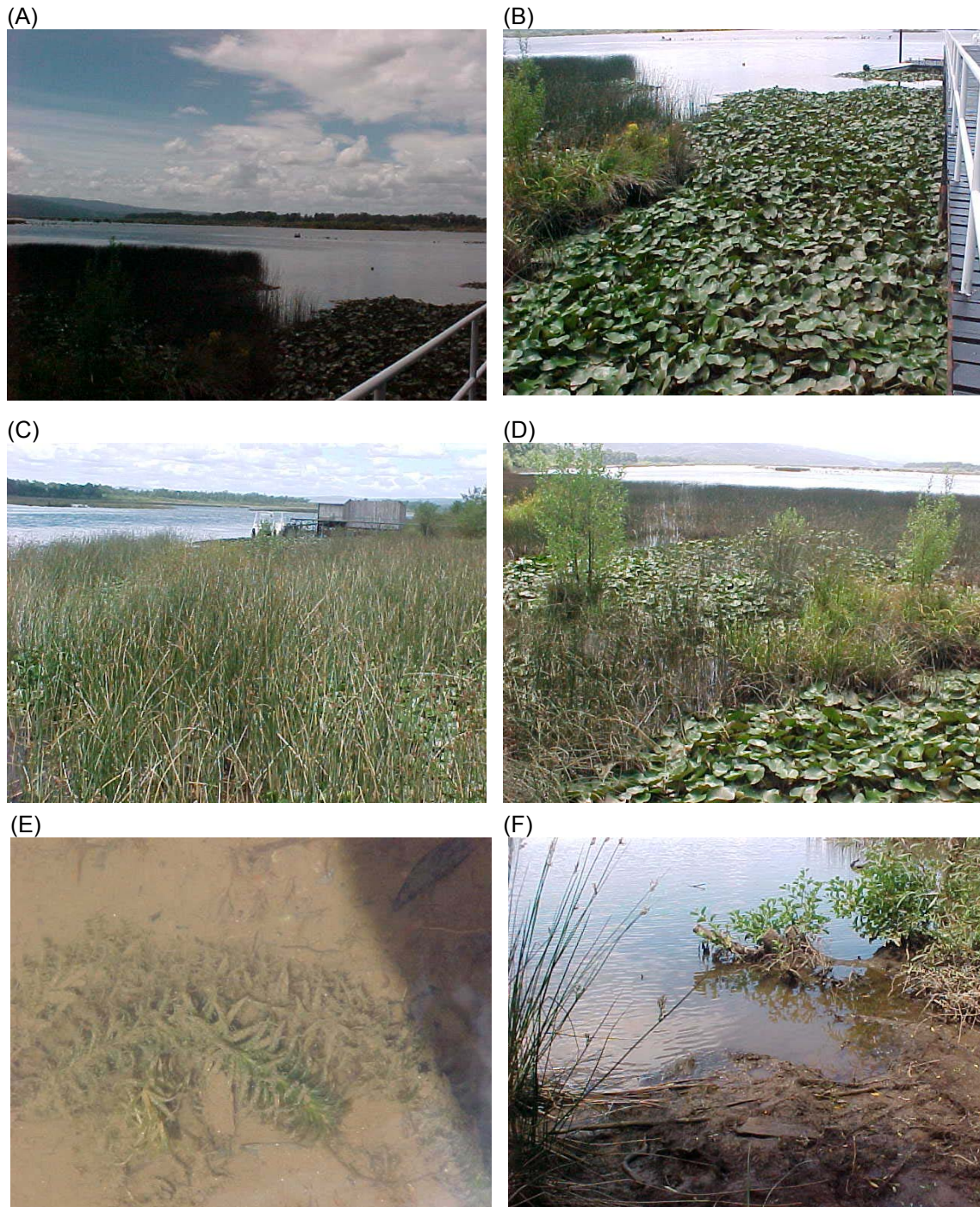
**Tabla 2.** Monitoreo de *Egeria densa* en los diferentes puntos de la grilla de la Estación 4 (Sector Santa María). Para cada punto se indican sus coordenadas UTM, Presencia (P) y Ausencia (A) de *E. densa*, profundidad y tipo de sustrato.

Punto	Coordenadas Norte (UTM)	Coordenadas Sur (UTM)	<i>Egeria densa</i>	Profundidad (m)	Tipo de sustrato
1	5607785.08	656177.078	A	2.5 m	Fango arenoso
2	5607837.01	566254.772	A	0.5 m	Fango arenoso
3	5607905.53	656398.868	A	0.5 m	Fango arenoso
4	5607920.52	656487.574	A	0.5 m	Fango arenoso
5	5607996.06	656471.297	A	0.4 m	Fango arenoso
6	5607940.20	656360.960	A	1 m	Fango arenoso
7	5607892.45	656222.579	A	0.5 m	Fango arenoso
8	5607871.81	656101.978	A	1.5 m	Arena fangosa
9	5607920.42	656071.985	A	1 m	Fango arenoso
10	5607979.68	656172.987	A	0.3 m	Fango arenoso
11	5608000.72	656385.249	A	1 m	Fango arenoso
12	5608050.26	656474.372	A	0.6 m	Fango arenoso
13	5608079.76	656457.324	A	0.3 m	Fango arenoso
14	5608074.76	656380.897	A	1.5 m	Fango arenoso
15	5608086.13	656200.544	A	0.6 m	Fango arenoso
16	5608077.16	656018.573	A	1 m	Fango arenoso
17	5608154.39	655992.347	A	1 m	Fango arenoso
18	5608188.79	656140.312	A	0.5 m	Fango arenoso
19	5608202.08	656341.493	A	1.2 m	Fango arenoso
20	5608206.28	656440.476	A	1 m	Fango arenoso

Coordenadas UTM. DATUM USO 18. WGS 84.

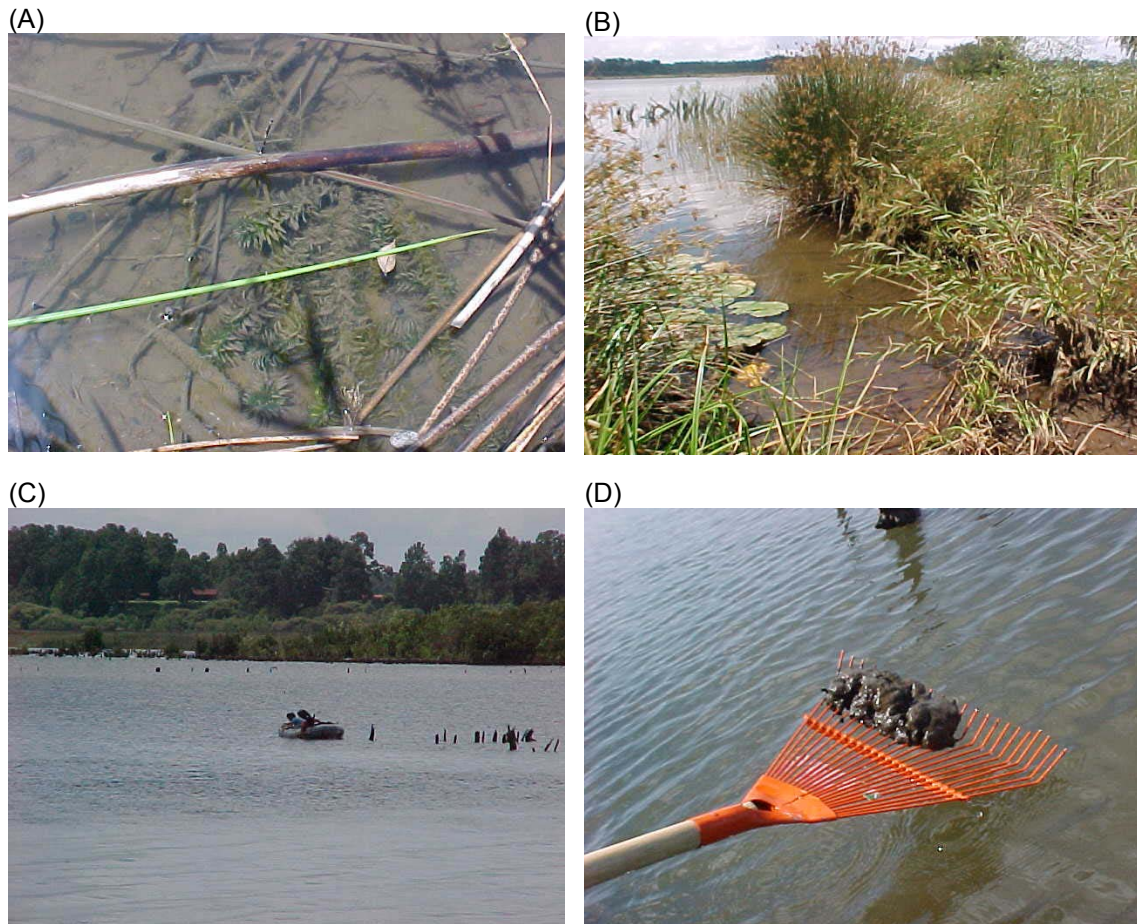


9. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

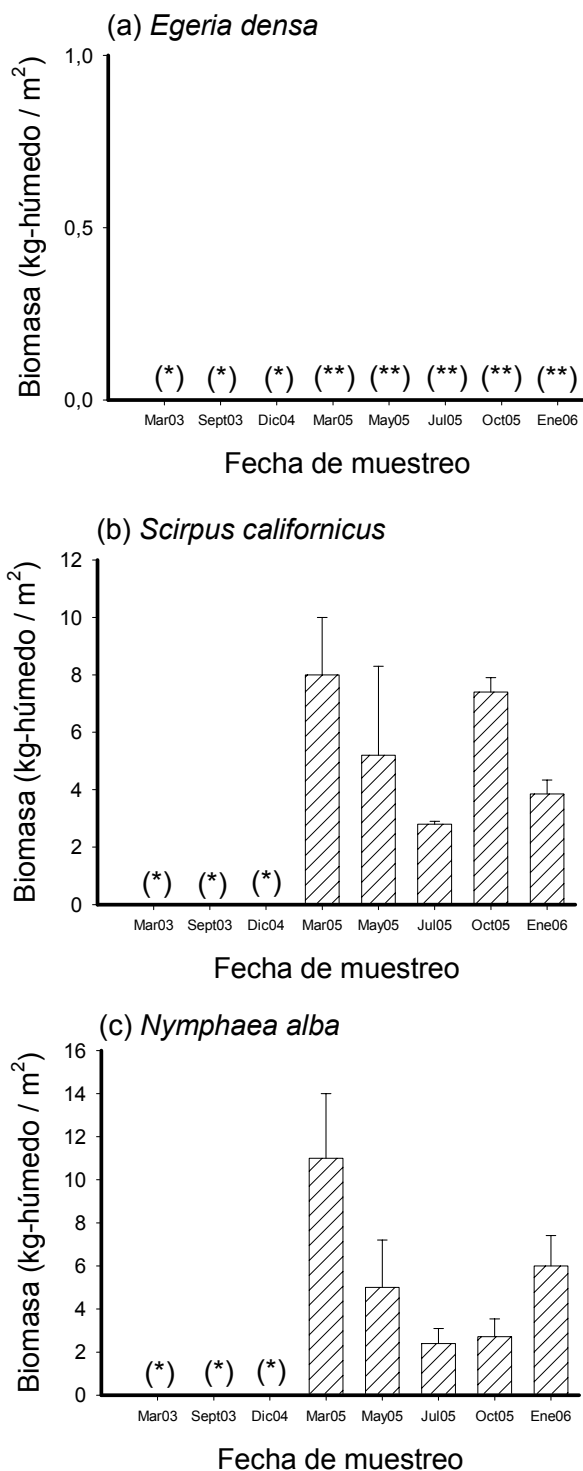


**Figura 5:** Estación 4 – Sector Santa María (Enero 19, 2006). (A) Vista general del área, (B) asociación de "Loto", (C) asociación de "Totora". (D) asociaciones de "Totora" y "Loto", (E-F) punto donde se encontró *Egeria densa*.

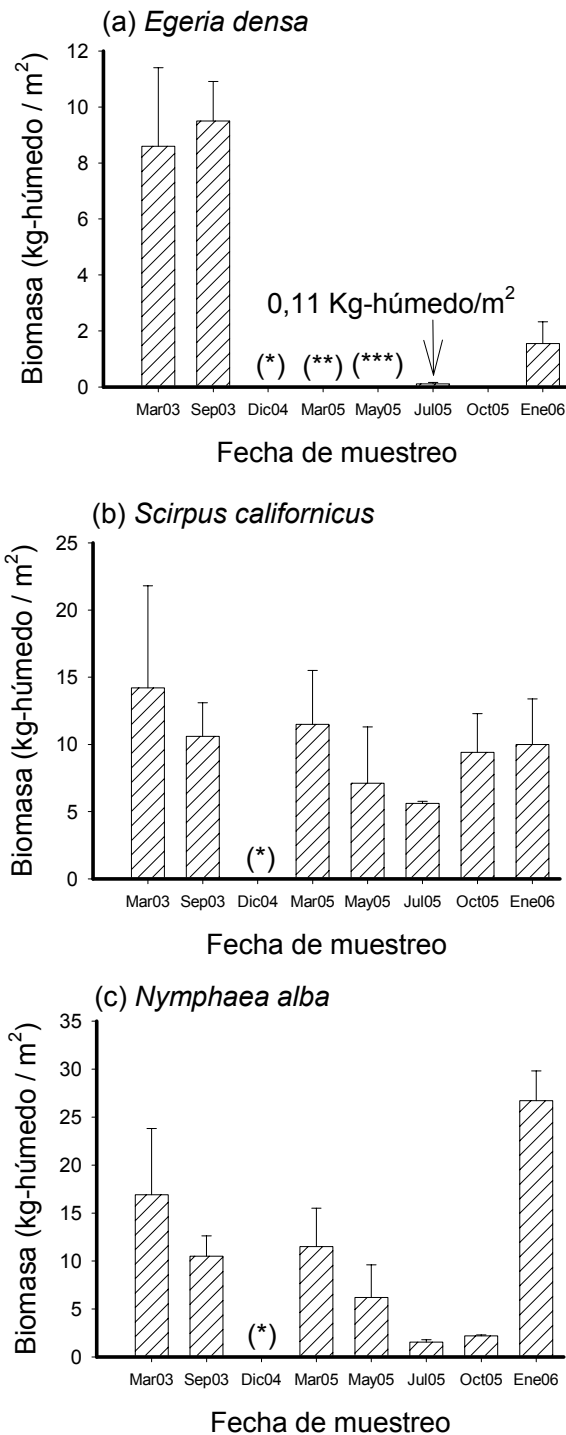




**Figura 6:** Estación 4 – Sector Santa María (Enero 19, 2006). (A y B) punto donde se encontró *Egeria densa*, (C-D) actividades de muestreo de la grilla.



**Figura 7.** Análisis comparativo de la biomasa ( $X \pm DE$ ) de las especies (a) *Egeria densa*, (b) *Scirpus californicus* y (c) *Nymphaea alba*, en la Estación 3, localizada al interior del humedal del río Cruces. (\*) La biomasa no fue determinada; (\*\*) la especie estuvo ausente.



**Figura 8.** Análisis comparativo de la biomasa ( $X \pm DE$ ) de las especies (a) *Egeria densa*, (b) *Scirpus californicus* y (c) *Nymphaea alba*, en la Estación 4, localizada al interior del humedal del río Cruces. (\*) La biomasa no fue determinada; (\*\*) la especie estuvo presente pero con biomazas muy bajas; (\*\*\*) la especie estuvo ausente.

### **9.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

En el muestreo de enero del 2006 se pudo observar un comportamiento de las asociaciones vegetacionales similares a las observadas en los últimos muestreos. Esta situación es válida tanto para las estaciones 3 (Fuerte San Luis) y 4 (Santa María). Al respecto, cabe mencionar lo siguiente:

- Al igual que en los muestreos anteriores, no se registró la presencia de *Egeria densa* en la estación 3. Sin embargo, en la estación 4 se observó en una de las parcelas su presencia, aunque con coberturas y biomásas muy bajas.
- En las grillas consideradas para el monitoreo con alta cobertura espacial de *Egeria densa*, mostró resultados negativos en ambas estaciones, al no haberse registrado la presencia de esta especie. Lo cual sugiere que los ejemplares observados en una de las parcelas litorales son sólo ejemplares aislados.
- A excepción por la ausencia de *Egeria densa* en la estación 3 o sus bajas densidades en la estación 4, el resto de la comunidad presenta una condición considerada “normal”, en cuanto a composición y diversidad.
- En ambas estaciones, las biomásas de *Scirpus californicus* y *Nymphaea alba* presenta fluctuaciones, sin embargo son consideradas dentro de rangos “normales” de variación. Estas fluctuaciones estarían asociadas fundamentalmente a la estacionalidad climática, régimen hidrológico y al error asociado al muestreo. Con respecto a la biomasa de *Egeria densa* de la estación 4, ésta es todavía extremadamente baja y muy diferente a la situación reportada en el año 2003.

**9.4 BIBLIOGRAFÍA**

- BARRERA, J. 1986. Autoecología de *Aponogeton distachyon* L.F. (Aponogetonaceae, Liliatae) en la Laguna de Santo Domingo (Valdivia, Chile). Tesis de Grado, Escuela de Biología y Química. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 79 pág.
- BARRERA, J. Y RAMIREZ, C. 1986. Origen, características y aprovechamiento de los bañados del Sur de Chile. Versiones Abreviadas II Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, Talca, 1:52-56.
- CAMPOS, H. 1985. Distribution of the fishes in the andean rivers in the South of Chile. *Archiv für Hydrobiologie* 104(2): 169 - 191.
- COOK, C. , GUT, B., RUX, E., SCHNETTLER, J. Y SEITZ, M. 1974. Water plants of the world – A manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes. Dr. W. Junk b.v. Publihers, La Haya. 561 pág.
- HUBER, A. 1975. Beitrag zur Klimatologie und Klimaökologie von Chile. Tesis doctoral, Universidad Ludwig Maximilians: Munich. 235 pág.
- ILLIES, J. 1961. Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. *Revue Gesamten Hydrobiologie* 46 (2): 205 – 213.
- JARAMILLO, E. (Editor). 2005. Estudio sobre el origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwander en la Provincia de Valdivia. Informe Técnico Universidad Austral de Chile. 539 pp.
- KREEB, K. H. 1983. Vegetationskunde. E. Ulmer, Stuttgart. 331 pág.
- MARTICORENA, C. y QUEZADA, M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 44(1): -157
- MUELLER-DOMBOIS, D. Y H. ELLENBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York. 547 pág.
- RAMIREZ, C. y N. AÑAZCO. 1982. Variaciones estacionales en el desarrollo de *Scirpus californicus*, *Typha angustifolia* y *Phragmites communis* en pantanos valdivianos, *Chile Agro Sur* 10(2): 11 123
- RAMÍREZ, C. 1995. Flora y vegetación acuática. Río Cruces santuario de la Naturaleza. Descripción Línea Base Proyecto Valdivia, Forestal Arauco, Geotécnica. 26 pp.
- RAMIREZ, C., FINOT, V., SAN MARTIN, C. y A. ELLIES. 1991. El valor indicador ecológico de las malezas del Centro – Sur de Chile. *Agro Sur* 19(2): 94 – 116.
- RAMIREZ, C., SAN MARTIN, C., MEDINA, R. y D. CONTRERAS. 1991. Estudio de la flora hidrófila del Santuario de la Naturaleza “Río Cruces” (Valdivia, Chile). *Gayana Botánica* 48(1 – 4): 67-80.
- SAN MARTIN, C., D. CONTRERAS & C. RAMIREZ. 2000. El recurso vegetal del Santuario de la Naturaleza "Carlos Andwanter" (Valdivia, Chile). *Revista Geográfica de Valparaíso* 31: 225-235.
- WATABLE, T. y J. KARZULOVIC. 1960. Los movimientos sísmicos del mes de mayo de 1960 en Chile. *Anales Facultad Ciencias Físicas y Matemática, Universidad de Chile* 17: 23 – 64.
- ZAR JH (1984) *Biostatistical analysis*. Second edition. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, Jersey, USA. 7188 pp.



**ESTE CAPÍTULO NO SE PRESENTA YA QUE SEGÚN LA RCA 279/98, CORRESPONDE PRESENTARLO CON FRECUENCIA SEMESTRAL**

## 11. Emisiones Atmosféricas

### 11.1. ANTECEDENTES GENERALES

Con fecha 18 de Marzo de 2005, Conama solicitó mediante la Resolución N° 197 realizar la medición de emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, TRS y MP. A fin de cumplir con este requerimiento, Planta Valdivia contrató los servicios de la empresa Proterm para efectuar mediciones trimestrales durante los meses de Enero 06, Mayo 06, Julio 06 y Octubre 06.

El muestreo correspondiente a este trimestre fue realizado durante los días 25 al 27 de Enero.

Las mediciones de emisiones se realizan en los siguientes equipos:

Fuente	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	TRS
Caldera Recuperadora (1)	X	X	X	X
Caldera de Poder (1)	X	X	X	--
Estanque Disolvedor	X	X	--	X
Horno de Cal	X	X	X	X

(1) La medición de Caldera Recuperadora y de Caldera de Poder se efectúan en la chimenea común de ambas.

La ubicación de estos puntos se detalla en el anexo A.1.

En el único punto donde no se ejecutan todas las mediciones es en el Estanque Disolvedor, ya que al tratarse de una fuente en la que no hay gases de combustión, no es necesario hacer medición de NO<sub>x</sub>.

#### Metodología y Equipo Utilizado

**SO<sub>2</sub>** Método EPA N°8. El equipo utilizado es un muestreador universal Graseby Nutech, modelo 2010-A. El número de serie de este equipo es 80944.

**NO<sub>x</sub>** Método EPA N°7-E. El equipo utilizado es un analizador multivariable Testo, modelo 330-2. El número de serie de este equipo es 01036183/411.

**MP** Método EPA N°5. El equipo utilizado es un muestreador universal Graseby Nutech, modelo 2010-A. El número de serie de este equipo es 80944.

**TRS** Método EPA N°16-A. El equipo utilizado es un muestreador universal Graseby Nutech, modelo 2010-A. El número de serie de este equipo es 80944.

## 11. Emisiones Atmosféricas

### 11.2. DIÓXIDO DE AZUFRE

#### TABLAS DE DATOS

##### Concentración media de SO<sub>2</sub> (mg/m<sup>3</sup> Std)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
27-01	67,0	--	--
26-01	--	0,50	--
25-01	--	--	1,40

##### Emisión diaria de SO<sub>2</sub> (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
27-01	62,0	--	--
26-01	--	20,6	--
25-01	--	--	4,4
<b>Total</b>		87,0	

### 11.3. ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO<sub>x</sub>)

#### TABLAS DE DATOS

##### Concentración media de NO<sub>x</sub>, expresado como NO (mg/m<sup>3</sup> Std)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
26-01	--	125,0	--
25-01	--	--	192,0

##### Emisión diaria de NO<sub>x</sub>, expresado como NO (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
26-01	--	1874,0	--
25-01	--	--	215,0
<b>Total</b>		2089,0	

#### 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
- (3) El detalle de cada una de las mediciones puede verse en el Informe de Proterm adjunto.

## 11. Emisiones Atmosféricas

### 11.4. AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)

#### TABLAS DE DATOS

Concentración media de TRS, expresado como H<sub>2</sub>S (ppmv al 8%)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
26-01	110,0	0,10	--
25-01	--	--	0,5

#### Emisión diaria de TRS, expresado como H<sub>2</sub>S (kg/d)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
27-01	54,30	--	--
26-01	--	2,34	--
25-01	--	--	1,04
<b>Total</b>		57,7	

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
- (3) El detalle de cada una de las mediciones puede verse en el Informe de Proterm adjunto.

### 11.5. MATERIAL PARTICULADO (MP)

#### TABLAS DE DATOS

Concentración media de MP (mg/m<sup>3</sup> Std)

Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
27-01	778,0	--	--
26-01	--	20,5	--
25-01	--	--	17,4

#### Emisión diaria de MP (kg/d)

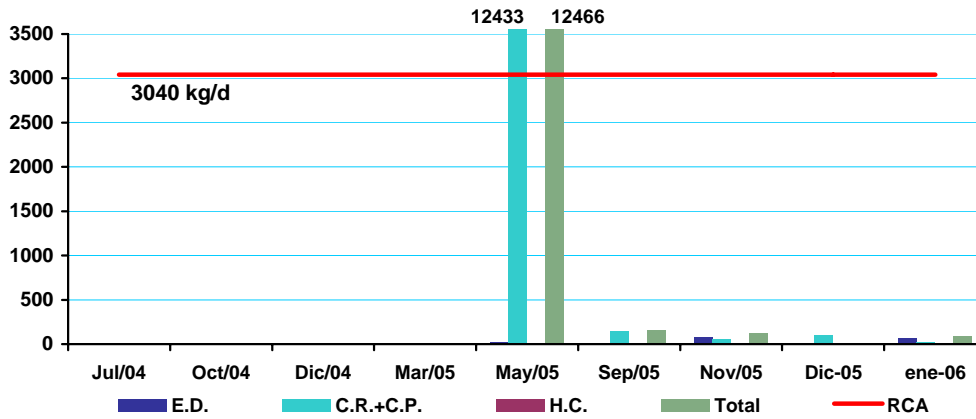
Fecha	E.D. de C.R.	C.R. + C.P.	H.C.
27-01	249,0	--	--
26-01	--	335,0	--
25-01	--	--	21,4
<b>Total</b>		605,4	

**11. Emisiones Atmosféricas**

**11.6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

**DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)**

Emisión de SO<sub>2</sub> (kg/d)

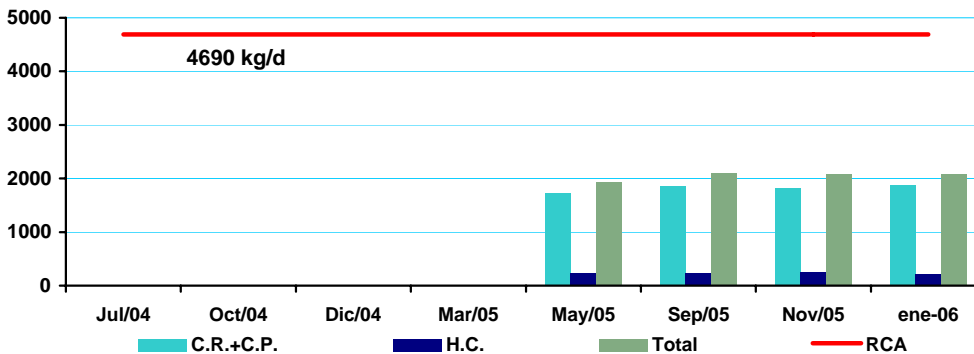


La emisión global de las fuentes fijas es de 87,0 kg/d, constituyendo los aportes principales, el estanque disolvedor (71,2 %) y las calderas de Planta (23,7%).

La emisión global estimada en la tabla 4.1 del punto 4.5.9 de la Resolución de Calificación Ambiental es de 3040 kg/d. Por lo tanto, la emisión de Planta Valdivia es menor al estimado en dicho documento.

**OXIDOS DE NITRÓGENO (NOx como NO)**

Emisión de NOx (kg/d)



La emisión global de las fuentes fijas es de 2.089,0 kg/d. El aporte mayoritario lo constituye la chimenea común de las Calderas de Poder y Recuperadora (89,7%).

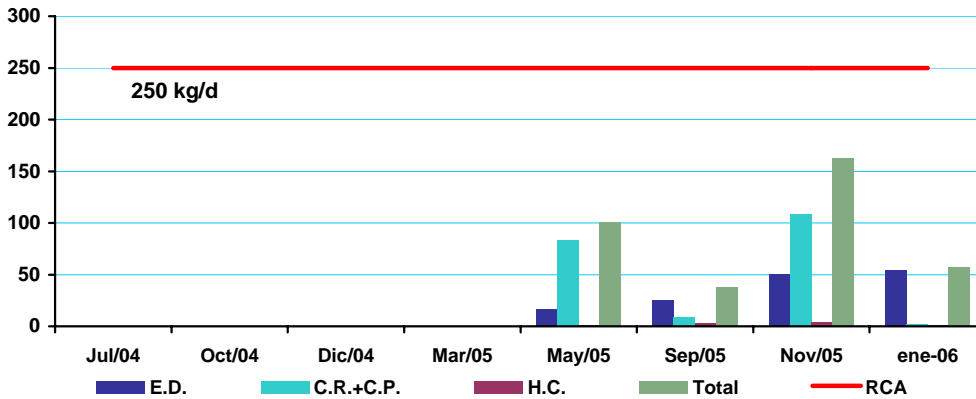
La emisión global estimada en la tabla 4.1 del punto 4.5.9 de la Resolución de Calificación Ambiental es de 4690 kg/d. Por lo tanto, la emisión de Planta Valdivia es menor al estimado en dicho documento.



### 11. Emisiones Atmosféricas

#### AZUFRE TOTAL REDUCIDO (TRS)

Emisión de TRS, como H<sub>2</sub>S (kg/d)

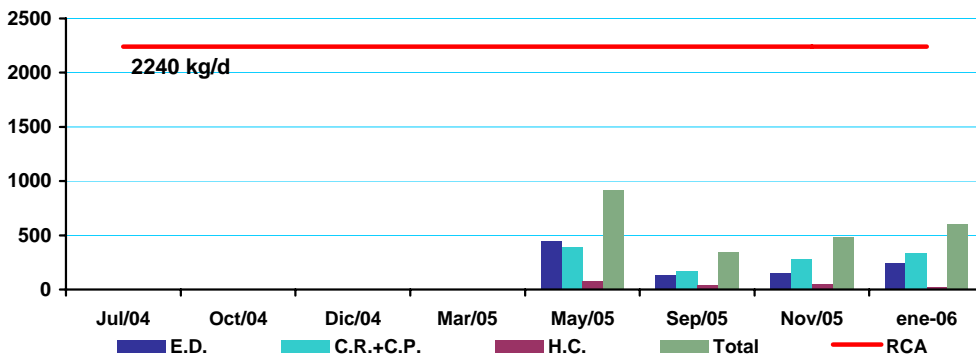


La emisión total de las fuentes fijas descritas en el punto 11.5 es de 57,7 kg/d. El aporte principal proviene de la chimenea del estanque disolvedor.

La emisión estimada en la tabla 4.1 de la RCA es de 250 kg/d. Por lo tanto, la emisión de Planta Valdivia es inferior al estimado en dicho documento.

#### MATERIAL PARTICULADO (MP)

Emisión de MP (kg/d)

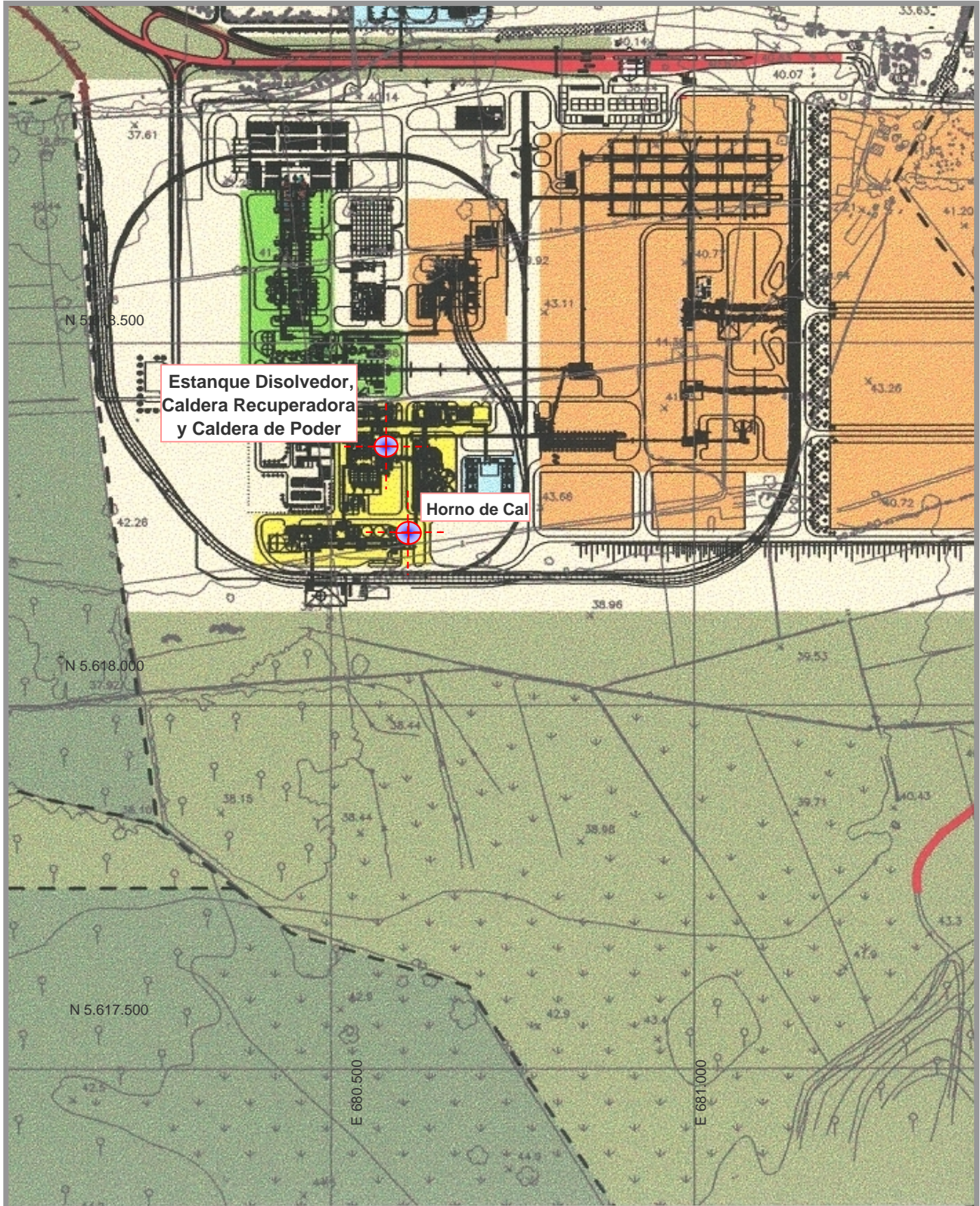


La emisión total de las fuentes fijas descritas en el punto 11.4 es de 605,4 kg/d. Los aportes provienen de la chimenea común de las Calderas de Poder y Recuperadora (55,3%) y estanque disolvedor (41,1%)

La emisión estimada en la tabla 4.1 de la RCA es de 2240 kg/d. Por lo tanto, la emisión de la Planta es significativamente inferior al de dicho documento.

**11. Emisiones Atmosféricas**

**ANEXO A.1: PUNTOS DE MUESTREO**







Casilla 3023  
Av. Sanhueza 1825 Of.-B  
Pedro de Valdivia  
Concepción, Chile

- Laboratorio autorizado de análisis de gases y emisiones atmosféricas.
- Pruebas de evaluación de quemadores, calderas y filtros de gases.
- Mediciones, diagnósticos y optimización de equipos de Termofluidos.

**Fono: 41 – 33 14 12**  
Fax : +56 - 41 - 33 20 98  
E-mail: [proterm@proterm.cl](mailto:proterm@proterm.cl)

---

## **INFORME**

O.T. Proterm N° 2006- 8

**Proyecto** : **Medición isocinética de la emisión de Material Particulado Total (MPT), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Azufre Total Reducido (TRS), Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Monóxido de Carbono (CO).**

**Fuente** : **Chimenea Horno de Cal**

**Empresa** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.  
Planta Valdivia  
San José de la Mariquina

**Combustible** : Fuel Oil N°6

**Encargado Proyecto** : Andrés Carrasco Cisternas

**Fecha medición** : 25 de Enero de 2006

**Fecha entrega informe** : 13 de Febrero de 2006



**Indice**

**Página**

1.	<b><u>Datos de la Medición</u></b> .....	3
2.	<b><u>Datos de la Fuente</u></b> .....	4
3.	<b><u>Resumen de Resultados</u></b> .....	5
4.	<b><u>Ubicación de los Puertos de Muestreo</u></b> .....	6
5.	<b><u>Comentarios</u></b> .....	7
6.	<b><u>Tabla Resumen de Datos</u></b> .....	8

**1.- Datos de la Medición:**

Realizado en : Celulosa Arauco y Constitución S.A.  
Fuente medida : Chimenea Horno de Cal  
Contaminante medido : Partículas, SO<sub>2</sub>, TRS, NO<sub>x</sub> y CO.  
Realizado por : Proterm Ltda.  
Revisado por : Andrés Carrasco Cisternas  
Fecha del informe : 13 de Febrero de 2006  
Supervisor del muestreo: Sebastián Henning Gonzalez  
Operador caja medidora: Daniel Burgos Pedraza  
Operador sonda : Claudio Pedreros Echeverria  
Análisis Laboratorio : Dans Mundaca Ortega  
Digitador : Sebastián Henning Gonzalez  
Responsable medición : Mauricio Mera Araya  
Nº interno equipo medición: Graseby Nº 80944, Nº 1192-712  
Fecha última calibración: 9 Septiembre 2005, 2 Noviembre 2005  
Nº corridas : 3  
Método(s) utilizados(s) : EPA Nº5, Nº8, Nº7-E, Nº16-A, Nº3 y  
Nº10  
Tipo de fuente : Puntual



**2.- Datos de la Fuente:**

Propietario/razón Social de fuente:		Celulosa Arauco y Constitución S.A. Planta Valdivia
Representante legal	:	Sergio Carreño M.
RUT	:	93.458.000-1
Dirección	:	Ruta 5 Sur, Km. 788 – Sector Rucaco
Comuna	:	San José de la Mariquina
Teléfono/Fax	:	63-271700 63-271412
Tipo de equipo muestreado	:	Horno de cal
Fecha y hora de la medición	:	25/01/2006; 14:06 -18:43 hrs.
Nº Registro S.S.	:	S/R
Nº de fábrica	:	S/R
Nº interno	:	354-51-108
Año de fabricación	:	2002
Modelo	:	LMD425115
Fabricante	:	Andritz
Sistema de control de emisiones	:	Precipitador electrostático
Tipo de combustible	:	Fuel Oil N°6
Horas/Día de funcionamiento	:	24
Días/Año de funcionamiento	:	354
Sistema de evacuación de gases	:	Ventilador inducido

**3.- Resumen de Resultados:**

Material Particulado Total						
Parámetro	Unidad	C1	C2	C3	Des.están.	Promedio
Material particulado	mg/m3(std)	21,7	12,4	18,1	4,67	17,4
Part. corregida por E.A.	mg/m3(std)	21,7	12,4	18,1	4,67	17,4
Emisión Horaria	kg/h	1,13	0,62	0,92	0,26	0,89
Emisión Diaria	kg/día	27,2	14,8	22,1	6,25	21,4
Caudal de Gases(Std)	m3(std)/h	52.251	49.532	50.906	1.359,3	50.896
Exceso de Aire	%	39,0	38,5	40,2	0,87	39,2
Concentración de CO2	%	23,1	23,9	21,8	1,06	22,9
Concentración de O2	%	5,30	5,20	5,50	0,15	5,33
Concentración de CO	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Isocinetismo	%	87,0	91	88	2,10	89
Humedad de gases	%	23,0	24,0	24,1	0,62	23,7
Velocidad de gases	m/s	11,5	11,0	11,1	0,26	11,2
Temperatura de gases	°C	250	247	241	4,58	246

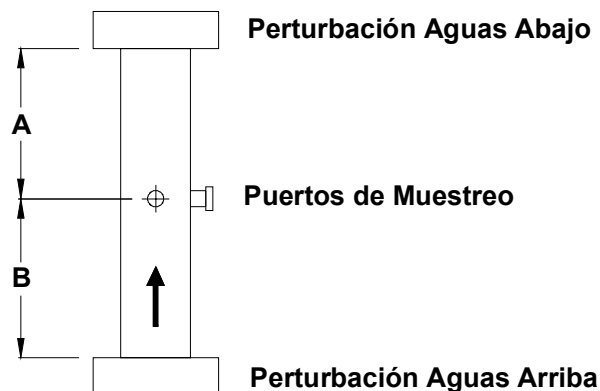
Gases SO <sub>2</sub> y TRS			
	Unidad	SO <sub>2</sub>	TRS
Fecha		25.01.06	25.01.06
Flujo Gases Secos	m <sup>3</sup> (std)/h	50.896	50.896
Concentración	ppmv (std)	1,39	0,61
Concentración al 8% de O <sub>2</sub>	ppmv (std)	-	0,5
Emisión	kg/día	4,44	1,04

PROTERM LTDA.		HOJA CALCULO DE GASES						V.2.0	
CELCO S.A. - Planta Valdivia	Gases totales	Composición					Emisión		
25 de Enero 2006	Nm3/h-secos	C#1	C#2	C#3	%	ppm	mg/Nm3	kg/h	kg/día
<b>Horno de Cal</b>	<b>46.627</b>								
CO2		23,1	23,9	21,8	22,9	229.333	453.412	21.141	<b>5,074E+05</b>
O2		5,3	5,2	5,5	5,3	53.333	76.225	3.554	<b>8,530E+04</b>
CO		19	16	12		16	20	0,91	<b>22</b>
NOx (= NO)		132	135	163		143	192	8,95	<b>215</b>



#### 4.- Ubicación de los Puertos de Muestreo:

Esquema básico del ducto



Diámetro interno	:	1,92 metros
Distancia "A"	:	18 metros
Distancia "B"	:	12 metros
Posición del ducto	:	Vertical
Singularidad aguas abajo:		Expansión por término de la chimenea
Singularidad aguas arriba:		Codo por cambio de dirección
Sección ducto	:	Circular
Matriz Puntos	:	2 x 6
Largo de coplas	:	0,35 metros

Ubicación de los puntos de muestreo		
Nº puntos	Distancia pared interna centro de boquilla (cm)	Distancia entre boquilla y marca sonda con largo copla (cm)
1	8	43
2	28	63
3	56	91
4	136	171
5	164	199
6	184	219

**5.- Comentarios:**

- a) La operación del horno de cal se mantuvo estable entre los siguientes parámetros:
- |                   |   |             |
|-------------------|---|-------------|
| Flujo de lodos    | : | 23 lt/s     |
| Flujo de Fuel Oil | : | 0,665 kg/s  |
| Producción de Cal | : | 400 Ton/día |
| Oxígeno residual  | : | 2,8 %       |
| Tª calcinación    | : | 819 °C      |
- b) La concentración de material particulado el día del ensayo fue en promedio de 17,4 mg/m<sup>3</sup>(std). Se calcula una emisión diaria de 21,4 kg/día.
- c) La medición de Dióxido de Azufre indicó una concentración de 1,39 ppm de SO<sub>2</sub> en promedio. La tasa de emisión promedio fue de 4,44 kg/día.
- d) La medición de TRS indicó una concentración de 0,5 ppm de H<sub>2</sub>S en promedio corregido al 8% de O<sub>2</sub>. La tasa de emisión promedio fue de 1,04 kg/día.
- e) La medición de Óxidos de Nitrógeno realizada indica un resultado de 143 ppmv de NO en promedio. Se calcula una tasa de emisión promedio de 215 kg/día.
- f) La medición de Monóxido de Carbono indica un resultado de 16 ppmv de CO en promedio. Se calcula una tasa de emisión promedio de 22 kg/día.

Andrés Carrasco Cisternas  
Ingeniero Civil Mecánico  
Subgerente Mediciones  
Proterm Ltda.

Sebastián Henning Gonzalez  
Ingeniero Civil Mecánico  
Ingeniero de Proyectos  
Proterm Ltda.



**6.- Resumen de Datos, Cálculos y Antecedentes:**

Listado de Anexos:

- Anexo N°1: Resultados mediciones de Material Particulado
- Anexo N°2: Resultados mediciones de Dióxido de Azufre
- Anexo N°3: Resultados mediciones de TRS
- Anexo N°4: Resultados mediciones de Gases



PROTERM LTDA.							V.2.0
<b>RESULTADOS MEDICIÓN ISOCINETICA MATERIAL PARTICULADO</b>							
Empresa	:	CELCO S.A. - Planta Valdivia					
Fuente	:	Horno de Cal					
Lugar de medición	:	Salida Chimenea					
Ensayo N°	:	2006-M-978					
Fecha	:	25 de Enero 2006					
Condiciones Estándar	:	Temperatura	25 °C				
		Presión	760 mm Hg				
Item	Parámetro	Fecha	25-ene	25-ene	25-ene	Promedio	Desviación estándar
		Hora	14:05-14:48	15:07-15:50	16:10-16:53		
		Corrida N°	1	2	3		
		Filtro N°	1.405	1.409	1.410		
<b>1.0</b>	<b>Datos de la fuente</b>						
1.1	Diámetro chimenea	m	1,920	1,920	1,920		
1.2	Tipo combustible		Fuel Oil N°6	Fuel Oil N°6	Fuel Oil N°6		
1.3	Máximo exceso aire	%	50	50	50		
<b>2.0</b>	<b>Datos del equipo</b>						
2.1	Coficiente @H	mm Hg	51,710	51,710	51,710		
2.2	Coficiente Y		0,955	0,955	0,955		
2.3	Coficiente pitot		0,863	0,863	0,863		
2.4	Diámetro boquilla	mm	9,53	9,53	9,53		
<b>3.0</b>	<b>Datos de terreno</b>						
<b>3.1</b>	<b>Ambiente</b>						
3.1.1	Temperatura	°C	27,3	28,0	28,7	<b>28,0</b>	
3.1.2	Humedad	%	46	44	42	<b>44</b>	
3.1.3	Presión	mm Hg	758	758	758	<b>758</b>	
<b>3.2</b>	<b>Fuente</b>						
3.2.1	Temperatura	°C	250	247	241	<b>246</b>	
3.2.2	Presión	mm c.a.	-9,3	-9,3	-9,3	<b>-9,3</b>	
3.2.3	CO2	%	23,1	23,9	21,8	<b>22,9</b>	
3.2.4	O2	%	5,3	5,2	5,5	<b>5,3</b>	
3.2.5	CO	%	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	
3.2.6	Humedad estimada	%-vol.	25,0	25,0	25,0		
<b>3.3</b>	<b>Equipo</b>						
3.3.1	Temperatura DGM	°C	29	31	32		
3.3.2	Presión DGM	mm c.a.	48	44	46		
3.3.3	Volumen DGM	m3	0,850	0,850	0,850		
3.3.4	Tiempo muestreo	min.	43,00	43,00	43,00		
3.3.5	Delta p pitot	mm c.a.	6,0	5,5	5,7		



<b>4.0 Datos de Laboratorio</b>							
4.1	Volumen condensado	ml	144,0	170,2	170,2		
4.2	Agua en sílica	gr	32,7	15,8	15,8		
4.3	Peso material en filtro	mg	11,5	8,1	13,6		
4.4	Peso material en acetona	mg	5,9	1,8	0,8		
<b>Resultados intermedios</b>							
5.1	Peso material total	mg	17,4	9,9	14,4		
5.2	Humedad gases						
5.2.1	Volumen agua	ml	177	186	186		
5.2.2	Volumen vapor	m3(std)	0,240	0,252	0,252		
5.2.3	Humedad real	%	23,0	24,0	24,1	<b>23,7</b>	0,62
5.3	Volumen DGM	m3(std)	0,803	0,797	0,795		
5.5	Factor de combustible F0		0,675	0,657	0,706		
5.6	Peso molecular						
5.6.1	seco	g/g-mol	31,9	32,0	31,7		
5.6.2	húmedo	g/g-mol	28,7	28,7	28,4		
5.8	Velocidad gases	m/s	11,5	11,0	11,1	<b>11,2</b>	
5.9	Exceso de aire	%	39,0	38,5	40,2	<b>39,2</b>	
5.10	Isocinetismo	%	87,0	91,1	88,4	<b>88,8</b>	
<b>6. Resultados finales</b>							
<b>6.1 Flujo gases</b>							
6.1.1	real húmedo	m3/h	119.499	114.186	116.086	<b>116.590</b>	2692
6.1.2	estándar húmedo	m3(std)/h	67.849	65.206	67.065	<b>66.707</b>	1357
6.1.3	estándar seco	m3(std)/h	52.251	49.532	50.906	<b>50.896</b>	1359,3
6.1.4	normal húmedo	Nm3/h	62.157	59.736	61.439	<b>61.111</b>	1243
6.1.5	normal seco	Nm3/h	47.867	45.377	46.636	<b>46.627</b>	1245,3
<b>6.2 Concentración partículas</b>							
6.2.1	estándar seco	mg/m3(std)	21,7	12,4	18,1	<b>17,4</b>	4,67
6.2.2	corregido exceso aire	mg/m3(std)	21,7	12,4	18,1	<b>17,4</b>	4,67
6.2.3	normal seco	mg/Nm3	23,7	13,6	19,8	<b>19,0</b>	5,10
6.2.4	corregido 8 % O2	mg/Nm3	19,6	11,2	16,6	<b>15,8</b>	4,28
<b>6.3 Emisión material particulado</b>							
6.3.1	Emisión horaria	kg/h	1,13	0,62	0,92	<b>0,89</b>	0,26
6.3.2	Emisión diaria	kg/dia	27,2	14,8	22,1	<b>21,4</b>	6,25





PROTERM LTDA.

V.2.0

**RESULTADOS MEDICIÓN DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)**

Empresa : CELCO S.A. - Planta Valdivia  
Fuente : Horno de Cal  
Lugar de medición : Salida Chimenea  
Ensayo N° : 2006-M-980  
Fecha : 25.01.06  
Metodología : EPA N°6 (SO<sub>2</sub>)

PM(SO <sub>2</sub> ) = 64						
Ítem	Parámetro	Corrida N°	1	2		Promedio
<b>1.0</b>	<b>Muestra gas:</b>					
1.1	Volumen	m3	0,8500	0,0202		
1.2	Y-Medidor		0,955	1,001		
1.3	Temperatura medidor	°C	29	35		
1.4	Presión medidor	mm-H <sub>2</sub> O	48,0	0,5		
1.5	Presión atmosférica	mm-Hg	758	757		
1.6	Volumen (std)	m3(25°C,760)	0,8031	0,0195		
<b>2.0</b>	<b>Gas chimenea:</b>					
2.1	Flujo seco	m3(std)/h	50.896	50.896		
<b>3.0</b>	<b>Datos Laboratorio:</b>					
3.1	Bario	ml	0,70	0,16		
		ml	0,54	0,10		
		ml	0,54	0,14		
		promedio	0,59	0,13		
	Normalidad		0,009515	0,009515		
3.2	Blanco	ml	0,06	0,06		
3.3	Solución	ml	265	80		
3.4	Muestra	ml	20	20		
<b>4.0</b>	<b>Resultados:</b>					
4.1	Cantidad SO <sub>2</sub>	mg	2,15	0,09		
4.2	Concentración SO <sub>2</sub>	mg/m3(std)	2,68	4,58		<b>3,63</b>
		ppm	1,02	1,75		<b>1,39</b>
4.3	Tasa emisión SO <sub>2</sub>	kg/h	0,14	0,23		<b>0,18</b>
		kg/día	3,28	5,60		<b>4,44</b>

**PROTERM LTDA.**

V.2.0

**RESULTADOS MEDICIÓN TRS (H2S)**

Empresa	: CELCO S.A. - Planta Valdivia
Fuente	: Horno de Cal
Lugar de medición	: Salida Chimenea
Ensayo N°	: 2006-M-979
Fecha	: 25.01.06
Metodología	: EPA N°16A (TRS)

PM(H2S) = 34.080						
Item	Parámetro	Titulación N°	1	2	3	Promedio
<b>1.0</b>	<b>Muestra gas:</b>					
1.1	Volumen	m3	0,4730	0,4730	0,4730	
1.2	Y-Medidor		1,001	1,001	1,001	
1.3	Temperatura	°C	33	33	33	
1.4	Presión	mm-H2O	0,5	0,5	0,5	
1.5	Volumen (std)	m3(25°C,760)	0,461	0,461	0,461	
<b>2.0</b>	<b>Gas chimenea:</b>					
2.1	Flujo seco	m3(std)/h	50.896	50.896	50.896	
2.2	Oxígeno	%	5,5	5,5	5,5	
<b>3.0</b>	<b>Datos Laboratorio:</b>					
3.1	Bario	ml	0,68	0,66	0,66	
		ml				
		promedio	0,68	0,66	0,66	
3.2	Normalidad		0,00952	0,00952	0,00952	
3.3	Blanco	ml	0,06	0,06	0,06	
3.4	Solución	ml	80	80	80	
3.5	Muestra	ml	20	20	20	
<b>4.0</b>	<b>Resultados:</b>					
4.1	Cantidad SO2	mg	0,76	0,73	0,73	
4.2	Concentración SO2	mg/m3(std)	1,64	1,59	1,59	
	Concentración H2S	mg/m3(std)	0,87	0,84	0,84	<b>0,85</b>
	ppmv H2S (std)		0,62	0,60	0,60	<b>0,61</b>
	<b>ppmv H2S(std) @ 8%O2</b>		<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
4.3	Tasa emisión	kg/h H2S	0,04	0,04	0,04	<b>0,04</b>
		<b>kg/día H2S</b>	<b>1,06</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,04</b>



## MEDICIÓN DE GASES

### 1. Datos Ensayo

Equipo : Horno de Cal  
Fecha : 25 de Febrero del 2006  
Punto : Salida Chimenea

### 2. Cálculos

PROTERM LTDA.		HOJA CALCULO DE GASES								V.2.0
CELCO S.A. - Planta Valdivia	Gases totales	Composición						Emisión		
25 de Enero 2006	Nm3/h-secos	C#1	C#2	C#3	%	ppm	mg/Nm3	kg/h	kg/día	
<b>Horno de Cal</b>	<b>46.627</b>									
CO2		23,1	23,9	21,8	22,9	229.333	453.412	21.141	<b>5,074E+05</b>	
O2		5,3	5,2	5,5	5,3	53.333	76.225	3.554	<b>8,530E+04</b>	
CO		19	16	12		16	20	0,91	<b>22</b>	
NOx (= NO)		132	135	163		143	192	8,95	<b>215</b>	



Casilla 3023  
Av. Sanhueza 1825 Of.-B  
Pedro de Valdivia  
Concepción, Chile

- Laboratorio autorizado de análisis de gases y emisiones atmosféricas.
- Pruebas de evaluación de quemadores, calderas y filtros de gases.
- Mediciones, diagnósticos y optimización de equipos de Termofluidos.

**Fono: 41 – 33 14 12**  
Fax : +56 - 41 - 33 20 98  
E-mail: [proterm@proterm.cl](mailto:proterm@proterm.cl)

---

## **INFORME**

O.T. Proterm N° 2006- 008

**Proyecto** : **Medición isocinética de la emisión de Material Particulado Total (MPT), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Azufre Total Reducido (TRS), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Monóxido de Carbono (CO).**

**Fuente** : **Chimenea común Caldera Recuperadora y de Poder**

**Empresa** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.  
Planta Valdivia  
San José de la Mariquina

**Combustible** : Desechos Húmedos de Madera y Licor Negro

**Encargado Proyecto** : Andrés Carrasco Cisternas

**Fecha medición** : 26 de Enero de 2006

**Fecha entrega informe** : 13 de Febrero de 2006



**Indice**

**Página**

1.	<b><u>Datos de la Medición</u></b> .....	3
2.	<b><u>Datos de la Fuente</u></b> .....	4
3.	<b><u>Resumen de Resultados</u></b> .....	5
4.	<b><u>Ubicación de los Puertos de Muestreo</u></b> .....	6
5.	<b><u>Comentarios</u></b> .....	7
6.	<b><u>Tabla Resumen de Datos</u></b> .....	8

**1.- Datos de la Medición:**

Realizado en : Celulosa Arauco y Constitución S.A.  
Fuente medida : Chimenea común caldera recuperadora y de poder.  
Contaminante medido : Partículas, SO<sub>2</sub>, TRS, NO<sub>x</sub> y CO.  
Realizado por : Proterm Ltda.  
Revisado por : Andrés Carrasco Cisternas  
Fecha del informe : 13 de Febrero de 2006  
Supervisor del muestreo: Sebastián Henning Gonzalez  
Operador caja medidora: Daniel Burgos Pedraza  
Operador sonda : Claudio Pedreros Echeverria  
Análisis Laboratorio : Dans Mundaca Ortega  
Digitador : Sebastián Henning Gonzalez  
Responsable medición : Mauricio Mera Araya  
Nº interno equipo medición: Graseby Nº 80944, Nº 1192-712  
Fecha última calibración: 9 Septiembre 2005, 2 Noviembre 2005  
Nº corridas : 3  
Método(s) utilizados(s) : EPA Nº5, Nº8, Nº7-E, Nº16-A, Nº3 y Nº10  
Tipo de fuente : Puntual

**2.- Datos de la Fuente:**

Propietario/razón Social de fuente:		Celulosa Arauco y Constitución SA Planta Valdivia
Representante legal	:	Sergio Carreño M.
RUT	:	93.458.000-1
Dirección	:	Ruta 5 Sur, Km. 788 – Sector Rucaco
Comuna	:	San José de la Mariquina
Teléfono/Fax	:	63-271700 / 63-271412
Tipo de equipo muestreado	:	Caldera Recuperadora y de Poder
Fecha y hora de la medición	:	26/01/2006; 10:30 -14:12 hrs.
Nº Registro S.S.		
Caldera Recuperadora	:	Nº244
Caldera de Poder	:	Nº245
Nº de fábrica	:	S/R
Nº interno		
Caldera Recuperadora	:	352-51-255
Cadlera de Poder	:	363-51-125
Año de fabricación	:	2003
Modelo	:	C.Recup: Recox / C.Poder: Hybex
Fabricante	:	Kvaerner Pulping OY
Sistema de control de emisiones	:	Precipitador electrostático
Tipo de combustible	:	C.R: Licor Negro, GNC y Metanol C.P: DHM.
Horas/Día de funcionamiento	:	24
Días/Año de funcionamiento	:	354
Sistema de evacuación de gases	:	Ventilador inducido





### 3.- Resumen de Resultados:

Material Particulado Total						
Parámetro	Unidad	C1	C2	C3	Des.están.	Promedio
Material particulado	mg/m3(std)	26,8	11,2	23,6	8,2	20,5
Part. corregida por E.A.	mg/m3(std)	26,8	11,2	23,6	8,2	20,5
Emisión Horaria	kg/h	17,7	7,7	16,5	5,5	14,0
Emisión Diaria	kg/día	425	184	396	131,5	335
Caudal de Gases(Std)	m3(std)/h	661.949	683.971	699.805	19.011,9	681.908
Exceso de Aire	%	44,3	46,4	50,9	3,37	47,2
Concentración de CO <sub>2</sub>	%	10,7	13,2	13,2	1,44	12,4
Concentración de O <sub>2</sub>	%	6,70	6,70	7,10	0,23	6,83
Concentración de CO	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Isocinetismo	%	91,0	98	93	3,43	94
Humedad de gases	%	19,6	19,3	21,1	0,93	20,0
Velocidad de gases	m/s	15,0	15,4	16,1	0,55	15,5
Temperatura de gases	°C	187	187	186	0,58	187

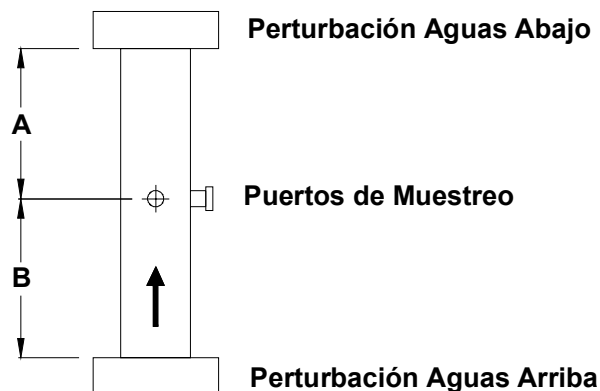
Gases SO <sub>2</sub> y TRS			
	Unidad	SO <sub>2</sub>	TRS
Fecha		26.01.06	26.01.06
Flujo Gases Secos	m <sup>3</sup> (std)/h	672.960	681.461
Concentración	ppmv (std)	0,49	0,1
Concentración al 8% de O <sub>2</sub>	ppmv (std)	-	0,1
Emisión	kg/día	20,6	2,34

PROTERM LTDA.	HOJA CALCULO DE GASES								V.2.0
CELCO S.A. - Planta Valdivia	Gases totales	Composición						Emisión	
26 de Enero 2006	Nm3/h-secos	C#1	C#2	C#3	%	ppm	mg/Nm3	kg/h	kg/día
<b>Caldera Rec. Y de Poder</b>	<b>624.701</b>								
CO <sub>2</sub>		10,7	13,2	13,2	12,4	123.667	244.500	152.739	<b>3,666E+06</b>
O <sub>2</sub>		6,7	6,7	7,1	6,8	68.333	97.663	61.010	<b>1,464E+06</b>
CO		16	13	16		15	19	12	<b>281</b>
NO <sub>x</sub> (= NO)		93	94	93		93	125	78	<b>1.874</b>



#### 4.- Ubicación de los Puertos de Muestreo:

Esquema básico del ducto



Diámetro interno	:	5,5 metros
Distancia "A"	:	47 metros
Distancia "B"	:	35 metros
Posición del ducto	:	Vertical
Singularidad aguas abajo:	:	Expansión por término de la chimenea
Singularidad aguas arriba:	:	Codo por cambio de dirección
Sección ducto	:	Circular
Matriz Puntos	:	4 x 6
Largo de coplas	:	0,3 metros

Ubicación de los puntos de muestreo		
Nº puntos	Distancia pared interna centro de boquilla (cm)	Distancia entre boquilla y marca sonda con largo copla (cm)
1	12	42
2	38	68
3	66	96
4	88	128
5	139	169
6	196	226

**5.- Comentarios:**

- a) La operación de la caldera recuperadora y la caldera de poder fue estable durante el período de medición, la carga de ambas calderas correspondió a:

**Caldera Recuperadora:**

Producción vapor	:	439 Ton/h
Presión vapor	:	84 bar
Flujo licor negro	:	3.082 TSS/d
Porcentaje de sólidos	:	59 %
Flujo de Fuel Oil	:	16,6 Ton/d
Oxígeno residual	:	3,9 %
Flujo de NCG incinerados:	:	1.368 m3N/h

**Caldera de Poder:**

Producción de vapor	:	97 Ton/h
Presión vapor	:	84,8 bar
Flujo de Fuel Oil	:	0 Ton/d
Oxígeno residual	:	4,2 %

- b) La concentración de material particulado el día del ensayo fue en promedio de 20,5 mg/m<sup>3</sup>(std). Se calcula una emisión diaria de 335 kg/día.
- c) La medición de Dióxido de Azufre indicó una concentración de 0,49 ppmv de SO<sub>2</sub> en promedio. La tasa de emisión promedio fue de 20,6 kg/día.
- d) La medición de TRS indicó una concentración de 0,1 ppm de H<sub>2</sub>S en promedio. La tasa de emisión promedio fue de 2,34 kg/día.
- e) La medición de Óxidos de Nitrógeno indica un resultado de 125 ppmv NO en promedio de las tres corridas. Se calcula una tasa de emisión promedio de 1.874 kg/día.
- f) La medición de Monóxido de Carbono indica un resultado de 19 ppmv CO en promedio de las tres corridas. Se calcula una tasa de emisión promedio de 281 kg/día.

Andrés Carrasco Cisternas  
Ingeniero Civil Mecánico  
Subgerente Mediciones  
Proterm Ltda.

Sebastián Henning Gonzalez  
Ingeniero Civil Mecánico  
Ingeniero de Proyectos  
Proterm Ltda.



**6.- Resumen de Datos, Cálculos y Antecedentes:**

Listado de Anexos:

Anexo N°1: Resultados mediciones de Material Particulado

Anexo N°2: Resultados mediciones de Dióxido de Azufre

Anexo N°3: Resultados mediciones de TRS

Anexo N°4: Resultados mediciones de Gases



PROTERM LTDA.							V.2.0
<b>RESULTADOS MEDICIÓN ISOCINETICA MATERIAL PARTICULADO</b>							
Empresa	:	CELCO S.A. - Planta Valdivia					
Fuente	:	Caldera recuperadora y de poder					
Lugar de medición	:	Salida Chimenea					
Ensayo N°	:	2006-M-981					
Fecha	:	26 de Enero 2006					
Condiciones Estándar	:	Temperatura	25 °C				
		Presión	760 mm Hg				
Item	Parámetro	Fecha	26-ene	26-ene	26-ene	Promedio	Desviación estándar
		Hora	10:30-11:09	11:40-12:15	12:36-13:12		
		Corrida N°	1	2	3		
		Filtro N°	1.412	1.411	1.413		
<b>1.0</b>	<b><u>Datos de la fuente</u></b>						
1.1	Diámetro chimenea	m	5,500	5,500	5,500		
1.2	Tipo combustible		LN-DHM	LN-DHM	LN-DHM		
1.3	Máximo exceso aire	%	150	150	150		
<b>2.0</b>	<b><u>Datos del equipo</u></b>						
2.1	Coficiente @H	mm Hg	51,710	51,710	51,710		
2.2	Coficiente Y		0,955	0,955	0,955		
2.3	Coficiente pitot		0,863	0,863	0,863		
2.4	Diámetro boquilla	mm	7,93	7,93	7,93		
<b>3.0</b>	<b><u>Datos de terreno</u></b>						
<b>3.1</b>	<b>Ambiente</b>						
3.1.1	Temperatura	°C	20,5	22,7	22,5	<b>21,9</b>	
3.1.2	Humedad	%	54	52	50	<b>52</b>	
3.1.3	Presión	mm Hg	753	754	754	<b>754</b>	
<b>3.2</b>	<b>Fuente</b>						
3.2.1	Temperatura	°C	187	187	186	<b>187</b>	
3.2.2	Presión	mm c.a.	-20,0	-20,0	-20,0	<b>-20,0</b>	
3.2.3	CO2	%	10,7	13,2	13,2	<b>12,4</b>	
3.2.4	O2	%	6,7	6,7	7,1	<b>6,8</b>	
3.2.5	CO	%	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	
3.2.6	Humedad estimada	%-vol.	25,0	25,0	25,0		
<b>3.3</b>	<b>Equipo</b>						
3.3.1	Temperatura DGM	°C	23	25	26		
3.3.2	Presión DGM	mm c.a.	57	58	64		
3.3.3	Volumen DGM	m3	0,850	0,850	0,852		
3.3.4	Tiempo muestreo	min.	39,00	35,00	36,00		
3.3.5	Delta p pitot	mm c.a.	11,2	12,0	13,0		





<b>4.0 Datos de Laboratorio</b>							
4.1	Volumen condensado	ml	122,1	116,7	147,4		
4.2	Agua en sílica	gr	24,6	26,2	11,8		
4.3	Peso material en filtro	mg	11,8	9,1	10,1		
4.4	Peso material en acetona	mg	10,0	0,0	9,0		
<b>Resultados intermedios</b>							
5.1	Peso material total	mg	21,8	9,1	19,1		
5.2	Humedad gases						
5.2.1	Volumen agua	ml	147	143	159		
5.2.2	Volumen vapor	m3(std)	0,199	0,194	0,216		
5.2.3	Humedad real	%	19,6	19,3	21,1	<b>20,0</b>	0,93
5.3	Volumen DGM	m3(std)	0,814	0,810	0,810		
5.5	Factor de combustible F0		1,327	1,076	1,045		
5.6	Peso molecular						
5.6.1	seco	g/g-mol	30,0	30,4	30,4		
5.6.2	húmedo	g/g-mol	27,6	28,0	27,8		
5.8	Velocidad gases	m/s	15,0	15,4	16,1	<b>15,5</b>	
5.9	Exceso de aire	%	44,3	46,4	50,9	<b>47,2</b>	
5.10	Isocinetismo	%	91,0	97,6	92,7	<b>93,8</b>	
<b>6. Resultados finales</b>							
<b>6.1 Flujo gases</b>							
6.1.1	real húmedo	m3/h	1.285.769	1.321.384	1.378.864	<b>1.328.673</b>	46973
6.1.2	estándar húmedo	m3(std)/h	823.671	847.613	886.411	<b>852.565</b>	31662
6.1.3	estándar seco	m3(std)/h	661.949	683.971	699.805	<b>681.908</b>	19011,9
6.1.4	normal húmedo	Nm3/h	754.571	776.504	812.047	<b>781.041</b>	29005
6.1.5	normal seco	Nm3/h	606.416	626.591	641.096	<b>624.701</b>	17416,9
<b>6.2 Concentración partículas</b>							
6.2.1	estándar seco	mg/m3(std)	26,8	11,2	23,6	<b>20,5</b>	8,21
6.2.2	corregido exceso aire	mg/m3(std)	26,8	11,2	23,6	<b>20,5</b>	8,21
6.2.3	normal seco	mg/Nm3	29,2	12,3	25,8	<b>22,4</b>	8,96
6.2.4	corregido 8 % O2	mg/Nm3	26,6	11,1	24,1	<b>20,6</b>	8,28
<b>6.3 Emisión material particulado</b>							
6.3.1	Emisión horaria	kg/h	17,7	7,7	16,5	<b>14,0</b>	5,5
6.3.2	Emisión diaria	kg/dia	425	184	396	<b>335</b>	131

**PROTERM LTDA.**

V.2.0

**RESULTADOS MEDICIÓN DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)**

Empresa	: CELCO S.A. - Planta Valdivia
Fuente	: Caldera Recuperadora y de Poder
Lugar de medición	: Salida Chimenea
Ensayo N°	: 2006-M-981
Fecha	: 26.01.06
Metodología	: EPA N°8 (SO <sub>2</sub> )

PM(SO <sub>2</sub> ) = 64						
Ítem	Parámetro	Corrida N°	1	2		Promedio
<b>1.0</b>	<b><u>Muestra gas:</u></b>					
1.1	Volumen	m3	0,8500	0,8500		
1.2	Y-Medidor		0,955	0,955		
1.3	Temperatura medidor	°C	23	25		
1.4	Presión medidor	mm-H <sub>2</sub> O	57,0	58,0		
1.5	Presión atmosférica	mm-Hg	753	754		
1.6	Volumen (std)	m3(25°C,760)	0,8147	0,8104		
<b>2.0</b>	<b><u>Gas chimenea:</u></b>					
2.1	Flujo seco	m3(std)/h	661.949	683.971		
<b>3.0</b>	<b><u>Datos Laboratorio:</u></b>					
3.1	Bario	ml	0,28	0,30		
		ml	0,34	0,30		
		ml	0,32	0,30		
		promedio	0,31	0,30		
	Normalidad		0,009515	0,009515		
3.2	Blanco	ml	0,06	0,06		
3.3	Solución	ml	274	277		
3.4	Muestra	ml	20	20		
<b>4.0</b>	<b><u>Resultados:</u></b>					
4.1	Cantidad SO <sub>2</sub>	mg	1,06	1,01		
4.2	Concentración SO <sub>2</sub>	mg/m3(std)	1,30	1,25		<b>1,27</b>
		ppm	0,50	0,48		<b>0,49</b>
4.3	Tasa emisión SO <sub>2</sub>	kg/h	0,86	0,86		<b>0,86</b>
		kg/día	20,6	20,5		<b>20,6</b>

**PROTERM LTDA.**

V.2.0

**RESULTADOS MEDICIÓN TRS (H2S)**

Empresa	: CELCO S.A. - Planta Valdivia
Fuente	: Caldera Recuperadora y de Poder
Lugar de medición	: Salida Chimenea
Ensayo N°	: 2006-M-982
Fecha	: 26.01.06
Metodología	: EPA N°16A (TRS)

PM(H2S) = 34.080						
Item	Parámetro	Titulación N°	1	2	3	Promedio
<b>1.0</b>	<b>Muestra gas:</b>					
1.1	Volumen	m3	0,4853	0,4853	0,4853	
1.2	Y-Medidor		1,001	1,001	1,001	
1.3	Temperatura	°C	27	27	27	
1.4	Presión	mm-H2O	0,5	0,5	0,5	
1.5	Volumen (std)	m3(25°C,760)	0,483	0,483	0,483	
<b>2.0</b>	<b>Gas chimenea:</b>					
2.1	Flujo seco	m3(std)/h	681.461	681.461	681.461	
2.2	Oxígeno	%	7,0	7,0	7,0	
<b>3.0</b>	<b>Datos Laboratorio:</b>					
3.1	Bario	ml	0,18	0,16	0,16	
		ml				
		promedio	0,18	0,16	0,16	
3.2	Normalidad		0,009515	0,009515	0,009515	
3.3	Blanco	ml	0,06	0,06	0,06	
3.4	Solución	ml	80	80	80	
3.5	Muestra	ml	20	20	20	
<b>4.0</b>	<b>Resultados:</b>					
4.1	Cantidad SO2	mg	0,15	0,12	0,12	
4.2	Concentración SO2	mg/m3(std)	0,30	0,25	0,25	
	Concentración H2S	mg/m3(std)	0,16	0,13	0,13	<b>0,14</b>
	ppmv H2S (std)		0,12	0,10	0,10	<b>0,10</b>
	<b>ppmv H2S(std) @ 8%O2</b>		<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>
4.3	Tasa emisión	kg/h H2S	0,11	0,09	0,09	<b>0,10</b>
		<b>kg/día H2S</b>	<b>2,63</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,34</b>



## MEDICIÓN DE GASES

### 1. Datos Ensayo

Equipo : Chimenea común calderas Recuperadora  
y de Poder

Fecha : 26 de Enero del 2006

Punto : Salida Chimenea

### 2. Cálculos

PROTERM LTDA.			HOJA CALCULO DE GASES							V.2.0
CELCO S.A. - Planta Valdivia	Gases totales	Composición					Emisión			
26 de Enero 2006	Nm3/h-secos	C#1	C#2	C#3	%	ppm	mg/Nm3	kg/h	kg/día	
<b>Caldera Rec. Y de Poder</b>	<b>624.701</b>									
CO2		10,7	13,2	13,2	12,4	123.667	244.500	152.739	<b>3,666E+06</b>	
O2		6,7	6,7	7,1	6,8	68.333	97.663	61.010	<b>1,464E+06</b>	
CO		16	13	16		15	19	12	<b>281</b>	
NOx (= NO)		93	94	93		93	125	78	<b>1.874</b>	



Casilla 3023  
Av. Sanhueza 1825 Of.-B  
Pedro de Valdivia  
Concepción, Chile

- Laboratorio autorizado de análisis de gases y emisiones atmosféricas.
- Pruebas de evaluación de quemadores, calderas y filtros de gases.
- Mediciones, diagnósticos y optimización de equipos de Termofluidos.

**Fono: 41 – 33 14 12**  
Fax : +56 - 41 - 33 20 98  
E-mail: proterm@proterm.cl

---

## **INFORME**

O.T. Proterm N° 2006- 008

**Proyecto** : **Medición isocinética de la emisión de Material Particulado Total (MPT), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Azufre Total Reducido (TRS).**

**Fuente** : **Chimenea Estanque Disolvedor**

**Empresa** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.  
Planta Valdivia  
San José de la Mariquina

**Combustible** : Sin Combustible

**Encargado Proyecto** : Andrés Carrasco Cisternas

**Fecha medición** : 27 de Enero de 2006

**Fecha entrega informe** : 13 de Febrero de 2006





**Indice**

**Página**

1.	<b><u>Datos de la Medición</u></b> .....	3
2.	<b><u>Datos de la Fuente</u></b> .....	4
3.	<b><u>Resumen de Resultados</u></b> .....	5
4.	<b><u>Ubicación de los Puertos de Muestreo</u></b> .....	6
5.	<b><u>Comentarios</u></b> .....	7
6.	<b><u>Tabla Resumen de Datos</u></b> .....	8

**1.- Datos de la Medición:**

Realizado en : Celulosa Arauco y Constitución S.A.  
Planta Valdivia

Fuente medida : Chimenea Estanque Disolvedor

Contaminante medido : Partículas, SO<sub>2</sub> y TRS.

Realizado por : Proterm Ltda.

Revisado por : Andrés Carrasco Cisternas

Fecha del informe : 13 de Febrero de 2006

Supervisor del muestreo: Sebastián Henning Gonzalez

Operador caja medidora: Daniel Burgos Pedraza

Operador sonda : Claudio Pedreros Echeverria

Análisis Laboratorio : Dans Mundaca Ortega

Digitador : Sebastián Henning Gonzalez

Responsable medición : Mauricio Mera Araya

Nº interno equipo medición: Graseby Nº 80944, Nº 1192-712

Fecha última calibración: 9 Septiembre 2005, 2 Noviembre 2005

Nº corridas : 3

Método(s) utilizados(s) : EPA Nº5, Nº6, y Nº16-A

Tipo de fuente : Puntual

**2.- Datos de la Fuente:**

Propietario/razón Social de fuente:	Celulosa Arauco y Constitución S.A. Planta Valdivia
Representante legal	: Sergio Carreño M.
RUT	: 93.458.000-1
Dirección	: Ruta 5 Sur, km. 788 – Sector Rucaco
Comuna	: San José de la Mariquina
Teléfono/Fax	: 63-271700 / 63-271412
Tipo de equipo muestreado	: Estanque Disolvedor
Fecha y hora de la medición	: 27/01/2006; 9:00 -14:30 hrs.
Nº Registro S.S.	: S/R
Nº de fábrica	: S/R
Nº interno	: 352-22-297
Año de fabricación	: 2003
Modelo	: -
Fabricante	: Kvaerner Pulping OY
Sistema de control de emisiones	: Scrubber Húmedo
Tipo de combustible	: Sin Combustible
Horas/Día de funcionamiento	: 24
Días/Año de funcionamiento	: 354
Sistema de evacuación de gases	: Ventilador inducido

**3.- Resumen de Resultados:**

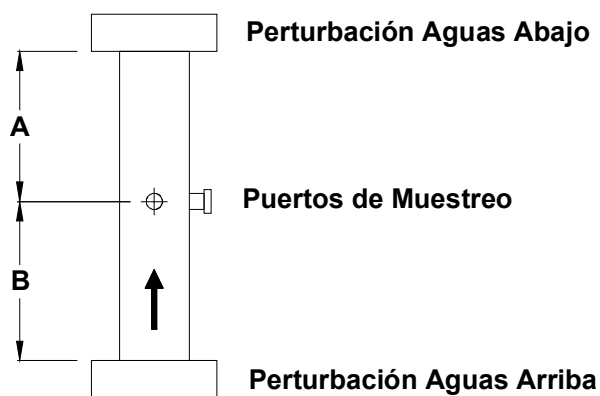
<b>Material Particulado Total</b>						
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Des.están.</b>	<b>Promedio</b>
Material particulado	mg/m3(std)	917	740	677	124	778
Part. corregida por E.A.	mg/m3(std)	917	740	677	124	778
Emisión Horaria	kg/h	11,2	9,9	10,0	0,7	10,4
Emisión Diaria	kg/día	269	238	239	17,6	249
Caudal de Gases(Std)	m3(std)/h	12.224	13.393	14.728	1.252,7	13.448
Concentración de CO2	%	-	-	-	-	-
Concentración de O2	%	21,00	21,00	21,00	-	21,00
Concentración de CO	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Isocinetismo	%	122,5	92	100	15,67	105
Humedad de gases	%	76,5	72,1	70,7	3,03	73,1
Velocidad de gases	m/s	7,0	6,5	6,8	0,28	6,8
Temperatura de gases	°C	94	92	92	1,15	93

<b>Gases SO<sub>2</sub> y TRS</b>			
	<b>Unidad</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>TRS</b>
Fecha		27.02.06	27.02.06
Flujo Gases Secos	m <sup>3</sup> (std)/h	14.744	14.749
Concentración	ppmv (std)	67	110
Emisión	kg/día	62	54,3



#### 4.- Ubicación de los Puertos de Muestreo:

Esquema básico del ducto



Diámetro interno	:	1,8 metros
Distancia "A"	:	18 metros
Distancia "B"	:	14 metros
Posición del ducto	:	Vertical
Singularidad aguas abajo:		Expansión por término de la chimenea
Singularidad aguas arriba:		Cambio de sección
Sección ducto	:	Circular
Matriz Puntos	:	2 x 6
Largo de coplas	:	0,1 metros

Ubicación de los puntos de muestreo		
Nº puntos	Distancia pared interna centro de boquilla (cm)	Distancia entre boquilla y marca sonda con largo copla (cm)
1	9	19
2	26	36
3	53	63
4	127	137
5	154	164
6	171	181

**5.- Comentarios:**

- a) La operación de la caldera recuperadora asociada al estanque disolvedor mantuvo una operación estable durante el período de medición. Los datos de operación de la caldera recuperadora y el scrubber del estanque disolvedor son los siguientes:

**Caldera recuperadora**

Producción vapor	:	429 Ton/h
Presión vapor	:	94 bar
Flujo licor negro	:	3.029 ton SS/d
Porcentaje de sólidos	:	74,8 %
Flujo de Fuel Oil	:	0 T/d

**Tk Disolvedor**

Flujo de agua scrubber	:	0,34 kg/s
Flujo de soda scrubber	:	43,6 kg/s
Temperatura salida gases	:	92 °C
PH agua	:	8,4

- b) La concentración de material particulado el día del ensayo fue en promedio de 778 mg/m<sup>3</sup>(std). Se calcula una emisión diaria de 249 kg/día.
- c) La medición de Dióxido de Azufre indicó una concentración de 67 ppmv(std) de SO<sub>2</sub> en promedio. La tasa de emisión promedio fue de 62 kg/día.
- d) La medición de TRS mediante la metodología EPA 16-A indicó una concentración de 154 mg/m<sup>3</sup>(std) real. La emisión diaria calculada es de 54,3 kg/día.

Andrés Carrasco Cisternas  
Ingeniero Civil Mecánico  
Subgerente Mediciones  
Proterm Ltda.

Sebastián Henning Gonzalez  
Ingeniero Civil Mecánico  
Ingeniero de Proyectos  
Proterm Ltda.





**6.- Resumen de Datos, Cálculos y Antecedentes:**

Listado de Anexos:

Anexo N°1: Resultados mediciones de Material Particulado

Anexo N°2: Resultados mediciones de Dióxido de Azufre

Anexo N°3: Resultados mediciones de TRS



<b>PROTERM LTDA.</b>							V.2.0
<b>RESULTADOS MEDICIÓN ISOCINETICA MATERIAL PARTICULADO</b>							
Empresa	:	<b>CELCO S.A. - Planta Valdivia</b>					
Fuente	:	<b>Estanque Disolvedor</b>					
Lugar de medición	:	<b>Salida Chimenea</b>					
Ensayo N°	:	<b>2006-M-984</b>					
Fecha	:	<b>27 de Enero 2006</b>					
Condiciones Estándar	:	Temperatura	25 °C				
		Presión	760 mm Hg				
Item	Parámetro	Fecha	27-ene	27-ene	27-ene	Promedio	Desviación estándar
		Hora	9:25-9:58	10:18-10:54	11:10-11:31		
		Corrida N°	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
		Filtro N°	<b>1.414</b>	<b>1.415</b>	<b>1.416</b>		
<b>1.0</b>	<b><u>Datos de la fuente</u></b>						
1.1	Diámetro chimenea	m	1,800	1,800	1,800		
1.2	Tipo combustible		Sin comb.	Sin comb.	Sin comb.		
1.3	Máximo exceso aire	%	9.999	9.999	9.999		
<b>2.0</b>	<b><u>Datos del equipo</u></b>						
2.1	Coficiente @H	mm Hg	51,710	51,710	51,710		
2.2	Coficiente Y		0,955	0,955	0,955		
2.3	Coficiente pitot		0,863	0,863	0,863		
2.4	Diámetro boquilla	mm	12,70	12,70	12,70		
<b>3.0</b>	<b><u>Datos de terreno</u></b>						
<b>3.1</b>	<b>Ambiente</b>						
3.1.1	Temperatura	°C	24,0	23,5	24,5	<b>24,0</b>	
3.1.2	Humedad	%	46	50	48	<b>48</b>	
3.1.3	Presión	mm Hg	755	755	755	<b>755</b>	
<b>3.2</b>	<b>Fuente</b>						
3.2.1	Temperatura	°C	94	92	92	<b>93</b>	
3.2.2	Presión	mm c.a.	-19,0	-19,0	-19,0	<b>-19,0</b>	
3.2.3	CO2	%	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	
3.2.4	O2	%	21,0	21,0	21,0	<b>21,0</b>	
3.2.5	CO	%	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	
3.2.6	Humedad estimada	%-vol.	25,0	25,0	25,0		
<b>3.3</b>	<b>Equipo</b>						
3.3.1	Temperatura DGM	°C	24	23	25		
3.3.2	Presión DGM	mm c.a.	18	16	18		
3.3.3	Volumen DGM	m3	0,430	0,450	0,271		
3.3.4	Tiempo muestreo	min.	33,00	42,00	21,00		
3.3.5	Delta p pitot	mm c.a.	2,3	2,0	2,2		



<b>4.0 Datos de Laboratorio</b>							
4.1	Volumen condensado	ml	964,2	807,5	452,5		
4.2	Agua en sílica	gr	19,0	13,9	5,0		
4.3	Peso material en filtro	mg	371,4	313,2	174,4		
4.4	Peso material en acetona	mg	4,6	5,4	0,0		
<b>Resultados intermedios</b>							
5.1	Peso material total	mg	376,0	318,6	174,4		
5.2	Humedad gases						
5.2.1	Volumen agua	ml	983	821	458		
5.2.2	Volumen vapor	m3(std)	1,333	1,114	0,620		
5.2.3	Humedad real	%	76,5	72,1	70,7	<b>73,1</b>	3,03
5.3	Volumen DGM	m3(std)	0,410	0,430	0,258		
5.6	Peso molecular						
5.6.1	seco	g/g-mol	28,8	28,8	28,8		
5.6.2	húmedo	g/g-mol	20,5	21,0	21,2		
5.8	Velocidad gases	m/s	7,05	6,48	6,77	<b>6,76</b>	
5.10	Isocinetismo	%	123	92,2	100	<b>105</b>	
<b>6. Resultados finales</b>							
<b>6.1 Flujo gases</b>							
6.1.1	real húmedo	m3/h	64.545	59.347	62.010	<b>61.968</b>	2599
6.1.2	estándar húmedo	m3(std)/h	51.969	48.045	50.202	<b>50.072</b>	1965
6.1.3	estándar seco	m3(std)/h	12.224	13.393	14.728	<b>13.448</b>	1253
6.1.4	normal húmedo	Nm3/h	47.609	44.015	45.990	<b>45.871</b>	1800
6.1.5	normal seco	Nm3/h	11.198	12.269	13.492	<b>12.320</b>	1148
<b>6.2 Concentración partículas</b>							
6.2.1	estándar seco	mg/m3(std)	917	740	677	<b>778</b>	124
6.2.2	corregido exceso aire	mg/m3(std)	917	740	677	<b>778</b>	124
6.2.3	normal seco	mg/Nm3	1.001	808	739	<b>849</b>	136
<b>6.3 Emisión material particulado</b>							
6.3.1	Emisión horaria	kg/h	11,2	9,91	10,0	<b>10,4</b>	0,73
6.3.2	Emisión diaria	kg/dia	269	238	239	<b>249</b>	17,6

**PROTERM LTDA.**

V.2.0

**RESULTADOS MEDICIÓN DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)**

Empresa	: CELCO S.A. - Planta Valdivia
Fuente	: Estanque Disolvedor
Lugar de medición	: Salida Scrubber
Ensayo N°	: 2006-M-985
Fecha	: 27.01.06
Metodología	: EPA N°6 (SO <sub>2</sub> )

PM(SO <sub>2</sub> ) = 64						
Item	Parámetro	Corrida N°	1	2		Promedio
<b>1.0</b>	<b>Muestra gas:</b>					
1.1	Volumen	m3	0,0201	0,0200		
1.2	Y-Medidor		1,001	1,001		
1.3	Temperatura medidor	°C	35	37		
1.4	Presión medidor	mm-H <sub>2</sub> O	0,5	0,5		
1.5	Presión atmosférica	mm-Hg	754	754		
1.6	Volumen (std)	m3(25°C,760)	0,0193	0,0191		
<b>2.0</b>	<b>Gas chimenea:</b>					
2.1	Flujo seco	m3(std)/h	14.744	14.744		
<b>3.0</b>	<b>Datos Laboratorio:</b>					
3.1	Bario	ml	2,66	2,80		
		ml	2,70	2,92		
		ml	2,78	2,86		
		promedio	2,71	2,86		
	Normalidad		0,009515	0,009515		
3.2	Blanco	ml	0,06	0,06		
3.3	Solución	ml	80	82		
3.4	Muestra	ml	20	20		
<b>4.0</b>	<b>Resultados:</b>					
4.1	Cantidad SO <sub>2</sub>	mg	3,23	3,50		
4.2	Concentración SO <sub>2</sub>	mg/m3(std)	167,38	183,13		<b>175,25</b>
		ppm	64,0	70,0		<b>67,0</b>
4.3	Tasa emisión SO <sub>2</sub>	kg/h	2,47	2,70		<b>2,58</b>
		kg/día	59,2	64,8		<b>62,0</b>

**PROTERM LTDA.**

V.2.0

**RESULTADOS MEDICIÓN TRS (H2S)**

Empresa	: CELCO S.A. - Planta Valdivia
Fuente	: Estanque Disolvedor
Lugar de medición	: Salida Scrubber
Ensayo N°	: 2006-M-983
Fecha	: 27.01.06
Metodología	: EPA N°16A (TRS)

PM(H2S) = 34.080						
Item	Parámetro	Corrida N°	1	2	3	Promedio
<b>1.0</b>	<b>Muestra gas:</b>					
1.1	Volumen	m3	0,3967	0,3967	0,3967	
1.2	Y-Medidor		1,001	1,001	1,001	
1.3	Temperatura	°C	28	28	28	
1.4	Presión	mm-H2O	0,5	0,5	0,5	
1.5	Volumen (std)	m3(25°C,760)	0,393	0,393	0,393	
<b>2.0</b>	<b>Gas chimenea:</b>					
2.1	Flujo seco	m3(std)/h	14.749	14.749	14.749	
<b>3.0</b>	<b>Datos Laboratorio:</b>					
3.1	Bario	ml	4,72	4,68	4,76	
		ml				
		promedio	4,72	4,68	4,76	
3.2	Normalidad		0,009515	0,009515	0,009515	
3.3	Blanco	ml	0,06	0,06	0,06	
3.4	Solución	ml	1.600	1.600	1.600	
3.5	Muestra	ml	20	20	20	
<b>4.0</b>	<b>Resultados:</b>					
4.1	Cantidad SO2	mg	114	113	115	
4.2	Concentración SO2	mg/m3(std)	289	287	291	
	Concentración H2S	mg/m3(std)	154	152	155	<b>154</b>
	ppmv H2S (std)		110	109	111	<b>110</b>
4.3	Tasa emisión	kg/h H2S	2,26	2,24	2,28	<b>2,26</b>
		<b>kg/día H2S</b>	<b>54,3</b>	<b>53,9</b>	<b>54,8</b>	<b>54,3</b>

## 12. VOLUMEN Y CAUDAL RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA

### 12.1 ANTECEDENTES GENERALES

La laguna de emergencia recibe el efluente fuera de norma, debido a parámetros fuera de rango, o bien anomalías operacionales del Área.

Los Efluentes derivados a la laguna de emergencia provienen desde:

Cámara del Efluente General Clarificado.

Cámara Llegada Efluente Bajos Sólidos.

Cámara Medición Efluente al Río (Salida del Tratamiento Terciario).

Aguas de retrolavado de los filtros de Planta de Agua.

Aguas lluvias provenientes de las Canchas de Almacenamiento de Madera.

Aguas lluvias provenientes de Planta, en caso de algún problema.

El efluente con alta conductividad y/o con pH fuera de rango es derivado a la laguna de emergencia. También se derivan aquellos efluentes con otro tipo de contaminantes como licor negro, derrames en general, etc. Adicionalmente, se puede enviar a esta laguna de emergencia el efluente terciario con parámetros fuera de norma (Color, DQO, etc), antes de ser enviado al río. Finalmente, se deriva el efluente a la laguna cuando se realiza mantenimiento del área (torres de enfriamiento, parshall, instrumentos de parshall).

El efluente almacenado en la laguna de emergencia se puede recuperar al proceso de tratamiento de efluentes. Esto se logra bombeando el efluente desde la laguna de emergencia hacia el cámara alimentación del clarificador primario o bien a la cámara de neutralización.

#### **Metodología para determinación del volumen contenido y recuperado.**

##### a) Volumen de Laguna de Emergencia

La laguna de emergencia consta con un instrumento que registra la altura de líquidos contenidos en ella. Con los planos respectivos se obtuvieron las dimensiones de ésta, se construyó una correlación entre el nivel y el volumen contenido. Los valores obtenidos son los registrados por el instrumento a las 00:00 de cada día, y se expresan como %.

La ecuación obtenida para el cálculo del volumen de la Laguna, se basa en una pirámide truncada invertida. Esta última es como sigue:

$$V = \frac{h}{3} \cdot (a^2 + a \cdot b + b^2)$$

**12. VOLUMEN Y CAUDAL RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA**

Para el caso de la laguna, se considera:

$a = 203 \cdot h / 4$  , Lado superior de la laguna, en función de la altura.

$b = 187$  m , Lado inferior de la laguna, fijo.

$h = 3,7 \cdot \text{Nivel} (\%) / 100$  , Altura del volumen contenido, en función del porcentaje de nivel.

203 es la longitud máxima superior, y 3,7 es la altura máxima (en metros). Lo anterior se ilustra claramente en la siguiente figura.

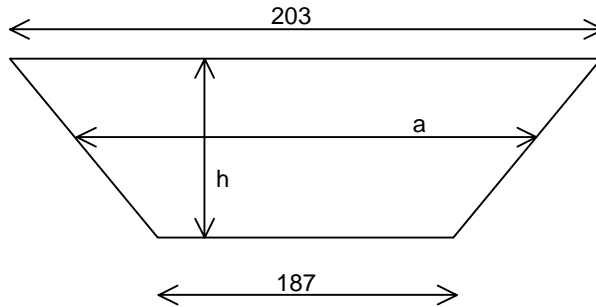


Figura 1: Esquema en corte seccional de la laguna de emergencia, indicando las dimensiones consideradas en el cálculo de volumen.

Finalmente, la ecuación para el volumen de la laguna de emergencia es la siguiente:

$$V (m^3) = \left( 3,7 \cdot \frac{\text{Nivel}(\%)}{100} \right) \cdot \frac{1}{3} \cdot \left( \left( 203 \left( 3,7 \cdot \frac{\text{Nivel}(\%)}{100} \right) \cdot \frac{1}{4} \right)^2 + \left( 203 \left( 3,7 \cdot \frac{\text{Nivel}(\%)}{100} \right) \cdot \frac{1}{4} \right) \cdot 187 + 187^2 \right)$$

b) Caudal recuperado de laguna de emergencia

El caudal recuperado se puede conocer a través de la integración del flujo instantáneo de caudal recuperado desde la laguna hacia la planta de tratamiento. El valor diario corresponde al volumen total recuperado cada día.

Tanto para el cálculo de volumen como para el flujo recuperado de la laguna, la fuente de información es el sistema de información para la gestión del proceso IP.21.



**12. VOLUMEN Y CAUDAL RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA**
**12.2 VOLUMEN CONTENIDO EN LA LAGUNA DE EMERGENCIA**
**TABLAS DE DATOS**

Fecha	Nivel (%)	Volumen (m <sup>3</sup> )
01-01-06	14,2	7.122
02-01-06	13,6	6.776
03-01-06	9,5	4.525
04-01-06	10,0	4.789
05-01-06	18,8	9.928
06-01-06	24,8	14.023
07-01-06	25,1	14.241
08-01-06	24,4	13.733
09-01-06	22,3	12.254
10-01-06	24,6	13.878
11-01-06	25,0	14.168
12-01-06	20,3	10.904
13-01-06	19,4	10.314
14-01-06	21,0	11.370
15-01-06	19,6	10.444
16-01-06	17,8	9.294
17-01-06	21,4	11.639
18-01-06	36,1	23.259
19-01-06	29,5	17.608
20-01-06	21,9	11.979
21-01-06	33,5	20.943
22-01-06	32,1	19.745
23-01-06	32,0	19.661
24-01-06	31,6	19.325
25-01-06	39,8	26.767
26-01-06	39,2	26.181
27-01-06	36,7	23.811
28-01-06	33,4	20.856
29-01-06	30,3	18.254
30-01-06	25,5	14.535
31-01-06	23,1	12.810

Fecha	Nivel (%)	Volumen (m <sup>3</sup> )
01-02-06	17,7	9.232
02-02-06	8,9	4.212
03-02-06	0	0
04-02-06	0	0
05-02-06	0	0
06-02-06	1,8	791
07-02-06	9,9	4.736
08-02-06	0	0
09-02-06	4,1	1.844
10-02-06	9	4.264
11-02-06	9,8	4.683
12-02-06	0	0
13-02-06	9,7	4.631
14-02-06	7,9	3.699
15-02-06	12,4	6.097
16-02-06	11,2	5.435
17-02-06	4,2	1.891
18-02-06	0,5	217
19-02-06	5,3	2.414
20-02-06	7,7	3.598
21-02-06	6	2.753
22-02-06	20,2	10.837
23-02-06	31,4	19.159
24-02-06	31,2	18.993
25-02-06	27,6	16.117
26-02-06	16,3	8.369
27-02-06	0,7	304
28-02-06	4,1	1.844

Fecha	Nivel (%)	Volumen (m <sup>3</sup> )
01-03-06	5	2.270
02-03-06	5,5	2.510
03-03-06	6,9	3.196
04-03-06	6,5	2.998
05-03-06	5,9	2.704
06-03-06	5,3	2.414
07-03-06	1,2	524
08-03-06	5,2	2.366
09-03-06	5,2	2.366
10-03-06	6,8	3.147
11-03-06	6,5	2.998
12-03-06	30,6	18.498
13-03-06	21,3	11.571
14-03-06	19,5	10.379
15-03-06	14,4	7.238
16-03-06	12,9	6.378
17-03-06	15,7	8.007
18-03-06	15,7	8.007
19-03-06	15,3	7.768
20-03-06	9	4.264
21-03-06	4,6	2.080
22-03-06	4,3	1.938
23-03-06	3,5	1.564
24-03-06	5,6	2.559
25-03-06	0,1	43
26-03-06	6	2.753
27-03-06	5,4	2.462
28-03-06	0	0
29-03-06	5,9	2.704
30-03-06	7,3	3.396
31-03-06	27,7	16.194

**12. VOLUMEN Y CAUDAL RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA**
**12.3 VOLUMEN DIARIO RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA**
**TABLAS DE DATOS**

Fecha	Flujo (m <sup>3</sup> /d)
01-01-06	2.697
02-01-06	3.685
03-01-06	3.809
04-01-06	1.854
05-01-06	1.132
06-01-06	960
07-01-06	2.941
08-01-06	3.549
09-01-06	3.646
10-01-06	5.199
11-01-06	6.903
12-01-06	1.453
13-01-06	0
14-01-06	1.485
15-01-06	5.632
16-01-06	2.391
17-01-06	2.341
18-01-06	8.316
19-01-06	11.917
20-01-06	5.281
21-01-06	8.118
22-01-06	12
23-01-06	2.016
24-01-06	3.137
25-01-06	4.004
26-01-06	6.212
27-01-06	4.911
28-01-06	6.348
29-01-06	7.753
30-01-06	7.174
31-01-06	6.144

Fecha	Flujo (m <sup>3</sup> /d)
01-02-06	5.976
02-02-06	4.617
03-02-06	915
04-02-06	2.705
05-02-06	908
06-02-06	819
07-02-06	1.059
08-02-06	103
09-02-06	0
10-02-06	1.318
11-02-06	2.306
12-02-06	158
13-02-06	2.273
14-02-06	4.491
15-02-06	1.872
16-02-06	1.758
17-02-06	528
18-02-06	82
19-02-06	142
20-02-06	233
21-02-06	190
22-02-06	254
23-02-06	0
24-02-06	2.230
25-02-06	8.037
26-02-06	6.178
27-02-06	2.737
28-02-06	328

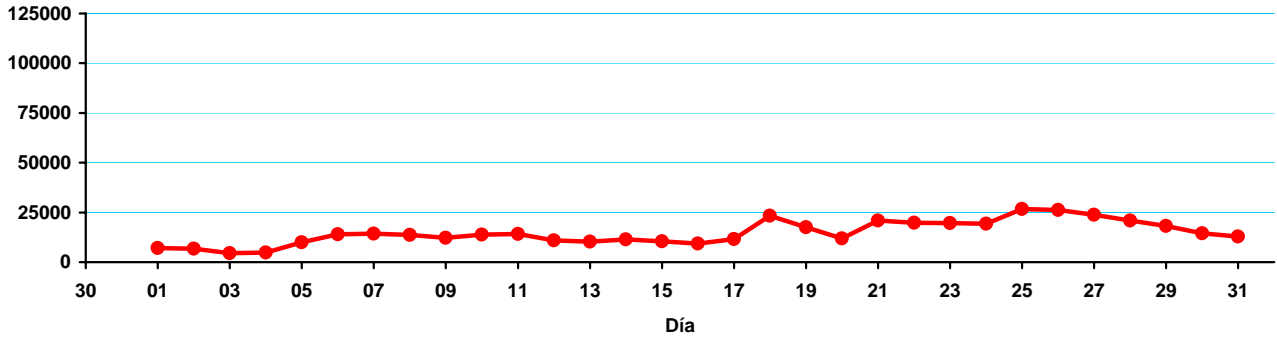
Fecha	Flujo (m <sup>3</sup> /d)
01-03-06	234
02-03-06	1.865
03-03-06	862
04-03-06	584
05-03-06	247
06-03-06	1.190
07-03-06	646
08-03-06	656
09-03-06	595
10-03-06	541
11-03-06	589
12-03-06	0
13-03-06	1.672
14-03-06	2.720
15-03-06	3.164
16-03-06	0
17-03-06	0
18-03-06	1.436
19-03-06	2.086
20-03-06	2.761
21-03-06	1.083
22-03-06	758
23-03-06	793
24-03-06	1.328
25-03-06	713
26-03-06	3.122
27-03-06	4.840
28-03-06	0
29-03-06	0
30-03-06	0
31-03-06	1.331

**12. VOLUMEN Y CAUDAL RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA**

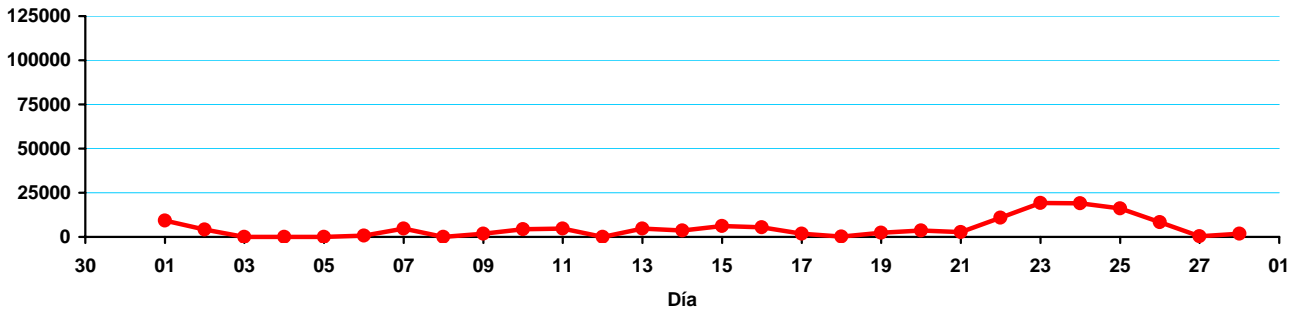
**12.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

**GRÁFICOS VOLUMEN DIARIO DE LA LAGUNA DE EMERGENCIA**

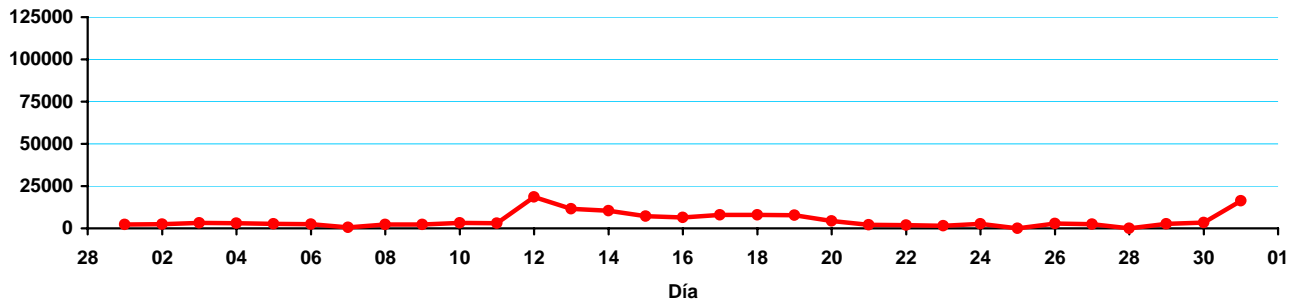
Volumen Mes de Enero (m<sup>3</sup>/d)



Volumen Mes de Febrero (m<sup>3</sup>/d)



Volumen Mes de Marzo (m<sup>3</sup>/d)



## 12. VOLUMEN Y CAUDAL RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA

### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN (cont.)

En este trimestre, el nivel de laguna estuvo bajo, sobrepasando apenas los 25000 m<sup>3</sup> en dos ocasiones durante el mes de Enero.

Al analizar el gráfico correspondiente al mes de Enero, se observa que el nivel de la laguna se mantiene con pocas variaciones a lo largo del mes. Los aumentos de nivel son atribuibles a derivaciones por mantención del área.

Observando el gráfico correspondiente al mes de Febrero, se observa que el volumen contenido en la laguna fue inferior a los 10000 m<sup>3</sup> casi todo el mes. El incremento durante la última parte del mes se originó por problemas en el área.

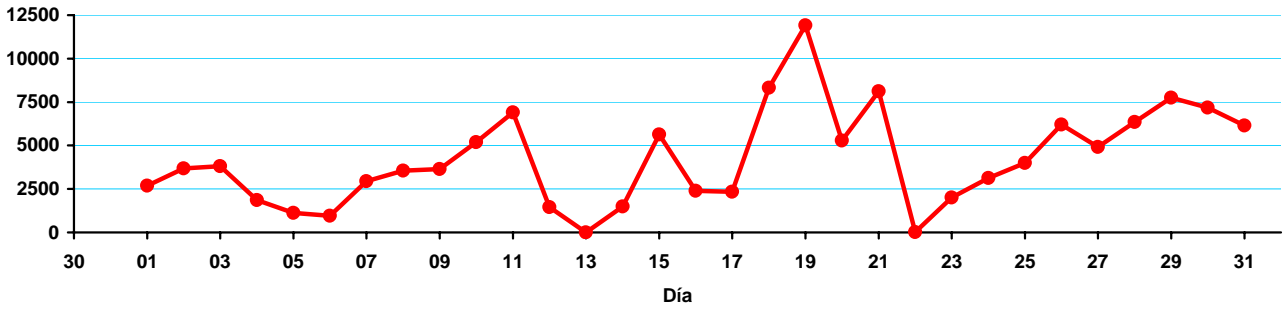
El gráfico del mes de Marzo muestra un volumen contenido en la Laguna que no sobrepasa los 10000 m<sup>3</sup>, salvo día el 12, por trip general de planta del día 11.

**12. VOLUMEN Y CAUDAL RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA**

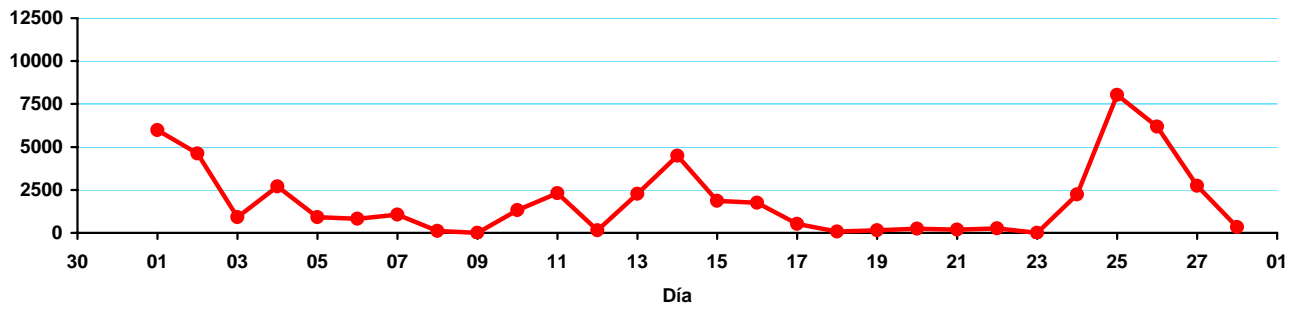
**4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN (cont.)**

**GRÁFICOS CAUDAL DIARIO RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA**

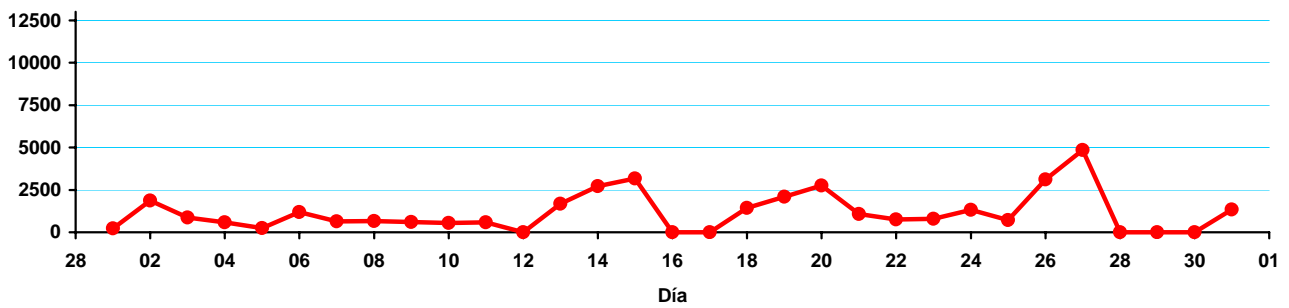
**Caudal Recuperado Mes de Enero (m<sup>3</sup>/d)**



**Caudal Recuperado Mes de Febrero (m<sup>3</sup>/d)**



**Caudal Recuperado Mes de Marzo (m<sup>3</sup>/d)**



## 12. VOLUMEN Y CAUDAL RECUPERADO DESDE LA LAGUNA DE EMERGENCIA

### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN (cont.)

Al analizar el volumen recuperado durante el mes de Enero, se aprecian máximos que no sobrepasan los 7500 m<sup>3</sup>/d. El día 19 presenta un máximo puntual de caudal, (11917 m<sup>3</sup>/d), con el objeto de mantener un bajo volumen en la laguna de emergencia.

El caudal recuperado durante el mes de Febrero presenta menores caudales que el mes anterior. El incremento a partir del día 24 se debe a la recuperación, por acumulación de efluente causada por problemas en el área.

El volumen recuperado desde la laguna el mes de Marzo, es aún menor que en los meses anteriores (bajo los 5000 m<sup>3</sup>/d). Puesto que el nivel de la laguna estuvo bajo, no se recuperó demasiado efluente, a pesar de trip de planta del día 11.

## 13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS

### 13.1. ANTECEDENTES GENERALES

Conama aprobó con fecha 13/12/05 la RCA 763 correspondiente a la Laguna de Derrames de Planta Valdivia. Esta Resolución solicita que Planta Valdivia incorpore antecedentes respecto a la Laguna en su Programa de Monitoreo Ambiental, esta información se detalla a continuación.

#### Monitoreo Aguas Subterráneas

Se solicita monitorear los siguientes parámetros:

- pH.
- Conductividad eléctrica.
- Aluminio.
- Sulfato.
- Hierro.
- Nitrógeno Total.
- Sólidos Suspendidos.
- AOX.
- DBO.
- DQO.
- Nivel estático.

#### Sitio de muestreo

Se muestrean los pozos profundos existentes en las cercanías de Planta Valdivia, cuyas coordenadas UTM, son:

Pozo 1 (P1):	680.598 Este	5.619.341 Norte
Pozo 2 (P2):	680.043 Este	5.619.358 Norte
Pozo 3 (P3):	679.868 Este	5.619.259 Norte
Pozo 4 (P4):	680.042 Este	5.619.584 Norte
Pozo A (PA):	680.720 Este	5.619.103 Norte
Pozo B (PB):	679.957 Este	5.619.103 Norte
Pozo C (PC):	680.269 Este	5.619.209 Norte

En cuanto a los pozos A, B y C, se espera la respuesta de CONAMA a la carta GPV 066/2006-C, en donde se propone la ubicación de estos pozos según estudio adjunto a esa carta.

#### Metodología

La toma de muestras la realiza el centro EULA, basados en norma EPA 530/SW611 "Procedures manual for groundwater monitoring at solid waste disposal facilities", de Agosto de 1977.

Para medir el nivel estático se usa un pozómetro, instrumento que activa una señal luminosa o auditiva, cuando la sonda entra en contacto con el agua.

La metodología de los análisis para muestras de agua, se detalla en los informes del centro EULA, incluidos en el anexo 2 de este informe trimestral.



### 13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS

#### **Chequeo periódico a la Laguna**

Considera los siguientes ítems:

- Chequeo estado bomba elevadora de los efluentes.
- Chequear el correcto funcionamiento y estado de las tuberías conductoras de los derrames hacia la Laguna.
- Inspección visual durante vida útil de la Laguna.
- Inspección visual durante la ocurrencia de precipitaciones de gran intensidad.
- Inspección visual después de la ocurrencia de sismos.
- Control periodico de eventuales asentamientos y desplazamientos de muros.
- Inspección de canalón que abarca todo el perímetro de la Laguna.
- Verificación semestral por medios topográficos de asentamientos o desplazamientos.

#### **Mantenciones Programadas**

Incorporar a las mantenciones programadas, los equipos y partes que conforman la Laguna.

**13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS**
**13.2. MONITOREO AGUAS SUBTERRÁNEAS**
**TABLAS DE DATOS**

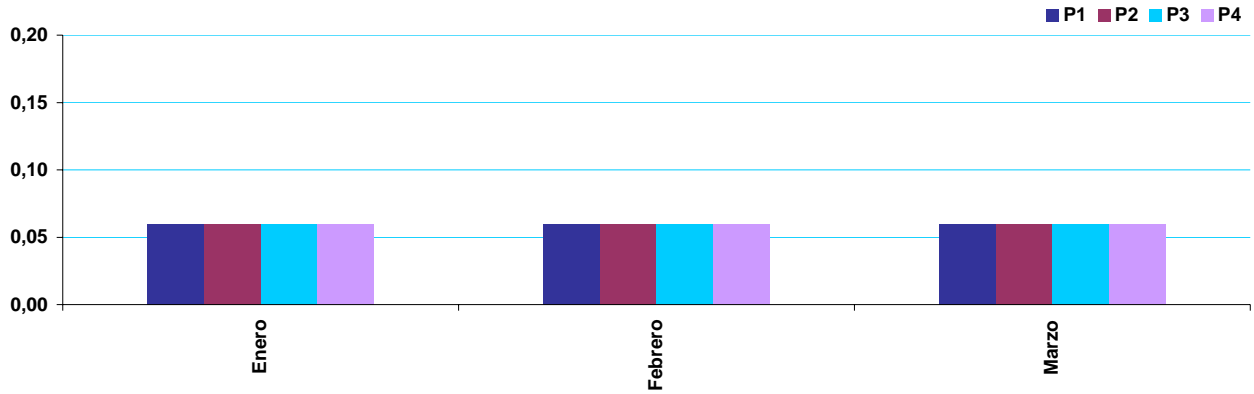
	Pozo	2006		
		Enero	Febrero	Marzo
Aluminio (mg/l)	P1	<0,06	<0,06	<0,06
	P2	<0,06	<0,06	<0,06
	P3	<0,06	<0,06	<0,06
	P4	<0,06	<0,06	<0,06
AOX (mg/l)	P1	0,008	0,040	0,002
	P2	0,006	0,008	0,005
	P3	0,008	0,008	0,002
	P4	0,005	0,002	0,002
Conductividad (uS/cm)	P1	152,8	145,0	180,0
	P2	93,7	104,0	115,0
	P3	144,9	88,0	170,0
	P4	90,0	148,0	108,0
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	P1	1,2	1,9	1,3
	P2	<1,0	1,5	1,3
	P3	<1,0	1,4	<1,0
	P4	<1,0	<1,0	<1,0
DQO (mg/l)	P1	4,0	8,0	2,0
	P2	7,0	11,0	2,0
	P3	25,0	8,0	12,0
	P4	2,0	9,0	5,0
Fierro (mg/l)	P1	0,090	0,055	<0,003
	P2	0,060	0,091	0,252
	P3	3,030	3,180	3,410
	P4	0,090	<0,003	0,007
Nitrógeno Total (mg/l)	P1	0,28	0,24	0,52
	P2	0,20	0,08	0,16
	P3	0,55	0,21	0,63
	P4	0,26	0,14	0,21
pH	P1	7,7	7,2	7,2
	P2	7,7	7,0	7,1
	P3	7,5	7,0	6,6
	P4	7,7	7,0	6,9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	P1	2,4	10,8	30,2
	P2	1,0	10,8	1,9
	P3	1,0	1,2	2,8
	P4	2,1	1,0	1,8
Sulfatos (mg/l)	P1	<5,0	<5,0	<5,0
	P2	<5,0	<5,0	<5,0
	P3	<5,0	<5,0	<5,0
	P4	<5,0	<5,0	<5,0
Nivel estático (m)	P1	-	5,91	5,61
	P2	-	3,94	3,75
	P3	-	3,18	3,04
	P4	-	4,58	4,28
Nº Certificado		<b>68-126</b>	<b>134</b>	<b>183</b>

**13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS**

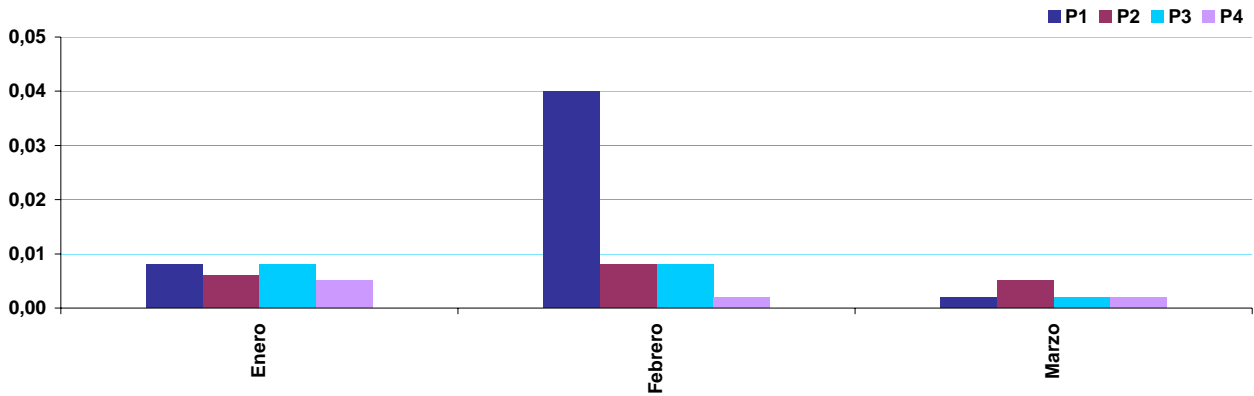
**13.2. MONITOREO AGUAS SUBTERRÁNEAS (cont.)**

**GRÁFICOS**

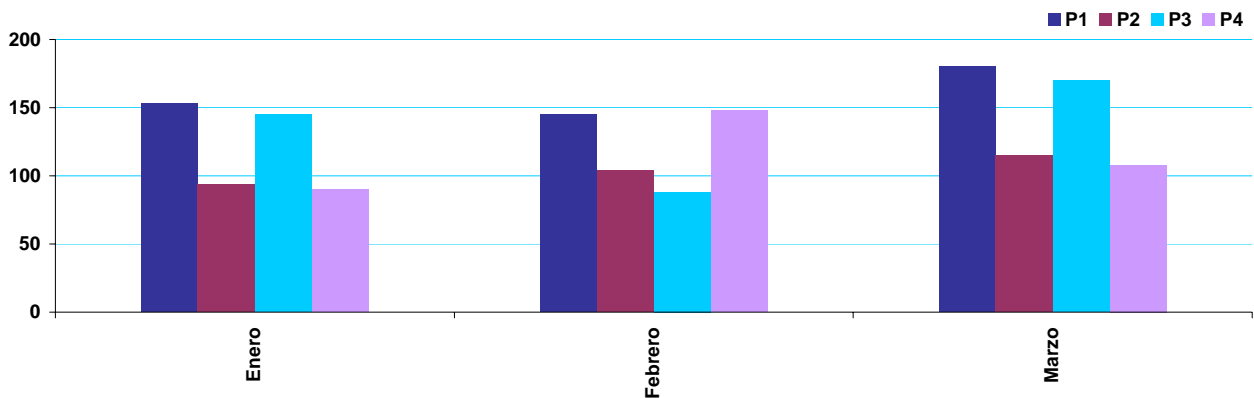
**Aluminio (mg/L)**



**AOX (mg/l)**



**Conductividad (uS/cm)**

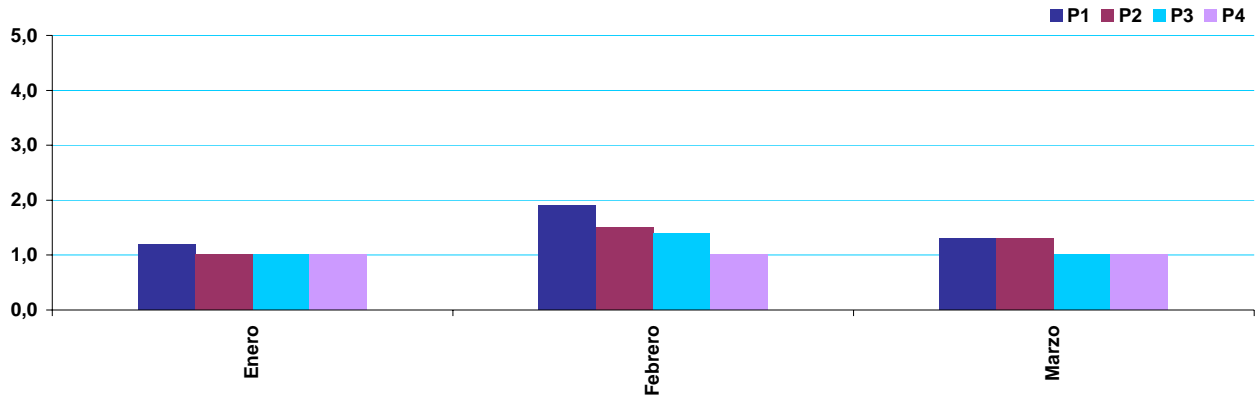


**13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS**

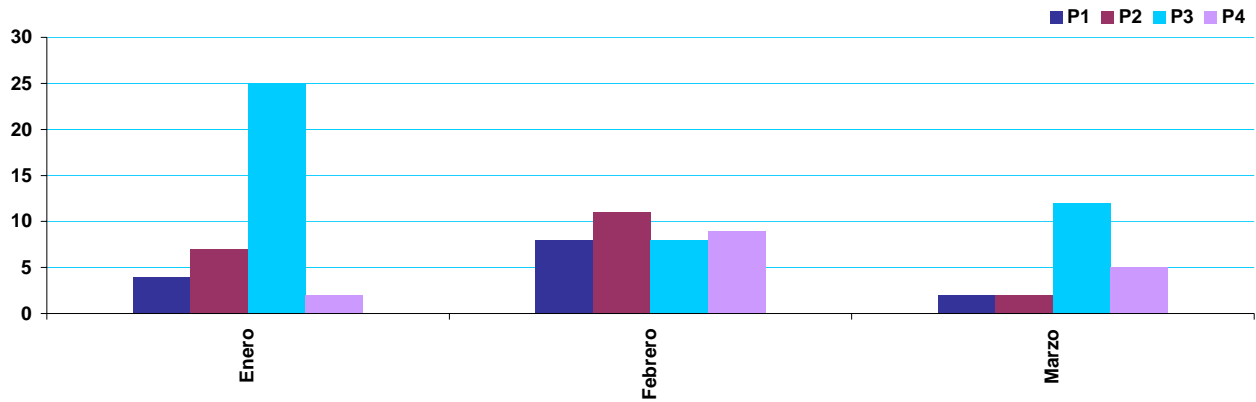
**13.2. MONITOREO AGUAS SUBTERRÁNEAS (cont.)**

**GRÁFICOS**

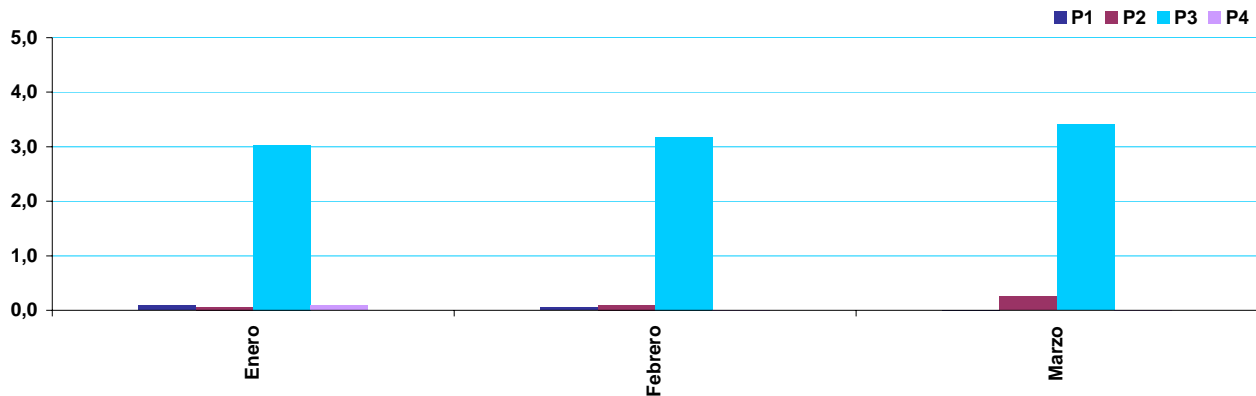
**DBO5 (mg/l)**



**DQO (mg/l)**



**Fierro (mg/l)**

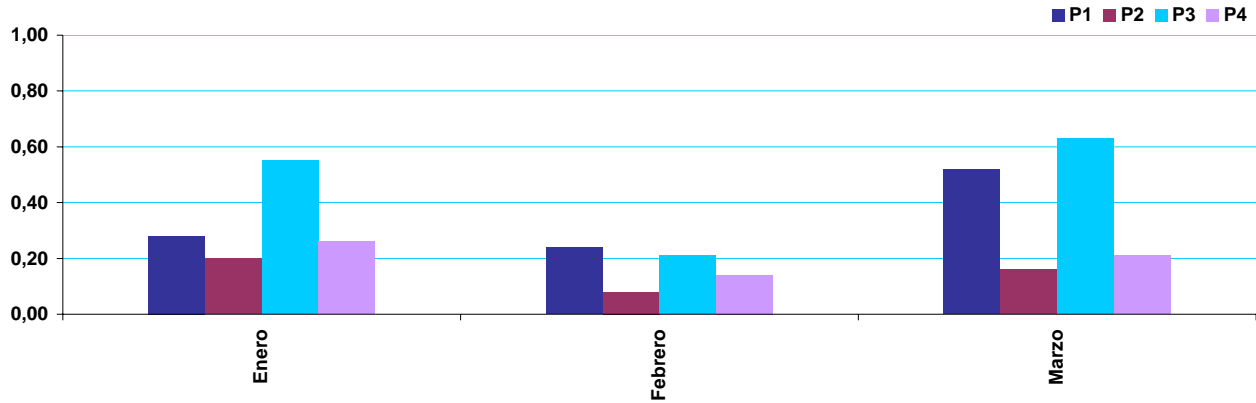


**13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS**

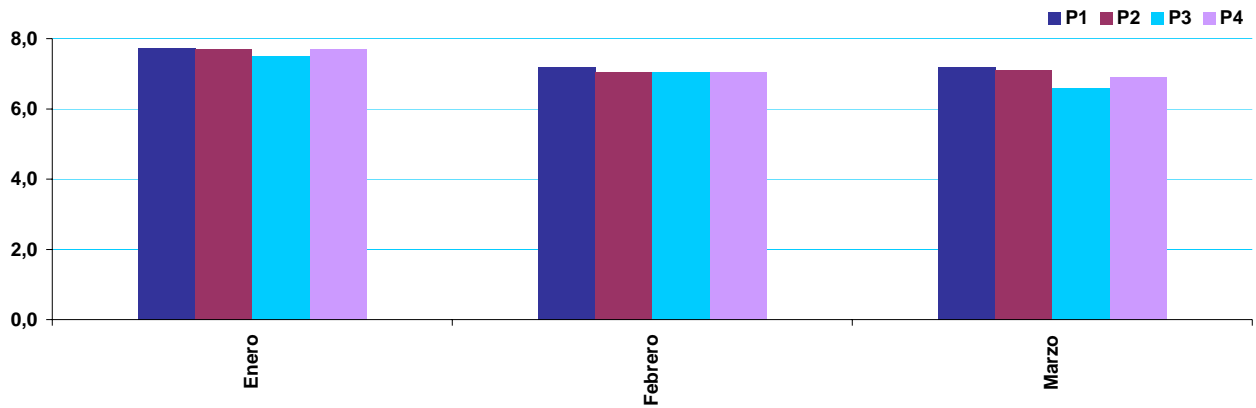
**13.2. MONITOREO AGUAS SUBTERRÁNEAS (cont.)**

**GRÁFICOS**

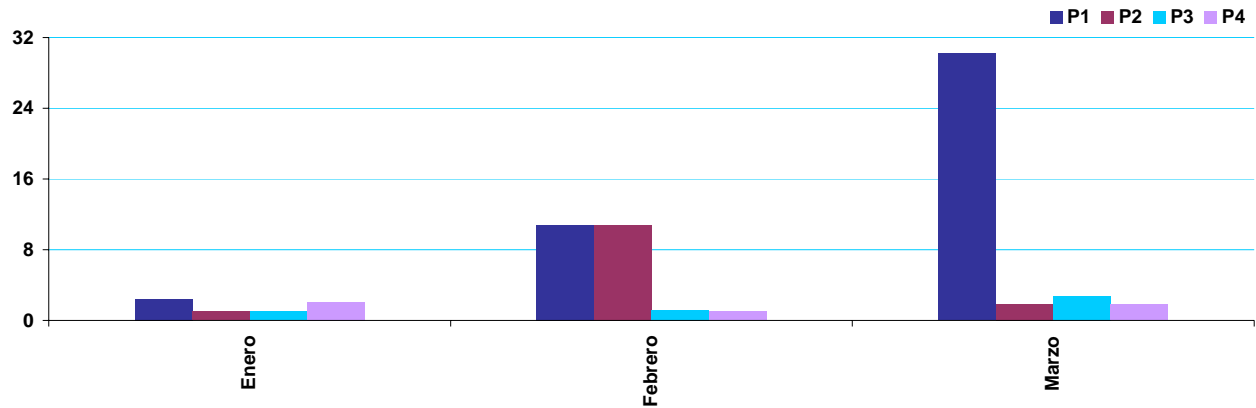
**Nitrógeno Total (mg/l)**



**pH**



**Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)**

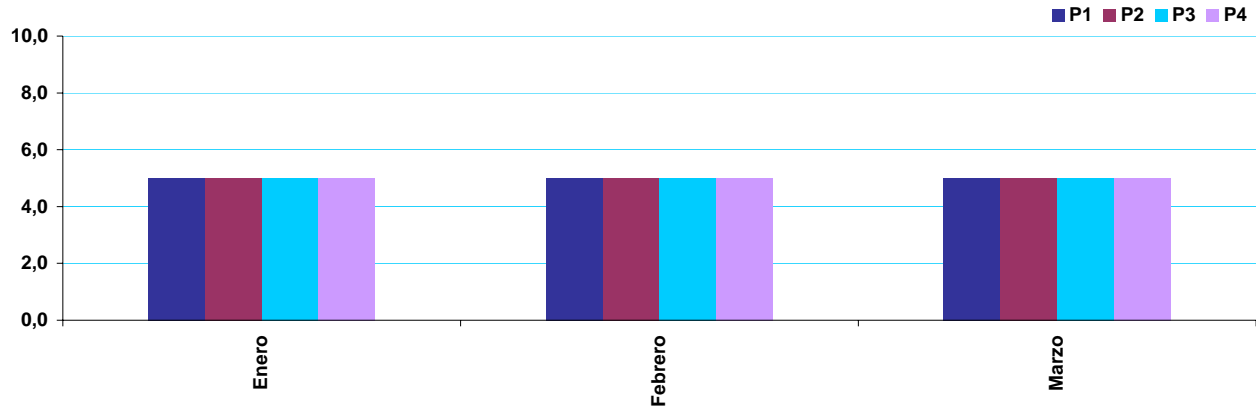


**13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS**

**13.2. MONITOREO AGUAS SUBTERRÁNEAS (cont.)**

**GRÁFICOS**

**Sulfatos (mg/l)**



## **13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS**

### **13.3. CHEQUEO DE LA LAGUNA**

Durante el trimestre los operadores del área realizaron los chequeos indicados en la RCA. Estos chequeos indicaron que la Laguna no presenta ningún tipo de variación.

Adicional a los chequeos, se realizaron trabajos de limpieza en la Laguna el 21 de Febrero, 6,20 y 27 de Marzo.



**13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS**

**13.4. PROGRAMA DE MANTENCION**

La tabla siguiente muestra las fechas en que se realizaron las mantenencias preventivas a los equipos y partes que conforman la Laguna.

La mantención preventiva consiste en chequear el funcionamiento del equipo y de detectarse alguna anomalía, se procede a realizar mantención o calibración según corresponda.

**Mantenciones Preventivas realizadas**

TAG	EQUIPO ASOCIADO	TAREA A REALIZAR	FECHA MANTENCIÓN	FRECUENCIA
385-21-232	Bomba Recuperación	Mantención Bomba	19-abr-06	8 Semanas
385-21-213	Bomba Recuperación	Mantención Bomba	19-abr-06	8 Semanas
385-22-922	Cámara Recuperación	Mantención Cámara	18-abr-06	54 Semanas
385-22-923	Laguna Derrames	Inspeccionar Membrana	17-ene-06	9 Semanas
		Inspeccionar Carpeta Alta Densidad	17-ene-06	9 Semanas
		Inspección Carpeta	3-mar-06	9 Semanas
385-QT-117	Transmisor de pH	Mantención Preventiva	21-abr-06	Semanal
385-LT-116	Transmisor de Nivel	Mantención Preventiva	21-abr-06	2 Semanas

En las tabla adjuntas se muestra el programa de Mantenciones Preventivas definidos para los próximos catorce meses, indicando las frecuencias respectivas. Este Programa de Mantención se encuentra implementado en el Módulo de Mantenimiento (PM) del Sistema Informático Corporativo llamado SAP, el cual genera en forma automática las Órdenes de Trabajos a realizar, y registra el cumplimiento de las mismas.

**Programa Mantención Bombas Recuperación**

Resumen de posiciones del plan PM, clasificadEquipos (N°)	
Objetos visualizados	2006
	Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic
CV01-385-005-000003-21213 BOMBA RECUPERACION SPILL-POND N°2 .0010 MANTENCION BOMBA RECUPERACION	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
CV01-385-005-000003-21232 BOMBA RECUPERACION SPILL-POND N°1 .0010 MANTENCION BOMBA RECUPERACION	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

**Leyenda**

Planes mantenimiento

- Orden/Aviso/Servicio
- Orden notificada
- concluido
- tomado
- En espera (orden)

**Programa Mantención Cámara Recuperación**

Resumen de posiciones del plan PM, clasificadEquipos (N°)	
Objetos visualizados	2006
	Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic
CV01-385-005-000003-22922 Cámara de recuperación a Spill-Pond .0010 Inspeccion Revestimiento Interior Camara	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
CV01-385-005-000003-22923 Laguna de Derrame (Spill-Pond) .0010 Inspección-Reparación Membrana	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
.0020 Insp-Reparación Carpeta Alta Densidad	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
.0030 Inspección-Reparación Carpeta	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

**Leyenda**

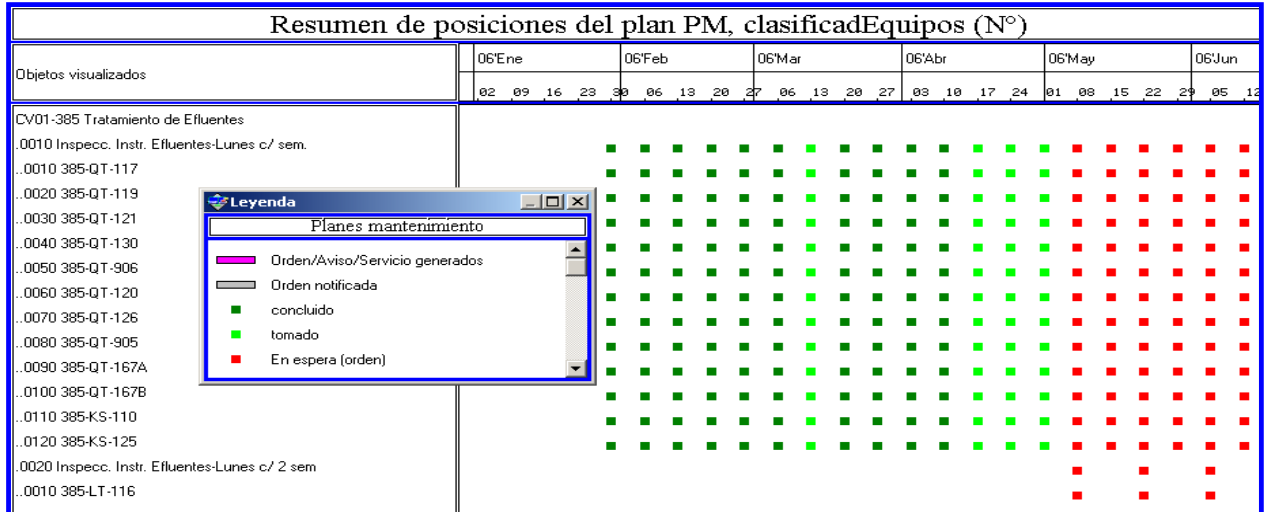
Planes mantenimiento

- Orden/Aviso/Servicio g
- Orden notificada
- concluido
- tomado
- En espera (orden)

**13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS**

**13.4. PROGRAMA DE MANTENCION (cont.)**

**Programa Mantención Transmisores pH y Nivel**



## 13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS

### 13.5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

#### MONITOREO AGUAS SUBTERRÁNEAS

##### Aluminio

Este parámetro en todos los pozos y durante las 3 campañas de medición se encontraron valores bajo el límite de detección del método. Por lo que no se aprecia influencia de la laguna en las aguas subterráneas.

##### AOX

Los valores de este parámetro se mantienen bastante estables en valores menores a 0,01 mg/l, salvo el valor puntual de P1 en Febrero. En ninguna oportunidad se aprecia la influencia de la Laguna sobre las aguas subterráneas.

##### Conductividad

Los valores de conductividad para los 4 pozos se mantienen bastante estables durante las 3 campañas de medición. No evidenciándose influencia de la Laguna sobre los pozos post-impacto.

##### DBO<sub>5</sub>

Los valores de DBO<sub>5</sub> se presentan estables durante las 3 campañas de medición, no observándose ninguna influencia en los pozos aguas debajo de la Laguna.

##### DQO

Para este parámetro se aprecian valores bajos, con excepción de P3 en la campaña de enero. Sin embargo, este valor se redujo de manera considerable en las campañas posteriores.

##### Fierro

Este parámetro se encuentra en concentraciones muy bajas. El pozo 3, presenta concentraciones muy superiores al resto de los pozos medidos, por lo que habrá que tenerlo en observación. Sin embargo, los niveles de fierro medidos en el efluente de Planta Valdivia indican concentraciones muy inferiores, del orden de la centésima parte del detectado en este pozo.

##### Nitrógeno total

Los niveles de este parámetros son similares en las distintas campañas, manteniéndose las diferencias entre los pozos. Sólo en Febrero, el Pozo 1 supera al 3. Esta estabilidad indica que no hay evidencia de influencia de la laguna sobre los pozos muestreados.

##### pH

Los valores de pH se encuentran dentro del mismo rango en todas las campañas de medición. No se observa influencia de la Laguna para este parámetro.

### 13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS

#### S.S.T.

Los resultados del análisis de este parámetro se observan en niveles muy bajos. La única excepción se da en P1 que alcanza los 30,2 mg/l en el mes de marzo, lo cual podría estar relacionado con la lluvia que cayó en las horas previas y durante el muestreo. Sin embargo, no se aprecia influencia de la Laguna, ya que todos los pozos aguas debajo de la misma, se encuentran con valores muy inferiores al detectado en P1 en la campaña de marzo.

#### Sulfatos

Este parámetro en todos los pozos y durante las 3 campañas de medición se encontraron valores bajo el límite de detección del método. Por lo que no se aprecia influencia de la Laguna en las aguas subterráneas.

#### Nivel estático

En cuanto a este parámetro, comenzó a medirse a partir del mes de Febrero, ya que EULA no realiza esta medición. Las campañas posteriores no han mostrado grandes variaciones en los distintos pozos.

## 13. RCA LAGUNA DE EMERGENCIAS

### **CHEQUEO DE LA LAGUNA**

Los chequeos han sido realizados por personal de Efluentes. Estas inspecciones muestran que la Laguna y sus equipos no han sufrido variaciones de ningún tipo.

### **PROGRAMA DE MANTENCIÓN**

El reporte indica que las mantenciones fueron realizadas en las fechas definidas en el Programa de Mantenimiento Preventiva para el área.

Los Programas de Mantenimiento muestran cuáles van a ser los equipos o instrumentos que serán chequeados y las fechas en que se realizará. El incorporar éste Programa a nuestro Sistema SAP, facilita la coordinación y ejecución de éste, puesto que SAP informa automáticamente al usuario las fechas en que se deben realizar las mantenciones.

## EVENTOS AMBIENTALES

### Período Enero – Marzo 2006

Independiente que cada uno de estos eventos fue debidamente informado a CONAMA y al Servicio respectivo, se entrega este resumen para llevar un registro formal de ellos, en la relación con la autoridad. Cada uno de estos eventos también es registrado y analizado internamente

Evento	Fecha	Descripción
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Enero 12	Tiempo: 17 s, a las 22:05 hrs. Debido a baja producción de vapor, se activa sistema de seguridad, abriendo la válvula de venteo por el tiempo indicado.
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Enero 14	Se derivó efluente a laguna de derrames, entre las 16:05 y las 18:35 hrs, debido a bajo flujo causado por detención de planta.
Venteo GNCD	Enero 14	Tiempo: 6 h, 25 minutos, desde las 17:35 hrs. Debido a detención de planta, disminuye generación de vapor, fallando quemador de gases, lo que causa el venteo.
Venteo GNCD	Enero 15	Tiempo: 11 h, 18 minutos, desde las 00:00 hasta las 11:18 hrs. Continúa el venteo del 14/01, hasta que la planta entra en servicio.
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Enero 16	Se derivó efluente a laguna de derrames por nivel alto de nitrógeno total.
Venteo GNCD	Enero 17	Tiempo: 22 minutos 47 segundos, a las 23:46 hrs. El venteo fue originado por el sistema de seguridad de caldera recuperadora al detectar bajo flujo de vapor.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Enero 18	Tiempo: 32 segundos, a las 14:09 hrs. El venteo fue ocasionado por una falla del quemador de gases. Posteriormente los gases se quemaron en incinerador.
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Enero 21	Debido a conductividad alta en efluente general, se deriva a laguna de derrames.

**EVENTOS AMBIENTALES**

<b>Evento</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Enero 24	Debido a detención general de Planta, se deriva a efluente a laguna de derrames, por 12 horas, 19 minutos.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Enero 24	Tiempo: 22 minutos 30 segundos, a las 09:54 hrs. El venteo se originó por detención general de Planta.
Venteo GNCD	Enero 24	Tiempo: 9 horas, 17 minutos 36 segundos, a las 09:54 hrs. Venteo producido por detención general de Planta.
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Enero 30	Derivación de efluente a laguna de derrames por aumento de conductividad de efluente general y bajos sólidos.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Febrero 15	Tiempo: 9 segundos, a las 11:59 hrs. Se realiza cambio de válvula de venteo.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Febrero 15	Tiempo: 6 segundos, a las 12:57 hrs. Por prueba de válvula de venteo.
Venteo GNCC Caldera de Poder	Febrero 21	Tiempo: 3 segundos, a las 14:24 hrs. Se resetea quemador de petróleo, lo que provoca un pequeño venteo.
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Febrero 21	Se deriva efluente a laguna de derrame, entre las 23:15 hasta las 14:25 hrs del 22/02, por plan de contingencia activado debido a pequeño derrame de clorato al efluente general durante maniobras de descarga de ferrocarril.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Febrero 28	Tiempo: 43 segundos, a las 05:26 hrs. Por bajo flujo de licor en caldera recuperadora, se inicia traspaso de quemado de gases a incinerador, la cual falla, ocasionando el venteo.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Febrero 28	Tiempo 5 segundos, a las 06:36 hrs. El venteo es originado por alarma de falla de quemador de GNCC.

**EVENTOS AMBIENTALES**

<b>Evento</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
Venteo GNCC Caldera de Poder	Marzo 10	Tiempo: 5 segundos, a las 12:53 hrs. Puesto que en caldera recuperadora se realizó mantención de quemador de gases, éstos se traspasaron a caldera de poder. Durante la rutina de prueba de traspaso a incinerador se produjo un error en la secuencia, lo que ocasionó el venteo.
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Marzo 11	Caída del servicio sistema interconectado central, línea Charrúa-Temuco, provocó trip en turbogeneradores, por lo que se produjo detención general de Planta. Por lo anterior, se deriva el efluente a laguna de derrames, a partir de las 16:12 hasta las 04:51 hrs del 12/03.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Marzo 11	Tiempo: 40 minutos, a las 16:12 hrs. Caída del servicio sistema interconectado central, línea Charrúa-Temuco, provocó trip en turbogeneradores, por lo que se produjo detención general de Planta. Por lo anterior, se suscita el venteo, puesto que se corta el suministro eléctrico por algunos minutos.
Venteo GNCD	Marzo 11	Tiempo: 7 horas, 45 minutos, a las 16:12 hrs. Caída del servicio sistema interconectado central, línea Charrúa-Temuco, provocó trip en turbogeneradores, por lo que se produjo detención general de Planta. Por lo anterior, se suscita el venteo, puesto que se corta el suministro eléctrico por algunos minutos.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Marzo 16	Tiempo: 22 segundos, a las 09:09 hrs. El sistema de control automático de caldera recuperadora detectó condición anormal en quemadores de gases, por lo que se accionó el traspaso de los gases a incinerador, lo que no ocurrió y debió realizarse manualmente.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Marzo 23	Tiempo: 1 minuto, 38 segundos, a las 11:54 hrs. Debido a baja de presión en sistema recolector de gases, causado por detención en área de digestores, disminuyó presión de vapor en quemador de GNCC, causando el venteo.
Venteo GNCD	Marzo 24	Tiempo: 8 horas, 38 minutos, a las 07:26 hrs. El venteo se produce por problemas eléctricos que dejan fuera de servicio el sistema recolector de gases diluidos.



**EVENTOS AMBIENTALES**

<b>Evento</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
Venteo GNCD	Marzo 25	Tiempo: 1 hora, 25 minutos, a las 18:09. Por pruebas de normalización del sistema extractor de gases se causa un venteo de GNCD.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Marzo 25	Tiempo: 1 minuto, 23 segundos, a las 22:21 hrs. Por baja presión de gases, se activa válvula de venteo.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Marzo 28	Tiempo: 45 segundos, a las 00:05 hrs. Se produce baja de presión en sistema de extracción de gases por perturbación de sistema de vacío en área de evaporadores.
Venteo GNCC Caldera Recuperadora	Marzo 28	Tiempo: 62 segundos, a las 00:39 hrs. Se produce baja de presión en sistema de extracción de gases por perturbación de sistema de vacío en área de evaporadores.
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Marzo 30	Se deriva efluente a laguna de derrame por 17 horas, 30 minutos por detención de área de fibra.
Ausencia de RIL descargado al río Cruces	Marzo 31	Se deriva efluente a laguna de derrames por 15 horas 33 minutos, por valor alto de nitrógeno.

## ANEXO 1. MUESTREO CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CRUCES Y HUMEDAL

### OBSERVACIONES DE TERRENO

Grupo Contaminantes	Enero 2006		Febrero 2006		Marzo 2006	
	17 Enero	18 Enero	22 Febrero	23 Febrero	15 Marzo	16 Marzo
<b>Indicadores Físicoquímicos</b>						
Análisis in situ (pH, Temperatura y Conductividad)	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O
Productividad Primaria	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O
Transparencia Disco Secci	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O
Cloro Libre Residual	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O	S/O
<b>Observaciones Climáticas</b>						
Despejado			Si	Si		
Nublado	Si	Si				
Lluvia					Si	Si
<b>Observaciones Generales de Terreno Estaciones Calidad de Agua Río Cruces y Humedal</b>						
E1	El canal con caudal muy bajo. El aporte corresponde mayoritariamente al brozo proveniente de canchas.		Caudal del canal con un volumen de agua aparentemente incrementado al doble en relación al mes anterior. El aporte corresponde mayoritariamente al brozo proveniente de canchas.		El brazo del canal proveniente de cancha esta casi seco. El brazo proveniente de pozos de lastre es el que aporta el caudal.	
E2	S/O		Visualmente el caudal de esta estación ha correspondido al mínimo observado en el año.		S/O	
E3	S/O		S/O		S/O	
<b>Observaciones Generales de Terreno RIL (Parshall)</b>						
Parshall	S/O	S/O	S/O	La entrada al Parshall comienza a ser regulada con el uso de PTS.	S/O	S/O