

Centrales Térmicas a Gas

Quillota, 21 de junio de 2010 GETG – T № 483,/2010

Señor Andrés Sáez A. Director Regional CONAMA

Antofagasta.

The read of the second second

16/10

Ref.: Nueva propuesta monitoreo parcelas centinelas Central Taltal Endesa

De nuestra consideración:

Con relación al tema en referencia y de acuerdo a nuestro compromiso del pasado 14 de junio en reunión en dependencias de Conama Antofagasta, presentamos a Usted, el informe con la nueva propuesta de monitoreo de las parcelas centinelas de Central Taltal de Endesa.

Sin otro particular saluda atentamente a usted,

2 2 JUN 2010;

René Becker Salvo Subgerente Centrales Vérmicas a Gas OE EXPLOY
SUB GERENTE PO
CENTRALES OF
TERMICAS OF
A GAS
\*\*ENDESA\*\*

c.c.: Seremi de Salud - Sr. Marcos Madrigal SAG - Sr. Alexis Cepeda C. CONAF - Sr. Eduardo Rodriguez R. Gerencia de Explotación- Sr. Hugo Perez GETG-T Conama Sup. Medio Ambiente Central Taltal Serie RBS/cfac.





# ELABORACION DE NUEVA PROPUESTA TECNICA DE MONITOREO DE PARCELAS CENTINELAS

Investigador principal: Dr. Mahendra Kumar (Rut: 14.643.439-8)

Investigador: Ing.Noemí Rios García (Rut: 14.484.521-8)

## 1. INTRODUCCIÓN

Según la Resolución Exenta Nº 48/99 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), que considera el posible efecto que pudieran producir los gases liberados por el funcionamiento de la Central Térmica Taltal, óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), se estableció un programa de monitoreo del ecosistema de Paposo, a través de parcelas centinelas representativas de la vegetación y de la fauna.

De acuerdo a la metodología aprobada por la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) Región de Antofagasta, se realizó estudios de monitoreos de parcelas centinelas bianuales entre 2002-2004 y anuales entre 2007-2010. Los estudios de parcelas centinelas demuestran varios cambios en la vegetación y degradación de sitios de parcelas por factores naturales y antropicos de la zona.

### 2.ANTECEDENTES

Las parcelas centinelas fueron visitadas el día 13 de abril de 2010 por las agencias fiscalizadora de gobierno: Servicio Agrícola Ganadero (SAG), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Servicio de Salud) de la Región de Antofagasta. Los fiscalizadores solicitaron reunión técnica donde Endesa Chile, expusiera la situación histórica de las parcelas centinelas. La charla se concretó el 03 de mayo de 2010 en oficinas de la CONAMA Región de Antofagasta y contó con la participación de la autoridad ambiental y los servicios sectoriales con competencia en el Tema. El tema fue expuesto por investigadores de la Universidad Arturo Prat, quienes expusieron la situación histórica de las parcelas centinelas..



Como conclusión de la presentación, se expone que el mayor impacto sobre las parcelas centinelas se encuentra en asociado a un fenómeno climatológico y a actividad antrópica, que no esta vinculada con la central termoeléctrica Taltal. Producto de esta conclusión, representantes de los servicios sectoriales solicitan una nueva propuesta de monitoreo de parcelas centinelas, pero ahora considerando considerando datos de alteración de la calidad, e indicadores que reflejen el impacto en la flora y vegetación de la operación normal de la central.

### 3.OBJETIVO

Elaborar una nueva propuesta de monitoreo de parcelas centinelas que relacione emisión vs flora y vegetación, y que sea capaz de identificar y proponer indicadores representativos del impacto de la central termoeléctrica en su entorno natural.

## 4.ALCANCE

- Análisis del comportamiento histórico de las parcelas centinelas versus los indicadores que actualmente se están utilizando;
- Análisis de la eficiencia y eficacia de tales indicadores empleados históricamente;
- Correlación de la información histórica con los datos de calidad del aire registrado por la estación rural punto de máximo impacto (PMI);
- Correlación entre horas de generación por unidad de la central (petróleo /gas) vs parcelas centinelas,
- Proponer nuevos indicadores ambientales más representativos del impacto en la flora y vegetación según emisiones de la central,
- Propuesta de ampliación, ajuste o relocalización de las actuales parcelas centinelas.

# 5.SITUACIÓN HISTÓRICA DE LAS PARCELAS CENTINELAS

### 5.1.Análisis:





Desde el año 2001, se observó la flora y fauna de las ocho parcelas centinelas y testigos. Durante gran parte del año la vegetación es escasa y solo puede observarse las cactáceas y herbáceas permanentes en esta parte de la Central térmica en Paposo. Sin embargo, las quebradas tienen micro-clima diferentes y la composición florística y densidad de la vegetación es mucho mejor. El área abierta frente al mar tiene un clima uniforme y la altura varia desde 0 a 1.000 msnm. Sin embargo, básicamente la composición florística de especies permanentes es la misma en toda la zona.

La composición florística de las ocho parcelas centinelas se decribe en la tabla siguiente:

Tabla 1. La composición florística de las parcelas centinelas.

		Р	ARCE	LAS CE	NTINE	LAS			
ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	%
Copiapoa cinerea var. Haseltoniana	27	30			26	2		17	62,5
Heliotropium sp	8	8							25
Eulychnia iquiquensis		2	3	1		1	4		62,5
Balbisia peduncularis			1			2			25
Proustia sp.			7	29					25
Cristaria			1			22		8	37,5
Echinopsis deserticola				1	1				25
Croton chilensis				14					12,5
Euphorbia lactiflua				22		3	3		37,5
Tillandsia geiddei				29					12,5
Copiapoa cinerea var. Eremophila					4				12,5
Tillandsia landbeckii					1				12,5
Ephedra breana					3				12,5
Neoporteria sp						10			12,5
Schizanthus sp						2			12,5
Polyachyrus annuus						1			12,5
Perityle sp							18		12,5
Oxalis gigantea							4		12,5

La composición florística comprende 18 especies distribuidas en ocho parcelas. De las 18 especies, 9 especies son permanentes (50%) pero la distribución esta restringida solamente en 3 parcelas centinelas. La similitud entre 4 parcelas es entre 37,5% a 62, 5%. Entre especies Copiapoa cinerea y Eulychnia iquiquensis están



presentes en 5 parcelas (4 parcelas en zona de impacto y 1 testigo). la composición florística analizada solo en las parcelas es bastante ba con la biodiversidad florística en las diferentes quebradas de Paposc impacto incluye la quebrada de Rincón pero solamente hasta la enuada de quebrada (por la definición de zona de impacto).

Después de 10 años, se observa que la ubicación y número de parcelas presentes es coherente con la composición florística de la zona costera. Sin embargo, se requiere relocalizar algunas parcelas centinelas a zonas de mejor composición florística debido a cambios naturales que ha sufrido el paisaje (aluviones y otros), y efectos antrópicos en la zona costera, que las han convertido en poco representativas. Cada parcela es de 10m x 10m, siendo el total del área analizada con las parcelas de 800m2. No necesariamente las parcelas demuestran toda la biodiversidad de la zona ya que no considera la vegetación fuera de las parcelas. La distribución y crecimiento varía según las condiciones de humedad de suelos, formaciones, micro habitats entre otras condiciones.

### 5.2.Parámetros analizados:

Los parámetros de estudios de la vegetación fueron los siguientes:

- 1. La composición florística;
- Densidad y cobertura de individos en parcelas;
- 3. La cobertura total de la vegetación;
- 4. Crecimiento de nuevos brazos o ápices;
- 5. La mortalidad de brazos de cactus;
- 6. Las causas de mortalidad de cactus por insectos u otros;y
- 7. La fenología de vegetación permanente.

Además, se midieron tres parámetros de suelos como: La humedad disponible, el pH (acidez) y la conductividad eléctrica (salinidad), lo que permitieron verificar la situación del suelo y su posible efecto en la crecimiento de la vegetación.





# 5.3. Parámetros Edafoclimáticos importantes para la vegetación

Los parámetros importantes para el crecimiento de la vegetación son:

- Precipitación (Lluvia y otras formas de humedad, como el aporte de agua por neblinas),
- La temperatura adecuada
- La humedad de suelos disponible
- pH normal (5,5 8,5)
- Radiación solar y PAR
- Evapotranspiración

Lamentablemente no se puede realizar relaciones ecológicas y climáticas adecuadas entre parámetros evaluados de calidad de aire para los gases contaminantes y meteorología determinada entre los dos diferentes estudios: Parcelas centinelas y mediciones de gases contaminantes.

Los daños por los gases contaminantes ocurren en los tejidos del mesófilo (bajo la epidermis de las hojas o de los tallos fotosintéticamente verdes (como de los cactus) causando dos diferentes tipos de daños:

- 1. Efectos en los aparatos de estomas y fotosíntesis sin causar la muerte de los fotosistemas por SO2, NO, NO2;
- 2.O sin efectos en estomas pero provocando la muerte de aparatos fotosintéticos por ozono (O3) en concentraciones bajas.

No existen mediciones de estomas o fotosíntesis en los estudios de Parcelas centinelas ni en los Estudios de la concentración de gases contaminantes a nivel de la vegetación.



# 6.NUEVA PROPUESTA PARA EL ESTUDIO DE PARCELAS CENTINELAS

# 6.Metodología

La propuesta de monitoreo considera mejorar lo siguiente:

- 1. Ubicación de parcelas y frecuencia de monitoreo
- 2. Estudio vegetación y mejoramiento parcelas
- 3. Diversidad florística
- 4. Altura geográfica de instalación de las Parcelas
- Medición de parámetros abióticos, bióticos, ecofisiología y gases en la zona de instalación de parcelas

# 6.2 Relocalización de parcelas centinelas y frecuencia de monitoreo

Para abarcar mayor diversidad de especies en diferentes áreas se propone la reubicación de la Parcela 1, 5, 6 y 8.

Tabla 2 Ubicación de Parcelas Centinelas y Testigos en Paposo.

PARCELAS	COORDENADAS UTM	ALTURA	UBICACIÓN	ESPECIES PRESENTES
				Eulychnia iquiquensis
				Neoporteria sp
				Euphorbia lactiflua
	353.049E-			Oxalis gigantea
1	7.236.107N	130	Noreste central	Herbáceas
				Eulychnia iquiquensis
				Copiapoa cinerea
	353.806E-			Herbáceas
2	7.235.621N	94	Interior Central	
				Eulychnia iquiquensis
				Berberis litoralis
	353.163E-			Herbáceas
3	7.236.673N	213	Este Central	
				Eulychnia iquiquensis
				Echinopsis deserticola
				Euphorbia lactiflua
	350.280E-			Tillandsia geissei
4	7.241.893N	261	Norte Central	Herbáceas



				CHILE
5	354.543E-	4.460	November control	Copiapoa cienerea Echinopsis deserticola Tillandsia geissei
5	7.237.578N	1.169	Noreste central	Herbáceas
				Eulychnia iquiquensis
				Copiapoa cienerea
				Euphorbia lactiflua
	352.805E-			Neoporteria sp
6	7.232.575N	114	Sureste central	Herbáceas
				Eulychnia iquiquensis
				Oxalis gigantea
	347.378E-			Euphorbia lactiflua
7 (T)	7.242.913N	97	Norte central	Herbáceas
				Eulychnia iquiquensis
				Copiapoa cinerea
	352.120E-			Euphorbia lactiflua
8 (T)	7.229.313N	150	Sur central	Herbáceas

Debido a que el monitoreo depende de la utilización de petróleo, la frecuencia de medición de éstos es irregular en el tiempo, lo cual hace más difícil la comparación y relación de los datos con las condiciones de la vegetación. Por lo anterior, se propone sistematizar los monitoreos de la siguiente manera:

- 3 veces al año (Marzo - Junio - Octubre)

# 6.3. Estudio vegetación y mejoramiento de parcelas

Existen dos tipos de vegetación:

- I. Vegetación permanente o perenne leñosa arbustiva: Entre este tipo encontramos cactáceas principalmente como Eulychnia sp, Copiapoa sp., Neoporteria sp. además Euphorbia sp y Oxalis gigantea.
- II. Vegetación anual herbácea: Este tipo de formación depende de épocas lluviosas, encontrándose sólo en ciertas épocas del año de forma casual. Está bastante intervenida por pastoreo y factores antrópicos, y es muy variada. Se puede encontrar Heliotropium sp., Cristaria sp., Nolana sp., Proustia sp., etc.





Proponemos realizar el seguimiento de la vegetación del primer grupo, debido a que se puede monitorear permanentemente durante todo el año. La frecuencia de monitoreo será 3 veces/año en marzo, junio y octubre de cada año. Además se observaran composición florística fuera de las parcelas centinelas y testigos para conocer la biodiversidad presente en el área.

Además se propone cercar las parcelas para evitar el impacto del pastoreo en la zona y de las intervenciones antrópicas en la vegetación.

### 6.4. Diversidad florística

La realización de los monitoreos anteriores de las parcelas se ha efectuado considerando la representatividad de la vegetación en un 62,5% en dos especies principalmente: *Eulychnia iquiquensis y Copiapoa cinerea*. La mitad de las especies están en un 12,5% del total de las parcelas, haciendo difícil su comparación.(Tabla 3)

Tabla 3 Vegetación de las parcelas Centinelas y Testigos

### **PERMANENTES**

ESPECIE	1	2	3	4	5	6	7	8	%
Eulychnia iquiquensis		х	х	х		Х	х		62,5
Copiapoa cinerea	х	x			х	х		х	62,5
Euphorbia lactiflua				X		X	X		37,5
Echinopsis deserticola				х	х				25
Neoporteria sp						X			12,5
Oxalis gigantea							х		12,5
Tillandsia sp				X					12,5
Ephedra breana					х				12,5

# **HERBACEAS**

ESPECIE	1	2	3	4	5	6	7	8	%
Cristaria			х			х		х	37,5
Heliotropium sp	х	х							25
Balbisia peduncularis			х			х			25
Berberis litoralis			Х	X					25
Croton chilensis				х					12,5



Chang & Notice		
Schizanthus sp	X	12,5
Polyachyrus annuus	x	12,5
Perityle sp	X	12,5

Para mejorar la comparación del estado de especies en diferentes sitios, se propone relocalizar cuatro parcelas para aumentar la frecuencia de *Eulychnia iquiquensis* al 100% del total de parcelas. Esto permitirá monitorear la condición de ésta especie y las demás en los diferentes sitios en que se encuentran. (Ver Tabla 4)

Tabla 4 Propuesta distribución de la vegetación en parcelas de monitoreo.

ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	%
Eulychnia iquiquensis	X	Х	Х	X	Х	Х	Х	Х	100
Copiapoa cinerea	X	X			Х	X		X	64
Euphorbia lactiflua	X			X		Х	Х	Х	64
Neoporteria sp						Х			28
Tillandsia sp				Х	Х				28
Echinopsis deserticola				Х	X				18
Ephedra breana					Х				18
Oxalis gigantea							Х		18

### **HERBACEAS**

ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	%
Cristaria			X		Х	X		X	45
Heliotropium sp	X	X			Х				36
Balbisia peduncularis			Х			X			18
Berberis litoralis			Х	Х					18
Croton chilensis				Х					9
Schizanthus sp						Х			9
Polyachyrus annuus						X			9
Perityle sp							X		9
Nolanas sp				Х		X			28
Portulaca sp						Х			18
Proustia sp									9

Las especies permanentes más dominantes en toda el área de zona costera Paposo son *Eulychnia iquiquensis, Copiapoa cinerea y Euphorbia lactiflua.* Con la nueva distribución de parcelas podemos tenerlas monitoreadas en más del 50% de las parcelas instaladas. (Tabla 5)





Tabla 5 Presencia de especies en el total de las parcelas monitoreadas

ESPECIE	Instaladas (%)	Propuesta(%)
Eulychnia iquiquensis	62,5	100
Copiapoa cinerea	62,5	64
Euphorbia lactiflua	37,5	64
Neoporteria sp	25	28
Tillandsia sp	12,5	28
Echinopsis deserticola	12,5	18
Ephedra breana	12,5	18
Oxalis gigantea	12,5	18

Además, para conocer las principales especies que existen en la zona, se revisará a 50 metros de cada parcela la vegetación presente y se registrará aquellas especies que no estén en las parcela o sean ocasionales para mantener un registro lo más representativo posible de toda las especies vegetales de la zona.

# 6.5. Altura geográfica de instalación de parcelas

De acuerdo a estudios realizados la mayor diversidad de especies en la zona de Paposo se encuentra en las quebradas del sector, sobre todo en Quebrada El Rincón. La gran mayoría de las especies son herbáceas ocasionales que dependen de las precipitaciones y las neblinas del sector, tienen un alto valor ecológico debido a su elevado endemismo.

Si consideramos la geografía del lugar en la distribución de la vegetación, tenemos que a 0-300 msnm existe la mayor cantidad, un poco menos de especies en 300-800 msnm, para disminuir considerablemente a más de 800 msnm.

Lamentablemente la instalación de nuevas parcelas a mayor altura se dificulta bastante por las siguientes razones:

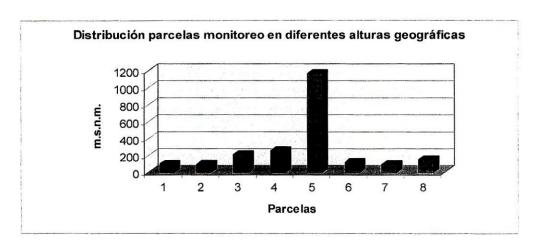




- Altas pendientes (50%).
- Muchísima erosión de suelos y rocas que provoca derrumbes e inestabilidad para caminar.
- Suelos muy pedregosos.
- No hay caminos, lo cual multiplica el tiempo de acceso a los diferentes sectores.

Por lo anterior se propone la siguiente distribución (Fig.1):

Figura 1 Parcelas de monitoreo a diferentes alturas geográficas



# 6.6. Medición de parámetros bióticos y abióticos en la zona de parcelas centinelas

Los parámetros permanentes a evaluar en la vegetación grupo I y parcelas son:

# Estado vegetación

Excelente (E) = 80-100% verde Bueno (B) = 50-80% verde Regular (R) = 20-50% verde Seco (S) = 0-20% verde

## Altura





Se considera el brazo o rama más alta como el valor de altura.

### Diámetro

Se realiza mediciones dos brazos representativos, se marcan para su monitoreo permanente.

# Fenología

- Crecimiento vegetativo (CV) = Se considera al crecimiento de nuevos brazos o yemas, o aparición de nuevas hojas.
- Floración (FI)
- = Aparición de flores.
- Fructificación (Fr) = Aparición de frutos.

# pH suelos

Se realizará la medición in situ, en una relación 1:5.

### Conductividad eléctrica de suelos

Se realizará la medición in situ, extracto de saturación.

# Humedad de suelos y propiedad de material (Ka)

Se medirá in situ el % de humedad en el suelo de la parcela y Ka por sensores de humedad de suelos instalados permanentes.

### Temperatura promedio mes

Con los datos meteorológico medido en estación de Endesa.

## Humedad atmosférica

Con los datos meteorológicos entregados por Endesa.

# Precipitación\* (mm/mes) y evapotranspiración\*

Con los datos meteorológicos entregados por Endesa. (Requiere instalación de estación meteorológica o modificación en estación actual).

# Velocidad de viento (m/s)

Con los datos meteorológicos medido en estación de Endesa.

# Acidez aire





Con los datos meteorológicos medido en estación de Endesa.

# **Fotosíntesis**

Se medirá fotosíntesis con equipo que mide directamente en terreno.

### Fluorescencia clorofila

Se medirá con equipo de fluorescencia que mide directamente en terreno.

## Microfotografía

Considerando que los daños que puedan ocurrir por gases contaminantes ocurren en el mesófilo (bajo la epidermis de las hojas o de los tallos fotosintéticamente verdes como los cactus), se analizarán microfotografías de tejidos de las especies permanentes para analizar si existe efecto en los tejidos de las plantas.

# 6.7. Medición de gases contaminantes (SO2, O3, NO2) a nivel de parcelas centinelas

Se medirá con sensores de detectores de gases contaminantes (cualitativos o cuantitativos, ppm) o por análisis químicos en terreno en forma directa.

En cada monitoreo realizado se llenará la ficha por cada especie permanente, que se presenta en la siguiente tabla:





ESPECIE	PAR	CELA	S					
Parámetros/Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8
Estado vegetación	Х	Х	Х	Х	Х	Х	х	Х
Altura	х	Х	х	Х	х	х	х	Х
Diámetro	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Fenología	х	Х	х	х	х	х	х	Х
pH suelos	х	Х	х	Х	х	х	Х	Х
Conductividad eléctrica	х	Х	Х	х	х	Х	Х	Х
Humedad de suelos	X	Х	х	х	х	х	Х	Х
Acidez	х	Х	х	х	х	х	х	Х
Fotosíntesis* ó	х							х
Fluorescencia clorofila	х							х
Microfotografía	х	Х	х	Х	Х	х	х	Х
Gases SO2, O3, Acidez de aire**	х	х	x	x	x	х	x	х

<sup>\*</sup> Mediciones en dos parcelas (uno en zona de impacto y otro testigo, mediciones de 8-10 horas/día en marzo, junio y octubre,

<sup>\*\*</sup> Se requiere prueba de metodología para determinar la factibilidad y efectividad.

<sup>-</sup>Las relaciones ecológicas entre especies y factores ambientales serán determinadas por método de ordenación Canónico.





# **ANEXO 1**

# (DATOS DE MONITOREO DE GASES Y ACIDEZ DE AIRE DE MESES DE NOVIEMBRE 2007, SEPTIEMBRE 2008, MAYO 2009)

# **ANEXO 1**

# (Fuente: Informes enviados mensualmente por Endesa al CONAMA)

Análisis de la información de contaminantes gaseosos (noviembre, 2007)

### TABLA 5.4 C

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

### ESTACIÓN PUNTO MÁXIMO IMPACTO

PERIODO: 1 DE SEPTIEMBRE AL 30 DE NOVIEMBRE DE 2007

CONTAMINANTE	VALOR MEDIO MENSUAL				VALORES MÁXIMOS							
CONTRACTOR					DIARIO			HORARI	o o	D	HORA	
	SEP	OCT	NOV	SEP	OCT	NOV	SEP	OCT	NOV	DIA		
OZONO	34	30	29	56 (+)	29	43 (+)	59	75	61	120 (+)	160 (++)	
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	11	10	8	22	17	15	53	66	71			
OXIDO NÍTRICO (NO)	5	5	4	12	9	10	43	43	68			
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	6	5	4	11	10	6	23	23	12	80 (*)	400 (**)	
MONÓXIDO DE CARBONO	0	0	100	100	100 (+)	200 (+)	100	200	300	10000 (+)	30000	
DIÓXIDO DE AZUFRE	1	0	0	1	1	1	1	2	4	250	1000	

(+) Promedio móvil de ocho horas. Decreto 112 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (++) Resolución 1215 del Ministerio de Salud (\*) Promedio diario máximo, según normas Confederación Suiza. (\*\*) Norma horaria. Decreto 114 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (\*\*\*) Norma secundaria Decreto 185 del Ministerio de Minerta

### TABLA 5.3 C

# RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

### ESTACIÓN ESCUELA PAPOSO

### PERIODO: 1 DE SEPTIEMBRE AL 30 DE NOVIEMBRE DE 2007

CONTAMINANTE	VALOR MEDIO MENSUAL				v		MÁXIMO ISIBLE				
CONTAMINANTE					DIARIO		The state of the state of	HORARI	0		
	SEP	OCT	NOV	SEP	OCT	NOV	SEP	OCT	NOV	DLA	HORA
OZONO	26	8	12	37 (+)	28	25 (+)	38	23	27	120	160
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	2	4	4	8	7	7	36	24	19	-	-
OXIDO NÍTRICO (NO)	1	1	1	2	2	3	7	8	10		-
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	2	3	3	6	4	5	30	17	14	80 (*)	400 (**)
MONÓXIDO DE CARBONO	100	100	100	300 (+)	500 (+)	200 (+)	500	500	300	10000 (+)	30000
DIÓXIDO DE AZUFRE	0	0	0	1	1	1	1	1	1	250	1000

(\*) Promedio móvil de ocho koras. Decreto 112 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (++) Resolución 1215 del Ministerio de Salud (\*) Promedio diario máximo, según normas Confederación Suiza. (\*) Norma horaria. Decreto 114 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (\*\*) Norma secundaria Decreto 185 del Ministerio de Minería.

# TABLA 5.5 D

# RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE ÍNDICE DE ACIDEZ EN EL AIRE AMBIENTE ESTACIONES ESCUELA PAPOSO Y PUNTO MÁXIMO IMPACTO PERIODO 1 AL 30 DE NOVIEMBRE DE 2007

FECHA MUESTREO	ESCUELA PAPOSO		MAXIMO IMPACTO	
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>
03-11-07	14.9	13.1	15.1	4.0
06-11-07	20.3	6.9	13.0	4.8
09-11-07	23.9	4.5	19.8	4.7
12-11-07	18.0	5.9	13.4	2.6
15-11-07.	15.6	8.3	15.1	4.0
18-11-07	28.1	14.3	10.6	3.0
21-11-07	19.2	7.3	25.0	3.9
24-11-07	11.6	5.0	37.0	7.2
27-11-07	10.8	5.2	30.0	4.4
30-11-07	18.9	2.6	31.1	7.0

Unidad: ug/m3

Análisis de la información de contaminantes gaseosos (septiembre, 2008)

### TABLA 5.4 C

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

## ESTACIÓN PUNTO MÁXIMO IMPACTO

# PERIODO: 1 AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2008

CONTAMINANTE	VALOR MEDIO MENSUAL	VALORES MÁXIMOS		LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
	SEP	DIARIO	HORARIO	DIA	HORA
		SEP	SEP		
OZONO	34	55 (+)	76	120	160 (++)
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	74	189	869		
OXIDO NÍTRICO (NO)	21	61	339		
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	52	127	554	80	400 (**)
MONÓXIDO DE CARBONO	200	700 (+)	1000	10000 (+)	30000
DIÓXIDO DE AZUFRE	1	3	5	250	1000

<sup>(+)</sup> Promedio móvil de ocho horas. Decreto 112 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (++) Resolución 1215 del Ministerio de Salud (\*) Promedio diario máximo, según normas Confederación Suiza. (\*\*) Norma horaria. Decreto 114 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (\*\*\*) Norma secundaria Decreto 185 del Ministerio de Minería.

# TABLA 5.3 C

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

### ESTACIÓN ESCUELA PAPOSO

PERIODO: 1 AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2008

CONTAMINANTE	VALOR MEDIO MENSUAL SEP	VALORES MÁXIMOS		LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
		DIARIO	HORARIO	DIA	HORA
		SEP	SEP		
OZONO	14	23 (+)	24	120	160
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	3	9	27	- (7)	(++)
OXIDO NÍTRICO (NO)	1	5	17		
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	2	5	15	80 (*)	400 (**)
MONÓXIDO DE CARBONO	100	400 (+)	600	10000 (+)	30000
DIÓXIDO DE AZUFRE	1	1	1	250	1000

- (+) Promedio móvil de ocho horas. Decreto 112 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (++) Resolución 1215 del Ministerio de Salud (\*) Promedio diario máximo, según normas Confederación Suiza. (\*\*) Norma horaria. Decreto 114 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (\*\*\*) Norma secundaria Decreto 185 del Ministerio de Minería.

### TABLA 5,5 C

# RESULTADOS DE CONCENTRACION DE INDICE DE ACIDEZ EN EL AIRE AMBIENTE ESTACIONES ESCUELA PAPOSO Y PUNTO MAXIMO IMPACTO PERIODO 1 DE JULIO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2008

FECHA MUESTREO	ESCUELA PAPOSO		MAXIMO IMPACTO		
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	
02-07-08	9.8	10	4.0	3.3	
05-07-08	4.3	3.6	4.1	3.4	
08-07-08	4.1	3.4	4.3	3.6	
14-07-08	4.1	3.4	4.1	101.4	
17-07-08	60.7	3.4	4.1	3.4	
20-07-08	4.1	3.4	34.7	3.4	
23-07-08	4.1	3.4	4.1	28.1	
26-07-08	4.1	3.4	4.1	25.3	
29-07-08	4.3	3.6	4.1	3.4	
01-08-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
04-08-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
07-08-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
10-08-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
13-08-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
16-08-08	4.1	3.4	4.0	3.3	
19-08-08	4.1	3.4	4.0	3.3	
22-08-08	35.0	3.4	4.1	3.4	
25-08-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
28-08-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
31-08-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
03-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
06-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
09-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
12-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
15-09-08	4.1	3.4	4.0	3.3	
18-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
21-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
24-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
27-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	
30-09-08	4.1	3.4	4.1	3.4	

# Análisis de la información de contaminantes gaseosos (mayo, 2009)

# TABLA 5.3 B

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

### ESTACIÓN ESCUELA PAPOSO

PERIODO: 1 AL 31 DE MAYO DE 2009

CONTAMINANTE	VALOR MEDIO MENSUAL	VALORES MÁXIMOS		LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
	MAY	DIARIO	HORARIO	DIA	HORA
		MAY	MAY	DIA	
OZONO	8	14 (+)	16	120 (+)	160 (++)
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	6	12	35		
OXIDO NÍTRICO (NO)	2	6	30		
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	4	7	16	80 (*)	400 (**)
MONÓXIDO DE CARBONO	0 ·	100 (+)	400	10000 (+)	30000
DIÓXIDO DE AZUFRE	0	1	1	250	1000

<sup>(+)</sup> Promedio móvil de ocho horas. Decreto 112 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003

### TABLA 5.4 B

### RESUMEN DE RESULTADOS MEDICIONES DE CONTAMINANTES GASEOSOS

# ESTACIÓN PUNTO MÁXIMO IMPACTO

PERIODO: 1 AL 31 DE MAYO DE 2009

CONTAMINANTE	VALOR MEDIO MENSUAL	VALORES MÁXIMOS		LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
	MAY	DIARIO	HORARIO MAY	DIA	HORA
		MAY			
OZONO	22	40 (+)	41	120 (+)	160 (++)
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	35	98	674		
OXIDO NÍTRICO (NO)	11	32	231	T	
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	24	66	443	80 (*)	400 (**)
MONÓXIDO DE CARBONO	100	200 (+)	600	10000 (+)	30000
DIÓXIDO DE AZUFRE	1	3	6	250	1000 (***)

<sup>(+)</sup> Promedio móvil de ocho horas. Decreto 112 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (++) Resolución 1215 del Ministerio de Salud (\*) Promedio diario máximo, según normas Confederación Suiza. (\*\*) Norma horaria. Decreto 114 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (\*\*\*) Norma secundaria Decreto 185 del Ministerio de Minería.

<sup>(++)</sup> Resolución 1215 del Ministerio de Salud (++) Resolución 1215 del Ministerio de Salud (+) Promedio diario máximo, según normas Confederación Suiza. (\*\*) Norma horaria. Decreto 114 del MSGPR. Entró en vigencia 1 de Abril de 2003 (\*\*\*) Norma secundaria Decreto 185 del Ministerio de Minería.

### TABLA 5.5 B

### RESULTADOS DE CONCENTRACION DE INDICE DE ACIDEZ EN EL AIRE AMBIENTE ESTACIONES ESCUELA PAPOSO Y PUNTO MAXIMO IMPACTO PERÍODO 1 DE MARZO AL 31 DE MAYO DE 2009

FECHA MUESTREO	ESCUELA PAPOSO		MAXIMO IMPACTO		
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	
02-03-09	4.1	3.4	4.2	3.5	
05-03-09	4.1	3.4	4.2	3.5	
08-03-09	4.1	3.4	4.2	3.5	
11-03-09	4.1	3.4	4.2	3.5	
14-03-09	4.2	3.5	4.2	3.5	
17-03-09	4.1	3.4	4.2	3.4	
20-03-09	4.1	3.4	4.2	3.4	
23-03-09	4.1	3.4	4.1	3.4	
26-03-09	4.1	3.4	4.1	3.4	
29-03-09	4.1	3.4	1 - 1	-	
01-04-09	4.2	3.5	4.0	3.3	
04-04-09	4.2	3.4	4.0	3.3	
07-04-09	4.1	3.4	4.0	3.3	
10-04-09	4.1	3.4	4.0	3.3	
13-04-09	4.1	3.4	4.0	3.3	
16-04-09	4.1	3.4	4.0	3.3	
19-04-09	4.2	3.4	4.1	3.4	
22-04-09	4.1	3.4	4.0	3.4	
25-04-09	4.1	3.4	4.1	3.4	
28-04-09	4.1	3.4	4.1	3.4	
01-05-09	4.1	3.4	4.2	3.5	
04-05-09	4.2	3.4	3.9	3.2	
07-05-09	4.1	3.4	53.7	427.4	
10-05-09	4.2	3.5	4.0	3.3	
13-05-09	4.1	3.4	4.0	3.3	
16-05-09	4.2	3.5	12.0	87.6	
19-05-09	4.1	3.4	4.0	3.3	
22-05-09	4.1	3.4	4.0	3.4	
25-05-09	9.6	3.4	4.0	14.6	
28-05-09	4.2	3.4	4.0	3.3	
31-05-09	4.1	3.4	23.0	3.6	

Unidad (ug/m3)