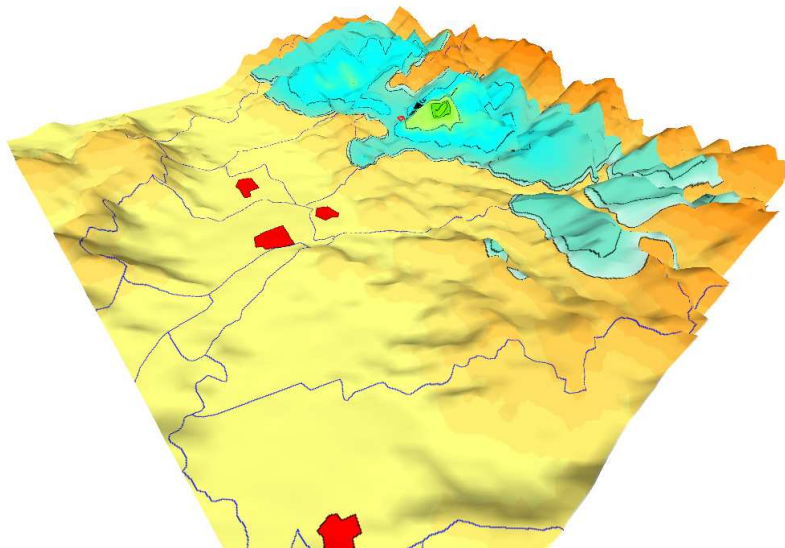




“CONSULTORÍA ADMINISTRACIÓN BASE ATMOSFÉRICA REGIONAL Y REFORMULACIÓN DEL PLAN DESCONTAMINACIÓN CALETONES, VI REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS”

INFORME FINAL



27 de Diciembre de 2007

Estudio desarrollado para:

Comisión Nacional del Medio Ambiente Región de O'Higgins.

Desarrollado por:

ASESORIAS EN INGENIERIA AMBIENTAL PEDRO ALEX SANHUEZA HERRERA E.I.R.L.:

-Pedro Sanhueza H, PhD. Ing. Ambiental

-María de los Ángeles Hanne Molina, Ingeniera Civil Geografía

Contraparte Técnica:

CONAMA Región de O'Higgins.

RESUMEN EJECUTIVO

La región de O'Higgins posee actualmente doce estaciones de monitoreo de Calidad del Aire, que se encuentran en el valle central de la región y en el sector cordillerano, en torno a la Fundición Caletones de la división Teniente de Codelco Chile. Dichas estaciones poseen información de calidad del aire y meteorología que esta siendo incorporada al Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire, SINCA, de CONAMA.

El monitoreo regional permitió tener antecedentes que señalan que el valle central de la región de O'Higgins presenta elevados niveles de concentración por material particulado, encontrándose en condiciones de saturación por PM10 y latencia por Ozono.

En esta consultoría se analizaron los valores de concentración para el periodo comprendido entre los años 2004 a 2006 y se entregaron los antecedentes técnicos para fundamentar la solicitud de zona saturada del valle central, que se realizó a la dirección ejecutiva de CONAMA, durante el año en curso, para los contaminantes mencionados.

En particular, se realizó un análisis de los datos de las estaciones de monitoreo de la Red Teniente, actualizando el Informe de Seguimiento al Plan de Descontaminación.

Uno de los principales objetivos de este trabajo es Administrar la Base Atmosférica Regional, SINCA y AIRVIRO y además formular una propuesta de Anteproyecto de Reformulación del Plan de Descontaminación de Caletones.

Al respecto, el presente informe contiene los resultados de la evaluación del área de influencia de las emisiones de PM10 y SO2 debido a los procesos y actividades de la Fundición de Caletones de Codelco-Chile con base en el año 2006. La determinación de esta superficie se requiere para una redefinición del área de Saturación por estos contaminante.

La propuesta entregada en este documento señala que el Plan debe actualizarse y para ello el área actual se debe ampliar a una superficie de aproximadamente 160.000 ha., área que comprende parte de las comunas de Machalí, San Francisco de Mostazal, Codegua y Requinoa. El contaminante SO2 define esta área ya que su impacto causa problemas a la salud de las personas y a los recursos silvoagropecuarios, por lo cual esta sometido a norma primaria y secundaria. Para PM10 la zona de influencia corresponde al entorno inmediato del complejo Minero División Teniente, sin embargo solo se consideran las emisiones puntuales provenientes de la fundición, dejando de lado las emisiones fugitivas, y las otras fuentes del complejo, entre las que se encuentran las plantas de chancado y molienda de colon.

Cabe mencionar que es necesario realizar el análisis general de impacto económico y social de la actualización del PDA y con esos antecedentes y los avances de la actualización de la norma secundaria de so2 elaborar el Plan definitivo.

INFORME FINAL

INDICE

1. INTRODUCCION	1
1.1.OBJETIVOS	3
2. METODOLOGIA.....	5
2.1.ETAPAS CONSULTORÍA	5
2.2.RESULTADOS ESPERADOS.....	9
3. DESARROLLO BASE ATMOSFERICA REGIONAL	10
3.1.DIAGNÓSTICO CALIDAD DEL AIRE	10
3.2.Evaluación Estaciones Monitoras Sector Centro -Norte.	14
3.3.Evaluación Estaciones Monitoras Sector Cordillera-Codelco.	21
4. DESARROLLO REVISIÓN ANTECEDENTES FUNDICIÓN CALETONES	26
4.1.Calidad Aire	26
4.2.Emisiones	27
4.3.Análisis Antecedentes PDA Caletones	31
4.4.Comparación con otros Planes de Descontaminación	35
5. MODELACION.....	37
5.1.Modelación Fundición Caletones, VI Región.	37
5.2.Emisiones	38
5.3.Metereologia	40
5.4.Resultados modelación	44
5.5.Definición De Zona Saturada.....	50
5.6.Conclusiones y Recomendaciones	53
6. ANTEPROYECTO REFORMULACIÓN PDA CALETONES	54
7. OTRAS ACTIVIDADES.....	62
7.1.Sinca-Airviro	62
7.2.Apoyo Departamento Control de la Contaminación y Apoyo en Evaluación y Seguimiento Ambiental.	63
7.3.Apoyo FNDR	64
7.4.otros.....	64
8. Anexo:	65
8.1.Estaciones de monitoreo.....	65



ASESORÍAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL PEDRO ALEX SANHUEZA HERRERA E.I.R.L.

1. INTRODUCCION

A partir del año 1997 se comenzó a desarrollar un Proyecto de carácter nacional denominado "*Estudio de la Calidad del Aire en Regiones Urbano Industriales de Chile*", financiado por la Cooperación Suiza, COSUDE (Corporación Suiza para el Desarrollo), CONAMA y el Ministerio de Salud. La cobertura geográfica a ser considerada en el estudio, corresponde a ciudades intermedias tales como Valparaíso, Viña del Mar, Rancagua y Temuco. Adicionalmente se consideraron zonas geográficas donde se localizan fuentes estacionarias relevantes y zonas conurbadas en las regiones correspondientes a las mencionadas ciudades. El proyecto inició programas de monitoreo de calidad del aire de tipo exploratorio en dichas ciudades.

En la primera fase del proyecto se identificaron altos niveles de concentración de material particulado respirable (PM₁₀) en la ciudad de Rancagua, lo que entre otras iniciativas, fundamentaron continuar el proyecto en una fase intermedia. En una segunda fase, se implementó una completa estación de monitoreo en Rancagua.

La estación de monitoreo de Rancagua, se suma a la red ya existente de estaciones privadas. Dos grandes empresas poseen estaciones que conforman la red regional, La empresa Colbún y la empresa El Teniente de Codelco Chile; esta última empezó a realizar sus mediciones a partir del año 1992, debido a la obligación que le correspondía según el DS N°185/1991 del Ministerio de Minería.

Considerando que las mediciones aportadas por la red de monitoreo instalada por la División el Teniente de Codelco Chile, certificadas por el servicio de Salud y Servicio Agrícola y Ganadero, ambos de la región de O'Higgins, verificaron la superación de normas primarias de calidad del aire para anhídrido sulfuroso y material particulado, y la norma secundaria de calidad para anhídrido sulfuroso en los años 1992 y 1993 en el área de influencia de las emisiones de la Fundición Caletones en 1994 mediante decreto supremo DS N°174/94 MINSEGPRES se declara Zona Saturada para dichos contaminantes la zona circundante a la Fundición de Caletones, en las áreas jurisdiccionales de las comunas de Mostazal, Codegua, Machalí y Requínoa, según lo establece el mismo cuerpo legal.

Esta declaración de zona saturada llevó a elaborar un Plan de Descontaminación Atmosférico para recuperar la calidad del aire del área geográfica circundante a la Fundición Caletones, según DS N°81/98 del MINSEGPRES. Esta es uno de los principales medidas decretadas en la región de O'Higgins tendientes a mejorar la calidad del aire. El mencionado Plan de Descontaminación, en adelante PDA Fundición Caletones, a través de un cronograma de reducción de emisiones para el dióxido de azufre (SO₂) y material particulado, entre otras medidas, planteaban recuperar la calidad del aire en la zona saturada¹ en un horizonte de 6 años. A la fecha la Fundición Caletones ha reducido un 82 % de las emisiones de dióxido de azufre y un 75% del material particulado en el período comprendido entre los años 1998-2006. Con relación al cumplimiento del cronograma de reducción de emisiones, se puede informar que al año 2006, la emisión se encuentra en el 55% de la meta final para dióxido de azufre y un 38% de la meta final para material particulado.

La empresa Colbún S.A. ha instalado estaciones de monitoreo en las comunas de San Francisco de Mostazal y Codegua, cubriendo de este modo el sector noreste de la capital regional.

¹ D.S. N° 179/94 MINSEGPRES

Con la información proveniente de las estaciones permanentes Codegua, San Francisco de Mostazal, Casas de Peuco y Rancagua, incorporadas al Sistema de Información de Calidad del Aire, SINCA y otras mediciones provenientes de empresas cuyos proyectos han sido ingresados al SEIA se determinó que el valle del Cachapoal de la región de O'Higgins, está presentando problemas de contaminación por PM_{10} ² en al menos 4 ciudades: Rancagua, Mostazal, Codegua, Coltauco, y potencial situación de latencia para las ciudades Quinta de Tilcoco y Requínoa. Se ha identificado un segundo contaminante problema, el ozono, el cual ha sido registrado sistemáticamente en 7 ciudades y localidades (Rancagua, Quinta de Tilcoco, Mostazal, Codegua, Requínoa y Casas de Peuco) con concentraciones ambientales 8 horas por sobre el 80% de la normas vigentes.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente Región de O'Higgins, ha llevado a cabo una serie de proyectos y estudios para gestionar el recurso atmosférico. Durante el presente año, se complementó la red de monitoreo de calidad del aire regional, con la realización del proyecto Estaciones de Monitoreo, instalando estaciones en dos comunas de importancia desde el punto de vista poblacional, ellas son Rengo y San Fernando. De esta forma es posible establecer un diagnóstico de calidad del aire que abarque todo el valle central de la región.

Durante la fase intermedia Proyecto desarrollado por COSUDE, fue posible elaborar un inventario de emisiones para la región de O'Higgins con base en el año 2000. Posteriormente, fue posible actualizar el inventario gracias a la ejecución del "Estudio de Plan de Gestión de Calidad del Aire para la VI Región" desarrollado por Dictuc entre Junio y Diciembre de 2007. El mencionado estudio actualizó el inventario de emisiones con base en el año 2006, definió los límites de la zona saturada y elaboró un plan de gestión de calidad del aire para la región de O'Higgins. En forma paralela, durante el presente año, se desarrolló un estudio enfocado a determinar y actualizar la responsabilidad relativa de las cinco mayores fuentes que aportan material particulado respirable en la ciudad de Rancagua, estas son: quema de leña, suelo, sector industrial y el tráfico vehicular.

Las estaciones monitoras tienen un registro histórico de información de calidad del aire y meteorología que va desde el año 2004 en adelante para la red Colbún y 2001 en adelante para la red Teniente. En base a la gran cantidad de información disponible, y la necesidad de administrar de manera adecuada dicha información, e incorporar los datos al sistema SINCA y AIRVIRO, herramienta útil en toma de decisiones, se plantean una serie de requerimientos de gestión, manejo y desarrollo de productos que vienen a ser cubiertos por el desarrollo de la consultoría Base Atmosférica Regional y Reformulación PDA Fundación Caletones. La reformulación del PDA Caletones es corresponde a una etapa de revisión de antecedentes a la luz de la reducción de emisiones, realizar una modelación de la dispersión de contaminantes de dicha fuente y verificar cumplimiento de normativa para presentar un anteproyecto de reformulación de dicho instrumento de gestión.

El presente Estudio en términos generales, tiene como finalidad de administrar y mantener actualizado la plataforma de información de datos de calidad del aire, provenientes de una red regional de 12 estaciones de monitoreo en 7 comunas de la VI región, actualización permanente del diagnóstico regional, actualización de los niveles de calidad del aire en la zona saturada, modelación de las emisiones de la fundición

² El percentil 98 de las concentraciones ambientales como promedio de 24 horas de PM_{10} , se encuentran sobre la norma diaria de $150 \mu\text{gr}/\text{m}^3\text{N}$, según D.S. N° 59/98 MINSEGPRES.

Caletones, propuesta de nueva zona saturada en torno a la fundición y reformulación del Plan Descontaminación de Caletones.

1.1. OBJETIVOS

De acuerdo a los Términos de Referencia para este Estudio, se propone el siguiente objetivo general:

Actualizar, mantener y administrar la base ambiental del recurso atmosférico para actualización del diagnóstico regional y reformular, actualizar el Plan Descontaminación al área circundante a la Fundición de Caletones, a través de una modelación en la zona saturada.

▪ Objetivos Específicos:

Objetivo 1:

Realizar una revisión detallada de la información existente en relación a la emisión histórica, calidad del aire y meteorología, con la finalidad de realizar una modelación sobre la zona saturada, para actualizar los límites de ésta, en función de las reducciones de emisiones que la fundición de Caletones ha experimentado desde el año 1998 a la fecha.

Objetivo 2:

Proponer un borrador de anteproyecto de reformulación del Plan Descontaminación a la Fundición de Caletones.

Objetivo 3:

Desarrollar una revisión a la metodología del cálculo de las emisiones a la fundición, para control y validación de emisiones reales de la fundición.

Objetivo 4:

Evaluar y proponer un cronograma de mantención o reducción de emisiones en función de las tecnologías de control aplicadas en la fundición, evaluando escenarios de implementación de nuevas tecnologías, y la propuesta de un nivel de emisiones para una futura norma de emisión territorial para fundiciones. Elaborar Informe anual de seguimiento del plan.

Objetivo 5:

Administrar un sistema de información de datos de calidad del aire y meteorología regional, de 12 estaciones de monitoreo de calidad del aire en servidor (red monitoreo) de CONAMA VI.

Objetivo 6:

Apoyar al Departamento Control de la Contaminación para el desarrollo y gestión de información de Estudios F.N.D.R en ejecución. Apoyar a la Dirección Regional en la evaluación de proyectos de inversión con emisiones atmosféricas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Objetivo 7:

Elaborar informes de calidad del aire para las necesidades de información de CONAMA a nivel institucional y autoridades regionales, comunales, entre otros. Desarrollar análisis de información en AirViro de SINCA – CONAMA, y Arc-view de CONAMA VI

Región, por proyectos con emisiones atmosféricas de acuerdo a requerimientos de la Dirección Regional.

Objetivo 8:

Mantener actualizada la información en la página web SINCA dependiente de CONAMA. Desarrollar las coordinaciones necesarias con la página web SIVICA dependiente del Ministerio de Salud, para incorporar información de las estaciones de monitoreo vigentes en la región.

2. METODOLOGIA

2.1. ETAPAS CONSULTORÍA

La propuesta metodológica se estructuró para dar cumplimiento a las distintas actividades requeridas por CONAMA VI Región. Es así como se reconocen las siguientes cuatro grandes Etapas:

Etapa I: Revisión, Análisis, y Procesamiento de información existente de Concentración, Emisión y Meteorología.

Etapa II: Borrador Anteproyecto Plan Descontaminación Fundición Caletones

Etapa III: Apoyo al SEIA en componente Aire

Etapa IV: Administración de la información de Calidad del aire, emisión, y meteorología

La Figura 1 muestra una estructura de las actividades por Etapa.

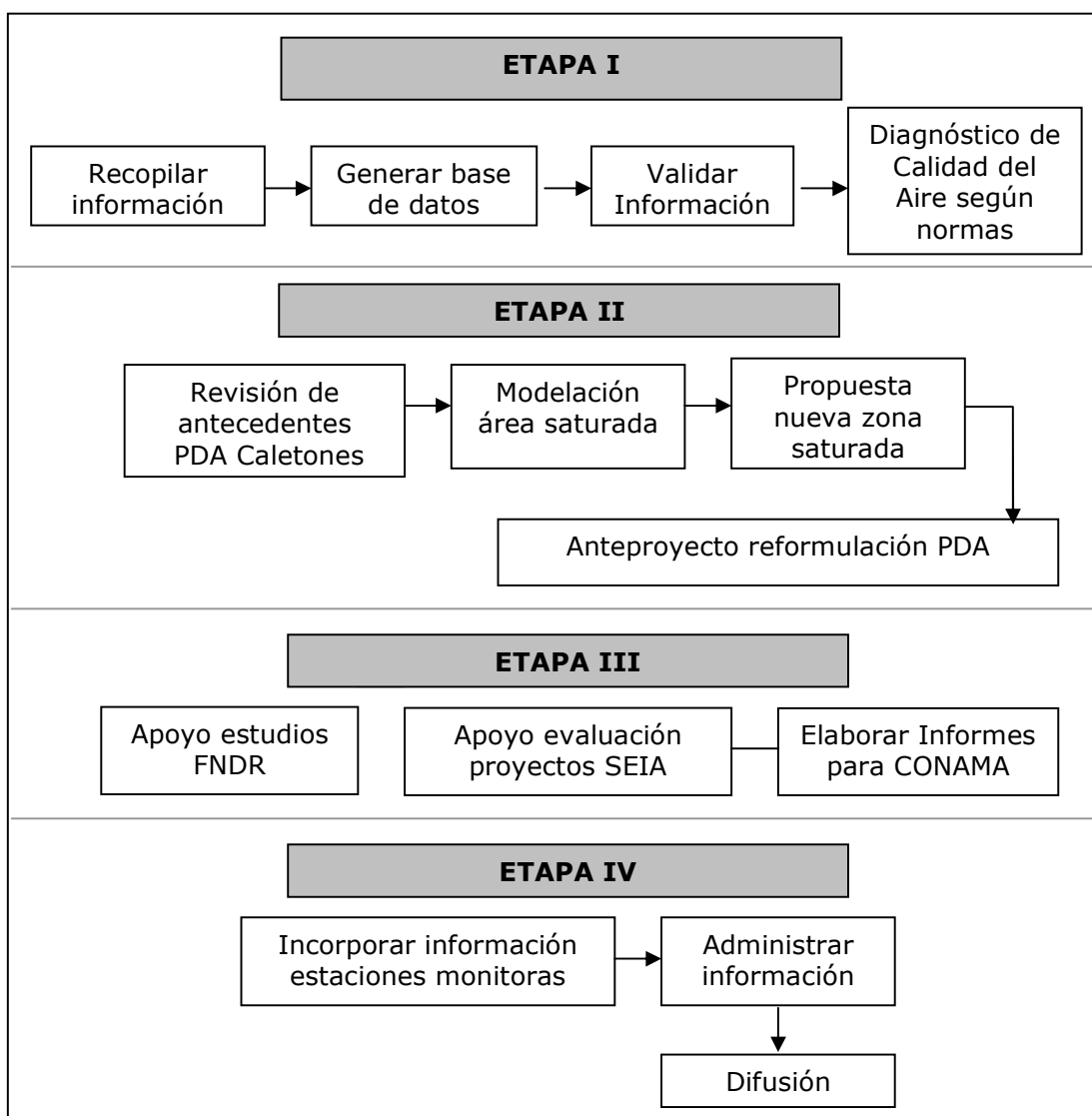


Figura 1. Esquema de las Etapas del estudio.

En base a las etapas mencionadas se dio cumplimiento a las actividades planteadas en la propuesta y que corresponden a las siguientes:

2.1.1. Etapa I: Revisión, Análisis, y Procesamiento de información existente – Concentración, Emisión, Meteorología

▪ **Revisar y Procesar la información de Calidad del aire de la Región**

Se procesaron y validaron las bases de datos de calidad del aire de todas las estaciones de la región, y se dejaron en formato común que sirva de base para estudios posteriores. En particular se procesaron las bases para determinar los niveles de diseño (Percentil 98 de PM10 en 24 horas, Percentil 99 de Gases, etc.) de cada contaminante medido, a fin de caracterizar las zonas de calidad en las áreas representativas de cada monitor. Además se determinaron el número de episodios de calidad del aire.

▪ **Revisar y Procesar la información de Emisiones de la Región**

Se revisó el inventario de emisiones de contaminantes desarrollados en la región, y se dio formato común que sirva de base para estudios posteriores.

▪ **Revisar y Procesar la información de Meteorología de la Región**

Se procesó y validó la base de datos de variables meteorológicas de todas las estaciones de la región, y se puso en formato común que sirva de base para estudios posteriores. En particular se procesaron las bases meteorológicas para su posterior utilización en la modelación de la Fundición de Caletones.

2.1.2. Etapa II: Borrador Anteproyecto Plan Descontaminación Fundición Caletones

▪ **Revisar información existente**

Revisión y validación de la información existente en relación a la emisión histórica, calidad del aire y meteorología, provenientes de la información entregada por la División El Teniente y de los informes de seguimiento de plan, para ejecutar una modelación sobre la zona saturada. En esta actividad se generaron los archivos necesarios para la modelación.

▪ **Revisar metodología de calculo de emisiones de Fundición Caletones**

Para validar las emisiones reales de la fundición se revisó la metodología empleada por la Fundición para calcular las emisiones. En base a los resultados se establecerá un cronograma de mantención o reducción de emisiones, según corresponda, en función de las tecnologías de control aplicadas en la fundición, evaluando escenarios de implementación de nuevas tecnologías, y la propuesta de un nivel de emisiones para una futura norma de emisión territorial para fundiciones. Se recopilieron los antecedentes y se generó el Informe Anual de seguimiento del plan 2006.

- **Selección del Periodo y Escenario a modelar**

Esta actividad esta orientada a la selección de él o los periodos a modelar y la definición de los distintos escenarios. Ellos se definirán para evaluar la implementación de nuevas tecnologías y/o de distintos niveles de emisiones.

- **Modelación y evaluación de resultados**

En base a la información revisada de meteorología, calidad del aire y emisiones, se realizó la modelación sobre la zona saturada. Posteriormente se evaluaron los resultados.

- **Proponer nueva zona saturada en torno a la fundición.**

Con los resultados obtenidos de la modelación se establecerán los nuevos límites de la zona saturada, lo cual será sometido a discusión de los fiscalizadores del plan.

- **Reformular anteproyecto PDA Caletones**

Se elaboró un borrador de anteproyecto de reformulación del Plan de Descontaminación de la Fundición de Caletones, en función de la modelación aplicada y de los niveles de reducción obtenidos a la fecha, considerando además los escenarios futuros de emisión, tanto por aumento de producción como por límite tecnológico de los próximos años de la fuente.

Se propondrá un cronograma de mantención o reducción de emisiones, según se requiera.

2.1.3. Etapa III: Apoyo al SEIA en componente Aire

- **Apoyar al Departamento de Control de contaminación en Estudios FNDR.**

Se apoyará al Departamento Control de la Contaminación para el desarrollo y gestión de información de estudios F.N.D.R. en ejecución.

- **Apoyo en evaluación de proyectos de inversión en SEIA**

Se ejecutarán evaluaciones ambientales de apoyo para proyectos con emisiones atmosféricas de acuerdo a requerimientos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Así también se revisarán informes de seguimientos con información de proyectos en ejecución con incidencia, efecto o impacto ambiental en el recurso atmosférico, y de interés sobre sectores poblados y recursos naturales afectados.

- **Elaborar informes de calidad del aire.**

Según las necesidades y requerimientos de la contraparte se elaborarán informes y reportes diarios, semanales, mensuales de calidad del aire regional de acuerdo a requerimientos institucionales.

- **Revisar informe de seguimiento de proyectos según requerimientos**

Se revisarán informes de seguimiento, con información de proyectos en ejecución, con incidencia, efecto o impacto ambiental en el recurso atmosférico, y de interés sobre sectores poblados y recursos naturales afectados.

2.1.4. Etapa IV: Administración de la información de Calidad del aire, emisión, y meteorología

- **Administración de información de datos de calidad del aire y meteorología regional**

Administración de información de datos de calidad del aire y meteorología regional, de 12 estaciones de monitoreo de calidad del aire en servidor (red monitoreo) de CONAMA VI. Se establecerá un programa de trabajo para mantener actualizada la información en la página web SINCA dependiente de CONAMA.

- **Desarrollar análisis de información en AIRVIRO y ARCVIEW**

Desarrollar análisis de información en Air Viro de SINCA – CONAMA, y Arc-view de CONAMA VI Región, por proyectos con emisiones atmosféricas de acuerdo a requerimientos de la Dirección Regional.

- **Desarrollar programa de trabajo con SINCA y SIVICA**

Se deberá desarrollar un programa de trabajo para las coordinaciones necesarias con la página web SIVICA dependiente del Ministerio de Salud, para incorporar información de las estaciones de monitoreo vigentes en la región.

- **Incorporar información de estaciones monitoras**

Se incorporará información de las estaciones de monitoreo vigentes en la región. De esta forma se alimentará el sistema de administración de bases de datos de calidad de la VI región.

- **Establecimiento de una agenda de difusión de informes de calidad del aire**

Se establecerá una agenda de difusión de informes de calidad del aire para CONAMA, autoridades regionales, municipios entre. Se desarrollarán análisis de información en Air Viro de SINCA – CONAMA, y Arc-view de CONAMA VI Región, para evaluación de distintos escenarios urbanos, proyectos con emisiones atmosféricas, entre otros, de acuerdo a requerimientos de la Dirección Regional.

2.2. RESULTADOS ESPERADOS

El desarrollo de esta Consultoría permitirá contar con un ordenamiento de la información sobre calidad del aire y meteorología en la Región, así como una actualización del PDA de la Fundición de Caletones.

Los principales resultados que se esperan con esta Consultoría son:

- Informe anual de seguimiento al Plan de Descontaminación de la Fundición de Caletones.
- Modelación área saturada y propuesta de nueva zona en torno a la Fundición de Caletones.
- Propuesta de Anteproyecto de Reformulación de Plan de Descontaminación al área circundante a la Fundición de Caletones.
- Base de datos con información revisada y validada de las emisiones históricas de la Fundición de Caletones
- Sistema de administración de bases de datos de calidad de todas las estaciones de monitoreo de Calidad del Aire regional.
- Agenda de difusión de información de calidad del aire de acuerdo a requerimientos institucionales. Actas de trabajo e informes relativos al apoyo del Departamento Control de la Contaminación en la coordinación de Estudios y Proyectos de Calidad del Aire en ejecución
- Agenda de trabajo de coordinación con los fiscalizadores del Plan, Autoridad Sanitaria y Servicio Agrícola y Ganadero, ambos de la VI Región, para discusión de los contenidos de la reformulación del plan de descontaminación.

3. DESARROLLO BASE ATMOSFERICA REGIONAL

3.1. DIAGNÓSTICO CALIDAD DEL AIRE

El año 2007 se incorporaron las estaciones Rengo y San Fernando a la red Pública de la región de O'Higgins, administrada por el Servicio de Salud regional, de este modo a la fecha la región de O'Higgins cuenta con 12 estaciones de monitoreo de Calidad del Aire, tres de las cuales son de propiedad del Ministerio de Salud.

Para apreciar la cobertura geográfica de las estaciones se presenta la Figura 2, donde se aprecia que todo el valle central de la región esta siendo monitoreado.

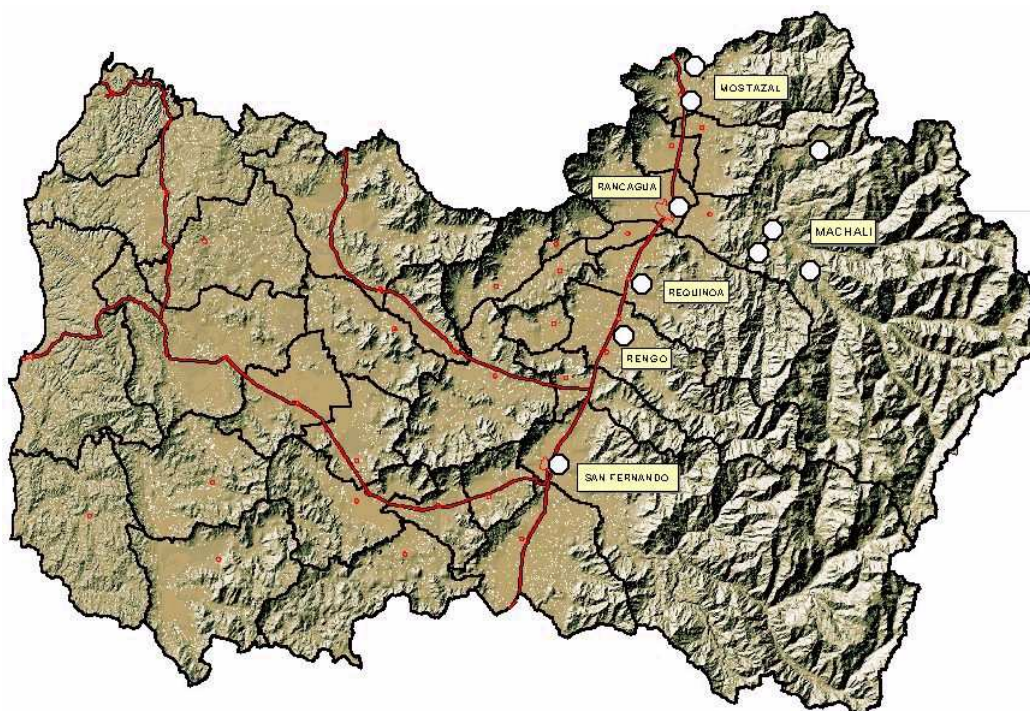


Figura 2. Estaciones de monitoreo Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

En el sector norte de Rancagua se encuentran las cuatro estaciones de la empresa Colbún, dichas estaciones tienen su origen en resolución de calificación Ambiental, RCA, del proyecto Subestación Candelaria ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. La estación que lleva ese nombre solo mide meteorología, las otras tres estaciones miden contaminantes y meteorología.

En el sector cordillerano, específicamente la comuna de Machalí, se encuentran las estaciones de monitoreo pertenecientes a la empresa Teniente. Estas estaciones miden concentración de PM₁₀ y SO₂ y meteorología. Corresponden a las estaciones donde se verifica el cumplimiento de la normativa primaria de PM₁₀ y SO₂ y secundaria para SO₂ según lo establecido en el DS 81/1998 MINSEGPRES Plan de Descontaminación de Caletones.

La Tabla 1 presenta un resumen de las estaciones de la región.

Tabla 1. Estaciones Monitoras Región de O'Higgins.

Comuna	Estación monitora	Propietario	Dirección	Este	Norte	Altura (m)	Tipo de estación	Inicio mediciones
Rancagua	Rancagua	Ministerio de Salud	Los Talaveras S/N	339.385	6.219.394	480	EMRP EMRPG	
Codegua	Codegua	Termoeléctrica Candelaria Colbun S.A.	Andes # 390	346.523	6.232.651	550	EMRP EMRPG	Abr-01
Machalí	Coya Población	Codelco Teniente	Benjamín Errazuriz	358.774	6.213.859	800	EMRP EMRPG	
	Cipreses	Codelco Teniente	Sin Dirección	365.006	6.207.486	900		
	Cauquenes	Codelco Teniente	Sin Dirección	356.819	6.209.659	750		
	Coya Club	Codelco Teniente	Sin Dirección	357.736	6.214.004	1000		
	Sewell	Codelco Teniente	Sin Dirección	372.412	6.227.597	2200		
Mostazal	San Francisco de Mostazal	Termoeléctrica Candelaria Colbun S.A.	Santa Irene #148	342.374	6.238.274	475	EMRP EMRPG	01-01-2004
	Casas de Peuco	Termoeléctrica Candelaria Colbun S.A.	Sitio 30 A	348.356	6.241.302	575	EMRP EMRPG	
	Subestación Candelaria	Termoeléctrica Candelaria Colbun S.A.		351.301	6.233.158	650		
Rengo	Rengo	Ministerio de Salud	Arturo Prat esq. Avda la Piscina	329.675	6.192.545	325	EMRP EMRPG	29-03-2007
San Fernando	San Fernando	Ministerio de Salud	Olegario Lazo esq el Roble	317.508	6.171.751	350	EMRP EMRPG	San Fernando

Las coordenadas están en WGS 84, Huso 19.

Se registraron mediciones en otras estaciones, por periodos mayores a un año, ello se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Registro de mediciones históricas.

Estación	Mediciones Históricas							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Rancagua								
Codegua								
Coya Población								
Cipreses								
Cauquenes								
Coya Club								
Sewell								
San Francisco de Mostazal								
Casas de Peuco								
Subestación Candelaria								
Rengo								
San Fernando								
Perales								
La leonera								
Torre 101								

Para administrar la información se consideraron aquellas estaciones que están actualmente vigentes.

Las estaciones de la Red Colbún realizan mediciones a todos los contaminantes normados y además Hidrocarburos y metano. Rancagua presenta una completa estación de monitoreo, midiendo todos los contaminantes normados, mientras que la red teniente mide los contaminantes establecidos por el PDA de Caletones, PM10 y SO2. La Tabla 3 resumen las variables medidas por las estaciones monitoras.



Tabla 3. Resumen de Variables medidas en estaciones de monitoreo vigentes en la Región de O'Higgins.

Estación monitora	Contaminantes Medidos								Variables meteorológicas medidas							
	PM10	SO2	O3	Co	Nox	CH4	HCT	HC nm	Vel vto	Dir Vto	Sigma D.vto	T °C	HR %	RS	PA	Pp
Rancagua	X	X	X	X	X				X	X		X	X	X	X	X
Codegua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Coya Población	X	X							X	X	X					
Cipreses		X							X	X	X					
Cauquenes		X							X	X	X					
Coya Club	X	X							X	X	X					
Sewell	X	X							X	X	X					
San Francisco de Mostazal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Casas de Peuco	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Subestación Candelaria									X	X	X	X	X	X	X	X
Rengo	X		X						X	X		X	X	X	X	
San Fernando	X		X						X	X		X	X	X	X	



En base a los registros históricos de información ha sido posible evaluar la normativa de calidad del aire. Este año fue presentada la solicitud de declaración de zona saturada por PM10 y latente por Ozono al valle central de la región. El Plan de Descontaminación de Caletones ha sido evaluado a través de una modelación de dispersión de los contaminantes de la Fundición Caletones presentada más adelante y la evaluación de las mediciones de calidad del aire registradas en la red de estaciones de Teniente. Geográficamente esta red está localizada en plena cordillera, a 20 km de la ciudad de Rancagua, con una altitud promedio de 900 msnm.

Por la localización de las estaciones, los instrumentos de gestión involucrados y los contaminantes medidos, el análisis realizado se presenta separado en dos: red de estaciones monitoras del valle central (sector centro norte) y red de estaciones monitoras del sector cordillerano (red teniente).

La Tabla 4 presenta el resumen de Normativas de Calidad para el recurso Atmosférico y sus correspondientes cuerpos legales. A continuación se analizan los contaminantes problema en la región, es decir PM10, SO₂ y O₃.

Tabla 4. Resumen Normativa de Calidad del Aire

Contaminante	Norma	Cuerpo Legal
PM10	Primaria	D.S. 58/1998 D.S. 45/2001
SO ₂	Primaria	D.S. 185/1991
SO ₂	Secundaria	D.S. 113/2002
O ₃	Primaria	D.S. 112/2002
CO	Primaria	D.S. 115/2002
NO ₂	primaria	D.S. 114/2002

3.2. EVALUACIÓN ESTACIONES MONITORAS SECTOR CENTRO –NORTE.

Las Estaciones consideradas son: Rancagua, San Francisco de Mostazal, Codegua y Casas de Peuco.

A) Norma PM10

La Tabla 5 resume la norma de Material Particulado PM10.

Tabla 5. Norma PM10.

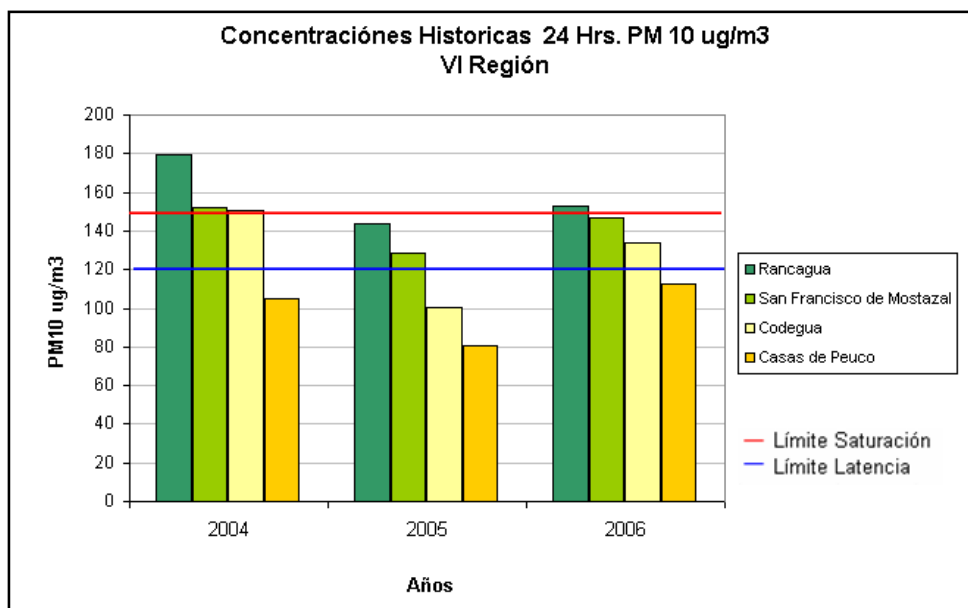
Nivel	Valor ug/m ³	Criterio
24 Hrs	150	Percentil 98
Anual	50	Promedio tres años consecutivos

Los antecedentes entregados en la Tabla 6 corresponden a los resultados del análisis de norma diaria de PM10, para las estaciones señaladas.

Tabla 6. Evaluación Norma 24 hrs., PM10.

Estación	Año	P98 ug/m3	Norma diaria, ug/m3	Estado	Num. día con información	Días del año	% datos
Rancagua	2004	180	150	Saturada	252	366	67%
	2005	143	150	Latente	323	365	87%
	2006	153	150	Saturada	348	365	93%
San Francisco de Mostazal	2004	152	150	Saturada	115	122	94%
	2005	128	150	Latente	121	122	99%
	2006	146	150	Latente	119	122	98%
Codegua	2004	151	150	Saturada	121	122	99%
	2005	100	150	-	122	122	100%
	2006	134	150	Latente	121	122	99%
Casas de Peuco	2004	105	150	-	115	122	94%
	2005	81	150	-	121	122	99%
	2006	112	150	-	120	122	98%

Gráfico 1. Concentraciones 24 Hrs 2004 a 2006 Estaciones Rancagua, San Francisco de Mostazal, Casas de Peuco. Codegua.

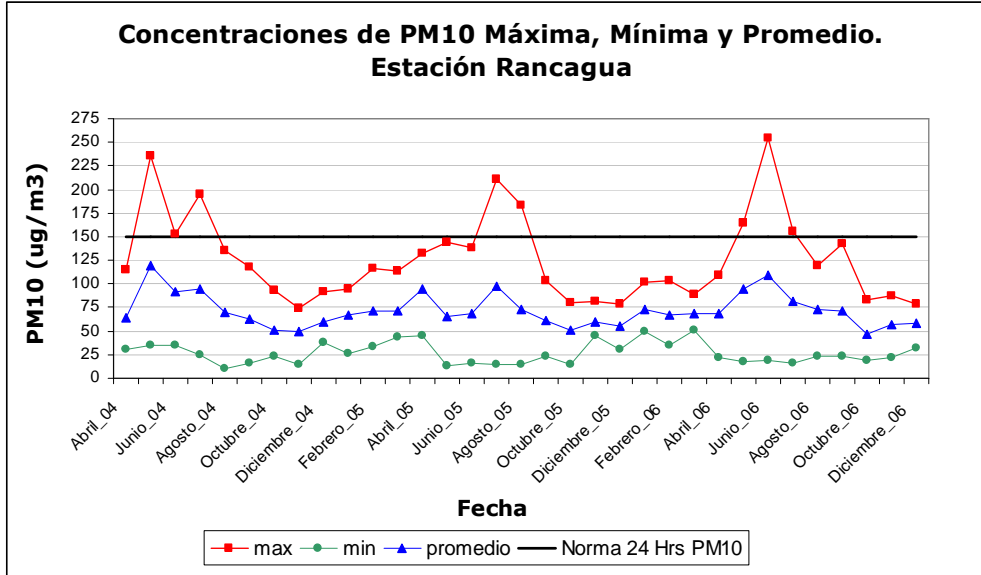


El año 2005 se registraron concentraciones mas bajas de PM10 en 24 Hrs que los años 2004 y 2006. En general en todos los años hay una estación al menos que presenta latencia o saturación. Las concentraciones mas altas se registran en la Estación Rancagua, que presenta concentraciones 24 Hrs. sobre la norma para los años 2004 y 2006.

La concentración Máxima en 24 hrs. para cada año, registrada en la estación Rancagua es 235 ug/m3 el año 2004, 211 ug/m3 el 2005 y 254 ug/m3 el año 2006. El detalle mensual de los valores máximos, mínimos y promedio para esa estación se presenta en el Gráfico 2, cabe mencionar que el promedio representado corresponde al

promedio aritmético de los meses con mediciones, y no corresponde al promedio validado que se utiliza para evaluar norma.

Gráfico 2. Concentraciones 24 hrs. Máxima, mínima y promedio. Estación Rancagua

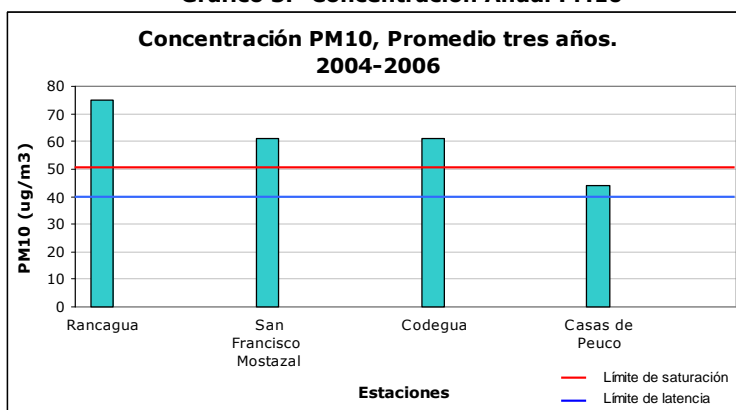


La Tabla 7 muestra la Norma Anual de PM10, indicando la situación de latencia o saturación al considerar un periodo de tres años consecutivos.

Tabla 7. Promedios anual PM10 (ug/m3)

Estación	Año	Promedio Anual ug/m3	Promedio Tres años ug/m3	Norma Anual ug/m3	Estado	Num. Meses validos	% de datos validos
Rancagua	2004	77	75	50	Saturada	8	67%
	2005	77				10	83%
	2006	72				12	100%
San Francisco de Mostazal	2004	64	61	50	Saturada	11	92%
	2005	57				12	100%
	2006	63				12	100%
Codegua	2004	67	61	50	Saturada	12	100%
	2005	54				12	100%
	2006	61				12	100%
Casas de Peuco	2004	46	44	50	Latente	11	92%
	2005	41				12	100%
	2006	44				12	100%

Gráfico 3. Concentración Anual PM10



Cabe mencionar que la norma de PM10 permite un máximo de 7 excedencias o días con registros superiores al valor de la norma, y si se presentan más eventos se considera superación de norma. La Tabla 8 señala las excedencias registradas los últimos años en las estaciones del sector centro-norte del valle.

Tabla 8. Numero de Excedencias por PM10

Estaciones	Años	Excedencias
Rancagua	2004	11
	2005	5
	2006	8
San Francisco de Mostazal	2004	3
	2005	1
	2006	2
Codegua	2004	3
	2005	1
	2006	1
Casas de Peuco	2004	1
	2005	0
	2006	1

Las estaciones Rengo y San Fernando están operativas en el mes de marzo de 2007 midiendo variables meteorológicas, y concentración de Ozono y PM10. Como la norma requiere un año de mediciones para el cálculo del percentil 98, no es posible incluir estos datos con los datos históricos de las estaciones ya presentadas, por eso se muestran en la Tabla 8 las superaciones al valor de la norma diaria de PM10, cuyo valor es de 150 ug/m³.

Tabla 9. Concentraciones y número de días sobre el valor de la norma diaria vigente de material particulado respirable.

Fecha	Excedencias. PM10 (ug/m3)	
	San Fernando	Rengo
18-04	223	158
19-04	217	159
20-04	226	
22-04	246	
23-04	166	
24-04	171	
28-04	208	
29-04	199	
02-05	245	
04-05	155	
05-05	177	
06-05	170	
07-05	193	
09-05	242	
11-05		161
12-05	151	203
13-05	163	170
19-05		161
20-05		203
25-05	151	
26-05	261	212
27-05		170
28-05	159	191
29-05	237	153
30-05	176	187
09-06	160	
02-07		153
03-07	161	166
04-07	166	164
12-07		167
Total	24	16

El año 2007 la estación Rancagua presento 24 días sobre el valor de 150 ug/m3 de PM10. La estación San Fernando la igualó en excedencias, mientras que Rengo registro 16. Sin duda la calidad del Aire ha empeorado los últimos años y cada vez se presentan en el transcurso del año con más anticipación las excedencias por PM10, superando con creces las 7 permitidas por la norma.

B) Norma SO2

La Tabla 10 presentan los valores de concentración de SO2, en los niveles que lo establece la norma.

Tabla 10. Norma SO2

Estación	Promedio Anual (ug/m3)			P99 concentración 24 hrs (ug/m3)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Codegua	3,2	3,0	3,7	23	16	26
San Fco de Mostazal	4,0	2,2	4,0	13	11	13
Casas de Peuco	3,0	3,4	3,7	20	14	27
Rancagua	4,5*	5,6	7,0	17	16	23

*solo considera 3 Trimestres.

C) Norma Ozono (O3)

Como la estación Rancagua comenzó las mediciones en el mes de Abril, se calculo el percentil de tres periodos sucesivos de 1 año, a partir del inicio de las mediciones, según lo indica la norma.

La Tabla 11 Presenta el valor del percentil 99, y el promedio del percentil 99 para tres años consecutivos, con el fin de evaluar la norma. La verificación de la norma se puede apreciar en el Gráfico 4.

Tabla 11. Norma Ozono estación Rancagua, 2004 a 2006

Estación monitoreo	Año	Percentil 99 (ppb)	Promedio P99 tres años (ppb)	Norma 8 hrs (ppb)	Estado
Rancagua	Abril 2004_2005	56	52	61	Latente
	Abril 2005_2006	50			
	Abril 2006_2007	51			

Gráfico 4. Norma Ozono, Estación Rancagua

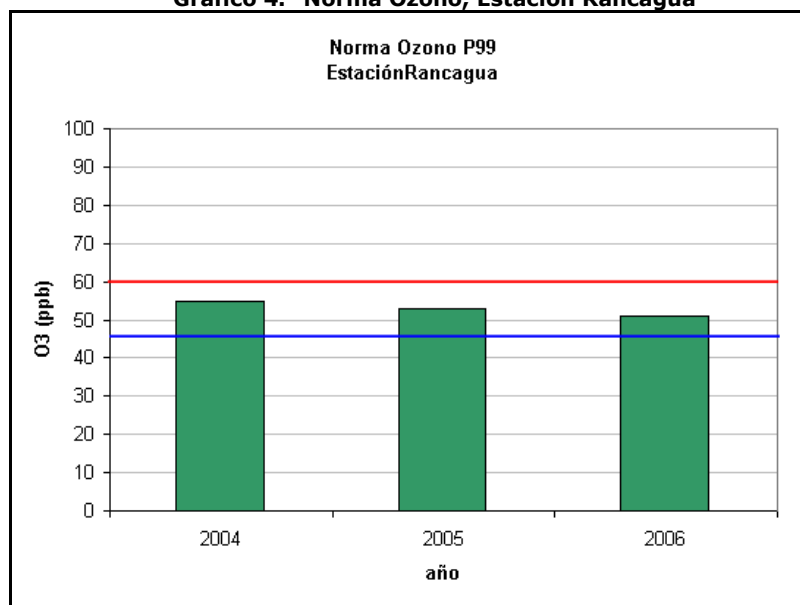


Tabla 12. Validación de los datos Norma Ozono.

Estación monitoreo	Año	NMV	NPM	% Días validos
Rancagua	Abril 2004_2005	342	365	94%
	Abril 2005_2006	313	365	86%
	Abril 2006_2007	346	365	95%

NMV: número de días validos

NPM: número de días pronosticados a medir.

La Norma de O₃ para las estaciones, de la empresa Colbún presenta una situación dominante de Latencia. Ver Tabla 13. Sin embargo si se considera el peor de los casos debiese considerar saturación para el área centro-norte del valle en base a los registros de la estación monitorea Casa de Peuco, ver Gráfico 5.

Tabla 13. Norma Ozono. Estaciones Codegua, Casas de Peuco, San Francisco de Mostazal. 2004 a 2006

Estación monitoreo	Año	Percentil 99 (ppb)	Promedio P99 tres años (ppb)	Norma 8 hrs (ppb)	Estado
Codegua	2004	61	60	61	Latente
	2005	58			
	2006	60			
San Francisco de Mostazal	2004	53	53	61	Latente
	2005	53			
	2006	54			
Casa de Peuco	2004	62	72	61	Saturada
	2005	96			
	2006	57			

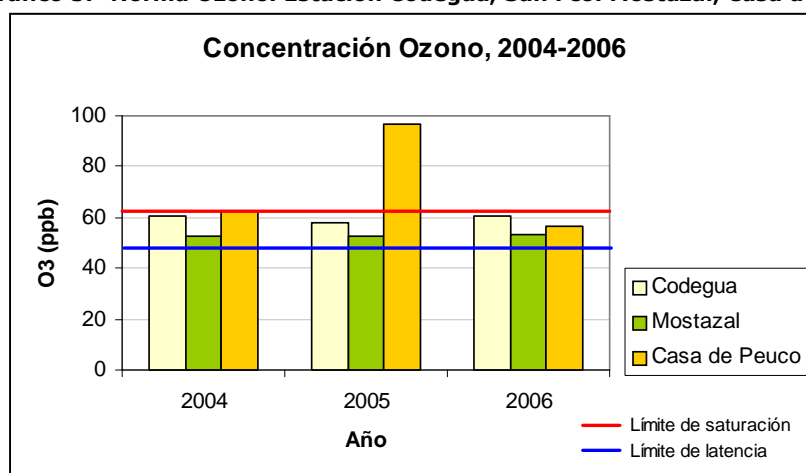
Tabla 14. Validación Datos para calcular Norma Ozono. Estaciones Codegua, Casas de Peuco, San Francisco de Mostazal. 2004 a 2006

Estación monitoreo	Año	NMV	NPM	% Días válidos
Codegua	2004	345	366	0.94%
	2005	355	365	0.97%
	2006	343	365	0.94%
Mostazal	2004	336	366	0.92%
	2005	351	365	0.96%
	2006	352	365	0.96%
Casa de Peuco	2004	343	366	0.94%
	2005	351	365	0.96%
	2006	351	365	0.99%

NMV: número de días validos

NPM: número de días pronosticados a medir

Gráfico 5. Norma Ozono. Estación Codegua, San Fco. Mostazal, Casa de Peuco



3.3. EVALUACIÓN ESTACIONES MONITORAS SECTOR CORDILLERA-CODELCO.

Para actualizar el Plan, las normas de Calidad evaluadas corresponden a la norma primaria para PM₀ y la norma primaria y secundaria para el contaminante SO₂, según DS 185/1991 M. MINERIA.

A continuación se presentan los valores de concentración de PM₁₀ y de SO₂ para los años 2004, 2005 y 2006 en las estaciones de la red Teniente.

A) Norma PM₁₀

La Tabla 15 presenta los valores del Percentil 98 de las concentraciones promedio en 24 hrs de material particulado.

Tabla 15. Norma de Calidad PM₁₀. P98 Concentración 24 Hrs.

Estación	Año	Percentil 98 (ug/m ³ N)	Norma Diaria (ug/m ³ N)	Estado
Coya Población	2004	71	150	-
	2005	65	150	-
	2006	76	150	-
Coya Club	2004	55	150	-
	2005	47	150	-
	2006	55	150	-

Al observar el resumen de P98 de concentraciones diarias de PM₁₀ (ver Tabla 15) se observa que están bajo el 80% del valor de la norma. Por lo demás no se presentan concentraciones 24 hrs. con valor igual o superior a 150 ug/m³.

Al analizar los valores máximos registrados en 24 hrs en los años evaluados se puede señalar que el máximo de concentración en 24 hrs. en la estación Coya Población alcanza los 107 ug/m³ el año 2006, 83 ug/m³ el año 2005 y 120 ug/m³ el año 2004. En la estación Coya Club el máximo de concentración de 24 hrs. en el periodo de tres años corresponde a 85 ug/m³ (2004).

Al evaluar la norma de material particulado como concentración anual, cuyo valor es 50 ug/m³, se tiene que se cumple en las dos estaciones donde se evalúa, Coya Club y Coya población, ver Tabla 16.

Tabla 16. Norma de Calidad PM10. Concentración promedio anual.

Estación	Año	Promedio anual (ug/m ³ N)	Promedio Tres años	Norma Anual	Estado
Coya Población	2004	39	39	50	-
	2005	37			
	2006	40			
Coya Club	2004	23	24	50	-
	2005	24			
	2006	25			

B) Norma SO₂

El contaminante SO₂ tiene dos cuerpos legales que lo norman, uno como norma de calidad primaria y el otro como secundaria, lo que se indica en la Tabla 17. La norma secundaria se evalúa según zona. La estación Cipreses de la División Teniente, por su ubicación corresponde a la zona norte, y la estación Cauquenes a la zona sur según DS. 185/1991 Min. Minería.

Tabla 17. Norma de Calidad SO₂.

Norma SO ₂		Concentración Anual	Concentración 24 hrs.	Concentración Horaria
Primaria	DS 113/2002 MINSEGPRES	80 ug/m ³	250 ug/m ³	-
Secundaria Z.N	DS. 185/1991 Min. Minería	80 ug/m ³	365 ug/m ³	1000 ug/m ³
Secundaria Z.S	DS. 185/1991 Min. Minería	60 ug/m ³	260 ug/m ³	700 ug/m ³

Fuente. DS 113/2002 MINSEGPRES,
DS. 185/1991 Ministerio Minería.

Donde:

Z.N Zona Norte, según DS 185/1991 M. MINERIA.

Z.S Zona Sur, según DS 185/1991 M. MINERIA.

A continuación se presenta la Tabla 18 que muestra las concentraciones promedio anual de SO₂ para los últimos tres años y la Tabla 19 que presenta el percentil 99 de las concentraciones de 24 hrs de SO₂.

Tabla 18. Norma primaria de Calidad SO₂. Concentración promedio anual.

Estación	Año	Promedio anual (ug/m ³ N)	Promedio tres años (ug/m ³)	Norma Anual (ug/m ³)	Estado
Coya Población (EMRP)	2004	9	13	80	-
	2005	8			
	2006	23			
Coya Club (Referencial)	2004	47	46	80	-
	2005	33			
	2006	57			
Sewell	2004	765	631	80	saturación
	2005	443			
	2006	684			

Tabla 19. Norma primaria de Calidad SO₂. P99 Concentración 24 Hrs.

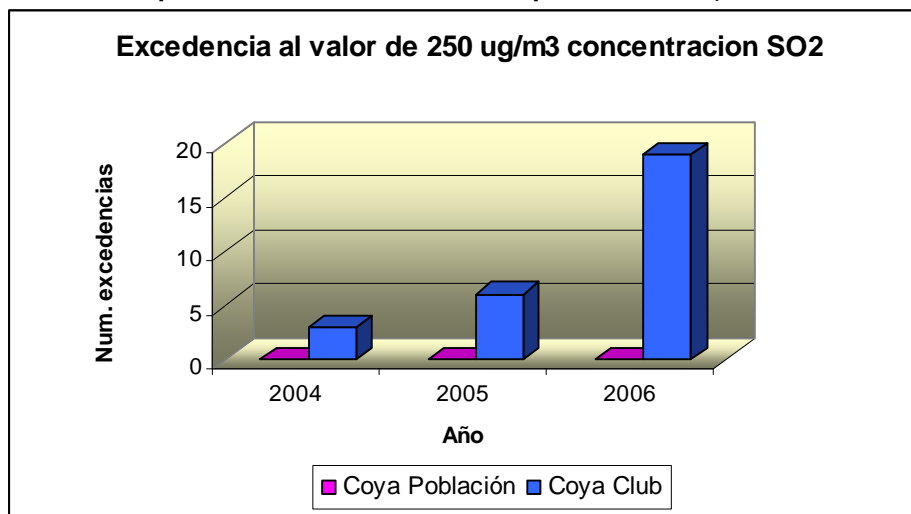
Estación	Año	P99 Promedio 24 Hrs (ug/m ³)	Promedio tres años P99, 24 Hrs (ug/m ³)	Norma 24 hrs (ug/m ³)	Estado
Coya Población (EMRP)	2004	106	125	250	-
	2005	88			
	2006	180			
Coya Club (Referencial)	2004	244	292	250	saturación
	2005	268			
	2006	365			
Sewell	2004	2953	2413	250	saturación
	2005	2034			
	2006	2253			

De los valores obtenidos se puede decir que se supera la norma diaria de SO₂ en sewell y coya club y también se excede la norma anual de SO₂ en sewell, manteniéndose la condición de saturación.

En la estación Coya Población (EMRP) no se presentan superaciones al valor de la norma de 250 ug/m³ como concentración de 24 hrs. Las concentraciones máximas registradas corresponden a 207, 140 y 220 los años 2004, 2005 2006 respectivamente.

En la estación de referencia Coya Club, se presentan varias excedencias al valor de 250 ug/m³, ver Gráfico 6.

Gráfico 6. Superaciones al valor de la norma primaria de SO₂, concentración 24 Hrs.



En Sewell todos los años se registra un gran número de superaciones al valor de la norma diaria de SO₂ que corresponde a 250ug/m³. El año 2006 se tiene 238 días con concentraciones en 24 hrs mayores a lo señalado en la norma.

Para la norma secundaria de SO₂ se presentan concentraciones anuales y diarias en la Tabla 20 y Tabla 21 respectivamente, para las estaciones Cipreses y Cauquenes.

Tabla 20. Norma secundaria de Calidad SO₂. Concentración promedio anual.

Estación	Año	Promedio anual (ug/m ³ N)	Promedio Tres años (ug/m ³ N)	Norma Anual	Estado
Cipreses	2004	10	9	80	-
	2005	6			
	2006	11			
Cauquenes	2004	15	12	80	-
	2005	8			
	2006	14			

Tabla 21. Norma Secundaria de Calidad SO₂. Máximo concentración 24 Hr.

Estación	Año	Norma Diaria (ug/m ³ N)	Max 24 hrs (ug/m ³ N)	Estado
Cipreses	2004	365	100	-
	2005		42	-
	2006		62	-
Cauquenes	2004	260	107	-
	2005		55	-
	2006		99	-

Las estaciones Cipreses no presentan superaciones al valor de la norma diaria de 365 ug/m³, zona norte, como concentración máxima de 24 hrs entre los años 2004 a 2006.

Las estaciones Cauquenes no presentan superaciones al valor de la norma diaria de 260 ug/m³, zona sur, como concentración máxima de 24 hrs, entre los años 2004 a 2006.

El año 2004 se presentan 2 superaciones al valor de la norma como concentración de 1 hora en Cipreses y una superación en Cauquenes. Los máximos horarios de concentración de SO₂ se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Norma Secundaria de Calidad SO₂. Máximo concentración 1 Hr.

Estación	Año	Max 1 hrs (ug/m ³ N)	Norma horaria (ug/m ³ N)	Estado
Cipreses	2004	1516	1000	Saturada
	2005	265		-
	2006	673		-
Cauquenes	2004	1064	700	Saturada
	2005	215		-
	2006	413		-

4. DESARROLLO REVISIÓN ANTECEDENTES FUNDICIÓN CALETONES

4.1. CALIDAD AIRE

La Fundición Caletones (ver Figura 3) esta regida por el PDA Caletones, según este instrumento la división Teniente debe mantener cinco estaciones de monitoreo para verificar cumplimiento de normativa, algunas de esas estaciones son de carácter referencial y otras son EMRP. Coya Club, Coya Población y Sewell son utilizadas para verificar el cumplimiento de norma primaria de calidad ambiental. Solo en la estación Coya Población existen asentamientos humanos y por tanto se debe comprobar que los niveles de concentración de los contaminantes normados estén bajo el valor que establece la normativa, en particular PM10 y SO2, según lo establece el DS. 81/1998 MINSEGPRES.

La estación Sewell actualmente no esta habitada. La División El Teniente resolvió trasladar en diciembre de 1998 el campamento de trabajadores que pernoctaban en la localidad. De este modo se considero no necesario controlar la verificación de normativa primaria a partir del 1 de enero de 1999 porque no existía población en dicha localidad. No obstante, Sewell, sigue siendo considerada estación de control por el Plan de Descontaminación establecido.

Coya Club, no está declarada EMRP ni EMRPG, sin embargo es mantenida para evaluar la evolución de la calidad del aire en una zona de máximo impacto de las emisiones de la Fundición, y por lo tanto la comparación con las normas vigentes se realiza solo a modo de referencia. Cabe señalar que en Coya Club no vive población de manera permanente durante el año, sin embargo esta ubicado allí un centro de veraneo.

Figura 3. Fundición Caletones, División Teniente-Codelco



La Resolución N° 1215/78 de MINSAL establece como concentración diaria para dióxido de azufre 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y como concentración anual 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Para el año 2006 entra en vigencia el D.S N° 113/2002 de MINSEGPRES ya que se tienen los tres años de mediciones con los valores establecidos en ese decreto y que corresponden a 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración diaria y 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual de SO_2 .

Cipreses y Cauquenes son las estaciones que se utilizan para verificar el cumplimiento de la norma secundaria de SO_2 . El decreto que establece esta norma corresponde a DS 185/1991 del Ministerio de Minería. Según este cuerpo legal se establece un límite para aplicar esta norma y separa la zona norte de la zona sur del país en la sexta región, ver 0. De este modo la estación Cauquenes corresponde a la zona sur y Cipreses a la zona norte.



Figura 4. Límite zona norte-zona sur. Aplicación norma secundaria de SO_2 . DS185/1991 Min. Minería

La Línea roja corresponde a la división del territorio nacional para aplicar la norma secundaria de SO_2 . Dicha línea va de Oeste a Este por el límite entre la región Metropolitana y la VI región hasta la cota 900 msnm y luego hacia el sur hasta el punto señalado en decreto DS 185/1991 y hasta la frontera con argentina.

4.2. EMISIONES

El complejo Industrial División Teniente considera los establecimientos ubicados en la Fundición Caletones, Mina, Sewell y Colon. Los principales contaminantes emitidos por este complejo son SO_2 , PM_{10} y NO_2 . Históricamente ha sido considerada la Fundición Caletones, ver Figura 3, como la mayor fuente emisora de contaminantes a la atmósfera, lo que en términos generales es correcto, al menos para el SO_2 . Debido a los estudios realizados de emisiones y concentraciones en la zona circundante a la Fundición se estableció el PDA de Caletones en 1998, que considero solamente las emisiones de la Fundición. Al respecto se sabe que los valores iniciales el año 1998 son 3.017 ton/año de Material particulado Total y aproximadamente 710.350 ton/año SO_2 y en base al cronograma de reducción de emisiones señalado en la Tabla 23 se logró

una reducción tal que cumplió holgadamente lo establecido llegando a emitir 152.738 ton/año SO₂ y 754 ton PM₁₀ el año 2006.

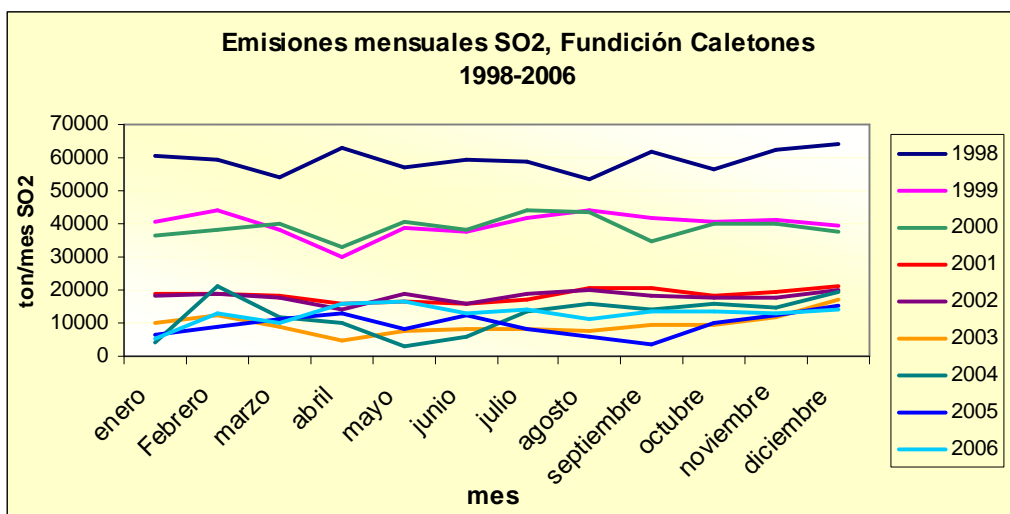
Tabla 23. Cronograma reducción Emisiones PDA Fundición Caletones. DS 81/1998

Año	Emisión Anual Máx. de SO ₂ t/año (1)	Emisión Mensual máx. de SO ₂ t/mes (2)	Emisión Anual Máx. de Material Particulado Total t/año (1)
Desde 1998	-	82.500	3.017
Desde 1999	494.000	41.166	1.987
Desde 2000	494.000	41.166	1.987
Desde 2001	230.000	19.166	(*)
Desde 2002	230.000	19.166	(*)
Desde 2003	(*)		

(*) Cumplimiento de Norma de Calidad Ambiental Anhídrido Sulfuroso y Material Particulado Respirable según corresponda.

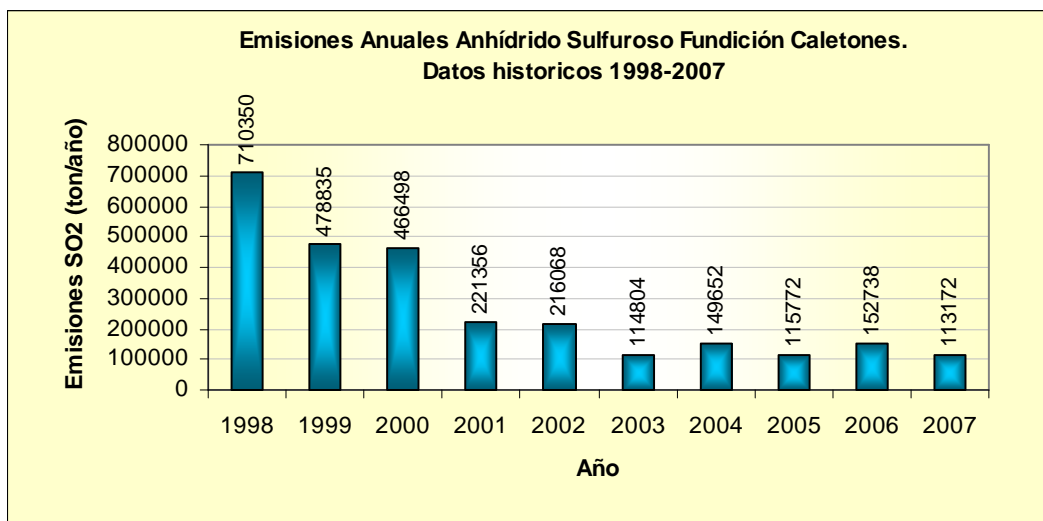
El Gráfico 7 permite analizar las emisiones históricas de SO₂ para el periodo comprendido entre los años 1998-2006. En el primero de estos años entró en vigencia el Plan de descontaminación para la zona circundante a la fundición, por lo tanto se implementaron medidas para reducir las emisiones, tales como la entrada en operación de las plantas de tratamientos de ácidos y las mejoras de los sistemas de tratamiento de gases de la fundición.

Gráfico 7. Emisiones Mensuales SO₂. Fundición Caletones



Para apreciar de mejor forma la reducción de emisión de dióxido de azufre se construyó un gráfico de emisión vs. Tiempo. En él es posible apreciar una notoria disminución de las emisiones durante el periodo en que se aplicó el plan de descontaminación (1998-2003). Las principales disminuciones, ver Gráfico 8 se deben a la implementación de tecnología: Planta de ácido N°1 en 1998 y planta de ácido N°2 el año 2001. Según el informe de seguimiento del PDA al año 2006 se consiguió una reducción de las emisiones, durante el periodo 1998-2006, cercana al 78% para el SO₂ y 75% para el Material particulado total.

Gráfico 8. Emisiones Anuales SO2. Fundición Caletones.



* las emisiones del año 2007 consideran los valores mensuales de enero a octubre de 2007.

A) Estimación de emisiones realizada por Teniente:

A través de un balance de masa se estiman los niveles de emisión de azufre para así estimar la emisión de anhídrido sulfuroso desde la Fundición Caletones, independientemente si la emisión ocurre vía chimenea o si se trata de emisiones fugitivas.

Como antecedente para elaborar el PDA Caletones de 1998 se considero que en términos de promedios anuales de emisiones de anhídrido sulfuroso estas habían sido similares en los últimos tres años y que fluctúan en el rango de 760.000 a 788.750 toneladas por año (en adelante ton/año). En cuanto a las emisiones mensuales de anhídrido sulfuroso, éstas fluctuaban entre 48.000 y 74.000 toneladas por mes (en adelante ton/mes) con medias en el rango de 62.000 a 66.000 ton/mes dependiendo del año considerado. Estos son los valores antes de la aplicación del Plan.

Actualmente las emisiones de anhídrido sulfuroso estimadas por balance de masa fluctúan entre los 115.000 y 150.000 ton/año, mientras que para PM10 se indica a CONAMA mediante informes mensuales y anuales que se mantiene en 754 ton/año. Sin embargo esta cifra no coincide con lo declarado por la Teniente, para la Fundición Caletones, al ministerio de Salud a través del formulario 138 que corresponde a 926 ton/año de PM10 para el año 2005.

B) Estimación de emisiones Inventario Dictuc.

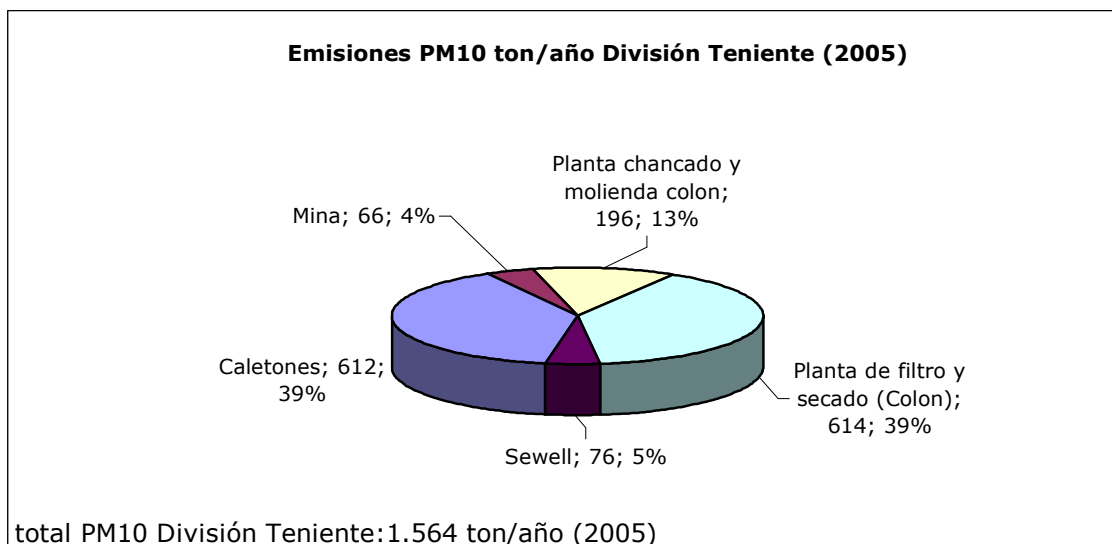
La Empresa Codelco, a través de la División Teniente, fue una de las 18 industrias de la región de O'Higgins que generaron los reportes establecidos por el DS 138/00 de MINSAL en base a los datos del año 2005. Se declararon 103 unidades de emisión en la división, las que fueron consideradas por la consultora Dictuc en la actualización del inventario regional y en particular en la modelación de las emisiones de la fundición Caletones que realizaron. A partir de esta información y de las visitas a terreno realizadas, la consultora Dictuc generó el inventario de emisiones actualizado al año 2005. Algunas emisiones fueron estimadas por la empresa Codelco, y otras fueron calculadas por Dictuc según lo establecido en el inventario proporcionado a CONAMA, producto del Estudio Plan de Gestión de Calidad del Aire VI región.

En el inventario de emisiones desarrollado Dictuc se identificaron los siguientes establecimientos en El Teniente:

- 1.- Gerencia de Plantas (Colón): responsable de los procesos de molienda y concentración de minerales de cobre y molibdeno. También es responsable del proceso de electroobtención a partir de soluciones de cobre.
- 2.- Mina (Colón Alto): tronaduras, recepción de mineral de mina, proceso de chancado primario, transporte en correas y almacenamiento en stocks para siguientes procesos de reducción de tamaño del mineral.
- 3.- Gerencia de Servicios y Suministros (Colón): gerencia encargada de abastecer insumos y servicios a la operación (Grupos Electrónicos y calderas industriales).
- 4.- Fundición Caletones (Caletones): secado de concentrados, fusión, conversión y refinado de cobre a fuego. Plantas de ácido sulfúrico, secado y calcinado de residuos arsenicales.
- 5.- Sewell: Operaciones de chancado primario, secundario y terciario y transporte de mineral a través de correas transportadoras hacia instalaciones de Colón.
- 6.- Planta de Concentrado: Unidad de operación identificada en el inventario de emisiones 2000 desarrollado por CENMA, donde se produce carbón activado en polvo, ácido sulfúrico y cal en polco.

Los resultados del inventario de la División Teniente indican que el 33% de las emisiones totales de PM10 son aporte de la Fundición Caletones.

Figura 5. Participación Emisiones PM10



Según el Inventario de emisiones, actualizado por Dictuc con base al año 2005, el total de emisiones de la División el Teniente de Codelco Chile, con los 103 establecimientos declarados corresponde a 1.564 ton/año de PM10 y 116.417 ton/año de SO2. Para el

contaminante Dióxido de Azufre, el principal establecimiento emisor de la división es Caletones, con un total de 116.401 ton/año, equivalente al 99% del total de las emisiones de la división, mientras que para el mismo establecimiento para el contaminante PM10 las emisiones son 612 ton/año, es decir aproximadamente el 39% de las emisiones de la división son aporte de la fundición Caletones.

4.3. ANÁLISIS ANTECEDENTES PDA CALETONES

La fuente de emisión regulada a través del plan de descontaminación, según D.S. N° 081 MINSEGPRES/98, logró abatir los contaminantes anhídrido sulfuroso y material particulado, en términos de la reducción de sus emisiones. Así también se ha podido constatar el cumplimiento de la norma primaria para material particulado respirable.

Al año 2005 se tenía situación de latencia por PM10 en Coya, lo que al 2006 cambio debido a que el promedio de tres años sucesivos de concentración anual en Coya Población está en 39 ug/m³, una unidad menos del límite para latencia. En Coya Club no se supera la norma de PM10 en ninguno de sus niveles. Los datos de PM10 para Sewell no estaban disponibles cuando se elaboro el presente documento por ello no se pudieron incluir en el análisis.

Respecto a la norma primaria de Dióxido de azufre se ha constatado el incumplimiento de la norma diaria en las estaciones Coya Club y Sewell y el incumplimiento de norma anual en Sewell, según los registros de los años 2004 a 2006. La norma anual y diaria de SO₂ se cumple en la EMRP Coya Población para el periodo señalado.

La norma secundaria, evaluada en Cipreses y Cauquenes evaluada del 2004 al 2006 se ha cumplido como concentración anual. Como concentración horaria y en 24 hrs se ha constatado su cumplimiento en los últimos tres años, la excepción lo constituye una superación de la norma horaria secundaria, en la estación de Cauquenes, y dos superaciones en la estación Cipreses ambas durante el año 2004. El 2006 se presenta Latencia en Cipreses.

El octubre de 2005 la Corema Región de O'Higgins realizo una solicitud de Levantamiento parcial de Zona Saturada, en base a los antecedentes recopilados a esa fecha. El detalle de la solicitud fue el siguiente:

- Levantamiento de la zona saturada por SO₂ diario. Dado que se verificó el cumplimiento de la norma primaria diaria de calidad del aire para dicho contaminante. Al 2006 esta medida no corresponde debido a que se presentan concentraciones por sobre la norma para
- Levantamiento de la zona saturada por SO₂ anual. Dado que se verificó el cumplimiento de la norma primaria anual de calidad del aire para dicho contaminante.
- Levantamiento de la zona saturada por PM10 diario. Dado que se verificó el cumplimiento de la norma primaria diaria de calidad del aire para dicho contaminante.
- Mantener zona saturada para SO₂ horario, en virtud de las 3 superaciones de norma horaria verificadas durante el período 2003- 2005.
- Declarar zona latente por PM10 anual, en torno a la localidad de Coya, dado que se verificó concentraciones anuales sobre el 80% de la norma anual e incluida en una zona más amplia en el valle del Cachapoal en la Región de O'Higgins.

En virtud de las superaciones a la norma secundaria registradas el año 2004 en cipreses cauquenes, el Servicio Agrícola y Ganadero solicitó durante el año 2004 hasta el mes de mayo de 2005, suspender toda acción conducente a solicitar el

levantamiento de la zona saturada, por cuanto se había constatado superación de norma secundaria para SO₂.

No obstante el acuerdo de la COREMA Región de O'Higgins adoptado en sesión ordinaria del 25 de octubre de 2005, la Directora Ejecutiva de CONAMA Sra. Paulina Saball Astaburuaga, a través de la Circular N° 005 del 27 de febrero de 2006, instruyó sobre el procedimiento para la actualización y derogación de planes de prevención y descontaminación atmosférica. Por lo tanto de acuerdo a las nuevas instrucciones de la señalada circular y de acuerdo a las observaciones, recomendaciones e instrucciones que el Departamento Control de la Contaminación de la Dirección Ejecutiva de CONAMA ejecuto sobre el Informe de Seguimiento al Plan de Descontaminación de Caletones se acordó realizar una nueva presentación a Corema regional analizando lo antes mencionado.

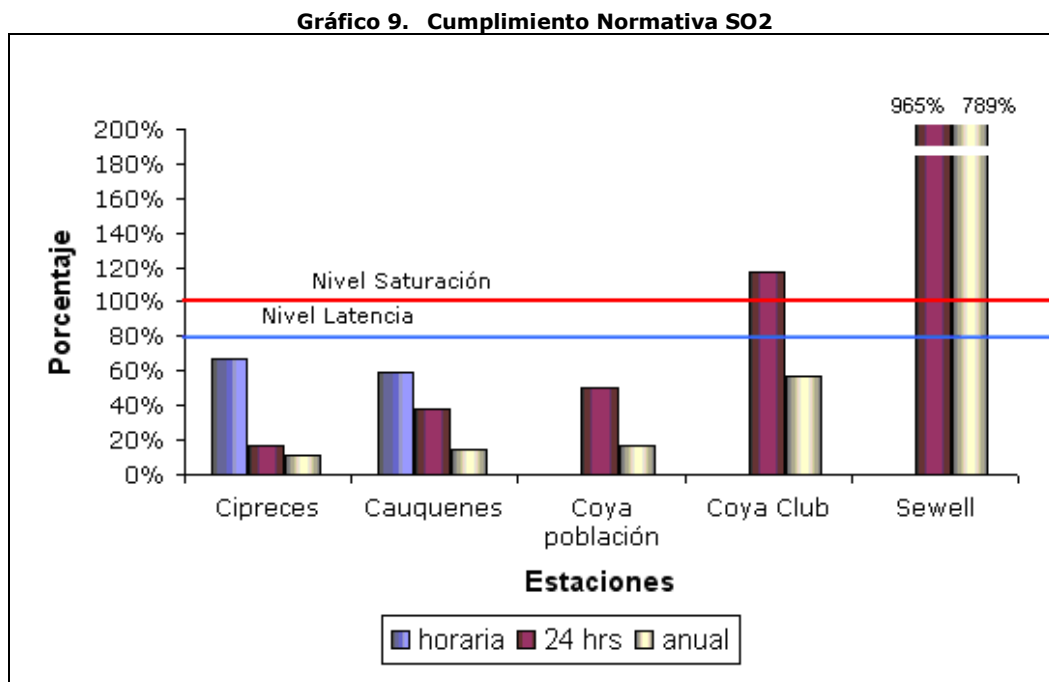
Al revisar las solicitudes realizadas el 2005 en COREMA se puede señalar que al 2006:

No corresponde levantar zona saturada por SO₂ diario (norma primaria). (Coya Club y Sewell están en condición de saturación)

No corresponde levantar zona latente por PM₁₀ anual en torno a coya. (en estricto rigor se esta bajo la latencia, en una unidad)

Se debe mantener zona saturada por so₂ diario. (Sewell)

El Gráfico 9 presenta las concentraciones registradas para SO₂, que fue identificado como el contaminante con superaciones la valor de la norma.



* La concentración en 24 hrs. evaluada en cipreses y cauquenes corresponde al máximo registrado el año 2006.

Se aprecia que Sewell presenta una condición de saturación por SO₂ como concentración de 24 hrs. y como concentración anual.

Coya Club presenta saturación como concentración de 24 Hrs.

Hasta el 2005 Coya Población presentó latencia por PM10 como norma anual, el 2006 estaba bajo el límite de latencia.

El instructivo de CONAMA para *Actualización y Derogación de Planes de Prevención y Descontaminación* y la Circular de *Procedimiento para la Declaración, Modificación y Derogación de Zonas Saturadas o Latentes de carácter Atmosféricos* señalan una serie de antecedentes que es necesario mencionar y analizar, los que se señalan a continuación.

-Respecto al Cambio de las Condiciones para un Contaminante:

En la mayoría de los casos de contaminación atmosférica que han llevado a la dictación de Planes de Prevención y/o Descontaminación en Chile, estos han sido producto de la superación de las normas asociadas a más de un contaminante para una zona determinada. Este es el caso de la Fundiciones Caletones, entre otras, donde se ha elaborado, a través de un solo procedimiento y un Decreto el Plan respectivo.

El Plan, como instrumento de gestión, ha estado dirigido a recuperar los niveles de calidad de aire de la zona (zona saturada), y las medidas no necesariamente han sido separadas por contaminantes o normas específicos. Por ello, en un mismo decreto supremo se establecen medidas destinadas a mejorar la calidad del aire en asociación a distintos contaminantes. En el caso que se detectare una mejoría tal que la zona esté por debajo de la latencia de un contaminante materia del Plan, existe la posibilidad jurídica de determinar cuáles medidas contenidas en el decreto supremo corresponden a acciones destinadas a controlar ese solo contaminante, y cuáles a controlar conjuntamente a éste y otros más. Técnicamente, puede resultar muy complejo separar todas las medidas por contaminante, dado que existen reacciones y transformaciones de fase que los relacionan.

El año 2005 se solicitó ante la COREMA Región de O'Higgins levantar parcialmente las zonas, sin embargo en espera de revisión de Instructivos de CONAMA y en espera de la oficialización de la nueva norma secundaria de SO₂ y de la modelación y actualización de niveles, encargada a la presente consultora, se ha mantenido congelada esa solicitud.

En general, todas las medidas de control de emisiones tendrán repercusión en las diversas normas asociadas al contaminante. Muchas de las medidas del Plan original podrán mantenerse en la versión actualizada, dado que se seguirán utilizando para controlar ahora a los otros contaminantes o normas asociadas.

En el PDA de Caletones se ha notado una mejoría en niveles de PM10, estando cerca de latencia como concentración anual en Coya Población hasta el 2005 y quedando fuera de esa clasificación el año 2006. En SO₂ si bien se han presentado mejorías en general hay una estación cercana a la fundición, Sewell, donde se siguen manteniendo superaciones a la norma como concentración anual y en 24 hrs, este último nivel también es superado en la estación Coya Club. No obstante estos antecedentes se debe considerar que estas estaciones se mantienen para verificar cumplimiento de norma, sin ser estaciones con representatividad poblacional.

-Respecto a que la Zona Declarada Saturada o Latente cambie su Extensión.

En el caso de que la zona declarada latente o saturada haya variado su extensión, procederá en primer término, iniciar la modificación de zona según el respectivo instructivo "Procedimiento para la declaración, modificación y derogación de zonas latentes y saturadas". Hecho lo anterior, deberá iniciarse el proceso de actualización del Plan respectivo.

La zona que aún permanece saturada o latente pero sin habitantes, seguirá legalmente en dicha condición mientras no se verifique mediante mediciones que no se encuentra en situación de latencia o saturación, y en consecuencia, mientras no se decrete la modificación de la misma. En este caso, se realizará una actualización del plan para incorporar esta nueva situación que corresponde a un área saturada o latente sin población, en particular se modificará el plan en lo que respecta a el control de episodios críticos, plan comunicacional, entre otras medidas y según corresponda.

En la zona saturada, a pesar de no verificarse la existencia de asentamientos humanos y con el objetivo de verificar la condición de saturación, deberá monitorearse la calidad del aire. Este es el caso de la estación Sewell, que fue desocupada debido a que la Empresa Codelco optó por trasladar a la población a otra zona. No obstante esta localidad debe seguir siendo monitoreada y su calidad de saturada se mantendrá hasta que el monitoreo así lo indique. Sewell esta declarada Patrimonio de la Humanidad y es considerado un lugar Turístico que es visitado de manera continua lo que esta siendo analizado en la actualización de la norma secundaria de SO₂, entendiéndose que hay un objetivo de protección.

El antiguo Plan data de 1998 y a casi una década se tienen nuevos antecedentes, una auditoria a la red de monitoreo de Teniente y modelos más sofisticados y precisos para determinar dispersión de contaminantes. Cabe mencionar que se tiene información meteorológica de varias estaciones y según ello la modelación indica que hay una gran extensión, superior a la zona saturada actual, que esta Saturada por SO₂ como norma secundaria en sus niveles horarios y 24 hrs, lo que se presenta mas adelante.

-Sobre declaración de Zona Saturada o Latente.

Si existe una norma primaria o secundaria de calidad ambiental, que se encuentre sobrepasada en el primer caso o la concentración del contaminante se sitúa entre el 80% y el 100% de su valor, en el segundo caso entonces es posible declara zona. Para un contaminante en particular puede existir más de una norma de calidad, según distintos periodos de exposición que puedan afectar a la salud de la población o a los recursos naturales, por lo que basta que las concentraciones correspondientes a cualquiera de las normas o niveles se encuentren en situación de latencia o saturación para declarar la zona como tal.

El Plan de descontaminación, como instrumento de gestión ambiental, puede considerar varias normas en su elaboración, sin embargo el hecho que una de estas normas cambie su estado no significa necesariamente que el plan completo se deba derogar sino que debe actualizarse, haciendo referencial al cambio de zona según corresponda.

Por ello la propuesta presenta una reformulación al plan, señalando las medidas a seguir y la nueva área saturada.

4.4. COMPARACIÓN CON OTROS PLANES DE DESCONTAMINACIÓN

En Chile se han desarrollado Planes de Prevención y/o Descontaminación a centros poblados, como la Región Metropolitana y Temuco y Padre las Casas, y a centros industriales. Entre ellos se encuentran las fundiciones y complejos industriales que se indican en la Tabla 24.

Tabla 24. Planes de Prevención y descontaminación a Industrias o Fundiciones

Plan	Propietario de la fuente	Decreto	Año	Modificado
Complejo Industrial las Ventanas	ENAMI y CHILGENER	DS 252 /1992 Ministerio Minería	1992	
Fundición Chuquicamata	División Chuquicamata de Codelco Chile	DS 132/1993 Ministerio Minería	1993	DS 206/2001 MINSEGPRES
Fundición Hernan Videla Lira	ENAMI	DS 180/1995 MINSEGPRES	1995	
Fundición Caletones	División Teniente de Codelco Chile	DS 181/98 MINSEGPRES	1998	
Fundición Potrerillos	División Salvador de Codelco Chile	DS 179/1999 MINSEGPRES	1999	
Maria Elena Y Pedro de Valdivia	ENAMI	DS 164/1999 MINSGPRES	1999	DS 37/2004 MINSEGPRES

Los antecedentes disponibles permiten comparar el Plan de Potrerillos con el de Caletones, ver Tabla 25. En términos de SO₂ la reducción de emisiones propuestas la fundición Potrerillos reduciría sus emisiones en un 72% mientras que Caletones lo haría en un 68 % en caletones. Para el PM₁₀ la reducción establecida en el cronograma indica que eventualmente se disminuiría un 91 % las emisiones de Pm₁₀ en potrerillos y un 34 % en Caletones. Cabe mencionar que El PDA de Caletones cumplió holgadamente la reducción supuesta, logrando aproximadamente un 75% de reducción en ambos contaminantes.

Tabla 25. Cronograma reducción emisiones Planes de descontaminación.

Establecimiento que aplica PDA	Emisión inicial SO ₂ ton/año	Emisión final SO ₂ ton/año	Emisión inicial PM ₁₀ ton/año	Emisión final PM ₁₀ ton/año
Fundición Potrerillos	352.000	100.000	6.300	550
Fundición Caletones	710.350	230.000	3.017	1.987

En términos de producción se puede señalar que cerca del 30% de capacidad nacional de fusión del cobre corresponde a la Fundición Caletones y que en términos comparativos esta duplica a Potrerillos (Tabla 26).

Tabla 26. Producción y capacidad de tratamiento Fundiciones Cobre.

PDA Fundición	Producción de cobre ton/año	Capacidad tratamiento de concentrado de cobre ton/año
Fundición de Potrerillos	150.000	520.000
Fundición Chuquicamata	530.000	1.750.000
Fundición Caletones	378.000	1.230.000

Al analizar las emisiones de los últimos años se establece lo siguiente:

Caletones: PM10=754 ton/año SO2=115.000-150.000 aprox. (al año 2006)
Chuquicamata: PM10:57.000 SO2 =52.266 ton/año (al año 2004)
Potrerillos: PM10=1.129 ton/año SO2=98.156 ton/año (al año 2004)

Chuquicamata tiene una producción mayor que Caletones, sin embargo gracias al Planes de descontaminación y sus actualizaciones hoy en día sus emisiones son menores que las de Caletones. Empleando tecnología es posible reducir las emisiones de la Fundición Caletones a un nivel entre los 80.000 - 100.000 para So2 y para PM10.

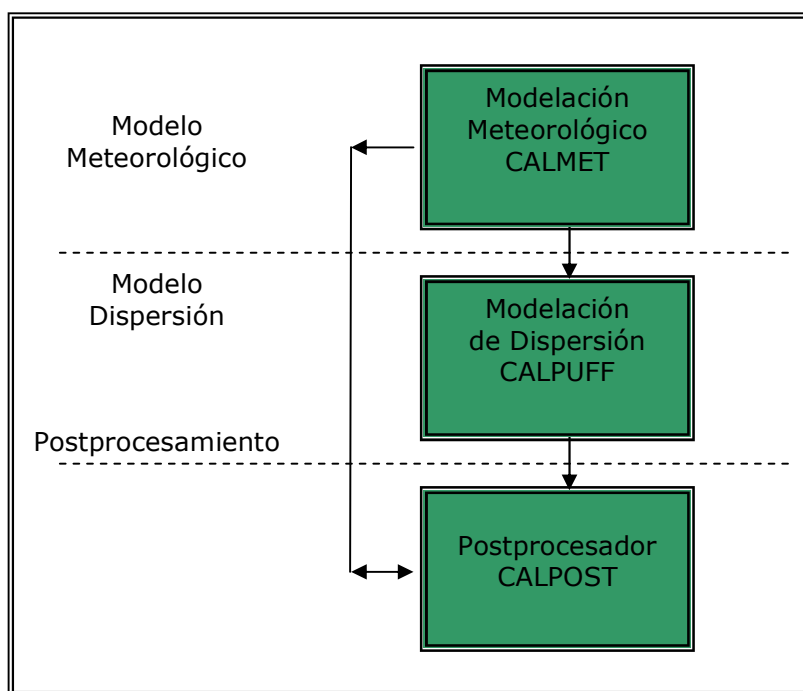
5. MODELACION

5.1. MODELACIÓN FUNDICIÓN CALETONES, VI REGIÓN.

Con el Objetivo de reformular el Plan de Descontaminación de Caletones es necesario realizar un a modelación de la dispersión de los contaminantes emitidos por la Fundición y en base a ellos y el cumplimiento de norma, dado por el seguimiento al plan a través del control de mediciones en estaciones, se va a proponer una delimitación de la nueva zona saturada o de latencia para los contaminantes PM10 y SO₂.

La Figura 6 representa la secuencia de modelos empleados para la modelación. En primera instancia se utiliza el modelo CALMET, que requiere como entrada información meteorológica de estaciones de monitoreo más información de una estación en altura o información proveniente de un modelo de mesoescala, y además requiere datos geomorfológicos. Posteriormente se emplea el CALPUFF, modelo gaussiano de dispersión de puff, que requiere las emisiones de la fuente a considerar, sus coordenadas y las salidas del modelo meteorológico CALMET. Posteriormente se utiliza el procesador CalPost y se visualizan los datos, para su posterior análisis.

Figura 6. Esquema Modelación CALMET-CALPUFF.

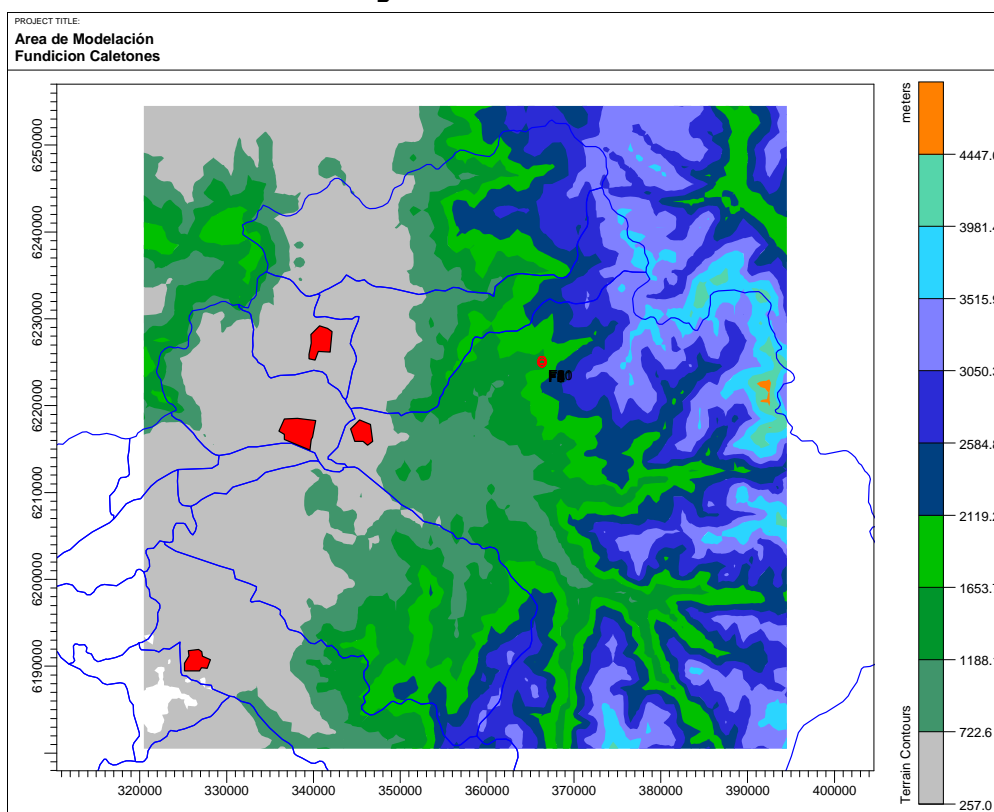


5.1.1. AREA DE ESTUDIO.

Se ha modelado la dispersión de los contaminantes para cada hora del año 2006 (8760 horas), utilizando el sistema de modelación CALMET/CALPUFF. Con las concentraciones horarias se estimaron los valores de diseño según las normas de calidad del aire primaria y secundaria.

El área de estudio comprende una superficie de 70x70 kilómetros, ver Figura 7. En ella se ha incluido el complejo de Caletones y las principales ciudades del valle (Rancagua, Codegua, Machalí, Rengo).

Figura 7. Área de Estudio



5.2. EMISIONES

De acuerdo a la declaración de emisiones de la Fundición de Caletones para el año 2006, que responde a los requerimientos del DS 138/2005 del Ministerio de Salud, en conjunto con la información del Inventario de Emisiones desarrollado por DICTUC, se construyó la base de emisiones que totalizan 897.7 ton/año de PM₁₀, y 115928,3 ton/año de SO₂. Las fuentes consideradas en la modelación corresponden a los procesos emisores principales, los que básicamente incluyen a los hornos convertidores (Teniente y Convencionales), y hornos de ánodos. La Tabla 27 entrega los parámetros físicos, coordenadas, y código utilizado en la modelación, de las fuentes consideradas.

La Tabla 28 resume el ciclo de operación mensual de cada fuente considerada. De ella se observa que existe variabilidad en el funcionamiento de las fuentes, encontrándose algunas de ellas detenidas por gran parte de año, como es el caso de las fuentes F3 y F11.



Tabla 27. Parámetros de Emisión

Código	NOMBRE FUENTE	COORD. NORTE	COORD. ESTE	Parámetros físicos de la fuente				Emisiones ton/año	
				Diámetro ducto [m]	Altura [m]	Velocidad [m/s]	Temperatura °C	MP10	SO2
F1	HORNO CONVERTIDOR CONVENCIONAL 1-1 (SOPLADO - QUEMADORES APAGADOS)	6224888	366325	2.5	55	15	150	125.7	19295.3
F2	HORNO CONVERTIDOR CONVENCIONAL 2-1 (SOPLADO - QUEMADORES APAGADOS)	6224888	366325	2.5	55	15	150	125.7	19295.3
F3	HORNO CONVERTIDOR CONVENCIONAL 3-1 (SOPLADO - QUEMADORES APAGADOS)	6224888	366325	2.5	55	15	150	125.7	19295.3
F4	HORNO CONVERTIDOR CONVENCIONAL 4-1 (SOPLADO - QUEMADORES APAGADOS)	6224888	366325	7	192	15	150	125.7	19295.3
F5	HORNO CONVERTIDOR TENIENTE 1-1 (SOPLADO / QUEMADORES APAGADOS)	6224888	366325	3	60	10	120	125.7	19295.3
F6	HORNO CONVERTIDOR TENIENTE 2 (SOPLADO / QUEMADORES APAGADOS)	6224888	366325	2	50	10	120	125.7	19295.3
F7	HORNO DE ANODOS 1-1	6225188	366321	2	50	10	120	28.8	31.3
F8	HORNO DE ANODOS 1-2	6225188	366321	2	50	10	120	28.8	31.3
F9	HORNO DE ANODOS 2-1	6225188	366321	2	50	10	120	28.8	31.3
F10	HORNO DE ANODOS 2-2	6225188	366321	2	50	10	120	28.8	31.3
F11	HORNO DE ANODOS 2-3	6225188	366321	2	50	10	120	28.8	31.3
total emisiones ton/año								897.7	115928.3

Tabla 28. Ciclos de Operación según fuente de emisión

Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
F1	30%	100%	94%	90%	77%	93%	74%	71%	93%	94%	97%	97%
F2	77%	89%	35%	90%	87%	93%	90%	45%	90%	94%	77%	97%
F3	80%	32%	94%	83%	94%	93%	97%	97%	93%	94%	93%	23%
F4	27%	32%	0%	23%	42%	0%	13%	0%	0%	29%	53%	10%
F5	40%	71%	94%	93%	97%	100%	97%	97%	87%	97%	100%	100%
F6	83%	79%	29%	97%	97%	93%	87%	97%	90%	97%	97%	97%
F7	27%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	65%	100%	100%
F8	27%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	65%	100%	100%
F9	87%	100%	16%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
F10	87%	100%	16%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
F11	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Nota: las emisiones de PM10 modeladas son superiores a las mencionadas por Dictuc debido a que esta consultora corrigió los valores después de haber realizado esta modelación. No obstante se modelo en el peor de los casos considerando las emisiones de Caletones y no de la división Teniente completa.



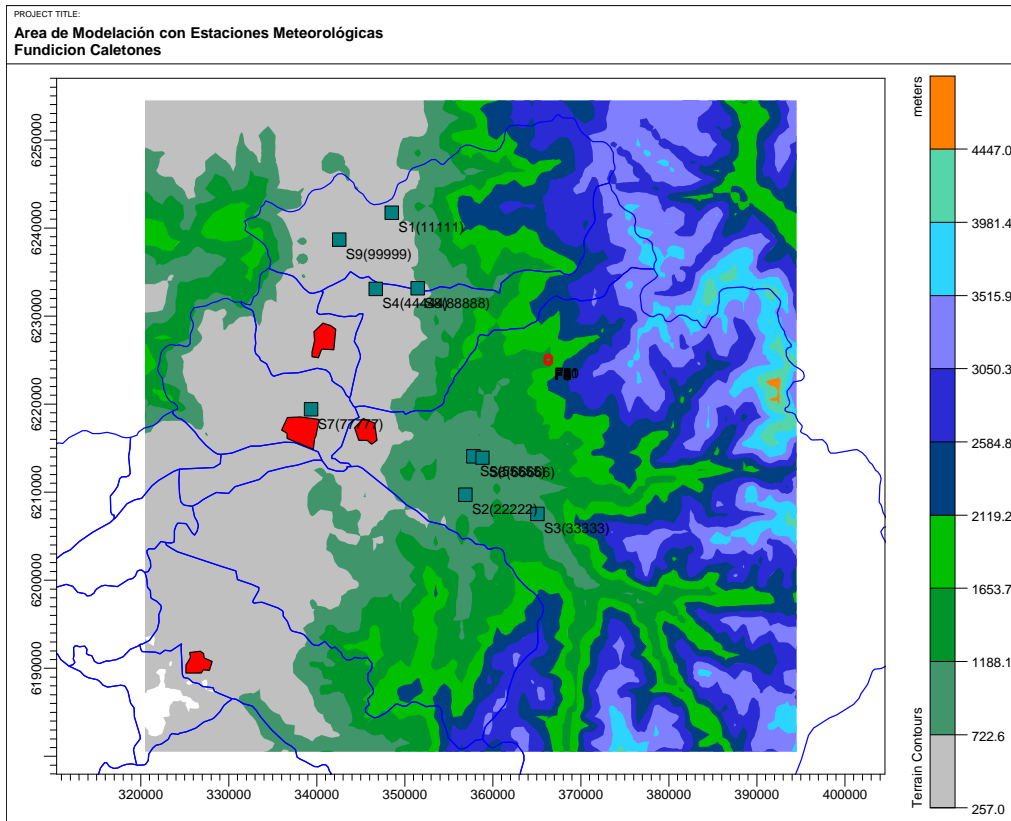
5.3. METEOROLOGIA

Para modelar los campos meteorológicos (temperatura, vientos, estabilidad atmosférica, altura de mezcla, etc.) en el área de estudio, se ha utilizado el modelo CALMET, el cual se ha alimentado con información de 9 estaciones de superficie y una de altura. Las estaciones utilizadas, así como su localización se muestran en la Tabla 27. La Figura 8 muestra la distribución espacial de las estaciones de superficie dentro del área de estudio. Con el modelo CALMET se estimaron los campos meteorológicos 3D para cada todo el dominio de modelación y para cada hora del año 2006.

Tabla 29. Estaciones meteorológicas

Nº	Estación	Nombre	Código	Este (m)	Norte (m)	Cota (m)
1	Superficie	Casas de Peuco	S11111	348.356	6.241.302	575
2	Superficie	Cauquenes	S22222	356.819	6.209.659	750
3	Superficie	Cipreses	S33333	365.006	6.207.486	900
4	Superficie	Codegua	S44444	346.523	6.232.651	550
5	Superficie	Coya Club	S55555	357.736	6.214.004	1000
6	Superficie	Coya Población	S66666	358.774	6.213.859	800
7	Superficie	Rancagua	S77777	339.385	6.219.394	480
8	Superficie	Candelaria	S88888	351.301	6.233.158	650
9	Superficie	San Francisco	S99999	342.374	6.238.274	475
10	Altura Radiosondes	- Santo Domingo	85586	33.62 °S	71.63 °W	75

Figura 8. Localización estaciones de superficie utilizadas



La Figura 9 muestra una representación de los campos de viento 3D en el área de modelación.

Las Figura 10 a 12, muestran algunos ejemplos de trayectorias de masas de aire que pasando por la fundición de Caletones, se dirigen en distintas direcciones. La Figura 10 indica una trayectoria hacia el sur-este, dirigida hacia Reserva Nacional Río los Cipreses mientras que la Figura 11 representa una condición en que las masas de aire se dirigen el sur.

La Figura 12 muestra una condición en que las masas de aire se dirigen al norte, y finalmente la Figura 13 es la representación de masa de aire que pasando por Caletones, se dirigen hacia el valle alcanzando las ciudades de Rancagua y Machalí.

Lo anterior, permite inferir que las emisiones de la Fundición de Caletones, tienen en principio una distribución que alcanzaría todo el valle y el sector cordillerano. Esto se verifica al estimar las concentraciones de PM10 y SO₂ en el capítulo siguiente.

Figura 9. Campos de Viento

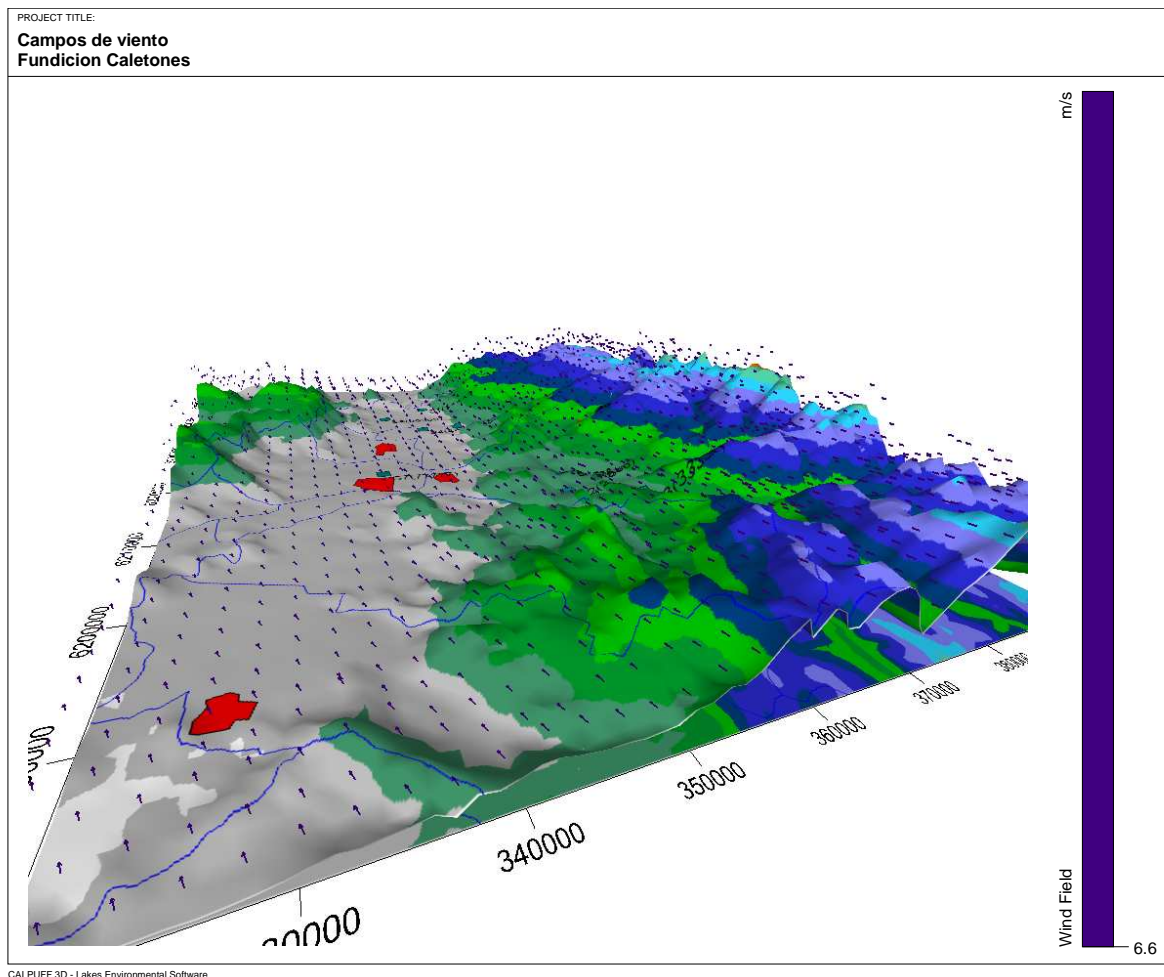


Figura 10. Trayectorias de masas de aire desde Caletones

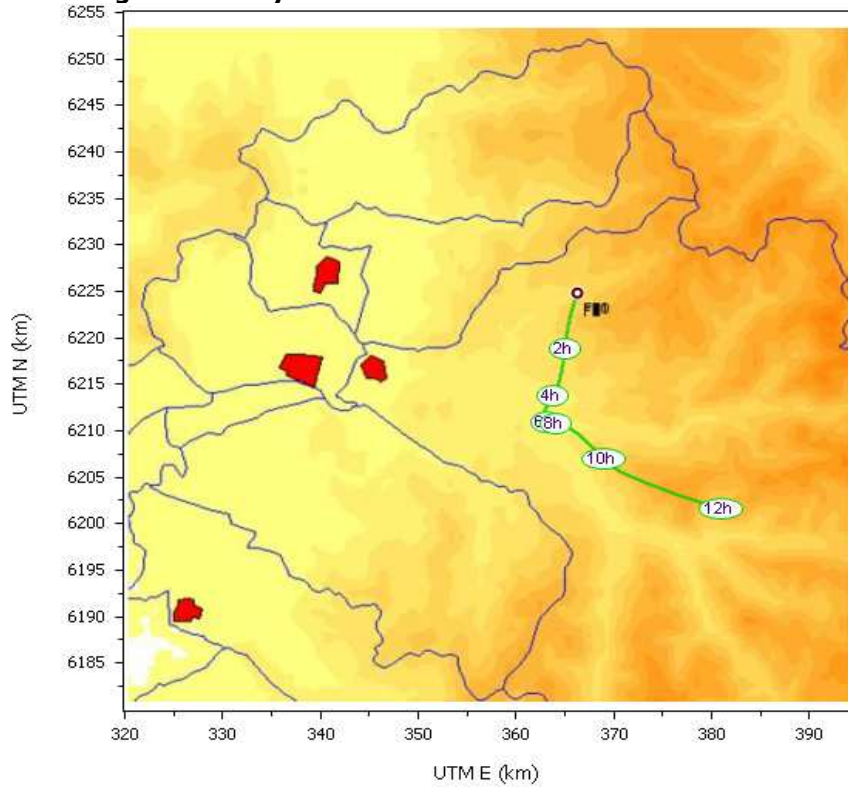


Figura 11. Trayectorias de masas de aire desde Caletones

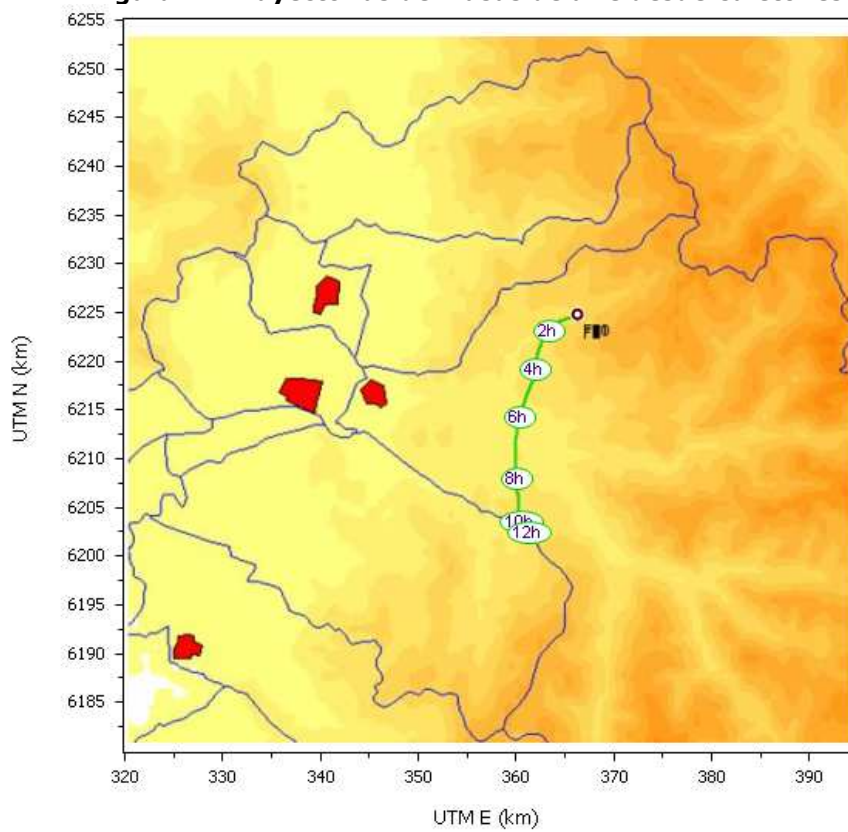


Figura 12. Trayectorias de masas de aire desde Caletones

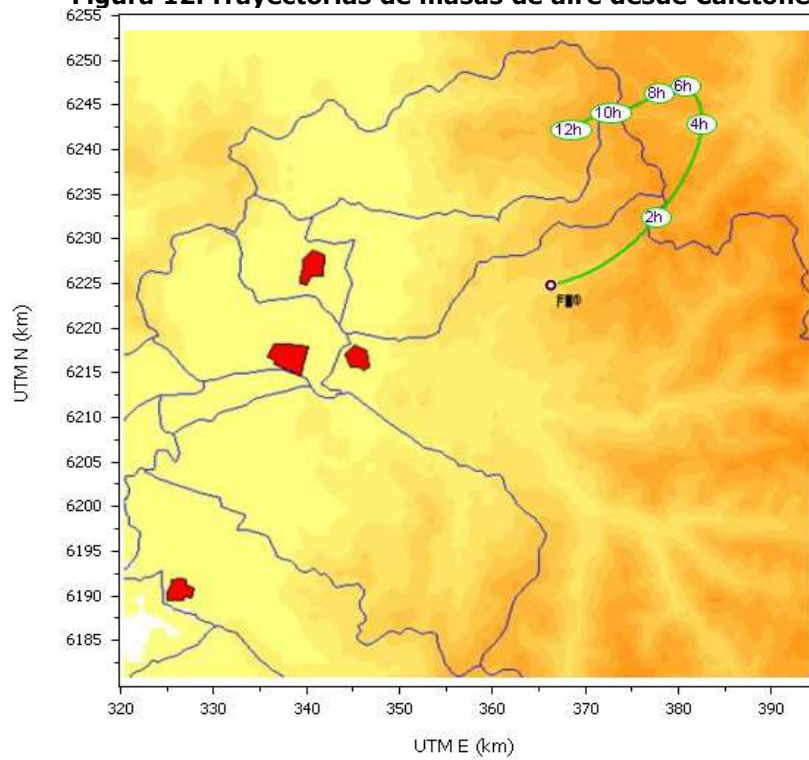
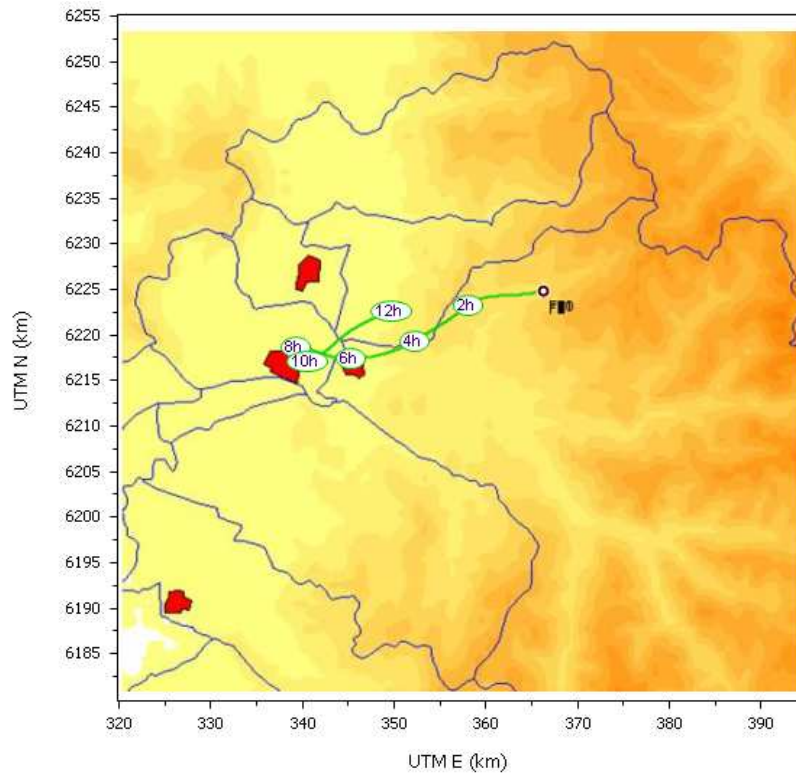


Figura 13. Trayectorias de masas de aire desde Caletones



5.4. RESULTADOS MODELACIÓN

Con la información meteorológica 3D generada por CALMET, y las emisiones de la Fundición de Caletones y sus ciclos de operación (Tabla 27 y Tabla 28), se procedió a correr el modelo CALPUFF para cada hora del año 2006 (8760 horas), y se estimaron las concentraciones de PM10 y SO₂ generadas en su entorno. Especial énfasis se ha dado al impacto esperado en centros poblados del valle y la localidad más cercana a la Fundición (Coya Población).

La Tabla 30 resume las concentraciones de PM10 y SO₂ esperadas en las zonas pobladas, debidas a las operaciones de la Fundición Caletones. De ella se observa que el impacto es poco significativo en PM10 y algo más significativo para el SO₂, aún cuando para este último contaminante tampoco se excederían los niveles máximos permitidos según norma primaria de calidad del aire (ver Tabla 31).

Tabla 30. Concentraciones de PM10 y SO₂ (ug/m³) en zonas pobladas

Localidad	PM10 P98 24 horas	PM10 media anual	SO ₂ P99 24 horas	SO ₂ media anual
Rancagua	0.1	0.01	11	1
Codegua	0.1	0.01	13	1
Coya Población	0.2	0.02	33	2.5
Machalí	0.1	0.01	14	1
Rengo	0.04	0.00	4	0.3

Nota: Aún cuando las concentraciones se deben indicar al entero más cercano, se han incluido decimales para indicar su alcance

Tabla 31. Normas primarias de calidad del aire (µg/m³)

	PM10		SO ₂	
	24 hr	Anual	24 hr	Anual
Valor	150	50	250	80

Para el PM10, los resultados indican que los aportes de la Fundición Caletones no representan un impacto significativo, aún en el punto de máxima concentración. El valor máximo esperado de PM10 como percentil 98 en 24 horas resultó ser de 42 ug/m³ (Norte: 6222500 m y Este: 366500 m) a 2400 m de la Fundición. La media anual de PM10 resultó ser de 4 ug/m³ en las mismas coordenadas. La Figura 14 y Figura 15 muestran gráficamente la distribución espacial de las concentraciones de PM10 en sus métricas percentil 98 en 24 horas y media anual, respectivamente.

Para el SO₂, tal como se explicó, no se esperan concentraciones sobre norma en zonas pobladas, sin embargo, las concentraciones de este contaminante para su diseño de norma secundaria en 1 hora y media en 24 horas, generarían valores sobre norma.

La Figura 16 muestra el área sobre norma de SO₂ para el Percentil 99 en 24 horas. De ella se observa que la superficie sobre los 250 ug/m³ abarca áreas despobladas, ubicadas en los cerros de la cordillera de la región.

La Figura 17 muestra la distribución espacial de las concentraciones media anual de SO₂, con un corte en los 80 µg/m³ (nivel de saturación). De ella se observa que el área de excedencia de la norma anual se circunscribe al entorno cordillerano a la fundición.

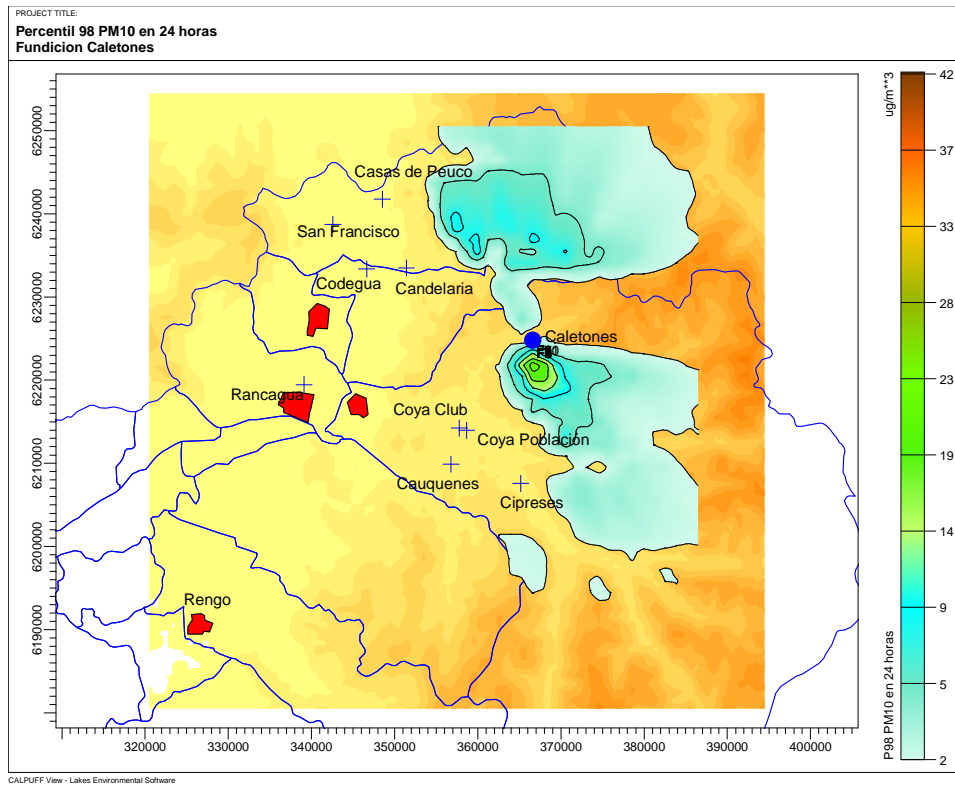


Figura 14. Percentil 98 en 24 horas de PM10

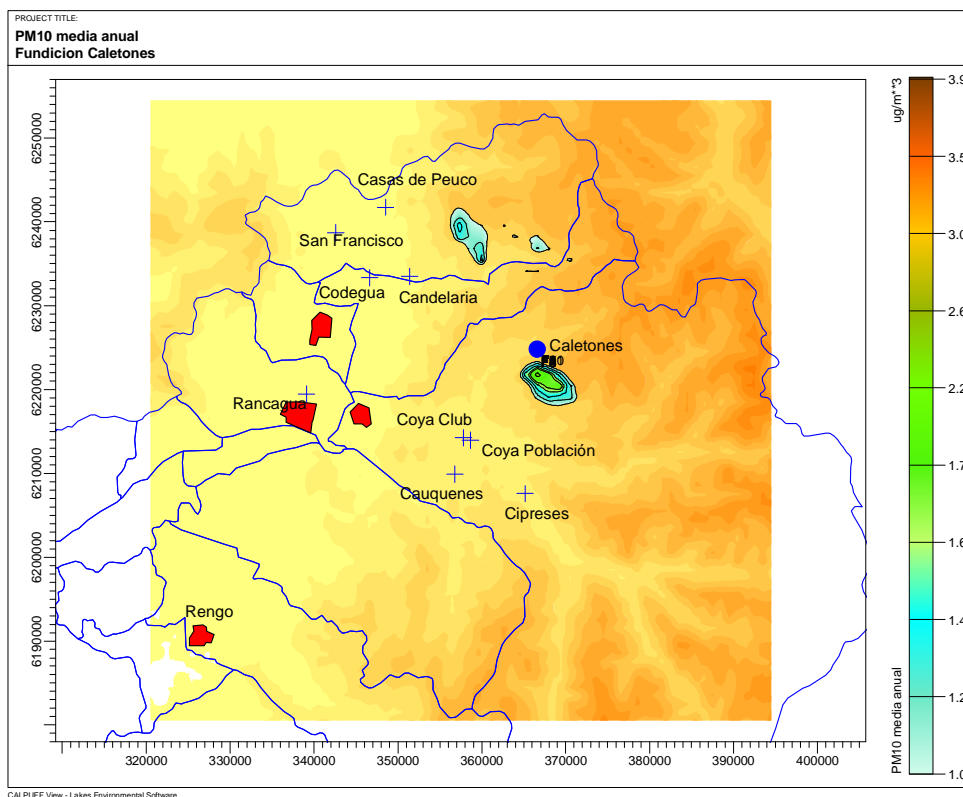


Figura 15. Media Anual de PM10

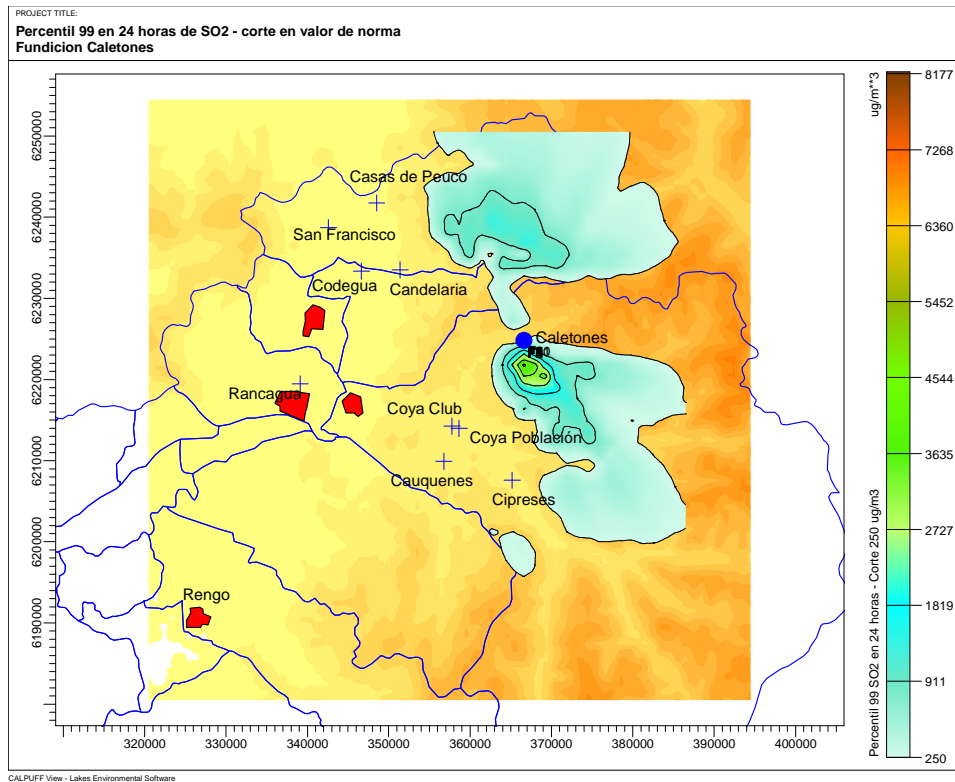


Figura 16. Percentil 99 en 24 horas de SO₂ – corte en valor norma

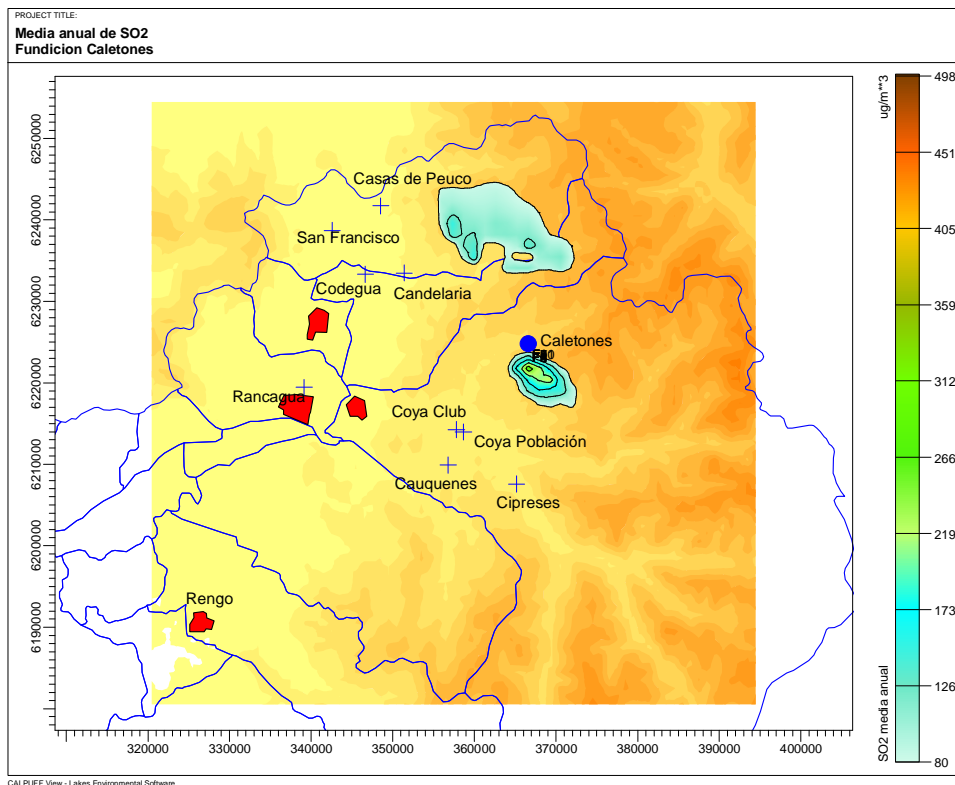


Figura 17. Media anual de SO₂ -corte en valor norma

Los resultados de la modelación de las emisiones de la Fundición de Caletones indican que no hay gran impacto en magnitud en las emisiones de PM10 y de SO₂, evaluando este contaminante como norma primaria. La zona afecta en mayor magnitud por SO₂ corresponde a una zona pequeña que se aprecia en la Figura 17. **La modelación refleja que se está produciendo una excedencia sólo a la norma secundaria de SO₂.**

Dado que por la Región de O'Higgins se definió el límite geográfico de aplicación de la norma secundaria de SO₂ (DS N° 185/91), fue necesario la evaluación de ambos niveles (zona norte y zona sur, ver Tabla 17). La Tabla 33 señala los valores de latencia y saturación según lo establece la norma y que aplican según se señala en ese mismo cuerpo legal.

Los valores obtenidos en las estaciones monitoras que registran concentraciones de SO₂ en zonas donde aplica norma secundaria, se muestran en la Tabla 32. De ella se observa que los valores están bajo los máximos permitidos por la normativa vigente.

Tabla 32. Concentraciones de SO₂ (µg/m³) en Estaciones Rurales

Estación	Este (m)	Norte (m)	Máxima 24 horas	Media Anual
Cipreses	365.006	6.207.486	65	295
Cauquenes	356.819	6.209.659	37	149

No obstante lo anterior, existen zonas en que las concentraciones exceden norma secundaria.

La Figura 18 muestra el área de excedencia a la norma secundaria horaria de SO₂. En dicha figura se ha incluido como límite de las isolíneas de concentración, el valor de 700 µg/m³ que corresponde al nivel de saturación de So₂ en 24 hrs para la zona sur del país, el segundo nivel corresponde a 1000 ug/m³, que es el límite considerado para la zona Norte del país. De la Figura 18 se observa que las comunas afectas a la excedencia de 1 hora de SO₂, corresponden a Mostazal, Codegua, Machalí, y Requínoa.

La Figura 19, muestran gráficamente los límites de excedencia de la norma secundaria de SO₂, correspondiente a la máxima en 24 horas, considerando los niveles para la zona Norte y zona Sur, respectivamente.

Finalmente, la Figura 20 muestra la zona de excedencia a la norma secundaria anual de SO₂. En ella se ha graficado como corte, el nivel de saturación de dicha norma (48 µg/m³) para la zona sur. De ella se observa que el área de excedencia se limita al entorno cordillerano de la fundición de Caletones, en la comuna de Machalí, y parte de la cordillera de las comunas de Mostazal y Codegua.

Tabla 33. DS.185/1991 Ministerio Minería. Valores norma secundaria SO₂

Norma secundaria SO ₂	Zona norte		Zona Sur	
	Saturación	Latencia	Saturación	Latencia
Horaria	1000	800	70	800
24 hrs	365	292	260	208
Anual	80	64	60	48

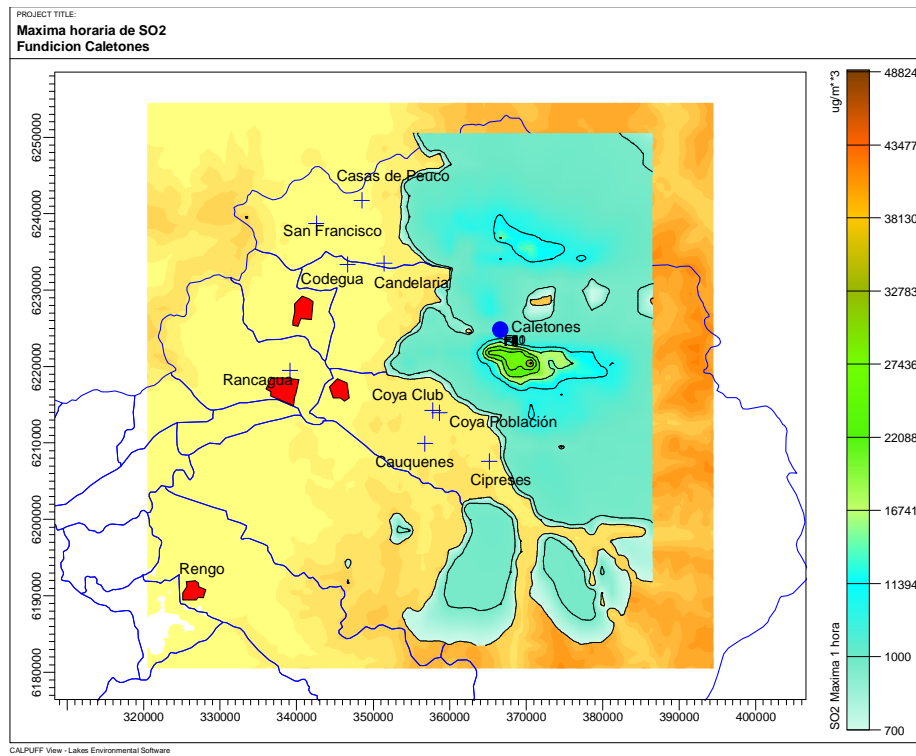


Figura 18. Máxima horaria de SO₂ – secundaria

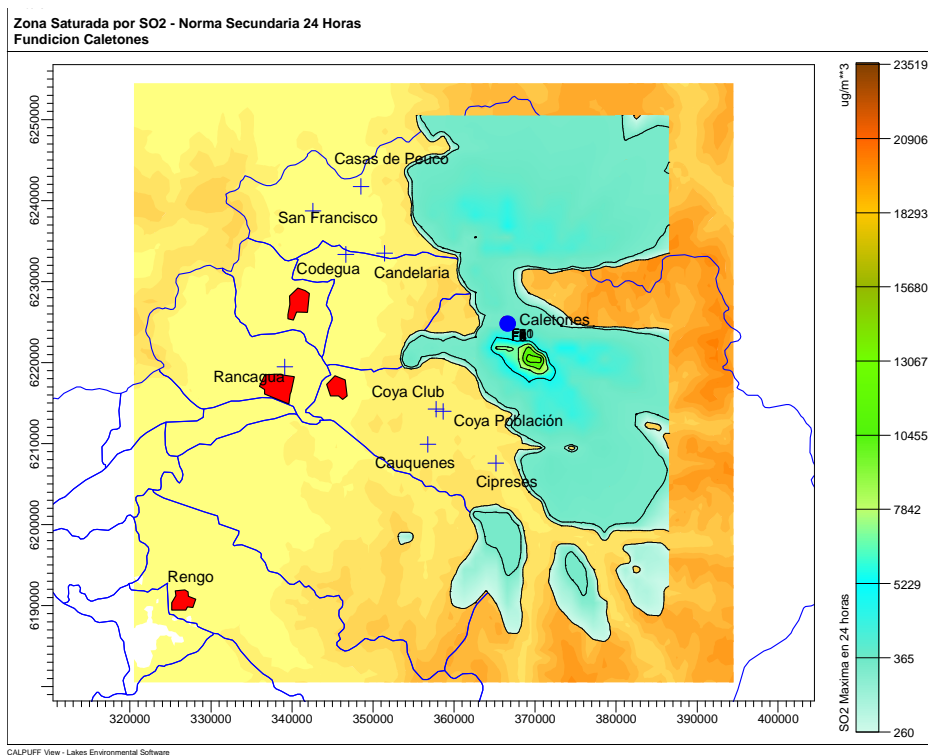


Figura 19. Máxima en 24 horas de SO₂ – secundaria

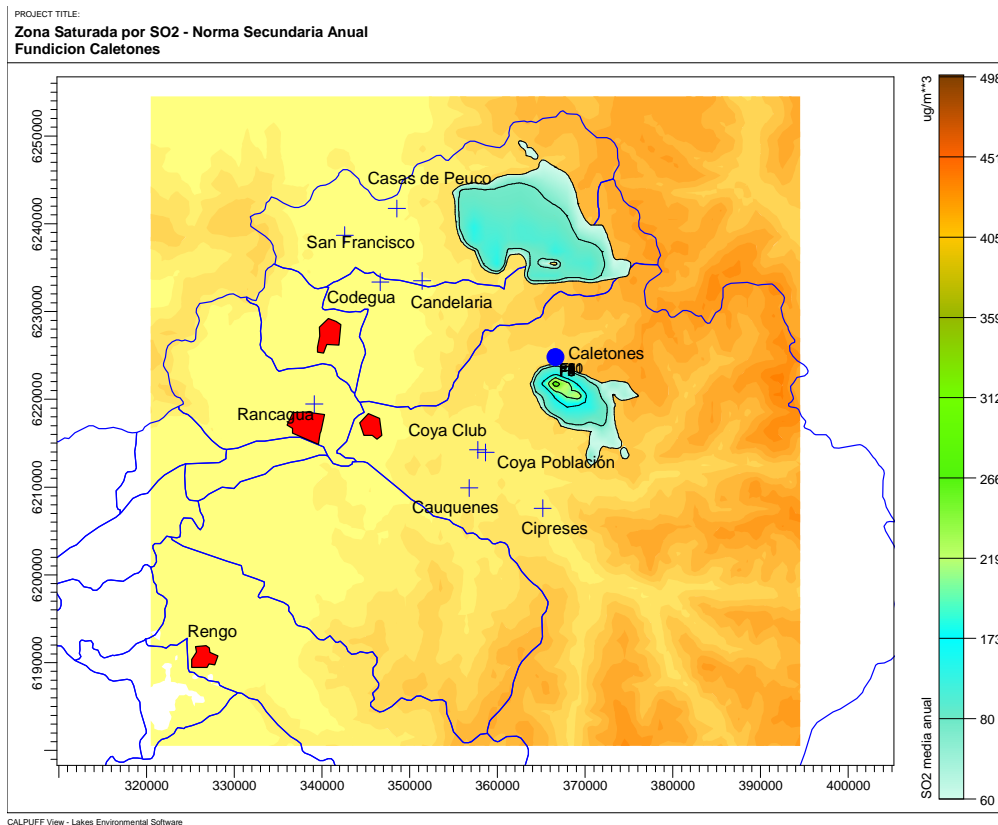


Figura 20. Media anual de SO₂ – secundaria

5.5. DEFINICIÓN DE ZONA SATURADA

Los resultados de la modelación de dispersión de contaminantes provenientes de la Fundación Caletones indican que existe una zona saturada por SO₂ secundario, otra para SO₂ primario y una tercera zona, de menor extensión, saturada por PM₁₀. Al analizar las áreas de impacto, por norma, la de mayor extensión es el área saturada para SO₂ secundario, y es la que contiene a las otras áreas.

En vista de estos antecedentes y la necesidad de resguardar la salud de la población y velar por la protección de los recursos naturales, en especial de áreas silvestres que están bajo protección, se consideró el peor de los escenarios de contaminación. De este modo, se define como Nueva Área Saturada por Anhídrido sulfuroso al área Circundante a la Fundación Caletones que se presenta en la Figura 21. Los niveles que determinan la saturación por SO₂ secundario son como concentración de 24 hrs. y de 1 hr.



Figura 21. Definición de nueva zona saturada.

La zona propuesta tiene una extensión de 163.000 hectáreas aproximadamente. Los límites de esta zona comprenden las áreas jurisdiccionales de las comunas Mostazal, Codegua, Machalí y Requínoa.

Un mapa de concentraciones se presenta en la Figura 22 y en la Figura 24 y 24 se aprecia la misma figura desde otra perspectiva.

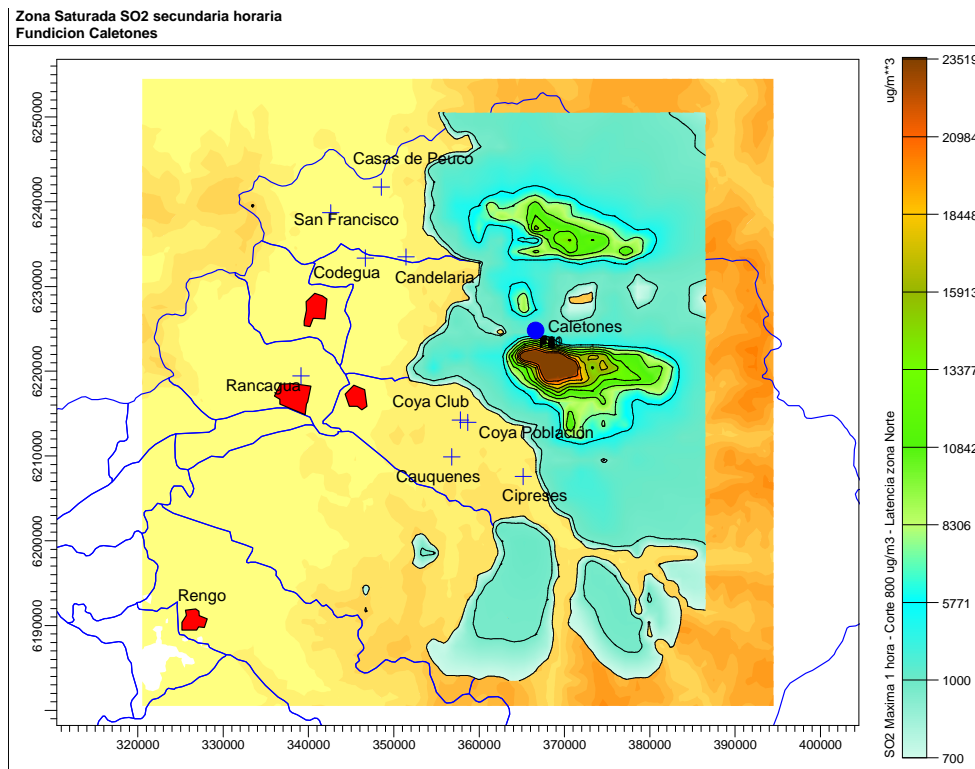


Figura 22. Zona Saturada circundante a la Fundición Caletones por SO2.

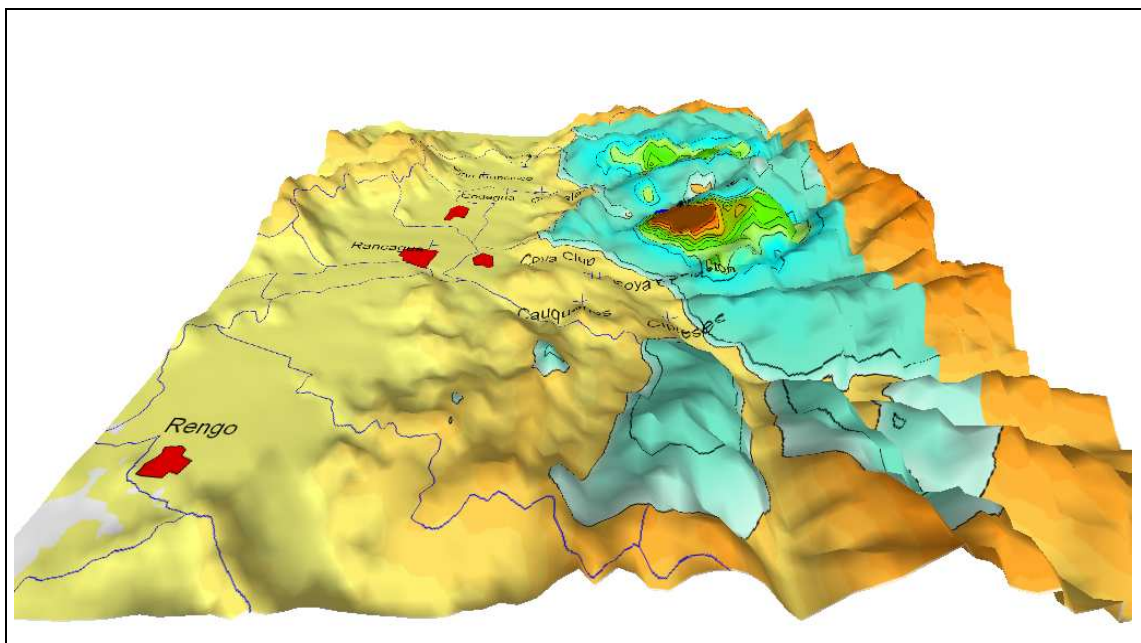


Figura 23. Vista tridimensional de Zona Saturada.

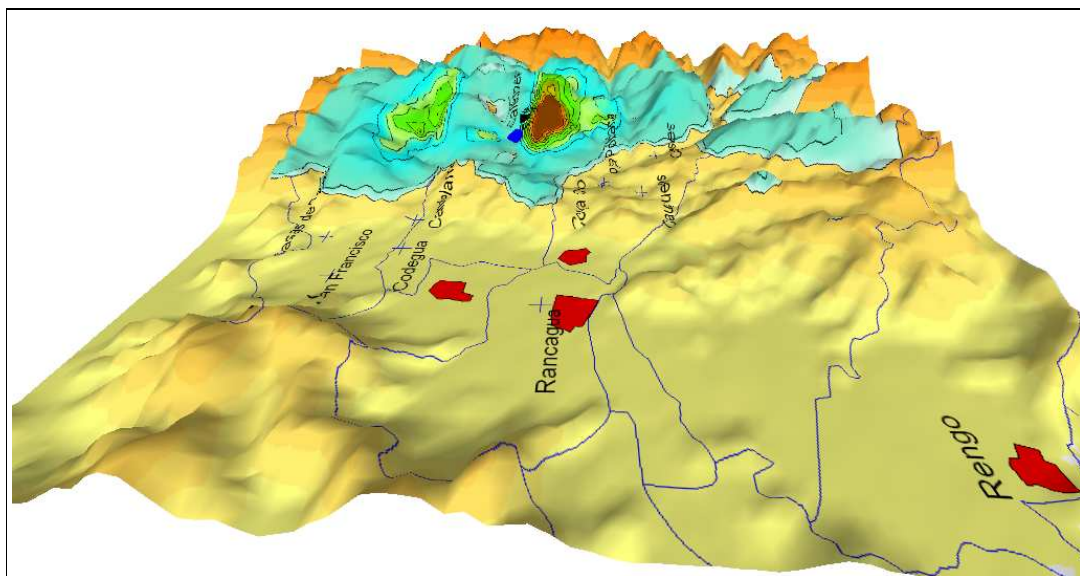


Figura 24. Vista Lateral izquierda de zona saturada.

Se verifica que los contaminantes se dispersan en el sector cordillerano, en dirección norte y sur de la Fundición Caletones. Se observa que las emisiones de esta fuente no llegan al valle, o bien si llegan el impacto no es significativo.

A modo de comparación, en la Figura 25 se presenta la actual área saturada, definida según DS.179/1994, en color azul y en color rojo la nueva área saturada, propuesta según los resultados de la aplicación del modelo de dispersión de contaminantes.

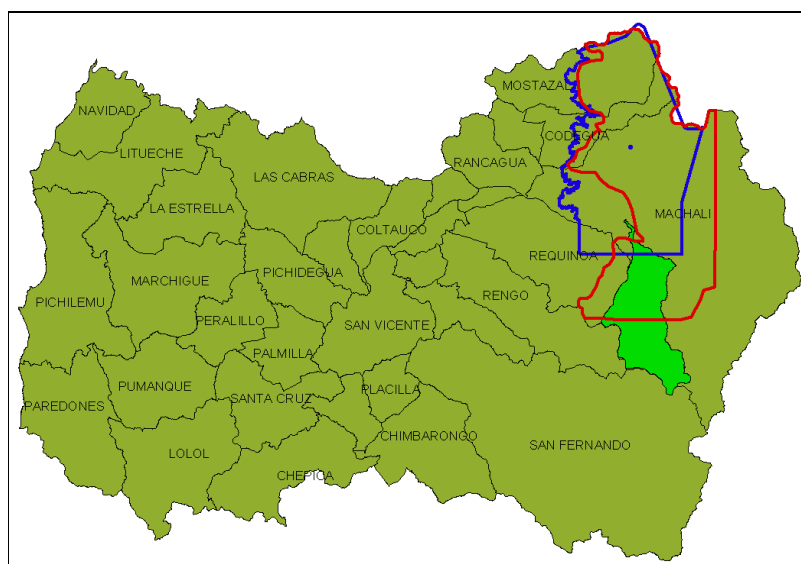


Figura 25. Comparación Área actual y Área propuesta de saturación PDA Caletones.

Se aprecia que la nueva área saturada tiene una mayor extensión hacia el sur, considerando una mayor superficie correspondiente a la reserva Nacional Río lo Cipreses. El área actual es de 120.000 hectáreas aprox. y la nueva área es un 30% mayor, aproximadamente 163.000 ha. Una pequeña extensión del área definida según DS.179/1994 corresponde a la reserva los cipreses, la que se ve incrementada de 3.000 a 18.500 hectáreas, aprox.

5.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A la luz de los resultados de la modelación de las emisiones de PM10 y SO₂ debidas al funcionamiento de la fundición Caletones, se concluye lo siguiente:

- a) El aporte de PM10 en sus métricas de 24 horas y anual, es mínimo, no significando un problema para el valle ni para el entorno a la fundición.
- b) Para el SO₂, el aporte de la fundición de Caletones en el valle es también poco significativo, aun cuando de mayor magnitud respecto al PM10.
- c) El aporte de SO₂ en los faldeos cordilleranos continua siendo alto, aún después de cumplir con la meta de reducción de emisiones.
- d) La zona que excede las normas de calidad del aire secundaria por SO₂ en sus métricas de máxima en 1 hora y máxima en 24 horas incluye parte de las comunas de Mostazal, Codegua, Machalí, y Requínoa. La excedencia a la norma secundaria de SO₂ media anual, incluye parte de las comunas de Mostaza, Codegua, y Machalí.
- e) Si bien la envolvente del área de excedencia a la norma secundaria de SO₂

...

(Pedro completar idea)

Se recomienda comenzar a registrar las concentraciones de SO₂ en la reserva Los Cipreses, debido a que los resultados indican claramente que el área de excedencia a la norma secundaria de SO₂ incluye plenamente esta reserva, y no existe registro del impacto que la fundición de Caletones está generando.

Se recomienda además, continuar con la reducción de emisiones de SO₂ de la fundición a niveles de 80.000 ton/año, lo cual reduciría en forma considerable el área de saturación por este contaminante.

Se deben mantener las actuales estaciones de monitoreo, a fin de cotrolar y verificar los noiiwesles de concentración de contaminanates PM10 y SO₂.

Se debe realizar un monitoreo continuo, con resolución horaria y en línea con SINCA para las estaciones actualmente vigentes y las que se incorporen a la red Teniente.

6. ANTEPROYECTO REFORMULACIÓN PDA CALETONES

Considerando:

Que por decreto supremo N°179/1994 el Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se declaró zona saturada por anhídrido sulfuroso y material particulado respirable el área circundante a la Fundición Caletones de la División El Teniente de Codelco Chile, Ubicada en la Región del Libertados Bernardo O'Higgins;

Que declarada zona saturada el área indicada, y de conformidad con el procedimiento y etapas señaladas en los artículos 32 y 44 de la ley 19.300 y el decreto N°94 de 1995 de MINSEGPRES, se elaboro el Plan de descontaminación para el Área Circundante a la Fundición Caletones.

Que por decreto N°81/1998 MINSEGPRES se estableció el Plan de Descontaminación del Área Circundante a la Fundición Caletones comprometiendo un cronograma de reducción de emisiones, instalación de nuevas estaciones de monitoreo para verificar cumplimiento de norma secundaria, un plan operacional para enfrentar episodios críticos, y un programa de educación y difusión ambiental, entre otras medidas.

Que según informe de seguimiento al Plan mencionado, elaborado el año 2004 por el Departamento de Control de la Contaminación CONAMA Región de O'Higgins, La Fundición Caletones cumplió con el cronograma de emisiones establecido y que finalizaba el año 2003. Que en dicho informe se establece que los Fiscalizadores, Secretaria Regional Ministerial de Salud y Servicio Agrícola y Ganadero, ambos de la región de O'Higgins, concluyeron junto a CONAMA que el Plan cumplió los objetivos señalados en el DS 081/1998, esto es recuperar la calidad del aire para los contaminantes regulados en la zona saturada.

Que dicha evaluación fue presentada a la COREMA Región de O'Higgins en Octubre de 2005, la que acordó en forma unánime solicitar a la Dirección Ejecutiva de CONAMA el levantamiento Parcial de la Zona Saturada.

Que en función de nuevos antecedentes señalados en la Circular N°005 del 27 de Febrero de 2006, de la Directora Ejecutiva de CONAMA, Sra. Paulina Saball Astaburuaga sobre el procedimiento para Actualización y Derogación de Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica se realizó El estudio "Base Atmosférica Regional y Reformulación del PDA Caletones" elaborado para CONAMA el año 2007, que entrega los antecedente técnicos para la actualización del instrumento Plan de Descontaminación de acuerdo a lo señalado en el mencionado instructivo.

El presente documento esta elaborado en conformidad a los instructivos sobre Actualización y Derogación de Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica y Procedimiento para la Declaración, Modificación y Derogación de las Zonas Saturadas o Latentes de carácter Atmosférico. (Circular N°001/2005 y N°005/2006 Enviadas por la Directora Ejecutiva de CONAMA).

Con el Objetivo de Evaluar la Calidad del Aire de la Zona Circundante a la Fundición Caletones, considerando para ello la información obtenida a través de las mediciones de Calidad del aire para SO₂ y PM10 en las estaciones de la Red Teniente y los resultados entregados de la aplicación de un modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos se resuelve lo que a continuación se expone.

Respecto al análisis de calidad del Aire al año 2006 de las estaciones monitoras de la red Teniente.

Para verificar cumplimiento de norma Primaria se considera la Estación monitora Coya Población (EMRP) y a modo referencial, como puntos de máximo impacto, Coya Club y Sewell.

La Tabla 1 resume las concentraciones de PM10 de los últimos tres años, la Tabla 2 resumen valores de So2 primaria, mientras que la Tabla 3 presenta la evaluación de la norma secundaria.

Tabla 1. Evaluación Norma Primaria PM10. Concentraciones en ug/m³

Estación	Año	P98 PM10	Norma Diaria	Promedio Anual	Promedio 3 años	Norma anual
Coya Población	2004	71	150	39	39	50
	2005	65	150	37		
	2006	76	150	40		
Coya Club	2004	55	150	23	24	50
	2005	47	150	24		
	2006	55	150	25		

Tabla 2. Evaluación Norma Primaria So2. Concentraciones en ug/m³

Estación	Año	P99 SO2	Promedio tres años P99	Norma Diaria	Promedio anual	Promedio tres años	Norma Anual
Coya Población	2004	9	13	80	106	125	250
	2005	8			88		
	2006	23			180		
Coya Club	2004	47	46	80	244	292	250
	2005	33			268		
	2006	57			365		
Sewell	2004	765	631	80	2953	2413	250
	2005	443			2034		
	2006	684			2253		

Tabla 3. Evaluación Norma Secundaria SO2. Concentraciones en ug/m³ .

Estación	Año	Promedio anual	Promedio 3 años	Norma anual	Máx. 24 hrs	Norma 24 hrs	Max. 1 Hora	Norma 1 Hora
Cipreses	2004	10	9	80	100	260	1516	700
	2005	6			42	260	265	700
	2006	11			62	260	673	700
Cauquenes	2004	15	12	80	107	365	1064	1000
	2005	8			55	365	215	1000
	2006	14			99	365	413	1000

La estación Cipreses de la División Teniente, por su ubicación, corresponde a la zona norte, y la estación Cauquenes a la zona sur según DS. 185/1991 Min. Minería.

Los monitoreos registrados en las estaciones de la red Teniente señalan que se ha verificado el cumplimiento de Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado en las estaciones Coya Club y Coya Población.

Para Anhídrido Sulfuroso solo en Coya Población, la única estación monitorea con representatividad poblacional, se verificó cumplimiento de norma SO₂.

Coya Club presenta saturación por SO₂ en su nivel de 24 hrs.

Sewell presenta saturación por SO₂, en su nivel anual y 24 Hrs. Cabe mencionar que esta localidad corresponde a una zona donde no hay asentamientos humanos, pues la población del antiguo campamento fue trasladada, no obstante sigue siendo un lugar de interés turístico y centro de atracción visitado continuamente lo que implica que hay personas expuestas a los contaminantes presentes.

Con respecto a la Norma secundaria de Calidad Ambiental por Anhídrido sulfuroso se ha verificado saturación en el área de influencia de las emisiones de la Fundición, registrándose superaciones a la norma el año 2004 en Cipreses y Cauquenes y valores en el rango de latencia el año 2006 en Cipreses como concentración máxima en una hora.

Cabe mencionar que la norma secundaria de SO₂ esta en proceso de reformulación y que este antecedente implica que el escenario a futuro sea diferente.

Actualmente, con la normativa vigente, el anteproyecto de reformulación del plan de descontaminación de Caletones cuyo Objetivo es recuperar los niveles de concentración de Anhídrido Sulfuroso señalados en la norma de SO₂ primaria y secundaria propone las siguientes medidas.

1.- Establece Nueva Área Saturada en torno a la Fundición Caletones de la División Teniente de Codelco Chile. La zona Saturada en torno a la Fundición Caletones, definida en el D.S 81/1998, varía su extensión. Los límites de esta nueva Zona comprenden las áreas jurisdiccionales de las comunas Mostazal, Codegua, Machalí y Requínoa. El área que abarca esta zona se presenta en la Figura 26, y corresponde a 163.000 hectáreas aproximadamente, de las cuales 18.500 aproximadamente corresponden a la Reserva Nacional Río Los Cipreses.



Figura 26. Área Saturada por So₂

El complejo minero-metalúrgico de la División El Teniente de Codelco Chile se encuentra emplazado en la Comuna de Machalí, a aproximadamente 45 kilómetros al Este de Rancagua. Las instalaciones industriales que posee se encuentran en Caletones, Colón y en Sewell.

La Fundición de Caletones, se emplaza aproximadamente a 1.500 metros sobre el nivel del mar (en adelante m.s.n.m.) en la Cordillera de los Andes, en una zona con profundos valles y quebradas abruptas originadas por el río Coya. El antiguo Campamento de Sewell se encuentra ubicado a 7 kilómetros al Noreste de la Fundición Caletones. En Colon se realizan los procesos de Chancado del mineral.

Los asentamientos Humanos y actividades agrícolas se centran en Coya, localidad ubicada aproximadamente a 20 kilómetros al Oeste de Rancagua, a unos 800 m.s.n.m. En el antiguo campamento Sewell no habita población. Este lugar es Visitado por ser de interés turístico, decretado patrimonio de la humanidad.

La zona saturada corresponde a en mayor proporción a un sector cordillerano de tierras áridas y pedregales, por ello sus suelos son de escaso valor para la actividad silvoagropecuaria. Sin embargo en valles a alturas inferiores a los 1500 msnm se encuentran suelos con aptitud agrícola asociados a sistemas hídricos, además se encuentra planicies de relieve suave a los 2000 metros de altitud, con predominio de hierbas y gramíneas andinas, destacándose el coirón como especie más abundante.

El río Coya forma parte de la subcuenca del río Cachapoal, nace a los 3.000 m.s.n.m. y desciende rumbo Sudoeste y Sur hasta su confluencia con el río Cachapoal. La subcuenca del río Cachapoal además, está formada por el río Pangal.

En la zona saturada se ubican al menos dos Regiones Vegetacionales (*Gajardo, Rodolfo, 1994*) la Estepa Alto Andina, y la de Matorrales y Bosque Esclerófilo.

La Región de la Estepa Alto Andina, corresponde a la vegetación que se desarrolla en sectores áridos y semiáridos de la Cordillera de los Andes, resaltando como factores determinantes del paisaje vegetal, la altitud y el relieve.

La Región de Matorrales y Bosque Esclerófilo, se presenta en la zona central del país, con paisajes complejos por la intensa alteración de las comunidades vegetales, tanto que son excepcionales las muestras de vegetación original.

Las formas de vida vegetal son variadas, predominan arbustos y árboles de hojas esclerófilas, encontrándose también arbustos bajos xerófitos, especies de suculentas, arbustos y árboles espinosos, y cuando las condiciones naturales lo permiten, se desarrollan especies del tipo laurifolio.

Las especies que conforman la Estepa alto andina son: Neneo (*Multinum spinosum*), Chiquiraga (*Chuquiraga oppositifolia*), Llaretta (*Azorella madreporica*), Llaretilla (*Laretia acaulis*), entre otras. Del mismo modo, las principales especies de las formaciones esclerófilas (bosque y matorral), son: Quillay (Quillaja saponaria), Litre (*Lithrea caustica*), Peumo (*Cryptocarya alba*), Boldo (*Peumus boldus*), Lingue (*Persea lingue*), Naranjillo (*Citronella mucronata*), Chagualillo (*Puya violacea*), Chagual (*Puya Berteroniana*), Colliguay (*Colliguaja odorifera*), las cuales están asociadas al Roble (*Nothofagus obliqua*), Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis*), entre otras especies.

Existe una zona desprovista de vegetación por condiciones extremas de altitud y temperatura; esta zona se ubica generalmente sobre los 3.000 metros de altitud y abarca una superficie aproximada de 24.000 hectáreas.

Localizada en la zona saturada se ubica parte de la Reserva Nacional Río de los Cipreses, área bajo protección oficial creada en el año 1986 (D.S N°127/86 MINAGRI), la cual tiene como principal objetivo incorporar al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas los recursos bióticos de la cuenca del río Cipreses, concediendo resguardo a

la flora y fauna nativa local. En su totalidad esta Reserva tiene una extensión de 36.000 hectáreas aprox., de las cuales 1.200 se encuentran comprendidas en la zona saturada.

La Reserva se ubica en un valle cuyo fondo varía desde 1.200 a 1.700 m.s.n.m., en tanto incluye cumbres que alcanzan desde 3.000 a 4.900 m.s.n.m. (Volcán Palomo). La red hídrica de la Reserva se forma por afluentes del río Cachapoal, que confluyen a él desde el sur, donde el cauce principal es río de Los Cipreses, cuya cuenca representa el 80% de la Reserva.

En cuanto a la fauna, entre los mamíferos, se destaca el Guanaco, el Zorro culpeo y la Vizcacha. Entre las aves, se destaca el Loro trichahue y, en las altas cumbres, el Cóndor y el Águila. En lagunas y cursos de agua, se encuentran el Caiquén de Magallanes, el Pato corta corriente, entre otros.

2.- Sobre la Red de monitoreo para verificar cumplimiento de Normativa.

El Artículo 5º del decreto D.S. 185/1991 del Ministerio de Minería dispuso la instalación por parte de la División El Teniente de Codelco Chile de una red permanente de monitoreo de calidad del aire en la zona circundante a la Fundición.

En 1992 El Servicio de Salud y el Servicio Agrícola y Ganadero, ambos de la Región de O'Higgins aprobaron el proyecto de Red de Monitoreo de Teniente. En 1992 se instaló la red con 5 estaciones. A la fecha algunas de ellas han sido reubicadas, de tal modo, para contaminantes primarios se cuenta con estaciones ubicadas en Coya Población, Coya Club y Sewell, mientras que para evaluar norma secundaria se tienen las estaciones Cauquenes y Cipreses.

Sobre esta base, y según los resultados de la modelación de dispersión de contaminantes provenientes de la Fundición Caletones se constató que hay zonas en torno a Caletones que siguen viéndose impactadas, según los límites antes señalados.

Con el objetivo de velar por el cumplimiento de los niveles de calidad del aire, se deberá mantener las actuales estaciones con las mediciones de los mismos contaminantes y variables meteorológicas y adicionalmente, con el objetivo de evaluar la norma primaria y secundaria de SO₂, que es contaminante problema en una mayor área, se deberán localizar nuevas estaciones de monitoreo en las siguientes localidades:

- Central Pangal
- Chapa Verde
- interior de Reserva los Cipreses (Ranchillo o Maitenes)

Se deberá instalar estación meteorológica para medir los campos de viento en
-Reserva Cipreses al interior.

La División El Teniente de Codelco deberá presentar a los servicios competentes, para su aprobación, un manual de procedimientos de operación, mantención y calibración de la red de estaciones de Monitoreo. Dicho manual debe presentarse dentro de los 30 días siguientes al inicio del plan.

El monitoreo de todas las estaciones que componen la red Actualmente y las que se incorporarán deberá estar conectado en línea, con el Servicio Agrícola Ganadero, el Servicio de Salud O'Higgins y Conama, a través del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire, SINCA, para obtener así información en tiempo real.

El Monitoreo en línea se deberá realizar para todas las variables medidas: velocidad y dirección de viento, sigma de dirección viento, PM10 y SO2.

Se deberá medir PM10 con un equipo que permita realizar medición continua, con resolución horaria.

3. Sobre las Emisiones.

Las principales Fuentes puntuales de la Fundición Caletones son los Convertidores Teniente (2) y Convertidores Pierce Smith (4).

Los Convertidores Teniente (CT) son los encargados de la fusión de concentrados de cobre para la producción de metal blanco. Actualmente existen 2 convertidores en operación.

Para cada convertidor se identificaron 2 fuentes de emisión, la primera correspondiente a la operación de soplado (inyección de O₂ enriquecido) y la segunda cuando operan quemando petróleo diesel. Las mayores emisiones corresponden a la etapa de soplado, con quemadores apagados, llegando a generar un total de 251,3 Ton/año de MP10 (125,66 Ton/año por cada convertidor en etapa de soplado), lo que corresponde a un 27,13% de las emisiones de la fundición. Las emisiones por efecto de la combustión de petróleo diesel son despreciables, en comparación con las ya señaladas.(Dictuc, Informe Plan de Gestión Calidad Aire)

Los Convertidores Pierce-Smith (CPS) son Encargados de la conversión de metal blanco, proveniente de los convertidores Teniente, en cobre blister. Actualmente hay 4 CPS's operando en la fundición. Para cada CPS se identificaron 2 fuentes de emisión: al igual que los convertidores Teniente, la primera corresponde a la etapa de soplado (inyección de oxígeno) y la segunda a la combustión de petróleo diesel.

Las mayores emisiones corresponden a la etapa de soplado, con una emisión por cada convertidor de 125,66 Ton/año de material particulado, lo que en conjunto, para esta etapa equivale al 54,28% de las emisiones de la fundición.

En conjunto los 6 convertidores en etapa de soplado contribuyen en más del 80% (754 Ton/año) a las emisiones de MP10 de la fundición y en más del 26% de las emisiones totales de la División El Teniente, al año 2005.

La Gerencia de Servicios y Suministros es la encargada de suministrar grupos electrógenos y calderas industriales para la normal operación de las demás áreas, por lo que sus emisiones se pueden atribuir a cualquier otra unidad de operación.

El mayor responsable de las emisiones de SO_x de la División el Teniente es la Fundición de Caletones, quien procesa todo el concentrado de cobre proveniente de Colón (aproximadamente 1.177.975,96 Ton de concentrado al año 2005).

Las fuentes responsables de las mayores emisiones de anhídrido sulfuroso son los convertidores en etapa de soplado, con una emisión de 19.295,33 Ton/año de SO₂ por cada uno de los convertidores (4 CPS y 2 CT), lo que suma un total de 115.771,98 Ton/año de SO₂, equivalente a un 99,45% de las emisiones totales de Codelco

El Sistema de manejo de gases esta basado en tiraje natural y está constituido por campanas, ductos y chimeneas. Los gases de los uno de los convertidores Pierce Smith son conducidos a una chimenea de 192 mt. de altura, mientras que los gases provenientes del horno reverbero, convertidos Teniente y los otros CPS son conducidos a la varias chimeneas de entre 50 y 60 cm. de altura aproximadamente.

Los gases provenientes de los hornos de limpieza de escoria y hornos de refinera se evacuan por chimeneas independientes, sobre la altura del edificio Nave de Convertidores.

A raíz del PDA se implementaron dos plantas de ácido sulfúrico, las que permitieron cumplir con el cronograma de reducción de emisiones planeado al 2003, la primera planta comenzó a operar en 1999 y la segunda en el año 2001.

Para disminuir niveles de emisión, a los que se señalan en esta propuesta, se deberá emplear tecnología.....(sugerir tecnología)

4. Estimación nivel de emisión para cumplir norma de calidad

La Fundición de Caletones de la División El Teniente de Codelco Chile deberá limitar las emisiones atmosféricas de anhídrido sulfuroso y las emisiones atmosféricas de material particulado respirable, expresadas como material particulado total, de modo que éstas no superen los valores consignados en el siguiente cronograma:

CRONOGRAMA DE REDUCCION DE EMISIONES DE ANHIDRIDO SULFUROSO (SO2) (2008-2012):

Año	Emisión Anual Max de SO2 ton/año	Emisiones Mensual Máx de So2 Ton/mes
Desde 2008	150.000	12.000
Desde 2009	120.000	12.000
Desde 2010	120.000	12.000
Desde 2011	100.000	10.000
Desde 2012	80.000	10.000

La división Teniente deberá presentar una terna a los fiscalizadores, SAG y Salud, ambos de la Región De O'Higgins sobre que empresas pueden realizar medición de emisiones para sus principales chimeneas, entendiéndose estas como las que emiten la

En relación a las emisiones de material particulado y So2, éstas deben ser medidas por muestreos isocinéticos.

En términos de promedios anuales de emisiones de anhídrido sulfuroso se puede señalar que éstos han sido similares en los últimos tres años y que fluctúan en el rango de 115.000 y150.000 toneladas por año

Para PM10 deberá mantener sus emisiones según el promedio de los últimos tres a el congelamiento de las emisiones de todos los sectores responsables, lo que supone la compensación de toda nueva emisión

6. Fiscalización

Sobre la base de los antecedentes que constan y con el objeto de proteger la la población que vista esta zona, en especial la de las localidades de Sewell, y Coya Club de Campo, ante la superación de los niveles de concentración de anhídrido sulfuroso precedentemente indicados, que dan origen a la ocurrencia de episodios críticos, la División El Teniente de Codelco Chile deberá dar aviso a la población de tal situación y proponer una cartera de medidas a recomendar a la población. Dichas medidas

deberán ser presentadas a servicio de Salud, Servicio Agrícola y Ganadero y Comisión Nacional del Medio Ambiente antes de iniciar el Plan.

7. exigencias en área

De las restricciones a potenciales actividades contaminantes en la zona regulada por el Plan. La restricción para la instalación de nuevas fuentes contaminantes de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable en la zona saturada, puede llevar a mayores costos para cierto tipo de actividades que dependen de la localización dentro del área. El análisis de estas exigencias se debe realizar en el análisis económico y social del Plan.

8. Agies

Este documento es un anteproyecto de reformulación del Plan, sin embargo se deben desarrollar el estudio Análisis General del Impacto económico y Social de la Actualización del plan de descontaminación del Are circundante a la Fundición Caletones para definir las medidas a implementar.

7. OTRAS ACTIVIDADES

Las actividades desarrolladas en esta etapa dicen relación con otras tareas además de la administración de la Base Atmosférica Regional y la Reformulación del PDA de Caletones, que fueron solicitadas en la propuesta técnica de la presente consultoría, y que han sido detalladas respectivamente en los informes mensuales. En este informe final se presentan un resumen sucinto de las actividades realizadas en las principales temáticas:

- Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA) y Software Airviro
- Apoyo a Departamento Control de la Contaminación y apoyo en evaluación y seguimiento de proyectos con emisiones atmosféricas.
- Apoyo en Proyectos FNDR
- Otros

7.1. SINCA-AIRVIRO

El Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA) lanzó este año su nueva página y fue necesario actualizar la información de las estaciones monitoras de cada región. Esto además se duplica en el Software Airviro, herramienta utilizada por funcionarios de CONAMA, ministerio de Salud, Centros de estudio, Universidades y Empresas privadas.

Las actividades realizadas corresponden a la Administración de la información de Calidad del aire y meteorología, lo que contemplo efectuar reuniones y realizar las coordinaciones pertinentes para incorporar la información del ministerio de Salud (SIVICA) a la red de CONAMA, incorporar estaciones nuevas a la red regional y actualizar permanentemente la información.

Se generaron Fichas de las estaciones monitoras, incluyendo información de variables medidas, unidades, métodos y equipos de medición, coordenadas de localización de estaciones, datos de operador de la estación y del dueño. Generar estas fichas de información comprendió revisar auditorias a las estaciones, contactar a los operadores. En el Anexo se presentan las Fichas realizadas para todas las estaciones de la red regional.

Se revisó la información disponible mes a mes para todos los años con registro por variable y para cada una de las estaciones. Esta información fue entregada a la empresa a cargo de subir los datos a ambos portales. La información faltante fue solicitada a la empresa teniente y esta disponible en la base de datos de CONAMA, se adjunta CD con información de Respaldo.

La información de las nuevas estaciones, Rengo y San Fernando, fue cargada personalmente como parte de las actividades realizadas para así incluir de manera más rápida la información a Airviro. Además se incorporó esta información en la base de datos generada para Conama.

Se llevaron a cabo reuniones de coordinación con la empresa R9 y además se participó de un taller de capacitación para funcionarios de CONAMA y ministerio de Salud. Este Taller fue realizado por profesionales del SMHI.

7.2. APOYO DEPARTAMENTO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN Y APOYO EN EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.

Esta actividad dice relación con el apoyo permanente al Departamento de Control de la Contaminación para el desarrollo y gestión de proyectos en ejecución. Además de apoyar evaluaciones de proyectos con emisiones atmosféricas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Departamento Evaluación y Seguimiento Ambiental). Entre otras tareas, se analizó información, y se generaron observaciones según se solicitó.

- Revisión de Documentos, Apoyo en consultas del tema aire
- Recopilar antecedentes de Estaciones monitoras, para adjuntar en solicitud de Declaración de Zona Saturada por Pm10 y Latente por O3
- Enviar reportes de Concentraciones de PM10, 24 hrs., de Estaciones Rengo y San Fernando a Municipalidad de San Fernando y reportes internos en el departamento Control de la Contaminación.
- Instrucción respecto a Mantención-Operación estaciones de monitoreo.
- Visita a terreno Estaciones monitoras. Chequeo de parámetros con técnico de Ambiente y Tecnología. Cambio de filtro de Ozono en una ocasión.
- Participación en Informes revisados:
 - Auditoria Cenma Estaciones monitoras Rengo y San Fernando.
 - Informe Avance Diagnostico fuentes de emisiones responsables de material particulado respirable. Cenma
 - Informe Estimación del origen del material particulado en Coya, SGS, Codelco
- Apoyo en Actividades Difusión tema Calidad del Aire:
 - Actividad ACHS. Charla sobre la norma de artefactos a leña, Cinthia Arellano.
 - Apoyo en tema calidad Aire: María de los Ángeles Hanne.
 - Expone en Jornada de Coordinación Gestión Ambiental local, CONAMA Región de O'Higgins - Ilustre Municipalidad de Rancagua
 - Campaña " Aire Puro, puro Compromiso". Stand Mall de Rancagua.
 - Actividad Alumnos Escuela Crecer, Charla -video sobre Capa de ozono.
- Revisión documento "Antecedentes para el pronóstico y evaluación de impacto de las emisiones atmosféricas sobre la calidad del aire". Se hicieron observaciones según lo solicitado.
- Coordinaciones por tema estaciones de monitoreo. Considera coordinaciones telefónicas, verificación de funcionamiento de estaciones, apoyo en transición a operador Cenma, coordinaciones con personas de la empresa R9 para incorporar las estaciones Rengo y San Fernando.
- Responder Entrevista Caletones y medio Ambiente
- Responder Preguntas tema recurso atmosférico, revista Induambiente.
- Se revisó DIA "Proyecto de Planta de Cogeneración San Francisco de Mostazal" presentado por compañía Papelera del Pacífico S.A

7.3. APOYO FNDR

El año 2007 se estaban desarrollando los siguientes proyectos del tema Aire con fondos del Gobierno Regional:

- Diagnóstico Plan de Gestión de Calidad del Aire VI Región
- Proyecto Estaciones de Monitoreo (Rengo – San Fernando)
- Estudio Diagnóstico Fuentes de Emisión Responsables del Material Particulado Respirable, MP10 en Rancagua.

Las actividades llevadas a cabo son:

- Apoyar en la realización del inventario de emisiones. Visitas a terreno Fuentes Fijas VI región, en marco de la generación del inventario de emisiones regional, desarrollado por el Dictuc. Junio (Rancagua, Rengo, Santa Cruz, Fundación Caletones, Graneros, Mostazal)
- Coordinar y gestionar entrega de información de emisiones de los distintos organismos a la consultora Dictuc. Apoyo permanente durante la consultoría.
- Reunión con Consultores que se encuentran realizando proyectos asociados al tema Calidad Aire, por encargo de CONAMA. (Dictuc, Cenma, Ambiente y Tecnología, Asesorías en Ingeniería Ambiental Pedro Sanhueza E.I.R.L). En especial se realizaron reuniones periódicas por el estudio Plan de Gestión Calidad Aire.
- Revisión de Informes parciales y finales de los tres estudios realizados. Observaciones.

7.4. OTROS

Otras actividades en las que se participo durante el periodo de la consultoría, y que fueron detalladas en los informes mensuales son:

- Jornada de Coordinación Gestión Ambiental local, CONAMA Región de O'Higgins - Ilustre Municipalidad de Rancagua
- Taller de Residuos Peligrosos. Conama.
- Capacitación ISO 9000
- Participación de taller RETC, registro de emisiones y transferencia de Contaminantes
- Reunión CONAMA-Gobierno Regional. Revisar estado de proyectos realizados con FNDR.
- Reuniones internas Departamento Control de la Contaminación, CONAMA VI Región
- Reunión comité de Certificación de Escuelas Agrícolas
- Seminario Contaminación Acústica y Control de Ruido Ambiental CONAMA-SOCHA, Inacap.
- Reunión interna Consultoría.
- Inauguración tramo Sendero de Chile.
- Taller "Modelación de Ozono Troposférico".

8. Anexo:

8.1. ESTACIONES DE MONITOREO

FICHAS ESTACIONES DE MONITOREO CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA, REGIÓN DE O'HIGGINS.

RED:	COLBÚN
ESTACIONES:	Codegua, San Francisco de Mostazal, Casas de Peuco y Subestación Candelaria.

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA:

RUT:	
Nombre:	Colbún
Dirección:	Av. Apoquindo 4775, piso 11, Santiago-Chile
Ciudad:	Santiago
Provincia:	Santiago
Región:	Metropolitana
Teléfono:	(56-2) 460 40 00
Fax:	Fax:(56-2) 460 40 05
E-mail:	contacto@colbun.cl
URL:	http://www.colbun.cl/desarrollo_compania/proyectos_ejecucion.asp

IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR:

RUT:	96799790-0
Nombre:	Serpram
Dirección:	Calle Los Alerces 2742, Ñuñoa, Santiago -Chile
Ciudad:	Santiago
Provincia:	Santiago
Región:	Metropolitana
Teléfono:	(56-2) 2387513
Fax:	(56-2) 2387595
E-mail:	serpram@serpram.cl
URL:	

DATOS DE LA ESTACIÓN:

1.- Estación Codegua:

RUE:
 STN Airviro: 601
 Nombre: **Codegua**
 Dirección: Andes # 390, Comuna Codegua, Provincia Cachapoal, VI Región
 Comuna: Codegua
 Provincia: Cachapoal
 Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
 Red: Privada, Empresa Colbún S.A.

Coordenadas: 6232651 UTMN ,346523 UTME (WGS84,19)

Altitud: 550 msnm

Inicio de

Medición: 04-2001

Fin de Medición:

Respaldo Legal:

Link a Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/601>

Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana Rural
 Fuente de Emisión Receptor

(*Seleccione al menos una*)

EMRP si Fecha: Febrero 2005 para PM10 y SO2. Marzo 2005 para CO, NO2, O3

no

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
 Res. Calificación Ambiental

(*Seleccione uno*)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN:

PM10	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	diaria, registro cada tres días
Técnica	Gravimetría, muestreador de alto volumen.
Unidad de medida	ug/m ³
SO2	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Fluorescencia de pulso UV
Unidad de medida	ug/m3
CO	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Correlación de filtro de gas, metodo infrarrojo no dispersivo.
Unidad de medida	mg/m3
O3	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Espectofotometría UV
Unidad de medida	ug/m3
NO2	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminiscence, quimioluminiscencia en fase gaseosa

Unidad de medida	ug/m3
NO	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminiscencia
Unidad de medida	ug/m3
NOx	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminiscencia
Unidad de medida	ug/m3
HCT	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Detección fotométrica de llama
Unidad de medida	mg/m3
HC(no met)	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Detección fotométrica de llama
Unidad de medida	mg/m3
CH4	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	
Unidad de medida	mg/m3
Velocidad de viento	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Generación de pulso / Potenciómetro
Unidad de medida	m/s
Dirección de viento	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Generación de pulso / Potenciómetro
Unidad de medida	grados
Desviación estandar (sigma) (grados)	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Generación de pulso / Potenciómetro
Unidad de medida	grados
Temperatura	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Sensor polinomial
Unidad de medida	°C
Humedad relativa	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Sensor polinomial

Unidad de medida %

2.- Estación San Francisco de Mostazal:

RUE:
STN Airviro: 602
Nombre: San Francisco de Mostazal
Dirección: Santa Irene #148, Comuna Mostazal, Provincia Cachapoal, VI Región
Comuna: San Francisco de Mostazal
Provincia: Cachapoal
Región: Región del Libertador Bernardo O-Higgins Riquelme
Red:
Coordenadas: 6238274 UTMN, 342374 UTME (WGS84,19)
Altitud: 475 msnm
Inicio de Medición: 01-01-2004
Fin de Medición:
Respaldo Legal:
Link a Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/602>

Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana
 Rural Fuente de Emisión Receptor
(*Seleccione al menos una*)

EMRP sí Fecha: Febrero 2005 para PM10 y SO2. Marzo 2005 para CO, NO2, O3
 no

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
 Res. Calificación Ambiental
(*Seleccione uno*)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN:

PM10
Resolución diaria, registro cada tres días
Técnica Gravimetría, muestreador de alto volumen.
Unidad de medida ug/m³

SO2
Resolución horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica Fluorescencia de pulso UV
Unidad de medida ug/m³

CO
Resolución horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica Correlación de filtro de gas, metodo infrarrojo no dispersivo.
Unidad de medida mg/m³

O3	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Espectrofotometría UV
Unidad de medida	ug/m3
NO2	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminiscence, quimioluminiscencia en fase gaseosa
Unidad de medida	ug/m3
NO	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminiscence
Unidad de medida	ug/m3
NOx	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminiscence
Unidad de medida	ug/m3
HCT	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Detección fotométrica de llama
Unidad de medida	mg/m3
HC(no met)	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Detección fotométrica de llama
Unidad de medida	mg/m3
CH4	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	
Unidad de medida	mg/m3
Velocidad de viento	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Generación de pulso / Potenciómetro
Unidad de medida	m/s
Direccion de viento	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Generación de pulso / Potenciómetro
Unidad de medida	grados
Desviación estandar (sigma) (grados)	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Generación de pulso / Potenciómetro
Unidad de medida	grados

Temperatura
Resolución horaria
Técnica Sensor polinomial
Unidad de medida °C

Humedad relativa
Resolución horaria
Técnica Sensor polinomial
Unidad de medida %

3.- Estación Casas de Peuco:

RUE:

STN Airviro: 603
Nombre: Casas de Peuco
Dirección: Sitio 30 A, Comuna Mostazal, Provincia Cachapoal, VI Región
Comuna: San Francisco de Mostazal
Provincia: Cachapoal
Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme

Red:

Coordenadas: 6241302 UTMN, 348356 UTME (WGS84,19)

Altitud: 575 msnm

Inicio de
Medición: 01-01-2004

Fin de

Medición:

Respaldo

Legal:

Link a

Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/603>

Tipo de Urbana Industrial Suburbana Rural Fuente
Estación: de Emisión Receptor

(*Seleccione al menos una*)

EMRP sí no Fecha: Febrero 2005 para PM10 y SO2. Marzo 2005 para CO,
NO2, O3

Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
Origen: Res. Calificación Ambiental

(*Seleccione uno*)

Datos

Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN:

PM10
Resolución diaria, registro cada tres días

Técnica	Gravimetría, muestreador de alto volumen.
Unidad de medida	ug/m ³
SO2	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Fluorescencia de pulso UV
Unidad de medida	ug/m ³
CO	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Correlación de filtro de gas, metodo infrarrojo no dispersivo.
Unidad de medida	mg/m ³
O3	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Espectofotometría UV
Unidad de medida	ug/m ³
NO2	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminisence, quimioluminiscencia en fase gaseosa
Unidad de medida	ug/m ³
NO	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminisence
Unidad de medida	ug/m ³
NOx	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Reacción Quimioluminisence
Unidad de medida	ug/m ³
HCT	[_x_]
Resolución	horaria, registro continuo promedio de 1hr
Técnica	Detección fotométrica de llama
Unidad de medida	mg/m ³
HC(no met)	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Detección fotométrica de llama
Unidad de medida	mg/m ³
CH4	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	
Unidad de medida	mg/m ³
Velocidad de viento	[_x_]
Resolución	horaria

Técnica Generación de pulso / Potenciómetro
 Unidad de medida m/s

Dirección de viento [__]
 Resolución horaria
 Técnica Generación de pulso / Potenciómetro
 Unidad de medida grados

Desviación estandar (sigma) (grados) [__]
 Resolución horaria
 Técnica Generación de pulso / Potenciómetro
 Unidad de medida grados

Temperatura [__]
 Resolución horaria
 Técnica Sensor polinomial
 Unidad de medida °C

Humedad relativa [__]
 Resolución horaria
 Técnica Sensor polinomial
 Unidad de medida %

4.- Estación Subestación Candelaria:

RUE:
 STN Airviro: 601
 Nombre: **Subestación Candelaria**
 Dirección: Sub estación eléctrica Candelaria
 Comuna: Codegua
 Provincia: Cachapoal
 Región: Región del Libertador Bernardo O-Higgins Riquelme
 Red:
 Coordenadas: 6233158 UTMN ,351301 UTME (WGS84,19)
 Altitud: 650 msnm
 Inicio de Medición: 01-2004
 Fin de Medición:
 Respaldo Legal:
 Link a Estación: **<http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/601>**

Tipo de Estación: [] Urbana [] Industrial [] Suburbana
 [] Rural [] Fuente de Emisión [] Receptor
 (Selecione al menos una)

EMRP [] si [] no

Origen: [] Plan de Descontaminación [] Vigilancia
 [] Estudio de Impacto Ambiental [] Diagnóstico
 [] Res. Calificación Ambiental
 (Selecione uno)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN:

Velocidad de viento
 Resolución horaria
 Técnica Generación de pulso / Potenciómetro
 Unidad de medida m/s

Dirección de viento
 Resolución horaria
 Técnica Generación de pulso / Potenciómetro
 Unidad de medida grados

Desviación estandar (sigma) (grados)
 Resolución horaria
 Técnica Generación de pulso / Potenciómetro
 Unidad de medida grados

Temperatura
 Resolución horaria
 Técnica Sensor polinomial
 Unidad de medida °C

Humedad relativa
 Resolución horaria
 Técnica Sensor polinomial
 Unidad de medida %

Radiación Solar
 Resolución horaria
 Técnica Detector fotovoltaico
 Unidad de medida w/m²

Precipitación
 Resolución Horaria
 Técnica Tipping Bucket
 Unidad de medida mm

RED:	TENIENTE
-------------	----------

ESTACIONES:	Coya Club, Coya Población, Cipreses, Cauquenes y Sewell.
--------------------	--

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA:

RUT:	
Nombre:	codelco
Dirección:	Huérfanos 1270, Santiago Chile
Ciudad:	Santiago
Provincia:	Santiago
Región:	Metropolitana
Teléfono:	(56 -2) 6903000
Fax:	
E-mail:	contacto@codelco.com
URL:	http://www.codelco.com/la_corporacion/fr_divisiones.html

IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR:

RUT:	
Nombre:	SGS Chile Ltda.
Dirección:	Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín
Ciudad:	Santiago
Provincia:	Santiago
Región:	Metropolitana
Teléfono:	(56-2) 5558478
Fax:	(56-2) 5559884
E-mail:	contacto@cenma.cl
URL:	http://www.cl.sgs.com/es_cl/home_cl_v2.htm

DATOS DE LA ESTACIÓN:

1.- Estación Cauquenes

RUE:
 STN Airviro: 606
 Nombre: Cauquenes
 Dirección: Sin Dirección, Comuna Machali.
 Comuna: Machalí
 Provincia: Cachapoal
 Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
 Red:
 Coordenadas: 6209659 UTMN, 356819 UTME (WGS84,19)
 Altitud: 750 msnm
 Inicio de Medición: 01-01-2001
 Fin de Medición:
 Respaldo Legal:
 Link a Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/606>

Tipo de Urbana Industrial Suburbana
Estación: Rural Fuente de Emisión Receptor
(*Seleccione al menos una*)

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
 Res. Calificación Ambiental
(*Seleccione uno*)

Datos
Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN

SO2
Resolución Horaria. registro continuo, promedio cada una hora
Técnica Fluorescencia Ultravioleta
Unidad de medida ug/m3

Velocidad de viento
Resolución horaria
Técnica
Unidad de medida m/s

Dirección de viento
Resolución horaria
Técnica
Unidad de medida grados

2.- Estación Cipreses

RUE:
STN Airviro: 605
Nombre: Cipreses
Dirección: Sin Dirección, Comuna Machali, Provincia Cachapoal, VI Región
Comuna: Machalí
Provincia: Cachapoal
Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
Red:
Coordenadas: 6207486 UTMN, 365006 UTME (WGS84,19)
Altitud: 900 msnm
Inicio de Medición: 01-02-2001
Fin de Medición:
Respaldo Legal:
Link a Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/605>
Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana Rural
 Fuente de Emisión Receptor
(*Seleccione al menos una*)

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
 Res. Calificación Ambiental
(*Seleccione uno*)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN

SO2
Resolución Horaria. registro continuo, promedio cada una hora
Técnica Fluorescencia Ultravioleta
Unidad de medida ug/m3

Velocidad de viento
Resolución horaria
Técnica
Unidad de medida m/s

Dirección de viento
Resolución horaria
Técnica
Unidad de medida grados

3.- Estación Coya Club

RUE:
STN Airviro: 607
Nombre: Coya Club
Dirección: Sin Dirección, Comuna Machali, Provincia Cachapoal, VI Región
Comuna: Machalí
Provincia: Cachapoal
Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
Red:
Coordenadas: 6214004 UTMN, 357736 UTME (WGS84,19)
Altitud: 1000 msnm
Inicio de Medición: 01-01-2000
Fin de Medición:
Respaldo Legal:
Link a Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/607>

Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana
 Rural Fuente de Emisión Receptor
(*Seleccione al menos una*)

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
 Res. Calificación Ambiental
(*Seleccione uno*)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN:

PM10
Resolución continuo durante 24 hrs, registro cada tres días
Técnica Gravimetrico de alto volumen
Unidad de medida ug/m3

SO2
Resolución Horaria. registro continuo, promedio cada una hora
Técnica Fluorescencia Ultravioleta
Unidad de medida ug/m3

As
Resolución
Técnica
Unidad de medida

Pb
Resolución
Técnica
Unidad de medida

Velocidad de viento
Resolución horaria
Técnica
Unidad de medida m/s

Direccion de viento
Resolución horaria
Técnica
Unidad de medida grados

4.- Coya Población

RUE:
STN Airviro: 604
Nombre: Coya Pablacion
Dirección: Benjamín Errazuriz, Comuna Machali
Comuna: Machalí
Provincia: Cachapoal
Región: Región del Libertador Bernardo O-Higgins Riquelme
Red:
Coordenadas: 6213859 UTMN, 358774 UTME (WGS84,19)
Altitud: 800 msnm
Inicio de Medición: 01-01-2000
Fin de Medición:

Respaldo Legal:

Link a Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/604>

Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana
 Rural Fuente de Emisión Receptor
(*Seleccione al menos una*)

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
 Res. Calificación Ambiental
(*Seleccione uno*)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN

PM10
Resolución continuo durante 24 hrs, registro cada tres días
Técnica Gravimetrico de alto volumen
Unidad de medida ug/m3

SO2
Resolución Horaria. registro continuo, promedio cada una hora
Técnica Fluorescencia Ultravioleta
Unidad de medida ug/m3

Velocidad de viento
Resolución horaria
Técnica
Unidad de medida m/s

Direccion de viento
Resolución horaria
Técnica
Unidad de medida grados

5.- Estación Sewell

RUE:

STN Airviro: 608

Nombre: Sewell

Consultoría "Administración Base Atmosférica Regional y Reformulación del Plan Caletones VI Región del Libertador Don Bernardo O'Higgins"

Dirección: Edificio 501, Comuna Machali, Provincia Cachapoal, VI Región
 Comuna: Machalí
 Provincia: Cachapoal
 Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
 Red:
 Coordenadas: 6227597 UTMN, 372412 UTME (WGS84,19)
 Altitud: 2200 msnm
 Inicio de Medición: 05-09-2007
 Fin de Medición:
 Respaldo Legal:
 Link a Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/608>

Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana
 Rural Fuente de Emisión Receptor
 Zona Maximo Impacto
(Seleccione al menos una)

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
 Res. Calificación Ambiental
(Seleccione uno)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN:

PM10
 Resolución continuo durante 24 hrs, registro cada tres días
 Técnica Gravimetrico de alto volumen
 Unidad de medida ug/m3

SO2
 Resolución Horaria. registro continuo, promedio cada una hora
 Técnica Fluorescencia Ultravioleta
 Unidad de medida ug/m3

Direccion de viento
 Resolución
 Técnica
 Unidad de medida

ESTACIONES PÚBLICAS.

RED:	Estaciones Públicas
ESTACIONES:	Rancagua, San Fernando, Rengo.

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA:

RUT:	
Nombre:	Ministerio de salud de chile
Dirección:	Mac-Iver 541, Santiago de chile
Ciudad:	Santiago
Provincia:	Santiago
Región:	Metropolitana
Teléfono:	(56-2) 5740100
Fax:	5740198
E-mail:	contacto@minsal.cl
URL:	http://www.minsal.cl/

IDENTIFICACIÓN DEL OPERADOR:

RUT:	
Nombre:	cenma
Dirección:	Avenida Larraín 9975, La Reina, Santiago-Chile
Ciudad:	Santiago
Provincia:	Santiago
Región:	Metropolitana
Teléfono:	(56-2) 299 41 00
Fax:	(56-2) 275 16 88
E-mail:	contacto@cenma.cl
URL:	http://www.cenma.cl/

1.- Estación Rancagua

RUE:
 STN Airviro: 609
 Nombre: Rancagua
 Dirección: Los Talaveras s/N, Comuna Rancagua, Provincia Cachapoal, VI Región
 Comuna: Rancagua
 Provincia: Cachapoal
 Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
 Red:
 Coordenadas: 6219394 UTMN, 339385 UTME (WGS84,19)
 Altitud: 480 msnm
 Inicio de Medición: 01-05-2004
 Fin de Medición:
 Respaldo Legal:
 Link a Estación: <http://sinca.conama.cl/popup.php/index/index/stn/609>

Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana
 Rural Fuente de Emisión Receptor
(Seleccione al menos una)

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico

Res. Calificación Ambiental

(Seleccione uno)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN

PM10	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	minuto
Técnica	Atenuación de rayos Beta
Unidad de medida	□g/m3
SO2	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	minuto
Técnica	Fluorescencia Ultravioleta
Unidad de medida	ppb
CO	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	minuto
Técnica	Fotometría infrarroja no dispersiva
Unidad de medida	ppm
O3	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	minuto
Técnica	Fotometría de absorción ultravioleta
Unidad de medida	ppb
NO2	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	minuto
Técnica	Quioluminiscencia en fase gaseosa
Unidad de medida	ppb
NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	minuto
Técnica	Quioluminiscencia en fase gaseosa
Unidad de medida	ppb
NOx	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	minuto
Técnica	Quioluminiscencia en fase gaseosa
Unidad de medida	ppb
Velocidad de viento	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	minuto
Técnica	generacion de pulsos de frecuencia proporcionales a la velocidad del viento
Unidad de medida	m/s
Direccion de viento	<input checked="" type="checkbox"/>

Resolución	minuto
Técnica	variación del voltaje en función de la posición del eje potenciométrico
Unidad de medida	grados
Temperatura	
Resolución	<input type="checkbox"/>
Técnica	tipo de sensor PT1000, resistivo. variación de la resistencia eléctrica en función de la temperatura
Unidad de medida	°C
Humedad relativa	
Resolución	<input type="checkbox"/>
Técnica	capacitancia variable en función de la conductancia del aire húmedo
Unidad de medida	%
Radiación Solar	
Resolución	<input type="checkbox"/>
Técnica	variación del voltaje en el sensor en función del espectro electromagnético
Unidad de medida	w/m ²
Presión atmosférica	
Resolución	<input type="checkbox"/>
Técnica	variación de la distancia dieléctrica de las placas
Unidad de medida	mBar
Precipitación	
Resolución	<input type="checkbox"/>
Técnica	
Unidad de medida	mm

2.- Estación Rengo

RUE:

STN Airviro:

Nombre: San Fernando
 Dirección: Olegario Lazo esq El Roble
 Comuna: San Fernando
 Provincia: Cachapoal
 Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
 Red:
 Coordenadas: 6171751 UTMN, 317508 UTME, WGS84, Huso 19
 Altitud: 350 msnm
 Inicio de Medición: 14-03-2007
 Fin de Medición:
 Respaldo Legal:
 Link a Estación:

Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana
 Rural Fuente de Emisión Receptor
 (Seleccione al menos una)

Origen: (<i>Seleccione uno</i>)	<input type="checkbox"/> Plan de Descontaminación <input checked="" type="checkbox"/> Vigilancia <input type="checkbox"/> Estudio de Impacto Ambiental <input type="checkbox"/> Diagnóstico <input type="checkbox"/> Res. Calificación Ambiental
Datos Históricos:	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Fotografía:	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
PM10	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria
Técnica	Atenuación Beta
Unidad de medida	ug/m3
O3	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria
Técnica	Fotometría de Absorción Ultravioleta
Unidad de medida	ppb
Velocidad de viento	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria
Técnica	Rotación magnética de propela
Unidad de medida	m/s
Direccion de viento	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria
Técnica	Potenciómetro
Unidad de medida	grados
Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria
Técnica	Termistor y capacitador
Unidad de medida	°C
Humedad relativa	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria
Técnica	Termistor y capacitador
Unidad de medida	%
Radiacion Solar	<input type="checkbox"/>
Resolución	promedio 1 hora
Técnica	Fotocelda(Detector Fotovaltico)
Unidad de medida	w/m2
Presion atmosferica	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución	horaria
Técnica	Membrana Capacitiva
Unidad de medida	Mbar

3.- Estación San Fernando

RUE:
STN Airviro:
Nombre: Rengo
Dirección: Arturo Prat esq. Avenida a Piscina
Comuna: Rengo
Provincia: Cachapoal
Región: Región del Libertador Bernardo O'Higgins Riquelme
Red:
Coordenadas: 6192545 UTMN, 329675 UTME, WGS84, Huso 19
Altitud: 325 msnm
Inicio de Medición: 29-03-2007
Fin de Medición:
Respaldo Legal:
Link a Estación:

Tipo de Estación: Urbana Industrial Suburbana
 Rural Fuente de Emisión Receptor
(*Seleccione al menos una*)

Origen: Plan de Descontaminación Vigilancia
 Estudio de Impacto Ambiental Diagnóstico
 Res. Calificación Ambiental
(*Seleccione uno*)

Datos Históricos: Sí No

Fotografía: Sí No

PARÁMETROS DE MEDICIÓN:

PM10
Resolución horaria
Técnica Atenuación Beta
Unidad de medida ug/m3

O3
Resolución horaria
Técnica Fotometría de Absorción Ultravioleta
Unidad de medida ppb

Velocidad de viento
Resolución horaria
Técnica Rotación magnética de propela
Unidad de medida m/s

Dirección de viento
Resolución horaria
Técnica Potenciómetro

Unidad de medida	grados
Temperatura	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Termistor y capacitador
Unidad de medida	°C
Humedad relativa	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Termistor y capacitador
Unidad de medida	%
Radiación Solar	[_]
Resolución	promedio 1 hora
Técnica	Fotocelda(Detector Fotovaltico)
Unidad de medida	w/m2
Presion atmosferica	[_x_]
Resolución	horaria
Técnica	Membrana Capacitiva
Unidad de medida	Mbar