



0780

**Informe que fundamenta y entrega
antecedentes para la elaboración del
Anteproyecto Reformulación de Plan
de Descontaminación Ventanas
“Plan de Prevención y de
Descontaminación Quintero-
Puchuncaví”**

Región de Valparaíso

Noviembre 2013

**Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
“Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví”**

GLOSARIO GENERAL Y DEFINICIONES:

Planes de Prevención o Descontaminación: Instrumento adicional a una norma, utilizado para el control de la contaminación. Sus objetivos son la prevención de la contaminación o de sus efectos. En un Plan se busca reestablecer los niveles de calidad del aire.

Plan de Prevención de la Contaminación Atmosférica Quintero-Puchuncaví (PPQP): Instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad reducir las emisiones de las principales fuentes de contaminación, o prevenir futuras contingencias que provoquen cualquier deterioro ambiental y de salud a la población que habita la zona que se encuentra bajo condición de latencia.

Emisión: Es la descarga directa o indirecta a la atmósfera de gases y/o partículas por una chimenea, ducto o punto de descarga.

Año Base: Año que se utiliza para establecer las emisiones atmosféricas globales o netas en la zona bajo estudio del contaminante a regular, para la elaboración de un inventario de emisiones.

Inventario de Emisiones: Estimación de las emisiones generadas por distintas fuentes o actividades emisoras localizadas en la zona comprendida en el PPQP.

Zona geográfica del Plan (PPQP): zona que los límites geográficos establecidos en el D.S N° 252/1992.

Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones: Los sistemas de monitoreo continuo de emisiones son conjuntos integrados de equipos que permiten medir uno o varios contaminantes en la chimenea en forma continua.

Norma de Emisión: Es la concentración máxima permitida para un determinado contaminante, medida en el efluente de las fuentes de contaminación, según los procedimientos estandarizados que se definirán en cada caso.

Material particulado respirable, MP10: La Organización Mundial de Salud (OMS) define el MP₁₀ como la masa de partículas que entran al sistema respiratorio, incluye tanto las partículas gruesas (de un tamaño comprendido entre 2,5 y 10 µm) como a las partículas finas (de menos de 2,5 µm, MP_{2,5}), que se consideran contribuyen a los efectos en la salud observados en los entornos urbanos.

Dióxido de Azufre SO₂: La Organización Mundial de Salud (OMS) define el SO₂ como un gas incoloro que se genera con la combustión de combustibles fósiles (carbón y petróleo) y de menas que contienen azufre y que se le atribuyen efectos nocivos para la salud para exposiciones de tan solo 10 minutos.

Sólidos dispersables: Material susceptible a dispersarse con la posibilidad de tratarse o controlarse mediante humectación bajo condiciones meteorológicas que lo permitan.

Combustible Limpio: Se considerará como combustible limpio a aquel combustible disponible que posee un bajo contenido de azufre y un bajo contenido de cenizas, comparando tales contenidos con combustibles del mismo o de otro tipo.

Complejo Industrial: Conjunto de plantas industriales que cuentan con un nivel administrativo integrado, bajo una infraestructura común.

Eficiencia de equipos o de sistemas de control de emisiones: Corresponde a un indicador cuantificable y medible a través de sistemas reconocidos y certificados y que permite establecer la

capacidad de remoción o de minimización de un contaminante luego de su implementación en el sistema o equipo a controlar.

Fuente Estacionaria Puntual: Es toda fuente estacionaria cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es superior o igual a mil metros cúbicos por hora (1.000 m³/h) normalizados, medido a plena carga.

Fuente Estacionaria Grupal: Es toda fuente estacionaria cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es inferior a mil metros cúbicos por hora (1.000 m³/h) normalizados, medido a plena carga.

Fuente Existente: Es aquella fuente emisora que se encuentra operando o puesta en servicio o con Resolución de Calificación Ambiental aprobada, anterior a la fecha de publicación del presente decreto supremo.

Fuente Nueva: Es aquella fuente emisora que entrará en servicio o en operación o con Resolución de Calificación Ambiental con posterioridad a la fecha de publicación del presente decreto supremo, ya sea que ésta corresponda a una nueva instalación o a la ampliación de una fuente existente.

Compensación de Emisiones de un contaminante: Es un acuerdo entre titulares de fuentes emisoras, aprobado por la autoridad, en que el titular de una fuente se compromete a compensar el aumento de emisiones que tendrá su proyecto realizando las gestiones necesarias para disminuir igual cantidad de emisiones del mismo contaminante y de similares características en otra fuente existente.

Norma de emisión: Instrumento costo efectivo utilizado para el control de la contaminación con estándares ambientales similares a los países miembros de la OCDE. Sus objetivos son la prevención de la contaminación o de sus efectos.

Índice

Glosario General y Definiciones:	2
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. ASPECTOS CRÍTICOS.....	12
1.1.1. Emisiones.....	13
1.1.2. Calidad del Aire.....	14
2. METODOLOGÍA	15
3. OBJETIVO Y APLICACIÓN TERRITORIAL DEL PPQP	16
4. ANTECEDENTES GENERALES: ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DEL PLAN DESCONTAMINACIÓN VENTANAS VIGENTE (PERIODO 1992-2012)	17
4.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PLAN D.S N° 252	17
4.2. PLAN OPERACIONAL DE EPISODIOS CRÍTICOS.....	19
4.3. HITOS RELEVANTES ASOCIADOS AL PLAN	21
4.4. CRONOGRAMA DE REDUCCIÓN y meta DE EMISIONES ESTABLECIDOS EN EL d.s N° 252/1992.....	23
4.5. EXIGENCIAS EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	24
4.6. EVOLUCIÓN SEGÚN LAS METAS DE EMISIÓN ESTABLECIDAS EN EL PLAN PARA LA FUNDICIÓN CODELCO Y CENTRAL TÉRMICA AES GENER: ANÁLISIS GENERAL.....	26
4.6.1. Análisis de Emisión de SO ₂ v/s Capacidad de Producción y/o Generación	28
4.6.2. EVOLUCIÓN Y ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE 1992-2013.....	32
4.6.3. Estaciones de Monitoreo Existentes en la Zona.....	32
4.6.4. Evaluación de la Evolución de la Calidad del Aire Según Normas Primarias, Desde la Implementación del Plan	35
4.6.5. Evolución y Estado de la Calidad del Aire para Material Particulado MP10:	35
4.6.6. Evolución de la Calidad del Aire para SO ₂	37
4.6.7. Conclusiones Preliminares.....	40
5. ANTECEDENTES NORMATIVOS	40
5.1. LEY 19.300 O LEY DE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE.....	40
5.1.1. Principios Generales de la Ley 19.300	40
5.1.2. Principios de la política ambiental Instrumentos de la política ambiental	41
5.1.3. Instrumentos de Gestión Ambiental	41
5.2. NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DEL AIRE APLICABLES, VIGENTES AL 2013	42
5.2.1. Normativa Primaria de Dióxido de Azufre SO ₂ D.S 113/2002	42
5.2.2. Norma Secundaria de calidad del aire para SO ₂ D.S 22/2010	43
5.2.3. Normativa Aplicable Material Particulado MP ₁₀ D.S N° 59/1988.....	44
5.2.4. Normativa de MP _{2,5}	45

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

5.3.	NORMAS DE EMISIÓN	45
5.3.1.	Norma de Emisión para Termoeléctricas	45
5.3.2.	Norma de Emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico	46
5.4.	D.S N° 39/2012, REGLAMENTO PARA LA DICTACIÓN DE PLANES DE PREVENCIÓN Y DE DESCONTAMINACIÓN:	47
5.5.	RESOLUCIONES DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL QUE DEBEN SER CONSIDERADAS	49
5.5.1.	RCA N° 267/2009 Califica Ambientalmente Favorable al Proyecto “Central Térmica Energía Minera”	49
5.5.2.	RCA N° 275/2010 Califica Ambientalmente Favorable al Proyecto “Central Termoeléctrica Campiche”	50
5.6.	DE LOS PLANES DE PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN.....	50
5.6.1.	Análisis De Los Mecanismos De Compensación Y De Mitigación Utilizados.....	50
5.6.2.	Marco Jurídico Vigente.....	50
6.	ESTUDIOS Y ANTECEDENTES QUE SIRVEN DE FUNDAMENTO AL PLAN	53
6.1.	SECTOR PÚBLICO INVERSIÓN APROXIMADA \$ 937 MILLONES	53
6.1.1.	“Propuesta y Análisis de Medidas de Reducción de Emisiones en la Zona Industrial de Ventanas”	53
6.1.2.	“Análisis General y Propuesta de Medidas de Actualización del Plan de Descontaminación Ventanas”.....	54
6.1.3.	“Plan de Gestión Atmosférico Región de Valparaíso”	54
6.1.4.	“Evaluación de Exposición Ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví”	54
6.1.5.	“Análisis de riesgo ecológico por sustancias potencialmente contaminantes en el aire, suelo y agua, en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví.septiembre, 2013” ...	55
6.2.	SECTOR PRIVADO.....	56
6.2.1.	2008, DICTUC “Inventario de emisiones de la zona de Ventanas y estimación de su impacto en la calidad del aire.”	56
7.	Acuerdo de producción limpia	57
7.1.	Antecedentes y fundamentos	57
7.2.	OBJETIVOS	58
7.2.1.	Objetivo General.....	58
7.2.2.	Objetivos Específicos	58
7.3.	METAS, ACCIONES Y PLAZOS DE CUMPLIMIENTO	59
7.3.1.	Meta 1: Mejorar la gestión ambiental e incorporar mejores técnicas disponibles (MTD) a sus procesos.....	59
7.3.2.	Meta 4: Mejorar la información para el control de las emisiones Atmosféricas	

7.4.	Evaluación de Impactos del APL	63
8.	ASPECTOS FÍSICOS, DEMOGRÁFICOS Y SOCIOECONÓMICOS DE LA QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ	64
8.1.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	64
8.2.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIAL	65
8.2.1.	Caracterización Demográfica.....	65
8.2.2.	Caracterización Socioeconómica.....	68
8.3.	USOS DE SUELO	70
8.4.	CLIMA, METEOROLOGÍA Y CALIDAD DEL AIRE	71
8.4.1.	Clima.....	71
8.4.2.	Vientos: Análisis De Ciclos Diarios Y Estacionales	72
8.4.3.	Condiciones meteorológicas que activan los Planes operacionales de Episodios Críticos	91
8.5.	CALIDAD DEL AIRE	98
8.5.1.	Análisis del SO ₂	99
8.5.2.	Análisis del Material Particulado	103
8.5.3.	Niveles de Metales Pesados en Filtros de MP ₁₀	109
8.5.4.	Análisis de Material Particulado Sedimentable.....	112
9.	EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA SALUD, EXPOSICIÓN.	119
9.1.	ANÁLISIS DE CASOS	119
9.1.1.	Caso Escuela La Greda y su posterior traslado.....	119
9.1.2.	Caso Escuela La Greda Intoxicación.....	119
9.2.	Antecedentes de emisiones y exposición.....	119
9.3.	PERFILES DE TOXICIDAD DE SUSTANCIAS PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	122
9.3.1.	Perfil de Toxicidad para Dióxido de Azufre	123
9.3.2.	<i>Criterio Sanitarios para el SO₂</i>	124
9.3.3.	Perfil de Toxicidad para Material Particulado	128
9.3.4.	Perfil de Toxicidad para Arsénico	130
9.3.5.	Perfil de Toxicidad para Dióxido del Cadmio.....	131
9.3.6.	Perfil de Toxicidad para Plomo.....	132
9.3.7.	Perfil de Toxicidad para Cobre	134
10.	ANTECEDENTES DEL POLO INDUSTRIAL EN EL MARCO DE LA REFORMULACIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN VENTANAS.....	136
10.1.	ANTECEDENTES GENERALES.....	136
10.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL	136
10.3.	MECANISMOS DE COMPENSACIÓN UTILIZADOS POR LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR...148	
10.4.	EMISIONES ACTUALES EN LA ZONA DE QUINTERO PUCHUNCAVÍ.....	154

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

10.4.1. Consideraciones.....	154
10.4.2. Inventario de Emisiones Fuentes Fijas, Escenario 2008.....	154
10.5. EMISIONES DECLARADAS Y COMPROMETIDAS POR LAS FUENTES EMISORAS DEL ÁREA INDUSTRIAL DE QUINTERO PUECHUNCAVÍ SEGÚN LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN APLICABLES.	
157	
10.5.1. Antecedentes previos.....	157
10.5.2. Resumen de emisiones declaradas y/o comprometidas:.....	159
10.6. CÁLCULO DE EMISIONES SEGÚN DATOS OPERACIONALES: ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	161
10.6.1. Metodología y Fuentes de Información	161
10.6.2. Cálculo de Emisiones para las Centrales Térmicas a Carbón de Acuerdo a Datos Operacionales Reportados.	162
10.6.3. Cálculo de Emisiones para la Fundición y Refinería Ventanas de Acuerdo a Datos Balances Másicos.....	170
11. ESCENARIO Y APLICABILIDAD DE NORMAS DE EMISIÓN PARA TERMOELÉCTRICAS Y NORMA DE FUNDICIÓN.....	180
11.1. NORMA DE EMISIÓN PARA TERMOELÉCTRICAS	180
11.1.1. Cálculo De emisiones de Material Particulado y Dióxido de Azufre Aplicando Límites de Emisión para Fuentes Existentes y Fuentes Nuevas.....	181
11.2. NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES	185
11.2.1. Comparación Norma de Fundición con situación Actual de la Fundición y Refinería Ventanas187	
11.2.2. Conclusiones preliminares.....	188
11.3. EMISIONES NETAS DE LAS FUENTES A REGULAR	188
12. CRITERIOS GENERALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA REGULACIÓN PARA EL SECTOR INDUSTRIAL.....	190
12.1. CONTAMINANTES PRIORITARIOS DEL PPQP	191
12.2. META DE REDUCCIÓN DE EMISIONES	192
12.2.1. Propuesta de Metas de Reducción de Emisiones.....	192
12.2.2. Estimación Meta de Reducción de Emisiones – Método Roll-Back	193
12.2.3. Selección de la Concentración Meta para Material Particulado y Dióxido de Azufre (Cp) 194	
12.2.4. Estimación del nivel de concentración base para Material Particulado y Dióxido de Azufre (Cb)	199
12.2.5. Estimación del Nivel de Back Ground (Bg)	201
12.2.6. Meta Global de Reducción de Emisiones	203
12.3. REDUCCIÓN EN FORMA PROPORCIONAL E IGUALITARIA	204

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas “Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví”

12.3.1.	Aspecto legal	204
12.3.2.	Proporcionalidad en la Reducción de Emisiones para Material Particulado.....	205
12.3.3.	Proporcionalidad en la Reducción de Emisiones para Dióxido de Azufre.....	209
12.4.	Conclusiones respecto de las metas de emisión:.....	213
13.	ANÁLISIS DE LAS POTENCIALES FUENTES DE REDUCCIÓN DE EMISIONES:.....	215
13.1.	GESTIONES REALIZADAS EN EL MARCO DE LA REFORMULACIÓN DEL PLAN	215
13.1.1.	Plan de Inversiones de Reducción de Emisiones Fundición CODELCO Ventanas.....	215
13.2.	MEDIDAS IMPLEMENTADAS PARA LA MITIGACIÓN DE EMISIONES GRUPO GENER.....	221
14.	MECANISMOS DE COMPENSACIÓN PROPUESTAS PARA EL PPQP	222
15.	MEDIDAS COMPLEMENTARIAS: CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS PROVENIENTES DE LA MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE SUSTANCIAS SÓLIDAS.....	226
15.1.	OBJETIVOS	226
15.2.	AMBITO DE APLICACIÓN.....	226
15.3.	ANTECEDENTES Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	226
15.4.	CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y CLASIFICACIÓN DE SEGÚN LA CAPACIDAD DISPERSIÓN O PULVURULENCIA.	227
15.4.1.	Alcance: Actividades Susceptibles de Provocar Emisiones	228
15.4.2.	Definición de las actividades	229
15.4.3.	Enfoque de Medidas y Técnicas para la Reducción de Emisiones	230
15.4.4.	Medidas Específicos según la operación (MCE)	232
15.4.5.	Evaluación de las MCE para el almacenamiento de Sólidos.....	237
15.4.6.	Operaciones Compatibles con las Condiciones Meteorológicas.....	239
15.4.7.	Instalaciones de Almacenamiento, Manipulación, Transporte de Sólidos Dispersables: Medidas Implementadas.....	240
15.4.8.	Medidas Implementadas en el Área Industrial de Puchuncaví	240
16.	PROGRAMA DE VIGILANCIA, SEGUIMIENTO DE CALIDAD DEL AIRE	247
16.1.	OBJETIVOS	248
16.2.	ACCIONES	250
17.	FISCALIZACIÓN, SEGUIMIENTO Y METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN Y MONITOREO	250
18.	CONCLUSIONES.....	251

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, ha estado vigente en Plan de Descontaminación Ventanas aprobado por D.S. N° 252/92 (Minería). Lo anterior, como consecuencia que el 9 de Diciembre de 1993, y en virtud del artículo 9º del Decreto Supremo N°185 de 1991, del Ministerio de Minería, Salud, Agricultura y Economía, Fomento y Reconstrucción, se decretó a la zona circundante al Complejo Industrial Ventanas, en las áreas jurisdiccionales de las comunas de Puchuncaví y Quintero, como zona saturada para anhídrido sulfuroso y material particulado respirable. En esta resolución estaba implícito el reconocimiento por parte de las empresas existentes (ENAMI y CHILGENER), de la situación medioambiental de estas comunas.

Anterior a esto, el artículo 4º transitorio del D.S. N° 185/91(Minería) obligó a la Empresa Nacional de Minería, en conjunto con Chilgener S.A., (hoy GENER) a instalar una red de monitoreo permanente de calidad del aire en la zona circundante al Complejo Industrial Ventanas y presentar un Plan de Descontaminación antes del 31 de julio de 1992.

El Decreto Supremo N°252/92 estableció la exigencia de reducción de azufre como elemento formador de SO₂, a partir del 01 de marzo de 1993. Es así como a ENAMI Ventanas le fue exigido un cronograma de reducción de emisiones mientras que a CHILGENER se le demandó una norma de emisión en función de la energía generada. La verificación del cumplimiento de las emisiones de SO es realizada por ENAMI a través de balance de masa, mientras que AES GENER (Ex CHILGENER) las estima a partir de la información capturada por un monitor continuo.

Para dar cumplimiento al cronograma de reducción, ambas empresas ha debido realizar esfuerzos e inversiones para mejorar la calidad del aire en la ciudad. Dichos esfuerzos, se centraron en medidas concretas implementadas por parte de ENAMI, las cuales significaron una reducción total de las emisiones de azufre de aproximadamente 43.551 Ton/año, representando una reducción de un 74% de las emisiones correspondientes al año 1996. La reducción aproximada de material particulado fue de aproximadamente 3.203 Ton/año, representando una reducción de un 96% de las emisiones correspondientes al año 1996. Por otra parte, la reducción de emisiones de partículas obtenida con las medidas aplicadas por CHILGENER, fue de aproximadamente 22.200 toneladas representando una reducción aproximada de un 95% con respecto a las emisiones del año 1994. La empresa empezó a cumplir con las emisiones establecidas en el cronograma del D.S. N°252/92 a partir del año 1996.

Si bien dichos esfuerzos se han materializado en logros tales como la recuperación de la calidad del aire para dióxido de azufre y material particulado respecto a los existentes en las décadas de los 90, se perciben en la atmósfera, la ruptura en la tendencia de disminución en las emisiones para SO₂ y MP. Veinte años después, se conocen y reconocen composición química de ese particulado en cuanto a trazas de sustancias tóxicas como As, Hg, Pb, Cu, Se y Ni con distintos niveles de impacto en la salud de la población y el medio ambiente.

En el mismo contexto y en lo que respecta al dióxido de azufre, se prevé un aumento significativo en los últimos años dado el emplazamiento de nuevos proyectos, esto, a pesar de las medidas comprometidas en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, que aseguran compensaciones con otras fuentes, sobre el 110%. Esto último, lleva a cuestionar la efectividad actual del Plan y otros decretos parcialmente vigentes como es el caso del D.S 185/91, en cuanto a los mecanismos de compensación, los cuales a falta de información sobre datos de emisiones en cantidad y calidad disponible, resultan mecanismos o medidas con resultados poco claros, medibles, cuantificables con eficiencias que pueden ser relativas.

**Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"**

En otros términos, si comparamos las emisiones de SO₂ y MP emitidas al 2012 solo por las fuentes originalmente consideradas en el Plan de Descontaminación (Centrales Térmicas Ventanas V1 y Ventanas 2 y la Fundición y Refinería de Cobre CODELCO Ventanas), considerando todas las mejoras tecnológicas incorporadas a la fecha para el abatimiento de dichas emisiones, con las emisiones proyectadas considerando todas las fuentes emisoras existentes en el actual cordón industrial, es posible verificar un aumento de las emisiones para ambos contaminantes.

Tabla 1.1
Emisiones base, considerando todas las fuentes emisoras existentes al año 2012

Año	Emisiones SO ₂ V1 + V2 + Codelco	Emisiones MP V1 + V2 + Codelco	Capacidad eléctrica instalada MWh	Capacidad Fusión de Concentrado ton/año
2000	38.449	1.366	338	406.332
2012	16.060	813	858 (V1+V2+CNV+CC)	385.055
Emisiones base 2012 (V1+V2+CNV+CC + CTEM)	27.080	1.652	1.908	420.000

Emisiones base, considerando todas las fuentes emisoras existentes al año 2012, incluida la Central Térmica Energía Minera y la compensación con CODELCO Ventanas.

En otras palabras, el estado de vulnerabilidad en que se encuentra el sistema atmosférico y ambiental de la zona, se debe a que el Plan de Descontaminación Ventanas, ha operado durante años como un fin en sí mismo, lo que no permite operar de manera eficiente con los instrumentos de gestión hoy existentes y definidos en la actual legislación ambiental, de una manera coherente, eficaz ni eficiente ni menos aún, con miras a una recuperación de la zona ni a la prevención en el avance del deterioro de la zona.

Es por ello, que la nueva institucionalidad ambiental, enfrenta importantes desafíos en su futuro cercano, dada las expectativas de crecimiento económico (con el consecuente incremento en la demanda de energía y en el consumo de combustibles fósiles) que ha tenido el parque industrial Quintero Puchuncaví.

Para hacer frente a dichos desafíos, el Ministerio del Medio Ambiente ha focalizado las gestiones para solucionar aquellos problemas detectados, como la contaminación generada por la combustión de leña, por la intensa actividad industrial y el sector transporte. En este contexto, ha impulsado procesos regulatorios para el control de emisiones de la industria, dirigida a las fuentes con mayor relevancia en el nivel de emisiones como termoeléctricas¹ y en fundiciones de cobre.²

En este contexto, tanto la Autoridad Ambiental como los Servicios con competencia en la materia, han hecho grandes esfuerzos en el control de la contaminación atmosférica a través de sus programas fiscalización de emisiones de fuentes fijas y el monitoreo de la Calidad del Aire en el área que contempla la zona saturada del complejo industrial Las Ventanas.

Estudios e investigaciones llevadas a cabo en la zona y que se caracterizan por contar con información técnica netamente local y la integración de todos los proyectos realizados ya sea por el sector público como privado, constituyen una base sólida para la construcción del Plan de Prevención y Descontaminación Quintero Puchuncaví.

1 D.S.N° 13 Norma de emisión de Termoeléctricas

2 En proceso de Anteproyecto <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-52489.html>

Para actualizar y garantizar los datos del monitoreo de la calidad del aire de la zona, se realizó un esfuerzo mancomunado entre el sector privado y público, este último en su rol fiscalizador y ente validador de la información, para la modernización y ampliación de cobertura de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire tanto en la comuna de Quintero como en la comuna de Puchuncaví, la actualización de equipos, la reubicación de estaciones de monitoreo, el mejoramiento del sistema de transferencia de datos y publicación vía web de los datos de calidad del aire que pueden ser consultados en tiempo real por la autoridad ambiental y la incorporación de nuevos parámetros en el monitoreo de calidad del aire.

Como antecedente, el Ministerio del Medio Ambiente ha liderado diversos estudios que con apoyo de los Servicios con competencia Ambiental, para lograr una sólida fundamentación técnico científica que permita tomar decisiones objetivas y costo eficientes y debidamente las decisiones en materia de contaminación atmosférica.

En los temas de fuentes fijas, generadoras de emisiones atmosféricas y tal como se señalara anteriormente, se ha avanzado en procesos regulatorios focalizados principalmente en los procesos termoeléctricos y Fuentes emisoras de As y SO₂, cada uno de ellos, fundamentados en criterios técnicos, económicos y sociales.

En lo referido a estudios sobre exposición humana y ecosistemas, se encuentra en etapa final el estudio "Evaluación de Riesgos para la salud de las personas y la Biota por exposición a contaminantes en las diversas matrices de las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví", detallados más adelante y que incluye entre otros aspectos, la caracterización de las poblaciones receptoras. Finalmente, para la estandarización de medición de emisiones continuas en chimeneas, se han revisado y diseñado protocolos de monitoreo que permitan la obtención de datos útiles y fiables.

Se acopla a todos estos esfuerzos, la reformulación del Plan de Descontaminación vigente que conforme a la Resolución Exenta Nº 862 del Ministerio del Medio Ambiente del el 22 de julio del año 2011, se da inicio al proceso de Revisión, Reformulación y Actualización del Plan Descontaminación Ventanas. El nuevo instrumento de gestión ambiental, deberá permitir enfrentar desde un marco jurídico, social, técnico y económico, el problema de la contaminación que afecta al área de impacto y circundante al parque industrial de Quintero y Puchuncaví. Este instrumento deberá encaminar a los proyectos hacia estrategias de descontaminación, a través de medidas que deberán ser implementadas por las distintas fuentes emisoras, para lograr la reducción de emisiones contaminantes de los cuales existe información científica contundente y abundante respecto de sus efectos en la salud de la población y la calidad de vida y, por ende, limitan el derecho constitucional a un ambiente sano.

El propósito fundamental de la elaboración de este Plan, deberá focalizarse en reducir las emisiones de las principales fuentes de contaminación identificadas en la zona a regular y prevenir futuras contingencias que provoquen cualquier deterioro o molestias a la salud de la población y al medio ambiente.

El Plan en conjunto con otros instrumentos de gestión como las normas de emisión, el Sistema de Evaluación de Impacto ambiental y las Normas de Calidad, deberán establecer criterios específicos a las instalaciones, actividades y situaciones susceptibles a producir emisiones de gases, polvos, humos o aerosoles que puedan:

- a) Generar molestia a las personas
- b) Poner en riesgo la salud de la población
- c) Ser precursores de otras sustancias con efectos contaminantes y con impacto local o fuera del área.

**Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"**

- d) Generen daño al medio ambiente y/o ecosistemas o bienes de cualquier naturaleza.

La reformulación del Plan de Descontaminación Ventanas, se basará considerando los siguientes criterios:

- a) Conservar los límites geográficos establecidos en el D.S N° 252/1992, para efectos de delimitar la zona saturada o latente.
- b) El Plan tendrá una duración de 10 años. La efectividad de su cumplimiento, será evaluado anualmente por la Autoridad Ambiental competente.
- c) Reconocer los acuerdos y medidas de gestión local en el ámbito del APL industrial cuyos objetivos radican entre otros aspectos, mejorar de la calidad del aire, integrar la participación de los Servicios públicos con el sector privado en temas de vigilancia ambiental y respuestas ante episodios críticos e incentivar a la mejora continuada de la misma de un modo integral.
- d) Las metas de reducción planteadas para las fuentes reguladas, deberán ser implementadas a más tardar en Diciembre del 2015.
- e) Considerar principio de gradualidad para el cumplimiento de exigencias que en especial, consideren la incorporación de mejor tecnología disponible.
- f) Establecer el congelamiento de las emisiones de material particulado y sus precursores de acuerdo a la línea de base del Plan (2011-2013). Esto es, congelar las emisiones de material particulado y de dióxido de azufre considerando la aplicación de otros instrumentos regulatorios como la Norma de Emisión de Termoeléctrica y las medidas de compensación implementada por los proyectos.
- g) Focalizar la regulación en el complejo industrial de Quintero y Puchuncaví en consideración a su aporte mayoritario a las emisiones de SO₂ y MP en cantidad y contenido de otros contaminantes. Lo anterior significa definir exigencias a nivel de fuentes específicas.
- h) Regular las fuentes y actividades principales en cuanto a las emisiones de material Dióxido de azufre (SO₂), este contaminante, es a su vez es uno de los principales precursores en la formación de material particulado respirable fino (MP_{2,5}).
- i) Regular los mecanismos de compensación de acuerdo a su cantidad y composición a través mecanismos claros, trazables, cuantificables y medibles, tanto para fuentes nuevas como para modificaciones de instalaciones existentes al momento de establecer el nuevo instrumento.
- j) Para nuevas fuentes que emitan SO₂, exigir compensación del 110% de sus emisiones.
- k) Para nuevas fuentes que emitan MP, exigir compensación del 110% de sus emisiones, siempre que sean de similares características físico-químicas.
- l) Establecer monitoreo continuo de emisiones para aquellas fuentes en que técnicamente sea posible el monitoreo y que revistan aporte significativo a las emisiones globales. En aquellas fuentes que dada su naturaleza o condiciones físicas estén imposibilitadas de medir en forma continua, se establecerá un protocolo regulado que permita establecer los niveles de emisiones por balances de masa los cuales deberán correlacionarse con parámetros de producción, eficiencia, consumo de combustible, captación, según corresponda. Dichas mediciones deberán estar en línea con acceso a los organismos con competencia ambiental. Lo anterior, implementando mecanismos para el seguimiento de

las emisiones que incorporen la medición continua de las mayores fuentes industriales. Se realizará el seguimiento de las emisiones o en su defecto de parámetros de producción y/o consumo de combustible, según corresponda.

- m) Reforzar la Red de Monitoreo atmosférico: Establecer en zonas pobladas a definir en el presente instrumento, monitoreo continuos de MP_{10} y $MP_{2,5}$. A su vez, mantener todas las estaciones que monitorean dicho parámetro actualmente existente.
- n) Las emisiones de una fuente, estarán sujeta a las limitaciones impuestas por este instrumento. Las emisiones generales de cada fuente individual se anulan en su totalidad por una chimenea, o cuando dos o más chimeneas se usan simultáneamente para este propósito. Sin embargo, si las emisiones totales de dos o más fuentes son emitidas por una chimenea, el conjunto de emisiones individuales se considera originario de una fuente única, con una capacidad igual a la suma de las capacidades de cada fuente de emisión individual.
- o) Regular los diseños de chimeneas y ductos de fuentes fijas nuevas o modificaciones, de manera de facilitar la dispersión del contaminante existente acorde a las normas de calidad. El diseño será parte de la evaluación y deberá contemplar además, dispositivos que permitan y faciliten el monitoreo.
- p) Evitar el empleo de la técnica de la dispersión como método único o primario de control para reducir las concentraciones de partículas y gases contaminantes.
- q) Establecer especificaciones técnicas disponibles y operacionales en el almacenamiento, manejo, transporte de sólidos dispersables orientados al control y mitigación de los mismos.
- r) En casos de emergencia por emisiones o problemas de dispersión, los responsables de la actividad deberán activar el plan operacional de episodios críticos y a su vez, notificar a la Superintendencia de los planes de contingencia adoptados.
- s) Regular actividades generadoras de MP difusas con impactos locales.
- t) Prohibir la quema de residuos urbanos, agrícolas u otros de cualquier naturaleza.

1.1. ASPECTOS CRÍTICOS

1.1.1. Emisiones

- Históricamente en la zona industrial de las comunas de Quintero y Puchuncaví, el aporte de emisiones de SO_2 por parte de la fundición, fueron considerablemente mayor a las aportadas por las 2 Centrales térmicas a carbón existentes. Mientras que estas últimas, lideraban en términos de aporte a las emisiones de Material Particulado respecto a la fundición de cobre. Sin embargo y de acuerdo a los antecedentes recopilados, se observa que en la actualidad, no existe diferencia significativa entre las 4 centrales térmicas a carbón hoy existente y la fundición de cobre respecto de los aportes a las emisiones de material particulado y dióxido de azufre.

**Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"**

- Las principales emisiones de SO₂, MP y As de la fundición, provienen de las emisiones fugitivas, específicamente asociadas a las alimentaciones de carga fría, el secador de concentrado, Horno eléctrico, gases de sangría de convertidores y gases de cola de Planta de ácido.
- La importancia en el control y reducción de las emisiones de MP de la fundición implica la reducción de otros elementos presentes como trazas de sustancias tóxicas tales como As, Se, Cu, Pb, entre otros y que son potencialmente perjudiciales para la salud de las personas.
- Existen Mejoras Tecnológicas Disponibles en el mercado para la reducción de emisiones en fundición razón por la cual CODELCO Ventanas, algunas de las cuales, han sido presentadas como estudios a nivel de perfil por la Fundición, en el marco de las mesas de trabajo efectuadas con las empresas de la zona en estudio.
- Las mejoras tecnológicas disponibles para la fundición de cobre, permitirían la reducción de las emisiones y cumplir con las metas establecidas en el anteproyecto de la Norma de Fundición.
- Los antecedentes disponibles respecto de las emisiones de SO₂ de la chimenea de la planta de ácido, varían en un rango de 400 a 800 ppm. Dicha variación, depende de las condiciones operacionales de la fundición (convertidores).

1.1.2 Calidad del Aire

- La comuna de Quintero registró en la estación GNL Quintero³ (actual estación "Centro Quintero"), Saturación para para la norma diaria SO₂ durante el periodo 2009-2011. En la actualidad (periodo 2010-2012) se encuentra en condición de latencia a un 94% de la norma diaria lo que da cuenta de una condición de vulnerabilidad ante cualquier cambio en las emisiones y/o en las condiciones meteorológicas adversas bajo ciertos niveles de emisión.
- Desde que se dio inicio a los monitoreo de calidad del aire en la comuna de Quintero, ha registrado distintos niveles que de acuerdo a lo establecido en el D.S 113/2002, generan situaciones de emergencia, alcanzando niveles tipo 2 (2.616 - 3.923 µg/m³N).
- La localidad de La Greda, se mantiene en latencia para PM₁₀ anual. Dicha condición se ha mantenido desde el año 2002 desde que sale de su condición de saturación. Por otra parte y desde que se realizan monitoreo continuos (septiembre del 2009), la estación La Greda ha registrado distintos niveles que definen situaciones de emergencia ambiental. El a Agosto del 2013, se registraron seis episodios Nivel 1, tres episodios nivel 2 y cuatro episodios nivel 3.
- La localidad de La Greda desde el inicio de los monitores de PM_{2,5} durante el 2011, ha registrado distintas situaciones de emergencia tanto Nivel 1 y Nivel 2.
- La localidad de Ventanas que dio inicio a monitoreo de PM_{2,5} en el año 2011, ha registrado situaciones de emergencia Nivel 1 y Nivel 2. Es así como en el transcurso del presente año (2013), registra 15 episodios nivel 1; 9 episodios nivel 2 y 15 episodios nivel 3.
- La caracterización del PM₁₀ analizado en las estaciones de la Red Ventanas, da cuenta de la presencia de elementos tales como As, Pb, Cu, Se, entre otros.
- Las mayores concentraciones de selenio en material particulado MP₁₀ se encontraron en las estaciones Los Maitenes, La Greda y Sur.
 - Las mayores concentraciones de arsénico se encontraron en las estaciones Los Maitenes, Sur y La Greda con valores superiores a 5 ng/m³N.⁴

3 RESOLUCIÓN EMRPG N° 1303/2008 MODIFICADA POR RESOLUCIÓN N° 2877 DEL 2012

4 NORMA REFERENCIA UNIÓN EUROPEA

[HTTP://EURLEX.EUROPA.EU/LEXURISERV/LEXURISERV.DO?URI=CELEX:52003PC0423:ES:HTML](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52003PC0423:ES:HTML)

- Al igual que para el arsénico, las mayores concentraciones de plomo se encontraron en las estaciones Sur, Los Maitenes y La Greda
- Las mayores concentraciones de cobre se encontraron en la estación La Greda, seguida de la estación Los Maitenes.
- Si bien no existe una norma primaria para MPS a nivel nacional, se utiliza a modo de referencia el D.S. 4/1992 del Ministerio de Agricultura establece Norma de calidad de aire para material particulado sedimentable para la cuenca del Río Huasco en la Región de Atacama cuyos niveles establecidos son: 150 mg/m²_d como concentración media aritmética mensual y 100 mg/m²_d como concentración media aritmética anual. De los resultados obtenidos en las campañas de mediciones realizadas por en CENMA, en la mayoría de los lugares hay concentraciones mayores al valor de referencia mensual y al valor de referencia anual.
- Las mayores concentraciones promedio de cadmio, arsénico, plomo y cobre (mg/kg) en el Material Particulado sedimentable, se encontraron en la comuna de Puchuncaví.

2. METODOLOGÍA

El marco conceptual en el que se desarrolló el presente instrumento, se basa en la necesidad de desarrollar un plan de prevención coordinado, robusto y costo-efectivo que considere de forma integral todos los aspectos científicos, tecnológicos, sociales y económicos del problema en cuestión que aqueja al área comprendida en el Plan, circundante al parque industrial. Del mismo modo, se consideró fundamental la inclusión de los sectores afectados al momento de formular el plan.

Se procuró entonces, que todas las medidas planteadas conllevaran a beneficios ambientales pero sin generar limitaciones injustificadas al crecimiento económico del polo industrial pero resguardando evitar las molestias innecesarias o disminución en la calidad de vida de los habitantes y minimizando las contingencias o situaciones de episodios ambientales complejos.

Para este trabajo se partió de las acciones antes mencionadas y se aplicaron metodologías adecuadas para la valoración de la relación beneficio-costos y la cuantificación del costo-efectividad de las medidas propuestas las cuales están contenidos en los respectivos expedientes públicos de la norma de emisión de Termoeléctricas y en el anteproyecto de la Norma de Emisión para Fundiciones.

Como parte del proceso de formulación, se llevaron a cabo diversas reuniones con el sector industrial involucrado a fin de conocer sus planes de inversión focalizados en la reducción de sus emisiones, se consideró, revisó acuciosamente y sistematizó toda la información disponible de los datos históricos de calidad del aire y emisiones. Así como también la proveniente del seguimiento de los Proyectos aprobados mediante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Se consideraron y analizaron los resultados y conclusiones de todos los estudios y diagnósticos realizados en la zona relacionada con la materia, se revisó la normativa vigente y futuros proyectos de normas, de manera de utilizar tanto la información técnico-científica que los sustentan como coordinar todos los procesos regulatorios relacionados.

En consecuencia y como resultado de los estudios que sustentan el presente informe, las medidas sugeridas comprometen al sector industrial principalmente, este instrumento se aplicará a todas las Centrales térmicas a carbón existentes y proyectadas, a la Fundición y Refinería de Cobre

Codelco Ventanas y a todas aquellas actividades o instalaciones que tengan dentro de su actividad o estén relacionadas con actividades de almacenamiento, transporte y manipulación sólidos, independientemente del sector o industria de que se trate y se refieren a componentes de conversión de combustibles, mejoramiento tecnológico, acompañadas con mayores controles a las fuentes de emisión, legislación y estrategias de mejoras prácticas operacionales.

Los análisis correspondientes al sector de fuentes fijas se calcularon las emisiones a futuro para un período de 5 años (2013-2018). Para dichos escenarios se consideró el crecimiento del sector energético, las tecnologías disponibles, la aplicación de la normativa de emisiones vigente y proyectada, el crecimiento del sector portuario, la presencia de sistemas de control de emisiones y de monitoreo de calidad del aire, se consideró el efecto de la informalidad de las industrias

Es fundamental resaltar que tal y como es el caso para cualquier ejercicio que involucre métodos de simulación, estimación de eventos futuros y algoritmos de optimización; los resultados del presente trabajo no están exentos de incertidumbre. Esto a su vez significa que los valores aquí reportados no deben entenderse como cifras literales y 100% precisas sino como un soporte técnico y científico (el mejor disponible en la actualidad) para la elaboración del presente instrumento.

2.1. Sobre los Contenidos del Plan

Sobre la base de lo señalado en el artículo 18 del D.S N° 39 que "Aprueba reglamento para la dictación de planes de prevención y de descontaminación", se establece para ambos instrumentos, los contenidos mínimos que debe contener. En consecuencia y dado que dicho reglamento no hace distinción respecto de los contenidos de un Plan de Prevención y un Plan de Descontaminación, el presente Plan incluye metodología que permite establecer el límite máximo admisible de emisión por carga y/o el límite máximo de emisión por concentración del contaminante, a las fuentes emisoras, de acuerdo a las mejores técnicas disponibles.

3. OBJETIVO Y APLICACIÓN TERRITORIAL DEL PPQP

El objetivo general de Plan de Prevención y Descontaminación Ventanas (PPQP), consiste en "Prevenir y Reducir las Emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂) y Material Particulado (MP) a fin de Proteger la Salud de las Personas y el Medio Ambiente". Para ello, se espera lograr que en la zona actualmente declarada como saturada mediante por D.S. N°346/93 del Ministerio de Agricultura y que al presente, se encuentra en condición de latencia para SO₂ diario y MP₁₀ anual, en un plazo de 2 años, recupere la calidad del aire sacándola de su condición de latencia, además de prevenir episodios de emergencia ambiental.

En este contexto, la normativa ambiental establece que corresponde al Ministerio del Medio Ambiente, elaborar programas de gestión para mejorar la calidad del aire en las zonas vulnerables, así como instrumentar programas de verificación de las emisiones de las distintas fuentes emisoras a regular y la proposición de medidas concretas para el abatimiento y control de las emisiones de contaminantes, las cuales deben fundamentarse en la relación existente entre la emisión de los contaminantes por las fuentes que los producen, el impacto que ocasionan en la calidad del aire y sobre la salud de las personas.

Para lograr el objetivo señalado, es necesaria la implementación de medidas de control y límites de emisión aplicados al sector industrial de Quintero y Puchuncaví.

**Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"**

En consecuencia y como resultado de los estudios que sustentan el presente informe, este instrumento se aplicará a todas las Centrales térmicas a carbón existentes y proyectadas, a la Fundición y Refinería de Cobre Codelco Ventanas y a todas aquellas actividades o instalaciones que tengan dentro de su actividad o estén relacionadas con actividades de almacenamiento, transporte y manipulación sólidos, independientemente del sector o industria de que se trate.

El ámbito territorial de aplicación del presente Plan, corresponde a la zona establecida en el D.S. N°346/93 del Ministerio de Agricultura.

Para la elaboración del presente instrumento, se consideraron criterios técnicos, el diagnóstico de los procesos y tecnologías asociadas a las fuentes emisoras, los procesos regulatorios en curso y vigentes, la evolución de la calidad del aire, de las emisiones de contaminantes a la atmósfera proveniente de las fuentes; la toxicidad de los contaminantes, la disponibilidad de tecnología orientadas a la optimización de los procesos y reducción de emisiones y los planes de inversión y desarrollo en materia de minimización de emisiones realizados por las fuentes presentes en el área a regular.

Este plan, solo tendrá sentido en la medida de la capacidad de respuesta eficientemente ágil para acomodarse a la evolución de los acontecimientos y medidas tanto regulatorias como ambientales.

4. ANTECEDENTES GENERALES: ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DEL PLAN DESCONTAMINACIÓN VENTANAS VIGENTE (PERIODO 1992-2012)

4.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PLAN D.S N° 252/92

La declaración de zona saturada de Ventanas, fue establecida mediante Decreto Supremo N° 346/93 del Ministerio de Agricultura, en virtud que tanto el entonces Servicio de Salud Viña del Mar y el Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Valparaíso, verificaron la superación de las normas de calidad del aire previstas en el artículo 9º del D.S 185/91.

El Plan de Descontaminación Ventanas, define un cronograma de reducción de emisiones para SO₂ y Material Particulado hasta el año 1998 y 1999 respectivamente, para las dos empresas asociadas a dicho Plan y el cual, se ha dado cumplimiento según los plazos establecidos. Sin embargo, todos los compromisos adquiridos por ambas empresas, redundaron en la reducción de los niveles de emisiones para PM10 y SO₂ pero en lo que respecta a la calidad del aire, solo ha permitido su recuperación parcial observándose niveles de latencia para la Norma primaria Anual de Material Particulado Respirable PM10, niveles de latencia en SO₂ y de Saturación en la norma Secundaria Horaria de SO₂⁵.

5 D.S 185/91, modificado en Mayo del 2010 por D.S 22/2010, Norma Secundaria de Calidad del Aire para SO₂.

Debido a las excedencias a las normas de calidad de aire, el Ministerio de Agricultura mediante el D.S. Nº 346/93 (D.O.03.02.94) declara en su artículo único lo siguiente; “Declarase zona saturada para anhídrido sulfuroso y material particulado respirable la zona circundante al Complejo Industrial Ventanas, en las áreas jurisdiccionales de las comunas de Puchuncaví y Quintero, de acuerdo a los siguientes límites:

NORTE: Océano Pacífico a la latitud de la desembocadura del Estero Catapilco, continuando por el este curso hasta su confluencia con el Estero La Calera, y tomando este curso hasta su nacimiento en la cumbre del Alto del Agua el Peumo.

ORIENTE: Desde la cumbre del Alto del Agua del Peumo, siguiendo por la divisoria de las aguas hasta el cerro Pucalán, continuando en línea rehecha hasta la cumbre del Cerro Piedra Trepada, de ésta en línea recta hasta la cumbre del Cerro Colorado.

SUR: Desde la cumbre del Cerro Colorado en línea recta hasta la intersección del canal Mauco con el Estero Mantagua, siguiendo por este hasta su desembocadura.

PONIENTE: La línea de la costa del Océano Pacífico que va desde la desembocadura del Estero Mantagua por el Sur, a la desembocadura del Estero Catapilco por el Norte”.



Figura 4.1: Distribución estaciones que originalmente conformaron la RED CODELCO-GENER

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas “Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví”

Posteriormente, el Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota aprobó por Resolución Nº 2161, del 18 de Julio de 1995, el Plan de Acción Operacional ante episodios críticos por anhídrido sulfuroso, presentado por la Fundición y Refinería Ventanas de ENAMI.

Por otra parte y de acuerdo a lo establecido en el artículo 4º transitorio del D.S. Nº 185/91 (D.O. 02.01.92), el Complejo Industrial Ventanas, constituido por la Fundición y Refinería de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), actual CODELCO División Ventanas y la Central Termoeléctrica de CHILGENER S.A., actual AES GENER S.A., presentaron un Proyecto de red de monitoreo continuo para medir la concentración de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable en la zona circundante al complejo industrial.

El proyecto de red de monitoreo fue aprobado por Resolución Conjunta Nº 2005/ 115 del 29 de Abril de 1992, del Servicio de Salud de Viña del Mar- Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero V Región respectivamente, la que fue modificada posteriormente por las Resoluciones Nº 3474/206, del 23.de Julio de 1992, y Nº 1927/197, del 28 de Mayo de 1993.

En cumplimiento con el artículo 4º transitorio del D.S. 185/91, las empresas presentaron un Plan de Descontaminación, el que fue aprobado por el D.S. Nº 252/92 (D.O. 02.03.93), del Ministerio de Minería suscrito por los Ministerios de Hacienda, Salud, Agricultura y Economía.

Finalmente, se debe señalar que el Plan aún vigente, limita las emisiones de las dos empresas adscritas a dicho instrumento, impidiendo su aplicación o restricción de emisiones de otras fuentes; lo que en la práctica, ha permitido el emplazamiento de nuevas empresas tales como, Puerto Ventanas, Cemento Melón, Catamutún, Panimex S.A., Gasmar, Minera Montecarmelo, Oxiquim y Cordex, entre otras, cada una de las cuales y en distintos grados, aportan emisiones, lo que en suma, han generado que las emisiones de material particulado en el 2012, alcancen niveles de emisiones similares a los registrados en el 2000. Año en que se dio cumplimiento al cronograma de reducción de emisiones establecido en el Plan.

4.2. PLAN OPERACIONAL DE EPISODIOS CRÍTICOS

Antes de analizar la evolución de la calidad del aire desde la implementación del Plan, resulta relevante analizar el Plan operacional de episodios críticos establecido en el Plan, y que tiene directa relación con el cumplimiento de las normas primarias establecidas en su momento.

De acuerdo al artículo 19 del D.S 185/91, establece que “Los establecimientos regulados en funcionamiento localizados en zonas saturadas deberán, además disponer de un Plan de Acción Operacional para ser aplicado en caso de episodios críticos. En estos casos, deberán poner en conocimiento inmediato del Servicio de Salud correspondiente, las concentraciones horarias de anhídrido sulfuroso cuando alcancen los siguientes niveles en las zonas representativas de la población, en especial los sectores que incluyen los hospitales y los establecimientos educacionales, para que se apliquen las medidas de precaución que se recomiendan”:

Tabla 4.1

Niveles de Concentración de Calidad del aire para SO₂ que Activan medidas de Precaución

Concentración horaria ppm	Situación	Medidas de Precaución
0,75 (1.963 µg/m ³ N)	Aviso de alerta	Ancianos y personas con enfermedades cardíacas y respiratorias deberán permanecer en sus casas. En ellas se deberán cerrar puertas y ventanas.
1,00 (2.617 µg/m ³ N)	Aviso de advertencia	Adicionalmente a lo anterior los escolares deberán suspender las clases de gimnasia y las actividades en el exterior.
1,5 (3.925 µg/m ³ N)	Aviso de Emergencia	Adicionalmente a lo anterior, todas las Personas deben permanecer en sus casas minimizando las actividades físicas, desplazándose sólo para concurrir a su trabajo o por razones de fuerza mayor.

Decreto Supremo Nº252/92 estableció en su Artículo 6º que la Fundición y Refinería las Ventanas de ENAMI debía contar con un Plan de Acción Operacional aprobado por el Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota. Desde el año 1995 ENAMI cuenta con un Plan de Acción Operacional Ante Episodios Críticos, el cual fue aprobado por Resolución Nº 2161/95 del 18 de Julio de 1995 del Servicio de Salud Viña del Mar Quillota.

Este Plan Operacional incluye la detención de los hornos convertidores que no están conectados a la planta de ácido. La acción se toma cuando cualquier monitor de SO₂ detecta una concentración promedio minuto de 1.500 µg/m³, siendo ésta menor al nivel de concentración horaria para decretar la alerta, es decir 1.962 µg/m³.

Desde 1996 la Fundición y Refinería Ventanas cuenta con una Unidad de Meteorología, integrada por un equipo de meteorólogos profesionales encargados de realizar pronósticos de dispersión de contaminantes para prevenir episodios críticos de contaminación. Para tal efecto, se utiliza software específico de dispersión de contaminantes, alimentado por datos entregados por instrumental meteorológico. Los pronósticos han sido utilizados para apoyar el plan operacional de episodios críticos, asociados a la norma primaria de calidad de aire desde el año 1999. Desde 1997 se han desarrollado procedimientos operativos integrados en el Sistema de Gestión Ambiental para el control de emisiones atmosféricas.

Desde 1993 se han tomado 3.768 acciones operacionales, tanto en el horno reverbero de fusión de cobre, retirado en febrero de 1998, como en el Convertidor Teniente que lo reemplazó. Estas detenciones han significado una pérdida de fusión de carga útil de 64.134 Ton Métricas Secas (TMS).

En lo que respecta a la Central AES GENER, esta ha ido actualizando el Plan Operacional a medida que se han ido incorporando nuevas unidades termoeléctricas al complejo del Grupo GENER (Campiche y Nueva Ventanas).

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

A los escenarios establecidos en el D.S 185/91, incorpora "niveles para aplicación del plan en situaciones fuera de los episodios críticos" a los que se refiere el citado Decreto.

- Condición Favorable: Concentraciones horarias de SO₂ inferiores a 305 ppbv (799 µg/m³ o menor)
- Condición Regular: Concentraciones horarias de SO₂ entre 306-379 ppbv (800 – 299 µg/m³)
- Condición Regular: Concentraciones horarias de SO₂ entre 380-749 ppbv (1.000 – 2.000 µg/m³)

Ante las condiciones meteorológicas evaluadas y los 6 escenarios observados como "Condición Observada de SO₂ horario" la empresa dispone diversas acciones de contingencia operacional que van desde la verificación de los sistemas de abatimiento, ajustes graduales de carga hasta paralización de ser necesario según el feedback de calidad del aire.

4.3. HITOS RELEVANTES ASOCIADOS AL PLAN

La siguiente tabla, presenta una reseña de los hitos más relevantes en torno a la ejecución del Plan de Descontaminación Ventanas. Conforme dicho Plan contempló como fecha de cumplimiento del cronograma de reducción de emisiones al año 1999 y considerando la respuesta ambiental a esta reducción, se dividen los acontecimientos en dos periodos, según las siguientes tablas:

Tabla 4.2
Hitos Relevantes acontecidos: periodo 1965-2001

Fecha	Acciones
1965	La regulación de este sector rural recae en la planificación intercomunal, en este caso el Plan Regulador Intercomunal. El instrumento que actualmente se encuentra vigente corresponde al Plan Intercomunal aprobado por Decreto N° 30, de 1965, Ministerio de Obras Públicas.
1990:	ENAMI y CHILGENER reconocen sus problemas ambientales
1991	Se publica D.S 185 2) Art. 4º transitorio obliga a las empresas a instalar red de monitoreo permanente de C.A. Además, presentar un PD antes de julio de 1992
1992	Se aprueba Red de monitoreo para dar cumplimiento al D.S 185 con las estaciones de Monitoreo de Calidad del aire para SO ₂ y PM10 de Los Maitenes, La Greda, Sur, Puchuncaví y Valle Alegre.
1993	Aprueba mediante D.S 252/92 del Ministerio de Minería, " <u>Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Las Ventanas</u> " propuesto conjuntamente por ENAMI y CHILGENER estableciendo un Plan y cronograma de reducción de emisiones.
1993	Se publica D.S 346 que declara zona Saturada de SO ₂ "Declarase zona saturada para anhídrido sulfuroso y material particulado respirable la zona circundante al Complejo Industrial Ventanas, en las áreas de Puchuncaví y Quintero, y establece límites geográficos (Ver fig. 4.1)
1995:	Se hacen obligatorias la segunda fase de reducción de emisiones de MP para Chilgener, de 26.000 a 3.000 Ton/año.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

1998:	Se hacen obligatorias la segunda fase de reducción de emisiones de MP y SO ₂ para ENAMI De 3.400 a 2.000 Ton/año de MP y de 62.000 a 45.000 Ton/año de SO ₂
1999:	Se hacen obligatorias la segunda fase de reducción de emisiones de MP para ENAMI De 3.400 a 2.000 Ton/año
1999:	Se hace obligatorio el cumplimiento de las normas de calidad del aire dentro de la zona saturada de Ventanas y se finaliza el cronograma de reducción de emisiones propuesto por ENAMI y CHILGENER
2001	Se presenta Causa Civil Rol N° 2031 sobre Juicio sumario reclamación interpuesta Viña del Mar, la Empresa AES GENER solicita dejar sin efecto sanción interpuesta por SSVQ por infracción a arts. N° 4 y 8 del D.S 252 que establece cuota de emisión de SO ₂ 1.13 Kg/millones BTU. Lo anterior por diferencias de interpretación entre las partes respecto de la aplicación de esta cuota.

Fuente: SEREMI del Medio Ambiente, Región de Valparaíso

Tabla 4.3

Hitos Relevantes acontecidos: periodo 2002-2013

Fecha	Acciones
De 1984 al 2002	Surgen distintas modificaciones al Plan regular intercomunal orientados a modificar los límites urbanos de la ciudad, límites para el establecimiento de zonas industriales, tipología de industrias, entre otras. Resultados: Crecimiento del Parque industrial.
2011	Se da inicio al proceso de regulación de Fundiciones de Cu. Res. N° 300 del MMA
2011	Se promulga Norma de emisión de termoeléctricas D.S N° 13 MMA
2011	Surge conflicto ambiental por presencia de metales pesados en escuela La Greda lo que dio origen a su relocalización
2012	Res. N° 97 del 08.02.2012 del MMA Amplia presentación plazos presentación anteproyecto PDV.
2011	Res. N° 862 MMA Da inicio Proceso de Revisión, Reformulación y Actualización PDV.
2011-2012	El MMA licita 4 estudios cuyo fin es la evaluación del riesgo ambiental a la salud de las personas, biota y ecosistemas por presencia de contaminantes en las matrices ambientales de las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví.
2011	Las empresas de la zona industrial a través de ASIVA, firman Acuerdo de Producción Limpia mediante el cual, se generan compromisos para abordar los problemas ambientales de la zona.
Julio del 2011	Mediante Resolución N° 822 del Ministerio del Medio Ambiente, se da inicio a la Reformulación, Revisión y Actualización del Plan de Descontaminación Ventanas.
Febrero del 2012	Mediante Resolución N° 097 del Ministerio del Medio Ambiente, se amplía el plazo de entrega del Ante proyecto por razones que se indican.
Febrero del 2013	Mediante Resolución N° 127 del Ministerio del Medio Ambiente, se amplía el plazo de entrega del Ante proyecto por razones que se indican.

Fuente: SEREMI del Medio Ambiente, Región de Valparaíso

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

4.4. CRONOGRAMA DE REDUCCIÓN y meta DE EMISIONES ESTABLECIDOS EN EL D.S N° 252/1992

El Decreto Supremo N°252/92 estableció la exigencia de reducción de emisiones de azufre como elemento formador de SO₂, y de Material Particulado.

Es así que para el SO₂, se exige a ENAMI Ventanas un cronograma de reducción de emisiones mientras que a CHILGENER, se le exigió una cuota de emisión en función de la energía generada y establecida en 1,13 kg de SO₂/millón de BTU. La verificación del cumplimiento de las emisiones de SO₂ es realizada por ENAMI a través de balance de masa, mientras que AES GENER (Ex CHILGENER) las estima a partir de la información capturada por un monitor continuo.

Por otra parte, el decreto en comento el Decreto Supremo N°252/92 estableció la reducción de las emisiones de material particulado según el cronograma que se muestra en la tabla 4.4. Exigiéndose que ENAMI cumpliera con la meta de emisión de 1000 Ton/año de material particulado al 1º de Enero de 1999 y CHILGENER con la emisión de 3000 Ton/año al 1º de Enero de 1995. La verificación del cumplimiento de las emisiones de material particulado es realizada por ENAMI a través de muestreo isocinético en chimenea, mientras que AES GENER (Ex CHILGENER) las estima a partir de la información capturada por un monitor continuo.

Las tablas 4.4 y 4.5 representan las exigencias de reducción de emisiones establecidas en el D.S 252/92 para ambas empresas.

Tabla 4.4

Exigencias de emisión de Azufre, D.S. 252/92 Ministerio de Minería

Emisiones				
Año	ENAMI VENTANAS			CHILGENER
	Azufre			Anhidrido Sulfuroso
	Ton/año como SO ₂	Ton/año azufre	Ton/día ⁶	
1993	124.000	62.000	170	Se deberá cumplir con la norma de emisión de: 1,13 Kg de SO ₂ por millón de BTU
1994	124.000	62.000	170	
1995	124.000	62.000	170	
1996	124.000	62.000	170	
1997	124.000	62.000	170	
1998	90.000	45.000	123	

⁶ Los valores diarios se han calculado dividiendo la emisión anual por 365 días y no representan limitación a las emisiones diarias.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Tabla 4.5

Exigencias de emisión de Material Particulado, DS 252/92 Ministerio de Minería

Emisiones				
Año	ENAMI VENTANAS		CHILGENER	
	Ton/año	Ton/día ⁷	Ton/año	Ton/día ⁴
1993	3.400	9,3	26.000	71,3
1994	3.400	9,3	26.000	71,3
1995	3.400	9,3	3.000	8,2
1996	3.400	9,3	3.000	8,2
1997	3.400	9,3	3.000	8,2
1998	2.000	5,5	3.000	8,2
1999	1.000	2,7	3.000	8,2

Fuente: SEREMI de Salud Informe Plan de Descontaminación Ventanas 2011

4.5. EXIGENCIAS EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

De acuerdo a lo establecido en el artículo 4º transitorio del D.S. Nº 185/91 (D.O. 02.01.92), el Complejo Industrial Ventanas, constituido por la actual CODELCO División Ventanas y la actual AES GENER S.A., presentaron un Proyecto de red de monitoreo continuo para medir la concentración de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable en la zona circundante al complejo industrial.

El proyecto de red de monitoreo fue aprobado por Resolución Conjunta Nº 2005/ 115 del 29 de Abril de 1992, del Servicio de Salud de Viña del Mar - Quillota y el Servicio Agrícola y Ganadero V Región respectivamente, la que fue modificada posteriormente por las Resoluciones Nº 3474/206, del 23 de Julio de 1992, y Nº 1927/197, del 28 de Mayo de 1993. Esta red original y con la cual se monitoreaba el comportamiento de la calidad del aire de acuerdo a lo establecido en el Plan, estaba compuesta por cinco estaciones, las cuales se ubican en el sector La Greda, Los Maitenes, sector Sur del complejo industrial, Sector Valle Alegre y Puchuncaví. (Ver Figura Nº4.1).

El complejo industrial, cuenta a su vez con una estación de meteorología de superficie más completa (ESTACIÓN PRINCIPAL), la cual posee monitoreo de los parámetros meteorológicos como: Dirección del viento, Velocidad del viento, Temperatura, Presión, Humedad, Radiación Solar y Precipitaciones.

⁷ Los valores diarios se han calculado dividiendo la emisión anual por 365 días y no representan una limitación a las emisiones diarias.

El Plan de Descontaminación Ventanas, estableció los límites de calidad del aire respecto al material particulado respirable, los cuales estarían regulados por el D.S 185/91 el cual fijó como norma primaria el valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como promedio diario.

Solo a partir del año 2004 en adelante, se hizo exigible el promedio anual conforme la norma exige el promedio de tres años calendarios consecutivos, para Estaciones Monitoras de Representatividad poblacional (EMRP). Las estaciones de la RED fueron declaradas mediante Resolución N° 1924/00 el 28 de Agosto del 2000 por el Servicio de Salud de Viña del Mar Quillota (SSVQ).

Al igual que para el material particulado, cuando se estableció el Plan de Descontaminación Ventanas, los límites de calidad respecto del SO_2 , estaban regulados por el D.S 185/91 el cual fijó tanto las normas primarias como secundarias, según lo siguiente:

Norma primaria Anual: $80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Promedio anual

Norma primaria Diaria: $360 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Promedio 24 horas

Norma Secundaria: $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ promedio 1 hora.

En el año 2002 se publica el D.S N° 113/02 del MINSEGPRES "Norma Primaria de Calidad del Aire para SO_2 ", el que estableció nuevos límites y formas de verificación de la norma para los periodos anual y de 24 horas que reemplazaron los establecidos por el D.S 185/91, permaneciendo hasta entonces, las normas secundaria.

El decreto entró en vigencia el 1° de abril del 2003, estableciendo que la Norma primaria de Calidad del aire para SO_2 como concentración anual y de 24 horas, así como los niveles que originarán situaciones de emergencia ambiental, entrarían en vigencia transcurridos tres años contados desde la fecha señalada. Es decir, desde el 1° de abril del 2006.

Las estaciones de monitoreo de la Red Ventanas fueron declaradas como Estaciones de Monitoreo con Representatividad Poblacional para Gases (EMRPG) a partir del 1° de enero del 2004 por Resolución Sanitaria N° 305/04 del Servicio de Salud de Viña del Mar Quillota (SSVQ). En consecuencia, la Normativa se hizo efectiva a partir del 1° de enero del 2007.

Tabla 4.6

Estaciones de la RED CODELCO GENER (Históricas)

N°	Estación	Coordenadas UTM	Ubicación	Observaciones
1	La Greda	268131 E 6373877 N	Camino Principal La Greda S/N, Complejo Deportivo San Martín de la Greda	EMPR según Resolución N° 1924/2000 del Ministerio de Salud población según SECPLA Municipio, 1.363 hab. EMRRN de acuerdo a la Resolución N° 2040/2011 del Servicio agrícola y Ganadero.
2	Los Maitenes	270013 E 6372133 N	Escuela los maitenes	EMPR según Resolución N° 1924/2000 del Ministerio de Salud población según Censo 1992, 174 hab. EMRRN de acuerdo a la

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

				Resolución N° 2040/2011 del Servicio agrícola y Ganadero.
3	Valle Alegre	271835 E 6367385 N	Club de Campo AES GENER. Interior estación calidad de aire. Camino Rural Valle Alegre S/N	EMPR según Resolución N° 1924/2000 del Ministerio de Salud población según Censo 1992, 228 hab. EMRRN de acuerdo a la Resolución N° 2040/2011 del Servicio agrícola y Ganadero.
4	Puchuncaví	274376 E 6377316 N		EMPR según Resolución N° 1924/2000 del Ministerio de Salud, población según Censo 1992, 2.437 hab. EMRRN de acuerdo a la Resolución N° 2040/2011 del Servicio agrícola y Ganadero.
4	Sur	267397 E 6367995 N	Recinto telecomunicaciones de la Armada. Ruta Acceso A Quintero S/N	De acuerdo a la resolución N° 2040 del SAG, la estación de monitoreo corresponde a una estación monitora con representatividad de los Recursos naturales (EMRRN), pero actualmente cumple los criterios para representatividad poblacional (EMRP). Estudio de exposición en población humana.

4.6. EVOLUCIÓN SEGÚN LAS METAS DE EMISIÓN ESTABLECIDAS EN EL PLAN PARA LA FUNDICIÓN CODELCO Y CENTRAL TÉRMICA AES GENER: ANÁLISIS GENERAL.

La tabla siguiente, expone el comportamiento de las emisiones de SO₂ y PM tanto para la Central Térmica AES GENER (ex Chilgener) como las de CODELCO (ex ENAMI) desde la entrada en vigencia del Plan.

Según el cronograma, todas las medidas comprometidas debían estar implementadas en 1999. A partir de ese año y posterior al 2000 es posible observar el comportamiento de emisiones de ambas instalaciones, razón por la cual, se puede advertir que dada las acciones realizadas por ambas empresas para alcanzar las metas establecidas en el Plan, se, cumplió los objetivos planteados en el mismo. No obstante lo anterior, es importante considerar esta tabla solo como antecedente referencial en lo que concierne al Plan de Descontaminación Ventanas dado que con fecha posterior al año 2005, ambas instalaciones realizan modificaciones e intervenciones a sus instalaciones, que ineludiblemente influyen en las emisiones finales.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

Tabla 4.7

Evolución de Emisiones Periodo 1993-2011

Año	Material Particulado		Anhídrido Sulfuro (SO ₂)		Emisión Total	
	GENER Ton/año	CODELCO Ton/año	GENER(1) Ton/año	CODELCO Ton/año	MP Ton/año	SO ₂ Ton/año
1993	-	-	-	117.298	-	-
1994	23.404	3.301	-	123.052	26.705	-
1995	8.330	2.746	-	118.436	11.076	-
1996	542	3.328	8.951	117.322	3.870	126.273
1997	464	1.616	10.020	85.378	2.080	95.398
1998	1.183	1.231	9.224	44.808	2.414	54.032
1999 ⁸	1.277	305	10.529	30.732	1.582	41.261
2000	1.242	125	8.229	30.220	1.367	38.449
2001	685	127	2.767	31.910	812	34.677
2002 ⁹	144	55	538	30.882	199	31.420
2003	425	92	2.774	24.352	517	27.126
2004	1.016	202	9.498	22.534	1.218	32.032
2005	606	414	5.869	31.496	1.020	37.365
2006	336	332	8.309	27.454	668	35.763
2007	444	452	11.820	23.014	896	34.834
2008	605	532	10.955	21.344	1.137	32.299
2009	512	514	14.850	20.314	1.029	35.164
2010 ¹⁰	156	410	4.511	15.590	566	20.101
2011	550	433	8.276	13.845	983	22.121
2012 ¹¹	511,26	452 ^{ref.12}	9.525	9.425	963	18.950

Fuente: Informe de Calidad del Aire Seremi de Salud 2011-2012 e informes Mensuales CODELCO y AES

8 Año del plazo final para el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones

9 Casi nula operación de GENER

10 Entra en operación CNV

11 Valores referenciales de SO₂ y PM para Codelco Ventanas

12 Dada la singularidad de operación del año 2012, como la mantención extendida del horno de tratamiento de escorias y el significativo aumento de material circulante de la fundición, la implementación de nuevas tecnologías; los valores obtenidos en las emisiones tienen una desviación a la baja, por lo que el año no puede ser considerado como representativo de la operación normal de la División. Fuente. Informe Codelco diciembre 2012.

**Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"**

GENER

Aspectos a Considerar:

- En la Tabla 2.5, se observa que durante el periodo 1992 a 1998, la mayor participación en las emisiones de Material Particulado pertenece a Chilgener actual AES GENER S.A.
- Por otra parte, la empresa ENAMI actual CODELCO Fundición Ventanas; es la que tiene la mayor participación en las emisiones de Anhídrido Sulfuroso SO₂.
- A partir del año 2005, los niveles de emisión para este contaminante entre ambas fuentes, no demuestran diferencias significativas.
- En el año 2011, entra en operación la Central Nueva Ventanas de la Empresa Eléctrica Ventanas perteneciente al grupo GENER. Dada que la Unidad 2 fue utilizada como fuente para compensar emisiones y sus emisiones, son informadas por el grupo AES GENER mensualmente en conjunto con las emisiones de las unidades V1 y V2 e incorporadas a la tabla de "Evolución de Emisiones".
- En marzo del 2013 inicia sus operaciones la Central Campiche perteneciente a la Empresa Eléctrica Campiche del grupo GENER. Las Unidades V1 y V2 fueron utilizadas como para compensar las emisiones de SO₂ de esta Central y además, incorporadas en el Plan complementario de compensación de emisiones.

4.6.1. Análisis de Emisión de SO₂ v/s Capacidad de Producción y/o Generación

4.6.1.1. Centrales Térmicas a Carbón

Después de implementado el Plan de Descontaminación Ventanas, se incorporaron al sistema, nuevas fuentes de generación eléctrica asociadas al grupo GENER¹³, lo que convierte a la zona en estudio, en un importante polo energético para el SIC.

Con la entrada en operación de la Central Nueva Ventanas y la Central Campiche, el aporte energético crece cerca de 2,5 veces en comparación a la década de los '90. No obstante, es importante considerar que junto a este aporte, también se han observado cambios en las emisiones asociadas la matriz energética presente de las centrales térmicas a carbón. Por ello, resulta de interés analizar la evolución de las emisiones de SO₂ y MP como toneladas emitidas anuales, versus la generación de energía generada en un año y registrada en los informes anuales del SIC¹⁴.

Las figuras siguientes, muestran la evolución de las emisiones tanto para material Particulado como para Anhídrido Sulfuroso de la Central AES GENER a las que se han incorporado, sus centrales asociadas Campiche y Nueva Ventanas.

¹³ CENTRAL CAMPICHE Y CENTRAL NUEVA VENTANAS CUENTAN CON RAZONES SOCIALES DISTINTAS

¹⁴ <http://www.cne.cl/>

Cabe destacar que la central Campiche inicia sus operaciones en marzo del 2013 por lo que las gráficas y para este año, consideran una proyección de las emisiones anuales, basada en los datos mensuales reportados por la Central.

Según la gráfica 2.2, el año 2001 con las centrales V1 y V2 operando, emitían a una razón de 2 ton SO₂/GW generadas. Por otra parte y de acuerdo a las proyecciones 2013, la razón de emisión sería de 0,85 ton/GW generada. Si bien es cierto el aporte energético es significativo, también es posible visualizar un aumento en las emisiones con la incorporación de las nuevas unidades de generación. El análisis anterior, excluye por ahora el aporte de la Central Térmica Energía Minera conforme este proyecto, no se encuentra construido.

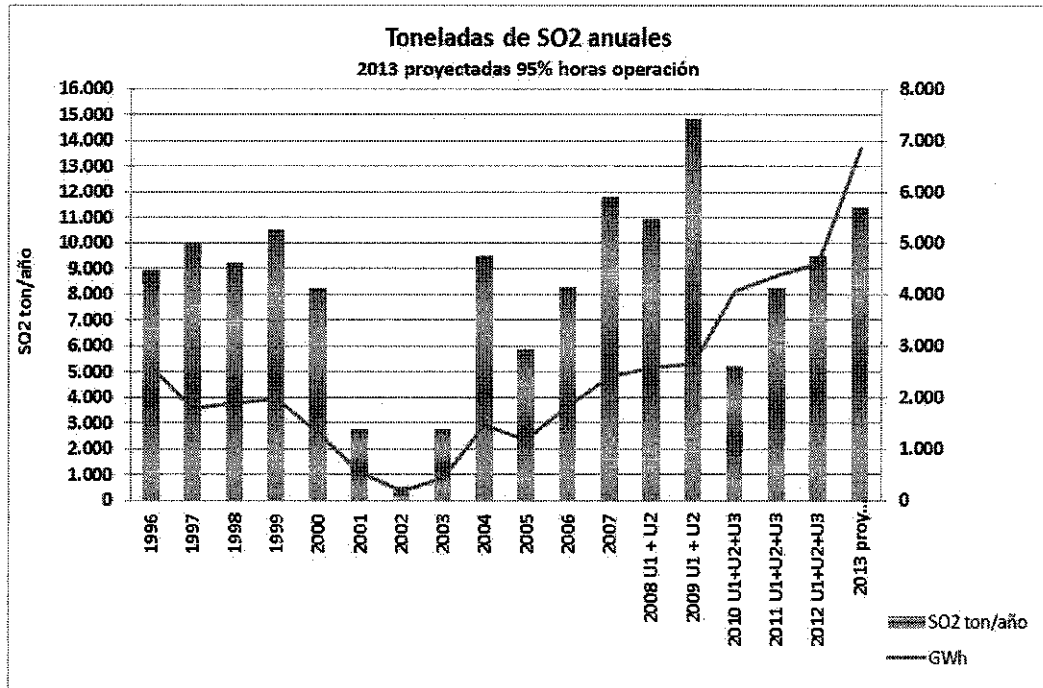


Figura 4.2 Emisiones de SO₂ de La Central AES GENER.

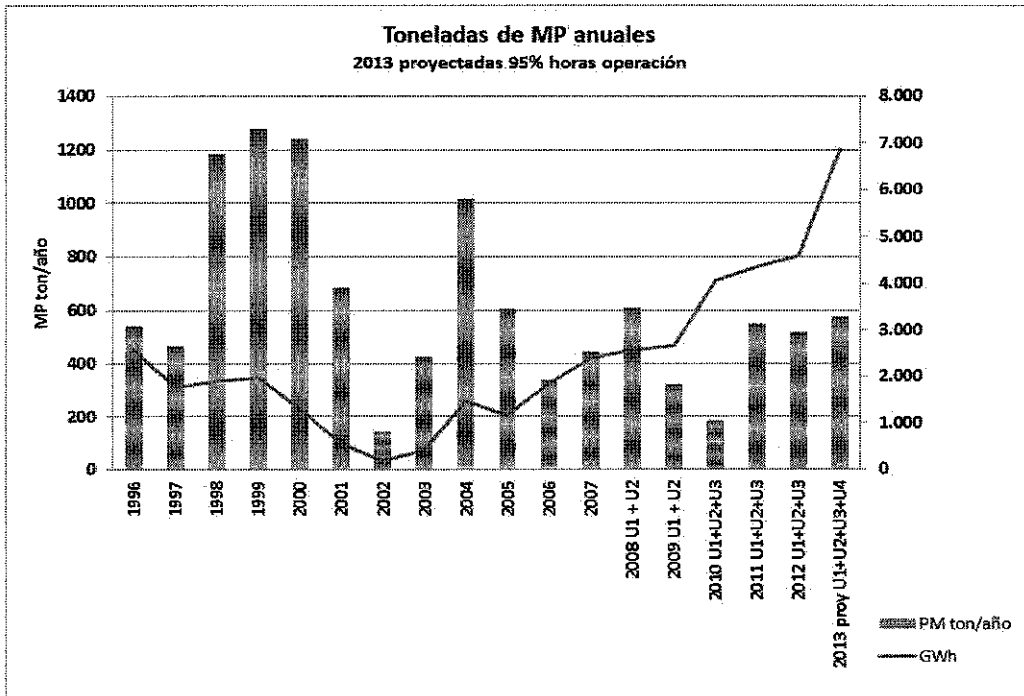


Figura 4.3 Emisiones de MP de La Central AES GENER.

4.6.1.2. Fundición y Refinería de Cobre

Por otra parte, el mismo análisis se realiza para la fundición CODELCO Ventanas en lo que respecta a Material Particulado y Dióxido de Azufre.

El proceso de fundición no genera importantes fluctuaciones en cuanto a la capacidad de producción o capacidad de fusión por cuanto esta está sujeta a la disponibilidad de la planta para cumplir con las metas de producción. Ante ello, resulta fácil relacionar los niveles de emisión a las capacidades de producción y definir con posterioridad, los respectivos regímenes de operación. Sin embargo, las fundiciones de cobre, se caracterizan no solo por sus emisiones en chimenea sino también, por su aporte significativo y a veces difícilmente cuantificable, de emisiones fugitivas.

De acuerdo a la figura 2.4 y de acuerdo a los reportes mensuales de la fundición, las emisiones tanto para material particulado como para Anhídrido Sulfuroso de la División Codelco Ventanas registran una disminución significativa en el transcurso del tiempo, cumpliendo con las metas del Plan. Se debe considerar que la fundición a excepción del año 2012, no ha experimentado variaciones significativas en la capacidad de fusión de concentrado, lo que influye en las emisiones totales.

Al igual que en el caso de las Centrales Térmicas, estas gráficas representan una situación referencial por cuanto el análisis de los balances históricos para azufre y arsénico así como los informes isocinéticos, han sufrido variaciones en cuanto a la cantidad de fuentes informadas o medidas, cambios estructurales en la planta y optimización de algunas operaciones.

Para el año 2011, la emisión total de MP de la fundición Ventanas fue de 433 toneladas, para arsénico fue de 95 toneladas mientras que para SO₂, la emisión fue de 13.845 toneladas.

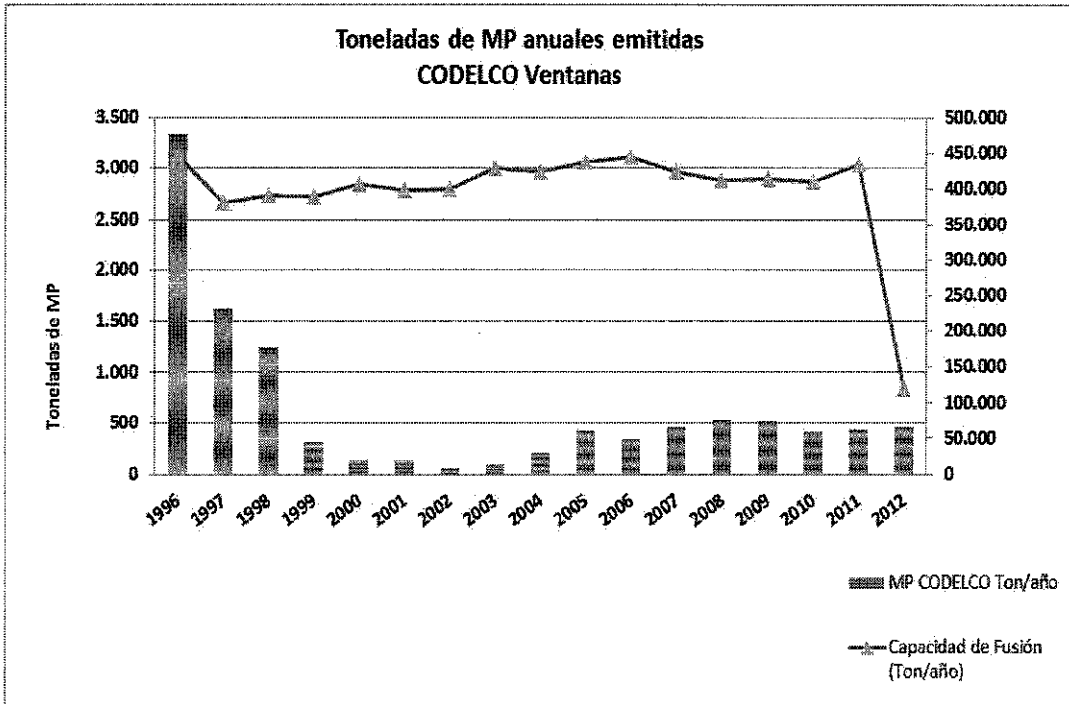


Figura 4.4 Emisiones de MP de Fundición CODELCO Ventanas

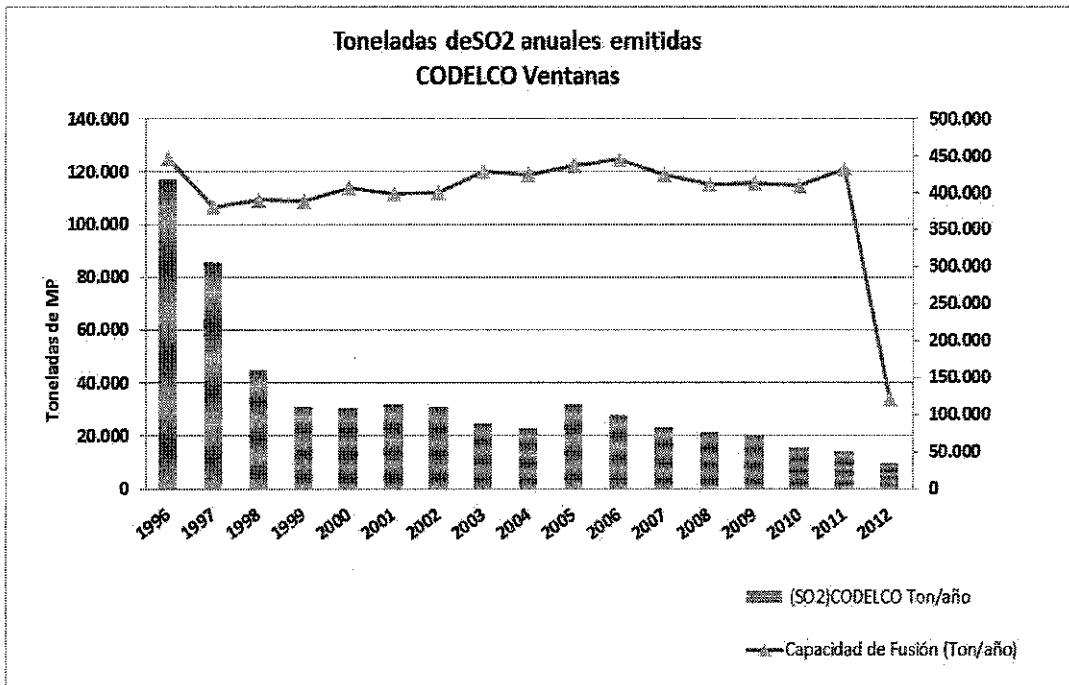


Figura 4.5 Emisiones de SO₂ de Fundición CODELCO Ventanas

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

4.6.2. EVOLUCIÓN Y ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE 1992-2013

4.6.3. Estaciones de Monitoreo Existentes en la Zona

En la actualidad la cobertura de monitoreo en la zona de Quintero-Puchuncaví, se ha visto incrementada a causa de compromisos de seguimiento ambiental comprometidos en las correspondientes Resoluciones de Calificación Ambiental de aquellos proyectos evaluados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (S.E.I.A). Es importante destacar, que esta ampliación de cobertura ha permitido hoy conocer situaciones de calidad del aire y meteorología superficial en zonas de las cuales no se disponía de información.

Otro antecedente a considerar, es que la incorporación de monitores continuos de material particulado MP₁₀ en forma paralela a los existentes, basados en métodos gravimétricos de alto volumen.

De las 5 estaciones originales de la Red CODELCO GENER, hoy existen 9 estaciones de monitoreo de calidad del aire, cada una con sus respectivas resoluciones de representación poblacional y/o de representatividad para recursos naturales.

La tabla siguiente 4.8, considera todas las estaciones existentes al 2013 mientras la tabla 4.9 identifica los parámetros que monitorea cada una de ellas.

Por otra parte y como consecuencia del emplazamiento de otros proyectos en la zona ya sea asociadas a las empresas originalmente reguladas en el Plan o empresas nuevas y dado los compromisos de monitoreo ambiental adquiridos por las mismas a través de los distintos instrumentos de gestión ambiental tales como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (S.E.I.A), la zona ha visto incrementado el número de estaciones y la cantidad de parámetros monitoreados, las cuales en su conjunto, permiten una importante cobertura en la zona de estudio.

Tabla 4.8

Coordenadas, ubicación de las estaciones de monitoreo existentes en la zona Quintero Puchuncaví

N°	Estación	Coordenadas UTM	Ubicación	Observaciones
1	La Greda	268131 E 6373877 N	Camino Principal La Greda S/N, Complejo Deportivo San Martín de la Greda	EMPR según Resolución N° 1924/2000 del Ministerio de Salud población según SECPLA Municipio, 1.363 hab. EMRRN de acuerdo a la Resolución N° 2040/2011 del Servicio agrícola y Ganadero.
2	Los Maitenes	270013 E 6372133 N	Escuela los maitenes	EMPR según Resolución N° 1924/2000 del Ministerio de Salud población según Censo 1992, 174 hab. EMRRN

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

				de acuerdo a la Resolución N° 2040/2011 del Servicio agrícola y Ganadero.
3	Valle Alegre	271835 E 6367385 N	Club de Campo AES GENER. Interior estación calidad de aire. Camino Rural Valle Alegre S/N	EMPR según Resolución N° 1924/2000 del Ministerio de Salud población según Censo 1992, 228 hab. EMRRN de acuerdo a la Resolución N° 2040/2011 del Servicio agrícola y Ganadero.
4	Puchuncavi	274376 E 6377316 N		EMPR según Resolución N° 1924/2000 del Ministerio de Salud, población según Censo 1992, 2.437 hab. EMRRN de acuerdo a la Resolución N° 2040/2011 del Servicio agrícola y Ganadero.
4	Sur	267397 E 6367995 N	Recinto telecomunicaciones de la Armada. Ruta Acceso A Quintero S/N	De acuerdo a la resolución N° 2040 del SAG, la estación de monitoreo corresponde a una estación monitora con representatividad de los Recursos naturales (EMRRN), pero actualmente cumple los criterios para representatividad poblacional (EMRP). Estudio de exposición en población humana.
5	Loncura	266094 E 6368533 N	Calle Las Garzas con las Brisas.	EMPR según Resolución N° 3229/2009 del Ministerio de Salud población según Censo 2002, 2.024 hab.
6	Quintero (CODELCO-GENER)	262528 E 6371087 N	O'higgins con Vicuña Mackenna, terreno ENTEL.	EMRP según Resolución N° 1527/2012 de SEREMI Salud Valparaíso. Población según Censo 2002, 21.174 hab.
8	Campiche	270343 E 6375300 N	Sector Campiche s/n	EMRP según Resolución N° 308/2004 de SEREMI Salud Valparaíso. Población según SECPLA Municipio, 692 hab.
9	Quintero Centro	262847 E 6369409 N	Enrique Meiggs 2164.	EMRP según Resolución N°322/2006 de SEREMI Salud Valparaíso. Población según Censo 2002, 21.174 hab.
10	Ventanas	267.548 E 6.374.612 N	Pasaje CORVI N° 125	EMRP según Resolución N° 661/2013 de SEREMI Salud Valparaíso. Población según Censo 2002, 2.690 hab.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Tabla 4.9

Parámetros monitoreados al 2013 por las estaciones existentes en las comunas de Quintero
Puchuncaví

N°	Estación	SO ₂	PM ₁₀ HV	PM ₁₀ Cont.	PM _{2.5} Disc.	PM _{2.5} Cont.	CO	O ₃	NOx	CH 4	HCNM	HCT	Metal es
1	Campiche		x					x	x		x	x	-
2	La Greda	x	x	x	x	x	x	x	x				Si ¹⁶
3	Los Maitenes ¹⁶	x	x	x	x	x	x	x	x	x			Si ⁹
4	Sur	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	Si ⁹
5	Puchuncaví	x	x		x			x	x				Si ⁹
6	Valle Alegre	x	x		x			x	x				Si ⁹
7	Quintero	x	x		x								Si ⁹
8	Quintero centro	x					x	x	x			x	
9	Loncura ¹⁷	x		x			x	x	x				
10	Ventanas	x	x	x	x	x	x		x				Si ⁹

Todas las estaciones de monitoreo de calidad del aire, cuentan con meteorología básica en lo que se refiere a las variables de velocidad y dirección de viento. No obstante, la Fundición y Refinería de CODELCO División Ventanas posee al interior de sus instalaciones, una estación de meteorológica completa (pp, H.R, T°, P°, R.S, etc.) cuyos datos, son utilizados para la elaboración de pronósticos meteorológicos diarios, siendo estos a su vez, insumos que permite a las empresas AES GENER y CODELCO manejar variables operacionales y de proceso en función de las condiciones meteorológicas. Especialmente, identificar las horas del día con características meteorológicas desfavorables y en consecuencia, pudieran suscitarse episodios críticos.

La figura siguiente, grafica la distribución de todas las estaciones existentes hoy en día en la zona circunscripta dentro del Plan de Descontaminación Ventanas:

15 As, Cd, Va, Cu, Se, Mo, Cr, Ni, Pb

16 MEDICIÓN DE PM10 Y PM2.5 DISCRETO Y CONTINUO

17 MEDICIÓN DE PM10 CONTINUO



Figura 4.6 Distribución de las Redes de Calidad del Aire existentes actualmente en la zona de Quintero y Puchuncaví.

4.6.4. Evaluación de la Evolución de la Calidad del Aire Según Normas Primarias, Desde la Implementación del Plan

En este capítulo, se analizará la evolución de la calidad del aire solo para las redes de CODELCO-GENER. No obstante y dado que la calidad del aire mide el aporte de distintas fuentes, no se debe perder de vista que a la fecha, se han incorporado diversas fuentes emisoras que son potencialmente impactan en la calidad del aire en las distintas estaciones. La única estación que se agrega a este análisis, es la estación Quintero, que pertenece a la Red CODELCO-GENER.

4.6.5. Evolución y Estado de la Calidad del Aire para Material Particulado MP10:

Al momento de establecerse el plan de descontaminación, los límites de calidad de aire respecto a material particulado respirables eran establecidos por el D.S.185/92, el cual fijaba sólo una norma primaria diaria de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Concentración Media aritmética diaria.

Esta normativa fue redefinida, al entrar en vigencia el D.S. 59/98 el 30 de Mayo de 1998. Este fue modificado por el D.S. 45 del 2001 con fecha de publicación 11 de Septiembre del 2001. El límite anual es sólo exigible para el año 2004 en adelante, debido a que se necesita el promedio de tres

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

años calendario. Debe tenerse presente que las estaciones de la Red Ventanas tienen calidad de Estaciones Monitoras de Representatividad Poblacional (EMRP), necesarias para la aplicación de la norma, a partir del 28 de Agosto del 2000 por Resolución N°1924/00 del Servicio de Salud Vía del Mar Quillota (SSVQ).

Por lo tanto, debido a que existe un cambio normativo a partir del año 1999, el análisis de cumplimiento de la normativa de MP_{10} en el presente informe se ha realizado teniendo las siguientes consideraciones:

El valor de concentración diaria de MP_{10} presentado en tablas y gráficos hasta el año 1998, corresponde a la máxima concentración diaria registrada el año correspondiente.

El valor de concentración diaria de MP_{10} en tablas y gráficos desde el año 1999 en adelante, corresponde al percentil 98 de los promedios de 24 horas registrados en un año.

Desde el comienzo de la operación de la red, el monitoreo para el PM_{10} , se ha realizado bajo métodos gravimétricos de alto volumen lo que permite obtener información respecto de este parámetro, cada 3 días. No obstante lo anterior, desde el año 2009 se fueron incorporando a algunas estaciones de la red CODELCO GENER, equipos de medición continua tanto para PM_{10} como para $PM_{2,5}$, dispuestos en forma paralela a las mediciones discretas. Por consiguiente, esto permitirá identificar situaciones que darían origen a emergencia o alerta ambiental acuerdo a la normativa vigente, situación que será analizada en capítulos posteriores.

En términos generales y de acuerdo a la información registrada por las estaciones, se da cuenta de una recuperación de la calidad del aire referida a la norma anual de MP_{10} , en comparación a las condiciones iniciales existentes al momento de aplicarse el Plan actualmente vigente. Este comportamiento, se presenta en todas las estaciones de la red CODELCO-GENER. Sin embargo, la estación La Greda, escapa a este comportamiento que por el contrario, no ha logrado salir de su condición de latencia desde el año 2002, tal como se muestra en la figura 4.7 y a la que su suma este periodo, la Estación Quintero quien también registra latencia para la norma anual de MP_{10} . Por otra parte, tanto la estación Puchuncaví como Valle Alegre, demuestran un incremento en la norma anual no obstante se encuentran bajo condición de latencia.

Actualmente, las labores de operación, mantención, calibración, análisis de laboratorios y procesamiento de datos están a cargo de la empresa externa SGS Chile Ltda.

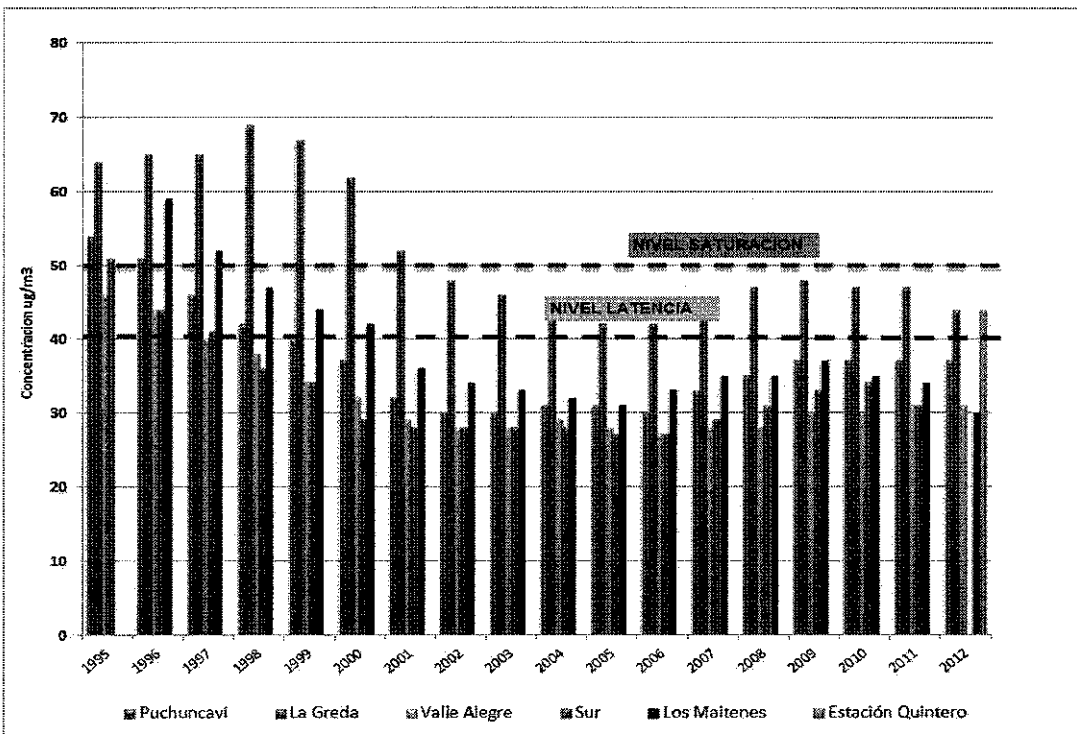


Figura 4.7 Evolución del PM_{10} anual en la Red Codelco-GENER

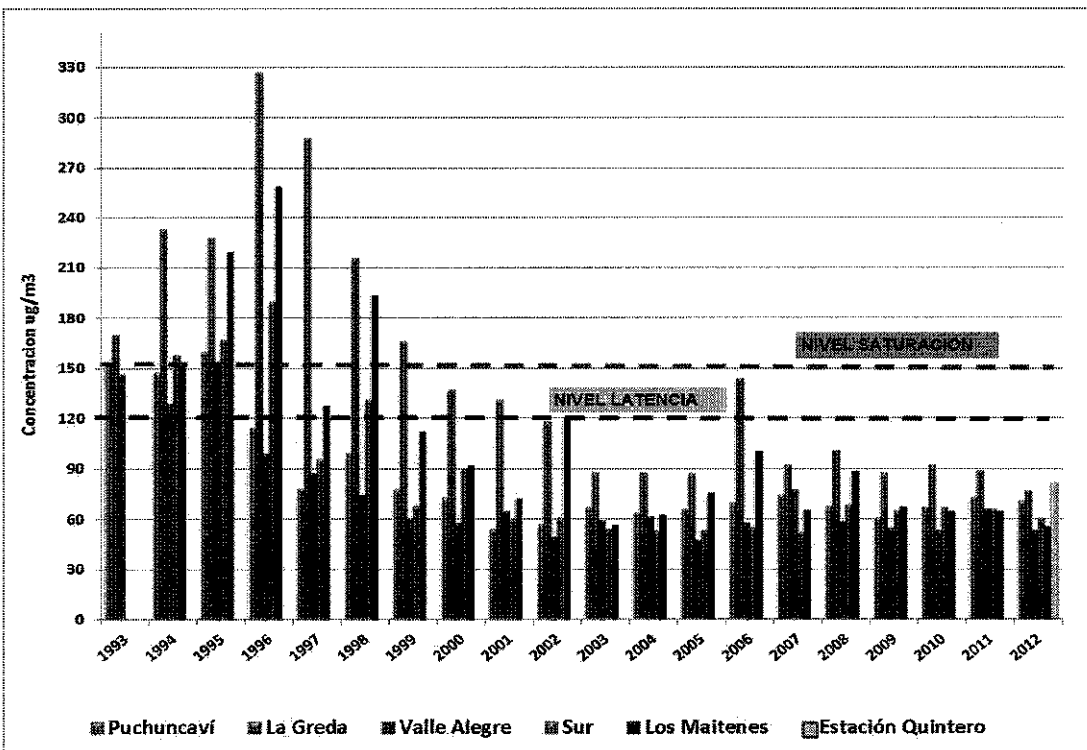


Figura 4.8 Evolución del PM_{10} Diario Red Codelco-GENER

Fuente: Informe Seremi de Salud 2011-2012 Informe Plan de Descontaminación Ventanas.

4.6.6. Evolución de la Calidad del Aire para SO_2

Al momento de establecerse el plan de descontaminación, los límites de calidad de aire respecto a SO_2 eran establecidos por el D.S.185/91, el cual fijaba tanto las normas primarias como secundarias, estos valores son presentados en la tabla 4.10

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

Tabla 4.10

Normas de Calidad del Aire para Anhídrido Sulfuroso

Norma Primaria	Norma Secundaria
Concentración media aritmética anual: 80 ug/m ³ N	Concentración media aritmética anual: 80 ug/m ³ N
Concentración media aritmética diaria: 365 ug/m ³ N	Concentración media aritmética diaria: 365 ug/m ³ N
No hay norma horaria primaria	Concentración media aritmética horaria: 1000 ug/m ³ N

El año 2003 el Decreto Supremo N°113/03 del MINSEGPRES "Norma Primaria de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO₂)", estableció nuevos límites y forma de verificación de la norma para los períodos Anual y de 24 horas, que reemplazaron los establecidos por el D.S N°185/91 como normas primarias, los cuales sin embargo permanecieron respecto de las normas secundarias.

En consideración a lo indicado en el artículo N° 17 de la normativa establecida por el D.S. N°113/2002 y publicada en el diario oficial el 06 de Marzo del 2003, dicha normativa entraría en vigencia a partir de 3 años promulgado el decreto. Es decir, a partir del 06 de Marzo del 2006.

En el caso de la Red Ventanas, debido a que las estaciones originarias fueron declaradas como Estaciones Monitoras con Representatividad Poblacional para Gases (EMRPG) a partir del 01 de Enero del 2004, por Resolución N°305/04 del Servicio de Salud Viña del Mar Quillota (SSVQ), la exigibilidad de la nueva normativa comienza a partir del 01 de Enero del 2007. Sin embargo, para facilitar el análisis de tendencia de los datos, la evaluación respecto a norma primaria de SO₂ se ha realizado utilizando los niveles y procedimientos establecidos en el D.S. N°113/2002.

Al igual que para caso del Material Particulado, se incorpora una nueva estación a la Red Codelco GENER con monitoreo de SO₂ para la comuna de Quintero.

En lo que respecta a las Normas primarias diaria y anual de SO₂, todas las estaciones de la red CODELCO GENER, registraron valores bajo latencia tanto para la norma diaria como para la norma anual tal como se ilustra en los gráficos siguientes y en los cuales además, se visualiza la evolución del contaminante SO₂ tanto para la norma anual como para la norma diaria respectivamente.

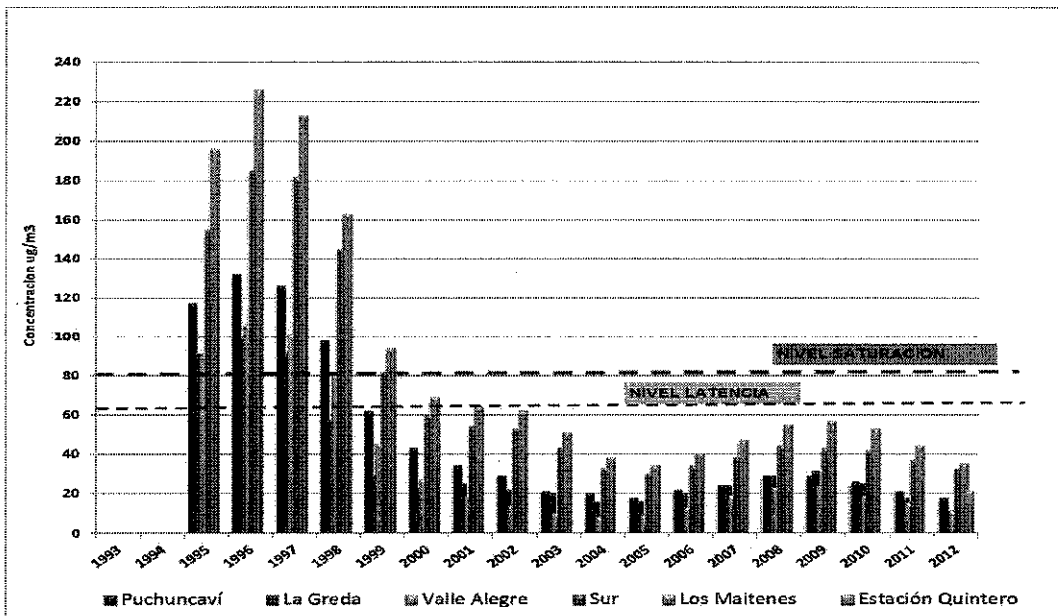


Figura 4.9 Evolución del SO₂ Anual de la RED CODELCO GENER

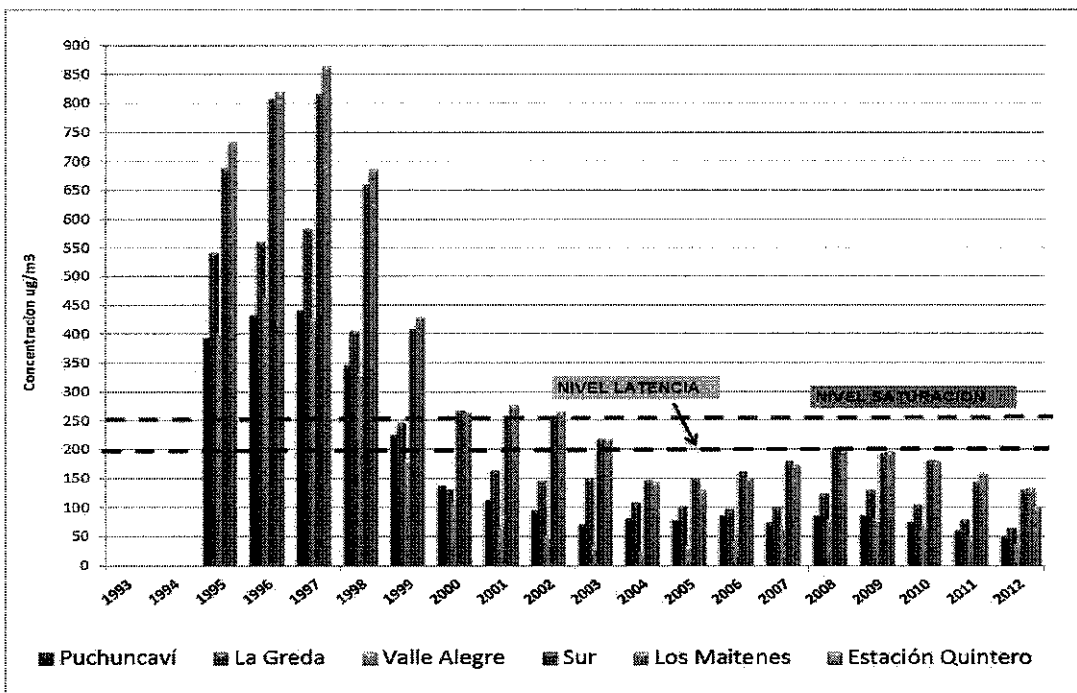


Figura 4.10 Evolución del SO₂ diaria de la RED CODELCO GENER periodo 2010-2012¹⁸

18 Fuente: Informe anual de Calidad del Aire Seremi de Salud evaluación 2010-2012 que incluye estación Quintero

4.6.7. Conclusiones Preliminares

- Históricamente en la zona industrial de las comunas de Quintero y Puchuncaví, el aporte de emisiones de SO₂ por parte de la fundición, fueron considerablemente mayor a las aportadas por las 2 Centrales térmicas a carbón existentes. Mientras que estas últimas, lideraban en términos de aporte a las emisiones de Material Particulado respecto a la fundición de cobre. Sin embargo y de acuerdo a los datos presentados en la tabla N° 4.7, es posible observar que al año 2012, no existe diferencia significativa entre las 4 centrales térmicas a carbón hoy existente y la fundición de cobre respecto de los aportes a las emisiones de material particulado y dióxido de azufre.
- Dicho lo anterior, es importante considerar que la Fundición de cobre es una fuente importante en cuanto a emisiones de MP, SO₂ y As. Dichas emisiones se canalizan por chimenea o pueden ser fugitivas. Estas últimas, cobran importancia al momento de establecer las emisiones netas de esta fuente emisora y la incertidumbre de las metodologías de estimación.
- Desde la implementación del Plan Ventana, se han incorporado en la zona, otras fuentes generadoras de emisiones de material particulado primario con efectos locales, asociadas a operaciones de almacenamiento, manejo y transporte de graneles sólidos. Dichas instalaciones están emplazadas muy cerca de poblados, generando problemas de PM10 como de material sedimentable lo que consignó el traslado de la Escuela Básica del Sector La Greda.
- La localidad de La Greda, se mantiene en latencia para PM10 anual. Dicha condición se ha mantenido desde el año 2002 desde que sale de su condición de saturación.

5. ANTECEDENTES NORMATIVOS

Con la idea en la población que el desarrollo económico y la conservación ambiental debían estar estrechamente unidos, se da origen a la legislación ambiental actualmente vigente.

5.1. LEY 19.300 O LEY DE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE

El 1 de marzo de 1994 se promulga se la Ley N° 19.300 o Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.

Esta Ley corresponde al marco jurídico del desarrollo de la actividad económica nacional y establece los principios generales para dar coherencia y organicidad a toda la legislación sectorial existente en nuestro Derecho.

5.1.1. Principios Generales de la Ley 19.300

Los objetivos que pretende cumplir la Ley 19.300 son:

- a. Velar por el cumplimiento de la garantía constitucional del art. 19 N° 8, referido al derecho de cada ciudadano a vivir en un ambiente libre de contaminación.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

- b. Crear una institucionalidad que permita la coordinación en materia de conflictos ambientales y se enfrente esta temática desde el ámbito nacional, regional y local, siempre velando por los intereses superiores del Estado.
- c. Establecer instrumentos o mecanismos que permitan darle cumplimiento a las normativas legales vigentes en temas ambientales.
- d. Crear un cuerpo legal que sirva de referencia a la legislación ambiental sectorial, para permitir su aplicabilidad y dejar abierta la posibilidad de hacer las mejoras en los respectivos cuerpos legales.

Los Principios Generales son los pilares fundamentales en que se basa o inspira la Ley 19.300 son los siguientes

1.-Principio de Realismo.- Pretende hacer de la ley un instrumento eficaz en su aplicación y que ésta tenga un alto grado de cumplimiento.

2.-Principio de Gradualidad.- Este principio pretende que las exigencias en el control ambiental, estándares de calidad de emisiones, impuestos a las emisiones, etc. se pondrán en práctica en forma paulatina, de tal modo que los agentes involucrados en estos procesos se ajusten gradualmente a las nuevas exigencias que deberán cumplir o hacer cumplir.

5.1.2. Principios de la política ambiental Instrumentos de la política ambiental

- 1.- Prevención
- 2.-De Gradualidad
- 3.-De Prevención
- 4.-De Responsabilidad
- 5.-De Eficiencia
- 6.-Contaminador/Pagador
- 7.-De Participación Ciudadana

5.1.3. Instrumentos de Gestión Ambiental

La Gestión Ambiental, se define como un conjunto de acciones encaminadas al uso, conservación o aprovechamiento ordenado de los recursos naturales y del medio ambiente en general. Implica la conservación de especies amenazadas, el aprovechamiento cinegético, el aprovechamiento piscícola, la ordenación forestal, la gestión industrial e, incluso, la gestión doméstica.

Para poner en práctica la Política Ambiental se requiere de instrumentos que ayuden en su implementación. Los instrumentos de gestión ambiental definidos en la Ley 19.300, permiten operacionalizar el articulado respectivo, ya que no constituyen un fin en sí mismos, sino que actúan

en forma complementaria y coordinada con otros elementos de la legislación ambiental y legislación general vigente y aplicable en Chile.

Los instrumentos de gestión, existentes son:

- Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (S.E.I.A.).
- Normas de Calidad Ambiental.
- Normas de Emisión.
- Planes de Prevención de Contaminación.
- Planes de Descontaminación.
- Planes de Manejo de Recursos Naturales Renovables.
- Participación Ciudadana en la Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.).
- Educación e Investigación Ambiental.

5.2. NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DEL AIRE APLICABLES, VIGENTES AL 2013

5.2.1. Normativa Primaria de Dióxido de Azufre SO₂ D.S 113/2002

La presente norma de calidad ambiental tiene por objetivo proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos y crónicos generados por la exposición a niveles de concentración de dióxido de azufre en el aire.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en la tabla 5.1

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en la tabla 5.1.

Tabla 5.1

Valores de Concentración Establecidos en la Norma Primaria de Calidad del Aire SO₂

Tipo de Norma	Valor	Período de Evaluación	Condición de Verificación	Decreto
	80 µg/m ³ N	Anual	Promedio de 3 años	
Primaria	250 µg/m ³ N	24 horas	Promedio 3 años percentil 99 de los promedios de 24 horas	D.S. Nº113/02

Artículo 7: Cuando el dióxido de azufre fuese precursor de otro contaminante normado, los planes de descontaminación o prevención que se establezcan para el control de este contaminante,

podrán incluir medidas de reducción de emisiones del contaminante dióxido de azufre, independientemente del cumplimiento de las normas de calidad de aire que esta norma establece.

5.2.2. Norma Secundaria de calidad del aire para SO₂ D.S 22/2010

830

El DS N° 22/2010 establece la norma secundaria de calidad ambiental para anhídrido sulfuroso. Para ello, en su artículo 2° define como Estación monitora con representatividad de recursos naturales (EMRRN), aquella Estación monitora que a través de la medición de la concentración ambiental de SO₂, representa la exposición a este contaminante de:

- a) Las explotaciones silvoagropecuarias ubicadas fuera de los límites urbanos establecidos por los instrumentos de planificación territorial;
- b) Los ecosistemas pertenecientes a áreas silvestres protegidas; y
- c) Las especies de flora y fauna silvestre puestas bajo protección oficial mediante decreto respectivo, o clasificadas oficialmente en las categorías "insuficientemente conocidas", "en peligro de extinción", "vulnerables" o "raras", según el procedimiento establecido en el D.S. N°75/04 del MINSEGPRES; y antes de ser sometidas a este procedimiento de clasificación, especies de fauna silvestre identificadas en alguna de las categorías de conservación señaladas anteriormente, según lo establecido en el DS. N° 5/98 del MINAGRI, Reglamento de la Ley N° 19.473, sobre caza.

El DS N° 22/2010, establece los siguientes criterios para definir cumplimiento normativo de calidad del aire en su norma secundaria:

Tabla 5.2

Valores de Concentración Establecidos en la Norma Secundaria de Calidad del Aire SO₂

Norma	Criterio de excedencia según DS 185/91 Ministerio de Minería (31 de mayo de 2010 hacia atrás)	Criterio de excedencia según DS 22/09 de MINSEGPRES (1° Junio de 2010 en adelante)
Norma Horaria	Valor máximo promedio de 1 hora mayor a 1.000 ug/m ³ N	Quando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año sea mayor o igual a 1000 ug/m ³ N o cuando en un año el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora sea mayor o igual a 2.000 ug/m ³ N
Norma diaria	Valor máximo promedio de 24 horas mayor a 365 ug/m ³ N	Quando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año sea mayor o igual a 365 ug/m ³ N o cuando en un año el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas sea

		mayor o igual a 730 ug/m ³ N.
Norma anual	Promedio de 1 año mayor a 80 ug/m ³ N	Cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual sea mayor o igual a 80 ug/m ³ N o cuando en un año el valor de concentración sea mayor o igual a 160 ug/m ³ N.

831

5.2.3. Normativa Aplicable Material Particulado MP₁₀ D.S N° 59/1998 y su Modificación D.S N° 20/2013

Artículo 3º.- La norma primaria de calidad del aire para el contaminante material particulado respirable MP₁₀ es ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 µg/m³) como concentración de 24 horas. **Artículo 2º** La norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP₁₀, es ciento cincuenta microgramos por metro cúbico normal (150 µg/m³N) como concentración de 24 horas.

Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado respirable cuando el Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual a 150 µg/m³N.

La norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP₁₀, es cincuenta microgramos por metro cúbico normal (50 µg/m³N) como concentración anual. Se considerará sobrepasada la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP₁₀, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 µg/m³N.

Tabla 5.3

Norma de Calidad de Aire para MP₁₀ establecida por D.S. N°59/98 y D.S. N°45/01

Tipo de Norma	Valor	Período de evaluación	Forma de verificación
Primaria	150 µg/m ³	Concentración de 24 hrs.	Percentil 98 de valores de un año o más de 7 días en un año

Se considerará sobrepasada la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP₁₀, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 µg/m³N.

En Diciembre del 2013, se publica la modificación del D.S N° 59/2008 mediante el D.S N° 20/2013 mediante el cual, se elimina el MP10 anual dejando regulado el material particulado diario. En resumen, los aspectos más relevantes de esta modificación, se resume en:

- Elimina el MP₁₀ anual.

- Mantiene vigencia del Decreto N° 59/98 hasta tres años posterior a la fecha de publicación de la nueva Norma.
- Mantiene los niveles que se consideran para la gestión de episodios críticos.
- La fiscalización de la norma queda bajo responsabilidad de la Superintendencia del Medio Ambiente.
- La Superintendencia del Medio Ambiente queda facultada para re-evaluar las estaciones EMRP.

5.2.4. Normativa de MP_{2,5}

En el año 2011, el ministerio del Medio Ambiente publica el Decreto Supremo N° 12, el cual establece la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable PM_{2,5}. Dicha decreto, entró en vigencia en enero del 2012 y establece los límites para la norma diaria y a anual según la siguiente tabla:

Tabla 5.4

Norma de Calidad de Aire para MP_{2,5} establecida por D.S. N°12/2011

Tipo de Norma	Valor	Período de evaluación	Forma de verificación
Primaria	50 µg/m ³	Concentración de 24 hrs durante 1 año	Percentil 98 de promedios diarios de un año
Primaria	20 µg/m ³	Promedio Anual	Promedio de 3 años consecutivos

5.3. NORMAS DE EMISIÓN

5.3.1. Norma de Emisión para Termoeléctricas

Actualmente, se encuentra vigente el D.S N° 13 del 2011 "Norma de emisión para termoeléctricas" que tiene por objeto controlar las emisiones al aire de Material Particulado, óxidos de Nitrógeno, Dióxido de Azufre y Mercurio. En dicha norma, se establece que las fuentes emisoras existentes deberán cumplir con los valores límites de emisión para Material Particulado (MP) en un plazo de 2 años y 6 meses, contado desde la fecha de publicación del presente decreto. El plazo de cumplimiento de los demás parámetros (SO₂ o NO_x) corresponderá a 4 años contados desde la publicación del presente decreto en zonas declaradas latentes o saturadas por MP, SO₂ o NO_x con anterioridad a esta fecha.

A continuación, se definen los escenarios de emisión para las centrales térmicas considerando la implementación de La Norma de Emisión para Termoeléctricas. Esta norma, establece para fuentes emisoras existentes y fuentes nuevas definidas en el D.S N° 13/2011, los siguientes límites de emisión en mg/m³N:

Tabla 5.5

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Límites de emisión establecidos en la Norma de Emisión de Termoeléctricas D.S 13/2011

Combustible Sólido	Material Particulado	Dióxido de Azufre
Existentes	50	400
Nuevas	30	200

En otras palabras, las centrales existentes en Puchuncaví, deberán cumplir con los límites de MP establecidos en la norma el 23 de diciembre del 2013 y el 23 de junio del 2015 para el SO₂.

“Sin perjuicio de los plazos señalados, en la primera revisión de la norma que se realice de conformidad al inciso 4º, del artículo 32, de la ley N° 19.300, se analizará la factibilidad de establecer un plazo para que las fuentes existentes se ajusten a los valores límites dispuestos para las fuentes nuevas”.

El artículo N° 6 de la Norma, establece que en caso que se aprueben planes de prevención o descontaminación con posterioridad a la vigencia de la presente norma de emisión, por alguno de los contaminantes que regula, se tendrán en consideración las reducciones realizadas para el cumplimiento de esta norma, a fin de evaluar las reducciones proporcionales, según lo dispuesto en el artículo 15, letra d), del DS N° 94, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para la Elaboración de los Planes de Prevención y de Descontaminación.

5.3.2. Norma de Emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico

D.S N° 28 del 2013 “Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico” que tiene por objeto proteger la salud de las personas y el medio ambiente en todo el territorio nacional. En dicha norma, se establece que las fuentes emisoras existentes deberán cumplir con las exigencias establecidas de límites de emisión anual para fundiciones existentes (SO₂ y As) y límites de emisión en chimenea para fundiciones existentes (SO₂, As y nivel de opacidad) en un plazo de 3 años, contado desde la fecha de publicación del presente decreto.

A continuación, se definen los límites de emisión establecidos para fundiciones existentes, especificando la fundición. No deberán exceder los siguientes límites de emisión para SO₂ y AS por año calendario:

Tabla 5.6

Límites de emisión establecidos en la Norma de Emisión de fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico para Fundición Ventanas D.S 28/2013

Fuente emisora	SO ₂ ton/año	As ton/año
Vigencia norma	14.650	48
Período transición	16.500	-

- Captura y fijación de azufre (S) y del Arsénico (As), igual o superior a un 95%.
- La emisión anual de SO₂ y As para el primer año de vigencia de la norma y para el período de transición de la norma deben ser calculadas según la siguiente relación:

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas “Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví”

- Emisión= (límite máximo de emisión / 12) * n° de meses restantes

Donde el n° de meses restantes corresponde a los meses contados desde la entrada en vigencia del decreto hasta diciembre de ese mismo año.

Las fundiciones existentes no deberán exceder los límites de emisión en la o las chimeneas de los siguientes procesos unitarios

Tabla 5.7

Límites de emisión en chimenea para fundiciones existentes establecidos en la Norma de Emisión de Fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico D.S 28/2013

Fuente industrial	Chimenea proceso unitario	Contaminante	Valor	Período de evaluación
Fundiciones de cobre	Plantas de ácido	SO ₂	600 ppm	Concentración horaria promedio
	Plantas de ácido	As	1 mg/Nm ³	Promedio mensual
	Secadores y Hornos de limpieza de escoria	MP	50 mg/Nm ³	Promedio mensual
	Hornos de limpieza de escoria	As	1 mg/Nm ³	Promedio mensual
Otras Fuentes emisoras de arsénico	Hornos de Refino	Nivel de opacidad	de 20%	
Otras Fuentes emisoras de arsénico	Plantas de ácido	SO ₂	660 ppm	Concentración horaria promedio
	Plantas de ácido	As	1 mg/Nm ³	Promedio mensual

Condiciones normales N corresponden a: 25°C y 1 atmósfera.

5.4. D.S N° 39/2012, REGLAMENTO PARA LA DICTACIÓN DE PLANES DE PREVENCIÓN Y DE DESCONTAMINACIÓN:

5.4.1. Aspectos Relevantes:

Artículo 2º.- El Plan de Prevención es un instrumento de gestión ambiental, que a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente.

El Plan de Descontaminación, por su parte, es un instrumento de gestión ambiental que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona calificada como saturada por uno o más contaminantes.

Artículo 6º.- El expediente y su archivo serán públicos. El archivo se mantendrá en las oficinas de la Seremi del Medio Ambiente correspondiente a la ubicación del Plan, donde podrán ser consultados por cualquier persona que así lo requiera.

Del contenido de los planes de prevención y/o de descontaminación

Artículo 18.- El Plan deberá contener los antecedentes y la identificación, delimitación y descripción del área afectada, una referencia a los datos de las mediciones de calidad ambiental que fundaron la respectiva declaración de zona saturada y/o latente y los antecedentes relativos a las fuentes emisoras que estuvieren impactando en dicha zona.

Además, dicho Plan deberá contener, a lo menos, las siguientes materias:

- a) La relación que exista entre los niveles de emisión totales y los niveles de contaminantes a ser regulados; entendiéndose como la relación entre la fuente emisora y el receptor;
- b) El plazo en que se espera alcanzar la reducción de emisiones materia del Plan
- c) La indicación de los responsables de su cumplimiento;
- d) Los instrumentos de gestión ambiental que se usarán para cumplir sus objetivos;
- e) La proporción en que deberán reducir sus emisiones las actividades responsables de la emisión de los contaminantes a que se refiere el Plan. Para tal efecto, el Plan podrá establecer el límite máximo admisible de emisión por carga y/o el límite máximo de emisión por concentración del contaminante, a las fuentes emisoras, de acuerdo a las mejores técnicas disponibles. Esta concentración deberá ser igual para todas las fuentes emisoras de similares características;
- f) La estimación de sus costos y beneficios económicos y sociales;
- g) La proposición, cuando sea posible, de mecanismos de compensación de emisiones;
- h) El aporte de las distintas fuentes a la emisión total;
- i) El Plan podrá formular un Plan operacional para enfrentar los episodios críticos de contaminación; la ejecución de acciones de cooperación pública; de programas de educación y difusión ambiental. Con todo, el Plan podrá considerar otros instrumentos de estímulo a acciones de mejoramiento y reparación ambientales;
- j) Un cronograma de reducción de emisiones y de entrada en vigencia de los instrumentos ya descritos;
- k) Las condiciones que se exigirán para el desarrollo de nuevas actividades en el área geográfica en que se esté aplicando el Plan;
- l) Un programa de verificación del cumplimiento de las condiciones y requisitos establecidos en el respectivo Plan, y
- m) La mención a la Superintendencia del Medio Ambiente como la autoridad a cargo de la fiscalización del Plan.

5.5. RESOLUCIONES DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL QUE DEBEN SER CONSIDERADAS

5.5.1. RCA N° 267/2009 Califica Ambientalmente Favorable al Proyecto “Central Térmica Energía Minera”

Esta Resolución contempla medidas de compensación de emisiones para SO₂ y MP, con una fuente regulada en el Plan de Descontaminación Ventanas del D.S 252/92 correspondiente a CODELCO División Ventanas, según consta en carta compromiso GGV 025/2008¹⁹. Entre los compromisos y medidas se encuentran:

Considerando 7.2.2.1.1: Las emisiones de SO₂ durante la etapa de operación, que alcanzarán como máximo a 3.176 (ton/año), se compensarán el 110%, que alcanzará a 3.500 (ton/año) de SO₂, mediante la reducción de emisiones fugitivas de este contaminantes, en las instalaciones de CODELCO Fundición Ventanas. El proyecto de reducción denominado “Aumento de la capacidad de tratamiento de gases en la Planta de ácido sulfúrico”, se presenta detalladamente en el anexo 2-1 del EIA.

Considerando 7.2.2.1.2: El proyecto de reducción de emisiones, consistirá en aumentar la capacidad de tratamiento de gases que provienen de las campanas de los hornos CT y CPS desde 125.000 hasta 140.000 m³N/hr con lo que se espera capturar 2.000 toneladas de azufre al año.

Considerando 7.2.2.2: Las emisiones de MP₁₀ durante la etapa de operación, que alcanzarán un máximo de 360 ton/año, se compensarán en un 110% mediante la reducción de emisiones de este contaminante en las instalaciones de CODELCO División Ventanas, donde se alcanzará una reducción de 220 (ton/año) de este contaminante. Complementario a la pavimentación de 5 km de vías no pavimentadas en el área de influencia del proyecto, que alcanzará una reducción de 160 (ton/año).

Considerando 7.2.2.3/7.2.2.3.1: Algunas acciones relevantes a considerar, comprometidas para compensar MP₁₀:

- Instalación de Precipitadores electrostáticos en Horno Eléctrico
- Implementación de Filtros de Mangas en sangrías de CT y H.E
- Implementación de filtros de mangas en secadores de concentrado
- Reducción de humos negros a través de post combustión en hornos basculantes y de refino.

¹⁹ http://seia.sea.gob.cl/archivos/e45_20080606.002053.pdf

5.5.2. RCA N° 275/2010 Califica Ambientalmente Favorable al Proyecto “Central Termoeléctrica Campiche”

Considerando 6.1 Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación: El proyecto contempla para la etapa de operación, la compensación de las emisiones de SO₂ en un 110%, mediante la instalación de un segundo desulfurizador de 70% de eficiencia, en el segundo ramal de los gases de salida de combustión de la caldera de la Unidad 2 de la Central Ventanas. Lo anterior significa, abatir 463 kg/h de SO₂.

En lo que respecta al Material Particulado, el 23 de agosto del 2011, se ingresa al S.E.A “Proyecto complementario de compensación de emisiones de MP proyecto Central Termoeléctrica Campiche”.

El proyecto contempla:

- El reemplazo en las unidades V1 y V2 de la Central Ventanas, de los equipos de control de material particulado actualmente existentes, por Filtros de Mangas de Alta Eficiencia (FME), los cuales comprometen emisiones de 20 mg/m³N en chimenea para MP.

Dicha propuesta fue aprobada mediante Ord. N° 1.550/2011 de la SEREMI de Salud Región de Valparaíso.²⁰

5.6. DE LOS PLANES DE PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN

5.6.1. Análisis De Los Mecanismos De Compensación Y De Mitigación Utilizados

Un plan de compensación comprende aquellas medidas cuya finalidad es, generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado. Por otra parte, las medidas de mitigación, corresponden a aquellas medidas orientadas a evitar o minimizar los efectos adversos de un proyecto o actividad en cualquiera de sus etapas.²¹

5.6.2. Marco Jurídico Vigente

20 [HTTP://SEIA.SEA.GOB.CL/EXTERNOS/FISCALIZACION/ARCHIVOS/DIGITAL_IDEXP2308845_IDFIS19214.PDF](http://SEIA.SEA.GOB.CL/EXTERNOS/FISCALIZACION/ARCHIVOS/DIGITAL_IDEXP2308845_IDFIS19214.PDF)

21 DECRETO 95 REGLAMENTO MODIFICA REGLAMENTO DEL SISTEMA DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

5.6.2.1. La Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente Indica:

Artículo 13 bis.- Los proponentes deberán informar a la autoridad ambiental si han establecido, antes o durante el proceso de evaluación, negociaciones con los interesados con el objeto de acordar medidas de compensación o mitigación ambiental. En el evento de existir tales acuerdos, éstos no serán vinculantes para la calificación ambiental del proyecto o actividad.

Artículo 45: Los planes de prevención o descontaminación contendrán, a lo menos: letra h) La proposición, cuando sea posible, de mecanismos de compensación de emisiones.

Artículo 47: Los planes de prevención o descontaminación podrán utilizar, según corresponda, los siguientes instrumentos de regulación de carácter económico:

- Normas de emisión
- Permisos de emisión transables
- Impuestos a las emisiones o tarifas a los usuarios, en los que se considerará el costo ambiental implícito en la producción o uso de ciertos bienes o servicios, y
- Otros instrumentos de estímulo a acciones de mejoramiento y reparación ambientales.

5.6.2.2. Decreto 95 Modifica Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Artículo 58: Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución. Se expresarán en un Plan de Medidas de Mitigación que deberá considerar, a lo menos, una de las siguientes medidas:

- a) Las que impidan o eviten completamente el efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
- b) Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes, o a través de la implementación de medidas específicas.

Artículo 60: Las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado. Dichas medidas se expresarán en un Plan de Medidas de Compensación, el que incluirá el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados, por otros de similares características, clase, naturaleza y calidad.

5.6.2.3. Decreto Supremo 185/91

Artículo 3 letra a) Compensación de Emisiones: Un acuerdo entre establecimientos de modo tal, que una de las partes practica una disminución de emisiones de modo tal, que una de las partes practica una disminución en sus emisiones de material contaminante al menos en el monto en que el otro las aumenta.

5.6.2.4. Mecanismo de Compensación de Emisiones

Luego de 20 años de la entrada en vigencia del Plan de Descontaminación Ventanas, gran parte de los proyectos existentes en la zona acotada en dicho Plan, incluida sus modificaciones que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, y que, generen emisiones de acuerdo a los siguientes criterios:

(Letra h, h.2.3) emisión o descarga diaria esperada de algún contaminante causante de la saturación o latencia de la zona, producido o generado por alguna(s) fuente(s) del proyecto o actividad, igual o superior al cinco por ciento (5%) de la emisión o descarga diaria total estimada de ese contaminante en la zona declarada latente o saturada, para ese tipo de fuente(s).

5.6.2.5. D.S 13/11 "Norma de Emisión para Termoeléctricas"

Artículo 6º. Las fuentes emisoras existentes que reduzcan emisiones para cumplir con los límites establecidos en la presente norma, sólo podrán compensar o ceder emisiones si acreditan reducciones adicionales a lo requerido producto del cumplimiento de la norma. En caso que se aprueben planes de prevención o descontaminación con posterioridad a la vigencia de la presente norma de emisión, por alguno de los contaminantes que regula, se tendrán en consideración las reducciones realizadas para el cumplimiento de esta norma, a fin de evaluar las reducciones proporcionales, según lo dispuesto en el artículo 15, letra d), del DS Nº 94, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para la Elaboración de los Planes de Prevención y de Descontaminación.

5.6.2.6. D.S 28/13 "Norma de Emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de Arsénico"

Artículo 10 Compensación o cesión de emisiones: Las fuentes emisoras que reduzcan emisiones para cumplir con los límites establecidos en la norma, sólo podrán compensar o ceder emisiones si acreditan una reducción adicional, permanente y verificable a lo requerido para el cumplimiento de la norma.

6. ESTUDIOS Y ANTECEDENTES QUE SIRVEN DE FUNDAMENTO AL PLAN

Se han utilizado los siguientes antecedentes para la elaboración del Anteproyecto del PDPPQ:

6.1. SECTOR PÚBLICO INVERSIÓN APROXIMADA \$ 937 MILLONES

6.1.1. "Propuesta y Análisis de Medidas de Reducción de Emisiones en la Zona Industrial de Ventanas"

Consultora AMBIOSIS S.A. Finalizado 2009

Nombre del Estudio: Monto Asignado \$: 13.000.000 aportados por CONAMA

Objetivo: Identificar, analizar y priorizar un conjunto de medidas de reducción de emisiones de Material Particulado (primario y secundario) y Dióxido de Azufre para las distintas fuentes emisoras (existentes y nuevas), evaluadas según costo-efectividad, factibles de incorporar en la reformulación del plan de descontaminación de dicha zona.

Alcance: Los alcances de este estudio permitirán conocer una lista priorizada de medidas evaluadas según su costo-efectividad, factibles de implementar tanto para las fuentes emisoras existentes nuevas en el área industrial de Ventanas y un programa de fiscalización con el que se controlará el cumplimiento y avance en la implementación de las mismas. Además, se espera contar con un diagnóstico de la situación actual de las fuentes en el área en relación a sus condiciones de operación y tecnologías de control instaladas.

Conclusiones principales: Las empresas debieran incorporar diversas medidas Mejoras tecnológicas existentes y disponibles y desarrollar gestiones operacionales para la reducción de las emisiones. Entre el ranking de medidas priorizadas según su costo efectividad, se destacan:

- **CODELCO VENTANAS:** para la reducción de MP, se destaca la priorización en la implementación de filtros de mangas en los distintos sectores de la fundición (Planta de secado, horno basculante y RAF, horno eléctrico, convertidores, etc.) por sobre la instalación de precipitadores electrostáticos, a razón promedio de 5 veces mayor costo.
- **CENTRALES TERMOELÉCTRICAS:** La reducción de emisiones para este tipo de fuentes, se puede priorizar de acuerdo al contaminante emitido. En el caso de los SO_x, el que ofrece mayor relación costo/efectividad corresponde a desulfurizadores secos (base a cal) por sobre la tecnología de desulfurización con agua de mar. En el caso de los NO_x, estos se priorizan en base al costo/efectividad para las unidades V1 y V2, mediante la tecnología SNCR (Reducción Catalítica No Selectiva, Reducción Química por medio de un catalizador y un agente reductor). Las Centrales Campiche y Nueva Ventanas, por su parte priorizan la utilización de equipos LNB (Low NO_x Burner) por sobre otra tecnología.

6.1.2. “Análisis General y Propuesta de Medidas de Actualización del Plan de Descontaminación Ventanas”

Ejecución: Septiembre 2008- Diciembre 2008.

Consultora Centros Tecnológicos Ambientales CETAM.

Nombre del Estudio: Monto Asignado \$: 14.000.000

Conclusiones principales: La contribución relativa de CODELCO es la más importante en la concentración total del SO₂. Su detención genera una reducción estimada de un 75% en las emisiones. Le sigue AES GENER con un 13% y las otras industrias con un 7%.

El, el crecimiento en un 10 % de GENER y las otras Empresas producen impactos menores en el aumento de las concentraciones de SO₂ con un 1.9 y 1.3 % respectivamente, Con un crecimiento similar (escenario 5), Codelco produciría un aumento estimado del 6% de las emisiones de SO₂.

La estimación del aumento de las emisiones por incorporación de nuevas plantas termoeléctricas sería de un 16 %.

6.1.3. “Plan de Gestión Atmosférico Región de Valparaíso”

Consultora AMBIOSIS S.A; UNTEC y Algoritmos S.A. Finalizado 2011

Nombre del Estudio: Monto Asignado \$: 230.000.000. Monto Asignado FNDR.

Conclusiones principales: Emisiones por fuentes industriales:

PM₁₀ principalmente de centrales térmicas a carbón y fundición primaria de Cu.

PM_{2,5} Centrales térmicas y almacenamiento de combustibles

SO₂, principal fuente Fundiciones de Cu y Termoeléctricas.

NO_x, principalmente Termoeléctricas.

Otras fuentes importantes: Fuentes móviles para CO, PM_{2,5}, fuentes fijas de combustión.

Los “eventos” de mayor concentración se deben principalmente a la estabilidad atmosférica y la variabilidad de las emisiones.

La mayoría de los “eventos” se generan en Quintero en horas de la noche.

Es necesario realizar mediciones continuas en todas las fuentes.

6.1.4. “Evaluación de Exposición Ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví”

Consultora CENMA. Finalizado en julio del 2013

Monto Asignado \$: 160.000.000

Conclusiones principales:

- Respecto de la actualización de un inventario para SO₂: Las mayores emisiones son aportadas por las fuentes areales y puntuales de Codelco Ventanas, del Puerto de Ventanas y de AES GENER.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
“Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví”

- Conclusiones respecto de la modelación de la dispersión de SO₂. La modelación coincide con estudios anteriores en el sentido de que durante la noche se genera una zona de isoconcentraciones que se mantiene en la noche sobre la bahía de Quintero. A las 07:00 comienza a desplazarse sobre el continente, disminuyendo su área pero dando paso a sectores con mayores concentraciones. Se mantiene entre las 07:00 y las 18:00 horas en el sector entre La Greda y Los Maitenes, lo que justifica que habitualmente las mayores concentraciones se encuentren en estas estaciones. A las 19:00 horas, esta zona de isoconcentraciones, avanza hacia la costa para permanecer en la bahía durante la noche. Además, determina que el patrón de los vientos y las condiciones meteorológicas son los forzantes del sistema ambiental que condicionan la dispersión de los contaminantes en el sector (específicamente para el As y Cu).
- Conclusiones respecto de las mediciones de material particulado fino (MP2,5) y de metales en filtros impactados con material particulado fino.
Respecto de la presencia de metales en filtros impactados por material particulado MP2,5, los metales zinc, cadmio, molibdeno, vanadio y manganeso no fueron detectados en ninguno de los dos sectores durante todo el estudio. Para los metales arsénico, níquel y mercurio, se encontraron pocos valores detectables durante el período de estudio, lo que puede vincularse con presencia ocasional en la zona, lo que resulta de poca significación desde el punto de vista de exposición a contaminantes. Los metales que con mayor frecuencia fueron detectados corresponden a cobre y selenio tanto para el sector de Concón como para el sector de Ventanas.
- Respecto de la determinación de la cantidad de material particulado sedimentable (MPS) y su contenido de metales: En la Comuna de Concón, de manera promedio se deposita más polvo que en el resto de las comunas estudiadas. Sin embargo, el análisis de composición química del material particulado sedimentable (MPS) arrojó que las mayores concentraciones de metales (Cd, As, Pb, Cu, Ni, Zn, Mn, V, Mo, Ni) se encuentran en la comuna de Puchuncaví, especialmente en el sector de La Greda, Los Maitenes y al interior de Puchuncaví. Las concentraciones de metales encontradas en el MPS en la comuna de Puchuncaví son semejante a las encontradas en el estudio de la Seremi de Salud en el año 2011. Para As y Cu el comportamiento promedio en el material particulado sedimentable y en el suelo superficial, sigue la secuencia Puchuncaví > Quintero > Concón lo que corrobora la influencia de los vientos en la dispersión de contaminantes desde el complejo industrial hasta la zona interior de Puchuncaví.

6.1.5. "Análisis de riesgo ecológico por sustancias potencialmente contaminantes en el aire, suelo y agua, en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví. septiembre, 2013"

Consultora CEA. Etapa, informe final 2013 en revisión.

Conclusiones principales preliminares:

- En relación a los efectos agudos (mortalidad), los bioensayos demuestran que los LC50, en general, están muy por encima de los niveles observados en la columna de agua del ecosistema de la bahía de Quintero. Las limitaciones de la conclusión es que los bioensayos exponen solamente en forma individual a los organismos, y es difícil evaluar el efecto conjunto con diferentes concentraciones de los distintos metales.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

- Los resultados de bioensayos crónicos, a diferencia de los agudos, muestran que varios organismos expuestos a los metales presentan efectos negativos con los protocolos internacionales. Los niveles a los cuales se presentan los efectos, en algunos casos se aproximan a las concentraciones encontradas en la columna de agua de la bahía de Quintero. Estos resultados sugieren que algunos tipos de organismos podrían estar sufriendo efectos crónicos.
- Considerando todas las descargas actuales y los aportes difusos asociados al MPS, se mostró que en general se observa un aumento en la concentración de metales en el sector de las descargas. Este aumento se explica en el hecho que los valores reportados de concentraciones totales de metales en las bases de datos SISS, muestran que incluso en el caso de las descargas térmicas, las concentraciones de metales son mayores a los valores medios medidos por el POAL en el sector de la bahía, encontrándose diferencias de un orden de magnitud para el caso de la concentración de cadmio total y hasta dos órdenes de magnitud para el caso del cromo total.

6.2. SECTOR PRIVADO

6.2.1. 2008, DICTUC "Inventario de emisiones de la zona de Ventanas y estimación de su impacto en la calidad del aire."

Ejecución: Junio 2007- Julio 2008.

Financiamiento: \$40 millones aportados por Convenio CODELCO/AES GENER

Objetivo: Realizar un análisis acabado de las emisiones de la zona de Ventanas de los denominados contaminantes criterios MP_{10} , SO_2 , NO_x , CCNM y CO y modelarlas para determinar el aporte de cada una de las fuentes de la zona, al estado de la calidad del aire. Junto con ello, se da a conocer la dispersión de contaminantes en la atmósfera, lo que resulta de ayuda para revisar y comparar los límites de zona saturada.

Alcance: Este estudio, servirá como antecedente más para actualizar el Plan de Descontaminación Ventanas.

Resultados:

- Las dos grandes fuentes, responsables de más del 85% de las emisiones de material particulado respirable, corresponden a la fundición primaria de cobre y a la central termoeléctrica de Ventanas, las que contribuyen con un 66,85% y 19,28%, respectivamente.
- Aparecen dos fuentes nuevas en la zona, con un aporte superior al 10% de las emisiones totales: el polvo resuspendido por acción del tránsito de camiones de gran tonelaje por vías pavimentadas y no pavimentadas en sitios industriales y las emisiones provenientes del gran movimiento portuario industrial existente en la zona.
- La tercera fuente de importancia dentro de las contribuyentes a las emisiones de material particulado, por su cercanía a la zona de La Greda son las actividades de transferencia de granos

Principales conclusiones para SO_x :

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

- se han identificado como responsables de las altas concentraciones de SO₂ en la zona, la fundición y refinería de cobre (Codelco División Ventanas) y la central termoeléctrica de Aes GENER.
- Aparece una nueva fuente de importancia como contribuyente a las emisiones de SO_x, las operaciones de embarcaciones en puerto (estas emisiones consideran aquellas generadas durante la entrada de las embarcaciones a la bahía, durante las operaciones de remolque y su estancia en el puerto, ya sea en muelle o en boyas). Esta nueva fuente aporta con casi un 10% a las emisiones de SO_x en la zona,

Principales conclusiones para NO_x:

- Las dos fuentes son las principales emisoras de óxidos de nitrógenos a la atmósfera: la central termoeléctrica de Ventanas y la Operación de Buques en la bahía.

7. ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA

A la fecha del primero de Diciembre de 2011 se firma el "Acuerdo de producción Limpia: Zona Industrial Puchuncaví–Quintero, Región de Valparaíso"

Las empresas firmantes que se comprometen en el acuerdo son Asociación de empresas V región, ASIVA, representada por José Gil R. y las empresas CODELCO CHILE, División Ventanas, representada por don José Alejandro Sanhueza Reyes; Puerto Ventanas S.A., representada por don Gamaliel Villalobos Aranda; ENAP Refinerías, representada por don Carlos Cabeza Faúndez quien a su vez es representado por don Juan Carlos Gacitúa Bustos; GNL Quintero S.A., representada por Antonio Bacigalupo Gittins y Claudio Villanueva Barzelatto; GASMAR, representado por Jaime Ugarte Palacios; MELÓN representada por doña María de Lourdes Velásquez Arratia, OXIQUM representada por Edmundo Puentes Ruiz, CATAMUTUN ENERGÍA S.A., representada por don Ricardo Gantz Grob; AEs Gener, representada por don Vicene Javier Giorgio; y ENDESA Chile, representada por Joaquín Galindo Vélez.

7.1. Antecedentes y fundamentos

El sector industrial de Puchuncaví y Quintero comenzó con la Fundición Ventanas, construida por la Empresa Nacional de Minería – ENAMI (actualmente, corresponde a la División Ventanas de CODELCO), iniciando operaciones de fundición en 1964. Debido a las emisiones contaminantes que afectaron a la población aledaña durante catorce años, en 1978, se prolonga la chimenea de la refinería, aumentando su longitud a 70 metros, constituyéndose en una de las más altas de Latinoamérica. Esta modificación produjo un cambio en la dispersión de los contaminantes, disminuyendo éstos en el sector de Los Maitenes y aumentado en Campiche y Puchuncaví (Díaz, 1998). Posteriormente, en el año 1966 se instaló un puerto que consistía en un muelle con dos sitios de atraque de calados que iban entre 7 a 9 metros, el cual fue construido por CHILGENER, (actual AES GENER S.A) junto con la Unidad 1 de la Central Termoeléctrica Ventanas.

En 1990, la Fundición Ventanas (actual CODELCO División Ventanas), Chilgener (actual AES Gener S.A) y el Ministerio de Minería implementaron un Plan de Descontaminación para el Complejo Industrial de Ventanas. Las medidas ambientales de este plan consideraron la instalación de una red de monitoreo de calidad del aire, la medición de parámetros meteorológicos y la puesta en marcha de una planta de ácido sulfúrico, que tiene por objeto la captura de gases. Finalmente, en abril de 1999, el proceso productivo del Complejo Industrial de Ventanas se ajusta a la norma de emisiones exigida por el DS N°252/92, y en julio de ese mismo año se cumple con los índices de calidad de aire del DS N°185/92. El 9 de Mayo del 2011, se publica la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP_{2,5}. Esta norma traerá consigo nuevas exigencias ambientales, las cuales se consideraron en el APL.

A raíz de lo expuesto anteriormente, con fecha 6 de abril de 2011, se firma la Carta de Compromiso entre el Ministerio de Medio Ambiente, el Consejo Nacional de Producción Limpia y 10 empresas de la zona industrial de Puchuncaví y Quintero, donde se comprometen a iniciar un trabajo conjunto con el sector público con el objeto de contribuir al desarrollo sustentable de dicho territorio, a través de compromisos concretos, no exigidos por el ordenamiento jurídico, tanto en materias ambientales, uso de la energía e higiene y seguridad laboral, bajo el enfoque de un Acuerdo de Producción Limpia (APL).

El APL representa un instrumento de gestión productiva y ambiental complementario a otros instrumentos de gestión ambiental, que se encuentran desarrollando las autoridades en conjunto con las empresas, para abordar las temáticas ambientales en la Zona Industrial y sus impactos en las comunas aledañas.

7.2. OBJETIVOS

7.2.1. Objetivo General

El APL tiene por objeto incorporar medidas y tecnologías de producción limpia, en las empresas firmantes, para reducir la contaminación y aumentar la eficiencia productiva y así generar acciones que prevengan y remedien los efectos ambientales de la actividad industrial en la zona Puchuncaví-Quintero.

7.2.2. Objetivos Específicos

Objetivos específicos de interés para PPDQP

- a. Incorporar las mejores técnicas disponibles (MTD) a los procesos productivos que se definan, a fin de mitigar las emisiones actuales.
- b. Mejorar la información para el control de las emisiones atmosféricas
- c. Prevenir las emisiones atmosféricas

7.3. METAS, ACCIONES Y PLAZOS DE CUMPLIMIENTO

Las empresas que se suscribieron voluntariamente en el Acuerdo, deben cumplir con las metas y acciones específicas que declararon, asimismo con los plazos comprometidos.

A continuación se expondrán las acciones a realizar en el Acuerdo que influyen o tienen efecto sobre la situación atmosférica en el territorio concerniente al PPDQP

7.3.1. Meta 1: Mejorar la gestión ambiental e incorporar mejores técnicas disponibles (MTD) a sus procesos

7.3.1.1. Empresa CODELCO División Ventanas

Acción 1.1.4: Reemplazar los hornos de refino de tipo horno reverbero por un horno vertical, para mejorar la eficiencia energética y eliminar emisiones de dioxinas y monóxido de carbono (humos negros)

Indicador de desempeño: Orden de compra de nuevo horno emitida

Plazo: Mes 24

Acción 1.1.5: Diseñar e implementar un nuevo sistema confinado para la descarga de concentrado de cobre a fin de evitar emisiones de material particulado.

Indicador de desempeño: Sistema de descarga confinado implementado

Plazo: Mes 18

Acción 1.1.13: implementar un sistema de captación de materia particulado generado en chimeneas de horno eléctrico y planta de secado

Indicador de desempeño: sistema implementado y en operación

Plazo: Mes 24.

Acción 1.1.14: Implementar un sistema adecuado de lavado de ruedas de camiones.

Indicador de desempeño: Sistema de limpieza en circuito cerrado de ruedas implementado,

Plazo: Mes 12.

7.3.1.2. Empresa ENAP Refinería S.A

Acción 1.2.2: Anticipar el cierre perimetral del patio de acopio de carbón de petróleo en terrenos de Puerto Ventanas S.A con una pantalla de protección ambiental, comprometido con la autoridad sanitaria.

Indicador de desempeño: Cierre del 100% del perímetro del acopio de carbón de petróleo en los terrenos de Puerto Ventanas S.A.

Plazo: Mes 6.

Acción 1.2.3: Realizar inspecciones periódicas al patio de acopio de carbón de petróleo a fin de controlar las emisiones fugitivas

Indicador de desempeño:

- ✓ Registro mensual de las inspecciones.
- ✓ Verificación del cumplimiento de las medidas para el control de humedad, altura de las pilas, limpieza y manejo de RILes.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

- ✓ Adopción de medidas correctivas, si corresponde

Plazo: mes 1 al 24

7.3.1.3. Empresa Catamutún Energía S.A

Acción 1.5.2: Optimizar el actual sistema de descarga de material clasificado en la tolva de alimentación, que permita controlar las emisiones de polvo fugitivo.

Indicador de desempeño: Sistema de descarga de carbón modificado y optimizado.

Plazo: Mes 12.

Acción 1.5.5: Estandarizar sistema de humectación de acopio y caminos.

Indicador de desempeño: Documento que contiene procedimiento preventivo de humectación de las canchas de acopio de carbón, accesos y caminos y su aplicación

Plazo: Mes 6.

Acción 1.5.8: Implementar un sistema adecuado de lavado de ruedas de camiones.

Indicador de desempeño:

- ✓ Sistema de lavado de ruedas implementado, eficiente en términos de uso del recurso agua.
- ✓ Captura, tratamiento y reuso del agua de lavado

Plazo: Mes 6

7.3.1.4. Empresa Puerto Ventanas S.A

Acción 1.6.1: Implementar un protocolo exigiendo el control del encarpado de los camiones que ingresan y salen del Puerto,

Indicador de desempeño: contar con un documento de protocolo y un sistema de verificación del cumplimiento de éste en el 100% de los camiones que ingresan y salen.

Plazo: Mes 12

Acción 1.6.2: Implementar sistema confinado en todas las torres de transferencia (lugar de traspaso de la carga desde una cinta a otra), a fin de capturar el polvo en suspensión.

Indicador de desempeño: Sistema implementado.

Plazo: Mes 6

Acción 1.6.3: Identificar potenciales fuentes responsables de varamientos de carbón en el borde costero del complejo industrial de Ventanas y generación de un plan de acción para su control

Indicador de desempeño:

- ✓ Informe que caracterice las trazas de carbón e identifique potenciales fuentes que provocan su varamiento
- ✓ Plan de acciones preventivas, control y mitigación de eventos de varamiento de carbón.

Plazo: Mes 12

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Acción 1.6.4: Implementar un sistema adecuado de lavado de ruedas de camiones.

Indicador de desempeño: Sistema de lavado de ruedas implementado, eficiente en términos de uso del recurso agua, el cual consideracaptura, tratamiento y reutilización de aguas de lavado
Plazo: Mes 12.

Acción 1.6.6: La empresa mantendrá todos sus acopios de concentrado de cobre cubiertos, de manera de evitar su resuspensión

Indicador de desempeño: acopios de de concentrado de cobre cubiertos permanentemente
Plazo: permanente

Acción 1.6.7: Mantener el cierre perimetral con malla protectoraen el área de carga de concentrado de cobre

Indicador de desempeño: malla protectora en área de carga de concentradode cobre
Plazo: permanente

Acción 1.6.8: Puerto Ventanas S.A. en conjunto con las empresas suscriptoras y que realicen procesos de carga, descarga, transporte y acopio de gráneles sólidos y líquidos en sus instalaciones, deberán generar e implementar protocolos de coordinación de las operaciones indicadas, con el propósito de informar, controlar y minimizar las emisiones fugitivas, vertimientos, varamientos y otros impactos asociados a las actividades operacionales señaladas. Puerto Ventanas aplicará estos protocolos de coordinación a todas las empresas que realicen estos procesos y que operen en sus instalaciones.

Indicador de desempeño 1: protocolos por empresa acordados con Puerto ventanas S.A considerando aspectos ambientales concordados con los organismos competentes, a través de la coordinación del CPL regional.

Plazo: mes 3

Indicador de desempeño 2: protocolos en implementación.

Plazo: mes 6

7.3.1.5. Empresa Gasmar S.A

Acción 1.7.2: Mejorar el sistema de odorización del gas actualmente utilizado.

Indicador de desempeño: Implementación de un sistema de odorización con elementos encapsulados que eviten fugas al exterior.

Plazo: Mes 12

7.3.1.6. Empresa Melón S.A

Acción 1.8.1: La empresa evaluará e implementará una alternativa para el manejo y almacenamiento de escoria básica granulada en instalaciones propias de la empresa eliminando el actual acopio en Puerto Ventanas.

Indicador de desempeño: Implementación de un sistema de manejo y almacenamiento de escoria básica granulada confinada en instalacionespropias de Melón S.A. consensuado con autoridades competentes.

Plazo: Mes 18

Acción 1.8.3: Generar un procedimiento que fije estándares mínimos de calidad con respecto al manejo, almacenamiento y transporte de clinker en el Complejo Industrial de Ventanas para empresas instaladas o por instalar en la zona de estudio con el objetivo de controlar emisiones fugitivas y un plan de mantención que asegure la eficiencia de las medidas de control así como su imagen asociada.

Indicador de desempeño: Documento que fija estándares mínimos de calidad con respecto al manejo, almacenamiento y transporte de clinker consensuado con autoridades competentes que para este caso serán Seremi de Salud, Seremi de Medio Ambiente y Autoridad Marítima.

Plazo: mes 12

7.3.1.7. Empresa AES Gener, Central Ventanas

Acción 1.10.1: Reportar semestralmente niveles de emisión de Níquel y Vanadio a las Seremis de Salud y Medio Ambiente.

Indicador de desempeño: Reporte de los niveles de emisión de níquel y vanadio a las autoridades competentes antes de la entrada en vigencia del D.S N° 13.

Plazo: Mes 6

Acción 1.10.2: Adelantar el plazo de 2 años que establece el DS N° 13 para instalar y certificar el sistema de monitoreo continuo de emisiones

Indicador de desempeño: Sistema de monitoreo continuo de emisiones instalado.

Plazo: Mes 12.

7.3.2. Meta 4: Mejorar la información para el control de las emisiones Atmosféricas

Acción 4.1: Aquellas empresas que cuenten con monitoreo continuo de emisiones en sus fuentes, enviarán a la Seremi de Salud en "TIEMPO REAL" la información de sus emisiones, previa certificación de los sistemas de medición conforme a un protocolo elaborado por la Seremi de Salud. Los sistemas de información en "tiempo real" de emisiones que se implementen, deberán ser coherentes con las iniciativas que se desarrollen en el marco de la actualización del Plan de Descontaminación Atmosférico del Complejo Industrial Ventanas y las exigencias contenidas en las nuevas y futuras normas de emisión tanto para Centrales Termoeléctricas, Fundiciones de Cobre y otras.

Se incluirá en este sistema de información los antecedentes de calidad del aire, los parámetros y pronósticos meteorológicos de aquellas empresas que cuentan con estaciones de monitoreo y/o unidad meteorológica, tanto dentro como fuera de sus instalaciones.

Lo anterior a fin que la Autoridad Sanitaria realice evaluación de las mismas y pueda tomar las acciones respectivas para prevenir los efectos en la Salud Pública de la población por episodios críticos que se puedan presentar debido a la presencia de contaminantes atmosféricos.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Indicador de desempeño 1: Sistema implementado de recepción de la información para calidad del aire y meteorología

Plazo: mes 6

Indicador de desempeño 2: Sistema implementado de recepción de la información de emisiones

Plazo: mes 12

Acción 4.2: Las empresas y los servicios públicos competentes, SAG, Seremi de Salud y Seremi de Medio Ambiente, evaluarán en conjunto la localización actual de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire que existen en la zona de Puchuncaví y Quintero, con el fin de mejorar la cobertura de la matriz de medición de calidad del aire en las comunas señaladas.

Indicador de desempeño: informe técnico entregado por ASIVA sobre la optimización de las estaciones de monitoreo de calidad del aire e informe de mejora en índice de cobertura, estandarización de parámetros y calidad de la información

Plazo: Mes 18.

Acción 4.3: Las empresas suscriptoras y que posean estaciones de monitoreo incorporarán la totalidad de éstas al Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINCA) administrado por el Ministerio de Medio Ambiente.

Indicador de desempeño: la totalidad de las estaciones de monitoreo incorporadas al SINCA.

Plazo: Mes 12.

7.4. Evaluación de Impactos del APL

ASIVA deberá elaborar un informe con indicadores de impacto económico, ambiental y social, en relación con los objetivos y metas comprometidas y otras mejoras o información, que permitan cuantificar el grado de mejoramiento del sector obtenido con el APL una vez que éste haya finalizado, sobre la base de la información que entreguen al respecto los auditores acreditados, las empresas y los Órganos de la Administración del Estado, informe que debe ser remitido al Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL).

Las empresas e instalaciones adheridas al Acuerdo y los organismos públicos, deberán colaborar con los antecedentes necesarios para el buen desarrollo del informe.

El plazo de entrega del Estudio de Evaluación de Impacto es el mes veintisiete (marzo 2014) contado desde la firma del APL.

8. ASPECTOS FÍSICOS, DEMOGRÁFICOS Y SOCIOECONÓMICOS DE LA QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ

8.1. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

La Comuna de Puchuncaví se ubica política y geográficamente en la V Región de Valparaíso, encontrándose al lado norte de la Provincia de Valparaíso. La superficie comunal comprende 301 Km² y se emplaza a 71°25' de longitud W y a 32°45' de latitud S. Puchuncaví limita al norte con la comuna de Zapallar (Provincia de Petorca), al sur con las comunas de Quillota (Provincia de Quillota) y Quintero (Provincia de Valparaíso), al este con las comunas de Nogales y La Cruz (Provincia de Quillota) y al oeste con el Océano Pacífico.²²

La Comuna de Puchuncaví, se caracteriza por tres formaciones:

- Sector Litoral: Comprende playas y arenales bajos, entre el límite comunal de Puchuncaví con Quintero y la desembocadura del estero de Puchuncaví;
- Planicie Central: Se extiende desde el litoral hasta aproximadamente la cota 200m. Es una extensión de suave colinaje recubierto por areniscas y arcillas Marinas. El conjunto de mesetas que la integran constituye, por el norte, la cuenca del estero Puchuncaví y su tributario el estero El Cardal y, por el oriente, la cuenca del sistema de esteros: Pucalán, Los Maquis, Chilicauquén, San Pancrancio y Malacara, sistema que desemboca en la Comuna de Quintero en el sector de Santa Julia donde, detenido por las dunas costeras, forma una amplia vega.
- Cordón de Cerros: Limitan la comuna por el oriente y el sur, cuyo punto más alto es el cerro Puntas Trepadas con 113 m. Este borde oriental es el límite de la Formación Horcón.

La Comuna de Puchuncaví se ubica política y geográficamente en la V Región de Valparaíso, encontrándose al lado norte de la Provincia de Valparaíso. Se emplaza a 71°25' de longitud W y a 32°45' de latitud S (Figura 1). Puchuncaví limita al norte con la comuna de Zapallar (Provincia de Petorca), al sur con las comunas de Quillota (Provincia de Quillota) y Quintero (Provincia de Valparaíso), al este con las Comunas de Nogales y La Cruz (Provincia de Quillota) y al oeste con el Océano Pacífico

La comuna de Quintero posee una superficie de 147 Km² de los cuales 10,2 pertenecen al área urbana y 163,8 corresponde a superficie rural.

Sus deslindes territoriales son:

- al Norte con Comuna de Puchuncaví.
- al Oriente con Comuna de Quillota.
- al sur con Comuna de Concón.
- al poniente con Océano Pacífico.

Se extiende sobre una planicie litoral entre la cordillera de la costa y el mar y cuenta con una superficie de 174,5 kilómetros cuadrados, lo que representa el 1% de la superficie regional. Tiene un área rural de 162,23 Km² y un área urbana de 12,27 La mayoría de su terreno es plano y con

²² PLAN DE DESARROLLO COMUNAL PUCHUNCAVÍ 2009-2012.

pendientes suaves. La utilización óptima del territorio se ve impedida por un gran sector de dunas y por la carencia de riego en la zona agrícola.

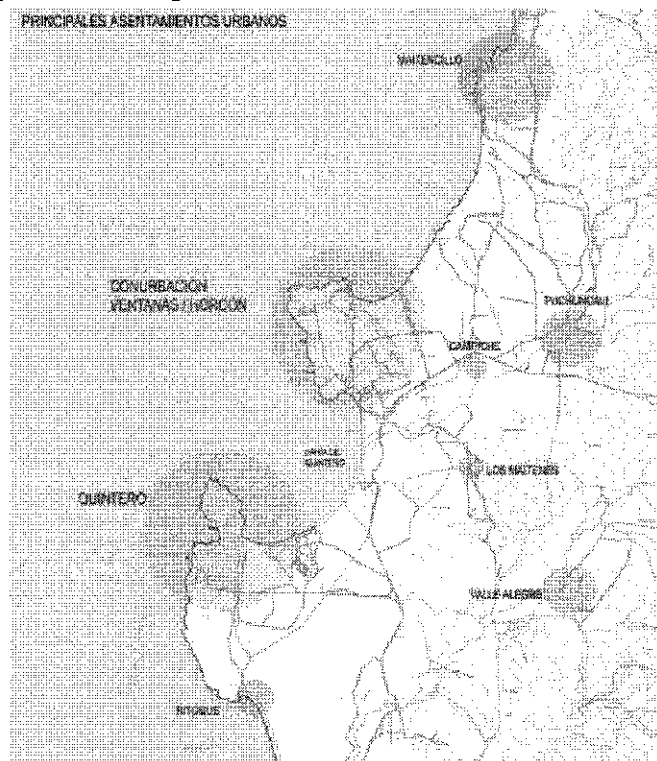


Figura 8.1 Principal Centros Poblados Comuna de Quintero y Puchuncaví

8.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIAL

8.2.1. Caracterización Demográfica

La Región de Valparaíso, de acuerdo al XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda, realizado en el año 2002 por el INE, muestra que la región posee una población que se asciende a 1.539.852 habitantes, representado por el 10,19% de la población nacional, y una densidad de 94,2 habitantes/Km².

La población se concentra preferentemente en áreas urbanas específicamente en las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar. En tanto, la Provincia de Valparaíso concentra un 57,0% de la población total regional.

En este contexto y de acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2002, la Figura 8.2 muestra que la comuna de Quintero 21.174 habitantes y para la comuna de Puchuncaví 12.954 habitantes.

853

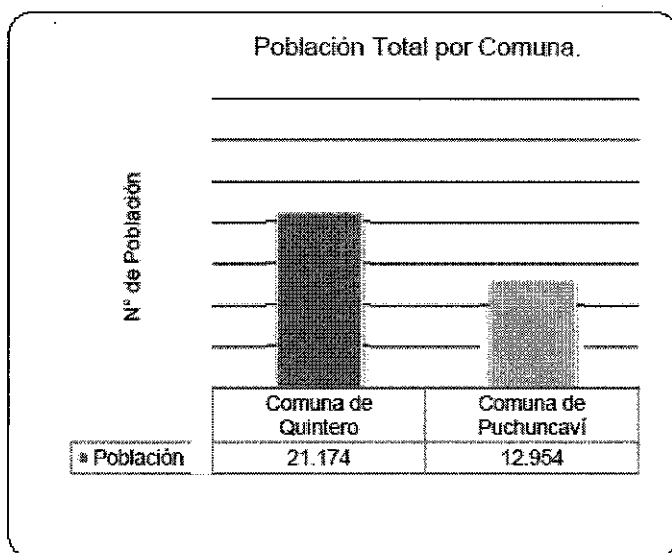


Figura 8.2 Población Total por Comuna²³

En lo que respecta a la comuna de Puchuncaví, esta cuenta con 12.954 habitantes, según datos arrojados por el Censo 2002, con una densidad poblacional de 43,19 habitantes por Km2.

Existe una acelerada tendencia a la concentración urbana, pudiendo señalarse que algo menos del 70% de la población se ubica en localidades urbanas, fenómeno originado principalmente por el desarrollo de la bahía de Quintero como centro de actividades industriales y portuarias.

En su estructura interna, la Comuna de Puchuncaví está compuesta por 22 localidades las 4 primeras están clasificadas como urbanas. Las localidades son:

Puchuncaví, Maitencillo, Las Ventanas, Horcón, El Paso, El Rungue, La Laguna, La Chocota, La Greda, Campiche, Los Maitenes, El Rincón, Pucalán, Los Maquis, Las Melosillas, La Estancilla, La Quebrada, La Canela, San Antonio, Potrerillos, El Cardal, Chilicaucén.

La distribución de población urbana es la siguiente, a la fecha del Censo 2002:

- Puchuncaví: 3.704 habitantes
- Ventanas-Horcón: 3.926 habitantes
- Maitencillo: 1.430 habitantes

Por otra parte, la comuna de Quintero posee una superficie de 148 km² y una población de 21.174 habitantes, de los cuales son 10.784 mujeres y son 10.390 hombres. Quintero acoge al 1,38% de la población total de la región. Un 11,59% (2.455 habitantes) corresponde a población rural y un 88,41% (18.719 habitantes) a población urbana.

En su estructura interna, la Comuna de Quintero está compuesta por 22 las 4 primeras están clasificadas como urbanas, conforme al Plan Regulador Comunal vigente. Las localidades son:

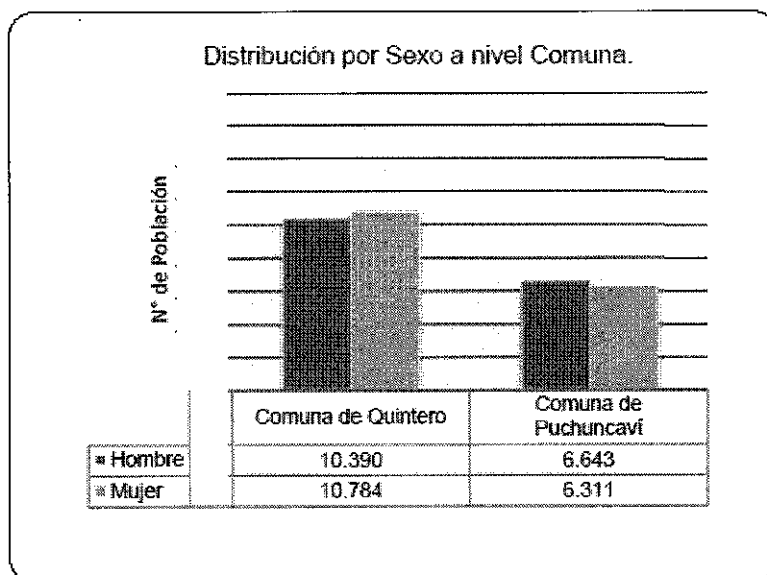
23 Fuente: Reportes Estadísticos Comunales 2012, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: Quintero y Puchuncaví.

Quintero Urbano, Loncura, Ritoque, Valle Alegre, Quintero, Santa Julia, Mantagua, Ramón, Santa Adela, El Mirador, Las Gaviotas, Santa Rosa de Colmo.

851

El desarrollo portuario de la bahía de Quintero, que en conjunto con las industrias emplazadas en ambas comunas, han tenido un efecto de radicación de personas en las áreas urbanas conllevando un importante desplazamiento de personas que provienen de los sectores rurales.

En la Figura 8.3 se observa el Índice de masculinidad en el año 2002 a nivel nacional que fue de 97,1, lo que significa que por cada 100 mujeres había 97,1 hombres. En este contexto podemos decir que la comuna de, Quintero con 96,35 y por último Puchuncaví con un índice de 105,26 siendo ésta comuna la que posee el índice de masculinidad más alto.



851

Figura 8.3 Distribución de población por sexo²⁴

A modo complementario y para efecto de políticas públicas, es importante conocer la distribución de la población en cada comuna por distrito censal.

Tabla 8.1

Distribución de Habitantes por Comuna

		Distrito Censal	N° Habitantes
Comuna de Puchuncaví	Total: 12.954 habitantes	Puchuncaví Urbana	2.800
		Ventanas Urbana	2.690
		Horcón Urbana	1.325
		Maitencillo Urbana	862
		El Paso Rural	198
		San Antonio Rural	35
		El Runge Rural	408

24 Fuente: Reportes Estadísticos Comunales 2012, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: Comuna, Quintero y Puchuncaví.

	Potreriños	Rural	47
	La Carretera	Rural	123
	La Quebrada	Rural	79
	El Rincón	Rural	122
	La Laguna	Rural	750
	Los Maquis	Rural	317
	Pucalán	Rural	245
	Las Melosillas	Rural	30
	Estancillas	Rural	18
	Los Maites	Rural	317
	La Greda	Rural	1.363
	La Chocota	Rural	682
	Campiche	Rural	692
Comuna de			
Quintero	Quintero	Urbana	18.723
Total: 21.174	Valle Alegre	Rural	393
habitantes	Dumuño	Rural	2.058

Fuente: Informe INE 2002, Región de Valparaíso.

8.2.2. Caracterización Socioeconómica

De acuerdo a los PLADECO de Quintero y de Puchuncaví, la actividad laboral se encuentra concentrada en la industria, pesca artesanal, servicios turísticos, agricultura, servicios domésticos y trabajos menores en casas particulares y/o complejos turísticos o empresas contratistas dedicadas especialmente al área de la construcción, trabajadores con nexo contractual de tipo indefinido.

De acuerdo al Ministerio de Planificación, la "línea de pobreza" está determinada por el ingreso mínimo necesario por persona para cubrir el costo de dos veces una canasta mínima individual para la satisfacción de las necesidades alimentarias (de esta forma se están considerando las necesidades no alimentarias también).

La "línea de indigencia" se establece por el ingreso mínimo necesario por persona para cubrir el costo de una canasta alimentaria. Son indigentes los hogares que, aun cuando destinaran todos sus ingresos a la satisfacción de las necesidades alimentarias de sus miembros, no logran satisfacerlas adecuadamente.

Los resultados de la encuesta CASEN 2009, establecen que la pobreza ha ido disminuyendo para la comuna de Puchuncaví, pero sucede el caso contrario para la comuna de Quintero, ya que del año 2006 al 2009 aumentó en 342 personas que se consideran pobres no indigentes y entre el año 2006 al 2009 aumentó en 121 hogares que se consideran pobres no indigentes.

Tabla 8.2

Niveles de estudio pobreza a nivel de población por comuna:

Comuna	Pobre Indigente	Pobre no indigente	No Pobre	Total
Quintero				
(% Según Territorio 2009)	5,09	100	12,97	81,94
Año 2006	911	2.918	20.068	23.897
Año 2009	1.280	3.260	20.599	25.139
Puchuncaví				
(% Según Territorio 2009)	7,41	6,68	85,91	100
Año 2006	129	2.325	12.250	14.704
Año 2009				
Región (% Según Territorio 2009)	3,44	11,6	84,97	100
País (% Según Territorio 2009)	3,74	11,38	84,88	100

Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2006-2009, Ministerio de Desarrollo Social.

La mayor parte del ingreso de los hogares tiene como fuente el trabajo, siendo los más significativos el sueldo y los salarios. Por lo que respecta a la distribución del ingreso total de los hogares, entre los años 2008 y 2009 se aprecia un leve aumento en la Región de Valparaíso, la cual tuvo incrementos importantes en relación a los sueldos y salarios, que va desde un 10,1% para el año 2008 a 10,4% para el año 2009. En relación a las comunas de estudio, también se refleja este incremento, de acuerdo al promedio del ingreso por hogar. La comuna de Puchuncaví logra superar en \$31.428 pesos al promedio de ingreso a nivel regional, pero en contraste la comuna de Quintero se encuentra bajo el promedio regional en \$116.337 pesos.

Tabla 8.3

Promedios Ingresos de los hogares por comuna.

Ingresos Promedios	Ingreso autónomo	Subsidio Monetario	Ingreso Monetario
Quintero			
Año 2006	424.926	4.245	429.170
Año 2009	502.034	15.474	517.507
Puchuncaví			
Año 2006	361.259	8.374	369.633
Año 2009	649.799	15.714	665.514
Región	618.371	18.133	636.504
País	735.503	18.792	754.295

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2006-2007
 Ministerio de Desarrollo Social.

Otra dimensión relevante en la condición social de la población es la salud y su acceso. El Departamento de Estadísticas e Información de Salud, del Ministerio de Salud, muestra que de las dos comunas en estudio, solo una comuna (Quintero) posee un hospital mientras que Puchuncaví, posee un centro de salud ambulatorio. Finalmente tanto Quintero como Puchuncaví, poseen postas rurales, la primera con una unidad y la segunda con dos unidades respectivamente.

El sistema de salud que predomina para las dos comunas es el sistema público, correspondiendo para Quintero el 86,98% y para Puchuncaví el 85,05%. Luego le sigue la categoría de Isapre que para la comuna de Puchuncaví corresponde el 7,85%; y para Quintero le sigue la categoría de particular con un 10,62%. En la Tabla 13 se representa el sistema de salud para la población de las comunas de estudio.

La tasa de natalidad corresponde a la comuna de Quintero, al igual que la tasa de mortalidad infantil. La Tasa de Natalidad de la comuna de Quintero, supera la tasa de natalidad de la Región de Valparaíso, al igual que la tasa de mortalidad infantil, adhiriéndose la comuna de Puchuncaví. La Tasa de Mortalidad General se mantiene equilibrada en comparación con la comuna de Quintero y Puchuncaví en relación a la Región.

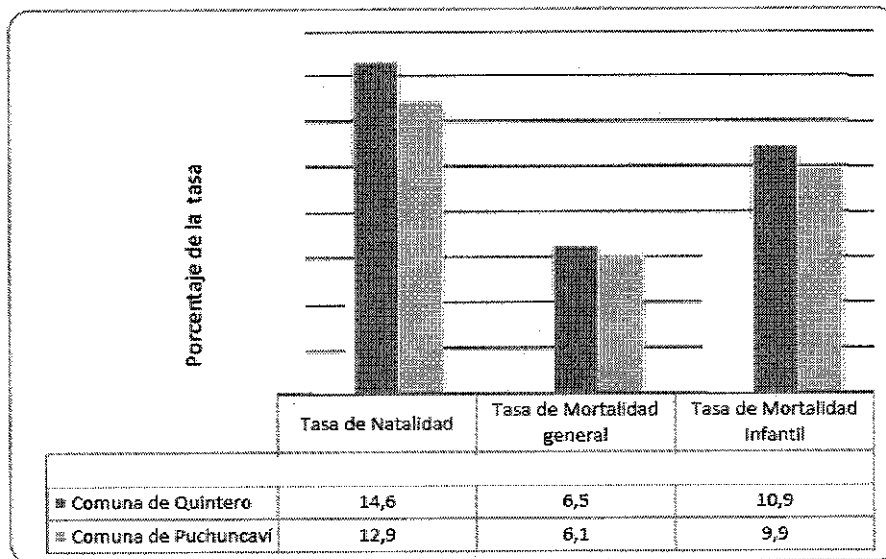


Figura 8.4 Tasa de Natalidad, Tasa de Mortalidad General e Infantil por Comuna²⁵

8.3. USOS DE SUELO

Las capacidades de uso de suelo identificadas en el área de estudio de acuerdo a los datos del CIREN y fuentes de información del Estudio de Análisis de Riesgo realizado por CENMA, se representan en la siguiente tabla:

²⁵ Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), Ministerio de Salud (MINSAL) año 2009.

Tabla 8.4

Área usos del suelo por comuna (km²)

USOS/COMUNAS	QUINTERO	PUCHUNCAVI	TOTAL
Áreas urbanas e industriales	10	9,56	19,46
Terrenos agrícolas	5,6	20,9	26,5
Praderas y matorrales	103,4	200,2	303,5
Bosques	15,4	65,3	80,7
Humedales	2,2	3,01	5,21
Áreas desprovistas de vegetación	11,01	1,3	12,84
Cuerpos de agua	0,4	0,1	0,8

De acuerdo a los antecedentes aportados por el estudio “Evaluación de riesgos para la salud de las personas y biota terrestre por la presencia de contaminantes, en el área de influencia industrial y energética las comunas de Concón, Quinteros y Puchuncaví” realizado por la PUCV-UV informe 2 del 2012, se desprende que en lo que respecta a la zona de estudio, las ciudades, poblados y zona industrial representan el 4% de la superficie. Por otro lado el área destinada a la minería industrial ocupa un 2%. Además el 3% corresponde a playas y dunas actualmente destinado para la recreación y ocio de la población.

La zona destinada a producción agrícola se divide en plantaciones jóvenes o recién cosechadas que ocupan el 1% y las plantaciones en producción que usan el 9% del suelo. Hay un 4% usado por terrenos agrícolas. Luego un 23% de la superficie es usada para praderas anuales y un 2% para rotación entre cultivo y pradera. Además un 1% son vegas que tienen un alto potencial de biomasa para la producción ganadera.

También se encuentra bosque con especies exóticas y asilvestradas, si bien son más extensas que el bosque nativo no supera el 1%.

Los matorrales ocupan la mayor parte del territorio, cerca del 45%. Aquí destaca el matorral semidenso con 15%, muy abierto con 11%, abierto con 10%. Luego le siguen el matorral denso con 4%, matorral arborescente denso y semidenso con 2% cada uno. Finalmente el matorral arborescente abierto con 1%.

8.4. CLIMA, METEOROLOGÍA Y CALIDAD DEL AIRE

8.4.1. Clima

La zona costera de Puchuncaví y Quintero se caracteriza por un clima templado, cálido lluvioso, con vientos predominantes en dirección mar-valle durante el día y valle-mar durante la noche. Además, se presentan nieblas matinales y lloviznas débiles que producen baja amplitud térmica diaria y

anual; la humedad atmosférica es alta, alcanzando un valor promedio de 82% y el 80% de la precipitación anual ocurre entre los meses de mayo a agosto.

859

Este clima alcanza incluso los valles, caracterizándose por una gran cantidad de nubosidad que se observa todo el año, con mayor intensidad en invierno, asociada a nieblas y lloviznas. La precipitación media anual oscila entre 200 a 300 mm, alcanzando hasta 400 mm en la zona del río Aconcagua.

La temperatura y humedad están influenciadas por el dominio marítimo de la zona, dando paso a precipitaciones en forma de lluvia y neblinas de baja altura que llegan hasta la vertiente occidental de la cordillera de la costa. La temperatura media anual es de 14.8º, presentando una variación térmica de 5.4º y mínimas de 8.6º a 9.2º (Cosio *et al.*, 2007).

8.4.2. Vientos: Análisis De Ciclos Diarios Y Estacionales

Tanto el estudio del CENMA²⁶ como de UNTEC²⁷, se han realizado análisis estadísticos de los datos meteorológicos obtenidos desde la estación Principal perteneciente a la red CODELCO_GENER con el fin principal de establecer el comportamiento de los perfiles de vientos predominantes en la zona de estudio y entender el transporte de los distintos contaminantes emitidos por las fuentes emisoras.

En un terreno complejo tal como se presenta en la zona de estudio, la variabilidad meteorológica está fuertemente modulada por efectos térmicos (brisas valle/montaña y mar/tierra). Por ello, los ciclos diarios son muy importantes para entender la variabilidad intra-diaria de una variable atmosférica.

Recopilación de información redes de Puchuncaví y Quintero de los años 2000 al 2010 se basó en las variables disponibles para la confección de la base de datos con registros horarios. Básicamente las variables consideradas son:

Intensidad del Viento, Dirección del Viento, humedad relativa, Precipitación, Radiación Solar y Presión atmosférica

De los resultados y análisis de los estudios citados es posible dilucidar el comportamiento único del viento para cada una de las diferentes estaciones pertenecientes a la red de monitoreo emplazadas en la zona.

El estudio del CENMA se basa en los criterios de similitud comparando estaciones sobre la función de distribución de datos empíricos con la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras independientes. Respecto a la información meteorológica, puntualmente se analizó la base de datos del viento superficial (velocidad y dirección) utilizando el software WINDOGRAPHER.

26 NOMBRE DEL ESTUDIO "EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL A SUSTANCIAS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES PRESENTES EN EL AIRE, COMUNAS DE CONCÓN, QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ

27 NOMBRE DEL ESTUDIO "DIAGNÓSTICO PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICA – REGIÓN DE VALPARAÍSO IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO ATMOSFÉRICO"

Este programa puede leer rápidamente los archivos de datos de viento de recursos creados y registradores de datos, clasifica los diferentes tipos de datos identificando variables y unidades. Puede generar gráficos diversos, entre ellos rosas de viento por horas y meses; ciclos diarios, semanales, mensuales y anuales, distribución de frecuencias, entre otros, permitiendo además graficar y relacionar los parámetros entre sí.

Por otra parte, UNTEC utilizó la componente meteorológica de WRF basada en un núcleo dinámico numéricamente avanzado y computacionalmente eficiente, apropiado para la simulación de fenómenos característicos de unos metros hasta miles de kilómetros. Posteriormente, el modelo fue validado realizando un análisis comparativo respecto de los datos observacionales y los modelados. Cabe destacar que para este análisis, se utilizaron los datos comprendidos entre el periodo 2000-2011.

Con fines de caracterizar la estabilidad atmosférica también se usaron datos del radiosondeo de la estación de Santo Domingo disponibles a través de la Universidad de Wyoming, EE.UU: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>.

Ambos estudios concluyen que todas las estaciones difieren significativamente entre sí en cuanto a su función de distribución en la dirección del viento. En otras palabras, Con el patrón de la dirección del viento en el área de estudio es totalmente diferente en todas las estaciones de monitoreo, por lo cual, el o los contaminantes potenciales se moverán en direcciones diferentes y se encontrarán en diferentes concentraciones de entre la zona bajo estudio.

La importancia de visualizar la dirección de viento como una variable independiente, se justifica porque a pesar que la contaminación es función de la cantidad de emisiones atmosféricas, de factores geográficos y de ciertos fenómenos y parámetros atmosféricos, el viento horizontal superficial es una variable de fácil adquisición y fundamental para explicar el desplazamiento de una masa de aire. El viento es el fenómeno natural que actúa como medio de transporte de los contaminantes desde la fuente emisora a los receptores, en este caso registrado por una estación de monitoreo.

En lo que respecta a los ciclos diarios de vientos de los datos analizados durante el periodo 2000-2010, las seis estaciones presentan velocidades de vientos que se incrementan a partir de las 10 de la mañana y disminuye a partir de las 21 horas. Los máximos se producen a las 15 horas en todas las estaciones a excepción de la estación Sur que presenta su máximo a las 16 horas. Es esperable que la estación Principal tenga una mayor velocidad de vientos que las demás estaciones, puesto que presenta condiciones costeras. El resto de las estaciones están ubicadas más al interior, por lo que presentan velocidades de vientos menores.

Por otro lado, se puede indicar que todas las estaciones presentan el mismo patrón de comportamiento de vientos en el periodo de 24 horas.

861

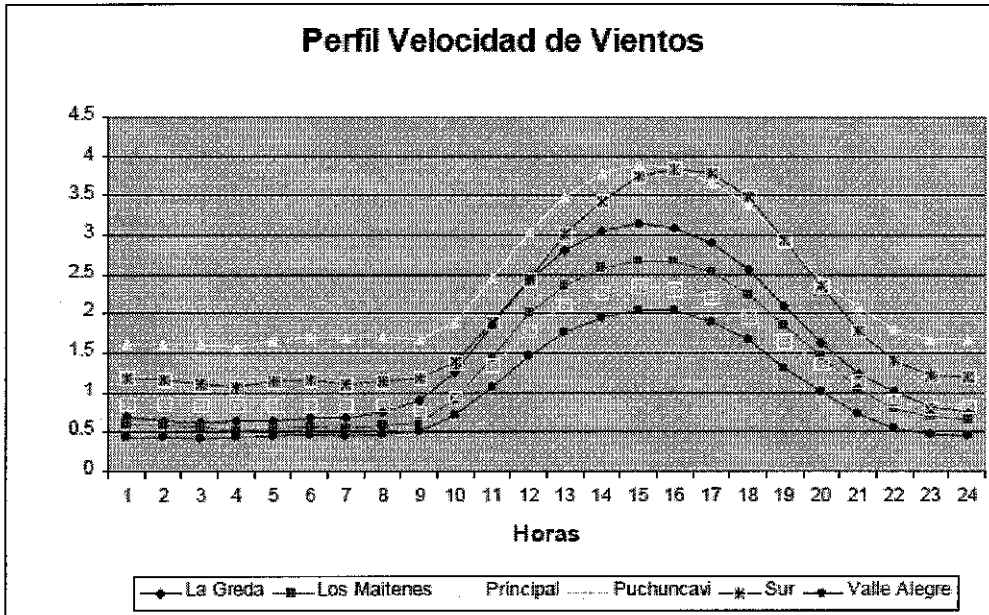


Figura 8.5 Perfil de velocidad de vientos horarios Estaciones de la Red CODELCO-GENER

En lo que respecta al perfil anual de velocidades de vientos para la estación Principal, se puede apreciar que esta estación, es la que presenta mayores velocidades de vientos en el año. También se puede observar que las estaciones de Los Maitenes y Puchuncaví, presentan aproximadamente las mismas velocidades anuales a pesar de que se encuentran en lugares distintos y que presentan además una topografía distinta. En conjunto, todas las estaciones presentan el mismo patrón de comportamiento anual en que la velocidad del viento tiende a ser mayor durante los meses de verano.

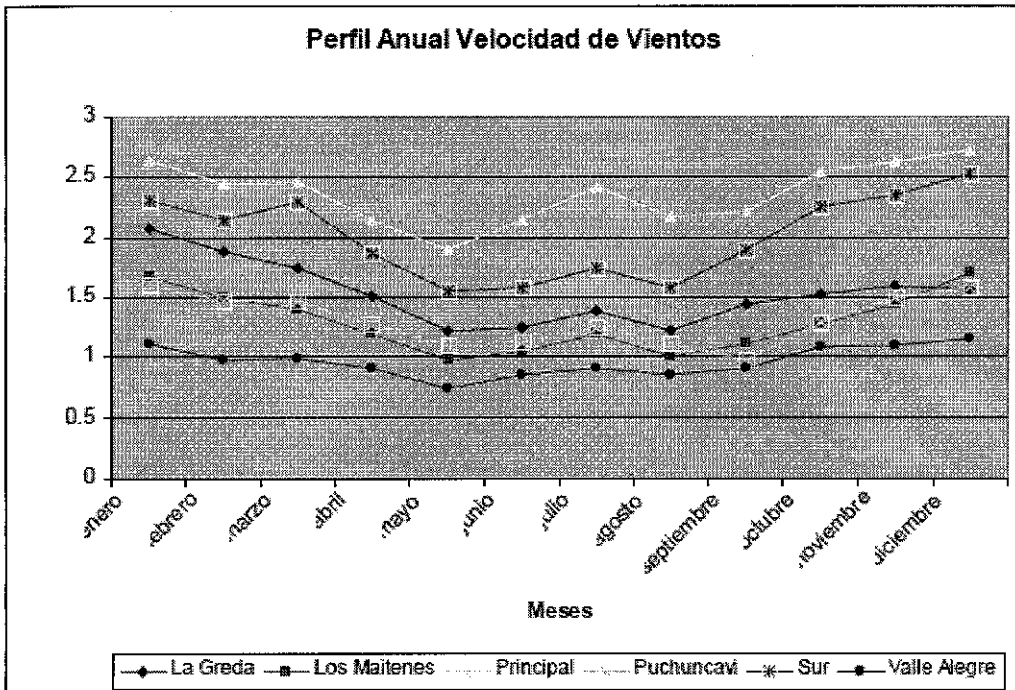


Figura 8.6 Perfil de velocidad de vientos Anual Estaciones de la Red CODELCO-GENER

8.4.2.1. La Greda Ciclo anual

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

El periodo total de medición en La Greda es de aproximadamente 11 años, del 01 marzo 2000 al 01 diciembre de 2010. La información fue obtenida a una resolución horaria.

862

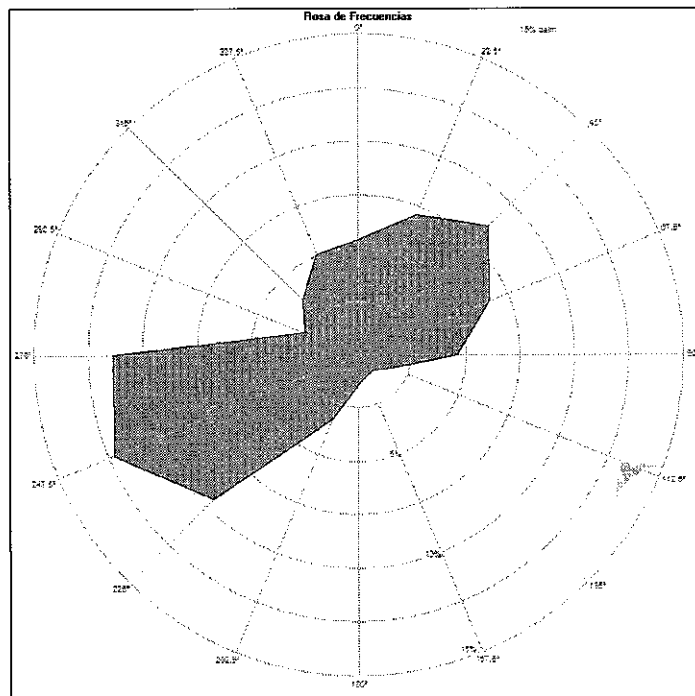


Figura 8.7
Resumen Rosa de Vientos 2000-1010 Estación La Greda

La estación de La Greda se ve principalmente influenciada por vientos dominantes provenientes del Suroeste (entre 225° y 270°) con aproximadamente un 30% de los casos, característica que coincide con el régimen de vientos imperante asociado al Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur que gobierna el clima de la región.

Síntesis del periodo resumido en meses, ciclo anual: La Figura 7 muestra la RV mensual de la dirección del viento, cuyo procesamiento incluyó el periodo total, y no una comparación mes a mes, en esta etapa.

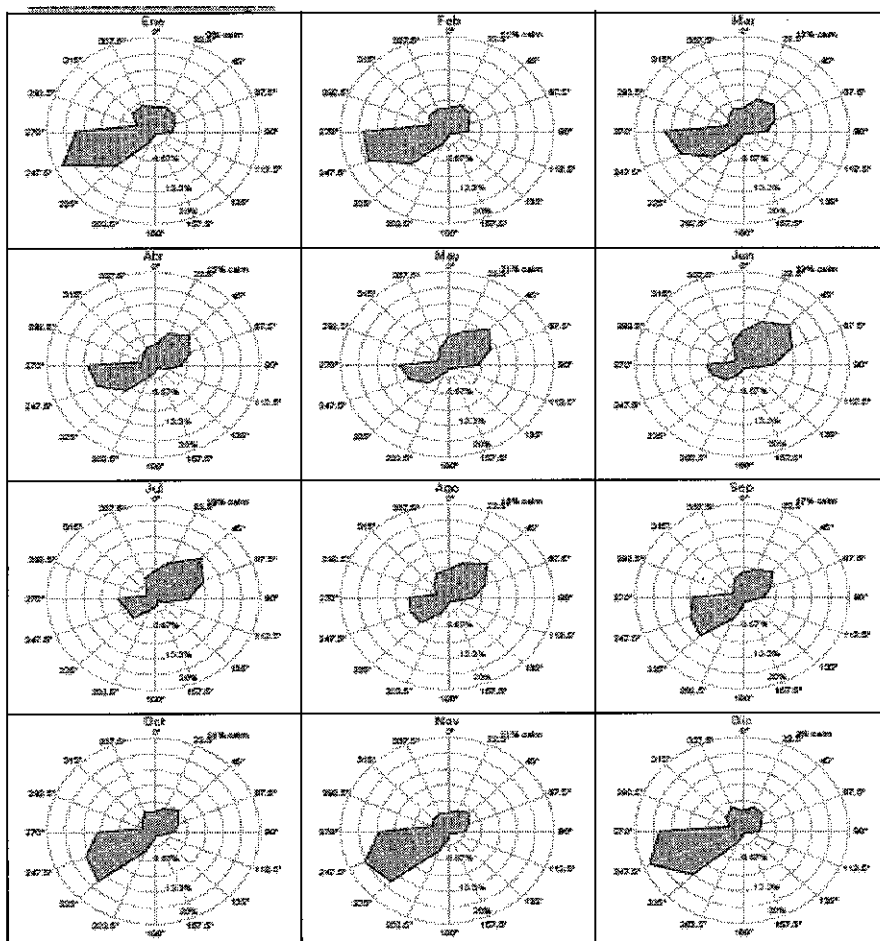


Figura 8.8 Frecuencias de la dirección del viento por meses periodo 2000-2010
La Greda

- Resultados mensuales de la distribución de la dirección del viento para todo el periodo 2000-2010.
- La dirección del viento se muestra una distribución similar de la dirección del viento durante la primavera y el periodo estival, desde octubre a marzo, prevaleciendo las direcciones del SO, para luego rotar en un marzo (mes de transición) resultando vientos predominantes del Noreste en el periodo otoño-invierno mayo a agosto.
- La RV en Septiembre indica una nueva transición.
- El comportamiento durante los meses más fríos, se favorece el flujo tierra-costa o montaña-valle, generados por calentamiento/enfriamiento relativo entre dos superficies, traducidos en diferencias de presión relativas y en consecuencia vientos locales que fluyen desde las altas presiones relativas hacia las bajas.
- Es notable la casi nula existencia de vientos del Sureste durante todo el periodo (> al 2% para cada mes).

8.4.2.2. La Greda Ciclos Diarios y Horarios (2000-2010)

- Entre la 22 y las 08 horas, el viento dominante (Noreste) presenta un bajo porcentaje de frecuencia.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

- El proceso de rotación del viento se produce entre las 08 y las 10 horas, lo que está asociado al mayor calentamiento de la superficie y el cese de la brisa montaña-valle o tierra-costa.
- El periodo diurno (10 a 18 horas), está dado por un predominio de vientos de componente Suroeste, asociados a condiciones atmosféricas prevalecientes como el Anticiclón y al fortalecimiento de la brisa valle-montaña o costa-tierra.
- Entre las 20 y las 22 horas, se produce la rotación al régimen nocturno.

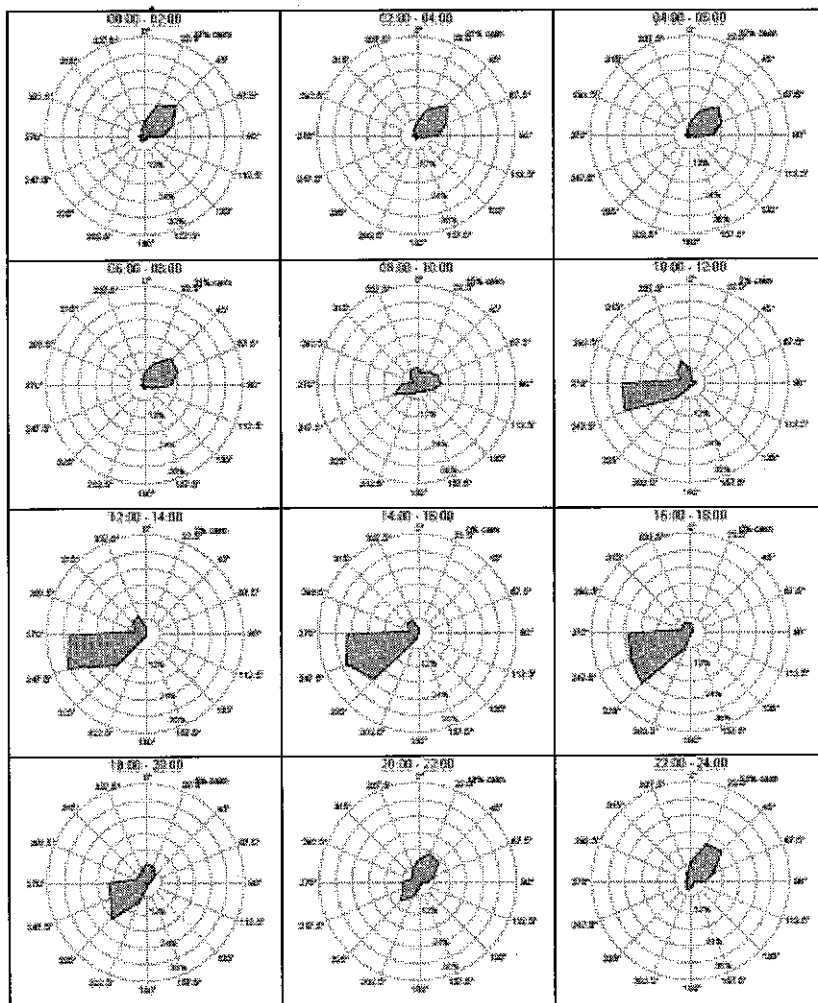
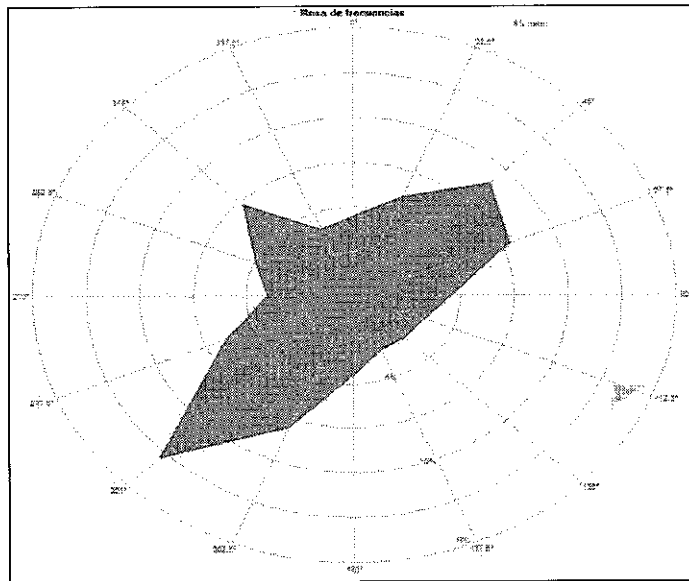


Figura 8.9 Frecuencias de la dirección del viento horarios periodo 2000-2010
La Greda

8.4.2.3. Estación Sur Ciclo Anual

En términos generales, esta estación muestra un patrón de la dirección del viento definido, con vientos dominantes provenientes del Suroeste, otro viento que fluye desde el Noreste y un bajo porcentaje de frecuencia para vientos que vienen desde el Noroeste. Dentro de estas variaciones, y considerando direcciones específicas, el porcentaje mayor de vientos corresponde a vientos del Suroeste (13%), seguidos por vientos del Noreste (8%) y del Noroeste (7%).



865

Figura 8.10 Resumen Rosa de Vientos 2000-2010 Estación Sur

- Resultados mensuales de distribución de frecuencia de dirección del viento periodo 2000-2010.
- La dirección del viento muestra una distribución muy similar durante la primavera y el periodo estival, desde octubre a marzo, prevaleciendo las direcciones de componente SO, y en menor medida NE y NO.
- Abril aparece como mes de transición a partir del cual se fortalece el viento del Noroeste y se debilita la dirección Suroeste, esto para el otoño e invierno (desde mayo a agosto).
- La RV en Septiembre indica una nueva transición hacia el régimen de primavera-verano.
- Se aprecia un ligero incremento de la dirección Norte en invierno (junio y julio).
- Es casi nula existencia de vientos del Este, Sureste, Sur y Oeste durante todo el periodo.

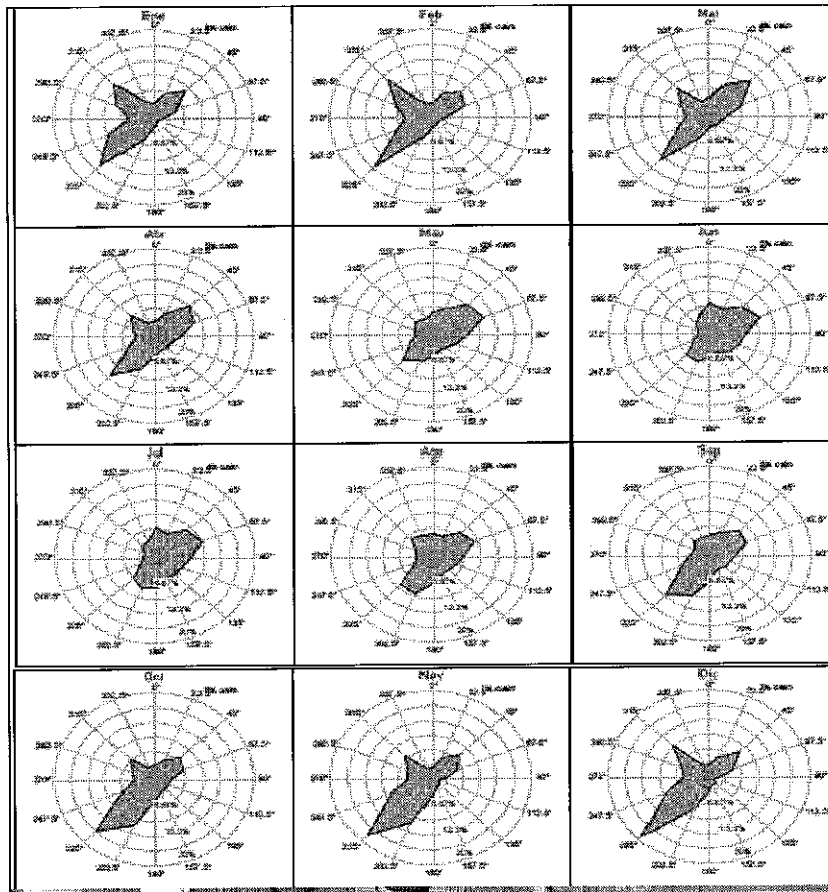


Figura 8.11 Frecuencias de la dirección del viento por meses periodo 2000-2010 Estación Sur

8.4.2.4. Estación Sur Ciclos Diarios (2000-2010)

- Entre las 22 y las 08 horas, el único viento dominante (Noreste) presenta un bajo porcentaje de frecuencia, entre 12 y 18% aproximadamente.
- Al igual que en las estaciones anteriores, el proceso de rotación del viento se produce entre las 08 y las 10 horas.
- Durante el periodo diurno (10 a 18 horas) se va fortaleciendo el viento del Suroeste, con frecuencias que van desde 12 a un 30%.
- Entre las 18 y las 20 horas, se produce la rotación al régimen nocturno.

867

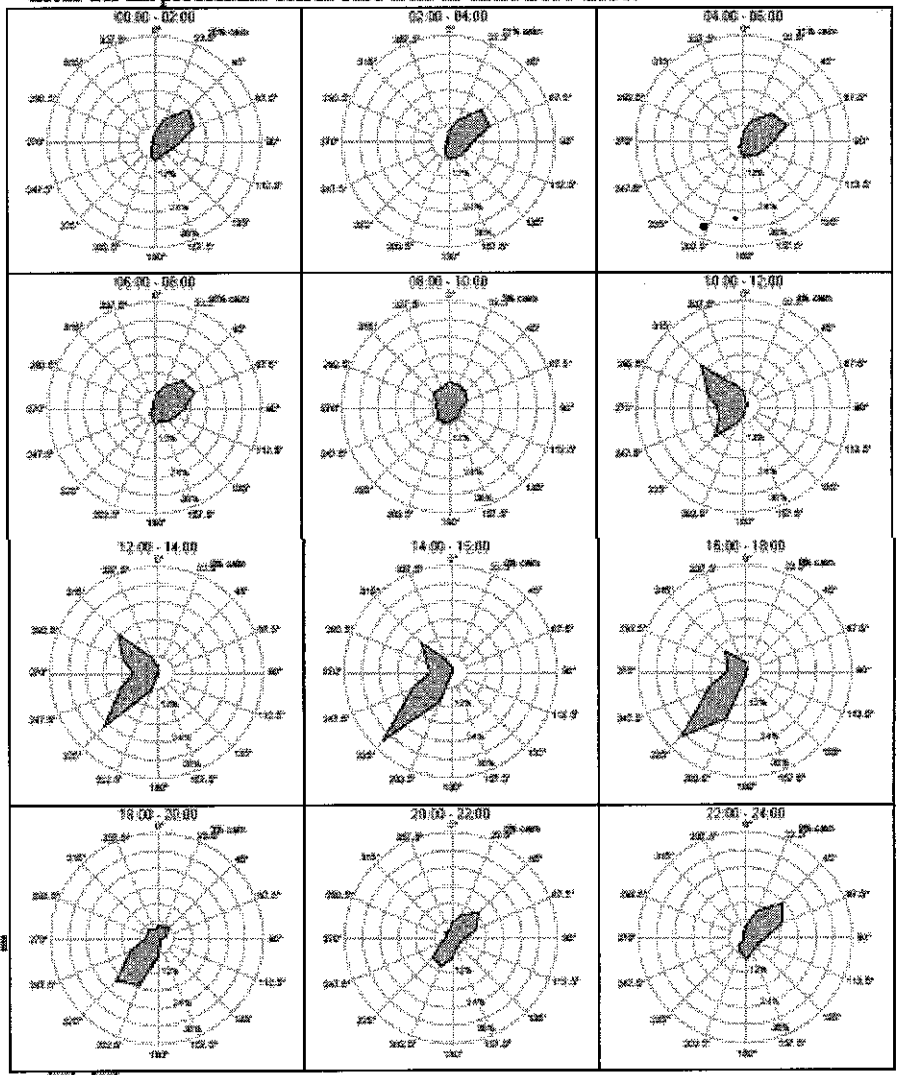
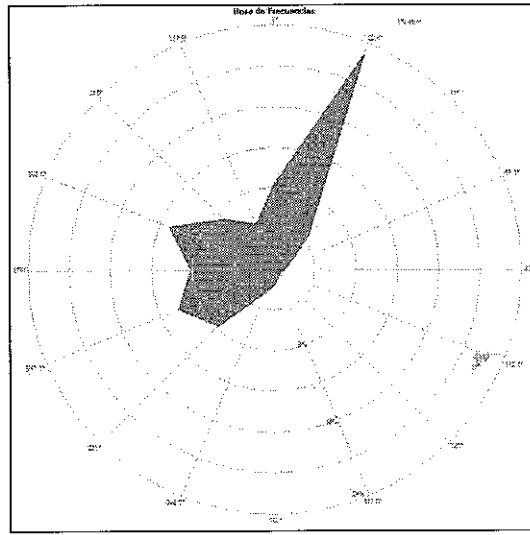


Figura 8.12 Frecuencias de la dirección del viento horarios periodo 2000-2010 Estación Sur

8.4.2.5. Estación Puchuncaví Ciclo Anual

La estación de Puchuncaví se ve principalmente influenciada por vientos provenientes del Oeste (entre el Suroeste 225º y el Oeste-Noroeste 292.5º), que en su conjunto suman aproximadamente un 38% de frecuencia, y coinciden, aunque con mayor variabilidad que en el caso de La Greda, con el régimen de vientos general asociado al Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur que gobierna el clima de la región.



808

Figura 8.13 Resumen de la dirección del viento 2000-2010 Estación Puchuncaví

- Las RV resultantes contemplan resultados mensuales de la distribución de la dirección del viento para el periodo 2000-2010.
- La dirección del viento durante la primavera y el periodo estival, desde octubre a marzo se comporta similar, prevaleciendo las direcciones de componente oeste (variabilidad entre el Suroeste y Noroeste).
- Abril aparece como mes de transición a partir del cual se fortalece el viento Nor-Noreste y se debilita la componente Oeste, esto para el otoño e invierno (desde mayo a agosto).
- La RV en Septiembre indica una nueva transición hacia el régimen de primavera-verano.
- Se presenta casi nula existencia de vientos del Noroeste, Este, Sureste y Sur durante todo el periodo.

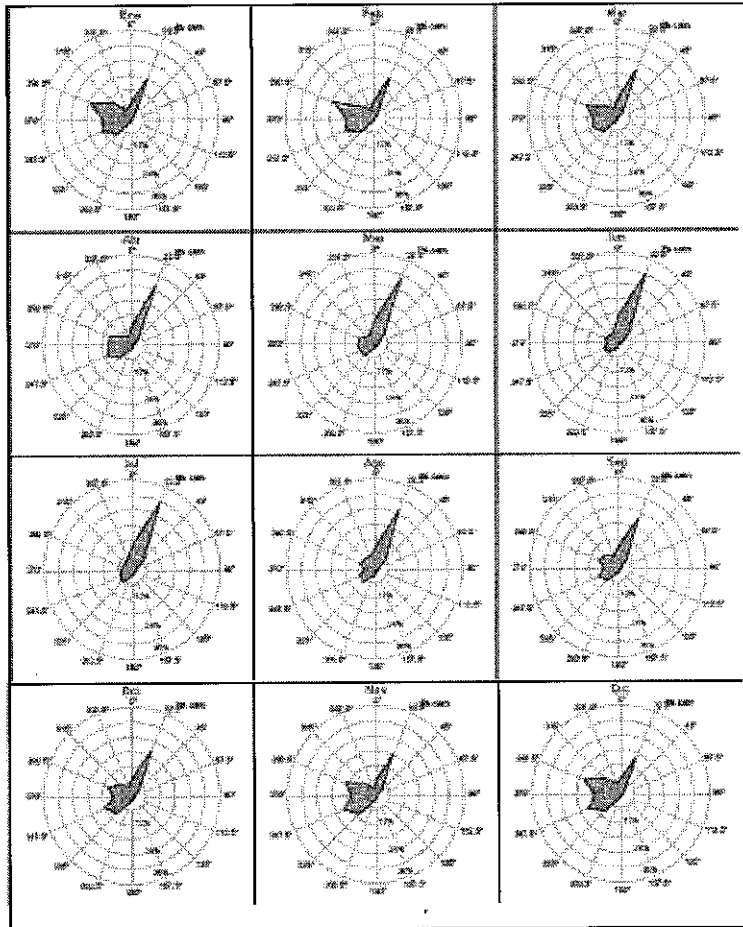
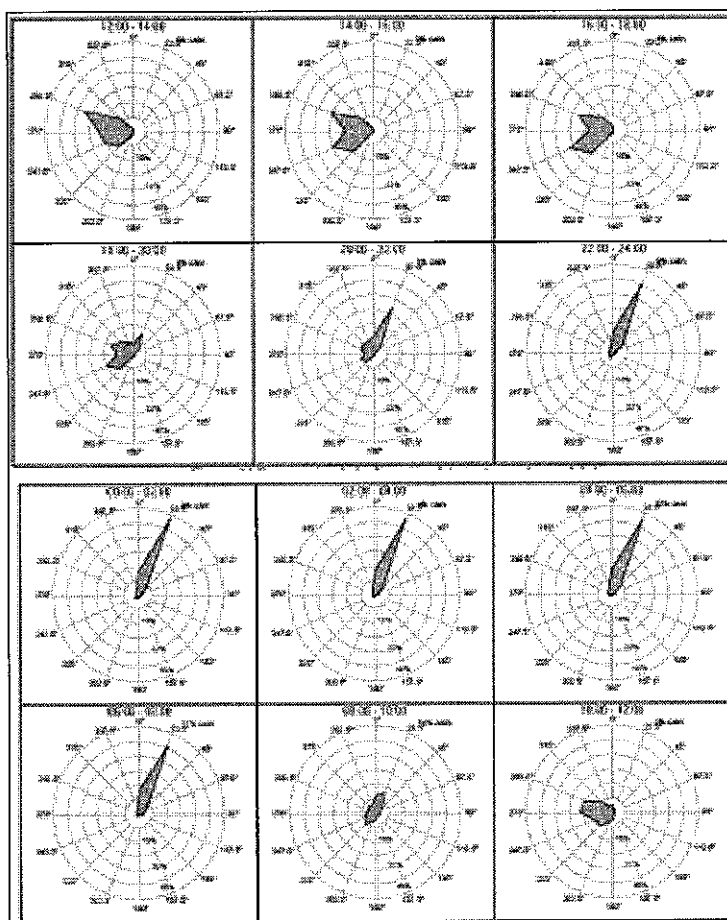


Figura 8.14 Frecuencias de la dirección del viento mensuales periodo 2000-2010 Estación Puchuncaví

8.4.2.6. Estación Puchuncaví Ciclos diarios y Horarios (2000-2010)

- Entre la 22 y las 08 horas, el único viento dominante (Nor-noreste) presenta un alto porcentaje de frecuencia, entre 40 y 44%.
- Al igual que La Greda, el proceso de rotación del viento se produce entre las 08 y las 10 horas.
- El periodo diurno (10 a 18 horas), está dado por un predominio de vientos de componente O, ONO y SO.
- Este viento se asocia a condiciones atmosféricas sinópticas y al fortalecimiento de la brisa valle-montaña.
- Entre las 18 y las 20 horas, se produce la rotación al régimen nocturno.



870

Figura 8.15 Frecuencias de la dirección del viento horarios periodo 2000-2010 Estación Puchuncaví

8.4.2.7. Estación Los Maitenes Ciclo anual

Se muestra en la figura un patrón de la dirección del viento definido, con vientos dominantes provenientes del Oeste (desde el Sur-suroeste al Noroeste), y otro viento de componente Este (desde el Este-noreste al Este-sureste). Dentro de estas variaciones, y considerando direcciones específicas, el porcentaje mayor de vientos corresponde a vientos del Oeste (12%), seguidos por vientos del Este (8%).

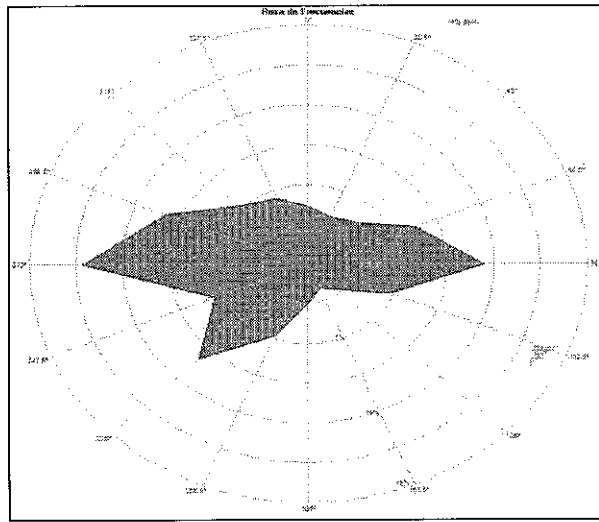


Figura 8.16 Resumen de la dirección del viento 2000-2010 Estación Los Maitenes

- Las RV resultantes de la Figura 4.26 contemplan resultados mensuales de la distribución de frecuencia de la dirección del viento para el periodo 2000-2010.
- La dirección del viento muestra una distribución similar durante la primavera y el periodo estival, desde octubre a marzo, prevaleciendo las direcciones de componente O.
- Abril aparece como mes de transición a partir del cual se fortalece el viento del Este y se debilita la componente oeste, desde mayo a agosto.
- La RV en Septiembre indica una nueva transición hacia el régimen de primavera-verano.
- Destaca la casi nula existencia de vientos del Norte, Noreste, Este, Sureste y Sur durante todo el periodo

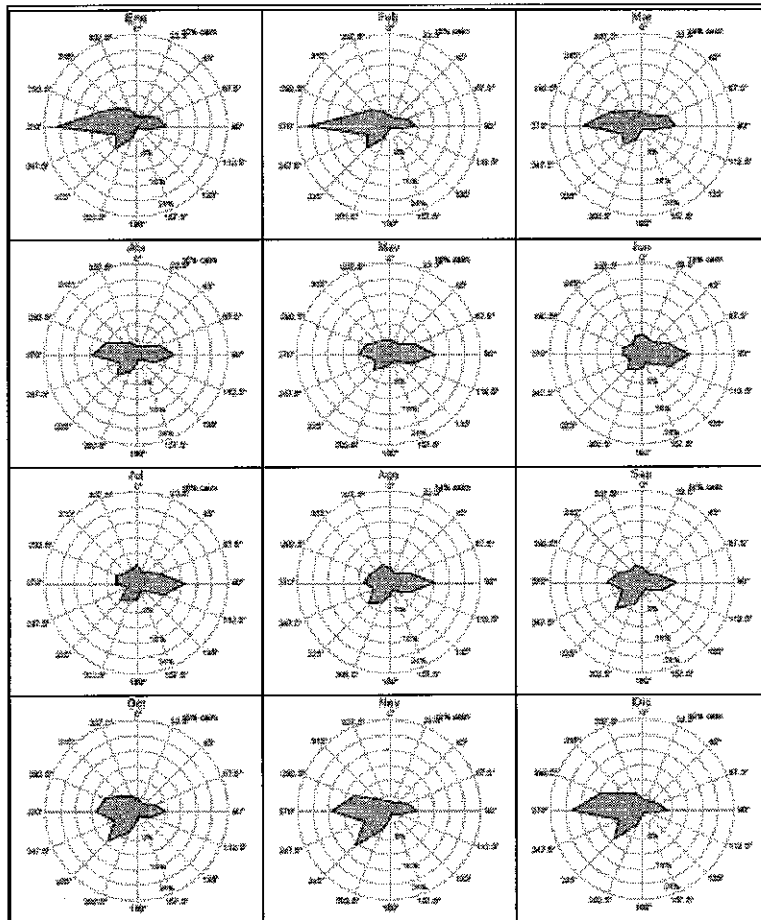
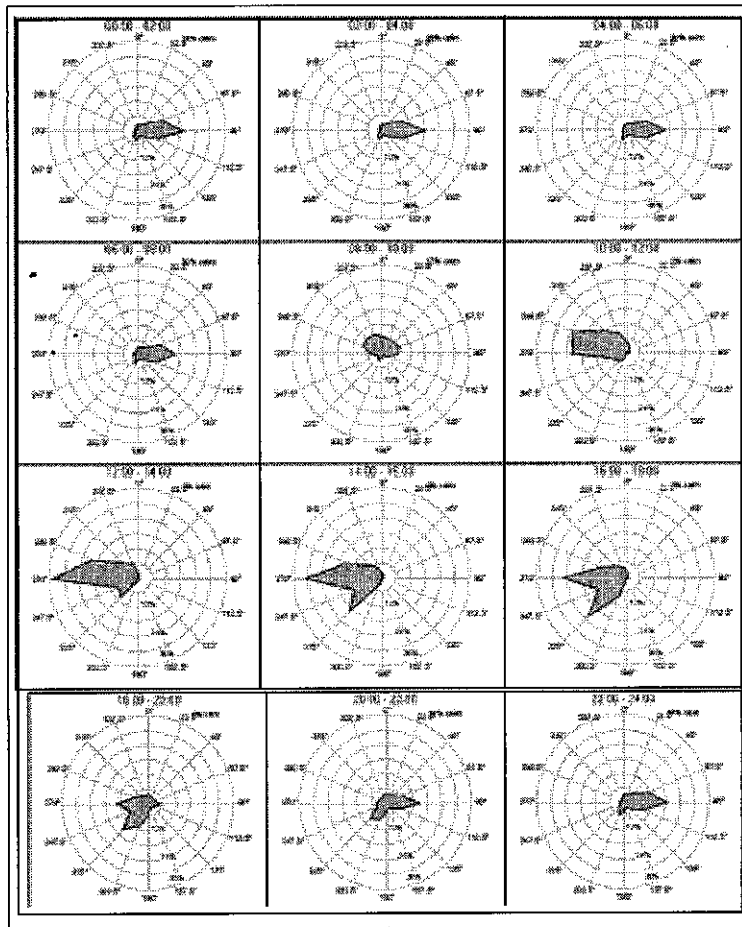


Figura 8.17 Frecuencias de la dirección del viento mensual periodo 2000-2010 Estación Los Maitenes

8.4.2.8. Estación Los Maitenes Ciclos Diarios (2000-2010)

- Al igual que en las estaciones anteriores, el proceso de rotación del viento se produce entre las 08 y las 10 horas.
- El periodo diurno (10 a 18 horas), está dado por un predominio de vientos de componente Oeste (entre suroeste y oeste-noroeste), con mayores porcentajes de frecuencia que el viento predominante del periodo nocturno, y con mayor variabilidad.



873

Figura 8.18

Frecuencias de la dirección del viento horarios periodo 2000-2010 Estación Los Maitenes

8.4.2.9. Estación Valle Alegre Ciclo Anual

Se muestra un patrón de la dirección del viento definido, con vientos dominantes provenientes del Suroeste, y otro viento que fluye desde el Noreste. Dentro de estas variaciones, el porcentaje mayor de vientos corresponde a vientos del Suroeste (12%), seguidos por vientos del Noreste (11%).

874

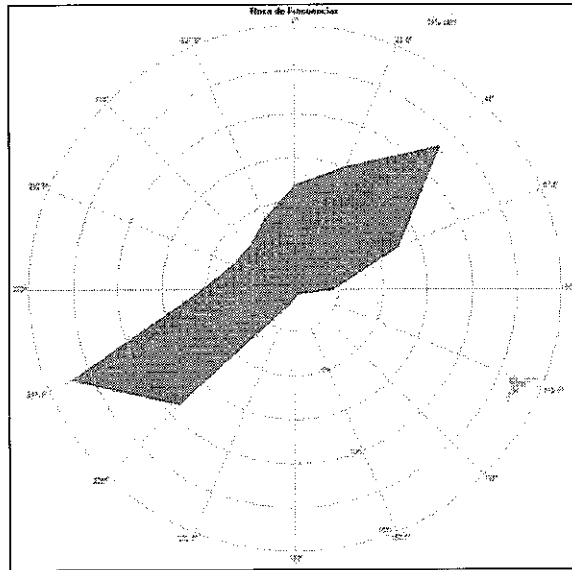


Figura 8.19 Resumen de la dirección del viento 2000-2010 Estación Valle Alegre

- La dirección del viento muestra una distribución muy similar durante la primavera y el periodo estival, desde septiembre a abril, prevaleciendo las direcciones de componente suroeste, y en menor medida Noreste.
- Mayo aparece como mes de transición a partir del cual se fortalece el viento del Noreste y se debilita la dirección Suroeste, esto desde mayo a agosto.
- La RV en Septiembre indica una nueva transición hacia el régimen de primavera-verano.

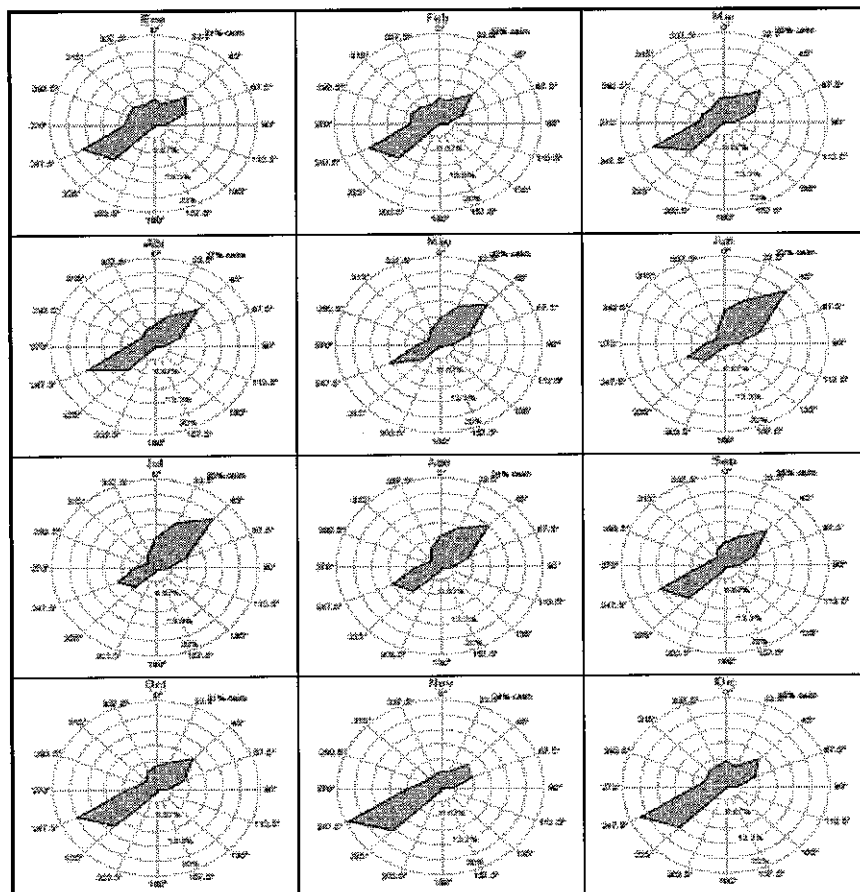


Figura 8.20 Frecuencias de la dirección del viento mensual periodo 2000-2010 Estación Valle Alegre

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

8.4.2.10. Estación Valle Alegre Ciclos Diarios (2000-2010)

- Entre las 22 y las 08 horas, el único viento dominante (Noreste) aunque presenta un bajo porcentaje de frecuencia, entre 12 y 15%.
- Al igual que en las estaciones anteriores, el proceso de rotación del viento se produce entre las 08 y las 10 horas.
- Durante el periodo diurno (10 a 20 horas) se va fortaleciendo el viento del Suroeste, con frecuencias que van desde 12 a un 34%.

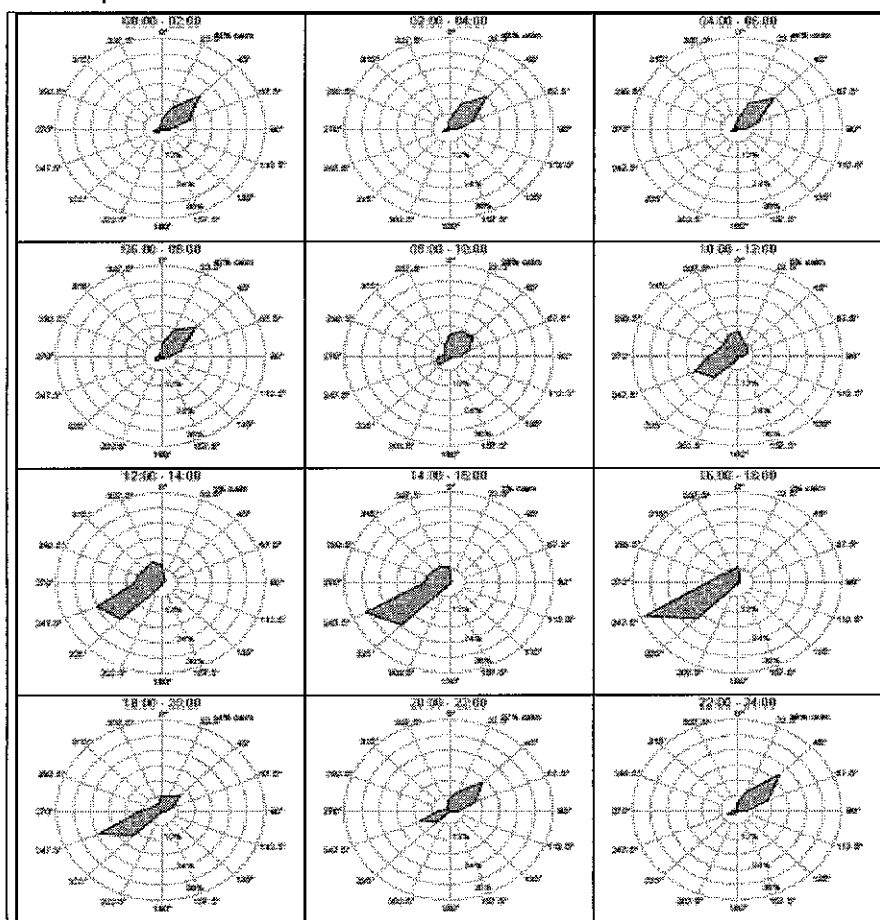
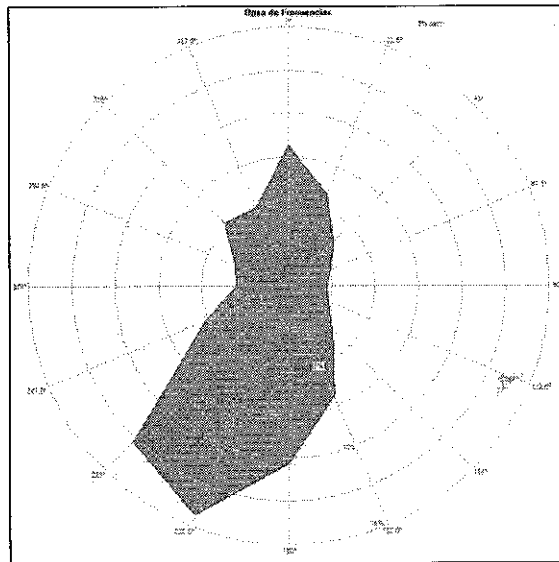


Figura 8.21 Frecuencias de la dirección del viento Horario periodo 2000-2010 Estación Valle Alegre

8.4.2.11. Estación Quintero Ciclo Anual

La figura muestra un patrón de la dirección del viento definido, con vientos dominantes provenientes del suroeste, y otro viento de componente Norte. Se aprecia una mayor probabilidad de vientos de dirección suroeste, principalmente entre los 150º y los 240º. En menor medida una predominancia de vientos del norte, entre los 300º y los 30º, correspondiente a direcciones noroeste y noreste. Por último se aprecia una escasez de vientos de las direcciones oeste y este.

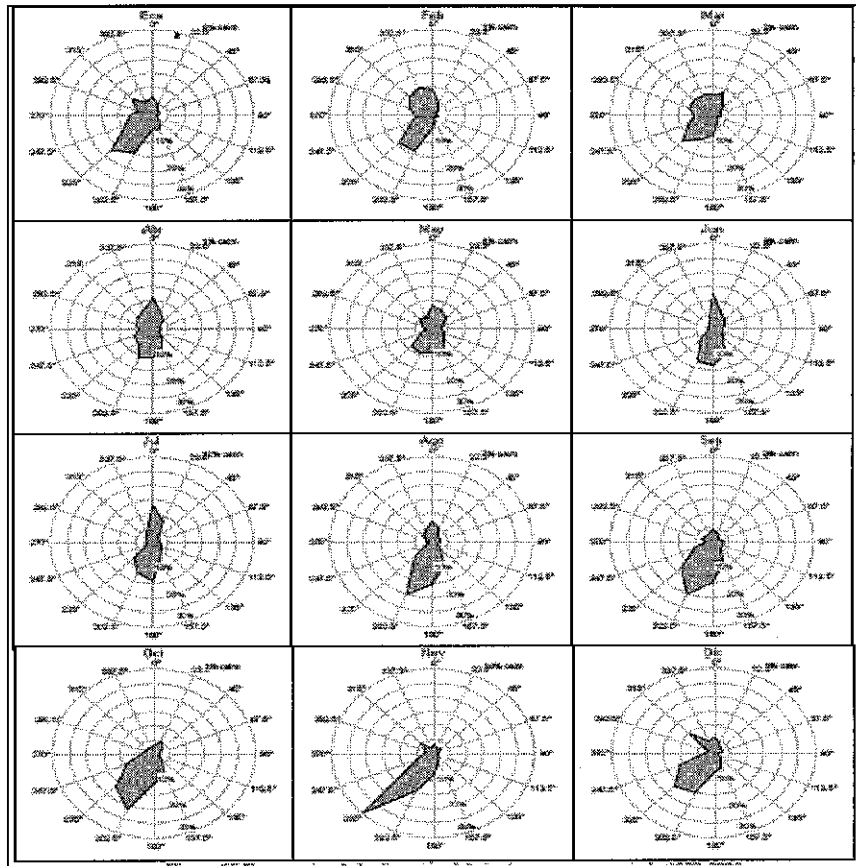
Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"



876

Figura 8.22 Resumen de la dirección del viento 2000-2010 Estación Quintero

- Las RV resultantes contemplan resultados mensuales de la distribución de la dirección del viento para el periodo 2008-2009.
- La dirección del viento muestra una distribución similar durante los meses de agosto a enero, con un marcado viento de componente suroeste.
- En febrero comienza una rotación del viento hacia el norte, que durante marzo se aprecia como una distribución similar entre las direcciones Norte y Suroeste.
- Entre los meses de abril y julio la distribución de los vientos es equitativa entre el viento Norte y el viento Sur-suroeste.
- Es casi nula existencia de vientos del Oeste y del este durante el año, en promedio.
- Con esta distribución de direcciones del viento, es de esperar que en los meses febrero a julio se pueda recibir un mayor aporte de contaminantes desde las principales fuentes en la zona de Quintero.

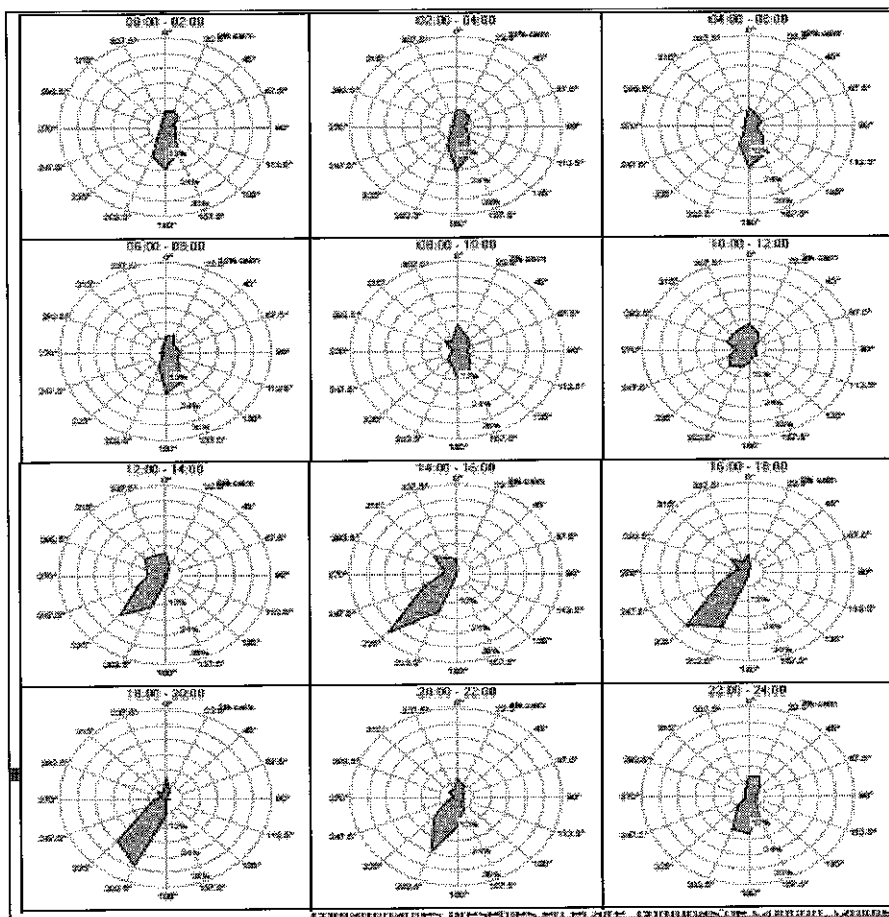


877

Figura 8.23 Frecuencias de la dirección del viento Mensual periodo 2000-2010 Estación Quintero

8.4.2.12. Estación Quintero Ciclos diarios (2000-2010)

- El viento, en general, durante el día en Quintero tiene una marcada componente sur-suroeste.
- No se aprecia una clara rotación del viento durante el día, sin embargo, entre las 8 horas y las 24 horas, se produce un aumento en los vientos de dirección norte.
- La estación de Quintero parece no mostrar la rotación típica del proceso valle-montaña si evidenciada en otras estaciones de la zona.



878

Figura 8.24 Frecuencias de la dirección del viento Horario al periodo 2000-2010 Estación Quintero

8.4.3. Condiciones meteorológicas que activan los Planes operacionales de Episodios Críticos

Como antecedente previo, es importante recordar que los niveles y período de exposición establecidos son los que se encontraban vigentes en el marco del D.S N°185 de 1991, del Ministerio de Minería. Para estos niveles, y en las áreas vinculadas a megafuentes, existe en aplicación, **planes operacionales para el control de los episodios críticos**, en el contexto de planes de descontaminación vigentes.

Para el caso de los niveles que definen situaciones de emergencia ambiental, y por estar estos vinculados desde el punto de vista conceptual a efectos agudos, no se establecen en esta norma niveles de emergencia ambiental como concentración anual.

En el caso de la Fundación CODELCO VENTANAS y de las centrales de AES GENR, se presentó en la sección 4.2, el Plan Operacional de Episodios críticos que cada una de ellas tiene aprobado a través de distintos instrumentos, todos regidos bajo la exigencia establecida en el D.S 185/91.

Como contexto de este acápite, es dable señalar que luego de los casos de intoxicaciones en la escuela La Greda ocasionado por nubes tóxicas emanadas desde el parque industrial de Puchuncaví y afectara principalmente a los estudiantes de La Greda, se generan serios cuestionamientos a la efectividad de los Planes operacionales de episodios críticos. Lo anterior gatilla a un compromiso

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

firmado por las algunas empresas del sector industrial de Quintero y Puchuncaví, el sector Público y el Consejo Nacional de Producción Limpia el 6 de abril del 2011. Entre otros aspectos y compromisos adquiridos por las empresas firmantes, se establece que tanto la Autoridad Ambiental y la Autoridad Sanitaria, tuvieran acceso a los reportes meteorológicos diarios desarrollados tanto por AES GENER como por CODELCO Ventanas. Dicho acuerdo, queda plasmado en la acción 4.1 y establece: "Mejorar la información para el control de las emisiones atmosféricas". Lo anterior entonces, compromete al sector industrial firmante, que incluyan los parámetros y pronósticos meteorológicos diarios de aquellas empresas que cuenten con estaciones de monitoreo y unidad meteorológica con el fin de que la autoridad con competencia en la materia, tome las acciones respectivas para prevenir efectos en la salud Pública ante episodios críticos debido a la presencia de contaminantes atmosféricos.

879

En este contexto, desde junio del 2013, las empresas CODELCO Ventanas y AES GENER entregan de manera independiente y en forma diaria, los boletines meteorológicos que dan cuenta de las condiciones meteorológicas locales favorables y desfavorables, que deben ser consideradas por las correspondientes áreas de operaciones para regular sus niveles de actividad según corresponda a los niveles de criticidad que definan los correspondientes boletines.

A continuación, se presenta como ejemplo, un detalle resumen de la información emitida por las empresas, las cuales clasifican las condiciones meteorológicas para la dispersión de contaminantes en tres categorías: Favorables (buena dispersión), Regular (pueden generarse episodios) y Adversas (casi nula dispersión):

Tabla 8.5

CONDICIONES DE VENTILACIÓN POR PRONÓSTICOS Mes de Julio 2013

Pronóstico de AES GENER				Pronóstico de CODELCO			
	Nº DE HORAS DEL DIA				Nº DE HORAS DEL DIA		
DIA	FAVORABLE	REGULAR	ADVERSA	DIA	FAVORABLE	REGULAR	ADVERSA
1	3	7	14	1	10	4	10
2	8	16	0	2	11	4	9
3	12	12	0	3	15	9	0
4	16	8	0	4	13	11	0
5	10	2	12	5	16	4	4
6	6	4	14	6	9	5	10
7	5	6	13	7	6	5	13
8	8	16	0	8	8	6	10
9	11	9	4	9	8	4	12
10	11	4	9	10	9	3	12
11	4	6	14	11	8	3	13
12	5	6	13	12	8	3	13
13	6	6	12	13	8	3	13

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

14	4	8	12	14	7	4	13
15	4	9	11	15	7	4	13
16	0	12	12	16	7	4	13
17	8	10	6	17	10	4	10
18	8	10	6	18	10	7	7
19	8	7	9	19	11	7	6
20	6	7	11	20	10	5	9
21	5	8	11	21	8	4	12
22	0	8	16	22	6	3	15
23	4	6	14	23	5	4	15
24	5	10	9	24	2	4	18
25	10	14	0	25	12	7	5
26	8	8	8	26	7	3	14
27	6	6	12	27	7	3	14
28	6	8	10	28	9	4	11
29	11	13	0	29	9	4	11
30	5	13	6	30	11	4	9
31	3	11	10	31	11	4	9
Total	206	270	268		278	143	323
Distribución Porcentual	27,7%	36,3%	36,0%		37,4%	19,2%	43,4%

Tabla 8.6

CONDICIONES DE VENTILACIÓN POR PRONÓSTICOS Mes de Agosto 2013

Pronóstico de AES GENER				Pronóstico de CODELCO			
AES GENER	Nº DE HORAS DEL DIA			CODELCO	Nº DE HORAS DEL DIA		
DIA	FAVORABLE	REGULAR		DIA	FAVORABLE	REGULAR	
1	5	9	10	1	8	4	12
2	6	12	6	2	15	6	3
3	6	9	9	3	7	4	13
4	4	13	7	4	6	3	15
5	5	14	5	5	6	3	15
6	9	11	4	6	6	3	15
7	8	6	10	7	14	4	6
8	6	4	14	8	15	2	7
9	4	10	10	9	9	4	11

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

10	6	8	10	10	9	3	12
11	5	10	9	11	6	4	14
12	6	5	13	12	8	3	13
13	4	6	14	13	7	3	14
14	4	8	12	14	4	3	17
15	5	7	12	15	5	4	15
16	0	12	12	16	3	5	16
17	0	11	13	17	2	4	18
18	6	11	7	18	6	6	12
19	6	8	10	19	13	2	9
20	5	7	12	20	8	5	11
21	6	10	8	21	6	4	14
22	6	12	6	22	7	3	14
23	12	12	0	23	11	4	9
24	6	9	9	24	11	3	10
25	6	6	12	25	9	3	12
26	8	4	12	26	7	3	14
27	4	9	11	27	9	2	13
28	0	8	16	28	6	3	15
29	12	12	0	29	11	4	9
30	12	12	0	30	10	5	9
31	7	10	7	31	9	3	12
Total	179	285	280		253	112	379
Distribución Porcentual	24,1%	38,3%	37,6%		34,0%	15,1%	50,9%

Tabla 8.7

CONDICIONES DE VENTILACIÓN POR PRONÓSTICOS Mes de Septiembre 2013

Pronóstico de AES GENER				Pronóstico de CODELCO			
AES GENER	Nº DE HORAS DEL DIA			CODELCO	Nº DE HORAS DEL DIA		
DIA	FAVORABLE	REGULAR		DIA	FAVORABLE	REGULAR	
1	5	8	11	1	5	5	14
2	0	10	14	2	7	6	11
3	6	8	10	3	10	4	10
4	6	8	10	4	10	4	10
5	6	9	9	5	9	4	11

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

6	13	7	4	6	11	6	7
7	6	6	12	7	12	3	9
8	5	5	14	8	10	2	12
9	10	7	7	9	7	3	14
10	6	8	10	10	11	5	8
11	7	9	8	11	11	7	6
12	6	7	11	12	17	3	4
13	7	7	10	13	8	4	12
14	4	6	14	14	9	3	12
15	5	7	12	15	9	3	12
16	4	7	13	16	9	4	11
17	4	6	14	17	9	4	11
18	6	4	14	18	10	4	10
19	8	8	8	19	12	3	9
20	8	6	10	20	10	5	9
21	7	5	12	21	8	4	12
22	4	6	14	22	8	4	12
23	5	10	9	23	7	3	14
24	8	8	8	24	8	4	12
25	10	5	9	25	14	2	8
26	10	7	7	26	15	2	7
27	6	6	12	27	14	2	8
28	8	5	11	28	12	3	9
29	5	6	13	29	8	3	13
30	11	5	8	30	9	3	12
Total	196	206	318		299	112	309
Distribución Porcentual	27,2%	28,6%	44,2%		41,5%	15,6%	42,9%

En general, los estudios realizados en la zona, han demostrado que la dispersión durante la noche es mucho más débil que durante el día. Esta situación es mayormente relevante en los periodos otoño e invierno. Tal como se presenta en la tablas anteriores relativo a los boletines meteorológicos presentados por ambas empresas, se constata que la zona tiene características tanto topográficas como meteorológicas locales y de clima, que hacen que la cantidad de tiempo en que las condiciones regulares y desfavorables en términos de dispersión de contaminantes, sean mayores a la cantidad de tiempo con condiciones favorables lo que se debe tener en cuenta al momento de regular emisiones o considerar el emplazamiento de nuevas fuentes.

Por otra parte, el alcance espacial mayor durante el día, se pueden explicar por los vientos que son un poco más fuertes durante este periodo. Cabe recordar que las concentraciones detectadas por

**Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"**

las estaciones durante el día, generalmente son muy inferiores a las que se registran durante la noche. Es decir, los impactos que se generan en todos los casos hacia el este de las fuentes durante el día, sólo serían significativos en caso de una emisión muy alta. A modo de ejemplo, si en la estación Los Maitenes se registran en un evento 1000 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ durante el día los contornos amarillos apenas significarían 10 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$.

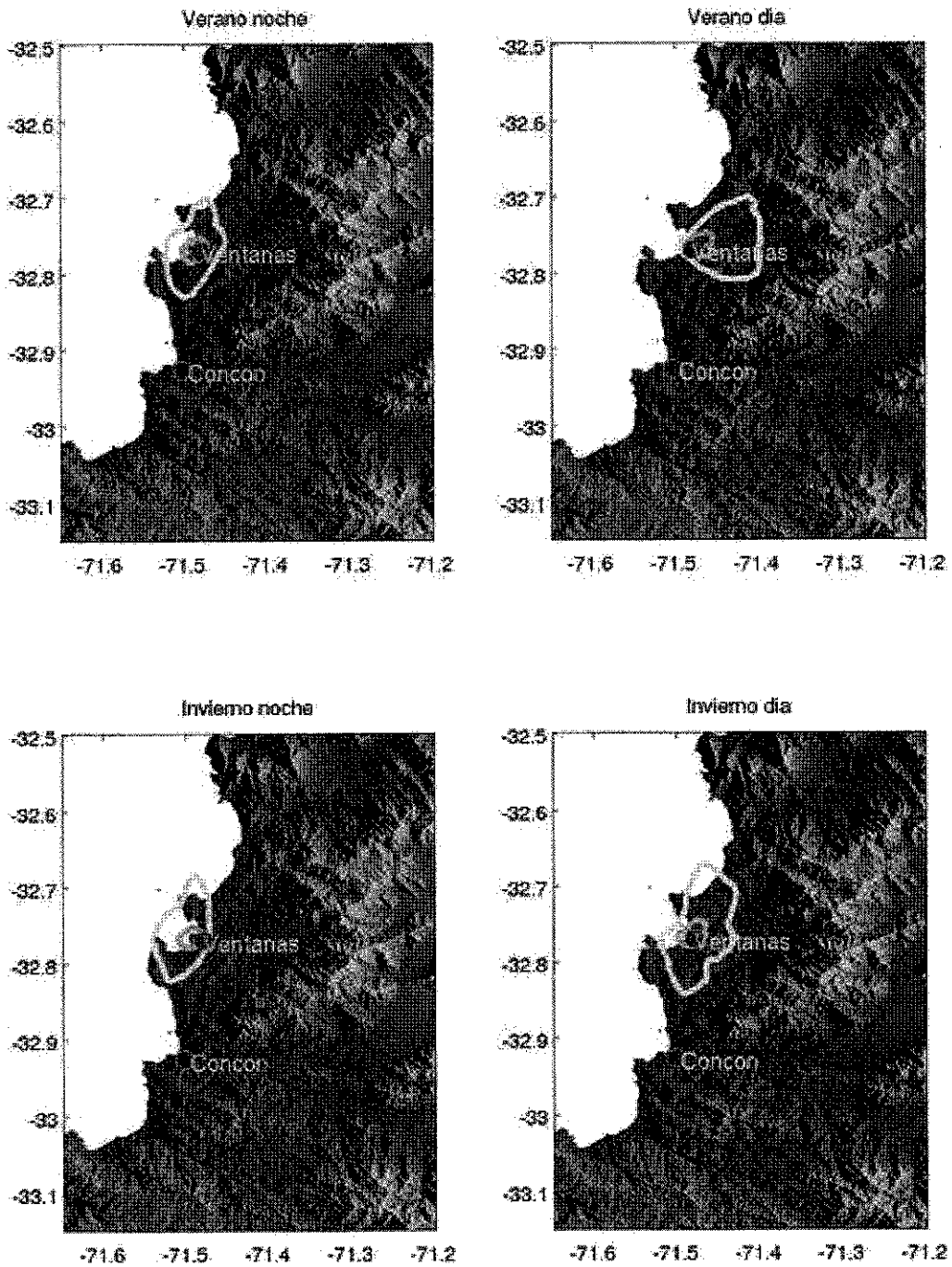


Figura 8.25 Patrones de dispersión a partir de una fuente superficial en la zona de Puchuncaví/Quintero. Se muestran contornos relativos al máximo de la concentración promedio.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

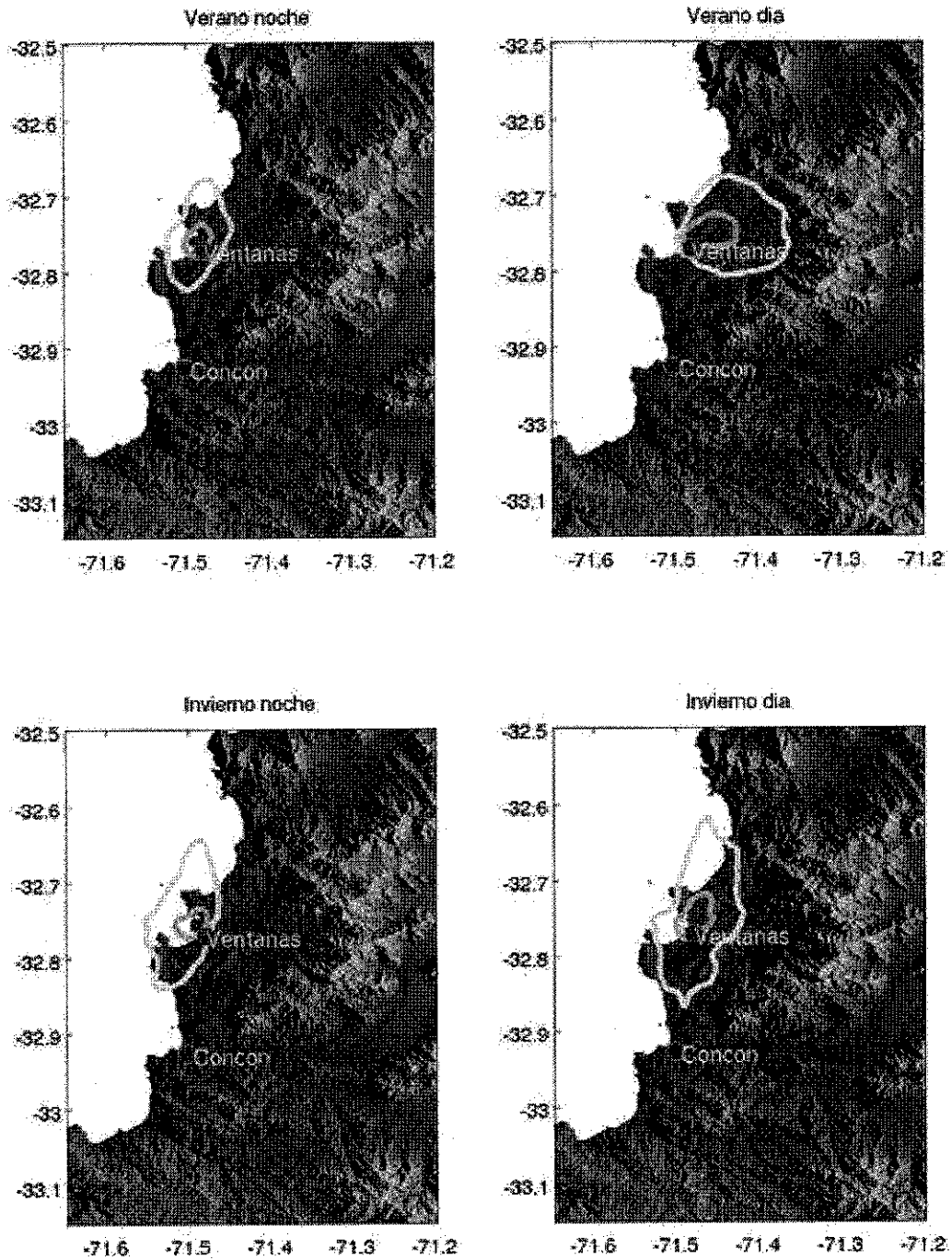


Figura 8.26 Equivalente a la figura anterior pero para una fuente en 45 metros de altura en la zona de Puchuncaví/Quintero.

8.4.4. Conclusiones preliminares:

Si bien los pronósticos diarios de cada equipo meteorológicos son relativamente similares, la mayor cantidad de condiciones desfavorables (efectos adversos), son pronosticadas por AES GENER. De los tres meses analizados, la mayor cantidad de horas correspondieron a condiciones adversas. Esto es consecuente con la época del año analizada pero que se debe tener presente que la dispersión de contaminantes en esos periodos, es crucial considerar al momento de establecer algún tipo de regulación.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

En el mismo tenor de lo anterior, se puede ver que la suma de las condiciones adversas y regulares; duplican la cantidad de horas favorables. Esto pudiera resultar lógico, no obstante, reitera las características físicas de la zona, para efectos de dispersión.

8.5. CALIDAD DEL AIRE

La tabla siguiente, muestra según los antecedentes disponibles para el año 2012, el porcentaje de cumplimiento normativo en aquellas estaciones que cumplen con el criterio de completitud de datos que establece la norma respectiva y la condición de EMRP para gases y material particulado.

Cabe destacar que en lo que respecta al PM_{10} , en todas las estaciones a excepción de la estación Loncura, los datos son obtenidos con métodos gravimétricos de alto volumen, mientras que los de la estación Loncura, se obtienen bajo el principio de atenuación Beta de alto impacto.

En términos resumidos, se visualiza que en lo que se refiere a la norma anual de material particulado, esta se encuentra en condición de latencia en la estación La Greda (88%) y en la estación Quintero (88%).

En lo que respecta a la norma diaria de SO_2 en la estación GNL Quintero, esta salió de su condición de saturación en el periodo 2011 encontrándose en la actualidad en condición de latencia (92%). Cabe señalar que este aspecto fue señalado en los capítulos anteriores.

Tabla 8.8

Porcentajes de la Norma (%) (2010-2012)

Redes de Monitoreo	Estaciones	PM_{10}	PM_{10}	$PM_{2,5}$	$PM_{2,5}$	SO_2	SO_2
		anual	diario	anual ²⁸	diario	anual	diario
CODELCO-GENER	La Greda	88	51	85	72	14	26
	Los Maitenes	64	37	70	64	44	53
	Puchuncaví	74	47	80	74	23	21
	Valle Alegre	60	36	65	60	14	15
	Sur	64	41	65	56	40	55
	Quintero	88	55	85	72	27	40
GNL	Centro Quintero	-	-	-	-	49	92
Central Térmica	Estación Loncura	75	58	-	-	23	44
Endesa							
Puerto Ventanas	Campiche	65	42	-	-	-	-

28 Cálculo solo referencial por cuanto el 2014 cumplen tres años de monitoreo continuo.

8.5.1. Análisis del SO₂

Los niveles y período de exposición establecidos, son los que se encontraban vigentes en el marco del D.S N°185 de 1991, del Ministerio de Minería. Para estos niveles, y en las áreas vinculadas a megafuentes, existe en aplicación planes operacionales para el control de los episodios críticos, en el contexto de planes de descontaminación vigentes.

Para el caso de los niveles que definen situaciones de emergencia ambiental, y por estar estos vinculados desde el punto de vista conceptual a efectos agudos, no se establecen en esta norma niveles de emergencia ambiental como concentración anual.

Así el D.S 113/02 Norma primaria de calidad del aire para SO₂, establece los niveles para la norma primaria diaria en 250 µg/m³N y de 80 µg/m³N para la norma anual.

Además, establece los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental:

Nivel 1: 1962 – 2615 µg/m³

Nivel 2: 2616 – 3923 µg/m³

Nivel 3: 3924 µg/m³ o más

Como antecedente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) con el objetivo de proteger a la población más sensible de los efectos agudos producidos por el anhídrido sulfuroso recomienda que no se supere un nivel de 500 µg/m³N para un periodo de 10 minutos.

8.5.1.1. Estación La Greda

De los datos analizados del 2000 al 2010, existen muchos valores altos, mayores a 500 µg/m³ en todas las direcciones, acotándose a valores sobre 1000 µg/m³ en todas las direcciones entre el Sureste y el Norte (en sentido horario). Estos valores sobre 500 µg/m³N son frecuentes y significativos considerando que la norma diaria de SO₂ requiere un promedio de 250 µg/m³N para su superación.

La mayor frecuencia de valores más altos se concentra en el Suroeste, dirección que coincide con la ubicación de las fuentes de emisión, y con el viento predominante en la zona.

Los vientos más favorables que pueden ocasionar en la zona de La Greda y sus alrededores, un gran número de días del año con altos valores de SO₂, corresponden a los vientos predominantes del Suroeste.

El aumento en las concentraciones en los meses de invierno puede estar dado por el aumento en las condiciones de estabilidad atmosférica, reflejada en un deterioro de las condiciones de dispersión y en una disminución de la intensidad del viento.

Si bien en invierno no es predominante el viento del Suroeste directo desde la fuente, puede bastar que durante algunas horas del día esta dirección se presente para que aumenten las concentraciones de SO₂ en La Greda y alrededores.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Analizando solo el periodo 2013, la estación La Greda ya ha registrado 19 episodios con niveles horarios $\geq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, siendo el más alto de $948 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ el día 12 de septiembre.

8.5.1.2. Estación Sur

Al igual que en el caso La Greda, el análisis de los datos desde el 2000 al 2010 y tomando como referencia estos niveles, se observa su ocurrencia asociado a vientos que soplan en general con una componente Norte, entre el Nornoroeste y el Noreste.

Por tanto, los vientos más favorables que pueden ocasionar en esta zona y sus alrededores un número importante de días del año con altos valores de SO_2 , corresponden a los vientos que fluyen con una componente Norte.

En general, las modelaciones demuestran claramente el aumento de las concentraciones promedio de SO_2 en los meses más fríos (junio y julio). En promedio en la estación Sur el valor más bajo se registra en febrero, el cual puede coincidir con la detención parcial de la fundición Ventanas.

Como se mencionó anteriormente, las altas concentraciones de SO_2 están directamente relacionadas con los cambios en la dirección del viento, la intensidad del mismo y la dirección desde las fuentes de emisión. De acuerdo al patrón entregado por la rosa de vientos, el periodo del día que presenta mayor probabilidad de desplazar contaminantes hacia esta zona está comprendido entre las 08 y las 10 AM; el viento es débil, aproximadamente 1.5 m/s.

En lo que respecta al 2013, se registran 10 valores horarios sobre $500 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, siendo el más alto el 22 de mayo con un nivel de $779 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

8.5.1.3. Estación Puchuncaví

Considerando la norma primaria de calidad del aire para dióxido de azufre en relación a los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental, las modelaciones no muestran superaciones, siendo en general sus concentraciones menores a las registradas en La Greda.

Valores sobre $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se presentan principalmente en direcciones con componente Oeste, entre Suroeste y Noroeste (en sentido horario), acotándose a valores sobre $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para flujos provenientes del Suroeste. Sin embargo durante el 2013, no se registraron valores superiores o iguales a $500 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Los vientos más favorables que pueden ocasionar en la zona de Puchuncaví y sus alrededores un gran número de días del año con altos valores de SO_2 , corresponden a los vientos del Suroeste.

Como se mencionó anteriormente, las altas concentraciones de SO_2 están directamente relacionadas con los cambios en la dirección del viento, la intensidad del mismo y la dirección desde las fuentes de emisión.

De acuerdo al patrón entregado por la rosa de vientos, el periodo del día que presenta mayor probabilidad de desplazar contaminantes hacia el área de Puchuncaví, está comprendido entre las 14 y 18 horas, ya que coinciden con la ubicación de la fuente y el viento no es tan débil, aproximadamente 2.5 m/s.

888

8.5.1.4. Estación Los Maitenes

Considerando la norma primaria de calidad del aire para dióxido de azufre en relación a los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental (DS 113), se observa su ocurrencia asociado a vientos que soplan desde el Oeste, y en un par de casos fluyen desde el Oeste-Noroeste. Por tanto, los vientos más favorables que pueden ocasionar en la zona de Los Maitenes y sus alrededores un gran número de días del año con altos valores de SO₂, corresponden a los vientos del Oeste.

La modelación, ha mostrado escasa variabilidad de las concentraciones promedio de SO₂. En promedio en Los Maitenes, el valor más bajo se registra en febrero el cual coincide con la detención parcial de la fundición Ventanas

Esta escasa variabilidad puede asociarse directamente a la influencia directa de los vientos dominantes, la distancia hacia la fuente de emisión más importante, y el comportamiento del penacho.

Al 2013, se han registrado 27 valores horarios sobre 500 µg/m³N, siendo el valor más alto de 1.078 µg/m³N registrado el 15 de abril.

8.5.1.5. Estaciones de Quintero: Quintero y Quintero Centro (ex GNL)

Considerando la ubicación de las fuentes principales de emisión (al noroeste), la dirección predominante del viento que fluye desde el suroeste, no aportaría contaminantes a la zona de Quintero. Sin embargo, un porcentaje menor del viento (alrededor de un 12%) fluye desde el noreste, arrastrando los contaminantes directamente desde las fuentes de emisión generando situaciones de peak.

Es notable la casi nula existencia de vientos del Oeste y del este durante el año, en promedio.

Con esta distribución de direcciones del viento, es de esperar que en los meses febrero a julio se pueda recibir un mayor aporte de contaminantes desde las principales fuentes en la zona de Quintero.

En términos generales, el factor responsable de la *magnitud* de las concentraciones (de cualquier contaminante) son las emisiones (del mismo o de sus precursores). En el caso hipotético que las emisiones sean constantes en el tiempo, el factor responsable para su *variabilidad temporal* es la meteorología. Dado que en la realidad las emisiones no son constantes en el tiempo, ellas también contribuyen a la variabilidad temporal de las concentraciones.

En la estación GNL, se nota el impacto del forzamiento sinóptico predominante del anticiclón a través de una componente del sur durante la noche/madrugada, pero también durante el día. Esta característica se explica por la mayor exposición del flujo sobre el mar por la ubicación de la estación en la "península" de Quintero

889

En lo que respecta a la estación Quintero (de la red CODELCO-GENER, a septiembre del 2013, ha registrado 53 valores $500 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, de los cuales, 6 de ellos son mayores a $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y uno superior a los $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

El Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) de Quintero es un proyecto de propiedad de GNL Quintero S.A., cuenta con RCA favorable N° 208 del 2007. Comenzó a operar parcialmente en junio del 2009 y en mayo del 2008 instaló una estación monitorea de calidad del aire denominada estación "GNL Quintero" en la comuna de Quintero, la cual mide MP_{10} , SO_2 , O_3 , NO_2 , CO , HC , HCM y Meteorología. A partir de Diciembre 2012 la estación cambia su nombre a "Estación Centro Quintero" manteniendo su ubicación. La administración de la Red, en cuanto a operación, mantención y análisis gravimétrico está a cargo de la empresa SK Ecología S.A.

Esta estación, es la que registra los mayores niveles de concentración horaria, principalmente en horarios nocturnos.

Para el primer periodo de evaluación (2009-2011) la estación registró saturación en la norma diaria de SO_2 con un 100% del valor de dicha norma. Actualmente esta estación se mantiene en latencia con un 94% de la norma diaria para este parámetro.

La gráfica de la Figura 8.27 muestra los percentiles de los máximos diarios obtenidos desde su entrada en operación, registrándose los niveles más altos en el año 2011.

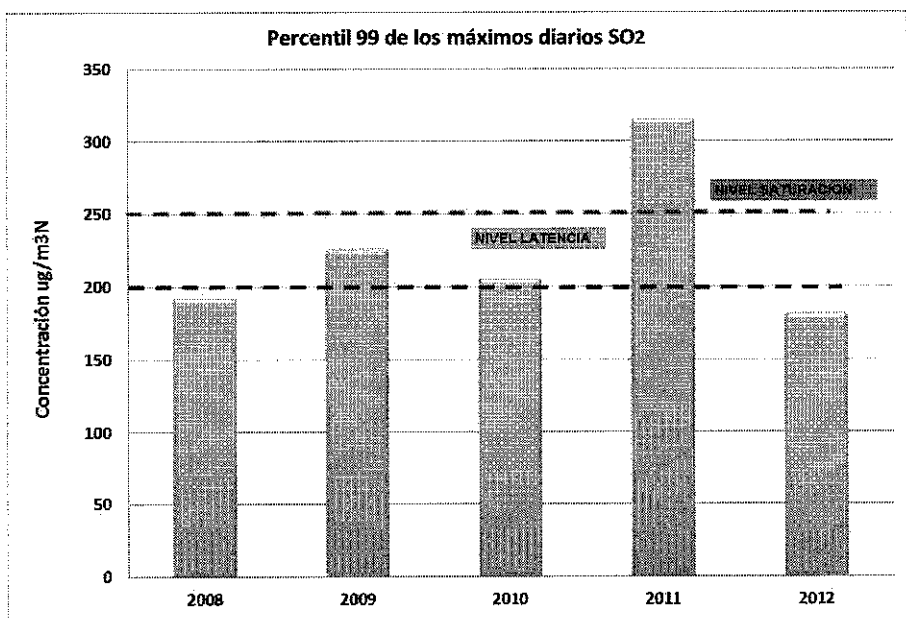
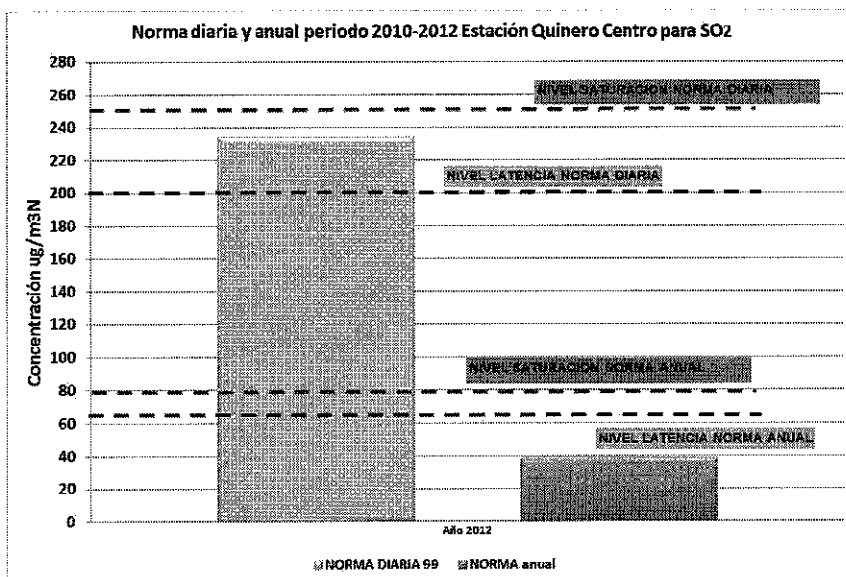


Figura 8.27 Comportamiento Norma Diaria SO_2 Estación Quintero CENTRO (Ex Estación GNL)

Por otra parte, la gráfica siguiente permite visualizar el comportamiento de la Norma diaria y la norma anual para el periodo de evaluación 2010-2012 apreciándose un importante nivel de



latencia en lo que a norma diaria se refiere.

Figura 8.28 Comportamiento Norma Diaria SO₂ Estación Quintero CENTRO (Ex Estación GNL)²⁹

8.5.2. Análisis del Material Particulado

Este análisis debe tener en consideración que se realiza en función de cumplimiento de la normativa actual vigente. Dicho análisis se realizó utilizando todos los datos históricos disponibles de las estaciones mencionadas en la tabla 4.8, utilizando datos oficiales y validados operacionalmente y por la Autoridad con competencia en la materia. Para el caso del análisis de la información utilizada correspondiente de enero a septiembre del 2013, los datos utilizados, corresponde a información validada operacionalmente y revisada por parte de esta SEREMI.

Dada que la limitante que existe en gran parte de las estaciones existentes en las comunas de Quintero y Puchuncaví utilizan métodos de mediciones de MP₁₀ con un equipo de gravimetría de alto volumen (medición discreta que con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP₁₀), no es posible establecer patrones de ciclos diarios históricos.

No obstante y con la posterior implementación desde el 2009 de algunas estaciones de monitoreo continuo de MP₁₀ que miden en forma simultánea a los equipos de medición discreta, se analizan

²⁹ Fuente: Informe anual de Calidad del Aire Seremi de Salud evaluación 2010-2012 que incluye estación Quintero

los datos obtenidos a nivel horario, éste sólo se puede hacer para las estaciones La Greda, Los Maitenes, Loncura y Ventanas.

8.5.2.1. Estación Campiche:

891

El monitoreo de calidad del aire comienza en el año 2000 con una estación ubicada en el sector rural de Campiche, con monitoreo permanente de óxidos de nitrógeno, ozono e hidrocarburos. Posteriormente, en Julio de 2005, se comienza a medir Material Particulado respirable. Las labores de operación, calibración, mantención y procesamiento de datos están a cargo de la empresa externa SK Ecología.

El parámetro monitoreado de PM10 anual indica un 65 %, PM10 diario de 42 %. Por consiguiente, ambos bajo condición de latencia.

Es importante señalar que si bien esta estación está emplazada en un sector habitado, las condiciones de emplazamiento (topografía), no son las óptimas pudiendo subestimar los valores de material particulado.

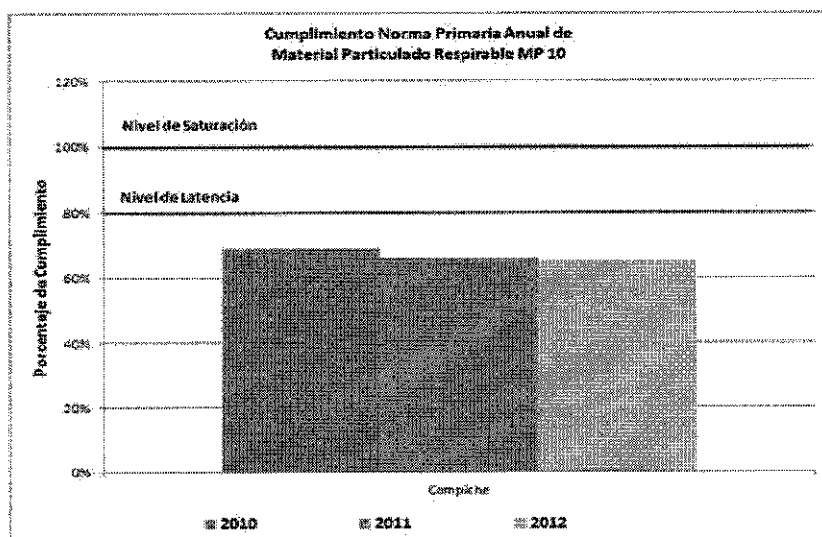


Figura 8.29 Comportamiento Norma MP₁₀ Anual Estación Campiche

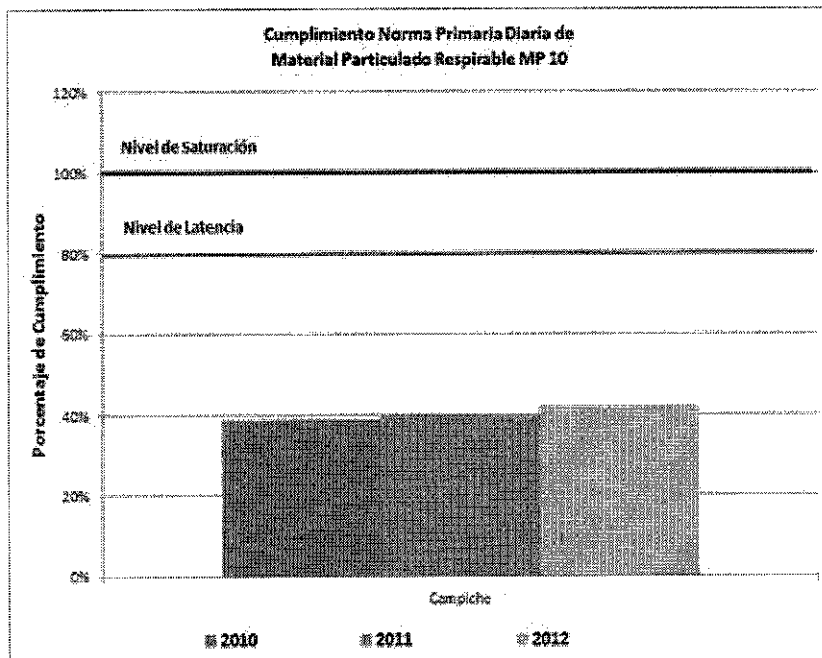


Figura 8.30 Comportamiento Norma MP₁₀ Diaria Estación Campiche³⁰

8.5.2.2. Estación Loncura

El Proyecto Central Termoeléctrica Quintero, calificado favorable ambientalmente de acuerdo a lo indicado en la Resolución Exenta N° 922 de la COREMA, Región de Valparaíso, con fecha 8 de Agosto de 2008. Dicha Resolución, considera una estación de monitoreo de calidad del aire y meteorología las cuales comenzaron a realizar mediciones los días 23 y 24 de Julio de 2009, respectivamente.

La estación de monitoreo de calidad del aire y meteorología se ubica en la localidad de Loncura y se instaló en un sector considerado representativo de la zona poblada más cercana al Proyecto, el cual se encuentra libre de elementos naturales y artificiales que pudieran alterar las concentraciones de MP₁₀, gases y meteorología en la zona. El material particulado respirable MP-10 es determinado por un analizador de material particulado respirable MP-10 marca Met-One, modelo BAM1020, que opera bajo el principio de medición de Atenuación Beta.

En lo que respecta al cumplimiento normativo para MP₁₀ diario y anual, corresponde a 58% y 75% respectivamente, por ende, ambos parámetros bajo la condición de latencia.

8.5.2.3. Estación de la Red CODELCO GENER

En términos generales y tal como se revisó en los acápites anteriores, se denotan las conclusiones más relevantes:

³⁰ Fuente: Informe de Calidad del Aire Seremi de Salud 2011-2012

Norma Primaria de MP₁₀ diaria: se observa niveles bajo saturación a partir del año 2000 para todas las estaciones de la red. A partir del año 2003 se observan valores bajo el nivel de latencia. La excepción de lo anterior se manifiesta en la estación La Greda, la cual durante el año 2006 registró valores sobre el nivel de latencia mientras que durante el periodo 2007-2012, esta condición cambia a niveles bajo la latencia.

Norma primaria Anual de MP₁₀: Se observan niveles bajo saturación a partir del año 2002, sin embargo se mantienen niveles de latencia en la estación La Greda, alcanzando niveles cercanos a la saturación.

Las figuras siguientes que corresponden a las gráficas de los promedios diarios de las estaciones La Greda, Sur, Los Maitenes y Loncura periodo septiembre del 2009 a septiembre del 2013. Una característica especial de los datos que se muestran en la figura es que el perfil estacional de la estación La Greda y la Estación Los Maitenes tienen un comportamiento particular y es que en general, todas las estaciones en la zona que monitorean MP₁₀ muestran un aumento de concentración durante el invierno y una disminución en verano. Sin embargo, las concentraciones en la estación La Greda y Los Maitenes aumentan en verano y disminuyen en invierno. Este comportamiento puede ser debido a la proximidad con el mar, al perfil de emisión de contaminantes considerando la cercanía a fuentes emisoras importantes y a las velocidades de viento predominante en esas épocas del año.

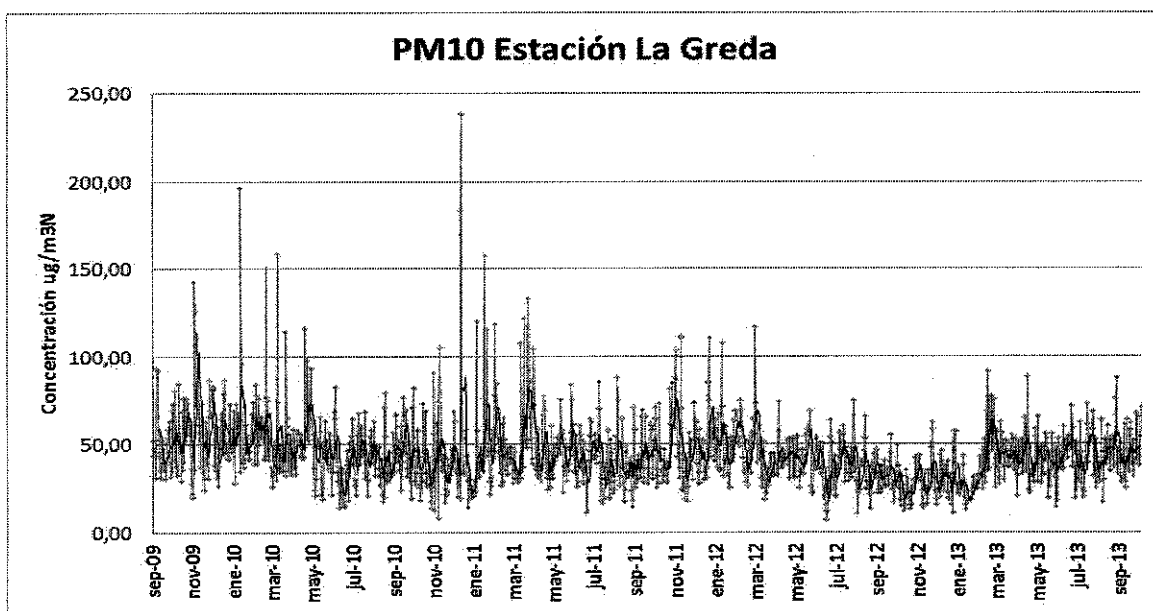


Figura 8.31 Comportamiento MP₁₀ Estación La Greda 2009-2013

El perfil estacional de la concentración de MP₁₀ que se muestra en la estación Los Maitenes es similar al perfil de la estación La Greda, es decir, las concentraciones en la estación Los Maitenes aumentan en verano y disminuyen en invierno.

El MP₁₀ de la estación Los Maitenes muestra una tendencia decreciente desde el año 1994. Se ve una estabilización entre los años 2000 a 2007 y un pequeño aumento en los últimos años. Se observa también que las concentraciones de MP₁₀ en los últimos años están bajo el límite de la norma.

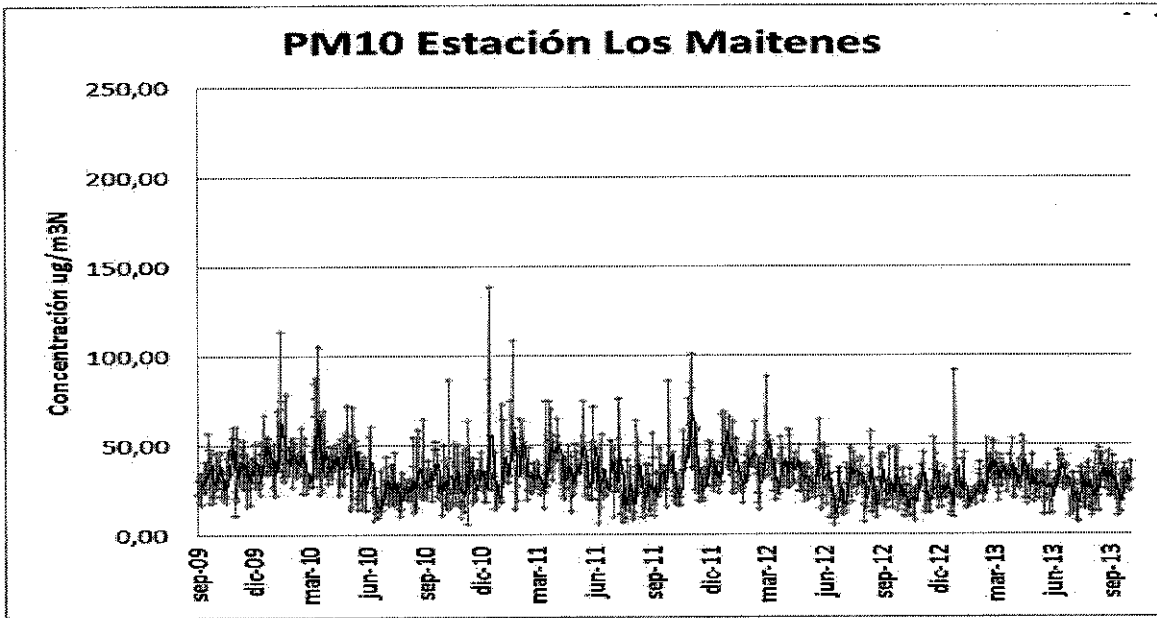


Figura 8.32 Comportamiento MP₁₀ Estación Los Maitenes 2009-2013

Los datos que se muestran en la Figura 8.33 de la estación Sur, son relativamente constantes entre los años analizados. Las concentraciones son más bajas que en la estación La Greda.

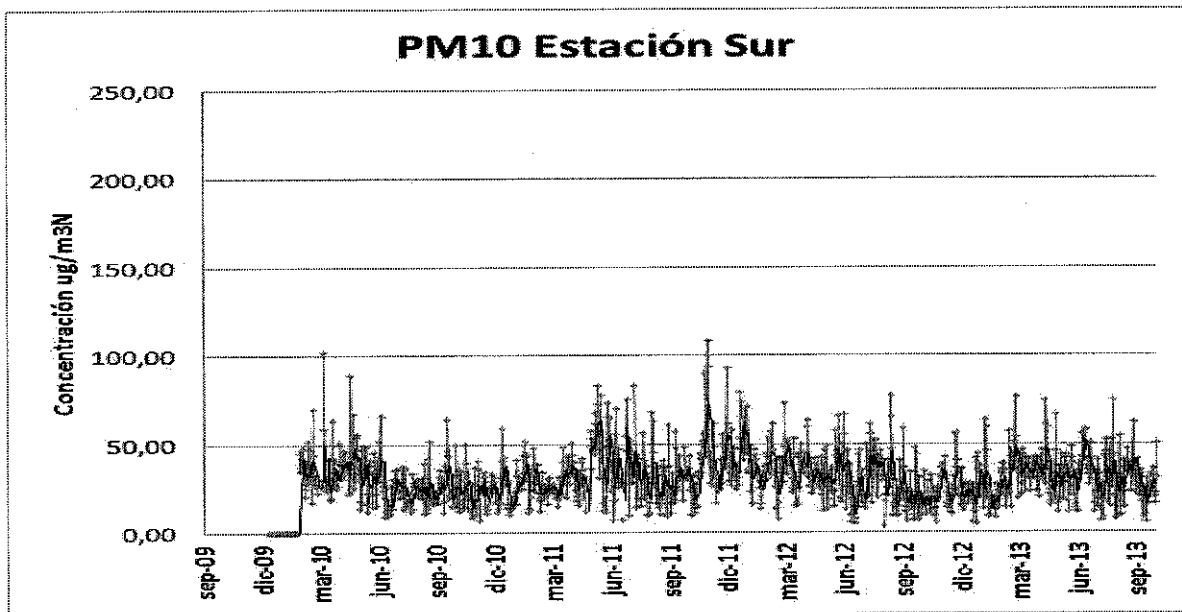


Figura 8.33 Comportamiento MP₁₀ Estación Sur 2009-2013

895

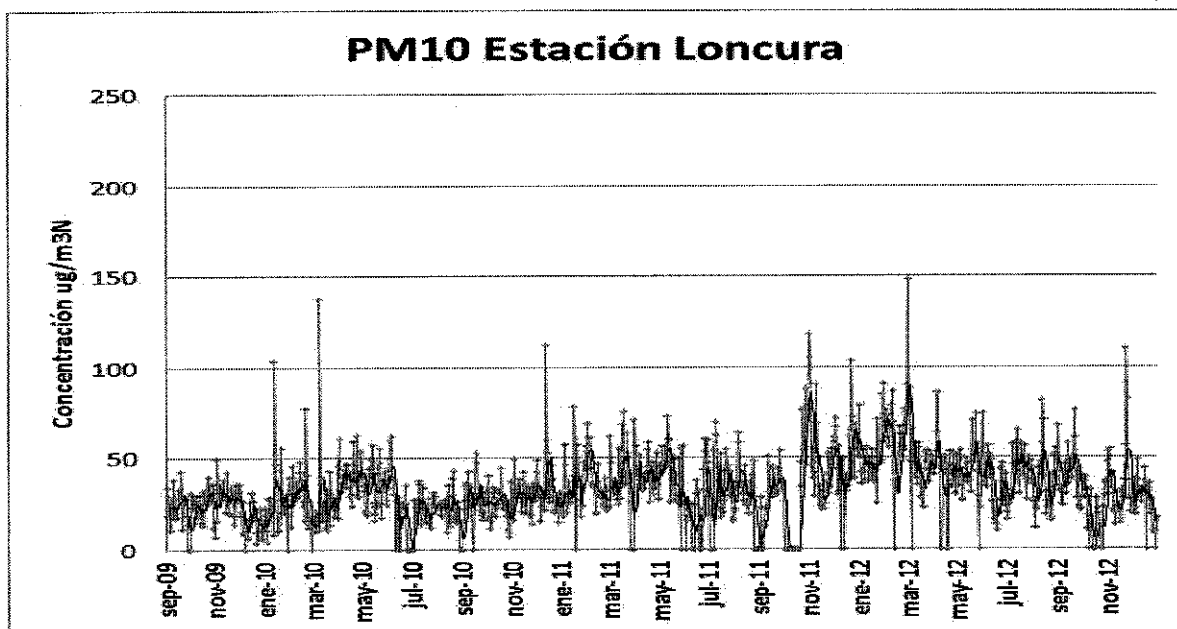


Figura 8.34 Comportamiento MP₁₀ Estación Loncura 2009-2013

8.5.3. Comportamiento de la Norma MP_{2,5}

Desde la entrada en vigencia de la norma MP_{2,5} en enero del 2012, las estaciones Quintero, La Greda, Los Maitenes, Puchuncaví y Valle Alegre ya habían dado inicio al monitoreo de PM_{2,5}. Por consiguiente, es posible conocer el estado de cumplimiento de la norma diaria. En lo que respecta a las Sur y Ventanas, estas comenzaron los monitoreos para este parámetro, a mediados del año 2012 por lo que solo es posible utilizar esta información como referencial o para definir concentraciones horarias críticas.

En lo que respecta a la norma anual para MP_{2,5}, las estaciones Quintero, La Greda, Los Maitenes, Puchuncaví y Valle Alegre cumplen los tres años requeridos y establecidos por la normativa vigente³¹ en el año 2014. Sin embargo, se presenta la siguiente tabla considerando todas las estaciones, a fin de visualizar posibles tendencias y que son relevantes para efectos de elaboración del presente instrumento. Así, se puede observar que el comportamiento de las estaciones La Greda, Puchuncaví y Quintero, en lo que sería la norma anual considerando solo los años 2011 y 2012, representaría una eventual condición de latencia en MP_{2,5}. En lo que respecta a la norma diaria, las estaciones registran valores bajo latencia.

La siguiente tabla muestra el estado de la norma diaria y anual (esta última referencial), para las estaciones de la Red Codelco GENER:

31 D.S N° 12/2011

Tabla 8.14

Comportamiento Norma diaria y Anual para MP_{2,5} de las estaciones que monitorean en la zona de Quintero y Puchuncaví

Estación	MP _{2,5} anual	MP _{2,5} diario
La Greda	85%	72%
Los Maitenes	70%	64%
Puchuncaví	80%	74%
Valle Alegre	65%	60%
Sur	65%	56%
Quintero	85%	72%

Fuente: Informe de Calidad del Aire Año 2012 SEREMI de Salud

8.5.4. Niveles de Metales Pesados en Filtros de MP₁₀

Desde el año 2009, la Red CODELCO GENER ha incorporado a sus reportes mensuales, los resultados de los análisis de metales realizados a los filtros de PM₁₀ de las 5 estaciones. Los metales analizados corresponden a Cu, As, Mo, V, Ni, Cd, Se, Hg y Pb.

El análisis de información se realiza por estación en tres periodos con el objeto de percibir alguna variabilidad que pudiera generarse tras la implementación de medidas por parte de las empresas del sector para la reducción de emisiones.

Los periodos analizados son 2009-2010, 2012 y 2009-2012. Este último para efecto de analizar tendencias.

Las concentraciones de los metales analizados se expresan en ng/m³, para una mejor comprensión del documento.

Tabla 8.17

Estadística descriptiva de los valores de concentraciones ng/m³N de selenio (Se), medido en filtros MP 10.

Estación	periodo	n	Máximo	Mínimo	Promedio	Percentil 95
Puchuncaví	2009-2010	158	134	1		60
	2009-2012	268	134	1		56
	2012	62	103	0,6		40,3
Los Maitenes	2009-2010	159	622	0,6		158
	2009-2012	276	622	0,6		133
	2012	62	206	0,6	33,7	103
La Greda	2009-2010	162	589	0,6		99,4
	2009-2012	272	589	0,6		101
	2012	61	140	1,2	23,8	87
Valle Alegre	2009-2010	146	290	0,61		69
	2009-2012	258	290	0,61		54

	2012	63	96,7	0,61	15,2	50,1
Sur	2009-2010	144	388	1,2		156
	2009-2012	263	388	1,2		105
	2012	65	315	1,2	26,59	68,9

Tabla 8.18

Estadística descriptiva de los valores de concentraciones ng/m³N de Arsénico (As), medido en filtros MP 10.

Estación	periodo	n	Máximo	Mínimo	Promedio	Percentil 95
Puchuncaví	2009-2010	162	240	2		89,9
	2009-2012	320	240	0,6	31	89,9
	2012	81	194	0,6	34	94
Los Maitenes	2009-2010	159	650	1,2		261
	2009-2012	311	761	0,6	70	220
	2012	80	277	0,6	68	184
La Greda	2009-2010	163	364			130
	2009-2012	319	530			133
	2012	80	530	1,2	46	134
Valle Alegre	2009-2010	154	242	2,3		201
	2009-2012	307	242	1,2	33	96
	2012	77	121	1,2	34	94
Sur	2009-2010	142	520	1,2		292
	2009-2012	272	566	1,2	61	194
	2012	76	298	3,02	60	169

Tabla 8.19

Estadística descriptiva de los valores de concentraciones ng/m³N de Plomo (Pb), medido en filtros MP 10.

Estación	periodo	n	Máximo	Mínimo	Promedio	Percentil 95
Puchuncaví	2009-2010	199	268	1,0		108
	2009-2012	317	268	1,0	32	88
	2012	67	82,6	2,4	24,8	51,8
Los Maitenes	2009-2010	190	390	1,2		390
	2009-2012	325	391	1,2	70	220
	2012	70	249	6,51	52	153
La Greda	2009-2010	192	300	1,0		260
	2009-2012	329	349	1,0	44	136
	2012	73	202	1,2	34,3	79
Valle Alegre	2009-2010	192	287	1,0		285
	2009-2012	299	287	1,0	34	102
	2012	64	86,5	1,2	24,5	59
Sur	2009-2010	155	580	1,0		240
	2009-2012	293	580	1,0	52	149
	2012	76	268	1,8	46,8	121

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

898

Tabla 8.20
Estadística descriptiva de los valores de concentraciones ng/m³N de Cobre (Cu), medido en filtros MP 10.

Estación	periodo	n	Máximo	Mínimo	Promedio	Percentil 95
Puchuncaví	2009-2010	152	473	10		451
	2009-2012	298	473	2,4	121	328
	2012	81	450	2,0	118	330
Los Maitenes	2009-2010	151	1983	34		1883
	2009-2012	295	1983	1,2	364	899
	2012	81	1.005	2,0	746	746
La Greda	2009-2010	151	4118	32		3912
	2009-2012	298	10.090	1,2	440	1576
	2012	81	1.984	2,0	596	596
Valle Alegre	2009-2010	150	886	1,2		310
	2009-2012	295	886	1,8	125	334
	2012	82	356	2,0	327	327
Sur	2009-2010	148	1.645	11,7		716
	2009-2012	289	1.645	2,4	211	656
	2012	81	1.216	2,0	603	603

Las mayores concentraciones de **selenio** en material particulado MP₁₀ se encontraron en las estaciones Los Maitenes, La Greda y Sur.

Las mayores concentraciones de **arsénico** se encontraron en las estaciones Los Maitenes, Sur y La Greda.

Al igual que para el arsénico, las mayores concentraciones de **plomo** se encontraron en las estaciones Sur, Los Maitenes y La Greda

Las mayores concentraciones de **cobre** se encontraron en la estación La Greda, seguida de la estación Los Maitenes.

En todas las estaciones, los percentiles 95 más altos para As, Cu, Se y Pb, se presentaron en el periodo 2009-2010. A excepción de La Greda cuyo percentil 95 para el As, se presenta en el periodo analizado 2012.

En lo que respecta a los otros metales analizados Hg, Cd, V, Mo y Ni, se encuentran en los análisis en forma aislada. El Cr es que elemento que aparece con mayor frecuencia aunque de manera también aislada.

Dado que el análisis de metales en filtros de PM₁₀ para la estación Quintero se comenzaron a realizar en el año 2012, la tabla siguiente presenta el resultado del análisis estadístico en dicha estación para el periodo señalado.

Tabla 8.21

Estadística descriptiva de los valores de concentraciones $\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ de metales, medido en filtros MP_{10} .

n	Máx.	min	perc95	prom	Elemento
78	535,6	1,2	283,1	81,5	Pb
89	586,6	1,2	357,5	91,0	As
89	3014,7	3,5	1773,2	591,8	Cu
77	718,9	0,6	284,1	68,3	Se
10	4,6	1,2	3,9	2,0	Cd

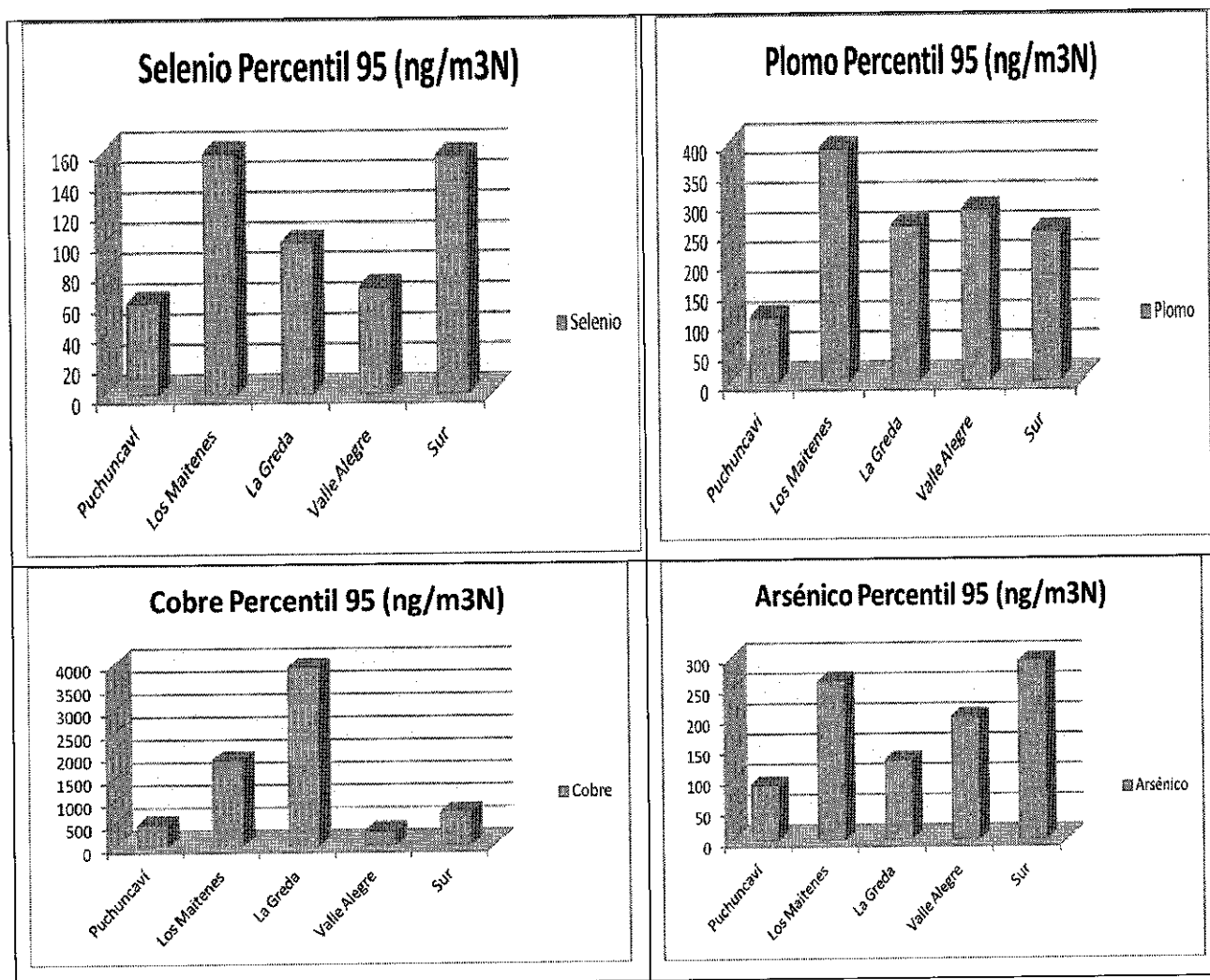


Figura 8.36 Distribución de metales en Filtros de MP_{10} para las estaciones de la Red CODELCO-GENER

8.5.5. Análisis de Material Particulado Sedimentable

El material particulado sedimentable (MPS) o polvo grueso es el material particulado, cualquiera sea su tamaño, captado sobre una unidad de superficie en una unidad de tiempo. Generalmente está constituido por partículas sólidas de tamaño comprendido entre 10 y 500 micrómetros. Este

material corresponde a "polvo grueso" que tiene una velocidad de sedimentación apreciable y tiempo de permanencia en la atmósfera relativamente corto.

Es notorio, entonces, resaltar los avances de la ingeniería en estudiar los fenómenos asociados con el comportamiento en la atmósfera del material particulado, con el objeto de predecir los riesgos e impactos a los que el hombre se encuentra expuesto por la presencia de partículas en el medio y de esta manera desarrollar medidas de control para mejorar la gestión pública ambiental y con ello mejorar la calidad del aire.

La concentración y distribución de tamaños aerodinámicos del material particulado, depende de muchas variables locales en la zona de estudio y aunque sus efectos han sido estudiados por muchos autores en todo el mundo, se deben orientar estudios localizados determinando la relación entre los elementos mineralógicos y químicos encontrados en las muestras con factores asociados a la salud de las poblaciones aferentes a las zonas muestreadas.

Por otra parte, se hace necesaria la innovación e implementación de tecnologías de equipos para el control de las partículas emitidas a la atmósfera por el sector productivo, así como el compromiso del sector industrial enmarcados en procesos de mejora continua.

La determinación de material particulado sedimentable (MPS) fue realizada por CENMA en el marco del estudio *"Evaluación De Exposición Ambiental A Sustancias Potencialmente Contaminantes Presentes en el Aire, Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví"* durante 8 meses. Las cantidades promedio de MPS que resultaron mayores fueron en Concón, seguido de Puchuncaví y Quintero, respecto de la masa de material particulado sedimentable que sedimenta en un área estándar (1 m²).

Las mediciones de MPS se realizaron con el mismo tipo de colector que se utiliza en las estaciones de la red del Complejo Industrial Ventanas (Codelco-AES GENER), el cual corresponde al colector modelo Británico modificado de acuerdo a las exigencias del DS N°4/1992 que "Establece Normas de Calidad de Aire para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del río Huasco, III Región" y la Resolución N° 099 SAG III Región.

La toma de muestras comenzó en abril del 2012 terminando en diciembre del 2012, retirando cada frasco colector de sedimentable, cada 28 días.

Los principales criterios para definir los lugares de ubicación de estos muestreadores fueron:

Considerar la cercanía a grupos poblacionales, priorizando sectores residenciales, que permita estimar la estimación que puede sufrir la población residente (excepto los puntos destinados para evaluar la exposición que reciben la vegetación y los pastizales).

Ubicación de fuentes emisoras y dirección predominante del viento

Complementar información asociada a lugares donde existen mediciones históricas de la calidad del aire. Se priorizarán lugares donde hay estaciones de monitoreo con representatividad poblacional.

Incorporar muestreo de MPS en los 2 lugares de monitoreo continuo implementado durante el estudio en Concón y Ventanas.

El lugar de ubicación del colector debe tener buena exposición y ausencia de obstáculos que puedan alterar la representatividad de las mediciones.

Tabla 8.22

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

Ubicación y coordenadas lugares de muestreo de MPS

Nombre	Coordenadas UTM	
	E [m]	N[m]
Loncura	266094	6368533
Interior Puchuncaví	281312	6373775
Consultorio Puchuncaví	273514	6376514
Quintero GNL	262847	6369409
Quintero AES	262527	6371087
Hogar de ancianos	267548	6374612
Valle Alegre	271835	6367386
Los Maitenes	270013	6372133
La Greda	268131	6373877

901

Fuente: Estudio Análisis de Riesgo por Exposición a contaminantes presentes en el aire de las comunas de Concón-Quintero y Puchuncaví, CENMA.

Si bien no existe una norma primaria para MPS a nivel nacional. A modo de referencia el D.S. 4/1992 del Ministerio de Agricultura establece Norma de calidad de aire para material particulado sedimentable para la cuenca del Río Huasco en la Región de Atacama. Los niveles establecidos son: 150 mg/m²_d como concentración media aritmética mensual y 100 mg/m²_d como concentración media aritmética anual.

El análisis de composición química del material particulado sedimentable (MPS) arrojó que las mayores concentraciones de metales (Cd, As, Pb, Cu, Ni, Zn, Mn, V, Mo, Ni) se encuentran en la comuna de Puchuncaví, especialmente en el sector de La Greda, Los Maitenes y al interior de Puchuncaví.

Concentraciones promedio de los metales en MPS insoluble o polvo grueso, en estaciones de la Comuna de Puchuncaví comparados con los intervalos de concentración de metales en polvo reportados en el estudio de la SEREMI de Salud en 2011.

Dada la metodología utilizada para obtención de datos para material particulado sedimentable se requiere aproximadamente un mes de recolección por lo que dada la cantidad de datos, no son estadísticamente representativos no obstante, entregan una idea de la composición química y de su distribución relativa a los centros más cercanos a las potenciales fuentes emisoras.

Tabla 8.23

Concentración promedio de metales en MPS insoluble (polvo grueso)

COMUNA DE PUCHUNCAVI										
	Cd (mg/kg)	As (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	V (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Hogar de Ancianos	6,78	332,27	422,24	717,77	190,21	1067,75	1182,59	358,85	117,59	29014,76
La Greda	3,96	361,25	475,45	223,60	156,31	1252,30	421,24	129,70	86,41	25885,89
Los Maitenes	2,81	224,15	519,28	429,38	106,76	1141,86	376,03	121,53	69,13	12582,28
Consultorio Puchuncavi	2,38	66,98	123,52	602,30	272,43	379,11	478,69	110,50	22,65	5820,00
Interior-Puchuncavi	5,69	14,66	184,95	3716,71	1767,98	275,10	890,10	148,13	8,20	4260,23
Mínimo	1,43	26,97	104,06	223,60	106,76	142,50	376,03	110,50	12,97	4198,05
Máximo	6,78	361,25	519,28	3628,64	1744,75	1252,30	1182,59	358,85	117,59	29014,76
Promedio	3,73	179,80	300,42	1003,37	433,72	712,40	618,05	164,08	54,30	13726,87
Intervalo según estudio Seremi Salud	0,42	- 13,21	- 12,16 - 279	12,62	- 10,18	- 226,4	-	-	-	237,18 -
2011, polvo en escuelas	13,19	228,4		215,54	183,92	2501				20200,2
Contenido ceniza volante 32	1,63-2,19	37,9 - 48,1	14,6 - 19,2	65,1 - 80,8	102 - 112	75,6 - 117	121 - 272	203 - 229	15,8 - 20,2	54,3 - 63,7

Fuente: "Evaluación de exposición ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, Comunas de Concón, Quintero y Puchuncavi".

32 Tomado de http://seia.seu.gob.cl/archivos/Anexo_2_Verificacion_DS_148.pdf. Adenda N° 1 en respuesta a la Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones o Ampliaciones a la Adenda de Proyecto "Manejo y Disposición de RISES de combustión del Complejo Termoeléctrico Ventanas "

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Tabla 8.23

Concentración promedio de metales en MPS insoluble (polvo grueso)

COMUNA DE PUCHUNCAVI										
	Cd (mg/kg)	As (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	V (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Hogar de Ancianos	6,78	332,27	422,24	717,77	190,21	1067,75	1182,59	358,85	117,59	29014,76
La Greda	3,96	361,25	475,45	223,60	156,31	1252,30	421,24	129,70	86,41	25885,89
Los Maitenes	2,81	224,15	519,28	429,38	106,76	1141,86	376,03	121,53	69,13	12582,28
Consultorio Puchuncavi	2,38	66,98	123,52	602,30	272,43	379,11	478,69	110,50	22,65	5820,00
Interior-Puchuncavi	5,69	14,66	184,95	3716,71	1767,98	275,10	890,10	148,13	8,20	4260,23
Mínimo	1,43	26,97	104,06	223,60	106,76	142,50	376,03	110,50	12,97	4198,05
Máximo	6,78	361,25	519,28	3628,64	1744,75	1252,30	1182,59	358,85	117,59	29014,76
Promedio	3,73	179,80	300,42	1003,37	433,72	712,40	618,05	164,08	54,30	13726,87
Intervalo según estudio Seremi Salud	0,42	- 13,21	- 12,16 - 279	12,62	- 10,18	- 226,4	-	-	-	237,18
2011, polvo en escuelas	13,19	228,4		215,54	183,92	2501				20200,2
Contenido ceniza volante 32	1,63-2,19	37,9 - 48,1	14,6 - 19,2	65,1 - 80,8	102 - 112	75,6 - 117	121 - 272	203 - 229	15,8 - 20,2	54,3 - 63,7

Fuente: "Evaluación de exposición ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, Comunas de Concón, Quintero y Puchuncavi".

32 Tomado de http://seia.sea.gob.cl/archivos/Anexo_2_Verificacion_DS_148.pdf. Adenda N° 1 en respuesta a la Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones o Ampliaciones a la Adenda de Proyecto "Manejo y Disposición de RISES de combustión del Complejo Termoelectrico Ventanas"

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Tabla 8.25

Contenidos máximo y promedio de MPS (en mg/m²_d) en las estaciones de muestreo ³³

N°	Nombre estación	Máximo		Promedio	
		mg/m ² _d	>150	mg/m ² _d	>100
1	Hogar de Ancianos Ventana	328	Si	144	Si
2	La Greda	315	Si	157	Si
3	Sur	144	No	77	No
4	Los Maitenes	127	No	81	No
5	Valle Alegre	129		53	NO
6	Consult-Puchuncaví	408	Si	156	Si
7	Loncura	160	Si	102	Si
8	Quintero-AES	167	Si	96	No
9	Quintero-GNL	136	No	98	No
10	Interior-puch	199	Si	102	Si

La figura siguiente presenta la distribución de los valores promedio de material particulado sedimentable (MPS-fracción insoluble) donde se aprecia como consecuencia lógica, la mayor concentración en las áreas cercanas a las fuentes emisoras más relevantes.

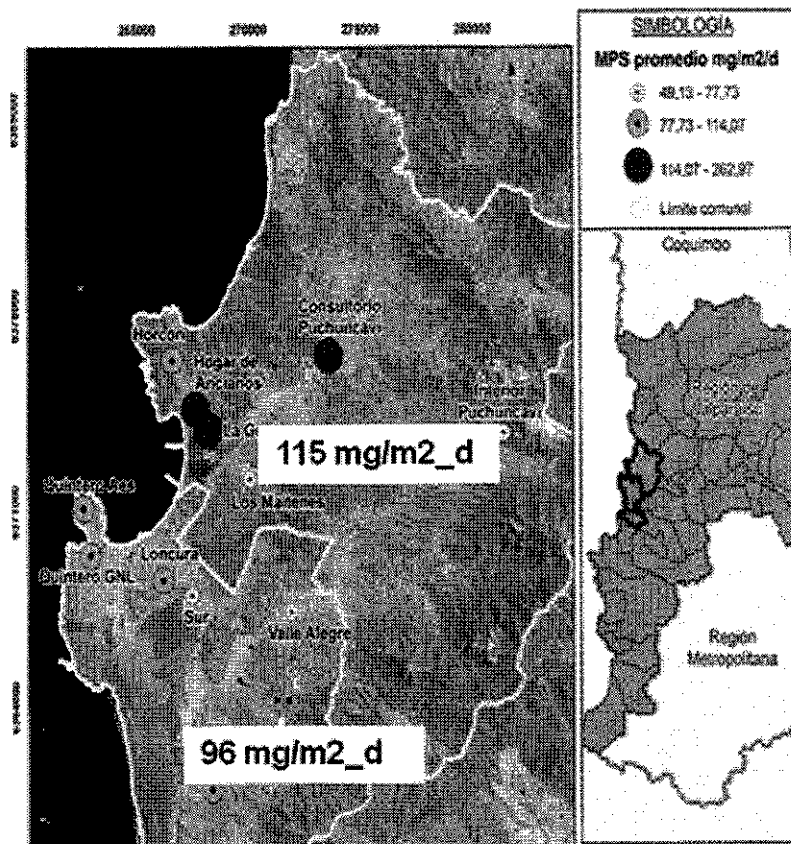


Figura 8.37

³³ COMPARADOS CON LOS CRITERIOS REFERENCIALES DE LA NORMA SECUNDARIA DEL VALLE DEL HUASCO.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

Mapa con los valores promedio de MPS total por estaciones y los promedios³⁴.

905

Respecto a las concentraciones de metales en el material particulado sedimentable (MPS-fracción insoluble) en la Figura 8.37 se presenta la distribución de los valores promedio (expresados en mg/kg) por comuna para los metales Cd,As, Pb, Cr, Ni, Zn, Mn, V, Mo y Cu. No se detectó Selenio en el material particulado sedimentable.

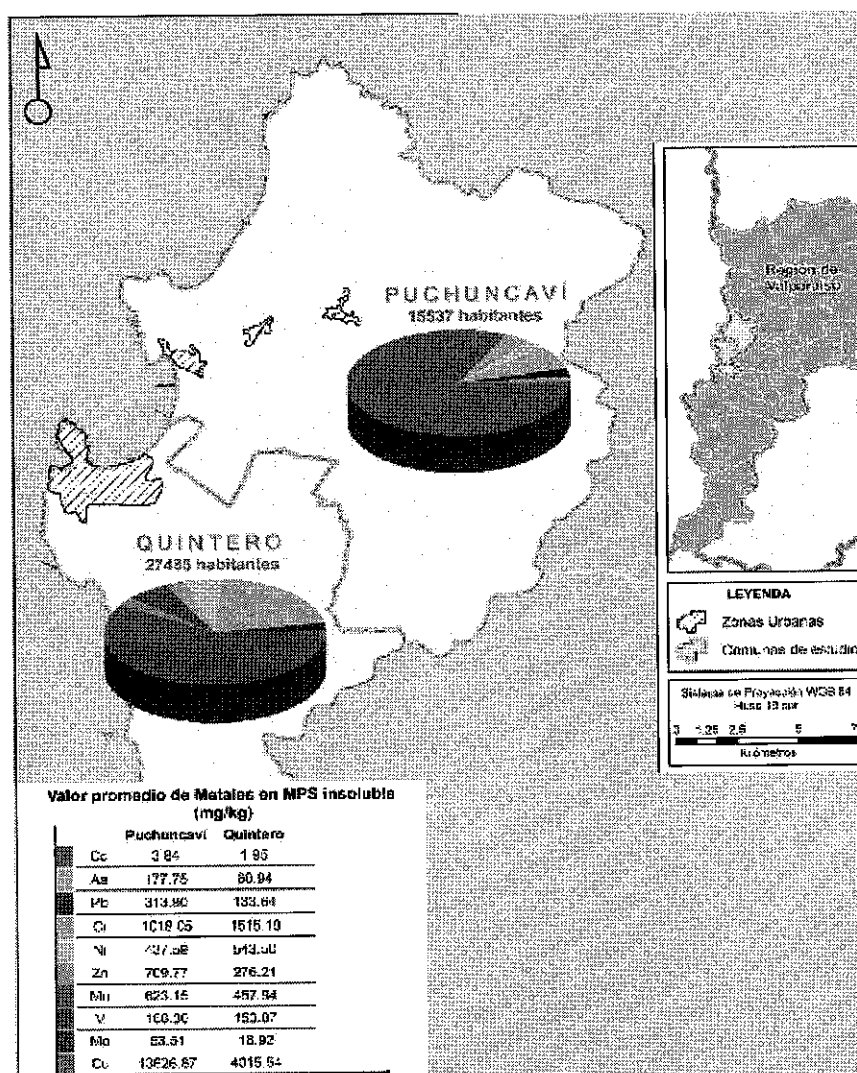


Figura 8.38

Valores promedio de concentración de metales (mg/kg) en MPS insoluble, en Quintero y Puchuncaví.³⁵

34 "EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL A SUSTANCIAS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES PRESENTES EN EL AIRE, COMUNAS DE CONCÓN, QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ"

35 "EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL A SUSTANCIAS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES PRESENTES EN EL AIRE, COMUNAS DE CONCÓN, QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ"

9. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA SALUD, EXPOSICIÓN.

9.1. ANÁLISIS DE CASOS

9.1.1. Caso Escuela La Greda y su posterior traslado

La Escuela Básica "La Greda" se ubica en la localidad del mismo nombre, al sur de la comuna de Puchuncaví en la V región, y próxima al Complejo Industrial Ventanas. La Escuela cobija a niños provenientes de La Greda y de localidades y comunas vecinas (Ventanas, Horcón, Puchuncaví, Quintero). A pesar de las medidas existentes para mitigar el impacto de las emisiones en la zona, ha sido posible detectar polimetales en las matrices de aire y suelo en la localidad de "La Greda". Como Arsénico inorgánico (As), Plomo (Pb) y Cobre (Cu), reconocidos incluso por el sector industrial.³⁶

Los hallazgos de metales en el interior de las salas de clases y el potencial riesgo por exposición a polimetales, llevaron a tomar la decisión de trasladar la escuela fuera del radio industrial más próximo.

El traslado y construcción del nuevo establecimiento, significó un monto de inversión según fuentes del MINEDUC, de 2 mil millones de pesos.³⁷

9.1.2. Caso Escuela La Greda Intoxicación

Otro suceso de importancia, ocurrió el 22 de marzo de 2011 con un episodio de intoxicación aguda por dióxido de azufre en un grupo de alumnos de la Escuela Básica "La Greda".

Luego de la mantención anual programada de la fundición, se inició la operación de los equipos en un proceso de puesta en marcha con la operación de los convertidores de la fundición.

Dificultades en la planta de ácido, impidieron la operación estable lo que obliga a detener la operación de los convertidores generando la salida directa de los gases que sumado a las condiciones meteorológicas, afectando a la población más cercana de La Greda.

9.2. Antecedentes de emisiones y exposición

La literatura científica demuestra que los registros de las estaciones fijas de monitoreo de calidad del aire no necesariamente son representativas de las condiciones reales de exposición de la población.

³⁶ [HTTP://WWW.CODELCO.COM/ESTUDIO-DEMUESTRA-QUE-METALES-DE-ESCUELA-LA-GREDA-CORRESPONDEN-A-CONCENTRADOS-DE-COBRE/PRONTUS_CODELCO/2011-07-20/141303.HTML](http://www.codelco.com/estudio-demuestra-que-metales-de-escuela-la-greda-corresponden-a-concentrados-de-cobre/prontus_codelco/2011-07-20/141303.html)

³⁷ [HTTP://WWW.MINEDUC.CL/INDEX2.PHP?ID_PORTAL=6&ID_SECCION=86&ID_CONTENIDO=24993](http://www.mineduc.cl/index2.php?id_portal=6&id_seccion=86&id_contenido=24993)

Como consecuencia de una mayor cercanía a las fuentes de emisión, los niveles de contaminación a los que se exponen las personas en los diferentes microambientes en los que pasa la mayoría del tiempo, pueden incluso ser superiores a los niveles registrados por las estaciones de las redes de monitoreo. Según estudios realizados para las comunas de Quintero y Puchuncaví³⁸, indican que son las industrias las que constituyen la fuente de mayor contribución a las concentraciones de material particulado y dióxido de azufre, cuando las condiciones de transporte de contaminantes permiten que las emisiones de estos complejos, tengan impactos que pueden ser tanto en el entorno inmediato (localizado) como tener un mayor alcance.

En lo que respecta al transporte de contaminantes, las modelaciones realizadas en los estudios señalados con anterioridad sobre la dispersión de dióxido de azufre, han demostrado que los aportes de fuentes como GASMAR, GNL u OXIQUM (como actividad terrestre), son prácticamente despreciables en comparación a los aportes que provienen de las fuentes areales y puntuales de Codelco Ventanas, del Puerto de Ventanas y de AES GENER.³⁹

A lo anterior, se suma que en los últimos años el parque industrial se ha visto incrementado, debido al emplazamiento de diversas fuentes industriales, especialmente en lo que se refiere al sector energético y portuario, lo que contribuiría al aumento de emisiones y al empeoramiento de las condiciones ambientales de la zona.

En el caso de las comunas de Puchuncaví y Quintero, las emisiones de contaminantes a la atmósfera y la calidad del aire, especialmente referido al contaminante material particulado y sus características químicas y al dióxido de azufre, son una preocupación constante población que aumentan la negativa percepción de su situación ambiental, en especial ante la ocurrencia de episodios de corta duración de nubes tóxicas.

Resultado de esas modelaciones, dan cuenta que la influencia de niveles intermedios de dióxido de azufre (en el orden de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$; o sea, en niveles próximos al valor AEGL-1⁴⁰ descrito como la concentración que provoca molestia en la población y efectos pasajeros; o sea, perceptibles) se mantiene fundamentalmente sobre la bahía durante las horas de la noche pero durante el día, se desplaza sobre la comuna de Puchuncaví, llegando incluso a la comuna de Quintero en algunas condiciones de viento favorables para ello, especialmente durante la transición noche/madrugada. El sector de La Greda recibe la influencia sostenida de las mayores concentraciones modeladas de dióxido de azufre.

38 "INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZONA DE VENTANAS Y ESTIMACIÓN DE SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AIRE" DICTUC AÑO 2006; "PROPUESTA Y ANÁLISIS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA ZONA INDUSTRIAL DE VENTANAS" AMBIOVIS AÑO 2009; "DIAGNÓSTICO PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICA – REGIÓN DE VALPARAÍSO 2011",

39 EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL A SUSTANCIAS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES PRESENTES EN EL AIRE, COMUNAS DE CONCÓN, QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ PREPARADO POR CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CENMA), FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE PARA LA SUBSECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE SEGÚN LICITACIÓN 608897-124-LP11

40 Niveles Guía de Exposición Aguda (AEGLs, del inglés Acute Exposure Guideline Levels, desarrollados por el National Research Council, USA) como valores más relevantes y aplicables para su uso para los casos de emisiones aéreas de corto plazos aplicables a la población en general.

Como antecedente, se debe considerar que existen centros poblados en el área de influencia industrial. A modo de ejemplo, las Centrales a Carbón y Puerto Ventanas se encuentran a menos de 1 km de la localidad de la Greda y de la localidad de Las Ventanas.

En este contexto, cuando existe evidencia de superación de normas primarias de calidad del aire en un área determinada o bien, existen condiciones de vulnerabilidad (latencia) que podrían conllevar a superación de alguna norma primaria o a la ocurrencia de episodios que perturben el bienestar de la población, se requiere sin lugar a dudas la implementación de medidas que se traduzcan en el control de emisiones directas y de potenciales precursores.

En el caso particular de Quintero y tal como se revisó en los capítulos anteriores, se encuentra en condición de latencia para la norma diaria de SO_2 (98%) para el periodo evaluado 2010-2012. En lo que respecta al material particulado, es la estación La Greda que no ha salido de su condición de latencia desde el año 2002 en lo que respecta a la norma anual de PM_{10} . Este punto, adquiere además otra connotación si se consideran las características químicas del material particulado respirable MP_{10} , ya que en todas las estaciones de la Red CODELCO GENER, se evidencian trazas de As, Pb, Cu, Se, Ni, entre otros. Sustancias de las cuales, existen antecedentes contundentes que comprueban efectos adversos sean crónicos o agudos sobre la salud de las personas y el medio ambiente dependiendo de las concentraciones, los tiempos y las vías de exposición.

Como antecedente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) con el objetivo de proteger a la población más sensible de los efectos agudos producidos por el anhídrido sulfuroso recomienda que no se supere un nivel de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 10 minutos.

Si se analiza la información de calidad de aire para anhídrido sulfuroso disponible en todas las estaciones existentes en la zona de estudio, especialmente Quintero, Quintero Centro, Loncura y La Greda para un periodo de una hora, se puede deducir que se supera el nivel recomendado por la OMS para un periodo de 10 minutos.

En lo que respecta al material particulado fino $\text{PM}_{2,5}$, los análisis realizados a los antecedentes disponibles permiten establecer proyecciones de posibles concentraciones anuales, que potencialmente y en el corto plazo (año 2014), pudieran llegar a condiciones de latencia en 3 de las 6 estaciones que monitorean hoy en día en el área de estudio.

Al observar las gráficas presentadas anteriormente concernientes a la evolución de la calidad del aire, es posible deducir que el Plan ha sido exitoso en términos de cumplimiento de normativa para las estaciones originalmente consideradas en la Red CODELCO GENER. Sin embargo, hay que considerar los siguientes aspectos:

- La Calidad del aire en cuanto a MP y SO_2 en la comuna de Quintero, solo se conoce desde el año 2010. En otras palabras, no se tienen antecedentes anteriores de la calidad del aire para estos parámetros y por ende, los niveles de exposición históricos de una comuna que pese de estar dentro de los límites geográficos contemplados en el Plan, no fue considerada dentro de los monitoreos.
- Desde la instalación de la Red de monitoreo CODELCO GENER en 1993, las concentraciones de material particulado respirable PM_{10} , han sido monitoreados utilizando métodos discretos. Es decir, con registros cada tres días. Si bien este método permite el análisis químico del particulado recolectado en los filtros, su principal desventaja radica en no permitir tener antecedentes históricos respecto de escenarios de exposiciones horarias o de corto plazo, que pudieran dar cuenta de situaciones de emergencia ambiental que definen las normas de calidad vigente. Dado lo anterior, este tipo de monitoreo (discreto), se convierte en un indicador ambiental para determinar cumplimiento de normativa y para efectos de evaluar la

composición química del material particulado. Esto, no es menor a la hora de conocer el tipo de contaminantes a los que está expuesta la población. En otras palabras, no existe información histórica, respecto de mediciones de emisiones horarias de MP que permitan analizar el Plan operacional de Episodios Críticos.

Dadas las Gestiones y mesas de trabajo técnicas sostenidas entre las empresas CODELCO y AES GENER y el CTA (Comité Técnico del Aire) conformado por la Seremi de Salud, la CONAMA (hoy SEREMI del Medio Ambiente) y el Servicio Agrícola y Ganadero SAG, desde el año 2011, se han incorporado en forma paralela a los monitores High Vol de algunas estaciones de la red, equipos de monitoreo continuo de MP₁₀ y MP_{2,5}. Los antecedentes y el análisis de los datos obtenidos, hoy permiten conocer que desde el 2011, se han suscitado situaciones que originarían emergencias ambientales para este contaminante según la normativa vigente.

9.3. PERFILES DE TOXICIDAD DE SUSTANCIAS PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO

Las medidas de compensación deben considerar la naturaleza química y/o de riesgo de los contaminantes que se requiere compensar.

Se tienen antecedentes que dan cuenta que el Complejo Industrial, libera grandes cantidades de dióxido de azufre y material particulado al aire. La toxicidad del dióxido de azufre y el material particulado inhalado puede variar dependiendo de la composición exacta de la mezcla que se está inhalando. El material particulado incluye compuestos metálicos y puede incluir gotitas de ácido sulfúrico. Además, partículas muy pequeñas de óxido metálico pueden estar recubiertas por ácido sulfúrico.

Se debe considerar que el aire de la zona del complejo, también se ve impactado por gases y partículas de fuentes móviles y fuentes fuera de ruta como embarcaciones naviera, de otras fuentes de combustión como leña y por la resuspensión de partículas de suelo y polvo producto de tráfico vehicular, así como por el suelo y el polvo arrastrados por el viento. El dióxido de azufre liberado al aire por la fundición también se puede convertir en partículas de sulfato con el tiempo.

El material particulado representa una amplia mezcla de partículas sólidas y líquidas suspendidas en la atmósfera. El material suspendido se divide en partículas primarias y secundarias dependiendo de cómo se formaron. Las partículas primarias existen en la misma forma en que son liberadas a la atmósfera. Las partículas secundarias se forman mediante reacciones químicas en la atmósfera. Los sulfatos son partículas secundarias en la atmósfera, formadas por la oxidación de dióxido de azufre. Debido a que los sulfatos se forman a partir de reacciones en la atmósfera, es difícil relacionar las concentraciones ambientales en un lugar con las fuentes de emisión originales de las cuales se liberó el dióxido de azufre. Gran parte de la evidencia epidemiológica reciente sobre impactos en la salud del material particulado ha examinado el rol de los sulfatos como un componente específico del material particulado. Las normas

de calidad de aire para material particulado, especialmente para $MP_{2,5}$, toman en cuenta a los sulfatos y nitratos. Debido a la influencia de la fundición y las centrales térmicas a carbón, se prevé que las partículas en el aire de las comunas de Quintero y Puchuncaví, incluirán un alto porcentaje de ácido sulfúrico y sulfatos.

En términos generales, la principal preocupación radica en las compensaciones de material particulado donde no se considera su toxicidad, la composición química o el tamaño de la misma.

Los estudios científicos demuestran que el impacto en salud del $PM_{2,5}$ es muy mayor a la fracción gruesa del PM_{10} , solo considerando su tamaño, sin embargo al considerar su composición química, su impacto puede ser muy distinto.

Emisiones como polvo de calles sin pavimentar tienen una composición química similar a la capa vegetal de donde proviene, rica en silicio, con tamaños de partícula principalmente sobre el PM_{10} , por lo cual se consideran en general de bajo impacto en salud. Por el contrario emisiones de combustión son ricas en hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), de alta toxicidad

Muchos proyectos presentados que han comprometido compensaciones con pavimentación de calles o arborizaciones, no consideran que el origen de las emisiones a compensar, provienen en algunos casos, de fuentes que incluyen procesos de combustión por lo que la compensación a través de pavimentación de calles, no es compatible.

9.3.1. Perfil de Toxicidad para Dióxido de Azufre⁴¹

DESCRIPCIÓN

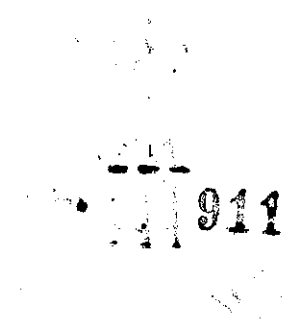
El dióxido de azufre es un gas incoloro que tiene un olor acre. el dióxido de azufre en la atmósfera se convierte en ácido sulfúrico a través de la oxidación. El dióxido de azufre y el ácido sulfúrico actúan como irritantes pulmonares. El dióxido de azufre es altamente soluble y es absorbido a través de las membranas mucosas de la nariz y el tracto respiratorio. El ácido sulfúrico existe como un aerosol líquido o es absorbido a la superficie de las partículas. Cuando las partículas son muy pequeñas, esto permite que el ácido sulfúrico penetre en el tracto respiratorio más profundamente que el dióxido de azufre. Por su alta acidez, el ácido sulfúrico provoca una mayor irritación que el dióxido de azufre a la misma concentración. el efecto de irritación del ácido sulfúrico está relacionado con el ph y no con el sulfato.

Las exposiciones al dióxido de azufre pueden producir la constricción de las vías respiratorias, provocando dificultad para respirar, ahogo y presión en el pecho. sin embargo, la sensibilidad al dióxido de azufre es muy variable. Algunas personas no se ven afectadas por concentraciones que inducen una constricción bronquial severa en otras (oms 2000). Estudios con voluntarios indican que la mayoría de personas experimentarán un efecto irritativo ante concentraciones de dióxido de azufre de 13,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (klaassen 1996). Los efectos son reversibles y por lo general desaparecerán unas horas después de que termine la exposición. La información de estudios con voluntarios asmáticos sugiere que la constricción bronquial inducida por dióxido de azufre ocurre en un lapso de 10 minutos y se incrementa mínimamente o se reduce luego de 10 minutos de exposición (nrc 2004).

⁴¹ [HTTP://WWW.ATSDR.CDC.GOV/](http://www.atsdr.cdc.gov/)

Concentraciones promedio de los metales en MPS insoluble o polvo grueso, en estaciones de la Comuna de Puchuncaví comparados con los intervalos de concentración de metales en polvo reportados en el estudio de la SEREMI de Salud en 2011.

Dada la metodología utilizada para obtención de datos para material particulado sedimentable se requiere aproximadamente un mes de recolección por lo que dada la cantidad de datos, no son estadísticamente representativos no obstante, entregan una idea de la composición química y de su distribución relativa a los centros más cercanos a las potenciales fuentes emisoras.



Los niños y adultos con asma han mostrado ser más sensibles a los efectos de la exposición al dióxido de azufre. La USEPA (1994) estima que las personas con asma pueden ser hasta 10 veces más sensibles al dióxido de azufre que las personas no asmáticas. En el caso de adolescentes y ancianos, la susceptibilidad al dióxido de azufre queda determinada principalmente por la condición de la salud respiratoria y no por la edad (atsdr 1998).

La naturaleza de la exposición al dióxido de azufre tiene un efecto sobre la magnitud del impacto o sobre la concentración necesaria para inducir una respuesta. La penetración del dióxido de azufre en los pulmones es mayor cuando se respira por la boca. Esto puede incrementar la constricción de las vías respiratorias en comparación con la respiración por la nariz, pues por la boca las vías respiratorias tienen menos protección que por la nariz, que cuenta con una capa mucosa más gruesa. Algunos estudios han demostrado que el ejercicio puede intensificar la reacción ante una exposición a dióxido de azufre. Los asmáticos que están haciendo ejercicio son más sensibles; sin embargo, las respuestas al dióxido de azufre son variables entre las personas de este grupo. La USEPA (1994) estima que aproximadamente 10 a 20% de personas con asma leve a moderada expuestas a dióxido de azufre a niveles de 500 a 1,300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante ejercicios experimentarían efectos respiratorios sustanciales. Las personas más sensibles podrían experimentar probablemente un efecto incapacitante. Las personas sin asma que respiran por la boca o que están realizando ejercicios también son más susceptibles a las exposiciones a dióxido de azufre. Estas actividades pueden reducir la concentración requerida para una respuesta de 13,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a un rango de 2,620 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 7,860 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Klaassen 1996). La exposición a dióxido de azufre en aire frío o seco también puede intensificar la reacción respiratoria, presumiblemente debido a una reducción en los fluidos superficiales en las vías respiratorias, lo que da como resultado una menor absorción del dióxido de azufre (Graham 1999).

Las partículas pequeñas compuestas de óxidos metálicos liberados por el complejo pueden causar la conversión de dióxido de azufre en ácido sulfúrico. El SO_2 se adsorbe en la superficie de estas partículas y la oxidación crea ácido sulfúrico. Algunos estudios han demostrado que, a medida que el tamaño de las partículas descendía de 7 μm a menos de 1 μm , se necesitaba menos ácido sulfúrico para inducir irritación en las vías respiratorias (Klaassen 1996). Con partículas grandes, una concentración de 30,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no causaba constricción en las vías respiratorias de conejillos de indias. Por el contrario, cuando se adsorbía en partículas con un diámetro de 0.3 μm , una concentración por debajo de 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ era suficiente para causar constricción en las vías respiratorias. Los conejillos de indias exhibían sensibilidad al dióxido de azufre y sulfatos en un nivel similar a los asmáticos.

9.3.2. Criterio Sanitarios para el SO_2

Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han establecido normas sanitarias para las concentraciones de dióxido de azufre en el aire ambiental. Los criterios establecidos por el gobierno peruano, la OMS y las entidades de los Estados Unidos fueron considerados relevantes para el presente estudio de riesgo y se presentan y discuten a continuación. La discusión se divide en dos secciones principales, exposiciones agudas que duran 24 horas o menos y exposiciones a largo plazo que reflejan condiciones anuales promedio.

CRITERIOS PARA LA EXPOSICIÓN AGUDA A DIÓXIDO DE AZUFRE POR INHALACIÓN

Los criterios para exposición aguda a dióxido de azufre cubren las exposiciones desde unos minutos hasta 24 horas. El D.S. N° 113/92 establece una norma sanitaria de calidad del aire ambiental de 250

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un tiempo promedio de 24 horas como norma diaria y una concentración de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trianual como norma anual

La USEPA concluyó que existe un riesgo significativo de incremento en la mortalidad por exposiciones a dióxido de azufre por encima de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El estudio sobre bronquitis también sugirió que la concentración mínima de dióxido de azufre que provoca una respuesta significativa es de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (USEPA 1982). Los estudios sobre mortalidad y sobre bronquitis representan grupos poblaciones entre los más sensibles a los efectos de los contaminantes (USEPA 1982).

La OMS también utilizó estudios epidemiológicos para establecer su guía de calidad del aire de 24 horas para el dióxido de azufre. Sin embargo, ellos sólo consideraron estudios publicados después de 1985 en un intento por evitar estudios más antiguos que evaluaron los efectos de las mezclas históricas de contaminación del aire que existían cuando la combustión de carbón era un principal contribuyente de partículas en el aire urbano (OMS 2000). Ellos concluyeron que los estudios de mortalidad y morbilidad no indicaban un límite consistente para el dióxido de azufre. La guía de calidad del aire se fijó en $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ después de aplicar un margen de error de 2 al nivel más bajo con efecto adverso observado en pacientes sensibles, quienes experimentaron síntomas exacerbados al ser expuestos a dióxido de azufre y material particulado.

La principal respuesta ante exposiciones agudas a dióxido de azufre en bajos niveles está asociada con efectos respiratorios. Estos efectos generalmente ocurren en los primeros 10 minutos de la exposición y se incrementan en mínima medida, o inclusive se aminoran, de mantenerse la exposición. Para evaluar los impactos potenciales en la salud humana de exposiciones picos de corto plazo se usaron criterios adicionales. La OMS recomienda una concentración en el aire ambiental de $460 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante 10 minutos. Este valor se basa en estudios con asmáticos realizando ejercicios que indican que algunas personas experimentan cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios después de exposiciones tan breves como 10 minutos (OMS 2000).

Otro conjunto de criterios para la exposición aguda a dióxido de azufre es el suministrado por el consejo nacional de investigación de los Estados Unidos (2004). El consejo nacional de investigación establece niveles guía para la exposición aguda (AEGL) que representan límites de exposición para el público general que van de 10 minutos a 8 horas para las exposiciones a diferentes agentes químicos.

Los AEGL presentan un enfoque de tres niveles que reflejan la severidad de la respuesta. El AEGL de Nivel 1 es la concentración transportada por el aire a la cual incluso las personas más sensibles experimentarían sólo efectos leves y reversibles en la salud. El AEGL de Nivel 2 es la concentración a la cual las personas sensibles experimentarían efectos temporales en la salud que se considerarían moderados a severos. El AEGL de Nivel 3 es la concentración en el aire por encima de la cual el público en general, incluyendo las personas sensibles, podría experimentar efectos para la salud que podrían poner su vida en peligro o causar la muerte.

Las emisiones de SO_2 comúnmente van asociadas al material particulado. Es por esto que algunos estudios evalúan los efectos que estos contaminantes tienen sobre la salud, en forma conjunta.

Al penetrar a las vías respiratorias, destruye los Cilios del epitelio del sistema pulmonar, que tienen función de evacuar partículas de polvo y aerosol de los bronquios. Este efecto es especialmente manifiesto en niños, que pueden desarrollar una enfermedad **aguda**, que se manifiesta por una tos seca y fiebre, y en casos extremos, puede producir la muerte por asfixia.

El dióxido de azufre afecta además, ojos y piel. Los trabajadores mayormente afectados, son aquellos que laboran en las cuales se produce como derivado, SO_2 .

1
S11

El Dióxido de azufre se biotransforma (modifica en el cuerpo) producto de la descomposición que se mide en sangre y orina. Cuando se alcanza las 20 ppm (57.200 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), incrementa las crisis asmáticas. Si la exposición en el tiempo aumenta, se producen afecciones respiratorias severas.

La tabla siguiente muestra los efectos por exposición a dióxidos de azufre:

Tabla 8.1

Efectos en la salud humana por exposición a dióxido de azufre⁴²

Concentración en 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Efecto Observado
400-900	Posible incremento de los síntomas respiratorios (tos, irritación de la garganta y silbidos en el pecho) en personas con asma.
500-1700	Incremento de los síntomas respiratorios en personas con asma y posible agravamiento de las personas con enfermedades pulmonares y cardíacas.
1700-2300	Incremento significativo de los síntomas respiratorios en personas con asma y agravamiento de las personas con enfermedades pulmonares cardíacas.
2300-2900	Síntomas respiratorios severos en personas con asma y riesgo serio de agravamiento de las personas con enfermedades pulmonares y cardíacas.
>2900	Cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios en individuos sanos.

Valores fijados en las *Directrices OMS para SO₂*

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h

500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 10 min

La concentración de SO₂ en períodos promedio de 10 minutos no debería superar los 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los estudios indican que un porcentaje de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras períodos de exposición al SO₂ de tan sólo 10 minutos.

La revisión de la directriz referente a la concentración de SO₂ en 24 horas, que ha descendido de 125 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se basa en las siguientes consideraciones:

a) *VÍAS DE EXPOSICIÓN:*

- Inhalación
- Vía dérmica

42 "Air Pollution and health effects in adults who works a differents levels of exposure". Escuela de Salud Pública Universidad de Antioquía

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

b) *TOXOCINÉTICA*

El dióxido de azufre es rápidamente absorbido por la mucosa de la nariz y del tracto respiratorio superior. La absorción en el tracto inferior es aumentada cuando aumenta la ventilación debido a un aumento de la inspiración por la boca. Al entrar en contacto con las membranas mucosas, el sulfuro se hidroliza a sulfitos los cuales son tomados por la sangre y rápidamente distribuidos en el cuerpo. Los sulfitos pueden ser oxidados a sulfatos, en el hígado, o reaccionar con proteínas para formar Sulfonato. Los sulfatos son excretados por la orina (Kleinman, 1984). No se han realizado estudios del tránsito del SO₂ por el organismo tras una exposición dérmica.

c) *EFFECTOS*

DI) AGUDOS

En un estudio realizado en ratas se demostró que las ratas mueren en menos de 2 minutos al ser expuestas a 500.000 ppm de SO₂ (Cohen et al., 1973).

Las molestias inmediatas en al tracto respiratorio, infecciones respiratorias, aumento de la resistencia de la vía aérea (por broncoconstricción causada vía reflejo parasimpático), la afección de los cilios nasales, decrecimiento en flujo mucoso y la disminución en la función respiratoria están relacionadas con el aumento de la concentración de SO₂ en el aire.

El ISA señala que la "prueba definitiva" de la determinación causal en estudios de exposición humana controlada, han demostrado disminuciones de la función pulmonar y / o respiratorias síntomas en el ejercicio de los asmáticos expuestos a ≥ 200 ppb SO₂ . 5-10 minutos.⁴³

Las pruebas procedentes de estudios clínicos en de asmáticos con exposición de concentraciones <1,000 ppb SO₂ durante 5-10 minutos, presentan efectos en la salud similares a los encontrados en asmáticos sometidos a otros tipos de estímulos (por ejemplo, ejercicio, aire frío / húmedo, el estrés psicológico, etc.) (EPA, 1994a).

Los efectos de la inhalación de SO₂ son más marcados en asmáticos y en personas que realizan actividad física. Una concentración de 1 ppm causa aumento en la resistencia de la vía aérea en asmáticos en reposo, luego de 10 minutos (Sandstrom T, 1989). Una concentración de 0,5 ppm (1041 ug/m3) es suficiente para causar aumento de la resistencia de la vía aérea en asmáticos que realizan actividad física a los 5-10 minutos (Folisbee, 1992). Y una concentración de solo 0,1 ppm causa un aumento de la resistencia de la vía aérea en asmáticos sensibles al SO₂ que realizan actividad física, luego de 10 minutos. El frío y el aire seco aumentan los efectos del SO₂ en asmáticos.

Los primeros síntomas asociados a la toxicidad por SO₂ aparecen en adultos sanos, a una concentración de 1 ppm luego de 40 minutos de exposición: dolor de garganta y la sensación de sentir y tragar SO₂. Asimismo en exposición a concentraciones entre 0,2 y 0,8 ppm, luego de 6 horas aumenta la resistencia

⁴³ <http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/so2/data/200908SO2REAFinalReport.pdf> "Criterios para la evaluación de la exposición y riesgo asociado a 5 minutos con de exposiciones peak SO₂ "

de la vía aérea. El decrecimiento en el flujo mucoso y excesiva salivación se observa a concentraciones de 5 ppm. A 8 ppm se observa eritema de la tráquea (Sandstrom T, 1989).

Según la HCDB (1998) una concentración por sobre 100 ppm (282.000 µg/m³) se considera inmediatamente peligrosa para el ser humano (HSDB, 1993). Sin embargo, según estudios de Brunekreef et al. (Brunekreef, 1993) demostraron, en estudios a largo plazo, que un aumento de la mortalidad promedio diaria en la población por inhalación de SO₂ ocurre a una concentración de solo 0,2 ppm (500 µg/m³) cuando el gas está en combinación con material particulado suspendido (efecto agudo, Brunekreef, 1993). Las muertes fueron debido a problemas respiratorios o cardiovasculares.

Se han realizado experimentos con ratas y otros mamíferos, que confirman los datos obtenidos en los estudios mencionados anteriormente (Sandstrom T, 1989).

En síntesis, los datos indican que en asmáticos sensibles los efectos del SO₂ pueden observarse a partir de concentraciones de 0,1 ppm, mientras en no-asmáticos, saludables se pueden observar a partir del 1 ppm. Factores como el ejercicio, el frío y el aire seco aumentan los efectos del contaminante en las vías respiratorias (Sandstrom T, 1989). No existen estudios concluyentes que indiquen una mayor susceptibilidad de niños o adolescentes v/s adultos, ante la presencia de SO₂.

En humanos no-asmáticos la exposición a concentraciones entre 1 y 8 ppm aumenta el pulso (Amdur, 1963).

Náuseas y vómitos se registraron en un accidente donde la exposición fue a 40 ppm. No se han realizado experimentos en animales al respecto. Concentraciones entre 0,29 y 57 ppm produjeron irritación y lagrimeo de en los ojos trabajadores de una fábrica. En un accidente donde la concentración de SO₂ se estimó (no se midió) entre 50 y 600 ppm las personas resultaron con conjuntivitis y erosión en las córneas (Savic, 1987).

Todos estos efectos son reversibles. Sólo hay efectos en la piel si se aplica el SO₂ en forma líquida a la piel, causando quemaduras (Canadian Centre for occupational Health and Safety, 1997).

En 2010, la EPA revisó los principales SO₂ NAAQS, estableciendo un nuevo estándar de 1 hora a un nivel de 75 partes por billón (ppb). EPA revocó los dos patrones primarios existentes, ya que no proporcionan protección adicional de la salud pública dado un estándar de 1 hora a 75 ppb.

D2) CRÓNICOS

Se ha registrado un aumento de la metahemoglobina ante una exposición a concentraciones de 0,29-57 ppm (Savic, 1987).

Numerosos estudios han demostrado efectos oxidativos sobre los eritrocitos (índice de deformabilidad o lipoperoxidación) en rangos entre 0,9 y 10 ppm de SO₂ (Baskurt, 1990). Sin embargo estos estudios no son concluyentes ya que no fue posible determinar dosis de respuesta y además existían factores externos que podrían inducir a errores.

Estudios han mostrado que exposiciones repetidas a bajas concentraciones de SO₂ causa permanente disfunción pulmonar. Este efecto es probablemente debido a los episodios de broncoconstricción. Estudios han demostrado una disminución en la función pulmonar en trabajadores expuestos por un año a concentraciones de 1-2,5 ppm SO₂. No se observaron efectos crónicos en trabajadores expuestos a menos de 1 ppm. Trabajadores expuestos a promedios diarios de 5 ppm tuvieron mucha mayor incidencia de bronquitis crónica que los controles. (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1997).

Como antecedente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) con el objetivo de proteger a la población más sensible de los efectos agudos producidos por el anhídrido sulfuroso recomienda que no se supere

un nivel de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para un periodo de 10 minutos. Los estudios⁴⁴ indican que un porcentaje de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras periodos de exposición al SO_2 de tan sólo 10 minutos.

9.3.3. Perfil de Toxicidad para Material Particulado

a) DESCRIPCIÓN

Los primeros estudios sobre los efectos de las partículas en la salud se centraron en el total de partículas suspendidas, que incluían partículas de hasta $40 \mu\text{m}$ de diámetro. Luego, el énfasis cambió a fracciones de tamaño más pequeño que podían migrar a través de la región torácica del sistema respiratorio. Como se discutió anteriormente, a medida que las partículas migran más profundamente dentro del sistema respiratorio, tienden a tener mayor impacto en la salud. Esto llevó a que en 1987 la USEPA estableciera una norma sobre material particulado basada en partículas con un diámetro aerodinámico medio de $10 \mu\text{m}$ o menos, conocidas como PM_{10} . Las normas sobre PM_{10} emitidas por la USEPA eran para un periodo de 24 horas y para un periodo anual. Estas normas se diseñaron para brindar protección contra la mortalidad prematura y el agravamiento de la bronquitis (40 CFR § 50, 1987). También buscan proteger contra la exposición a sulfato, incluyendo el ácido sulfúrico.

En una revisión de la norma PM_{10} iniciada en 1994 por la USEPA, se encontraron nuevos estudios que indicaban que las normas existentes no siempre cumplían con su objetivo de proteger la salud humana (USEPA 1997b). Existía evidencia que indicaba la existencia de efectos de mortalidad y morbilidad en poblaciones sensibles en el caso de exposiciones en áreas o en periodos en los que se estaba cumpliendo la norma PM_{10} vigente. El incremento en el riesgo relativo era bajo para los resultados más serios, pero la USEPA actuó para proteger a las personas más sensibles. La comparación de los efectos en la salud entre las fracciones de partículas finas ($< 2.5 \mu\text{m}$) y gruesas (entre 2.5 y $10 \mu\text{m}$) indicaba que la fracción de partículas finas era un mejor indicador de los efectos en la mortalidad y la morbilidad vistos en concentraciones en el aire por debajo de las indicadas en la norma PM_{10} .

Por lo tanto, en 1997, las normas sobre material particulado fueron reajustadas para incluir una norma de 24 horas y de promedio anual para $\text{PM}_{2.5}$. La concentración promedio anual para $\text{PM}_{2.5}$ se fijó en $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es menos de la tercera parte del valor promedio anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que se usa para PM_{10} . La concentración promedio de 24 horas para $\text{PM}_{2.5}$ se fijó en $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es ligeramente menos de la mitad de la concentración de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que se usa para la norma PM_{10} de 24 horas.

No obstante, cabe destacar que las normas PM_{10} ya vigentes se mantuvieron como un medio de proteger contra el agravamiento del asma y de infecciones respiratorias que está plausiblemente ligado a las exposiciones a PM_{10} a corto y largo plazo y a las características químicas del material particulado que puede conllevar a exposiciones adicionales.

El tamaño de las partículas está relacionado a su potencial para causar problemas de salud. La EPA se preocupa de las partículas que tienen $10 \mu\text{m}$ o menos porque son las que llegan a los pulmones.

Una vez inhaladas estas partículas pueden afectar el corazón y pulmones y causar serios problemas de salud, La EPA agrupa el material particulado en dos categorías:

⁴⁴ *Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series, No. 91)*

- Partículas Inhalables, que son aquellas presentes en las carreteras e industrias que emiten polvo, y que son mayores que 2,5 μm y menores a 10 μm de diámetro.
- Partículas finas, que son aquellas que se encuentran en el humo y en la neblina, y que es de 2,5 micrones y menores. Estas partículas pueden ser directamente emitidas desde fuentes como incendios forestales, o pueden formarse desde emisiones de plantas industriales o emisiones de automóviles.

b) VÍAS DE EXPOSICIÓN

Análisis sólo por inhalación.

c) TOXOCINÉTICA

La deposición de las partículas inhaladas en el tracto respiratorio depende mayormente del patrón de respiración y el tamaño. Con una respiración normal, las partículas de mayor tamaño (>10 μm) son depositadas en la parte extratorácica del tracto respiratorio y la mayor parte de las partículas entre 5 y 10 μm se depositan en las vías respiratorias mayores. Las partículas entre 2,5 y 5 μm son depositadas en las vías más pequeñas en las proximidades de los bronquiólos.

Al respirar por la boca, el patrón de deposición cambia marcadamente, la deposición extratorácica disminuye y la traqueobronquial y pulmonar aumenta. La proporción de la respiración por la boca aumenta con conversación y ejercicio.

Una vez depositado en el pulmón, la mayoría de las partículas es removida por mecanismos de depuración. Las partículas insolubles depositadas en las vías ciliadas son generalmente aclaradas mediante actividad mucociliar en 2448 horas. La depuración en la región pulmonar puede ocurrir mediante la acción de macrófagos alveolares o mecanismos alternativos. Sin embargo, la eliminación de los macrófagos es lenta (semanas a meses)

d) EFECTOS

D1) EFECTOS AGUDOS

Los efectos agudos del material particulado están asociados con el incremento de la mortalidad, entre personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias (Folinsbee, 1992). Asimismo un aumento de un 10% en la concentración de PM10 se asoció con un aumento de la mortalidad diaria de un 0,5-1,5%. Las muertes se debieron a fallas respiratorias o cardíacas.

La exposición, en episodios de contaminación, a material particulado causa una disminución en la función pulmonar que persiste por varias semanas después del episodio. Niveles de 150 μm de PM10 fueron asociados con un 3-6% de disminución del flujo respiratorio, y después de eso, el efecto persiste por 3 días. Ware et al mostraron que la tos, bronquitis y ataques de asma están relacionados

A la presencia de material particulado (Folinsbee, 1992, Pope, 1992). Un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ha sido asociado con un 1-10% de aumento en estos síntomas.

La relación entre la contaminación y la mortalidad no varió con las condiciones meteorológicas.

D2) EFECTOS CRÓNICOS

La exposición prolongada al material particulado demostró estar relacionada con pequeñas disfunciones pulmonares detectadas en el FVC (capacidad vital forzada) e, FEV (volumen expiratorio forzado) f y PEF

(pico expiratorio del flujo). Los resultados sugieren que un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genera una disminución de un 2% en la función pulmonar.

Enfermedades respiratorias, incluyendo enfisemas, bronquitis crónica y la incidencia de síntomas respiratorios también se asociaron con la contaminación por MP. Un aumento de un 10% en el PM10 se asocia a un aumento de un 10-25% de bronquitis o tos crónica (Pope, 1992).

En exposiciones a largo plazo, se encontró que la mortalidad por enfermedades asociadas al PM era un 15-25% mayor en ciudades con altos niveles de material particulado. Los resultados sugirieron que un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el PM10 se asoció con un aumento en la mortalidad diaria de un 3%. Las mayores asociaciones se observaron con enfermedades cardiopulmonares, y cáncer al pulmón.

Es el máximo volumen de aire espirado, con el máximo esfuerzo posible, partiendo de una inspiración máxima.

9.3.4. Perfil de Toxicidad para Arsénico

a) DESCRIPCIÓN

El arsénico es estrictamente un metaloide considerando sus propiedades físicas, pero debido a sus acciones fisiopatológicas tras la exposición en humanos es frecuentemente citado dentro del grupo de metales pesados en múltiples revisiones.

Este metaloide es vinculado fundamentalmente a la producción de energía de combustibles fósiles y la fundición de metales no-ferrosos, llevando a la contaminación ambiental de tanto aire, agua y suelo. De esta manera, fuentes comunes industriales incluyen las pinturas, fungicidas, insecticidas, pesticidas, herbicidas y preservantes de maderas²; y debe además hacerse mención al agua de consumo humano en nuestro país.

b) VÍAS DE EXPOSICIÓN:

La manera fundamental y más célebre en la que se obtiene exposición humana a arsénico es por la ingesta y absorción del mismo, pero las rutas inhalatorias y la absorción transepidérmica son posibles (Kalia & Flora, 2005).

La causa más frecuente de intoxicación a arsénico aguda es la ingesta de pesticidas, ya sea en forma incidental o como un intento suicida, mientras que la exposición crónica se ve fundamentalmente asociada a la contaminación geológica de los suelos y del agua para ingesta, existiendo claros ejemplos de lo anterior en la literatura (Rahman et al., 2001; Chowdhury, 2000).

c) TOXOCINÉTICA:

Una vez absorbido, el arsénico inorgánico se une a la hemoglobina de hematíes, lo que permite una rápida distribución por distintos parénquimas del cuerpo, en especial el hígado, riñones, corazón, pulmón y, en menor grado, sistema nervioso central y tracto gastrointestinal. La mayoría del arsénico sufre metilación hepática para formar ácidos monometilarsónico y dimetilarsínico, que son de menor toxicidad para el ser humano, y una pequeña cantidad es eliminada en la orina sin mayores cambios (Carter, 2003). Una porción de arsénico o sus metabolitos se alojan en tejidos epitelizados queratinizados, tales como la piel, el pelo y las uñas, por lo que pueden ser empleados como marcadores clínicos de exposición. El mecanismo productor de toxicidad es fundamentalmente la depleción de adenosin-trifosfato (ATP), ya sea mediante la unión a grupos sulfhidrilo de enzimas críticas en el ciclo de Krebs o la *arsenolisis* directa, la que resulta del reemplazo de un grupo fosfato de la molécula de ATP, llevando a depleción directa de la energía celular.

d) EFECTOS

D1) AGUDOS

Las manifestaciones agudas son fundamentalmente gastrointestinales, con náuseas, vómitos y diarrea frecuentemente sanguinolenta. Pasado un breve tiempo de observación, pueden ocurrir fenómenos de aplasia medular, con anemia, trombopenia y leucopenia, en casos de ingesta masiva.

D2) CRÓNICOS

Las exposiciones crónicas son considerablemente más polimorfas, incluyendo mayor incidencia de hipertensión y enfermedad vascular periférica, describiéndose incluso brotes de gangrena aguda en relación a incrementos de arsénico en el agua bebestible. Entre las formas de compromiso más célebres, en cualquier caso, está el incremento en la incidencia de varios cánceres, entre los que se incluyen pulmonar (Chen, 2004, Putila y Guo, 2011), hepático, renal, vesical y orales (Su et al., 2010).

La forma de compromiso neurológico más frecuente es la neuropatía periférica, habitualmente sensitiva y en un patrón en guante y calcetín. El arsénico en forma inorgánica tiene la facultad de cruzar la placenta y hay evidencias de teratogenicidad en animales. En múltiples oportunidades se ha visto que la incidencia de estas patologías se encuentra en significativa relación con los niveles de arsénico en el suelo, agua o contenido dietético de arsénico en base al consumo de alimentos de suelos contaminados, lo que conllevan gran riesgo para la salud de la población (Zhuang et al., 2009).

9.3.5. Perfil de Toxicidad para Dióxido del Cadmio⁴⁵

a) DESCRIPCIÓN

El cadmio es uno de los metales pesados que se encuentran agregados en conjunto a zinc, plomo y cobre. Tiene frecuentemente un origen antropogénico, incluyendo emisiones industriales y la aplicación de fertilizantes a terrenos de cultivo, lo que puede llevar a la contaminación de suelos en base a dispersión por agua de regadío y, al igual que el caso anterior, la absorción de éste por vegetales cultivados para consumo humano (Zheng, 2007; Bandara, 2011). Este último proceso es especialmente frecuente en el escenario de suelos ácidos.

b) VÍAS DE EXPOSICIÓN

b1) Ingestión. En el escenario de personas no-fumadoras, la alimentación es la fuente más importante de exposición a Cadmio en la mayoría de los países y es habitualmente considerado que los niveles de Cadmio en el suelo son los mejores representantes del Cadmio consumido en dieta por las personas (Pan et al, 2010).

c) TOXOCINÉTICA

El cadmio y sus sales tienen baja volatilidad y existen en el aire como material particulado fino. Cuando es inhalado, algunas fracciones son depositadas en el tracto respiratorio y el remanente es exhalado. Las partículas de mayor diámetro (mayor a 10 µm) tienden a ser depositadas en el tracto superior, mientras las más finas, de alrededor de 0,1 µm se depositan en los pulmones.

Norberg et al., indica que solo un 5% de la fracción mayor permanece depositada en el tracto respiratorio. Mucho de este particulado, si no es exhalado se transporta al tracto superior y es tragado.

⁴⁵ [HTTP://WWW.TORONTO.CA/HEALTH/PDF/CR_APPENDIX_B_CADMIUM.PDF](http://www.toronto.ca/health/pdf/cr_appendix_b_cadmium.pdf).

En contraste, cerca del 50% del material fino es depositado en los pulmones donde es absorbido (50-100%). En consecuencia, alrededor de un 25% del cadmio total inhalado es absorbido (Toronto Public Health, 2002).

Por otro lado la absorción del cadmio presente en la comida, es de un 3-5% (del total en la comida), pero puede ser mayor en personas con deficiencia de hierro. La absorción dermal del cadmio es muy baja (0,2-0,8%).

La distribución del cadmio es independiente de la ruta de exposición. Es distribuido a través del cuerpo con altos niveles en hígado y riñones. El cadmio no se convierte dentro del organismo. Sin embargo se une a metalotioneínas (proteínas) y en esta forma el cadmio no es tóxico. La metalotioneína de hecho, se produce en presencia de cadmio en los riñones e hígado, intestinos y en los riñones. Una vez en el riñón el cadmio se separa de la metalotioneína y es reabsorbido. Sin embargo la metalotioneína se produce en bajas cantidades y ante un escenario de alta exposición, la producción de metalotioneína no es capaz de acoplarse a todas las moléculas de cadmio.

El cadmio que causa toxicidad renal es aquel que no está unido a metalotioneínas. El cadmio absorbido es eliminado lentamente en la orina y heces, principalmente en estas últimas (Toronto Public Health, 2002).

a) EFECTOS

a1) Agudos

Los efectos agudos son frecuentemente por inhalación, causando patologías respiratorias que pueden ser letales en raros casos (Pan et al, 2010).

B2) CRÓNICOS

Los efectos más célebres de Cadmio provienen de la exposición crónica y han recibido atención en Salud Pública desde 1960, cuando se describió una la enfermedad "itai-itai" (japonés para *auch-auch*) asociada a cadmio entre residentes japoneses que consumían agua y alimentos contaminados (Pan et al, 2010). Esta enfermedad corresponde a una forma de osteoporosis que es frecuentemente asociada a fracturas patológicas (Pan et al, 2010). Otras manifestaciones importantes están en el incremento de la incidencia de enfermedad renal crónica (Nawrot, 2010; Bandara, 2010), la que se ha visto asociada a la excreción de β 2-microglobulina (Nishijo et al., 2006) por parte del riñón; y la célebre carcinogénesis. Entre los cánceres más importantes se cuentan el cáncer de próstata, vejiga, y de mama (Pan et al, 2010, Lalor, 2008). los que podrían verse incrementados por interferencia de Cadmio niveles de estrógeno, favoreciendo la independencia endocrina de esta última neoplasia.

Muchas de estas asociaciones han sido objeto de controversia por falta de variables de control en múltiples estudios, como tabaquismo y la exposición a otros metales pesados (Lalor, 2008).

Al igual que en el caso anterior, la mayoría de las asociaciones observadas han estado en estrecha relación con el Cadmio en la dieta o su índice representativo más cercano, que son los niveles de Cadmio en el suelo (Pan et al, 2010; Louekari, 2008).

9.3.6. Perfil de Toxicidad para Plomo

a) DESCRIPCIÓN

El plomo es uno de los metales pesados más empleados en la industria actual y sus efectos en la salud humana ampliamente reconocidos y estudiados. Este metal carece de rol en los procesos fisiológicos

humanos, por lo que toda exposición a este metal puede teóricamente ser vista como contaminación. Aun cuando regulaciones respecto a los niveles aceptables han sido provistas por distintas organizaciones gubernamentales, existe controversia respecto a qué es lo considerado como seguro en buena parte de los países del mundo (Mañay et al., 2008).

b) VÍAS DE EXPOSICIÓN

En la población adulta, el ambiente ocupacional es el principal escenario en el que ocurre la exposición a plomo, frecuentemente por vía inhalatoria (Mañay et al., 2008). Este tipo de exposiciones ocurren fundamentalmente en minería y fundiciones, así como al trabajar con pinturas que contienen plomo (otra fuente doméstica de exposición) y en empresas productoras de baterías. Las emisiones de estas industrias pueden contaminar territorios periféricos, por lo que el plomo, siguiendo un mecanismo similar al de arsénico, puede depositarse en suelos y aguas, para después formar parte de la dieta humana. En este sentido, se ha estimado que la población general se encuentra igualmente en riesgo de exponerse a plomo por vía oral e inhalatoria, siendo los niveles de plomo en suelo empleados frecuentemente como signos de exposición y metas para el control industrial (Mañay et al., 2008). Resulta destacable que después de la exposición, el plomo puede permanecer en promedio por 30 años en los huesos de los pacientes expuestos (Järup, 2003).

Debido a sus características fisiológicas de neurodesarrollo, las que ofrecen especial vulnerabilidad, son los niños los que son considerados como la población en mayor riesgo de presentar manifestaciones de toxicidad a plomo, con evidencias de deterioro neurológico encabezando la lista de toxicidades reconocibles para este grupo (Lidsky, 2003). Los niños se ven fundamentalmente expuestos a plomo por ingesta oral, especialmente dentro de los dos primeros años de vida. Debido a su conducta exploratoria oral (mano-boca), pueden ser intoxicados no sólo por dieta, sino que también por ingesta de material contaminado, como pinturas con plomo (Lidsky, 2003; Levallois, 1991).

c) TOXOCINÉTICA

Bioquímicamente, el plomo causa toxicidad por múltiples vías. El mecanismo más importante en la neurotoxicidad parece ser la disrupción de uniones intercelulares que unen el endotelio capilar, la que es conseguida por la interferencia con el metabolismo del calcio intracelular y sistemas de segundo mensajero (Ibrahim, 2006). Lo anterior lleva a un incremento en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, permitiendo el paso de líquidos al espacio endocraneano con el resultante incremento en presión intracraneana (Ibrahim, 2006). Este efecto sería más prominente en niños por tener una barrera hematoencefálica menos desarrollada que los adultos, lo que explica la mayor agregación de manifestaciones neurológicas en este grupo etario. Asimismo debe considerarse que el plomo puede interferir con metabolismo celular a través de disrupciones mitocondriales, alteraciones del metabolismo lipídico y modificaciones en la expresión de neurotransmisores como dopamina, acetilcolina, ácido gamma-aminobutírico y otros, explicando su asociación con procesos cognitivos y trastornos del ánimo (Ibrahim, 2006, Järup, 2003). Asimismo es importante mencionar algunas disrupciones en la hematopoyesis, donde se ha confirmado que el plomo puede alterar la membrana de hematíes e intervenir con diversas enzimas a cargo de la síntesis de hemoglobina (Ibrahim, 2006), las que explican su clásica asociación clínica con anemias microcíticas e hipocrómicas refractarias al tratamiento con hierro.

d) EFECTOS

DI) AGUDOS

Los cólicos son el primer síntoma de envenenamiento (oral) por plomo. Los cólicos se caracterizan por dolor abdominal, constipación, calambres, vómitos y pérdida de peso (en los días subsecuentes). Aunque estos síntomas ocurren a concentraciones en la sangre de 100-200 $\mu\text{g}/\text{DL}$, han sido observados en trabajadores cuyos niveles en sangre son de 40 a 60 $\mu\text{g}/\text{dL}$. Los cólicos también se observan en niños envenenados, quienes sufren estos síntomas a concentraciones en sangre de 60-100 $\mu\text{g}/\text{DL}$.

La encefalopatía se observa solo en concentraciones extremadamente altas de plomo en sangre (460 $\mu\text{g}/\text{dL}$). En niños la encefalopatía se observa a concentraciones de 80-100 $\mu\text{g}/\text{DL}$ (ATSDR, 2011b).

D2). CRÓNICAS

La salud humana puede verse comprometida de varias maneras con exposiciones a plomo. Como se mencionó anteriormente, los niños son especialmente susceptibles de presentar complicaciones cognitivas y conductuales que tienen relación con los niveles de plomo en sangre, principal método diagnóstico para certificar las intoxicaciones (Järup, 2003; Grigg, 2004). A niveles bajos (1-50 $\mu\text{g}/\text{dL}$), el plomo puede causar cambios cognitivos sutiles con retrasos de desarrollo psicomotor que pueden ser confundidos con variantes normales del desarrollo. A niveles más altos (50-70 $\mu\text{g}/\text{dL}$) el niño presenta conductas abúlicas, con disminución de sus actividades normales, falta de interés y disfrute de juegos y francos retrasos en desarrollo psicomotor. A valores muy altos de plomo (>70 $\mu\text{g}/\text{dL}$) se reporta encefalopatía con disminución del nivel de conciencia hasta el coma y convulsiones, consistentes con el mecanismo de incremento en presión intracraneana (Ibrahim, 2006). Existe evidencia además de que niños expuestos a plomo tendrían un coeficiente intelectual más bajo que aquellos no expuestos, con en general pérdidas de 2 puntos (IC95% -0.3 a -3.6) por cada 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ de incremento en los niveles de plomo en sangre (Järup, 2003; Lanphear, 1996). Otras manifestaciones de la intoxicación por plomo en la infancia incluyen anemia, neuropatía periférica, retrasos del crecimiento y molestias gastrointestinales (anorexia, náusea, dolor abdominal) (Ibrahim, 2006).

En adultos, uno de los efectos tóxicos más célebres es la hipertensión asociada a plomo, la cual ocurriría por interrupción de canales de calcio en la musculatura lisa vascular. Sin embargo, esta última asociación ha sido objeto de controversia en los últimos años. Otras manifestaciones importantes incluyen anemia, cólicos gástricos, dolores musculares y articulares, insuficiencia renal, neuropatías periféricas y disminución de la fertilidad (Ibrahim, 2006; Järup, 2003). Las manifestaciones neurológicas centrales son en general menos graves que en niños,

Fundamentalmente reportándose trastornos del ánimo y fatigabilidad después de una exposición a plomo importante (Ibrahim, 2006). El plomo es también reconocido como un probable carcinógeno, citándose como los más probablemente vinculados al cáncer de pulmón, gástrico y gliomas (Steenland & Boffetta, 2000).

9.3.7. Perfil de Toxicidad para Cobre

a) DESCRIPCIÓN

En agronomía es utilizado como fungicida, alguicida y regulador de crecimiento vegetal (Goldfrank & Flomenbaum, 2006; Guo et al., 2007)

Dentro de la fisiología humana, el cobre es uno de los 8 minerales esenciales, con requerimientos diarios en torno a 30 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ en adultos y 50 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ en niños (Goldfrank & Flomenbaum, 2006) y acciones detectables en enzimas como catalasa, alcohol deshidrogenasa, dopamina- β -hidroxilasa, tirosinasa y monoaminoxidasa, entre otras. En altas concentraciones, el cobre es capaz de generar altas concentraciones de radicales libres de oxígeno que pueden inducir disfunción mitocondrial y celular y es clásicamente vinculado a crisis hemolíticas (Chugh, 1977; Sontz & Schwieger, 1995).

921

b) VÍAS DE EXPOSICIÓN

La principal vía de adquisición de cobre en humanos es la oral (Goldfrank & Flomenbaum, 2006), en un ciclo suelo-vegetales-hombre que es común al de los metales anteriormente expuestos (Zheng, 2007; Albering et al., 1999; Hao et al., 2011). Existen múltiples factores que pueden asociarse a la concentración final de cobre en los alimentos, entre los que se han mencionado a la acidez del suelo, que modifica la biodisponibilidad final de cobre, eventos que modifiquen la distribución del mineral, como crecidas ríos (Albering et al., 1999) o cercanía a fuentes de emisión, y algunas características de determinadas especies vegetales (Zheng, 2007; Hao et al., 2011). Sin embargo, los niveles de cobre en el suelo son ampliamente utilizados en estudios epidemiológicos para determinar la asociación de este metal con eventos adversos en salud (Guo et al., 2007; Hao et al., 2011).

c) TOXOCINÉTICA

En relación a la inhalación, solo se sabe que 3 horas después de la inhalación se encuentran partículas de cobre en los alvéolos pulmonares. En la exposición oral, el cobre es absorbido por el estómago y el intestino delgado.

El cobre es absorbido en el tracto gastrointestinal como cobre iónico o unido a los aminoácidos. La absorción de estos últimos tiene dos procesos. El primer mecanismo de transporte es desde el lado mucoso al lado seroso del intestino (este mecanismo solo transporta una pequeña parte del cobre). El segundo mecanismo de absorción de cobre involucra el paso del cobre a la superficie de absorción en las mucosas y la unión a metalotioneínas u otra proteína intestinal. El cobre unido a metalotioneínas se libera lentamente a la sangre o es excretada cuando las células mucosas se desprenden (ATSDR, 2011c).

d) EFECTOS

D1) AGUDOS

Los efectos agudos de la exposición comienzan fundamentalmente en el aparato gastrointestinal, con vómitos y dolor abdominal. Durante este proceso pueden producirse lesiones en la mucosa digestiva que faciliten la absorción de cobre, lo que puede acrecentar la intensidad de las manifestaciones.

Otros síntomas iniciales de la intoxicación aguda incluyen el sabor metálico de la boca, dolor torácico y la ictericia, la que puede aparecer por noxa hepatocelular directa o bien como manifestación de unacrisis hemolítica (Goldfrank & Flomenbaum, 2006).

D2) CRÓNICOS

Los efectos crónicos de la exposición incluyen cirrosis micronodular (Mühlendahl, 1994) en forma similar a la enfermedad de Wilson (Goldfrank & Flomenbaum, 2006) y potenciales efectos carcinogénicos, incluyéndose adenocarcinoma pulmonar y sarcomas. Lo anterior podría en parte verse explicado por cuanto el cobre presenta capacidades de inducir angiogénesis fisiológica y en relación a neoplasias, las que el cobre podría facilitar mediante la activación de varios factores proangiogénicos (Goldfrank & Flomenbaum, 2006; Harris, 2004), tales como el factor de crecimiento

Vasculoendotelial, el factor de necrosis tumoral alfa y la interleukina (Nasulewicz, 2004). Sin embargo, el cobre no está en la lista de carcinógenos sospechados compilados por la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (Goldfrank & Flomenbaum, 2006). Asimismo el cobre tiene efectos oftalmológicos (fundamentalmente vistos en el ambiente ocupacional), mencionándose a la chalcosis lentis, con descoloración verde-parduzca de los lentes o córnea que emula a los anillos de Kayser-Fleisher vistos en la Enfermedad de Wilson (Goldfrank & Flomenbaum, 2006).

10. ANTECEDENTES DEL POLO INDUSTRIAL EN EL MARCO DE LA REFORMULACIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN VENTANAS

10.1. ANTECEDENTES GENERALES

Para definir las regulaciones específicas y necesarias hacia la recuperación de la calidad del aire, resulta necesario entre otros aspectos, la caracterización de las emisiones y específicamente, aquellas que provienen del complejo industrial, cuyas emisiones tanto de material particulado como de dióxido de azufre, ostentan la mayor participación en el sector bajo estudio. Para tales efectos, si bien el inventario de emisiones resulta útil para visualizar el tipo de fuentes existente en la región y su aporte relativo, aparece como insuficiente a la hora de establecer con precisión los aportes individuales y las reducciones factibles de obtener a través de la implementación de diferentes estrategias de control.

Resulta necesario, generar información útil, oportuna medible y trazable tanto de la calidad del aire como de las emisiones que permita focalizar las medidas de cualquier instrumento regulatorio y realizar los seguimientos de las medidas implementadas en el mismo. La experiencia local e internacional indica que la disposición de información adecuada de emisiones, y de su impacto en la calidad del aire y un sistema de seguimiento construido sobre la base institucional, permite elaborar instrumentos regulatorios eficientes en términos de protección de la salud y que maximizan el costo-beneficio.

Por lo anterior, un eje relevante para este plan será generar las instancias que aseguren disponer de mejores antecedentes del tipo fuentes emisoras, tecnologías de control de emisiones disponible y niveles de actividad.

Tal como se indicara en los párrafos anteriores, el sector industrial de Quintero y Puchuncaví se caracteriza por un grupo variado de fuentes industriales y de servicios que concentran más del 80% de las emisiones directas de MP y sus precursores. Estos complejos industriales producen dos tipos de impactos atmosféricos sobre su entorno: En primer lugar, a nivel local, por el impacto directo de las emisiones de MP, y gases sobre la población que se localiza en el entorno inmediato de estos complejos. Especial interés reviste la emisión de contaminantes peligrosos como el Arsénico, que algunas de estas actividades generan. En segundo lugar, a nivel regional, con un alcance que puede afectar a toda la zona latente, aportando emisiones de precursores de aerosoles secundarios.

En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente ha considerado relevante focalizar las gestiones necesarias para solucionar problemas como la contaminación generada por la intensa actividad industrial. En este contexto, ha impulsado una mirada estratégica dirigida a regular las fuentes con mayor relevancia a nivel de emisiones como las termoeléctricas, las fundiciones y calderas.

Sin embargo, cabe señalar que dada las condiciones topográficas y atmosféricas, las normas de emisión no suelen ser suficientes para lograr las metas de calidad del aire. Resulta importante recordar entonces, que en zonas saturadas o latentes, corresponde a los planes de descontaminación, establecer medidas de emisión que pueden ser más estrictas que las normas de emisión definidas a nivel nacional ⁴⁶.

46 GAMMA INGENIEROS S.A. Comisión Nacional de Energía 46, Expediente público Norma de Emisión para Termoeléctricas.

Figura 10.1 Concesiones Marítimas al 2012⁴⁷

928

En términos generales, se puede distinguir en la zona de estudio las siguientes actividades:

- **Actividad Portuaria:** Operación del Puerto de Ventanas y Quintero, donde se efectúa carga de granos, clinker, combustible, asfaltos, concentrado de cobre y productos químicos, Gas natural y Petcoke;
- **Actividad Turística:** Desarrollo de actividades recreacionales y turísticas en la franja costera, deportes náuticos;
- **Inmobiliaria e infraestructura hotelera:** Desarrollo de proyectos inmobiliarios de 1ª, 2ª y 3ª residencia;
- **Actividad Agrícola:** Desarrollo de una agricultura de mercado y de subsistencia;
- **Energética:** Instalación y operación de centrales térmicas. En la Actualidad, existen 5 unidades operativas;
- **Industrial:** Fundición de cobre, procesos de hormigones, asfaltos, fábricas de ladrillos;
- **Almacenamiento de gas, Industria Química, etc.;**
- **Pesca Artesanal.**

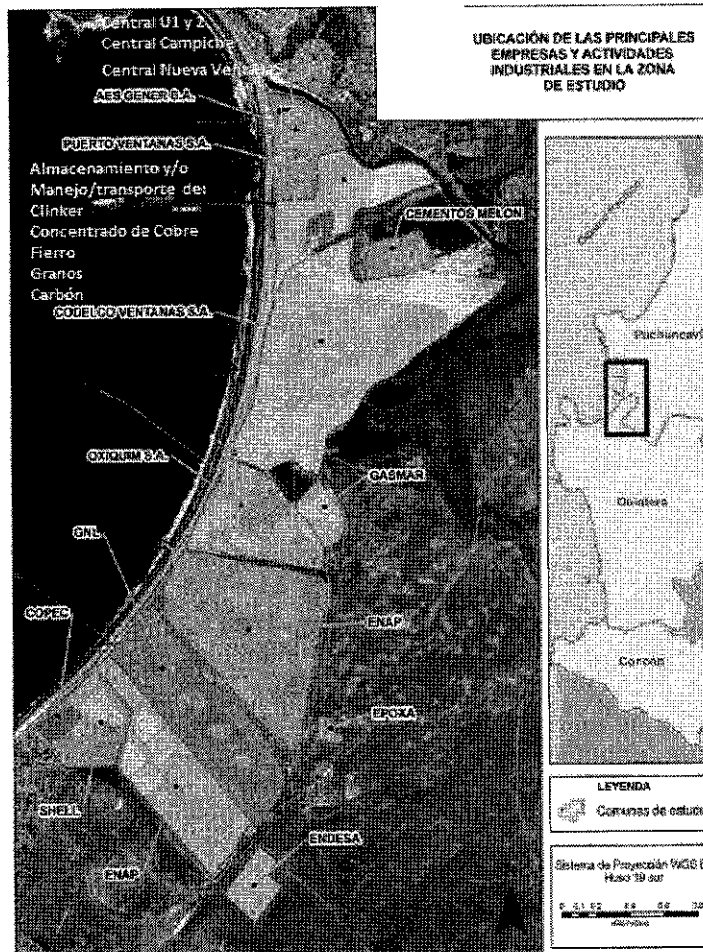


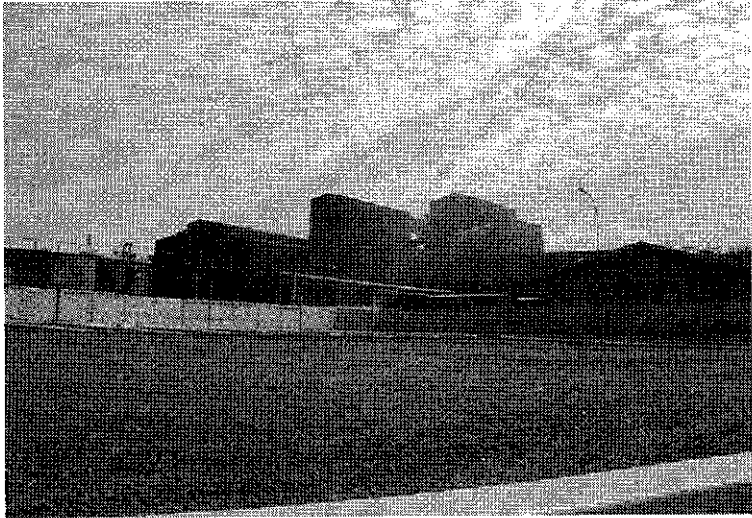
Figura 10.2 Ubicación de las principales empresas y actividades industriales. ⁴⁸

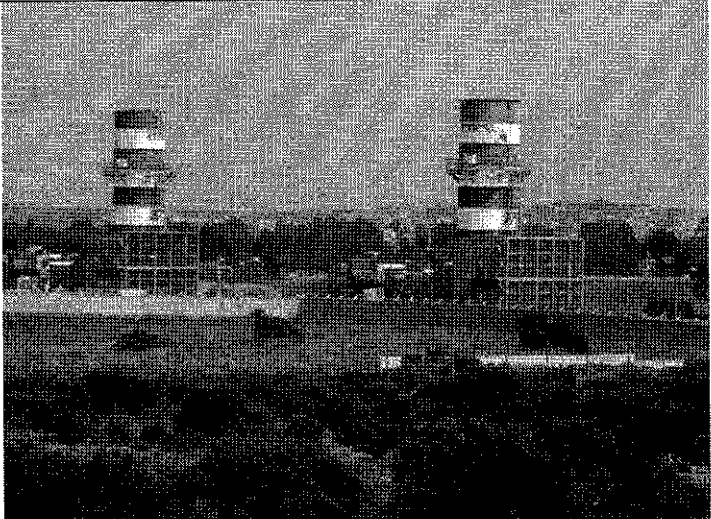
La siguiente tabla muestra las industrias existentes con base año 2011.

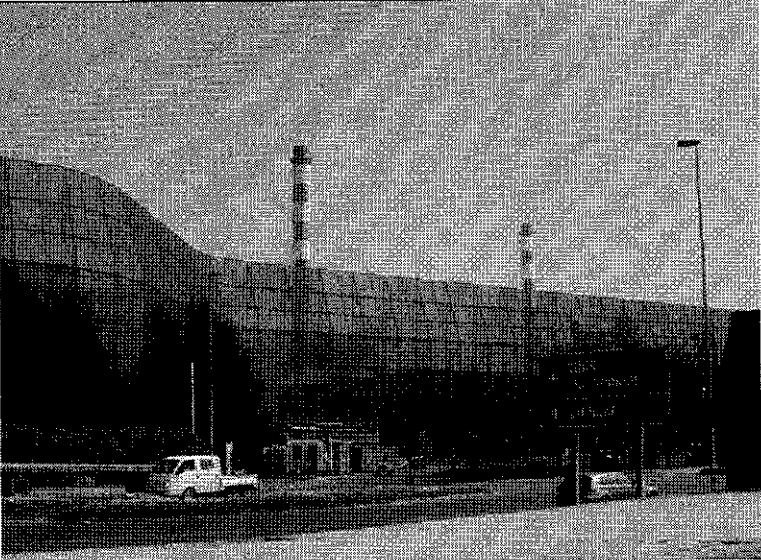
⁴⁸ Fuente: *El Mercurio*.

900

Tabla 10.1
CARACTERIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES FUENTES INDUSTRIALES DE EMISIÓN EN EL PARQUE INDUSTRIAL EN LAS COMUNAS DE QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ

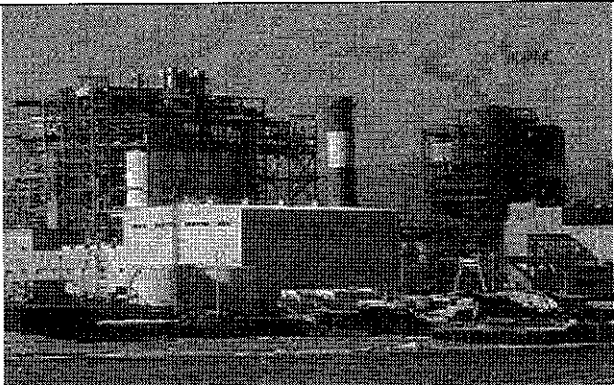
Nombre Empresa:	Codelco Ventanas
Actividad:	Fundición
Proyecto	Fundición Ventanas
Con RCA	Con PDV
Coordenadas:	Norte 6372148 Este 267535
Emisiones asociadas	SO ₂ , PM, metales
<p>Descripción: Codelco División Ventanas es una fundición y refinería de cobre que produce cátodos de cobre, lingotes de oro y granalla de plata. La capacidad de fusión de concentrados de Codelco División Ventanas promedia cerca de 412.772 mil toneladas métricas secas en los últimos 5 años. Este complejo industrial incluye una fundición y refinería de cobre, además de una planta de metales nobles que produce oro y plata y una Planta de ácido para el tratamiento de los gases de fundición.</p> <p>Fuentes identificadas:</p> <p>PLANTA DE SECADO Horno Rotatorio Secado Tolva 500 Toneladas FUNDICION Convertidor Teniente (CT) Convertidor Pierce-Smith CPS-1 Convertidor Pierce-Smith CPS-2 Convertidor Pierce-Smith CPS-3 PLANTA DE ÁCIDO CENTRAL TERMICA Caldera Vapor Kw-3 Caldera Vapor Kw-4 Caldera Vapor Kw-5 Horno Eléctrico (He) PLANTA REFINO A FUEGO Horno Basculante Horno Retención Horno Refino #1 Horno Refino #2 RAM Chancado Circulante Fundición (Primario) Chancado Mineral Grueso 10~25 De Ley (Primario Y Secundario)</p>	

Nombre Empresa:	ENDESA
Actividad:	Central Térmica
Proyecto	Central Térmica Quintero
Con RCA	Si
Coordenadas:	Norte 6369442 Este 266977
Emisiones asociadas	CO, COv, NOx,
Descripción: Descripción Proyecto: En la actualidad se encuentra operando. De acuerdo a sus actividades, posiblemente se verían afectadas las matrices aire, suelo y agua. Residuos Sólidos: depósito de cenizas.	

Nombre Empresa:	AES GENER
Actividad:	Central Térmica a carbón
Proyecto	Unidades V1 y V2
Con RCA	Con PDV
Coordenadas:	Norte 6373584 Este 267309
Emisiones asociadas	Metales, PM, SO ₂ , NOx, PM2,5, COv.
Descripción: Actualmente, el Complejo Termoeléctrico Ventanas cuenta con dos unidades generadoras de energía a carbón, con calderas acuotubulares (V1 y V2) generan una potencia eléctrica 118 y 220 MW respectivamente. Para la recepción del carbón en cancha, se cuenta con un contrato de servicio con Puerto Ventanas S.A., que consiste en la recepción del carbón desde el navío y transportes a través de cintas transportadoras cubiertas, hasta la torre de transferencia que se encuentra en instalaciones del puerto, acoplándose por medio de una correa transportadora hasta un apilador radial ubicada en instalaciones de AES GENER S.A., que descarga a cancha de carbón. Fuentes identificadas: Emisión desde pilas por acción del viento Operación maquinaria interna Transito camiones (despacho clientes) Transito camiones cancha acopio carbón (despacho a laguna verde) Carga carbón a camiones con cargador frontal (clientes) Carga carbón a camiones desde correa	

transportadora (clientes) Carga carbón a canchas desde correa rotatoria Carga carbón camiones para laguna verde (cargador frontal) Harnero, Molino, Unidad N° 1, Unidad N° 2	
---	--

Nombre Empresa:	ENERGÍA MINERA
Actividad:	Central Térmica a carbón
Proyecto	3 unidades de 750 MW cada una
Con RCA	Si
Coordenadas:	Norte 6372135 Este 267944
Emisiones asociadas	Metales, PM, SO ₂ , NOx, PM2,5, COv.
Descripción: Proyecto con RCA aún no ejecutado. El proyecto consiste en una central termoeléctrica a carbón de tres unidades generadoras de 350 MW bruto cada una (1050 MW total), cancha de acopio y manejo de carbón, y un depósito para las cenizas generadas en el proceso. Las unidades generadoras consisten en: Tres unidades termoeléctrica (Unidad 1, Unidad 2 y Unidad 3). Sistema de desulfurización por agua de mar, para el abatimiento de SO ₂ . Sistema de desnitrificación de gases, para el abatimiento de NOx, con estación de recepción y acondicionamiento de amoníaco (240 m ³). Sistema de enfriamiento del generador.	

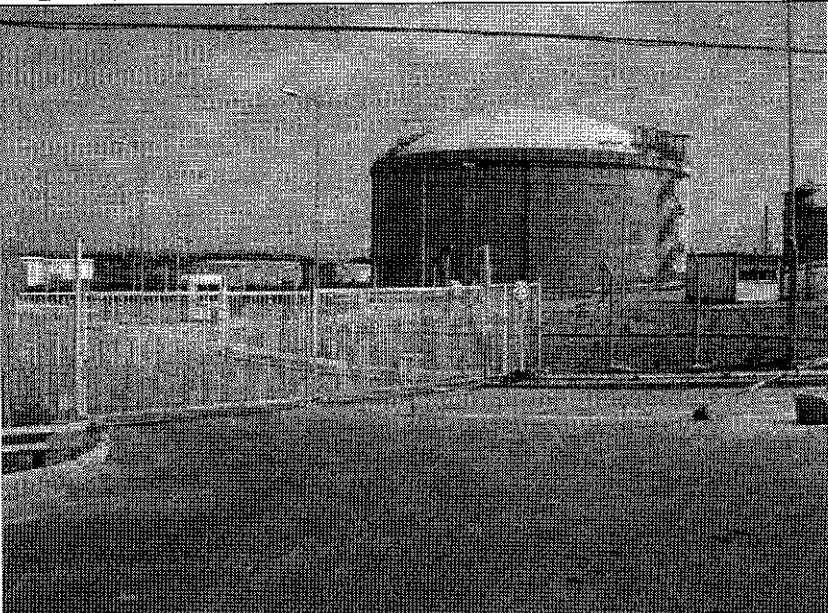
Nombre Empresa:	Eléctrica Ventanas
Actividad:	Central Térmica a carbón
Proyecto	Central Térmica Nueva Ventanas
Con RCA	si
Coordenadas:	Norte 6373877 Este 267900
Emisiones asociadas	Metales, PM, SO ₂ , NOx, PM2,5, COv.
Descripción: La tercera central denominada Nueva Ventanas o Ventanas 3 (V3 (V3 (CNV))) genera 250 MW.	

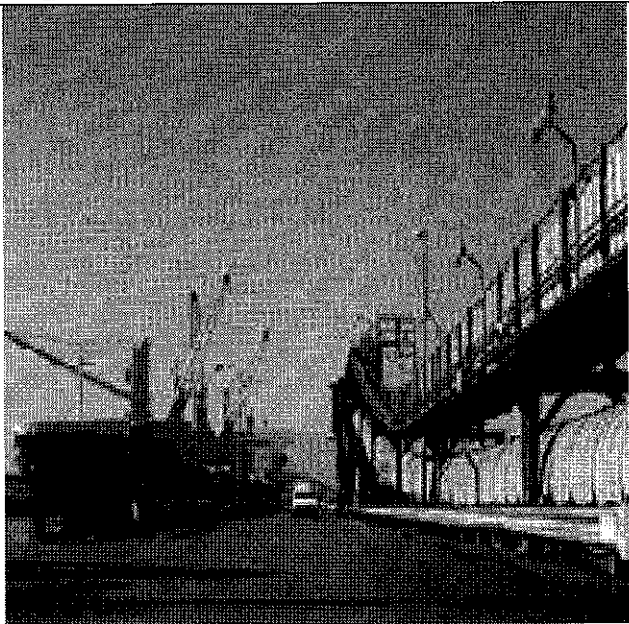
Nombre Empresa:	Eléctrica Campiche
Actividad:	Central Térmica a carbón
Proyecto	Central Térmica Campiche
Con RCA	si

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

Coordenadas:	Norte 6373980 Este 267237
Emisiones asociadas	Metales, PM, SO ₂ , NO _x , PM _{2,5} , CO _v .
Descripción: La tercera central denominada Nueva Ventanas o Ventanas 4 (U4) genera 270 MW.	
Nombre Empresa:	Oxiquim S.A
Actividad:	Almacenamiento y terminal marítimo
Proyecto	Descarga, Almacenamiento y Regasificación de Gas Natural Licuado (GNL)
Con RCA	si
Coordenadas:	Norte 6370966 Este 266673
Emisiones asociadas	PM, SO ₂ , NO _x , PM _{2,5} , CO _v .
Descripción: Proyecto actualmente en funcionamiento. El Terminal Marítimo Quintero es una instalación perteneciente a la Empresa Oxiquim S.A. Cuenta con 36 estanques, distribuida de la siguiente forma: Combustibles: 28.000 m ³ Químicos: 36.200 m ³ Ácido Sulfúrico: 11.800 m ³ Dentro de las operaciones más relevantes, se destacan las siguientes: Descarga y carga de productos químicos a través de naves recepción en los diversos estanques de almacenamiento. Carga de productos químicos desde estanque de almacenamiento hasta camiones estanques. Descarga de productos químicos desde camiones estanques hacia los estanques de almacenamiento. Transferencias de combustibles (petróleo diésel, gasolinas) desde Enap a Terminal Oxiquim. Transferencia de LPG (Gas Licuado de Petróleo) desde naves atracadas hasta las instalaciones de Gasmar S.A. Las fuentes más relevantes identificadas al 2006, son: Caldera 1 Caldera 2 Grupo Electrónico	

Tránsito camiones (Polvo Resuspendido) Llenado de estanques camiones cisterna (Emisiones de COV's) Estanques de almacenamiento (Emisiones de COV's) Operación de Buques	
--	--

Nombre Empresa:	GNL QUINTERO
Actividad:	Almacenamiento
Proyecto	Terminal de Gas Natural Licuado
Con RCA	Presenta RCA 323/2005
Coordenadas:	Norte 6370537 Este 267061
Emisiones asociadas	SO ₂ , NO _x , PM _{2,5} , CO _v .
<p>Descripción: GNL Quintero S.A. (GNLQ) es el Terminal de recepción, almacenamiento y regasificación de Gas Natural Licuado ("GNL") componentes de la planta:</p> <p>Un muelle que permite el atraque de barcos de GNL, y por el cual se transporta el GNL en ductos criogénicos hasta los estanques de almacenamiento.</p> <p>Tres estanques de almacenamiento permiten la descarga del GNL y su almacenamiento en</p> <p>Una planta de regasificación con tres vaporizadores que permite procesar 2,5 millones de toneladas por año de GNL</p>	

Nombre Empresa:	PUERTO VENTANAS
Actividad:	Almacenamiento, transporte y manejo de carga portuaria
Proyecto	PVSA
Con RCA	Si
Coordenadas:	Norte 6373524 Este 267735
Emisiones asociadas	SO ₂ , NO _x , PM _{2,5} , CO _v . MP, sedimentable, Metales
<p>Descripción: consiste en la transferencia de graneles, incluyendo la estiba y desestiba de naves y almacenamiento de la carga en caso de requerirse.</p> <p>Esta empresa está constituida básicamente por el negocio portuario, el cual consiste en la transferencia de graneles.</p> <p>De acuerdo a la Memoria Anual 2010 de Puerto Ventanas S.A., este corresponde al puerto privado más importante de la zona central, concentrando hasta el 2009 un 15,3% de la participación del mercado. Del total de la carga movilizada en los puertos de la V región, Puerto Ventanas concentra el 45.3% de los graneles sólidos, el 46.6% de los graneles líquidos y un 6.9% de carga fraccionada.</p> <p><i>Almacenamiento, manejo y/o transporte de Clinker, Concentrado de Cobre, Fierro mineral, granos, carbón, Petcoke.</i></p> <p><i>Principales fuentes identificadas en el 2006:</i> Embarque de Concentrado Cu (Sitio 5) Puerto</p>	

936

<p>Embarque de Concentrado Zn (Sitio 2) Puerto Descarga de Concentrado Cu (Sitio 2) Puerto Descarga Granos Desde Barcos En Correa (Sitio 3) Puerto Descarga Granos Desde Barcos En Correa (Sitio 5) Puerto Descarga de Grano En Camiones (Sitio 5) Puerto Descarga de Clinker (Sitio 5) Puerto Descarga de Carbón En Correa (Sitio 5) Puerto Descarga Carbón En Camión Catamutun (Sitio 5) Puerto Grupo Electrógeno Puerto Calentador de Aceites 1-1 (Gas Natural) Terminal De Combustibles Calentador de Aceites 1-2 (Petróleo Nº 2) Terminal De Combustibles Descarga Granos a Tren (Tolva 1) Bodega de Graneles Limpios Descarga Granos a Camiones (Tolva 2) Bodega de Graneles Limpios Transito Camiones con Granos Bodega de Graneles Limpios Barredora Bodega de Graneles Limpios Erosión de Sitio Eriazo Bodega de Graneles Limpios Emisiones por operaciones en Bodegas de Almacenamiento de Granos Bodega de Graneles Limpios Emisiones por operaciones de Maquinaria Interna Bodega de Graneles Limpios Operación de Buques (Puerto Ventanas - Sitio 2, 3 y 5) Puerto</p>	
--	--

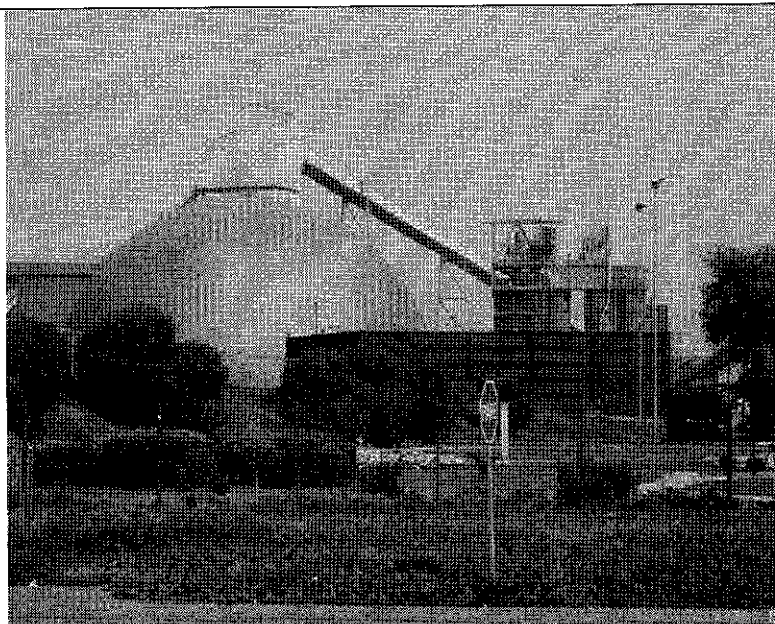
Nombre Empresa:	MELÓN S.A
Actividad:	Domo de almacenamiento de Clinker en Puerto Ventanas
Proyecto	Planta Molienda de Cemento Puerto Ventanas
Con RCA	Si
Coordenadas:	Norte 6373120 Este 267741
Emisiones asociadas	MP

Descripción: Se trata de una Planta de molienda, almacenamiento y expedición de cemento con una capacidad anual de 600.000 ton/año, y en un régimen de trabajo continuo las 24 horas del día durante los 365 días del año.

Esta empresa ha construido dentro de los recintos de Puerto de Ventanas, una bodega tipo domo para el almacenamiento de Clinker bauxita, compuestos empleados para la elaboración del cemento.


Una vez en el domo la carga es transferida a una cinta transportadora y ésta envía a una tolva de despacho común para la carga de tren y camiones con este material. Estas tres tolvas cuentan con equipo de control del tipo filtro de mangas. Las fuentes identificadas corresponden a:


- Descarga Clinker de Cinta Puerto a Tolva Domo de Almacenamiento
- Descarga Clinker de Cinta a Tolvas de Despacho
- Descarga Clinker de Tolva a Camiones
- Descarga Clinker de Tolva a Tren

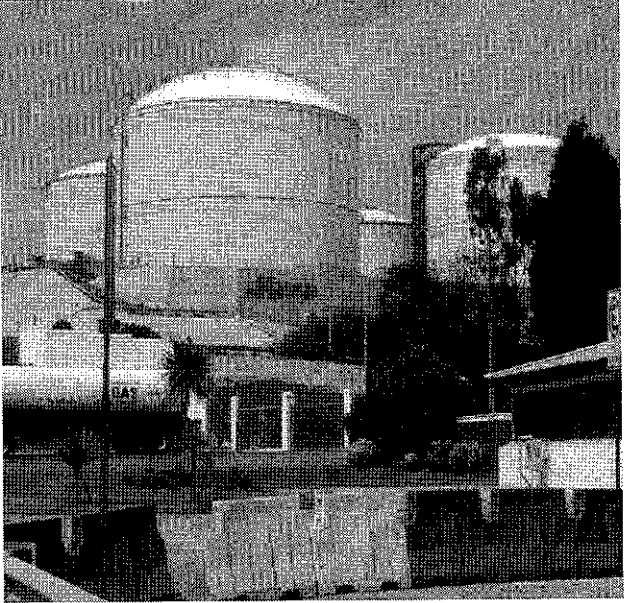


937

Nombre Empresa:	MELÓN S.A
Actividad:	Planta Industrial Molienda Cemento
Proyecto	Planta Molienda de Cemento Puerto Ventanas
Con RCA	Si
Coordenadas:	Norte 6373125 Este 267940
Emisiones asociadas	MP

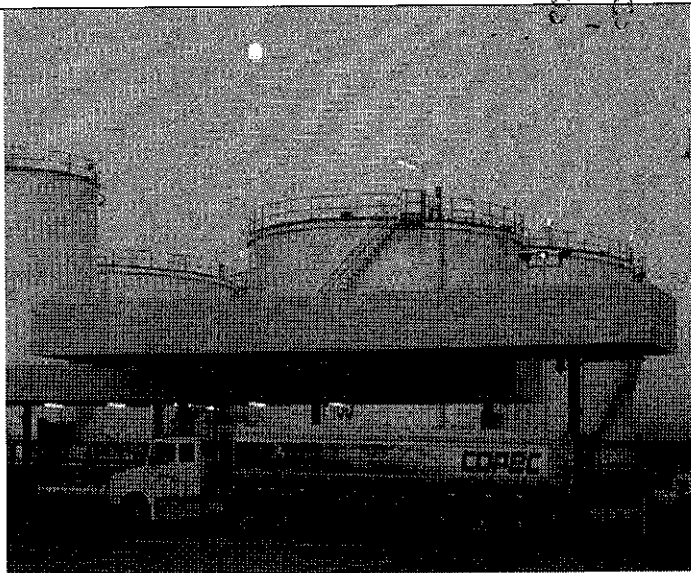
<p>Descripción: Una vez en el domo, la carga de Clinker es transferida a una cinta transportadora y ésta, a su vez, envía el producto a una tolva de despacho común para la carga de tren y camiones con este materia</p>	
---	--

Nombre Empresa:	COMERCIAL CATAMUTÚN
Actividad:	Chancado y almacenamiento de carbón
Proyecto	Comercial Catamutún
Con RCA	No
Coordenadas:	Norte 6373125 Este 267940
Emisiones asociadas	MP
<p>Descripción: En Ventanas, posee un terminal de importación de carbón donde se pueden descargar naves de 40 a 55 mil toneladas equivalente a un flujo de 8 a 15 mil toneladas por día. Su capacidad de almacenamiento es del orden de 150 mil toneladas en cada terminal Además de la importación de carbón, se dedica al cribado de carbón produciendo diferentes granulometrías para uso de caldera de parrillas, al transporte de carbón vía camiones y ferrocarril.</p> <p>Principales fuentes identificadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descarga Carbón Desde Camiones (10% Humedad) Harneado Carbón (Planta de Harneo) Chancado Carbón (Planta de Chancado) Carga Carbón en Camiones (Cargador Frontal) Carga Carbón en Tren (Cargador Frontal) Operación Maquinaria Interna Erosión Eólica Desde Pilas de Acopio de Carbón Tránsito Interno Camiones sin Pavimento. Descarga de Carbón a Pilas con Cargador Frontal 	

Nombre Empresa:	GASMAR
Actividad:	Terminal Gasmar
Proyecto	Terminal Quintero de Gasmar S.A.
Con RCA	Si
Coordenadas:	Norte 6371880 Este 267540
Emisiones asociadas	HCM, HCNM, NOx, CO
<p>Descripción: cuenta con un Terminal de almacenamiento de gas licuado refrigerado en la comuna de Quintero con una capacidad de 85.000 metros cúbicos dividida en cuatro estanques. La compañía descarga el producto que llega por vía marítima a través del muelle de Oxiquim, En su operación se distinguen tres líneas de negocio:</p> <p>Comercialización de gas licuado a empresas distribuidoras mayoristas</p> <p>Servicio de Terminal: Gasmar presta servicios de descarga, carga y almacenamiento del propano y butano que Enap trae desde la región de Magallanes para abastecer a sus clientes en la zona central del país.</p> <p>Servicio de respaldo al gas natural: Gasmar presta servicio de respaldo a Metrogas para su planta de propano-aire en Maipú, almacenando volúmenes de acuerdo a un contrato.</p> <p>Las fuentes registradas al 2006 son:</p> <p>Grupo Electrógeno N° 1 (Playa) Grupo Electrógeno N° 2 (Planta) Motor Proceso N° 1 (Diésel Agua de Mar) Motor Proceso N° 2 (Sistema Contra Incendio) Motor Proceso N° 3 (Clarcke) Transporte Propano - Butano Operación de Buques (Gasmar) Antorcha</p>	

Nombre Empresa:	Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A
Actividad:	Almacenamiento- Distribución
Proyecto	Modificación Proyecto Planta de Combustibles Concón
Con RCA	Si
Coordenadas:	Norte 714827 Este 329283
Emisiones asociadas	HCM, HCNM, NOx, CO

Descripción: La planta de lubricantes COPEC, localizada en la bahía de Quintero, es la más grande del país para la fabricación de productos tales como aceites, grasas, emulsiones de cera y aguas anticongelantes y posee una capacidad de producción de lubricantes de 124 millones de litros anuales.



Nombre Empresa:	ENAP Quintero
Actividad:	Almacenamiento- Distribución
Proyecto	Proyecto: Estanque De Almacenamiento De Productos Limpios T-5024 Terminal Quintero.
Con RCA	Si
Coordenadas:	Norte 6370487 Este 266847
Emisiones asociadas	HCM, HCNM, NOx, CO
<p>Descripción: En el terminal Quintero de ENAP, se almacenan petróleos crudos que son importados y transportados mediante embarcaciones marinas, en la bahía de Quintero son descargados y transportados mediante oleoductos submarinos a los estanques que se encuentran instalados en el terminal, para posteriormente ser enviados a la refinería de Concón. En el terminal se encuentra en operación una caldera de utilizada para el calentamiento de los estanques de crudo, sin embargo ésta unidad es utilizada de manera discontinua y de baja capacidad. A pesar de lo anterior se es importante destacar que esta fuente no cuenta con equipo de control de emisiones.</p> <p>Además de las actividades realizadas en Quintero, existe un sitio de acopio de carbón coke en Puchuncaví, el cual se encuentra a cargo de Puerto Ventanas S.A.</p> <p>En el terminal se encuentra en operación una caldera de vapor llamada internamente como B-5210, utilizada para el calentamiento de los estanques de crudo, que utiliza petróleo N° 6 como combustible. Esta fuente no cuenta con equipo de control de emisiones y registra un consumo de combustible de 592 kg/hr al 2006.</p>	

10.3. MECANISMOS DE COMPENSACIÓN UTILIZADOS POR LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR

Una fracción importante de los mecanismos de compensación comprometidos por los proyectos, no presentan criterios claros que den cuenta de la efectividad de las medidas, la trazabilidad ni la compatibilidad entre las fuentes involucradas en la compensación. Muchas veces, tampoco han permitido cuantificar la reducción de las emisiones como tampoco se ha tenido la certeza de las emisiones reales de cada fuente.

La presente tabla, resume las medidas de compensación presentada por los diferentes proyectos. En ella, es posible ver medidas de mitigación incorporadas como medidas de compensación:

1941

942

Tabla 10.2
Mecanismos De Compensación/Mitigación Presentado por Proyectos en Ingresaron al S.E.I.A
Con ubicación en el Parque Industrial de Quintero y Puchuncaví

Proyecto	Titular	Fuente	Contamin.	Emisiones Proyecto Ton/Año	Compensación (Ton/Año)	Emisiones Finales Ton/Año	Compensación propuesta	%
Central Termoelectrica Energía Minera	CET	Unidades 1, 2 y 3 y (chimenea, del manejo de pilas de carbón, cenizas y tránsito de vehículos)	PM	438	220 t/año		Intervención en instalac. Y procesos de de Fundic. Ventanas y en áreas de manejo de materiales y pavimentación de calles y caminos de La Greda y Loncura Pavimentación de vías en área de influencia más las 23 t/año que se reducen por la pavimentación de los adicionales 1,8 km propuestos en compensación de tapa de construcción.	

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
 "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

943

					160 t/año			
			SO ₂	3.175	3492 t/año		mediante un acuerdo de compensación de emisiones con la División Ventanas de Codelco Los desulfurizadores se proponen como medida de mitigación.	110
Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) - Quintero	ENAP	Antorcha ^[2]	NOx	2,72	2,72	0,00	Será presentado a la Corema V región previa a la puesta en marcha del proyecto.	100
			CO	14,80	14,80	0,00		100
			SO ₂	0,88	0,88	0,00		100
"Manejo y Disposición de RISES de combustión del Complejo Termoeléctrico Ventanas "	AES GENER	Depósito	CO	0,1			Medida de compensación por la emisión de 12,7 (ton/año) de Material Particulado (MP ₁₀), que corresponderá al 100% de las emisiones que se generarán durante la etapa	
			COv	0,4				
			NOx	2,8				
			SO ₂	0				

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

944

							de relleno del depósito, se pavimentará una calle.	
			PM10	12,7				
Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas, V Región.	Empresas Melón S.A.	Secador - Molino	MP	23,8 ⁴⁹	11,88	11,92 ⁵⁰	Arborización de 1,32 há. Con una densidad de 400 árboles/há	50
			SO ₂	3	---	---	Usar Petróleo Diésel con menos contenido de azufre disponible en el mercado nacional	---
Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas	AES GENER S.A.	Caldera de Carbón Pulverizado	SO ₂	3.333	3.663	330	Instalación de Desulfurizador Semiseco en la Unidad 2 de Central Ventanas	110
			NOx	3.801,6	996,6	2.805	Instalación de Quemadores Low NOx en Unidad 2 de	12 ⁵¹

49 CONSIDERA LA SUMA DE LAS EMISIONES DE MP10 DESDE EL SECADOR Y MOLINO, BASADOS EN UNA CONCENTRACIÓN DE 20 MG/NM3.

50 SEGÚN LOS ANTECEDENTES ENTREGADOS POR EL TITULAR, LAS EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO, USANDO FILTROS MANGA COMO EQUIPO DE ABATIMIENTO PARA CADA UNIDAD, DEBERÍAN ESTAR EN EL ORDEN DE 10 MG/NM3, LO QUE DARÍA COMO RESULTADO UNA EMISIÓN CONJUNTA DE 11,9 TON/AÑO DE MATERIAL PARTICULADO, RESULTANDO LAS EMISIONES TOTALES, CONSIDERANDO LA COMPENSACIÓN, DE 0,02, TON/AÑO DE MP. SIN EMBARGO SE PARA EFECTOS DEL PRESENTE ESTUDIO SE CONSIDERARON LAS EMISIONES CALCULADAS POR EL TITULAR PARA CADA UNIDAD DE EMISIÓN CON UNA CONCENTRACIÓN DE 20 MG/NM3, COMO PEOR CONDICIÓN.

51 EL 120% SE APLICA SOBRE LA DIFERENCIA DE EMISIONES DE NOx ENTRE LA MODIFICACIÓN DEL PROYECTO (CALDERA PC CALDERA CARBÓN PULVERIZADO) Y EL PROYECTO ORIGINAL (CALDERA LFC). LAS EMISIONES DEL PROYECTO MODIFICADO SON DE 11,52 (TON/DÍA) Y LA DEL PROYECTO ORIGINAL DE 9 (TON/DÍA), RESULTANDO EN UNA DIFERENCIA DE 2,52 (TON/DÍA) DE EMISIONES ADICIONALES DE NOx.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

945

							Central Ventanas.	
Central Termoeléctrica Campiche	Aes GENER S.A.	Caldera de Carbón Pulverizado	SO ₂	3.336,30	3.666,96 ⁵²	330,66	Instalación de Desulfurizador Semiseco en la Unidad 2 de Central Ventanas	110
			MP ₁₀	348,48	383,33	34,85	Pavimentación de un tramo de la ruta F-190 (camino Puchuncaví – Valle Alegre), en una longitud de 2 kilómetros, o su equivalente en una calle de la comuna de Puchuncaví, previo el inicio de operación de la Central.	110
							Las medidas de compensación no fueron suficientes por lo que en septiembre del 2011 presenta Plan de Compensación complementario para la implementación de Filtros de mangas en unidad V1 y V2.	

52 CALCULADO EN BASE A UN ABATIMIENTO DE 463 KG/H (CONSIDERA UNA OPERACIÓN CONTINUA DE 24 HRS. DURANTE 330 DÍAS).

10.4. EMISIONES ACTUALES EN LA ZONA DE QUINTERO PUCHUNCAVÍ

946

10.4.1. Consideraciones

Dado que el Plan actual vigente contempla solamente acciones sobre las emisiones de dos empresas (ENAMI y CHILGENER) y por ende no fijó mecanismos de ingreso o restricción de emisiones a otras fuentes industriales, lo que en la práctica ha permitido el emplazamiento de otras fuentes en la zona las cuales son en algunos casos, solo por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en caso de haber ingresado al sistema.

Para reformular el actual Plan de Descontaminación y establecer potenciales medidas de reducción de emisiones, es importante identificar y analizar el aporte de las distintas fuentes emisoras de los distintos contaminantes.

Un inventario completo, detallado y validado, permite identificar con precisión las fuentes que contribuyen con la mayor proporción de las emisiones contaminantes, permitiendo así identificar e instrumentar acciones con metas cuantificables en términos de la reducción de emisiones alcanzada.

Permite además contrarrestar de manera seria, científica y eficaz el mito de crecimiento económico con contaminación cero, con el que nos enfrentemos diariamente al tratar de resolver situaciones coyunturales de gran movilización social.

10.4.2. Inventario de Emisiones Fuentes Fijas, Escenario 2008

Durante el año 2008 se realizó un estudio para actualizar el inventario de emisiones del Área industrial de Ventanas con objeto de conocer todas las fuentes ubicadas en la zona y su respectiva responsabilidad en la calidad del aire. Este estudio⁵⁵, es el primer paso en la recolección de antecedentes necesarios para realizar una actualización del actual Plan de Descontaminación para aquellos indicadores (contaminantes) que cumplen con la condición de ser abundantes y con efectos conocidos en la salud de las personas.

Las fuentes fijas industriales fueron identificadas cruzando la información disponible en las siguientes fuentes de información:

- Base de datos del inventario de emisiones de fuentes fijas V región, año 2000, realizado por CENMA para CONAMA.
- Base de datos del inventario de emisiones de fuentes fijas V región, años 2005, 2006 y 2007 realizado por AMBIOSIS para MINSAL, a partir de la declaración de emisiones del DS 138, realizada mediante programa cliente.

55 ESTUDIO DIAGNÓSTICO PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICA- REGIÓN DE VALPARAÍSO, CONSTRUCCIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES REGIONAL

- Declaración de emisiones 2009 del DS 138 del MINSAL, desarrollada en la página WEB: <http://www.declaracionemision.cl>, donde se declaran los niveles de actividad año 2008.

Para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas, se ha utilizado la metodología de estimación de emisiones incluida en la guía metodológica desarrollada en el marco de este estudio. En términos generales en ella se recoge principalmente los factores de emisión del AP-42 y perfiles de especiación del sistema Speciate, ambos de la EPA.

Cabe señalar que después de la elaboración de este inventario, se han incorporado nuevas fuentes emisoras tales como las Centrales Térmicas Nueva Ventanas, Central Quintero, Campiche entre otras por lo que las emisiones globales varían en función de los aportes de fuentes nuevas y la efectividad de los mecanismos de compensación aplicados.

Tabla 10.3

Resumen inventario de emisiones para la comuna de Puchuncaví. Escenario 2008.

INVENTARIO DE EMISIONES ANUAL, ESCENARIO 2008 COMUNA DE PUCHUNCAVÍ y QUINTERO							
FUENTES FIJAS, AREALES Y MÓVILES ESCENARIO 2008							
Categoría de Fuente	MP ₁₀ ton/año	MP _{2,5} ton/año	CO ton/año	NOx ton/año	COV ton/año	SOx ton/año	NH ₃ ton/año
Fijas Combustión	295,23	112,19	484,96	9.301,12	30,24	9.645,13	850,30
Fijas Procesos+Evap	928,90	637,58	103,92	492,10	229,54	21.344,80	3,07
Combustión de Leña	18,72	18,16	175,08	1,30	158,72	0,20	1,10
Otras residenciales	0,07	0,02	0,41	1,64	114,95	0,13	1,83
Evap. Comerciales+Comb. Comercial	0,27	0,27	0,57	0,06	103,85	0,00	0,09
Quemas Agrícolas	0,30	0,28	2,72	0,09	0,23	0,01	-
Otras Areales	1,07	1,06	2,05	0,05	460,70	-	46,77
Total Estacionarias	1.244,56	769,56	769,71	9.796,35	1.098,24	31.341,94	903,16
Total Fuentes Móviles							
Vehículos Livianos	2,01	1,85	705,32	150,29	109,19	0,89	4,40
Total Fuentes Móviles							
Vehículos Livianos	1,75	1,61	16,05	48,44	4,46	0,82	0,01

Fuera de Ruta	4,47	4,21	19,51	80,91	5,11	-	0,000
Total Móviles	8,23	7,66	740,88	279,63	118,76	1,71	4,408
TOTAL MOVILES Y ESTACIONARIAS	1.252,8	777,2	1.510,6	10.075,9	1.217,0	31.343,9	907,6

Las tablas siguientes, muestran un desglose del inventario anterior en donde se puede apreciar la participación de cada una de las fuentes existentes al 2008, para cada uno de los contaminantes inventariados.

En el caso de los terminales marítimos, en las siguientes tablas se excluye el aporte de la operación de barcos (fuentes fuera de ruta).

948

Tabla 10.4

Participación toneladas anuales de las emisiones por instalación, Escenario 2008

EMPRESA	PTS Ton/Año	MP2,5 Ton/Año	MP ₁₀ Ton/año	NOx Ton/Año	SO ₂ Ton/año	NH ₃ Ton/año	COV ton/año	CO Ton/ Año
AES GENER S.A. Unidades U1 y U2	433,56	111,09	294,50	9.281,18	9.633,41	850,11	29,59	477,19
CODELCO - DIVISIÓN VENTANAS COMERCIAL	1.023,24	631,94	901,51	119,21	21.344,8	0	3,06	31,17
CATUMUTUN S.A.	0,66	0,01	0,50					12,9
COPEC S.A. EMPRESA NACIONAL DEL PETRÓLEO (ENAP)	2,57	0,58	1,44	71,99	3,85	0,02	0,02	5
EMPRESAS MELON S.A.	0,65	0,34	0,46	2,41	6,17	0,04	0,01	0,22
GASMAR S.A.	1,63	0,44	0,90					
GASMAR S.A.	1,28	0,16	0,64	38,78	13,62	0,01	69,11	6,72
OXIQUIM S.A. PUERTO VENTANAS S.A.	4,04	1,20	2,43	141,35	52,56	0,13	158,81	8
OXIQUIM S.A. PUERTO VENTANAS S.A.	63,81	4,01	21,73	137,29	287,48	0,00	0,13	34,32
Total general	1531,50	749,77	1224,14	9793,22	31341,94	853,37	259,78	588,88

Tabla 10.5

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Tabla 10.5
Tabla participación porcentual de las emisiones por instalación, Escenario 2000

EMPRESA	PTS	MP _{2,5}	MP ₁₀	NOx	SO ₂	COV	CO
AES GENER S.A. Unidades U1 y U2	28,31%	14,82%	24,06%	94,77%	30,74%	11,39%	81,03%
CODELCO - DIVISIÓN VENTANAS	66,81%	84,28%	73,64%	1,22%	68,10%	0,78%	5,29%
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	0,04%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
COPEC S.A.	0,17%	0,08%	0,12%	0,74%	0,01%	0,01%	2,20%
EMPRESA NACIONAL DEL PETRÓLEO (ENAP)	0,04%	0,04%	0,04%	0,02%	0,02%	0,00%	0,04%
EMPRESAS MELON S.A.	0,11%	0,06%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
GASMAR S.A.	0,08%	0,02%	0,05%	0,40%	0,04%	26,60%	1,14%
OXIQUIM S.A.	0,26%	0,16%	0,20%	1,44%	0,17%	61,13%	4,43%
PUERTO VENTANAS S.A.	4,17%	0,54%	1,78%	1,40%	0,92%	0,05%	5,83%
Total general	100,00%	100,00%	100,00%	99,99%	100,00%	99,97%	99,96%

Fuente: Seremi del Medio Ambiente, Región de Valparaíso

10.4.2.1. Conclusiones Preliminares Inventario 2008

1. De acuerdo a los resultados del estudio y a la tabla resumen, se puede apreciar que para el MP₁₀, MP_{2,5}, el mayor aporte provendría de fuentes fijas de combustión (Centrales termoeléctricas a carbón solo unidades V1 y V2) y fuentes fijas de procesos + evaporativas principalmente de la fundición de cobre. En cuanto al SOx la principal emisión provendrían de la fundición de cobre y sus emisiones fugitivas y planta de ácido.
2. Por otra parte, la participación de las empresas del "rubro químico", relativo al manejo y almacenamiento de hidrocarburos, tienen una la importante participación en las emisiones de COVs, precursores de MP_{2,5} secundario.
3. De acuerdo al inventario de emisiones base 2006⁵⁶, el tránsito fuero de ruta, específicamente las embarcaciones asociadas a las actividades portuarias, aportan el 10% de las emisiones de SO₂ (132 toneladas anuales). La diferencia con el inventario 2008 en este punto, radica en que el aporte de las emisiones de las embarcaciones, fueron estimadas en forma separada y no dentro de las actividades contempladas en las operaciones de ,os terminales marítimos.
4. Otro aspecto a considerar es que para la actividad de Puerto Ventanas, solo fueron consideradas las actividades relacionadas con el manejo de Clinker. Las actividades relacionadas con el manejo, transporte y almacenamiento de concentrado se estimaron como fuentes areales.

56 INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZONA DE VENTANAS Y ESTIMACIÓN DE SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AIRE CONTRATO N° 4500761230

10.5. EMISIONES DECLARADAS Y COMPROMETIDAS POR LAS FUENTES EMISORAS DEL ÁREA INDUSTRIAL DE QUINTERO PUECHUNCAVÍ SEGÚN LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN APLICABLES.

950

10.5.1. Antecedentes previos

Tal como se señalara en capítulos anteriores, el Plan de Descontaminación Ventanas establece la obligatoriedad de declarar sus emisiones a la fundición CODELCO Ventanas y AES GENER para sus unidades Ventanas 1 y Ventanas 2.

Por otra parte, también existen proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que de acuerdo a sus procesos o tipos y cantidad de emisiones, deben declarar sus emisiones conforme lo establezcan las respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental.

En la actualidad, las empresas emplazadas en la zona, envían a los Servicios con competencia Ambiental⁵⁷ información relativa a los seguimientos, vigilancia y monitoreo de las variables ambientales, de acuerdo a los distintos instrumentos de gestión ambiental que les aplica. Estos instrumentos a su vez, fijan las metodologías o mecanismos utilizados para medir o cuantificar sus emisiones.

En términos generales, los mecanismos por los cuales las empresas cuantifican sus emisiones son: Balances de materia y mediciones puntuales en el caso de la fundición, monitoreos continuos en caso de las termoeléctricas.

La calidad y confiabilidad de los datos constituye un aspecto importante a considerar en los procesos regulatorios de fuentes emisoras en los cuales se requieren establecer límites de emisión, mecanismos de control para las fuentes conforme las Mejoras Tecnológicas Disponibles, criterios de medición o cualquier otro indicador de cumplimiento ambiental.

De acuerdo a la información de la EPA⁵⁸, se establece para cada metodología, distintas eficiencias v/s costos, reconociendo mayor certeza en las mediciones continuas que en los balances. No obstante este último, es un buen instrumento si se acatan todas las consideraciones requeridas para cualquier balance de materia.

57 Seremi Del Medio Ambiente, Superintendencia Del Medio Ambiente, Seremi De Salud Y Servicio Agrícola Y Ganadero

58 [HTTP://WWW.EPA.GOV/TTN/CHIEF/AP42/C00S00.PDF](http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/c00s00.pdf)

951

Tabla 10.5
Tabla participación porcentual de las emisiones por instalación, Escenario 2000

EMPRESA	PTS	MP _{2,5}	MP ₁₀	NOx	SO ₂	COV	CO
AES GENER S.A. Unidades U1 y U2	28,31%	14,82%	24,06%	94,77%	30,74%	11,39%	81,03%
CODELCO - DIVISIÓN VENTANAS	66,81%	84,28%	73,64%	1,22%	68,10%	0,78%	5,29%
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	0,04%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
COPEC S.A.	0,17%	0,08%	0,12%	0,74%	0,01%	0,01%	2,20%
EMPRESA NACIONAL DEL PETRÓLEO (ENAP)	0,04%	0,04%	0,04%	0,02%	0,02%	0,00%	0,04%
EMPRESAS MELON S.A.	0,11%	0,06%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
GASMAR S.A.	0,08%	0,02%	0,05%	0,40%	0,04%	26,60%	1,14%
OXIQUIM S.A.	0,26%	0,16%	0,20%	1,44%	0,17%	61,13%	4,43%
PUERTO VENTANAS S.A.	4,17%	0,54%	1,78%	1,40%	0,92%	0,05%	5,83%
Total general	100,00%	100,00%	100,00%	99,99%	100,00%	99,97%	99,96%

Fuente: Seremi del Medio Ambiente, Región de Valparaíso

10.4.2.1. Conclusiones Preliminares Inventario 2008

1. De acuerdo a los resultados del estudio y a la tabla resumen, se puede apreciar que para el MP₁₀, MP_{2,5}, el mayor aporte provendría de fuentes fijas de combustión (Centrales termoeléctricas a carbón solo unidades V1 y V2) y fuentes fijas de procesos + evaporativas principalmente de la fundición de cobre. En cuanto al SO_x la principal emisión provendrían de la fundición de cobre y sus emisiones fugitivas y planta de ácido.
2. Por otra parte, la participación de las empresas del "rubro químico", relativo al manejo y almacenamiento de hidrocarburos, tienen una la importante participación en las emisiones de COVs, precursores de MP_{2,5} secundario.
3. De acuerdo al inventario de emisiones base 2006⁵⁶, el tránsito fuero de ruta, específicamente las embarcaciones asociadas a las actividades portuarias, aportan el 10% de las emisiones de SO₂ (132 toneladas anuales). La diferencia con el inventario 2008 en este punto, radica en que el aporte de las emisiones de las embarcaciones, fueron estimadas en forma separada y no dentro de las actividades contempladas en las operaciones de ,os terminales marítimos.
4. Otro aspecto a considerar es que para la actividad de Puerto Ventanas, solo fueron consideradas las actividades relacionadas con el manejo de Clinker. Las actividades relacionadas con el manejo, transporte y almacenamiento de concentrado se estimaron como fuentes areales.

10.5. EMISIONES DECLARADAS Y COMPROMETIDAS POR LAS FUENTES EMISORAS DEL ÁREA INDUSTRIAL DE QUINTERO PUECHUNCAVÍ SEGÚN LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN APLICABLES.

10.5.1. Antecedentes previos

Tal como se señalara en capítulos anteriores, el Plan de Descontaminación Ventanas establece la obligatoriedad de declarar sus emisiones a la fundición CODELCO Ventanas y AES GENER para sus unidades Ventanas 1 y Ventanas 2.

Por otra parte, también existen proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que de acuerdo a sus procesos o tipos y cantidad de emisiones, deben declarar sus emisiones conforme lo establezcan las respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental.

En la actualidad, las empresas emplazadas en la zona, envían a los Servicios con competencia Ambiental⁵⁷, información relativa a los seguimientos, vigilancia y monitoreo de las variables ambientales, de acuerdo a los distintos instrumentos de gestión ambiental que les aplica. Estos instrumentos a su vez, fijan las metodologías o mecanismos utilizados para medir o cuantificar sus emisiones.

En términos generales, los mecanismos por los cuales las empresas cuantifican sus emisiones son: Balances de materia y mediciones puntuales en el caso de la fundición, monitoreos continuos en caso de las termoeléctricas.

La calidad y confiabilidad de los datos constituye un aspecto importante a considerar en los procesos regulatorios de fuentes emisoras en los cuales se requieren establecer límites de emisión, mecanismos de control para las fuentes conforme las Mejoras Tecnológicas Disponibles, criterios de medición o cualquier otro indicador de cumplimiento ambiental.

De acuerdo a la información de la EPA⁵⁸, se establece para cada metodología, distintas eficiencias v/s costos, reconociendo mayor certeza en las mediciones continuas que en los balances. No obstante este último, es un buen instrumento si se acatan todas las consideraciones requeridas para cualquier balance de materia.

57 Seremi Del Medio Ambiente, Superintendencia Del Medio Ambiente, Seremi De Salud Y Servicio Agrícola Y Ganadero

58 [HTTP://WWW.EPA.GOV/TTN/CHIEF/AP42/C00S00.PDF](http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/c00s00.pdf)

como la eficiencia de los sistemas de captación, utilizando para ello, la misma información y estequiometría utilizada en el balance.

B. CENTRALES TÉRMICA A CARBÓN

6. En lo que respecta a la Central Térmica y de acuerdo al tipo de proceso, los puntos de salida de las emisiones se encuentran limitadas a cada una de las chimeneas, por lo que el método más eficiente de medir sus emisiones, es a través de mediciones continuas, siempre que estas se encuentren debidamente controladas y sujetas a protocolos estandarizados.
7. Las unidades Ventanas 1, Ventanas 2, Central Nueva Ventanas y Campiche, realizan monitoreos continuos (CEMS) para gases y material particulado. Estas son informadas mensualmente por la empresa como promedios diarios.
8. El monitoreo de material particulado, es el que representa la mayor cantidad de fallas por lo que la central ha debido establecer mediciones isocinéticas que representen las mediciones por periodos prolongados resultando estas, considerablemente menores a las monitoreos continuos.

Como antecedente anexo, es importante destacar que el D.S 138/05 del MINSAL, "Establece Obligación de Declarar Emisiones que Indica", establece que todos los titulares de fuentes fijas de emisión de contaminantes Atmosféricos establecidos en dicho decreto, deberán entregar los antecedentes necesarios para estimar las emisiones provenientes de cada una de sus fuentes, de acuerdo con las normas que se establecen. Dicho de otro modo, el D.S 138 del, desarrolló la página WEB: <http://www.declaracionemision.cl>, donde las fuentes emisoras deben declarar anualmente, los niveles de actividad de cada año. Esta, resulta una fuente de información interesante, considerando que obliga a todas las fuentes emisoras a declarar mediante plataforma Web no solo las emisiones sino que además, reúne información relevante como: niveles de actividad, combustibles utilizados, características de las fuentes y el anexo de los factores de emisión (en caso que corresponda), utilizados por las fuentes declaradas.

10.5.2. Resumen de emisiones declaradas y/o comprometidas:

La tabla siguiente, resume las emisiones promedio anuales declaradas durante el periodo 2011-2012 de las fuentes con obligatoriedad de enviar reportes mensuales a la Autoridad Competente. A la presente tabla, se incorpora la Central Térmica Energía Minera que pese a no estar construida, cuenta con RCA aprobada N° 267/2009 por lo que debe ser incluida como potencial fuente futura. En cuanto a la Central Campiche, esta central entró en operaciones en marzo del 2013. Por tal motivo, se incorpora en esta tabla, las emisiones comprometidas por RCA.

Tabla 10.6
Emisiones actualizadas fuentes fijas para SO₂ y PM₁₀ (ton/año)

Fuente / Actividad	Parámetro ton/año	Parámetro	Fuente de Información
--------------------	-------------------	-----------	-----------------------

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

	Año 2011		ton/año Año 2012		
	SO ₂	MP	SO ₂	MP	
AES Unidad 1	3.721	154	4.025	117	Balances mensuales de empresas de acuerdo al D.S 252/91, RCA asociadas a mecanismos de compensación y Declaración según D.S 138/05 Informe⁵⁹
AES Unidad 2	2.223	221	2.609	262	
Central Nueva Ventanas	2.287	174	2.889	137	
Central Campiche ⁶⁰	3.688	385			
Central Termoeléctrica Energía Minera CTEM 3 unidades ⁶¹	3.139	587	3.139	587	RCA N° 267/2009
Fundición Codelco Ventanas	13.845⁶²	433	9.425	452	Balances mensuales (también declara a través del D.S 138) e informes isocinéticos 2011-2012
Con la compensación de CTEM	10.658⁶³	213⁶⁴			RCA 267/2009
Total con CTEM	25.716	1.734	22.087	1.555	
Total sin CTEM	25.764	1.367			

Datos disponibles en reportes mensuales entregados por la empresa.

Observaciones:

- 1) Para el caso del CODELCO Ventanas, se consideraron los informes mensuales 2011 al ser estos más representativos que el 2012 dado los siguientes aspectos:
 - a. Generación en exceso de circulantes lo que conlleva a ajustes en el procesamiento de los mismos.
 - b. Parada prolongada lo que implica menos horas de operación de los convertidores y 25 mil toneladas menos de concentrado procesado.
 - c. CODELCO Compensa emisiones de SO₂ y MP con el Proyecto Central Térmica "Energía Minera". En consecuencia, las emisiones para ambos contaminantes emitidas por dicha central, debieran ser restadas en un 110% de acuerdo lo establece la RCA N° 267/09.
 - d. En lo que respecta al MP, de acuerdo al punto 4.2.1 del E.I.A Central Térmica Energía Minera, CODELCO reducirá sus emisiones de MP generados dentro de la zona saturada establecida en el D.S 346/94 del Ministerio de Agricultura. Para esto contempla proyectos de reducción MP.10 dentro de la División los cuales se aplicarán en áreas de

⁵⁹ Fueron considerados los promedios 2011-2012 conforme se realizan los cambios estructurales en la unidad 2 (V2) y Nueva Ventanas lleva su segundo año de operación.

⁶⁰ RCA N° 275/2000.

⁶¹ Con RCA aprobada pero aún no construida. Central 1050 MW, 3 unidades de 750 cada una. Emisión total por las tres unidades.

⁶² SE CONSIDERÓ EL BALANCE 2011

⁶³ Según Plan de Compensación RCA Energía Minera <http://seia.sea.gob.cl/archivos/20080606.002053.pdf>

⁶⁴ Según Plan de Compensación RCA Energía Minera para compensar 220 ton/año

manejo de materiales, calles ubicadas dentro de las instalaciones y distintas partes del proceso productivo de la División Ventanas.

956

Tabla 10.7

Distribución Reducción de Emisiones de MP comprometidas con el Proyecto Energía Minera

Fuente Emisora	Proyecto de Reducción	Reducción (t/año)
Hornos CT y CPS	Captación de gases fugitivos	150
Planta de Metales nobles	Captación de emisiones PMN	
Hornos Retención y basculante	Captación de humos negros	
Recepción y manejo de concentrados	Pavimentación y cierres	70
Áreas de manejo de materiales	Pavimentación de áreas	
Calles, accesos y zonas eriazas	Pavimentación y jardines	
TOTAL		220

Fuente: División Ventanas, CODELCO.

10.6. CÁLCULO DE EMISIONES SEGÚN DATOS OPERACIONALES: ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

De las fuentes que hoy en día declaran, se realiza un análisis acucioso de toda la información disponible. Esto es, analizando, comparando y sistematizando las diversas fuentes de información que las empresas informan sus emisiones o en su defecto y en la medida de lo posible, analizar los datos de emisiones horarias, variables operacionales u otras disponibles, a fin de determinar el comportamiento o tendencia real de las variables monitoreadas y definir la representatividad estadística de las operaciones de las fuentes a regular.

10.6.1. Metodología y Fuentes de Información

Tal como se indicara en los capítulos anteriores, tanto los inventarios de emisiones como la modelación de la dispersión para dióxido de azufre y para material particulado primario, demuestran que los mayores aportes provienen indiscutiblemente de las fuentes areales y puntuales de Codelco Ventanas, del Puerto de Ventanas y de las centrales térmicas del grupo GENER. Otro aporte importante en lo que respecta al dióxido de azufre, son las fuentes fuera de ruta o embarcaciones. No obstante y como primer criterio para construir el escenario base, es la consideración solo de las fuentes fijas. Para ello, es relevante detallar en las fuentes de información disponibles.

Al igual que para la elaboración del inventario de emisiones 2008, las fuentes fijas industriales fueron identificadas cruzando la información disponible en las siguientes fuentes de información:

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

- Reportes mensuales de emisiones continuas (promedios diarios) para MP, SO₂, Caudal volumétrico, horas de operación y reporte de fallas de las centrales térmicas Ventanas 1, Ventanas 2, Central Nueva Ventanas y Central Campiche. Estos reportes son enviados a los siguientes Servicios: Superintendencia del Medio Ambiente, SEREMI de Salud, SEREMI del Medio Ambiente y Servicio Agrícola y Ganadero SAG Valparaíso.
- Reportes semestrales de emisiones discretas (monitoreos Isocinéticos) para MP realizadas por CODELCO Ventanas. Estos reportes son enviados a los siguientes Servicios: Superintendencia del Medio Ambiente, SEREMI de Salud, SEREMI del Medio Ambiente y Servicio Agrícola y Ganadero SAG Valparaíso.
- Reportes mensuales de emisiones mediante metodología de Balances de materia para azufre y arsénico realizados por ODELCO Ventanas. Estos reportes son enviados a los siguientes Servicios: Superintendencia del Medio Ambiente, SEREMI de Salud, SEREMI del Medio Ambiente y Servicio Agrícola y Ganadero SAG Valparaíso.
- Declaración de emisiones 2009 del DS 138 del MINSAL, desarrollada en la página WEB: <http://www.declaracionemision.cl>, donde se declaran los niveles de actividad año 2008. Esta resulta una fuente de información interesante, considerando que obliga a todas las fuentes emisoras a declarar mediante plataforma Web las emisiones y reúne información relevante como: niveles de actividad, combustibles utilizados, características de las fuentes y el anexo de los factores de emisión (en caso que corresponda), utilizados por las fuentes declaradas.
- De aquellas fuentes existentes actualmente y no consideradas en el inventario 2008, se utilizó como fuente de información las Resoluciones de Calificación Ambiental mediante las cuales, los titulares de proyectos, comprometen niveles de emisiones asociados a su actividad.
- De aquellas fuentes que no hubieran ingresado al S.E.I.A, se consideran los valores estimados en el inventario 2008 cuya metodología de cálculo, fuera explicada en los párrafos anteriores.

10.6.2. Cálculo de Emisiones para las Centrales Térmicas a Carbón de Acuerdo a Datos Operacionales Reportados.

Actualmente, el Complejo termoeléctrico Ventanas cuenta con cuatro unidades generadoras de energía a carbón, dos de las cuales, Ventanas 1 y 2 (V1 y V2) generan una potencia eléctrica total de 338 MW. La tercera central denominada Nueva Ventanas o Ventanas 3 (V3 o CNV) genera 272 MW mientras que la cuarta unidad, Central Campiche genera una potencia eléctrica total de 270 MW. Esta última, entró en operaciones en marzo del 2013.

Las unidades V1 y V2 utilizan precipitador electrostático de tres campos los cuales serán reemplazados por filtros de mangas alta eficiencia (FMAE) para retener las partículas suspendidas en el flujo de gases de escape de los conductos de salida, reduciendo las emisiones de material particulado a la atmósfera. Estos cambios obedecen al "Proyecto Complementario para Compensación de Emisiones de Material

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

Particulado Proyecto Central Campiche”⁶⁵. Este proyecto, obedece a una medida de compensación complementaria a la comprometida en la RCA de Central Campiche, dado que el cálculo original relacionada con la pavimentación de calles, no cubría los requerimientos de compensación señalados en la Resolución de Calificación Ambiental N° 275/2010.

Por otra parte, la unidad de Nueva Ventanas y Campiche ya tenían incorporado a sus proyectos, filtros de manga de alta eficiencia (FMAE).

Para el abatimiento de las emisiones de azufre, producto de la combustión, se han instalado desulfurizadores. Así Nueva Ventanas y Campiche cuentan con un desulfurizador Semi seco (Ca, FGD) mientras que la unidad V2, opera con un desulfurizador húmedo (SW-FGD). La unidad V1 opera sin ninguna medida de abatimiento para azufre.

En lo que respecta a las emisiones de NOx, estas son minimizadas mediante la incorporación de quemadores Low NOx en las unidades V1, V2 y V3 (CNV).

Para definir las emisiones de las centrales térmicas a carbón que actualmente operan en la zona, se analizaron los datos diarios históricos de caudales volumétricos, concentraciones de material particulado (MP) y dióxido de azufre (SO₂). Es importante establecer que si bien fueron considerados los datos de emisiones globales entregados por las centrales (emisiones netas anuales), el análisis estadístico de los datos, permite observar las tendencias de las concentraciones de los gases de salida por cada unidad y por ende, el valor más representativo del régimen de operación.

En este contexto, la siguiente tabla presenta los resultados del análisis estadístico realizado para determinar el Caudal Volumétrico promedio de cada unidad generadora.

En el caso de las Centrales térmicas a carbón, están consideradas las Unidades V1, V2 y V3 (CNV) con los datos medidos periodo 2011-2012. Campiche comienza sus operaciones en marzo del 2013, por ello los datos considerados, es la proyección de los caudales y concentraciones medias mediadas a diciembre del 2013 suponiendo su operación continua.

65 http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesSyF.php?modo=ficha&id_expediente=2308845

Esquema del Proceso: V1 Sistemas de Control Ambiental

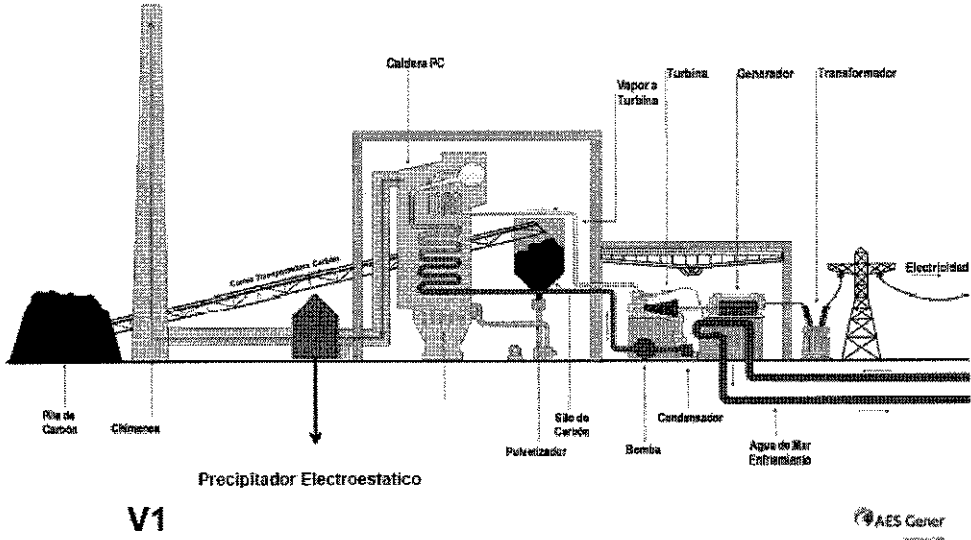


Figura 10.4

Configuración Equipos de Control Central Ventanas 1

Esquema del Proceso: V2 Sistemas de Control Ambiental

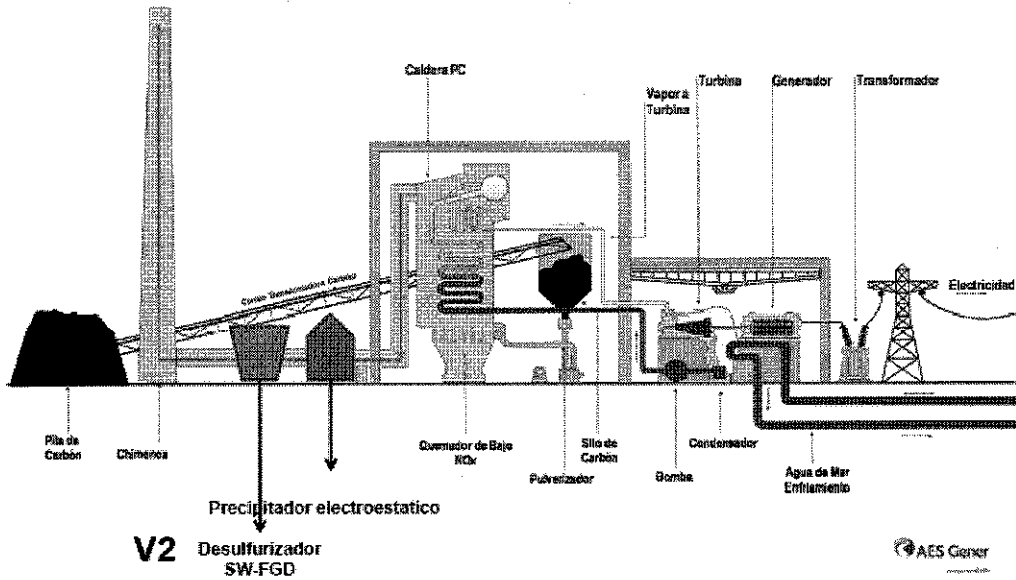


Figura 9.4

Configuración Equipos de Control Central Ventanas 2

Esquema del Proceso: V3-V4 Sistemas de Control Ambiental

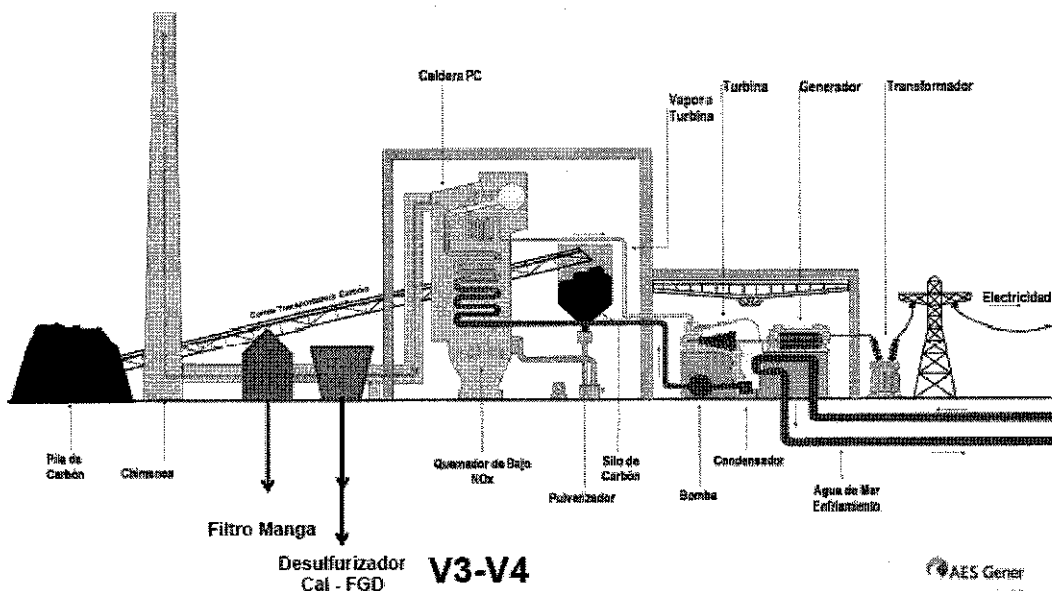


Figura 10.6

Configuración Equipos de Control Central Nueva Ventanas y Campiche⁶⁶

Tabla 10.8

Promedio Caudales Volumétricos de las Centrales Térmicas del Grupo GENER

año	promedio Caudal año Q Nm3/s V1	promedio Caudal año Q Nm3/s V2	promedio Caudal año Q Nm3/s (CNV) V3	promedio Caudal año Q Nm3/s Campiche
2008	122	226		
2009	108	292		
2010	110	146	250	
2011	115	247	258	
2012	139	233	255	255
Promedio 2011-2012	MP 127	240	257	255
Caudal según RCA			260	260

Fuente: Seremi del Medio Ambiente Valparaíso en base a datos reportados por la empresa.

⁶⁶ Fuente: Central Ventanas Reunión 2012 en el Marco del PDV.

Nota 1: El sistema de monitoreo continuo CODEL para las unidades V1 y V2 realiza la normalización de la concentración en mg/m³N considerando gases secos, expresados a 1 Atm. de presión, 25 °C y corregidos a un 6% de O₂.

Nota 2: para la Unidad V3 y V4, la normalización de la concentración en mg/m³N se realiza considerando 0% de humedad, expresados a 1,013 bar. de presión, 25 °C y corregidos a un 6% de O₂.

En lo que respecta a las concentraciones de material particulado, estos tuvieron un cambio importante a partir de la instalación de los equipos de control en la unidad de Ventanas V2 (instalación de desulfurizador. Es por ello, que para esta unidad y para efectos de estimar las concentraciones en gases de MP y SO₂, se considera el periodo de operación los años 2011-2012 y parte del 2013 como representativas para estimar las emisiones medias representativas. Por otra parte y en lo que concierne a la Central Campiche, se consideraron los datos de monitoreo continuo obtenidos y disponibles desde su entrada en operación en marzo del 2013.

Tabla 10.9

Estadística del comportamiento de MP mg/m³N de las Centrales Térmicas del Grupo GENER (2011-2012-2013)

	Ventanas 1	Ventanas 2	Nueva Ventanas	Campiche
Min	1,4	1,5	9,1	0,2
Máx.	315	599	195	
Promedio mg/m ³ N	39	40	22,4 ⁶⁷	20 ⁶⁸
mediana	30	27	24,2	
Total datos	660	592	690	
% datos ≥ 50 mg/m ³ N	26% (173)	26% (155)	0,14% (1)	
% datos ≤ 20 mg/m ³ N	37% (242)	36% (215)	29% (201)	
Valores entre 21 y 49 mg/m ³ N	37% (245)	38% (222)	71% (489)	

Fuente: Seremi del Medio Ambiente Valparaíso en base a datos reportados por la empresa.

De los datos analizados y de acuerdo a información aportada por las centrales térmicas, es posible observar que para las tres unidades, los promedios diarios de concentración de material particulado en los gases de salida de cada unidad, se distribuyen en proporciones similares (valores medios próximos a las medianas) y que la mayor parte de los datos se encuentran en el rango entre 20 mg/m³N y 50 mg/m³N. Este último, límite de emisión establecido para las fuentes existentes. En otras palabras, dentro de los límites establecidos para fuentes existentes y fuentes nuevas.

67 EL INFORME CORRESPONDIENTE A AGOSTO DEL 2013 CORRESPONDIENTE A LAS EMISIONES DIARIAS, INDICA CONCENTRACIONES DE MP MUY POR DEBAJO DE LA MEDIA ESTIMADA EN LAS EMISIONES HORARIAS OBTENIDAS DE LOS REGISTROS EN LÍNEA. VER FIGURA.

68 SE ANALIZARON DATOS DE DATOS DE ABRIL, MAYO Y JUNIO DEL 2013.

Con ello, se puede establecer que considerar la concentración promedio, es estadísticamente representativo del régimen operacional de las centrales para el periodo en evaluación 2011-2012.

A lo anterior se suma que de acuerdo a los últimos informes presentados por Central Nueva Ventanas (V3) y Central Campiche (V4), las emisiones de material particulado estarían muy por debajo del límite de emisión establecido para fuentes nuevas. Dichas estimaciones fueron realizadas a través de monitoreos isocinéticos en lo que respecta a material particulado.

No obstante para efecto de estimas las emisiones base, se utilizará la información estadística de las emisiones continuas.

Tabla 10.10

Emisiones Central Nueva Ventanas (Unidad 3) declaradas para agosto del 2013

CHIMENEA	Año	Mes	Día	Horas de Servicio	Flujo (m ³ N/seg)	MP (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)
3	2013	8	1	24,00	257,8	2,4	380,3
3	2013	8	2	24,00	265,7	2,5	430,0
3	2013	8	3	24,00	262,8	2,2	407,7
3	2013	8	4	24,00	262,8	1,8	425,4
3	2013	8	5	24,00	264,6	2,0	392,8
3	2013	8	6	24,00	265,8	1,7	393,1
3	2013	8	7	24,00	264,4	1,7	405,7
3	2013	8	8	24,00	265,1	1,8	397,2
3	2013	8	9	21,50	242,1	2,5	355,2
3	2013	8	10	24,00	271,3	1,6	392,6
3	2013	8	11	24,00	268,7	1,7	355,0
3	2013	8	12	24,00	267,5	1,6	371,2
3	2013	8	13	24,00	265,5	1,9	386,2
3	2013	8	14	24,00	269,7	2,9	386,8
3	2013	8	15	24,00	267,3	4,1	420,6
3	2013	8	16	24,00	261,4	6,3	428,5
3	2013	8	17	24,00	262,8	5,3	420,6
3	2013	8	18	24,00	243,8	4,8	402,6
3	2013	8	19	24,00	261,3	4,4	425,0
3	2013	8	20	24,00	267,6	3,8	413,4
3	2013	8	21	22,36	238,7	4,4	461,1
3	2013	8	22	24,00	267,8	4,5	400,7
3	2013	8	23	19,62	258,0	9,2	419,3
3	2013	8	24	24,00	268,7	3,7	418,6
3	2013	8	25	24,00	267,2	3,5	419,3
3	2013	8	26	24,00	273,7	4,2	404,1
3	2013	8	27	24,00	272,3	3,5	401,8
3	2013	8	28	24,00	271,6	2,8	401,8
3	2013	8	29	24,00	272,0	2,5	397,2

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

3	2013	8	30	24,00	270,6	2,6	418,1
3	2013	8	31	24,00	269,0	2,8	424,7

964

Tabla 10.11

Emisiones Central Nueva Ventanas (Unidad 4) declaradas para agosto del 2013

CHIMENEA	Año	Mes	Día	Horas de Servicio	Flujo (m ³ N/seg)	MP (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)
4	2013	8	1	24,00	244,2	27,1	340,7
4	2013	8	2	24,00	246,1	---	393,8
4	2013	8	3	24,00	245,8	---	413,6
4	2013	8	4	24,00	244,4	---	415,7
4	2013	8	5	24,00	246,2	---	414,9
4	2013	8	6	24,00	222,9	---	412,1
4	2013	8	7	24,00	242,2	---	419,0
4	2013	8	8	24,00	238,5	6,5	390,5
4	2013	8	9	24,00	242,9	6,7	409,9
4	2013	8	10	24,00	245,5	6,2	405,2
4	2013	8	11	24,00	232,4	6,7	411,1
4	2013	8	12	24,00	253,7	6,5	425,5
4	2013	8	13	24,00	251,4	6,7	407,8
4	2013	8	14	24,00	252,6	6,9	437,3
4	2013	8	15	24,00	247,3	7,0	450,6
4	2013	8	16	24,00	248,2	6,8	444,5
4	2013	8	17	24,00	249,2	6,8	432,6
4	2013	8	18	24,00	235,6	7,1	412,9
4	2013	8	19	24,00	244,5	7,1	426,6
4	2013	8	20	24,00	251,1	7,1	426,2
4	2013	8	21	24,00	242,3	7,3	436,2
4	2013	8	22	24,00	250,2	7,3	419,0
4	2013	8	23	24,00	253,3	7,6	417,5
4	2013	8	24	24,00	252,0	7,5	413,3
4	2013	8	25	24,00	245,8	7,4	431,4
4	2013	8	26	24,00	248,3	7,2	425,4
4	2013	8	27	24,00	251,6	8,3	430,7
4	2013	8	28	24,00	249,3	8,4	432,7
4	2013	8	29	24,00	248,7	9,0	423,0

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

4	2013	4	30	24,00	253,4	1,7	404,1
4	2013	8	31	24,00	252,4	---	417,6

Haciendo el mismo ejercicio anterior, se realiza el análisis para los valores de concentración de SO₂. De la tabla se desprende que los promedios de cada unidad de las centrales térmicas, son estadísticamente representativas.

Es conveniente hacer un análisis visual del comportamiento de las centrales, especialmente de las unidades V1 y V2 que permitan justificar los valores utilizados para estimar las emisiones base.

Las gráficas siguientes, representa el comportamiento de las emisiones para las 4 unidades que se encuentran operativas y su distribución frente a los límites de emisión establecidos por la norma.

Tabla 10.12

Estadística del comportamiento de SO₂ mg/m³N de las Centrales Térmicas del Grupo GENER (2011-2012-2013)

	Ventanas 1	Ventanas 2	Nueva Ventanas	Campiche
Min	53	34	2,1	306
Máx.	1.442	1.201	1.175	580
promedio	1.093	397	367	386
mediana	1.100	380	363	386
Total datos	659	620	691	110
% datos ≥ 400 mg/m ³ N	99,7% (657)	42% (260)	17% (119)	
% datos ≤ 200 mg/m ³ N	1	0,96%	0,7%	
Valores entre 201 y 399 mg/m ³ N	1	57% (354)	85% (567)	

Fuente: Seremi del Medio Ambiente Valparaíso en base a datos reportados por la empresa.

En el caso del material particulado y bajo los antecedentes proporcionados por la empresa, se demostraría un comportamiento actual general para todas las unidades, bajo el límite de emisión para Fuentes Existentes, destacándose esta tendencia en especial durante el año 2012.

Por otra parte. Analizando el comportamiento del dióxido de azufre, la Unidad 1 indicaría un comportamiento sobre ambos límites de emisión (fuentes nuevas y existentes) mientras que las unidades restantes, cumplirían con los límites establecidos para fuentes existentes.

Ahora bien, obtenido los caudales y las concentraciones medias medidas 2011-2012, se estimarán las emisiones base para las centrales termoeléctricas en operación, suponiendo una operación de 24 horas durante 360 días. Por otra parte, para Central Térmica energía Minera, se considerarán los límites establecidos en la RCA.

Tabla 10.13

Resumen Emisiones base 2011-2012-2013 Centrales Térmicas Grupo GENER

Unidad	Material Particulado (ton/año)	Dióxido de azufre (ton/año)
Ventanas 1	154	4.317
Ventanas 2	298	2.963
Nueva Ventanas	179	2.933
Campiche	160	3.061

Fuente: Seremi del Medio Ambiente Valparaíso en base a datos reportados por la empresa.

10.6.3. Cálculo de Emisiones para la Fundición y Refinería Ventanas de Acuerdo a Datos Balances Másicos

La fundición Ventanas procesa anualmente cerca de 400 mil toneladas de concentrado, variante en su porcentaje en peso, de acuerdo compromisos contractuales con ENAMI y que suele ser 50% desde ENAMI (por cumplimiento de contrato) y 50% Codelco de las divisiones Andina y Caletones.

El concentrado es alimentado un secador rotatorio de contacto directo convectivo Fuller conectado a filtro de mangas que resta humedad a la materia prima y luego es fundido en un rector Convertidor Teniente. Los gases de fusión son enviados a la planta de ácido sulfúrico previo paso por unos precipitadores electrostáticos (PEE) para captar el material el material particulado generado. Estos polvos, son tratados fuera de la fundición no obstante, el CT recibe además los polvos de los tres Convertidores Peirce Smith, CPS y del Horno Eléctrico de Limpieza de Escorias, HELE, como carga fría previo ser mezclados en una tolva.

La etapa de Conversión dispone de 3 CPS, para la conversión de la mata o metal blanco proveniente tanto del CT como del HELE. Esto CPS trabajan a modo batch: uno en operación y dos en caliente en espera y cuentan con sistemas de alimentación de carga fría permitiendo la reducción de las emisiones fugitivas. Los gases de conversión son enviados a la planta de ácido sulfúrico previo paso por PEE

El refino a fuego es llevado a cabo un horno basculante y dos horno tipo reverberos denominados RAF1 y RAF2, con las consecuentes atapas de carga, oxidación, reducción y moldeo, prácticamente no se considera escorificación básica forzada y en la operación se reciben recortes y scraps como carga fría y material de cobre.

Dada las características de los procesos de fundición, se genera una importante cantidad de gases fugitivos los cuales no alcanzan a ser captados por los sistemas de captación que conducen a la Planta de ácido para su tratamiento, sino que son emitidos directamente a la atmósfera.

a) EMISIONES POR BALANCE DE MATERIA DE AS Y S

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

De acuerdo al artículo 8 del D.S 252, la fundición debe informar sus emisiones de azufre y arsénico ya sea mediante monitoreos continuos o balances de masa, utilizando este último mecanismo como medio para informar las emisiones.

La siguiente tabla, muestra un resumen de los informes de balances de azufre entregados por CODELCO y la distribución o porcentajes de fijación de en las distintas etapas del proceso según sus propios reportes.

Tabla 10.14

BALANCE HISTORICO DE AZUFRE Entradas, Salidas y Fijaciones

AZUFRE	2006		2008		2009		2010		2011		2012**	
	tpa	%	tpa	%	tpa	%	tpa	%	tpa	%	tpa	%
Cucons	444.120	29,3%	410.880	29,5%	412.772	30,7%	400.311	31,5%	409.627	30,4%	385.055	29,1%
1- ENTRADAS DE AZUFRE	129.914	100,00	121.387	100,00	126.666	100,00	125.974	100,00	124.720	100,00	112.059	100,00
CONCENTRADO FRESCO	129.914	100,00	121.387	100,00	126.150	99,59	125.703	99,79	124.689	99,98	112.059	100,00
CONSUMO COMBUSTIBLE		0,00		0,00	516	0,41	270	0,21	31	0,02	0	0,00
2- FIJACIÓN AZUFRE	116.188	89,43	111.448	91,81%	116.509	91,98%	118.179	93,81%	117.797	94,45%	106.230	94,80%
POLVOS CAPTADOS	424	0,33	535	0,44	487	0,38	355	0,28	556	0,45	450	0,00
ESCORIA H. ELECTRICO	3.272	2,52	3.122	2,57	3.192	2,52	3.410	2,71	2.892	2,32	1.880	0,02
S ESCORIA CT A BOTADERO		0,00		0,00	0	0,00	0	0,00	391	0,31	280	0,00
AC. SULFURICO Y OTRAS	112.492	86,59	107.791	88,80	112.830	89,08	114.414	90,82	113.958	91,37	103.620	0,92
3- EMISION (1- 2)	13.726	10,57	10.664	8,79	10.157	8,02	7.795	6,19	6.923	5,55	5.829	5,20
Emisiones	13.726	10,57	10.664	8,79	10.157	8,02	7.795	6,19	6.923	5,55	5.829	5,20
Campana CT	6.321	4,87	4.327	3,56	4.256	3,36	2.820	2,24	2.307	1,85	1.878	1,68
Campana CPS	4.209	3,24	3.350	2,76	2.785	2,20	1.875	1,49	1.547	1,24	1.194	1,07
Sangrías CT	559	0,43	522	0,43	545	0,43	542	0,43	536	0,43	482	0,43
Sangrías HE	429	0,33	401	0,33	418	0,33	416	0,33	412	0,33	370	0,33
Chimenea P. Acido	650	0,50	607	0,50	633	0,50	630	0,50	624	0,50	560	0,50
RAF y HE	1.559	1,20	1.457	1,20	1.520	1,20	1.512	1,20	1.497	1,20	1.345	1,20

** Año 2012 es estimación, en cálculo valor final.

Fuente: CODELCO División Ventanas y datos MMA

Tal como se ha señalado anteriormente, el año 2012 está siendo revisado por la mesa técnica del CTA⁶⁹ y la empresa, debido a los ajustes generados por la detención prolongada de la planta en ese periodo, el exceso de generación de circulantes y las modificaciones realizadas a la instalación, que incidirían directamente en los sistemas de captación de gases y por ende, en las emisiones finales. Por otra parte, División Ventanas ha debido ajustar la capacidad de fusión a la capacidad de la Planta de Acido, lo que ha implicado una disminución en los niveles de fusión disminuyendo respecto de años anteriores, las emisiones de azufre y polvo. (Ver tabla 9.14)

En otras palabras y de acuerdo a lo señalado por la propia empresa en su informe de emisiones de S de Diciembre, "debido a la singularidades operativas del año 2012, tales como la mantención extendida del horno de tratamiento de escorias y el significativo aumento de material circulante de la fundición; los valores obtenidos en las emisiones tienen una desviación a la baja, por lo que el año no puede ser considerado como representativo de la operación normal de la División"

800

Tabla 10.15

Capacidad de Fusión de la Fundición CODELCO Ventanas

69 CTA, Comité Técnico del Aire, compuesto por la SEREMI del Medio Ambiente, SAG y SEREMI de Salud

<i>Año</i>	<i>Fusión</i>	
1994	450.825	Tms
1995	429.629	Tms
1996	446.452	Tms
1997	380.108	Tms
1998	390.788	Tms
1999	389.633	Tms
2000	406.332	Tms
2001	398.247	Tms
2002	400.039	Tms
2003	429.003	Tms
2004	424.255	Tms
2005	437.997	Tms
2006	445.077	Tms
2007	424.173	Tms
2008	410.880	Tms
2009	412.772	Tms
2010	400.311	Tms
2011	409.627	Tms
2012	385.055	Tms

Fuente: Informes Isocinéticos CODELCO Ventanas 2012

Cabe destacar que esta mesa de trabajo, ha sido desarrollada con el objeto de definir las emisiones que serán base establecidas para la fundición con la menor incertidumbre.

Con los antecedentes expuestos anteriormente, se definen los niveles de participación porcentual en las emisiones de azufre de las distintas fuentes presentes en el proceso de fundición de cobre. Las fuentes más relevantes corresponden a los sistemas de Conversión Teniente, los Hornos de Refino a fuego y Eléctrico y los sistemas de los convertidores Peirce Smith.

Es así como las emisiones de la campana CPS se estiman en 1.194 ton/año las cuales representan un 1,7% de la entrada de azufre (112.059 ton/año).

Analizando los balances históricos, suponer como base las emisiones del 2011 no se aleja de la realidad operacional de la Planta por cuanto las emisiones totales son aproximadamente un 1,6 % del concentrado tratado considerando un % de azufre promedio del 30%. En consecuencia, para estimar las emisiones de dióxido de azufre, se utiliza el nivel bases 2011 y que corresponde a **13.845 ton/año de SO₂**. No obstante y de acuerdo al Plan de compensación con Energía Minera, las emisiones base debieran considerarse en **10.658 ton/año de SO₂**.

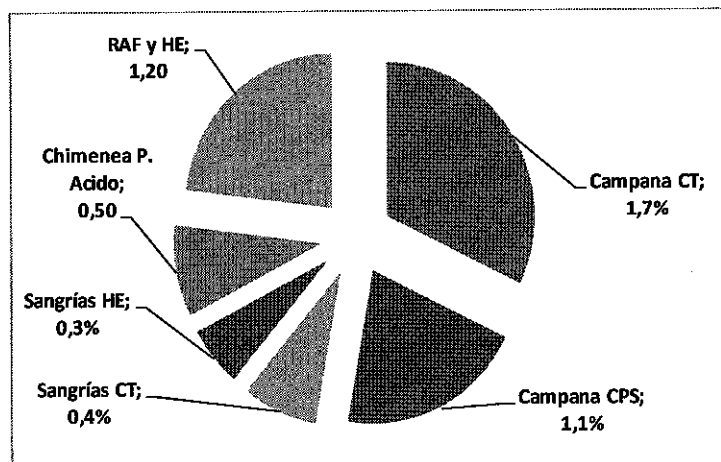


Figura 10.7 Distribución Porcentual Emisiones de S de la Fundición Codelco Ventanas

Tal fue visualizado para el azufre, se realiza el mismo análisis para el Arsénico cuyos potenciales de reducción radican en el Horno eléctrico y en el Convertidor Teniente.

B) EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO

Las mediciones de material particulado, se realizan mediante emisiones isocinéticas semestrales. Las mediciones se efectúan en cada uno de los puntos abajo definidos:

- Ducto a chimenea, después del precipitador electrostático de Horno Eléctrico.
- Ducto de salida de planta de secado de concentrado luego de filtro de mangas.
- En chimenea de Planta de ácido.
- Ducto de evacuación Tolva 500
- Chimeneas Hornos de Refino y Basculante
- Chimeneas de calderas generadoras de vapor, Kewanee.

Las mediciones isocinéticas de concentración de material particulado duran, en general, 1 hora aproximadamente. Sobre la base de estos valores y antecedentes operacionales, se calcula la emisión anual.

A partir de diciembre de 1996, se encuentra operando un precipitador electrostático (MILJO) para tratar los gases provenientes de los CPS. Además, la planta de ácido ampliada para procesar los gases de los Convertidores Peirce CODELCO, División Ventanas

Smith se encuentra en operación desde marzo de 1997; la captación de gases en el transcurso del año 1998 se vio optimizada con nuevas campanas en CPS. El Horno Eléctrico para el tratamiento de escorias del Convertidor Teniente, que permitió eliminar el Horno Reverbero en febrero de 1998, se encuentra en operación desde noviembre de 1997 y a partir de abril de 1999, entra en operación el Electrofiltro de polvos de este horno, que fue ampliado en un campo adicional a partir de 2011. El filtro de mangas del secador de concentrados fue mejorado a contar de febrero de 2013, con lo cual se estaría alcanzando el compromiso de abatir el nivel de particulado.

De acuerdo a los monitoreos Isocinéticos históricos, podemos visualizar cuales de aquellas fuentes medibles, generan mayor cantidad de emisiones de MP en los gases de salida.

972

Tabla 10.16

Concentraciones de MP en Chimeneas de Fundición Codelco Ventanas

año	Secador	P ácido	H Eléctrico	Tolva 500	Horno RAF	H Basc
	mg/m3N	mg/m3N	mg/m3N	mg/m3N	mg/m3N	mg/m3N
2004	915	19	114			
2005	937	13	111			
2006	418	8	160			
2007	563	20	207	15	375	254
2008	277	14	298	12	836	394
2009	326	49	317	30	413	352
2010	575	32	171	47	330	184
2011	221	37	184	18	546	328
2012	71	18	89	39	123	46
2013 ^a	13	15	136	11	175	238
promedio	432	23	179	25	400	257

a) Mediciones correspondientes al primer semestre del 2013

Sin duda el Secador y el Horno RAF son las fuentes emisoras de MP más importantes a ser reguladas.

Tabla 10.17

Tabla Resultados Isocinéticos Históricos Material Particulado CODELCO Ventanas

Año	Semestre	C.P.S. [T/sem]	Secador [T/sem]	P. Acido [T/sem]	H. Eléc. [T/sem]	Tolva 500 [T/sem]	H. R. RAF [T/sem]	H. Basc. [T/sem]	H. Trof [T/sem]	P. Selenio [T/sem]	Caldera Kewanee [T/sem]	Total (T/sem)	[T/año]	Norma [T/año]
2005	1	3,28	104,80	3,795	12,95	0,296	25,03	12,99	2,18	3,34		168,06	414,24	1.000
	2	3,91	165,70	5,094	23,98	0,377	37,78	7,92	0,50	0,82		246,18		
2006	1	4,19	61,23	2,239	24,64	0,183	21,41	18,46	3,15	0,14		135,63	331,89	1.000
	2	4,53	80,26	3,616	54,44	0,212	34,43	15,46	2,61	0,71		196,26		
2007	1	6,80	134,77	6,016	64,39	0,118	28,80	35,97	4,67	0,55		282,09	452,28	1.000
	2	4,11	53,63	10,002	38,01	0,143	38,35	20,39	3,84	1,70		170,17		
2008	A. nov.	58,4	85,99	11,22	133,92	0,178	66,95	53,78	69,96	1,32		481,71	529,51	1.000
	Dic.	3,55	18,42	0,89	7,07	0,010	4,79	5,60	7,34	0,12		47,79		
2009	1	10,51	77,59	37,66	54,93	0,090	67,54	25,20	25,93	1,77		326,75	557,60	1.000
	2	0,22	36,16	8,35	94,62	0,321	18,37	23,43	62,82	4,86	8,15	230,85		
2010	1	3,27	95,63	15,49	32,197	0,192	37,865	22,436	11,650	1,278	0,608	220,61	405,13	1.000
	2	0,64	79,57	13,53	43,488	0,508	21,219	14,286	8,37	1,347	1,545	184,51		
2011	1	0,029	61,444	9,821	56,234	0,328	52,457	42,824	5,54	1,046	2,211	231,93	433,13	1.000
	2	0,006	36,709	18,709	39,404	0,179	75,141	25,244	3,014	1,022	1,764	201,19		
2012	A. nov.	0,000	20,016	10,224	13,056	0,721	22,248	4,608	7,447	22,043	4,096	104,46	120,99	1.000
	Dic.	0,000	0,676	1,392	2,180	6,083	1,424	1,496	1,351	1,757	0,170	16,53		

Fuente: Informes isocinético 2012.

Dadas las condiciones operacionales señaladas anteriormente para el año 2011, se ⁰⁷¹considera como base, la emisión del año 2012 para el material particulado correspondiente a **433 ton/año**.

975

TABLA 10.18

BALANCE HISTORICO DE ARSENICO Entradas, Salidas y Fijaciones

ARSENICO	2006		2008		2009		2010		2011		2012**	
	tpa	%	tpa	%	tpa	%	tpa	%	tpa	%	tpa	%
Cucors	444.120	0,13%	410.880	0,16%	412.772	0,18%	400.311	0,19%	409.627	0,22%	385.055	0,21%
1- ENTRADAS DE ARSENICO	816,0	100,00	656,0	100,00	756,0	100,00	761,0	100,00	888,0	100,00	791,0	100,00
2- SALIDA ARSENICO	746,1	91,44%	598,8	73,39%	707,5	86,70%	640,4	78,48%	753,8	92,38%	668,7	81,95%
3- As CIRCULANTES INICIAL	27,3	3,35%	45,8	5,61%	38,0	4,65%	18,1	2,22%	19,6	2,40%	45,0	5,51%
4- As CIRCULANTES FINAL	14,8	1,81%	38,0	4,65%	18,1	2,22%	19,6	2,40%	46,2	5,66%	107,0	13,12%
5- As RETIRA MANTENCION	6,0		0,0		6,8		50,0		11,5		0,0	
6- EMISION (1 - 2+3 - 4 - 5)	76,2	9,34%	64,5	9,83%	61,4	8,12%	68,1	8,95%	92,4	10,41%	60,2	8,00%
7- CAPTACION DE As		90,66%		90,17%		91,88%		91,05%		89,59%		92,00%
** Año 2012 es estimación, en cálculo valor final.												

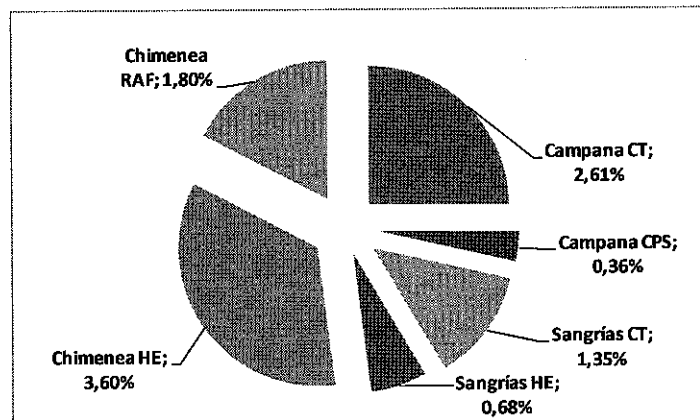


Figura 10.8 Distribución Porcentual Emisiones de As de la Fundación Codelco Ventanas

10.6.3.1. Conclusiones Emisiones Base considerando todas las fuentes:

Conforme a todas las consideraciones metodológicas descritas anteriormente, la siguiente tabla representa las emisiones Base 2011-2012-2013 para todas las fuentes existentes y proyectadas.

976

Tabla 10.19

Resumen de Emisiones Base de SO₂ y MP de las Principales Fuentes del Polo Industrial Quintero Puchuncaví

Fuente / Actividad	Parámetro ton/año		Fuente de Información
	SO ₂	MP	
AES Unidad 1	4.317	154	Balances mensuales de empresas y Declaración según D.S 138/05 Informe⁷⁰
AES Unidad 2	2.963	298	
Central Nueva Ventanas	2.933	179	
Central Campiche ⁷¹	3.061	160	
Central Termoeléctrica Energía Minera CTEM 3 unidades ⁷²	3.139	587	RCA N° 267/2009
Canchas de carbón 256 mil toneladas de capacidad AES GENER	-	9,3	
Comercial Catamutún	-	0,61	Informe ⁷³
Canchas de carbón 450 mil		0,57	RCA

70 FUERON CONSIDERADOS LOS PROMEDIOS 2011-2012 CONFORME SE REALIZAN LOS CAMBIOS ESTRUCTURALES EN LA UNIDAD 2 (V2) Y NUEVA VENTANAS LLEVA SU SEGUNDO AÑO DE OPERACIÓN.

71 SE CONSIDERARON LOS DATOS DE MARZO A JULIO DEL 2013 DADA SU ENTRADA EN OPERACIÓN EN MARZO DEL 2013.

72 CON RCA APROBADA PERO AÚN NO CONSTRUIDA. CENTRAL 1050 MW, 3 UNIDADES DE 750 CADA UNA. EMISIÓN TOTAL POR LAS TRES UNIDADES.

73 "PROPUESTA Y ANÁLISIS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA ZONA INDUSTRIAL DE VENTANAS" 2007

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

toneladas de capacidad			N° 267/2009
Fundición Codelco Ventanas	13.845⁷⁴	433	Balances mensuales (también declara a través del D.S 138)
	10.658	213	
Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas	-	24,0	RCA N° 87/2007
COPEC S.A	2,57	3,85	Informe⁵⁰
EMPRESA NACIONAL DEL PETRÓLEO (ENAP)	0,65	6,17	Informe⁵⁰
EMPRESAS MELON S.A almacenamiento Clinker		1,63	Informe⁵⁰
GASMAR S.A	1,28	0,4	Informe⁵⁰
OXIQUIM S.A	4,04	0,79	Informe⁵⁰
PUERTO VENTANAS S.A.	0,01	18,62	Informe⁵⁰
GNL Quintero	0,27	1,26	Informe⁵⁰
Total sin considerar las compensaciones de CTEM	27.126	1.290	
Total considerando las compensaciones de CTEM	27.080	1.657	

Es importante destacar que si bien la central térmica Energía Minera aún no ha sido construida, tiene Resolución de Calificación Ambiental vigente por lo que se debe considerar al menos, para el caso de estimar las posibles emisiones futuras.

Dado que Energía Minera es una potencial fuente emisora, es conveniente realizar entonces un análisis respecto del aporte de las emisiones de esta potencial fuente y los compromisos adquiridos para la obtención de la correspondiente Resolución de Calificación Ambiental.

Uno de los aspectos a considerar, es que al momento de entrar en operación la Central, CODELCO División Ventanas debe acreditar una emisión anual de 10.658 toneladas de SO₂ considerando todas las

⁷⁴ SE CONSIDERÓ EL BALANCE 2011

mejoras realizadas con el objeto de compensar las emisiones comprometidas por el titular en función de la línea base de emisiones de la fundición declaradas por el titular del proyecto en el E.I.A.

Si bien diversos estudios realizados en la zona han dado cuenta que el principal aporte de SO_2 corresponde a la Fundición de Cobre, dado el emplazamiento de nuevas centrales es posible ver que esta diferencia cada vez es menor y menor aun considerando la entrada en operación de Energía Minera.

Dado el porcentaje de participación en MP y SO_2 de las distintas fuentes como emisiones directas, las fuentes a regular corresponden a:

- Central Térmica Ventanas 1
- Central Térmica Ventanas 2
- Central Térmica Nueva Ventanas
- Central Térmica Campiche
- Central Térmica Energía Minera
- Fundición y Refinería de cobre CODELCO Ventanas
- Instalaciones o actividades que almacenan, procesan, manejan y/o transportan sólidos dispersables. (otras)

11. ESCENARIO Y APLICABILIDAD DE NORMAS DE EMISIÓN PARA TERMOELÉCTRICAS Y NORMA DE FUNDICIÓN

11.1. NORMA DE EMISIÓN PARA TERMOELÉCTRICAS

Actualmente, se encuentra vigente el D.S N° 13 del 2011 "Norma de emisión para termoeléctricas" que tiene por objeto controlar las emisiones al aire de Material Particulado, óxidos de Nitrógeno, Dióxido de Azufre y Mercurio. En dicha norma, se establece que las fuentes emisoras existentes deberán cumplir con los valores límites de emisión para Material Particulado (MP) en un plazo de 2 años y 6 meses, contado desde la fecha de publicación del presente decreto. El plazo de cumplimiento de los demás parámetros (SO₂ o NO_x) corresponderá a 4 años contados desde la publicación del presente decreto en zonas declaradas latentes o saturadas por MP, SO₂ o NO_x con anterioridad a esta fecha.

A continuación, se definen los escenarios de emisión para las centrales térmicas considerando la implementación de La Norma de Emisión para Termoeléctricas. Esta norma, establece para fuentes emisoras existentes y fuentes nuevas definidas en el D.S N° 13/2011, los siguientes límites de emisión en mg/m³N:

Tabla 11.1

Límites de emisión establecidos en la Norma de Emisión de Termoeléctricas D.S 12/2011

Combustible Sólido	Material Particulado	Dióxido de Azufre
Existentes	50	400
Nuevas	30	200

Fuente:

En otras palabras, las centrales existentes en Puchuncaví, las centrales térmicas deberán cumplir con los límites de MP establecidos en la norma el 23 de diciembre del 2013 y el 23 de junio del 2015 para el SO₂.

"Sin perjuicio de los plazos señalados, en la primera revisión de la norma que se realice de conformidad al inciso 4º, del artículo 32, de la ley N° 19.300, se analizará la factibilidad de establecer un plazo para que las fuentes existentes se ajusten a los valores límites dispuestos para las fuentes nuevas".

El artículo N° 6 de la Norma, establece que en caso que se aprueben planes de prevención o descontaminación con posterioridad a la vigencia de la presente norma de emisión, por alguno de los contaminantes que regula, se tendrán en consideración las reducciones realizadas para el cumplimiento de esta norma, a fin de evaluar las reducciones proporcionales, según lo dispuesto en el artículo 15, letra d), del DS N° 94, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para la Elaboración de los Planes de Prevención y de Descontaminación.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

980

En lo que respecta a las centrales térmicas Nueva Ventanas y Campiche, todas las tecnologías y modificaciones aplicadas a estas unidades con objeto de mitigar emisiones de MP y SO₂, obedecen a condiciones establecidas y comprometidas en otros instrumentos de gestión ambiental. Esto es, compromisos asumidos en las Resoluciones de Calificación Ambiental N° 1.124/2006 y N° 275/2010 respectivamente todos, previos a la entrada en vigencia de la correspondiente Norma.

En cuanto a las modificaciones realizadas a la unidad Ventanas V2 y V1 con objeto de mitigar emisiones de SO₂ y MP, estas obedecen a compensaciones obligadas que las Centrales Campiche y Nueva Ventana comprometieron en las correspondientes RCA y acciones complementarias⁷⁵. Esta última, para el caso de las compensaciones de material particulado.

En otras palabras, las reducciones realizadas a la unidad V2, no fueron realizadas para el cumplimiento de la Norma de emisión de Termoeléctricas sino obedecen, a los compromisos de compensación establecidos en las RCA de Nueva Ventanas y Campiche. Todos, con anterioridad a la N.E.T. Por ende, no aplica el artículo N° 6 del D.S 13/2012.

11.1.1. Cálculo De emisiones de Material Particulado y Dióxido de Azufre Aplicando Límites de Emisión para Fuentes Existentes y Fuentes Nuevas

De acuerdo a lo establecido en el D.S 13/2011, todas las centrales térmicas en la zona de Quintero y Puchuncaví, deberán cumplir con los límites establecidos para fuentes existentes (F.E). La pregunta que resulta hacer es: dada las variables operacionales de las 4 unidades a carbón ¿Cuál sería el nivel de emisión total anual de las centrales aplicando los límites de F.E? ¿Existe beneficio futuro? ¿Cómo serían las emisiones totales aplicando los límites para fuentes nuevas?

Para ello, se realiza un análisis del comportamiento de las centrales térmicas a carbón presente en la zona (AES GENER, Nueva Ventanas y Campiche), analizando para ello, los datos del 2010 al 2012. Cabe destacar que los datos aportados por las centrales, corresponden a promedios diarios en mg/m³N y que la norma establece promedios horarios. Con esta salvedad y asumiendo que si existe superación en los promedios diarios, es totalmente razonable pensar en la superación de datos horarios.

75 "PROYECTO COMPLEMENTARIO PARA COMPENSACIÓN DE EMISIONES MATERIAL PARTICULADO PROYECTO CENTRAL TERMOELÉCTRICA CAMPICHE", VER EXPEDIENTE PÚBLICO

[HTTP://SEIA.SEA.GOB.CL/EXPEDIENTE/EXPEDIENTESYF.PHP?MODO=FICHA&ID_EXPEDIENTE=2308845](http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesyf.php?modo=ficha&id_expediente=2308845)

981

Tabla 11.2

Comportamiento de las Centrales del Grupo GENER respecto de la Norma de Emisión de Termoeléctricas para fuentes Existentes

	AÑO(a)	Ventanas1	Ventanas2	Central Nueva Ventanas
Horas operación al año de un total de 8322	2010	7303	5792	7675
	2011	8171	6892	7848
	2012	7358	7518	8575
N° de días en el año cuyo promedio diario superaron el valor de la NET de 400 mg/m ³ N de SO ₂	2010	307	72	39
	2011	345	110	86
	2012	312	150	33
N° de días en el año cuyo promedio diario superaron el valor de la NET de 50 mg/m ³ N de PM	2010	34	9	2
	2011	127	74	1
	2012	44	88	0 ^b

(a) Basada en las horas de operación anual de cada unidad

(b) Los valores de MP medidos en chimenea deben ser revisados conforme se utilizó una medición Isocinética proyectando esa medición al valor medido. Es así que 92 días consecutivos se informó promedio diario de emisión de 9,9 mg/m³N

Aspectos a considerar:

- La unidad a la fecha de elaboración de este informe, V1 no cuenta con equipo de abatimiento y en ella se registran los niveles más altos de emisiones. No obstante, esta condición debe cambiar en lo que respecta al PM10, para dar cumplimiento al Plan de Compensaciones comprometido en el proyecto Térmico Campiche el cual establece la instalación de un Filtro de Mangas Alta Eficiencia.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

- La unidad V2 si bien cuenta con desulfurizador, aún se registran niveles promedios días sobre la Norma de Emisión de Termoeléctrica para SO₂ y MP. No obstante, esta condición debe cambiar en lo que respecta al PM10, para dar cumplimiento al Plan de Compensaciones comprometido en el proyecto Térmico Campiche el cual establece la instalación de un Filtro de Mangas Alta Eficiencia.
- La unidad tres indica un mejor desempeño en SO₂ no obstante, no se puede observar el desempeño para MP hasta no corregir los CEMS.
- Energía Minera se consideran las emisiones comprometidas en la RCA las cuales son menores a las establecidas en la Norma de Termoeléctricas. Estas corresponden a 18 mg/m³N para MP y 102 mg/m³N para SO₂.

La tabla siguiente, compara las emisiones base, estimadas en el acápite anterior para las centrales térmicas a carbón identificadas. Utilizando, los caudales de la tabla 9.7, se estiman las emisiones en toneladas anuales que se obtendrían bajo los límites de emisión establecidos en el D.S N° 13/2011 para fuentes existentes y para fuentes nuevas.

982

Tabla 11.3

Comparación de emisiones actuales v/s límite Fuentes Existentes y Fuentes nuevas según N.E.T

Fuente / Actividad	Emisiones MP base 2011-2012-2013	Escenario Emisiones con límite norma fuente existente	de Δ emisiones (E base- E límite F.E)	Escenario Emisiones con límite norma nueva	Δ emisiones (E base- E límite F.N)
AES Unidad 1	154	198	-44	79	75
AES Unidad 2	298	373	-75	149	149
Nueva Ventanas	179	395	-221	160	14
Campiche	160	397	-238	160	0
Energía Minera (las 3 unidades)	587				

De la tabla anterior, es posible observar que un eventual cumplimiento de los límites de MP establecidos para fuentes nuevas, significaría un deterioro en las condiciones actuales considerando que las concentraciones de cada fuente, son menores a 50 mg/m³N. Del mismo modo, los límites establecidos para fuentes nuevas se consideran una mejora en términos de reducción de emisiones.

Tabla 11.4

Comparación de emisiones actuales v/s límite Fuentes Existentes y Fuentes nuevas según N.E.T

Fuente / Actividad	Emisiones base 2011-2012-2013	SO ₂ Emisiones con límite norma fuente existente	Escenario Emisiones con límite norma fuente existente	Δ (E base- E límite F.E)	Escenario Emisiones SO ₂ con límite fuente nueva	Δ emisiones (E base- E límite F.N)
AES Unidad 1	4.317	1.580	2.737	790	3.527	
AES Unidad 2	2.963	2.986	-23	1.493	1.470	
Nueva Ventanas	2.933	3.160	-261	1.599	1.301	
Campiche	3.061	3.173	-111	1.586	1.475	
Energía Minera	3.132					

Del mismo modo que para el material particulado, el cumplimiento del límite de emisión de SO₂ para fuentes existentes, no favorece la condición actual a excepción de la Unidad V1 que no cuenta con equipos de control para este contaminante. Sin embargo, el límite establecido para fuentes nuevas, demuestran una mejora efectiva en las emisiones para las cada una de las centrales.

Lo anterior, se resume y visualiza en las figuras siguientes:

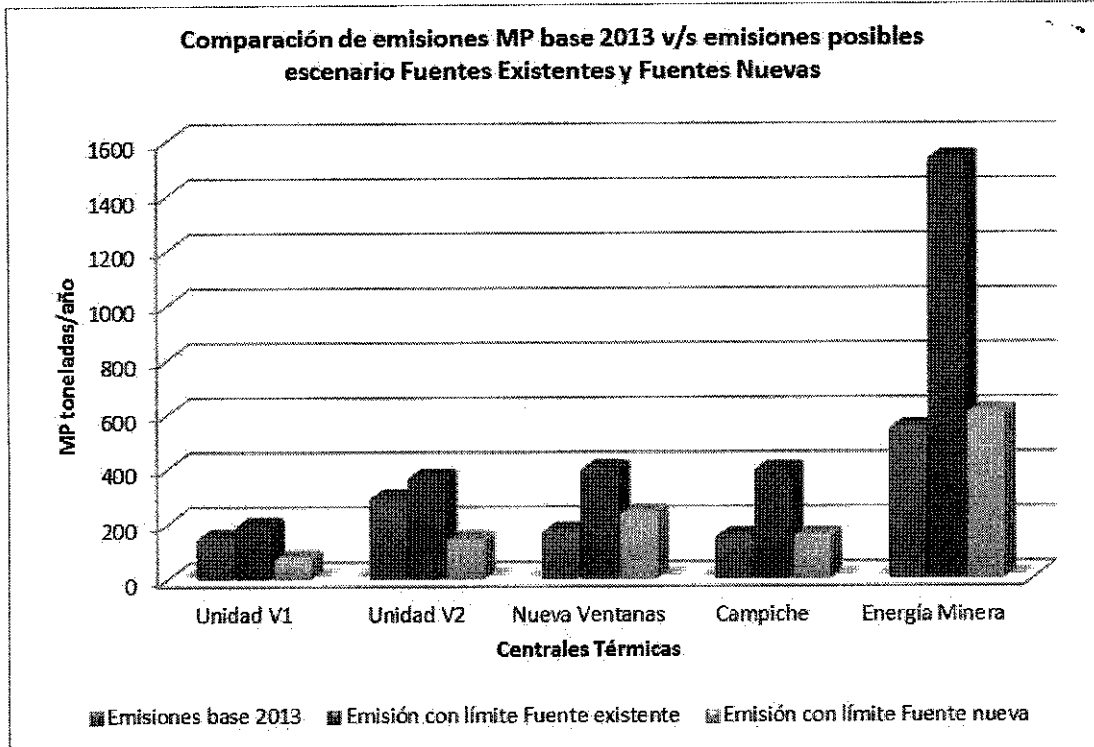


Figura 11.1 Emisiones MP base comparada con emisiones bajo los dos escenarios de emisión según la N.E.T

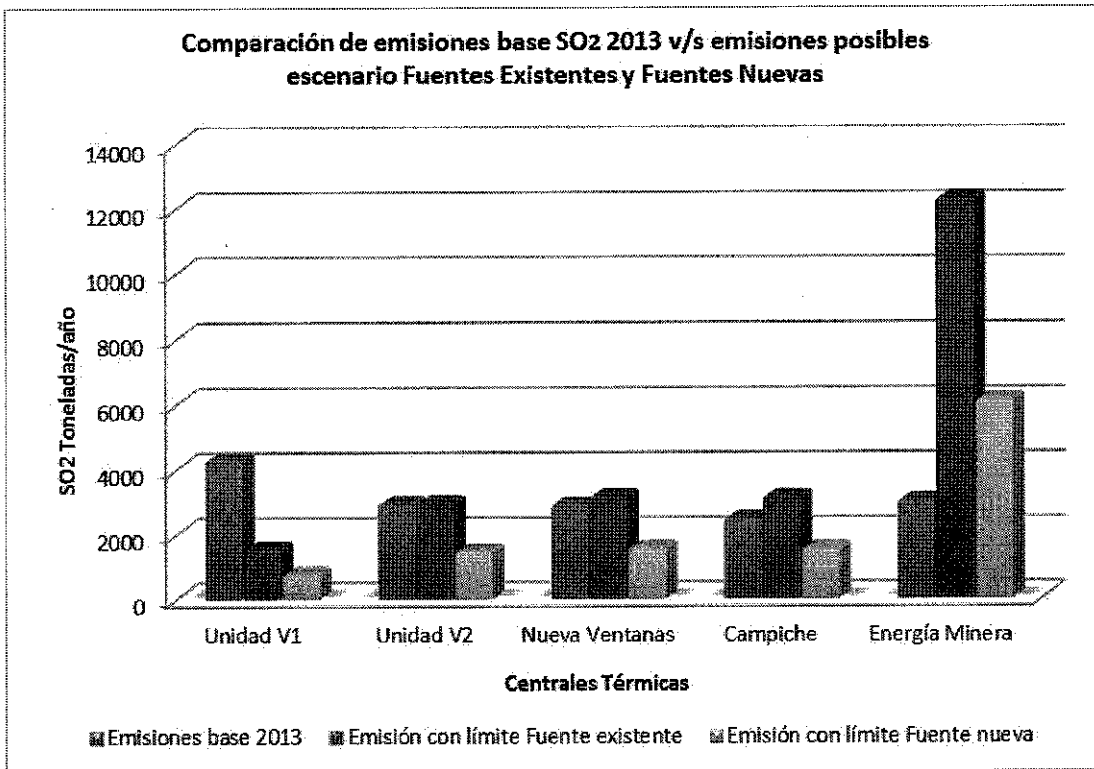


Figura 11.2 Emisiones base SO₂ comparada con emisiones bajo los dos escenarios de emisión según la N.E.T

985

11.2. NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES

De acuerdo a lo establecido en el D.S 28/2013, todas las fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico, establece límites de emisión a fin de controlar las emisiones anuales de SO₂ y As. Además, establece límites de emisión en chimenea para i) secadores de concentrado, ii) hornos de limpieza de escoria y iii) Plantas de ácido.

Los límites de emisión establecidos por el anteproyecto, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11.5

Límite de Emisión Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre

Chimenea proceso unitario	Gas emitido	Límite de emisión	Período de evaluación
Fundición Ventana período de transición norma ⁷⁶	SO ₂	16.500 ton/año	Promedio Anual
Fundición Ventana	SO ₂	14.650 ton/año	Promedio Anual
	As	48 ton/año	Promedio Anual
Captura y fijación gases	SO ₂	95%	Mediciones continuas
	As	95%	Mediciones continuas
Plantas de ácido	SO ₂	600 ppm	Concentración horaria promedio
Plantas de ácido	As	1 mg/Nm ³	Promedio mensual
Secadores y Hornos de limpieza de escoria	MP	50 mg/Nm ³	Promedio mensual
Hornos de limpieza de escoria	As	1 mg/Nm ³	Promedio mensual
Hornos de Refino	Nivel de opacidad	20%	
Plantas de ácido	SO ₂	660 ppm	Concentración horaria promedio
Plantas de ácido	As	1 mg/Nm ³	Promedio mensual

C) EMISIONES POR CHIMENEA PLANTA DE ÁCIDO (MEDICIONES CONTINUAS)

En lo respecta a la Planta de Ácido de Codelco, se cuenta con registro de emisiones horarias desde el 6 de junio al 4 de octubre del 2013. No se cuenta con antecedentes respecto de emisiones anteriores a la

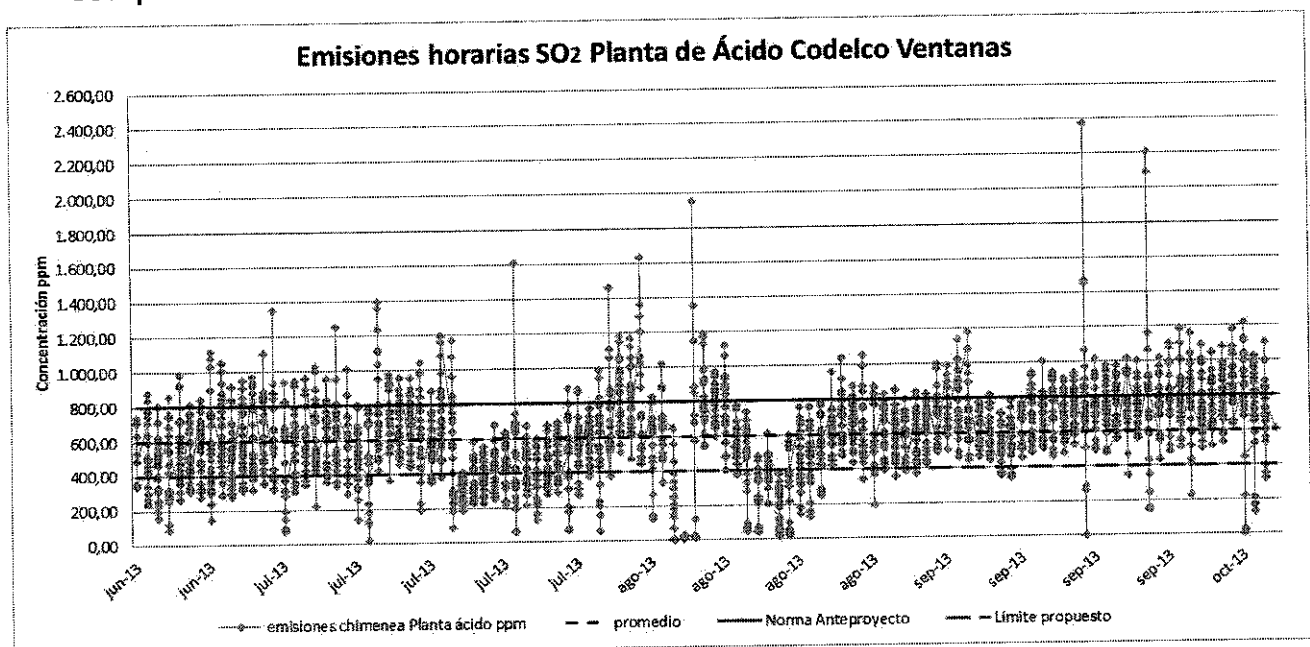
76 Período de transición correspondiente a fuente emisora existente que contenga planta de ácido de doble contacto (Fundición CODELCO Ventanas) son 3 años. Artículo 6

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

fecha señalada a por lo que no es posible contar con un perfil de comportamiento de la Planta. No obstante, los datos de emisiones presentados a continuación, corresponden a 4 meses de monitoreo continuo con un total de 2.559 datos horarios que son comparados con el límite de emisión propuesto en el proceso de elaboración de la Norma de Fundiciones 600 ppm y con un límite propuesto de 400 ppm.

Figura 11.3

Comportamiento de emisiones chimenea Planta de Ácido Fundición Ventanas



Analizando los datos que dieron origen a esta gráfica, se concluye lo siguiente:

- El 19 % de los datos \leq a 400 ppm
- El 48 % de los datos son menores a 600 ppm
- El 33 % de los datos están entre 600 y 800 ppm.
- El 18 % de los datos son \geq a 800 ppm.
- El promedio de la concentración medida en el periodo de junio a octubre es de 600 ppm, con una mediana de 608 ppm.

Para un caudal promedio de 132.498 m³N/hr de gases de entrada a la planta de ácido y una concentración media de gases de 562 ppm, las emisiones anuales de SO₂ por chimenea de la Planta serían 1.856 toneladas (13% emisiones totales del 2011 y un 0,7% respecto del azufre de entrada al sistema). Igualmente, considerando el percentil 95, es decir 900 ppm de SO₂, las emisiones anuales serían de 2.900 toneladas (22% emisiones totales del 2011 y 1,2 % del azufre de entrada). En otras palabras, el 78% de las emisiones, corresponderían a emisiones fugitivas.

Con el análisis de datos obtenidos anteriormente podemos concluir que:

- las emisiones de la chimenea correspondiente a la planta de ácido de Fundición Ventanas no estarían cumpliendo con la Norma en un 62% de sus emisiones.
- La planta de ácido presenta un 99,3% de fijación del azufre, lo que da cumplimiento con la fijación especificada en la norma (95%)
- Con una emisión de 14.276 ton/año SO₂ de la Fundición, daría cumplimiento al límite de emisión establecido para los años de transición (16.500 ton/año).
- Existe emisión que no será medida ni controlada por la Norma y esta corresponde al 78% del total de las emisiones

11.2.1. Comparación Norma de Fundición con situación Actual de la Fundición y Refinería Ventanas

Tabla 11.6

Comparación de las Emisiones de la Fundición Ventanas con los límites establecidos en la Norma de Emisión para Fundiciones

Chimenea proceso unitario	Gas emitido	Límite de emisión	Emisión declarada
Fundición Ventana período de transición norma ⁷⁷	SO ₂	16.500 ton/año	13.845 ton/año
Fundición Ventana	SO ₂	14.650 ton/año	13.845 ton/año
	As	48 ton/año	Promedio Anual
Secador	MP	50 mg/Nm ³	432 mg/Nm ³
Hornos de limpieza de escoria	MP	50 mg/Nm ³	179 mg/Nm ³
Plantas de ácido	SO ₂	600 ppm	600 ⁷⁸

Observando la Tabla 11.6 los límites máximos de emisión anual de SO₂ para fundición es mayor que la emisión anual rendida por la empresa en los años 2011-2012, una situación similar ocurre con el límite máximo en la chimenea de la planta de ácido, que es la misma registrada para el año 2013 por la Fundición. Con respecto a los límites de emisión de MP en secador y horno de limpieza este se ve superado considerablemente.

77 Período de transición correspondiente a fuente emisora existente que contenga planta de ácido de doble contacto (Fundición CODELCO Ventanas) son 3 años. Artículo 6

78 Promedio Horario de 4 meses de operación

11.2.2. Conclusiones preliminares

- Los límites de emisión anual de SO₂ establecidos por el anteproyecto de Norma para fundiciones, son más altos de los que estadísticamente emite la fundición.
- las emisiones de la chimenea correspondiente a la planta de ácido de Fundición Ventanas no estarían cumpliendo con la Norma en un 62% de sus emisiones.
- La planta de ácido presenta un 99,3% de fijación del azufre, lo que da cumplimiento con la fijación especificada en la norma (95%)
- Con una emisión de 14.276 ton/año SO₂ de la Fundición, daría cumplimiento al límite de emisión establecido para los años de transición (16.500 ton/año).
- Existe emisión que no será medida ni controlada por la Norma y esta corresponde al 78% del total de las emisiones
- La Planta de ácido, potencialmente puede alcanzar mediciones inferiores a las establecidas en la norma.
- Las principales fuentes potenciales para reducir emisiones de material particulado son: El secador, hornos de limpieza, Los Hornos Eléctricos y los Basculantes.
- Reduciendo las emisiones de material particulado, se reducen también las emisiones de otras sustancias como el Arsénico.
- No existen emisiones en línea de la chimenea principal lo cual se desconoce su caracterización en cuanto a material particulado y gases por lo que es una fuente que debiera ser medida.

11.3. EMISIONES NETAS DE LAS FUENTES A REGULAR

En relación a los antecedentes recopilados respecto de las fuentes y sus emisiones, la tabla siguiente identifica y resume las emisiones netas para cada una de ellas en términos de material particulado y dióxido de azufre.

Tabla 11.7

Emisiones Base de las fuentes a Regular en el PPDQP⁷⁹, con Energía Minera

Fuente / Actividad	Parámetro ton/año	
	SO ₂	MP
AES Unidad 1	4.317	154
AES Unidad 2	2.963	298
Central Nueva Ventanas	2.933	179
Central Campiche	3.061	160

79 SUPONIENDO CUMPLIDA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE MP Y SO₂ POR PARTE DE CODELCO VENTANAS, PARA PERMITIR LA OPERACIÓN DE LA CENTRAL ENERGÍA MINERA.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

989

Central Térmica Energía minera	3.139	587
Fundición Codelco Ventanas	10.658	213
Otros	8,82	61,03
Total	27.080	1.652

Fuente: Seremi del Medio Ambiente Valparaíso con datos aportados por las fuentes.

Tabla 11.8

Emisiones Base de las fuentes a Regular en el PPDQP⁸⁰, sin Energía Minera.

Fuente / Actividad	Parámetro ton/año	
	SO ₂	MP
AES Unidad 1	4.317	154
AES Unidad 2	2.963	298
Central Nueva Ventanas	2.933	179
Central Campiche	3.061	160
Fundición Codelco Ventanas	13.845	433
Otros	8,82	61.03
Total	27.127	1.285

⁸⁰ SUPONIENDO QUE NO SE CONSTRUIRÁ NI OPERARÁ LA CENTRAL TÉRMICA ENERGÍA MINERA.

Central Térmica Energía minera	3.139	587
Fundición Codelco Ventanas	10.658	213
Otros	8,82	61,03
Total	27.080	1.652

Fuente: Seremi del Medio Ambiente Valparaíso con datos aportados por las fuentes.

Tabla 11.8

Emisiones Base de las fuentes a Regular en el PPDQP⁸⁰, sin Energía Minera.

Fuente / Actividad	Parámetro ton/año	
	SO ₂	MP
AES Unidad 1	4.317	154
AES Unidad 2	2.963	298
Central Nueva Ventanas	2.933	179
Central Campiche	3.061	160
Fundición Codelco Ventanas	13.845	433
Otros	8,82	61.03
Total	27.127	1.285

80 SUPONIENDO QUE NO SE CONSTRUIRÁ NI OPERARÁ LA CENTRAL TÉRMICA ENERGÍA MINERA.

12. CRITERIOS GENERALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA REGULACIÓN PARA EL SECTOR INDUSTRIAL

Considerando que los planes son herramientas de control dinámicas en el tiempo y teniendo presente el concepto de gradualidad en la implementación de las exigencias para las fuentes existentes, se plantea que el Plan deberá enfocarse en los siguientes lineamientos estratégicos:

- Conservar los límites geográficos establecidos en el D.S N° 252/1992, para efectos de delimitar la zona saturada o latente.
- En el caso de CODELCO División Ventanas, la emisión base estimada corresponde a 13.845 ton/año de SO₂. No obstante, la RCA N° 267/2009 establece emisión base con proyecto (CTEM) de 10.658 ton/año de SO₂. Ante esto y en caso de construirse el proyecto Energía Minera, la meta de reducción de emisiones se realizará sobre las 10.658 ton/año y no sobre las 13.845 ton/año.
- En el caso de CODELCO División Ventanas, la emisión base estimada para MP corresponde a 433 ton/año. No obstante, la RCA N° 267/2009 establece una reducción en Planta de 220 ton/año como medida de compensación. Ante esto y en caso de construirse el proyecto Energía Minera, la meta de reducción de emisiones se realizará sobre las 213 ton/año y no sobre las 433 ton/año.
- Las fuentes emisoras a regular que hayan reducido sus emisiones para dar cumplimiento a otros instrumentos de gestión tales como Resoluciones de Calificación Ambiental, previas a la publicación de alguna norma de emisión, no serán consideradas las reducciones realizadas para efectos de la aplicación del presente instrumento. En otras palabras, las metas propuestas en el Plan para cada fuente emisora regulada, están establecidas en función de las emisiones netas para las cuales fueron considerados todos los mecanismos de compensación comprometidos y por ende, corresponde a medidas adicionales a las establecidas en las Normas de Emisión o a Resoluciones de calificación Ambiental Aprobadas.
- El Plan tendrá una duración de 10 años. La efectividad de su cumplimiento, será evaluado anualmente por la Autoridad Ambiental competente.
- Reconocer los acuerdos y medidas de gestión local en el ámbito del APL industrial cuyos objetivos radican entre otros aspectos, mejorar de la calidad del aire, integrar la participación de los Servicios públicos con el sector privado en temas de vigilancia ambiental y respuestas ante episodios críticos e incentivar a la mejora continuada de la misma de un modo integral.
- Las metas de reducción planteadas para las fuentes reguladas, deberán ser implementadas a más tardar en Diciembre del 2015.
- Considerar principio de gradualidad para el cumplimiento de exigencias que en especial, consideren la incorporación de mejor tecnología disponible.
- Establecer el congelamiento de las emisiones de material particulado y sus precursores de acuerdo a la línea de base del Plan (2011-2013). Esto es, congelar las emisiones de material particulado y de dióxido de azufre considerando la aplicación de otros instrumentos regulatorios como la Norma de Emisión de Termoeléctrica y las medidas de compensación implementada por los proyectos.
- Focalizar la regulación en el complejo industrial de Quintero y Puchuncaví en consideración a su aporte mayoritario a las emisiones de SO₂ y MP en cantidad y contenido de otros contaminantes. Lo anterior significa definir exigencias a nivel de fuentes específicas.

- Regular las fuentes y actividades principales en cuanto a las emisiones de material Dióxido de azufre (SO₂), este contaminante, es a su vez es uno de los principales precursores en la formación de material particulado respirable fino (MP_{2,5}).
- Regular los mecanismos de compensación de acuerdo a su cantidad y composición a través mecanismos claros, trazables, cuantificables y medibles, tanto para fuentes nuevas como para modificaciones de instalaciones existentes al momento de establecer el nuevo instrumento.
- Para nuevas fuentes que emitan SO₂, exigir compensación del 110% de sus emisiones.
- Para nuevas fuentes que emitan MP, exigir compensación del 110% de sus emisiones, siempre que sean de similares características físico-químicas.
- Establecer monitoreo continuo de emisiones para aquellas fuentes en que técnicamente sea posible el monitoreo y que revistan aporte significativo a las emisiones globales. En aquellas fuentes que dada su naturaleza o condiciones físicas estén imposibilitadas de medir en forma continua, se establecerá un protocolo regulado que permita establecer los niveles de emisiones por balances de masa los cuales deberán correlacionarse con parámetros de producción, eficiencia, consumo de combustible, captación, según corresponda. Dichas mediciones deberán estar en línea con acceso a los organismos con competencia ambiental. Lo anterior, implementando mecanismos para el seguimiento de las emisiones que incorporen la medición continua de las mayores fuentes industriales. Se realizará el seguimiento de las emisiones o en su defecto de parámetros de producción y/o consumo de combustible, según corresponda.
- Reforzar la Red de Monitoreo atmosférico: Establecer en zonas pobladas a definir en el presente instrumento, monitoreo continuos de MP₁₀ y MP_{2,5}. A su vez, mantener todas las estaciones que monitorean dicho parámetro actualmente existente.
- Las emisiones de una fuente, estarán sujeta a las limitaciones impuestas por este instrumento. Las emisiones generales de cada fuente individual se anulan en su totalidad por una chimenea, o cuando dos o más chimeneas se usan simultáneamente para este propósito. Sin embargo, si las emisiones totales de dos o más fuentes son emitidas por una chimenea, el conjunto de emisiones individuales se considera originario de una fuente única, con una capacidad igual a la suma de las capacidades de cada fuente de emisión individual.
- Regular los diseños de chimeneas y ductos de fuentes fijas nuevas o modificaciones, de manera de facilitar la dispersión del contaminante existente acorde a las normas de calidad. El diseño será parte de la evaluación y deberá contemplar además, dispositivos que permitan y faciliten el monitoreo.
- Evitar el empleo de la técnica de la dispersión como método único o primario de control para reducir las concentraciones de partículas y gases contaminantes.
- Establecer especificaciones técnicas disponibles y operacionales en el almacenamiento, manejo, transporte de sólidos dispersables orientados al control y mitigación de los mismos.
- En casos de emergencia por emisiones o problemas de dispersión, los responsables de la actividad deberán activar el plan operacional de episodios críticos y a su vez, notificar a la Superintendencia de los planes de contingencia adoptados.
- Regular actividades generadoras de MP difusas con impactos locales.
- Prohibir la quema de residuos urbanos, agrícolas u otros de cualquier naturaleza.

12.1. CONTAMINANTES PRIORITARIOS DEL PPQP

993

De acuerdo con los antecedentes disponibles respecto de la contaminación por MP_{10} , $MP_{2.5}$ y SO_2 ; considerando además la necesidad de focalizarse en aquellos contaminantes que representan los mayores riesgos para la salud, las acciones del PPDQP se deberán orientar en dos niveles:

1. Control prioritario de las emisiones directas de material particulado provenientes de procesos de centrales térmicas a carbón, Fundición de cobre y centros de acopio y manejo de sólidos y de los contaminantes peligrosos provenientes de algunos procesos industriales.
2. Control prioritario de las emisiones directas de dióxido de azufre provenientes de procesos de centrales térmicas a carbón, Fundición de cobre.
3. En un segundo nivel de prioridad, avanzar en el control de las emisiones de precursores de material particulado secundario, con énfasis en el control de emisiones de óxidos de azufre. El control de los precursores de MP requerirá sin embargo profundizar el conocimiento del aporte al MP_{10} y al $MP_{2.5}$.

12.2. META DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

El objetivo general de Plan de Prevención y Descontaminación Ventanas (PPQP) consiste en "Prevenir y reducir el impacto de las emisiones de dióxido de azufre (SO_2) y material particulado (MP) sobre la salud de las personas y lograr que en la zona declarada como saturada mediante D.S. N°346/93 del Ministerio de Agricultura, actualmente en condición de latencia para SO_2 diario y MP_{10} anual, en un plazo de 2 años, se dé cumplimiento a las normas de calidad primaria antes señaladas. Lo anterior, a través de la implementación de medidas de control y límites de emisión aplicada al sector industrial de Quintero y Puchuncaví.

Sin embargo y dado los antecedentes presentados respecto de las tendencias en el incremento de las emisiones, hacen prever un empeoramiento por norma anual de MP_{10} y de $MP_{2.5}$ para la misma área geográfica y por norma diaria de SO_2 en la comuna de Quintero la cual se encuentra solo a un 0,6% de la saturación. No considerar esta situación, podría requerir mayores desafíos en términos de reducción de emisiones y de acciones ante episodios críticos.

La disminución en las concentraciones medidas de MP_{10} , $MP_{2.5}$ y SO_2 , requieren sin duda la implementación de medidas de control de las emisiones que las generan. Conforme los antecedentes expuestos, hoy en día la zona geográfica contemplada en el Plan de Descontaminación (D.S 252/92), no alcanza los niveles críticos de calidad del aire para material particulado y dióxido de azufre, vistos en la década de los noventa. No obstante, sucesos como los hallazgos de polvo con metales pesados al interior de las salas de la Escuela La Greda que derivó en su posterior ubicación, la condición de latencia en la norma anual de PM_{10} a la que ha estado permanentemente sometida la estación La Greda, la condición de saturación y actual latencia en la norma diaria de SO_2 registrada en la estación Quintero situaciones de emergencia ambiental por niveles altos de SO_2 , alcanzando incluso el nivel 2 establecido en el D.S N° 113/2002 durante el año 2011, situaciones de emergencia ambiental para MP_{10} y $MP_{2.5}$, hace necesario avanzar en la implementación de cambios estructurales necesarios, la incorporación de tecnologías de control de emisiones en forma gradual y la incorporación de estándares operacionales que permitan alcanzar niveles de reducciones con impacto inmediato.

El éxito de un Plan de Prevención no solo de debe medir en términos de evitar la superación de uno o más normas de calidad ambiental en una zona definida sino, evitar la permanente condición de latencia y la vulnerabilidad que de un momento a otro, se retorne a condición de saturación.

En base a lo anterior, la normativa actual establece que la condición máxima para la normativa anual de MP₁₀ debiera ser igual o menor a 40 ug/m³ (80% de la norma anual) mientras que para el dióxido de azufre en su norma diaria, debiera ser igual o menor a 200 ug/m³. Esto representaría una reducción del 18% y 17% respectivamente respecto de la condición actual.

Estableciendo el 2012 como año base de presente Plan de Prevención se referenciarán los indicadores de seguimiento de los avances en calidad del aire. Al mismo tiempo se establece el año 2015 como el plazo para el cumplimiento de las metas de calidad del aire para material particulado MP₁₀ y dióxido de azufre SO₂.

12.2.1. Propuesta de Metas de Reducción de Emisiones

Los sectores prioritarios a regular en este instrumento, corresponden a aquellos que generan aportes significativos de emisiones directas de material particulado primario MP₁₀ y MP_{2,5} y de dióxido de azufre este último, además como precursor de MP_{2,5}

La incorporación de nuevas tecnologías en la fundición de cobre y en las centrales térmicas a carbón, se establece como prioritario en la primera fase del Plan para la reducción de emisiones de dióxido de azufre. Lo anterior y en complemento con la incorporación de tecnologías de control de material particulado y de mejores prácticas operacionales en las fuentes señaladas como en cualquier otra fuente que manipule, almacene y/o transporte sólidos dispersables, permitirá lograr reducciones de material particulado.

12.2.2. Estimación Meta de Reducción de Emisiones – Método Roll-Back

Reducción en forma proporcional e igualitaria tal como lo prevé la Ley 19.300, de las actividades emisoras que participan del problema (art. 45, letra f)

12.2.2.1. Metodología

Esta etapa contiene una primera aproximación de la reducción de emisiones necesaria de implementar en las comunas de Quintero Puchuncaví para alcanzar el cumplimiento de la norma de material particulado respirable (MP₁₀) anual y dióxido de Azufre (SO₂) promedio diario vigente en Chile bajo el método roll-back, método se resume en la siguiente relación:

$$C_p = ((C_b - B_g) * E_p / E_b) + B_g \text{ (a)}$$

Dónde:

C_p = Concentración con proyecto, o el nivel de calidad de aire que se desea alcanzar.

C_b = Concentración base o de la situación sin proyecto, en nuestro caso, la situación actual.

E_p = Emisión con proyecto, o nivel de emisiones para alcanzar la concentración C_p.

E_b = Emisión de la situación sin proyecto, o nivel de emisiones actuales.

B_g = Background o concentración de fondo, aquella ajena al control de la zona saturada.

Para el caso donde se busca estimar la reducción de emisiones (Re) desde un escenario base de calidad de aire (C_b) necesaria para alcanzar un determinado nivel de calidad de aire (C_p), la relación puede expresarse en forma independiente del nivel de las emisiones, mediante:

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

995

$$Re = Ep / Eb = (Cp - Bg) / (Cb - Bg);$$

El método está basado en relaciones sencillas entre los niveles de inmisión y los de emisión. Permite contar con una estimación gruesa de las metas de reducción de emisiones, ante la ausencia de información que posibilite la aplicación de métodos más complejos. Asume un comportamiento lineal entre el nivel de emisiones y las concentraciones de un contaminante atmosférico. La incerteza de este modelo aumenta mientras mayor sea la proporción de la componente secundaria (aerosoles MP_{2.5}).

Además, el método roll-back requiere del conocimiento del nivel de contaminación de fondo (Bg) el cual muchas veces se desconoce. Este último punto se suele subsanar asumiendo que el aire de renovación de la zona de control se encuentra libre de contaminación, es decir, que el nivel de concentración de fondo del contaminante analizado es cero. Obviamente, ello rara vez ocurre en la atmósfera, por no decir nunca, por lo cual cada vez que se adopta dicho supuesto (Bg = 0) se comete una subestimación del nivel de reducción de emisiones (Re) analizado.

12.2.3. Selección de la Concentración Meta para Material Particulado y Dióxido de Azufre (Cp)

Para definir las concentraciones con proyecto, o el nivel de calidad de aire que se desea alcanzar para un contaminante dado, se deben analizar diversas situaciones.

12.2.3.1. Estimación del Cp para “Cumplimiento Norma Anual de Material Particulado”.

Esta situación, supone a aquella en la cual la norma primaria de calidad de aire por MP₁₀ se cumple. En otras palabras, se entiende superada la norma, cuando la concentración anual calculada como el promedio aritmético anual de tres años consecutivos, sea mayor o igual a 50 µg/m³.

La estación La Greda está ubicada aproximadamente 2 km al norte de la fundición Ventanas y a menos de 800 metros al este de las instalaciones de Puerto Ventanas y las Centrales Térmicas a carbón (Campiche, Nueva Ventanas, Ventanas 1 y Ventanas 2).

En todas las estaciones incluida la Estación La Greda, se realizan las mediciones de MP₁₀ con un equipo de gravimetría de alto volumen con una frecuencia de 3 días se obtiene un promedio diario de la concentración de MP₁₀. Si bien en el 2011 comienzan mediciones continuas de MP₁₀ en la Estación La

Greda y Sur, para la estimación del C_p , se consideran las emisiones históricas medidas con el método gravimétrico.

Analizando la información a partir de 1992 y representados en la siguiente gráfica, se aprecia que la estación La Greda tiene una tendencia decreciente en la concentración de material particulado desde el año 1993. Se ve una estabilización entre los años 2004 a 2007 y un aumento en los años posteriores al punto que las concentraciones de MP_{10} están muy cerca del límite de la norma anual de MP_{10} .

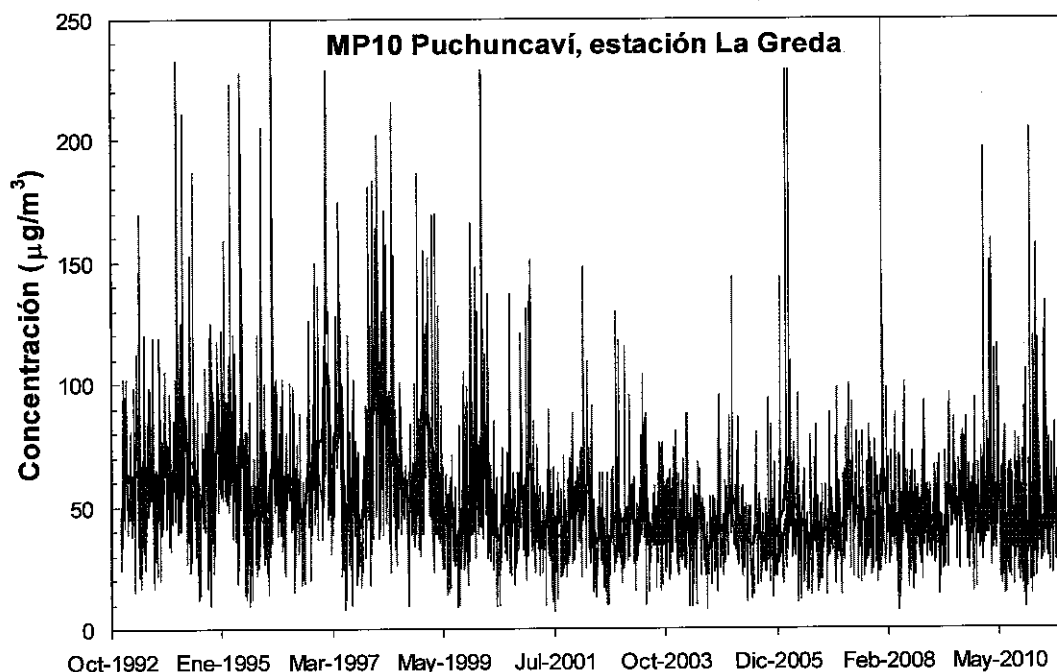


Figura 12.1

Comportamiento de la Concentración para MP Estación La Greda

Una característica especial de los datos, es que el perfil estacional es distinto al de las demás estaciones. Todas las concentraciones de MP_{10} mostradas anteriormente muestran un aumento durante el invierno y una disminución en verano. Sin embargo, las concentraciones en la estación La Greda aumentan en verano y disminuyen en invierno. Este comportamiento puede ser debido al perfil de emisión de contaminantes de las fuentes cercanas.⁸¹

Normativamente, la situación con proyecto sería aquella en la cual bajo cierta cuantía de emisiones, el promedio de tres años consecutivos fuera inmediatamente menor a la norma. Es decir, $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sin embargo, esta situación genera un escenario muy incierto pues cualquier error de estimación (ejemplo, considerar $B_g = 0$) se puede traducir en que, aun cumpliendo la reducción de emisiones proyectada, la norma de MP_{10} se siga superando.

81 "ESTUDIO PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICO, REGIÓN DE VALPARAÍSO-IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELOS DE DISPERSIÓN REGIONAL"

Por otro lado, la norma anual de MP es menor a la norma diaria y el considerar una meta de calidad de aire basada en el percentil 98, pueden generarse situaciones de incumplimiento en cuanto a la norma diaria (percentil 98 > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), con registros mayores alcanzando incluso situaciones equivalentes a episodios críticos de contaminación, ya sean alertas o preemergencia. Esto es posible considerando que durante el 2012, se registraron 22 y 130 situaciones y con nivel 3 (> 330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en las estaciones La Greda y Los Maitenes respectivamente.

Para conocer el comportamiento de las estaciones, es necesario analizar las correlaciones entre estaciones a través de las direcciones predominante de los vientos con datos desde 1994 al 2011.

A partir de los gráficos de correlación presentados a continuación, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

El coeficiente de correlación entre la estación La Greda y la Estación Los Maitenes es 0,06, esto indica que no hay correlación entre los datos y que por lo tanto las fuentes que afectan a estas estaciones son distintas.

De acuerdo a la posición de las estaciones, se puede especular que la estación de La Greda está influenciada exclusivamente por las emisiones de las fuentes cercanas, mientras que la estación de Los Maitenes puede estar influenciada por fuentes al interior de la comuna además de las emisiones de las megafuentes.

La estación Los Maitenes está al sus-este ($\sim 120^\circ$) de La Greda, y de acuerdo a los perfiles de vientos. Las concentraciones de MP_{10} en La Greda no deberían tener influencia en esa dirección. Luego es razonable concluir que las concentraciones en La Greda no son de gran influencia en Los Maitenes.

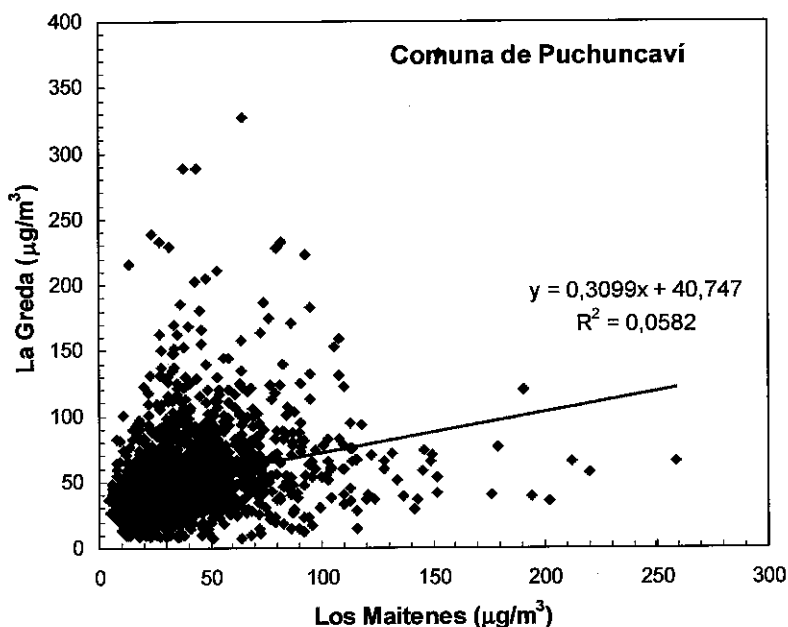


Figura 12.2

Gráfico de correlación entre las concentraciones de la estación Los Maitenes y La Greda.

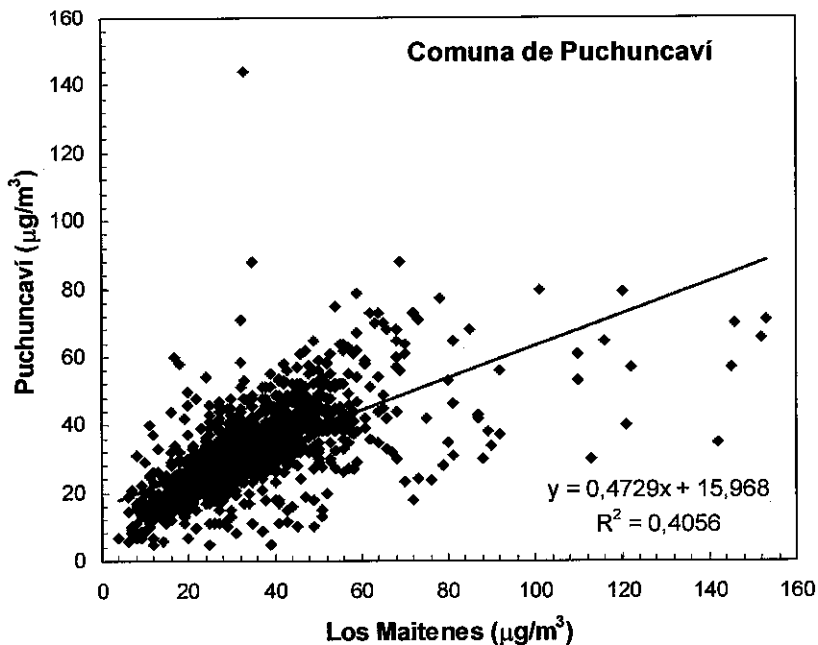


Figura 12.3

Gráfico de correlación entre la estación Puchuncaví y la estación Los Maitenes.

La correlación entre la estación Los Maitenes y la estación Puchuncaví es más alta que entre La Greda y Los Maitenes. Esto indica que estas dos primeras estaciones se parecen más que las dos últimas. Sin embargo, la correlación no es muy alta por lo tanto es difícil sacar conclusiones de este gráfico.

Si observamos la correlación entre La Greda y Puchuncaví se puede ver que las concentraciones de MP_{10} son totalmente distintas. Este efecto es similar a lo que ocurre con Los Maitenes, es decir las concentraciones en La Greda no influyen mucho en las concentraciones de Puchuncaví. De acuerdo a los perfiles de viento, indica que los vientos que ingresan a Puchuncaví no provienen del sector de La Greda.

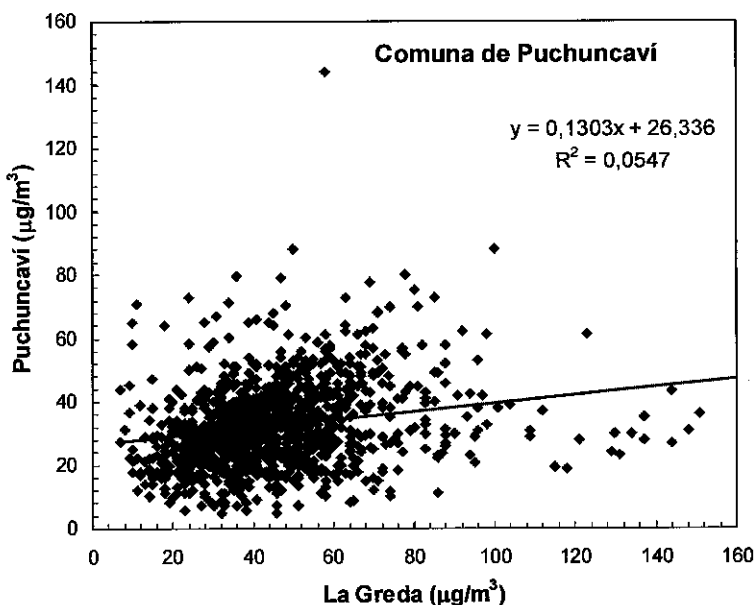


Figura 12.4

Gráfico de correlación entre la estación Puchuncaví y la estación La Greda.

Desde el año 1993, todas las estaciones han bajado sus concentraciones hasta el año 2005 aproximadamente cuando se produce un punto de inflexión en la tendencia. El año 2005 la concentración de MP₁₀ en La Greda y Los Maitenes comienza a aumentar. La estación de Puchuncaví tiene un gran aumento el año 2007 y luego se mantiene constante. Esto es indicación de que una nueva fuente puede haber ingresado en la zona.

Si observamos el gráfico de la Figura 12.5, vemos que entre el año 2006 y 2007 hubo un aumento continuo de las concentraciones. Es decir no se observa un problema en los datos. Luego la explicación más probable para este aumento es el ingreso de una nueva fuente en la cercanía de la estación.

Ninguna de las estaciones supera la norma, pero si la estación de La Greda continúa su tendencia, en uno o dos años más va a superar la norma de MP₁₀.

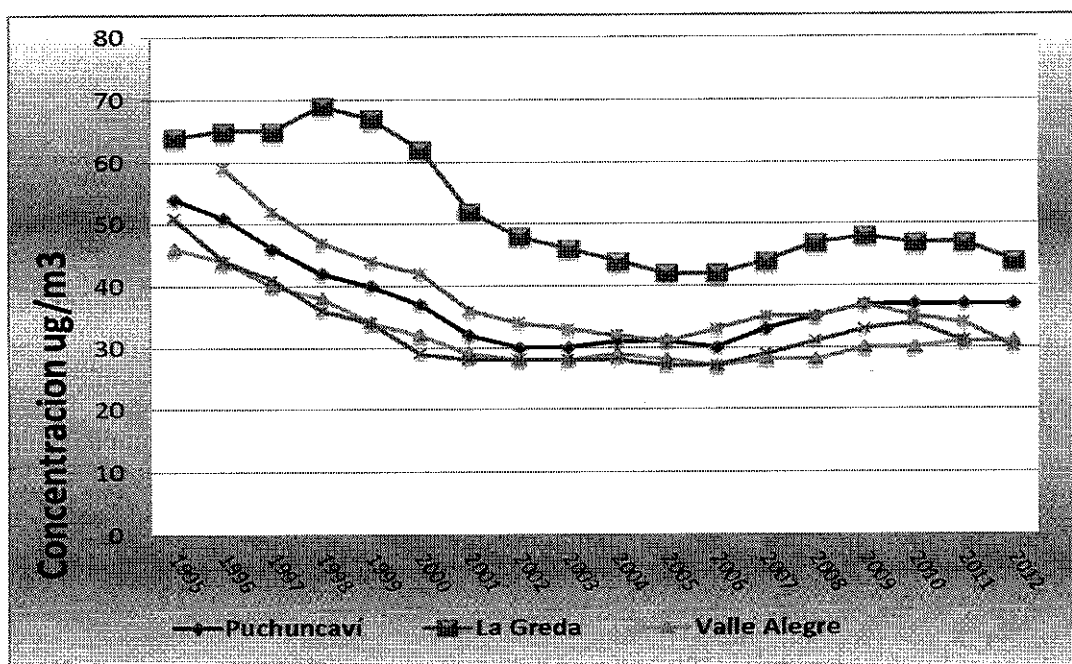


Figura 12.5

Promedio anual de las concentraciones de MP₁₀ en las estaciones de la comuna de Puchuncaví.

Bajo el principio precautorio y considerando que la mantención permanente de una zona en situación latencia no es el objetivo del presente Plan, se sugiere como alternativa fijar como meta de calidad de aire el nivel exactamente inferior al de latencia para la norma anual:

$$C_p(MP) = 39 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

12.2.3.2. Determinación de Cp para “Cumplimiento de Norma Diaria de SO₂”

El caso de Puchuncaví/Quintero y las estaciones de su red, no requiere mayor análisis en el sentido que, dado su magnitud en emisiones, es evidente que es el complejo industrial el responsable de las concentraciones de SO₂. El último inventario de emisiones (2008) indica tasas de emisiones muy altas

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas “Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví”

para CODELCO Fundición Ventanas (68.1% del total en la zona) y AES GENER (30.7% del total en la zona), pero que dadas las condiciones actuales (todas las centrales en operación), la distribución sería casi del 50% para las centrales térmicas a carbón y la fundición. Dada la información disponible, resulta complejo cuantificar la responsabilidad de cada una de las empresas en cada una de las estaciones de monitoreo (incluyendo episodios de muy altas concentraciones). Por el otro lado, a nivel global de la zona la responsabilidad es compartida y relativa a sus respectivas tasas de emisión.

Por otro lado, el caso de la estación GNL es indicativo de la complejidad de la meteorología y la contaminación: las concentraciones mayores de SO₂ en la estación GNL ocurren principalmente durante la noche/madrugada. Durante ese periodo la dirección de viento predominante en la estación GNL es desde el sur hacia el norte. Sin embargo, también existe la posibilidad de cualquier otra dirección. Por el otro lado, el viento desde la zona de las emisiones mismas (por parte de las fuentes emisoras Fundición y las centrales térmicas) es predominantemente desde el continente hacia el mar (o sea, desde las fuentes principales de SO₂ hacia Quintero).

Sin embargo, no es suficiente que exista ese flujo desde las fuentes hacia Quintero, sino que, es necesario también que se presente una atmósfera estable para que se produzcan concentraciones elevadas.⁸²

Siguiendo la lógica de análisis realizada para el Material Particulado, esta situación supone a aquella en la cual la norma primaria diaria de calidad de aire por SO₂ se cumple. Lo anterior se entiende superada la norma, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas en un año, sea mayor a 250 µg/m³.

Es lógico pensar que resulta vano invertir recursos públicos y privados para un Plan que como meta se fije estar en la condición de latencia para el contaminante que se esté regulando. La alternativa es fijar como meta de calidad del aire el nivel exactamente inferior al de latencia:

Cp (SO₂) = 199 µg/m³.

12.2.4. Estimación del nivel de concentración base para Material Particulado y Dióxido de Azufre (Cb)

12.2.4.1. Determinación Cb para Material Particulado

Con la finalidad de mantener una coherencia con el valor de la concentración fijada como meta (Cp), la concentración base que debería usarse en el cálculo de la meta de reducción de emisiones, es la mayor concentración anual de MP₁₀ y SO₂ diario posible a registrarse bajo el actual nivel de emisiones. Esto equivale a situarse en la peor situación de dispersión de contaminantes y usar la concentración probable de ocurrir en dicha condición para el cálculo de la meta de reducción de emisiones.

⁸² DIAGNÓSTICO PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICA – REGIÓN DE VALPARAÍSO IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO ATMOSFÉRICO

Los objetivos del Plan de Descontaminación se centraron exclusivamente en reducir las emisiones con miras a recuperar la calidad del aire en la zona regulada. No obstante, solo 20 años después de su implementación se generó información del estado de la calidad del aire en la comuna de Quintero, a través de la implementación de estaciones de monitoreos ubicados en la zona urbana de la misma comuna. Dado lo anterior, es difícil conocer la situación de la calidad del aire antes y durante la implementación del Plan, como el real impacto que ha tenido la evolución de las emisiones en la calidad en la zona.

Del análisis⁸³ de datos de concentración de SO₂, velocidad y dirección de viento de las estaciones de calidad del aire, se establece que cada cual tiene un comportamiento único tanto en los ciclos diarios como estacionales y por ello no es posible obtener coeficientes de correlación aceptables. Sin embargo, en las estaciones de Quintero se observa un ciclo estacional con mayor magnitud de las concentraciones durante la noche/madrugada lo que se puede explicar por estabilidad atmosféricas.

Por otra parte, el mismo análisis anterior fue realizado para el material particulado lo cual viene a conformar que los impactos más significativos en las estaciones, se deben a emisiones locales y cercanas y que el impacto por otras zonas, son casi nulas.

Ante esto surge la pregunta ¿cuál de las concentraciones probables de encontrar en los distintos lugares de la zona se usa para el cálculo de la meta de reducción de emisiones? ¿El nivel de la calidad de aire de la zona geográfica de peor condición o la situación promedio de la ciudad?

Una alternativa sería considerar el promedio trianual de los últimos tres años consecutivos (norma anual periodo 2010-2013). Considerando que el cálculo normativo se realiza con datos puntuales, no es posible relacionar directamente las emisiones ni las variaciones de estas con los niveles de concentración alcanzados y por ello, basarse en un promedio trianual puede esconder otras variables, subestimando finalmente las metas de reducción.

Tabla 11.1

Promedios anuales de MP₁₀ Estación La Greda

Año	Promedio por año
2006	46
2007	46
2008	48
2009	49
2010	45
2011	48

⁸³ "Diagnóstico Plan de Gestión Atmosférica – Región de Valparaíso Implementación de un Modelo Atmosférico"

2012	40
Percentil 98	49

1002

Como alternativa, se sugiere considerar:

- El promedio trianual (norma anual) registrado durante el 2012. con un $C_b = 44 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

$C_b(\text{MP}) = 44 \mu\text{g}/\text{m}^3$

12.2.4.2. Determinación C_b para Dióxido de Azufre

Por otra parte, para el caso del SO_2 , la peor condición se da en la zona urbana de Quintero con la norma diaria. Para ellos, se recomienda usar la máxima concentración de SO_2 de 24 hrs. promedio estimado en el periodo 2011-2012 para la estación de GNL Quintero, periodos en los cuales se registraron niveles de episodios críticos con una máxima horaria de $3.479 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La siguiente tabla representa los máximos promedios diarios registrados en el periodo 2011-2012 (concentraciones promedios diarios $>200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 11.2

Máximos promedios diarios de SO_2 registrados en el periodo 2011-2012 en estación Quintero Centro

GNL			
Concentración diaria $\mu\text{g}/\text{m}^3$	promedio	Concentración máxima 24 hrs $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fecha
204		907	11-04-2011
215		930	04-05-2011
207		900	08-05-2011
340		1396	12-05-2011
316		1642	23-05-2011
305		715	25-05-2011
267		1342	29-05-2011
390		1397	26-06-2011

224	2047	29-06-2011
404	3479	21-08-2011
216	1083	13-07-2011
Promedio máximas diarias	280	

1003

$C_b(SO_2) = 280 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

12.2.5. Estimación del Nivel de Back Ground (Bg)

El método roll-back, requiere conocer los niveles de contaminación de fondo (Bg) el cual muchas veces se desconoce. Ante esto, se suele asumir que dada la renovación de aire, la zona de control (fondo) se encuentra libre de contaminación. Es decir, que el nivel de concentración en dicha zona, el contaminante analizado es cero. Dado que esto es una situación escasa, es importante saber que cada vez que se adopta dicho supuesto ($B_g = 0$), se comete una subestimación del nivel de reducción de emisiones (Re)

La importancia de medir las concentraciones background de material particulado y dióxido de azufre y determinar el impacto de las masas de aire contaminado desde fuera de la zona de latencia, radica en que esto permite determinar la fracción que no se puede controlar y establecer las metas de reducción para las actividades antropogénicas al interior de la zona latente.

Dado que las emisiones en el tiempo no han sido constantes, cada estación demuestra un comportamiento único por lo que no resulta sencillo definir una zona con características meteorológicas y topográficas similares que no tenga influencia antropogénica. Por otra parte, concentraciones cercanas a "cero" registradas en las estaciones, no significa necesariamente inexistencia de emisiones sino, condiciones de buena dispersión.

12.2.5.1. Estimación del nivel de back ground (Bg) para SO_2

Si bien existe información de calidad del aire para SO_2 fuera de la zona declarada en el Plan, estas estaciones se encuentran influenciadas por otras fuentes emisoras de este contaminante pero con incidencia local⁸⁴. Dado que los niveles de concentración cero no existen, se analizan los percentiles 99 de las concentraciones de 24 horas para seleccionar los niveles más bajos como Bg, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 11.3

Percentiles 99 de las concentraciones de 24 horas para SO_2

84 PLAN DE GESTIÓN ATMOSFÉRICA VALPARAÍSO, "IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO ATMOSFÉRICO REGIONAL"

Año	Valle Alegre	Sur	La Greda	Los Maitenes	Puchuncaví	GNL Quintero
2006	65	166	106	191	79	
2007	73	188	111	200	88	
2008	96	257	155	206	95	
2009	70	138	121	181	82	226
2010	36	150	41	147	52	205
2011	38	150	76	147	51	316
2012	36	112	75	102	53	181
promedio	59	166	98	168	71	232

Fuente: SEREMI del Medio Ambiente, Región de Valparaíso

La estación Valle Alegre ha mostrado históricamente un mejor comportamiento que el resto de las estaciones.

Al igual que para el caso del material particulado, cada estación tiene un comportamiento único cuyos registros de SO₂ dependen principalmente de la dirección de vientos predominantes (asumiendo emisiones constantes). Por lo anterior, se sugiere utilizar el promedio de los percentiles 99 de las concentraciones 24 horas lo que resulta un Bg:

Bg = 59 µg/m³ para SO₂.

12.2.5.2. Estimación del nivel de back ground (Bg) para MP

En el caso del material particulado, tratándose de la norma anual la que se encuentra en estado de latencia, se precisa conocer los promedios anuales de cada estación. En la tabla siguiente se observa que el “mejor comportamiento”, existe en la estación Valle Alegre y que de acuerdo a análisis previos realizador, es la estación menos impactada por las fuentes a regular.

Conforme a los datos de tabla, se sugiere trabajar con un nivel Bg para material particulado de 27 µg/m³.

Tabla 11.4

1005

Promedios Anuales para MP en las estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire

año	Puchuncaví	Los Maitenes	La Greda	Sur	Valle Alegre
2006	32	38	46	28	28
2007	37	35	46	28	30
2008	35	36	48	30	27
2009	38	38	49	36	32
2010	35	31	45	32	29
2011	39	33	48	33	32
2012	38	30	40	31	31
promedio	36	35	46	31	30

Bg MP=27 µg/m³

12.2.6. Meta Global de Reducción de Emisiones

Para realizar la estimación de la meta de reducción de emisiones, se debe considerar lo siguiente:

12.2.6.1. Meta Global de Reducción de Emisiones Para SO₂

Tabla 11.5

Meta Global de Reducción de Emisiones para SO₂

CASO		Re	Cp	Bg	Cb
1	63%	0,633	199 ⁱⁱⁱ	59	280 ⁱ
2	64%	0,638	200 ⁱⁱ	59	280 ⁱ

i. Propuesta según análisis

ii. Condición de latencia según Norma

iii. Condición propuesta, 1 µg/m³ bajo la condición de latencia.

El caso 1 se estima como la meta de reducción más coherente y acorde con las condiciones actuales y futuras proyectadas. Es decir, el nivel de emisiones de dióxido de azufre debe ser un 40% menos del existente en la situación base, para que la concentración anual esté bajo $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bajo la condición de latencia.

12.2.6.2. Meta Global de Reducción de Emisiones Para MP

Tabla 11.6

Meta Global de Reducción de Emisiones para MP

Caso		Re	Cp	Bg	Cb
1	71%	0,705882	39	27	44
2	55%	0,545454	39	27	49

Manteniendo la premisa de conservar valores con Plan, bajo la condición de latencia en al menos $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se plantea considerar:

Caso 1: Es decir, el nivel de emisiones de material particulado debe ser un 29 % menos del existente en la situación base, para que la concentración anual esté bajo $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bajo la condición de latencia.

Es conveniente recordar aquí que este valor puede encontrarse subestimado por ejemplo, no necesariamente representar una peor condición de dispersión.

12.3. REDUCCIÓN EN FORMA PROPORCIONAL E IGUALITARIA

12.3.1. Aspecto legal

El Artículo N° 45 letra f de la Ley 19.300 establece que "La proporción en que deberán reducir sus emisiones las actividades responsables de la emisión de los contaminantes a que se refiere el Plan, deberá ser igual para todas ellas".

Por otra parte, el artículo N° 18 del D.S N° 39 "Reglamento para la dictación de Planes de Prevención y/o de descontaminación en su letra e) instruye que: "...Para tal efecto, el Plan podrá establecer el límite máximo admisible de emisión por carga y/o el límite máximo de emisión por concentración del contaminante a las fuentes emisoras de acuerdo a las mejores técnicas disponibles. Esta concentración deberá ser igual para las fuentes emisoras de similares características".

En lo que se refiere a la Norma de Emisión de Termoeléctricas, esta establece que "Sin perjuicio de los plazos señalados, en la primera revisión de la norma que se realice de conformidad al inciso 4º, del artículo 32, de la ley Nº 19.300, se analizará la factibilidad de establecer un plazo para que las fuentes existentes se ajusten a los valores límites dispuestos para las fuentes nuevas. Por otra parte, el Artículo 6º señala que "Las fuentes emisoras existentes que reduzcan emisiones para cumplir con los límites establecidos en la presente norma, sólo podrán compensar ceder emisiones si acreditan reducciones adicionales a lo requerido producto del cumplimiento de la norma. En caso que se aprueben planes de prevención o descontaminación con posterioridad a la vigencia de la presente norma de emisión, por alguno de los contaminantes que regula, se tendrán en consideración las reducciones realizadas para el cumplimiento de esta norma, a fin de evaluar las reducciones proporcionales, según lo dispuesto en el artículo 15, letra d), del DS Nº 94, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para la Elaboración de los Planes de Prevención y de Descontaminación.

En este contexto, se reitera que todas las medidas de reducción aplicadas a la fecha en las Centrales de Ventanas 1 y 2 y en la Fundición Codelco Ventanas, obedecen a exigencias y compromisos establecidos en las correspondientes Resoluciones de Calificación Ambiental y no para el cumplimiento de una Norma específica.

12.3.2. Proporcionalidad en la Reducción de Emisiones para Material Particulado

En el parque industrial, las fuentes a regular conllevan diversos procesos cuyas emisiones, especialmente las relacionadas con las emisiones de material particulado, impactan en la calidad del aire para formar material particulado primario y secundario por lo que se debe exigir una reducción de MP₁₀ directo que permita cumplir con la meta de reducción establecida.

Las fuentes emisoras principales se distribuyen entre 7 unidades termoeléctricas y una fundición y se analiza la reducción de las metas en base a dos supuestos:

- a) Con la participación de Energía Minera
- b) Sin la participación de Energía Minera

Ante este escenario, se plantea la distribución de la meta en forma igualitaria para todas las fuentes existentes. Asegurando la proporcionalidad en la reducción de emisiones, se acuerda aplicar el porcentaje de reducción para lograr la meta para cada empresa bajo los supuestos señalados anteriormente.

Se aplica la reducción de **29%** a las actividades responsables de la emisión, el cual se distribuye en base a las emisiones de cada empresa respecto del periodo 2011-2012 y 2013 para Campiche.

Tabla 11.7

Meta global de reducción de emisiones de MP₁₀ con Energía Minera y la compensación de 220 ton/año con Codelco Ventanas

% reducción de emisiones de MP	Emisiones MP base 2011-2012 [Ton/Año]	Reducción de emisiones [Ton de MP]	Emisiones Máximas MP [Ton/Año]
29%	1.658	481	1.177

Tabla 11.8

Meta global de reducción de emisiones de MP₁₀ sin Energía Minera operando

% reducción de emisiones de MP	Emisiones MP base 2011-2012 [Ton/Año]	Reducción de emisiones [Ton de MP]	Emisiones Máximas MP [Ton/Año]
29%	1.285	372	913

Escenario 1: En este caso, se aplica el % de reducción (29%) lograr la meta para cada Empresa, en base a las emisiones medias 2011-2012 y 2013 considerando Energía Minera y las medidas de compensación con CODELCO División Ventanas:

Tabla 11.9

Aplicación del 29% de reducción para MP a cada fuente incluyendo Energía Minera

Fuente / Actividad	Emisiones MP actuales base 2011-2012 2013 ton/año	Reducción Meta (Ton/Año)	Emisiones Finales MP ₁₀ (Ton/Año)
AES Unidad 1	154	44,66	109,34
AES Unidad 2	298	86,42	211,58
CNV	179	51,91	127,09
Campiche	160	46,40	113,60
CTEM	587	170,23	416,77
CODELCO	223	64,67	158,33
otros	61	17,69	43,31
Totales aporte	1.662	481,98	1180,02

Escenario 2: En este caso, se aplica el 29% de reducción para lograr la meta para cada Empresa, en base a las emisiones medias 2011-2012 y 2013 sin considerar Energía Minera. Es decir, con las emisiones base de CODELCO estimada al 2013.

Tabla 11.10

1000

Aplicación del 29% de reducción para MP a cada fuente sin Energía Minera Operando

Fuente / Actividad	Emisiones actuales 2011-2012 ton/año	MP base	Reducción Meta (Ton/Año) Meta del 29%	Emisiones Finales (Ton/Año) MP ₁₀
AES Unidad 1	154		45	109
AES Unidad 2	298		86	212
Nueva Ventanas	179		52	127
Campiche	160		46	114
CODELCO	433		126	307
otros	61		18	43
Totales aporte	1.285		373	912

Escenario 3: En caso, se analiza la reducción total distribuyendo en el sector termoeléctrico, las metas en base a la capacidad de generación prevista por cada central que opera a carbón con una Meta global de reducción de emisiones de 29% considerando la operación de Energía Minera y la compensación con Codelco.

Tabla 11.11

Aplicación del 29% de reducción para MP a cada fuente en base a la capacidad de generación eléctrica considerando Energía Minera

Fuentes/Actividad	Emisiones actuales ton/año	Aporte en energía MWh	Porcentaje de participación	Participación en emisiones	Meta de reducción	Emisión final
Unidad 1	154	118	6%	85	25	129
Unidad 2	298	220	12%	159	46	252
Nueva Ventanas	179	250	13%	181	52	127
Campiche	160	270	14%	195	57	103
Energía Minera	587	1.050	55%	758	220	367
Aporte total		1.908				
Centrales Térmicas						

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Aporte emisiones	1378	1.327		
Centrales ton/año				1010
CODELCO	223		65	158
Otros	61		18	43
Total (ton/año)	1.662		482	1.180

Escenario 4: En caso, se analiza la reducción total distribuyendo en el sector termoeléctrico, las metas en base a la capacidad de generación prevista por cada central que opera a carbón con una Meta global de reducción de emisiones de 29% sin considerar la operación de Energía Minera.

Tabla 11.12

Aplicación del 29% de reducción a cada fuente en base a la capacidad de generación eléctrica sin Energía Minera

	Emisiones actuales ton/año	Aporte en energía MWh	Porcentaje de participación	Participación en emisiones	Meta de reducción	Emisión final
AES GENER	452	338	39%	312	90	362
Unidad 1	154	118	14%	109	32	122
Unidad 2	298	220	26%	203	59	239
Nueva Ventanas	179	250	29%	230	67	112
Campiche	160	270	31%	249	72	88
sub total	791	858				
CODELCO	433				126	307
Otros	61				18	43
Total (ton/año)	1.285				373	912

De análisis realizado es necesario regular el presente instrumento, asumiendo la operación de la Central Energía Minera, considerando que el proyecto cuenta con RCA aprobada. Por ende y como primer criterio, será la incorporación de Energía Minera y las compensaciones comprometidas con CODELCO Ventanas para el MP. De no ejecutarse el proyecto energético, deberán considerarse las emisiones base de CODELCO, estimados para el escenario sin CTEM.

La siguiente tabla compara las emisiones esperadas frente a este escenario con los escenarios planteados en la Norma de Emisión de Termoeléctricas para fuentes Nuevas y para fuentes existentes.

Tabla 11.13

Emisiones MP esperadas con las Metas de Reducción v/s los escenarios planteados en la Norma de Emisión de Termoeléctricas para fuentes Nuevas y para fuentes existentes

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Fuente / Actividad	Emisiones MP base 2011-2013	Escenario Emisiones MP c/Norma F.E	Escenario Emisiones MP c/Norma F.N	Δ emisiones (E actual- E Norma F.E)	Δ emisiones (E actual- E Norma F.N)	Emisión final MP ton/año con 29% escenario 1	Emisión final MP ton/año con 29% escenario 3
AES Unidad 1	154	198	79	-44	75	109	129
AES Unidad 2	298	373	149	-75	149	212	252
Nueva Ventanas	179	400	160	-221	19	127	127
Campiche	160	397	159	-237	1	114	103
Energía Minera	587					417	367
CODELCO	443					158	158
Otros	61					43	43
Totales aporte	1.872					1.180	1.180

Conclusión: Es evidente el aporte de CTEM en las emisiones globales. No obstante y para ambos casos (con y sin Energía Minera), se establecen las metas para lograr una condición de calidad del aire $1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ menor a la condición de latencia para MP. La diferencia con Energía Minera y sin el proyecto, radica en la distribución de las emisiones y metas en las fuentes existentes y en las emisiones base (con proyecto) comprometidas entre Energía Minera y Codelco División Ventanas.

En cualquiera de los escenarios planteados, se cumpliría la meta de reducción de emisiones propuestas para material particulado para las 4 unidades: Ventanas 1, Ventanas 2, Central Nueva Ventanas y Central Campiche. Las dos primeras como consecuencia del "Proyecto Complementario de compensación de emisiones de MP del proyecto Campiche" que contempla el recambio de los precipitadores electrostáticos, por filtros de manga de alta eficiencia para alcanzar emisiones de $20 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$. En lo que respecta a la Central Nueva Ventanas y Central Campiche, los antecedentes mensuales aportados por las empresas, demuestran alcanzar niveles de emisión muy por debajo de los $20 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$ establecido como límite para fuentes nuevas.

Frente a este escenario, las emisiones globales de las Centrales a carbón del grupo GENER (considerando como límite de emisión los $20 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$) serían del orden de 547 ton/año de MP mientras que en el escenario 1, se esperarían emisiones cercanas a las 562 ton/año de MP.

12.3.3. Proporcionalidad en la Reducción de Emisiones para Dióxido de Azufre

Al igual que en el caso del material particulado, las fuentes emisoras principales se distribuyen entre 7 unidades termoeléctricas y una fundición y se analiza la reducción de las metas en base a dos supuestos:

- a) Con la participación de Energía Minera
- b) Sin la participación de Energía Minera

Ante este escenario, se plantea la distribución de la meta en forma igualitaria para todas las fuentes existentes. Asegurando la proporcionalidad en la reducción de emisiones, se acuerda aplicar el porcentaje de reducción para lograr la meta para cada empresa bajo los supuestos señalados anteriormente.

Se aplica la reducción de 40% a las actividades responsables de la emisión, el cual se distribuye en base a las emisiones de cada empresa respecto del periodo 2011-2012 y 2013 para Campiche.

Tabla 11.14

Meta global de reducción de emisiones de SO₂ sin Energía Minera

% reducción de emisiones de SO ₂	Emisiones SO ₂ base 2011-2012 [Ton/Año]	Reducción de emisiones [Ton de SO ₂]	Emisiones Máximas SO ₂ [Ton/Año]
40%	27.128	10.851	16.267

Tabla 11.15

Meta global de reducción de emisiones de SO₂ con Energía Minera y su compensación con CODELCO Ventanas

% reducción de emisiones de MP	Emisiones SO ₂ base 2011-2012 [Ton/Año]	Reducción de emisiones [Ton de SO ₂]	Emisiones Máximas SO ₂ [Ton/Año]
40%	27.080	10.832	16.248

Escenario 1: En este caso, se aplica el % de reducción (40%) lograr la meta para cada Empresa, en base a las emisiones medias 2011-2012 y 2013 considerando Energía Minera y la compensación con CODELCO División Ventanas.

Tabla 11.16

Aplicación del 40% de reducción a cada fuente incluyendo Energía Minera

Fuente / Actividad	Emisiones actuales base 2011-2012 ton/año	SO ₂ Reducción Meta SO ₂ (Ton/Año)	Emisiones Finales SO ₂ (Ton/Año)
		Meta del 40%	
AES Unidad 1	4.317	1.727	2.590
AES Unidad 2	2.963	1.185	1.778
Nueva Ventanas	2.933	1.173	1.760
Campiche	3.061	1.224	1.837
Energía Minera	3.132	1.253	1.879
CODELCO	10.658	4.263	6.395
Totales aporte con CTEM	27.080	10.826	16.238

Escenario 2: En este caso, se aplica el 40% de reducción para lograr la meta para cada Empresa, en base a las emisiones medias 2011-2012 y 2013 sin considerar Energía Minera

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Tabla 11.17

Aplicación del 40% de reducción a cada fuente sin Energía Minera

Fuente / Actividad	Emisiones SO ₂ actuales base 2011-2012 ton/año	Reducción Meta (Ton/Año)	Emisiones Finales (Ton/Año)
Meta del 40%			
AES Unidad 1	4.317	1.727	2.590
AES Unidad 2	2.963	1.185	1.778
Nueva Ventanas	2.933	1.173	1.760
Campiche	3.061	1.224	1.837
CODELCO	13.845	5.538	8.307
Totales aporte sin CTEM	27.119	10.848	16.271

Escenario 3: En caso, se analiza la reducción total distribuyendo en el sector termoeléctrico, las metas en base a la capacidad de generación prevista por cada central que opera a carbón con una Meta global de reducción de emisiones de 40% considerando la operación de Energía Minera y la compensación con CODELCO División Ventanas.

Tabla 11.18

Aplicación del 40% de reducción de SO₂ a cada fuente en base a la capacidad de generación eléctrica considerando Energía Minera

Fuente / Actividad	Emisiones actuales ton/año	Aporte en energía MWh	Porcentaje de participación	Participación en emisiones	Meta de reducción final
Unidad 1	4.317	118	6%	1.015	406
Unidad 2	2.963	220	12%	1.892	757
Nueva Ventanas	2.933	250	13%	2.150	860
Campiche	3.061	270	14%	2.322	929
Energía Minera	3.132	1.050	55%	9.028	3611
sub total	16.406	1.908			-479 ^a

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

	MWh		
CODELCO	10.658	4263	6.395
Total (ton/año)	27.064	10826	

a) Dada la participación energética de la central y la relación con las emisiones declaradas en la RCA, no aplica el criterio de reducción de emisiones en base al aporte energético. Razón por la cual se asume la aplicación directa del 40% para CTEM.

Escenario 4: En caso, se analiza la reducción total distribuyendo en el sector termoeléctrico, las metas en base a la capacidad de generación prevista por cada central que opera a carbón con una Meta global de reducción de emisiones de 40% sin considerar la operación de Energía Minera.

Tabla 11.19

Aplicación del 40% de reducción de SO₂ a cada fuente en base a la capacidad de generación eléctrica sin Energía Minera

	Emisiones actuales ton/año	Aporte en energía MWh	Porcentaje de participación	Participación en emisiones	Meta de reducción	de Emisión final
AES GENER	7.280					
Unidad 1	4.317	118	14%	2.256	903	3.414
Unidad 2	2.963	220	26%	4.207	1.683	1.280
Nueva Ventanas	2.933	250	29%	4.780	1.912	1.021
Campiche	3.061	270	31%	5.163	2.065	996
sub total	13.274	858				
CODELCO	13.845				5.538	8.307
Total (ton/año)	27.119				12.100	15.019

De las tablas anteriores, se resumen 4 escenarios posibles:

- 1) Considerando la operación de la Central Térmica Energía Minera con la reducción proporcional para cada fuente y las compensaciones comprometidas con Codelco División Ventanas.
- 2) Considerando la operación de la Central Térmica Energía Minera pero aplicando la proporcionalidad de reducción de acuerdo al aporte de energía de cada central y las compensaciones comprometidas con Codelco División Ventanas.
- 3) Sin considerar la operación de la Central Térmica Energía Minera con la reducción proporcional para cada fuente y las emisiones de Codelco calculadas con base 2011-2013.
- 4) Sin considerar la operación de la Central Térmica Energía Minera pero aplicando la proporcionalidad de reducción de acuerdo al aporte de energía de cada central y las emisiones de Codelco calculadas con base 2011-2013.

De análisis realizado es necesario regular el presente instrumento, asumiendo la operación de la Central Energía Minera, considerando que el proyecto cuenta con RCA aprobada. Por ende y como primer criterio, será la incorporación de Energía Minera y las compensaciones comprometidas con CODELCO

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

Ventanas tanto para el MP como para SO₂. De no ejecutarse el proyecto energético, deberán considerarse las emisiones base de CODELCO, estimados para el escenario sin CTM.

Ahora bien, en términos de eficiencia energética desde la perspectiva emisiones v/s generación eléctrica, el proyecto Energía Minera, de acuerdo a lo comprometido por el titular, estaría por sobre las centrales térmicas a carbón restantes. Esto resulta que para el caso del SO₂, aplicar el principio de reducción considerando la participación porcentual en el aporte energético, no sea ni matemática ni técnicamente coherente conforme se esperarían emisiones de SO₂ prácticamente cero para esta Central.

Dicho lo anterior, se plantea como alternativa de evaluación, aplicar el escenario 1 para meta de reducción de emisiones en el caso del dióxido de azufre.

La siguiente tabla compara las emisiones esperadas frente a este escenario con los escenarios planteados en la Norma de Emisión de Termoeléctricas para fuentes Nuevas y para fuentes existentes.

Tabla 11.20

Emisiones SO₂ esperadas con las Metas de Reducción v/s los escenarios planteados en la Norma de Emisión de Termoeléctricas para fuentes Nuevas y para fuentes existentes

Fuente / Actividad	Emisiones SO ₂ base 2011-2013	Escenario Emisiones SO ₂ c/Norma F.E	Escenario Emisiones SO ₂ c/Norma F.N	Δ emisiones (E actual- E Norma F.E)	Δ emisiones (E actual- E Norma F.N)	Emisión final SO ₂ ton/año con 40% escenario 1
AES Unidad 1	4.317	1.580	790	2.737	3.527	2.590
AES Unidad 2	2.963	2.986	1.493	23	1.470	1.778
Nueva Ventanas	2.933	3.197	1.599	-264	1.334	1.760
Campiche	3.061	3.173	1.586	-112	1.475	1.837
Energía Minera	3.132					1.879
CODELCO	10.658					6.395
Totales aporte	27.064					16.239

a) Energía Minera de acuerdo a RCA, declara emisiones menores a las establecidas en la N.E.T para fuentes nuevas (18 mg/m³N por unidad) y por ello, la diferencia entre emisión sin norma y con norma resulta negativo

b) F.N: Fuentes Nuevas, F.E: Fuentes existentes según D.S 13/2011 MMA.

Considerando la operación del proyecto térmico Energía Minera y aplicando el 40% de reducción, se esperarían emisiones de 18.151 ton anuales de SO₂. De la tabla anterior, se corrobora que el escenario 3 (reducción según participación aporte en generación eléctrica), no puede aplicarse al Proyecto Energía Minera dado que la relación Generación eléctrica v/s emisión de SO₂ sería más "eficiente" que el resto de las centrales no pudiendo aplicarle medidas de reducción. Esto significaría vulnerar el principio igualitario señalado en los acápite anteriores.

Frente a este escenario, las emisiones globales de las Centrales a carbón del grupo GENER (considerando como límite de emisión los 200 mg/m³N) serían del orden de 5.467 ton/año de SO₂ mientras que en el escenario 1, se esperarían emisiones cercanas a las 7.965 ton/año de SO₂.

12.4. Conclusiones respecto de las metas de emisión:

A) Como conclusión del análisis anterior, la Fundición y Refinería CODELCO Las Ventanas, las Centrales Ventanas 1 y Ventanas 2, la Central Nueva Ventanas y la Central Campiche, deberán reducir sus emisiones anuales de azufre de acuerdo al siguiente cronograma:

Tabla 11.21

Cronograma de Reducción de Emisiones para SO₂

Fuente	Emisiones SO ₂		Año de cumplimiento
	a) 6.395 ton/año con la operación de CTEM	b) 8.307 ton/año sin la operación de CTEM	
Central Térmica Ventanas 1	Límite de emisión para fuentes nuevas : 200 mg/m ³ N		Diciembre 2014
Central Térmica Ventanas 2	Límite de emisión para fuentes nuevas : 200 mg/m ³ N		Diciembre 2014
Central Térmica Nueva Ventanas	Límite de emisión para fuentes nuevas : 200 mg/m ³ N		Diciembre 2014
Central Térmica Campiche	Límite de emisión para fuentes nuevas : 200 mg/m ³ N		Diciembre 2014
Central Térmica Energía Minera	98 mg/m ³ N según RCA N° 267/2009 base seca por cada unidad		Entrando en operación

B) La Fundición y Refinería CODELCO Las Ventanas, las Centrales Ventanas 1 y Ventanas 2, la Central Nueva Ventanas y la Central Campiche, deberán reducir sus emisiones anuales de azufre de acuerdo al siguiente cronograma:

Tabla 11.22

Cronograma de Reducción de Emisiones para MP

Fuente	Emisiones MP		Año de cumplimiento
	a) 158 ton/año con la operación de CTEM	b) 307 ton/año sin la operación de CTEM	
Central Térmica Ventanas 1	Límite de emisión para fuentes nuevas : 20 mg/m ³ N		Diciembre 2014
Central Térmica Ventanas 2	Límite de emisión para fuentes nuevas : 20 mg/m ³ N		Diciembre 2014
Central Térmica Nueva Ventanas	Límite de emisión para fuentes nuevas : 20 mg/m ³ N		Diciembre 2014
Central Térmica Campiche	Límite de emisión para fuentes nuevas : 20 mg/m ³ N		Diciembre 2014

Central Térmica Campiche	Límite de emisión para fuentes nuevas : 20 mg/m ³ N	Diciembre 2014
Central Térmica Energía Minera	18 mg/m ³ N según RCA N° 267/2009 base seca por cada unidad	Entrando en operación

C) Toda fuente que maneje almacene o transporte sustancias sólidas dispersables, deberá dar cumplimiento a lo señalado en el capítulo 14 del presente documento.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

13. ANÁLISIS DE LAS POTENCIALES FUENTES DE REDUCCIÓN DE EMISIONES:

13.1. GESTIONES REALIZADAS EN EL MARCO DE LA REFORMULACIÓN DEL PLAN

En el marco de la reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas, se han conformado mesas de trabajo entre el sector público liderado por la SEREMI del Medio Ambiente de Valparaíso y las empresas del sector industrial Ventanas, en especial, con aquellas identificadas como fuentes aportantes de emisiones de diversa magnitud.

El objetivo de estas mesas técnicas, consiste en identificar las potenciales fuentes de reducción de emisiones, las medidas y acciones llevadas a cabo por el sector a regular y las inversiones realizadas o proyectadas para la ejecución de obras y proyectos orientadas a la reducción y control de emisiones para el cumplimiento de las distintas normativas que se encuentran vigente o en etapa de elaboración.

13.1.1. Plan de Inversiones de Reducción de Emisiones Fundación CODELCO Ventanas

De acuerdo a la gráfica que representa la distribución de las emisiones, construida con datos de balance y mediciones, CODELCO realiza presentación con mejoras técnicas incorporadas en el transcurso del desarrollo de este estudio, además de mejoras proyectadas en fase de perfil.

N°	DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN KUS\$ (PERFIL)	2012	2013	2014	2015	Estado
1	Aumento capacidad Filtro Mangas de Secador y PEE de Horno Eléctrico	8.800					Proyecto en cierre 2012
2	Alimentación Mecanizada de carga fría a CPS	4.100					En ejecución 2012
3	Captación Gases Sangría M. Blanco de HE/CT y Escoria CT	8.000					Factibilidad en Desarrollo
4	Captación de Gases Secundarios en CT y CPS	30.000					Factibilidad en Desarrollo
5	Tratamiento Gases Chimenea Planta de Acido	11.000					Factibilidad en Desarrollo
6	Tratamiento de Gases Secundarios en CT y CPS y Sangrías CT y HE	50.000					Factibilidad en Desarrollo
7	Mejoramiento de Planta de Acido	25.000					Prefactibilidad Terminada
8	Tratamiento Humos Visibles RAF (Inc. H. Vertical Scrap)	32.000					Factibilidad en aprobación
TOTAL		168.900					
9	Abatimiento de As en gases Fundición	10.000					Prefactibilidad en Desarrollo
10	Mitigación Anraastre Material Particulado	7.600					Proyecto Cerrado 2012

Figura 13.1 Gráfica Plan de Inversiones de Reducción de Emisiones Fundación CODELCO Ventanas

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

13.1.1.2. Potenciales de Reducción de Emisiones Futuras

En relación a las potenciales fuentes de reducción de emisiones CODELCO División Ventanas, estos deben estar orientados en el control de las emisiones fugitivas producto de las sangrías de metal blanco de los Convertidores Teniente y Horno eléctrico y en la captura y tratamiento de gases fugitivos de las campanas de los Convertidores Teniente y CPS.

El control de estas emisiones, contribuirían a la disminución de las emisiones de Arsénico.

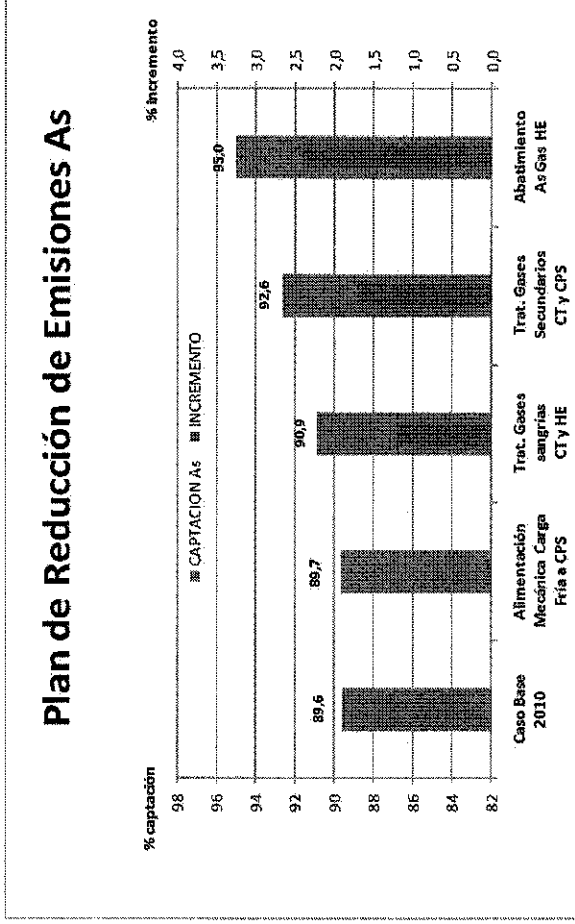
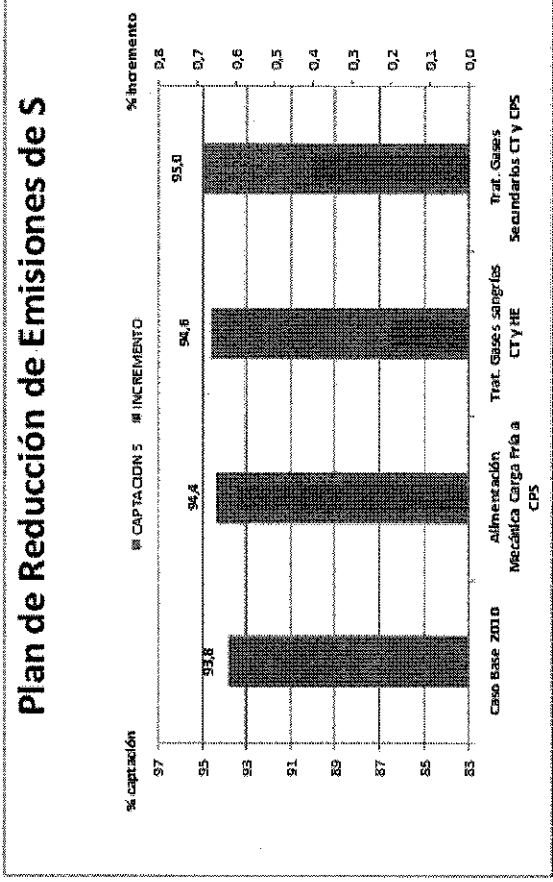


Figura 13.2 Potencial de Reducción de Emisiones Fundición y Refinería de Cobre CODELCO División Ventanas

El Plan de inversiones entregado por la fundición y que se encuentra a nivel de perfil, contempla tecnología existente en el mercado para permitir ajustarse a los requerimientos de los valores propuestos en el Anteproyecto de Norma de Fundición.

- a) Captación y Tratamiento Gases Sangría CT y HE

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

13.1.1.2. Potenciales de Reducción de Emisiones Futuras

En relación a las potenciales fuentes de reducción de emisiones CODELCO División Ventanas, estos deben estar orientados en el control de las emisiones fugitivas producto de las sangrías de metal blanco de los Convertidores Teniente y Horno eléctrico y en la captura y tratamiento de gases fugitivos de las campanas de los Convertidores Teniente y CPS.

El control de estas emisiones, contribuirían a la disminución de las emisiones de Arsénico.

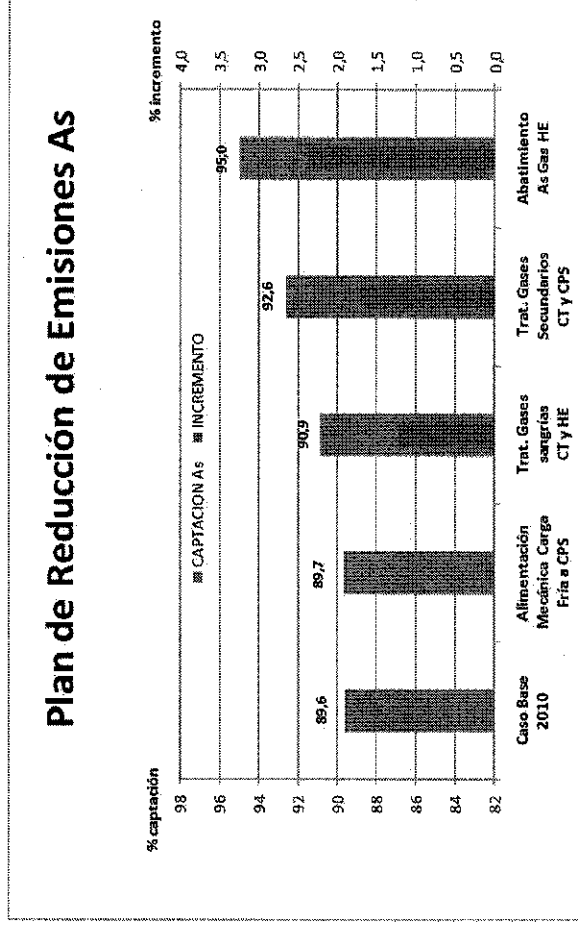
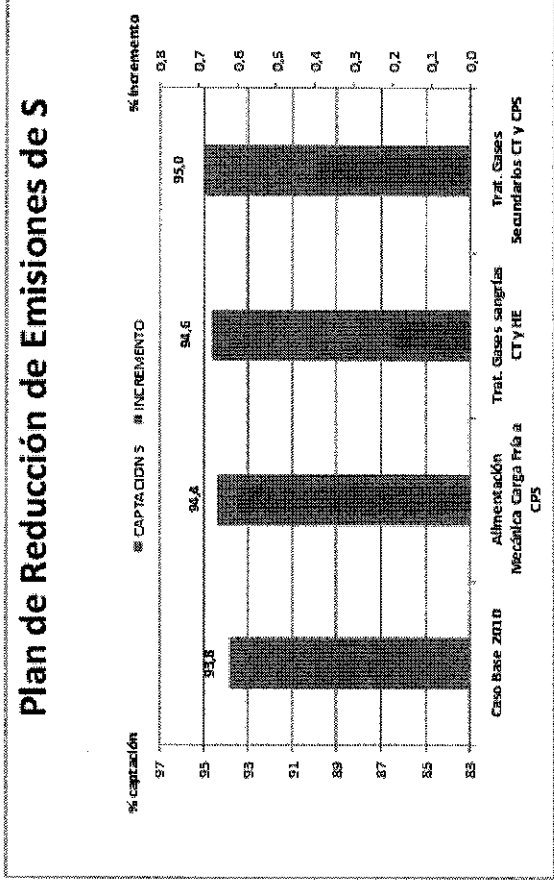


Figura 13.2 Potencial de Reducción de Emisiones Fundición y Refinería de Cobre CODELCO División Ventanas

El Plan de inversiones entregado por la fundición y que se encuentra a nivel de perfil, contempla tecnología existente en el mercado para permitir ajustarse a los requerimientos de los valores propuestos en el Anteproyecto de Norma de Fundición.

- a) Captación y Tratamiento Gases Sangría CT y HE

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

Objetivos: Captura y tratamiento de gases fugitivos emitidos en las sangrías de Metal Blanco y Escoria del CT y Metal Blanco del HE, disminuyendo la probabilidad de ocurrencia y magnitud de las salidas de emisión de S y As.

Alcance: Instalar sistema de captación y limpieza de gases de sangrías de Convertidor Teniente y Horno Eléctrico. Instalar sistema de tratamiento de gases para abatimiento de SO₂ de gases de sangrías CT-HE

Beneficio: Disminución en 0,2% la emisión de S.

Monto de Inversión: 28.000 KUS\$

b) Captación y Tratamiento de Gases Secundarios de CT y CPS

Objetivos: Captura, limpieza y tratamiento de gases fugitivos emitidos en las campanas del CT y los CPS.

Alcance: Instalar campanas secundarias en el CT y los CPS. Instalar sistema de conducción y limpieza de gases captados en campanas secundarias del CT y CPS. Instalar sistema de tratamiento de gases para abatimiento de SO₂ y As de gases de campanas secundarias.

Beneficios: Disminución en 0,4% emisión de S

Monto de Inversión: 60.000 KUS\$

c) Tratamiento de Gases de Cola de Planta de Acido

Objetivos: Disminuir la emisión de SO₂ por chimenea de Planta de Acido, manteniendo en forma permanente la emisión en valores bajo los 800 ppm.

Alcance Adquisición, montaje y puesta en servicio de un sistema de lavado de los gases con Peróxido de hidrógeno que consiste en los siguientes equipos,

- Torre de lavado de gases con H2O2
- VTI para el desplazamiento de los gases.
- Bombas de circulación de H2O2
- Bombas de circulación de ácido sulfúrico.
- Estanque de almacenamiento de H2O2
- Estanque de almacenamiento de ácido sulfúrico.
- Demister para atrapar gotas de líquidos arrastrados por los gases.

Beneficios: Disminución en 0,2% la emisión de S

Monto de Inversión actualizada: 11.000 KUS\$

Ejecución Finalizada: Diciembre 2014

13.2. MEDIDAS IMPLEMENTADAS PARA LA MITIGACIÓN DE EMISIONES GRUPO GENER

Las medidas implementadas por las centrales térmicas a carbón en operación, obedecen a compromisos de compensación y/o mitigación adquiridos y plasmados en las distintas Resoluciones de Calificación Ambiental. A continuación, se presentan para cada unidad, las medidas implementadas y proyectadas:

Tabla 13.2

Medidas Implementadas Centrales Térmicas a Carbón Operando al 2013, para la reducción de emisiones

Unidad Generadora	Medida para Particulado	Material	Medida para Dióxido de Azufre
Unidad V1	Filtro de Manga de Alta Eficiencia ⁸⁵	de Alta	No ⁸⁶
Unidad V2	Filtro de Manga de Alta Eficiencia ⁸⁷	de Alta	Desulfurizador SW-FGD ⁸⁸
Nueva Ventanas (V3)	Filtro de Mangas FMAE		Desulfurizador Cal-FGD
Campiche (U4)	Filtro de Mangas FMAE		Desulfurizador Cal-FGD

Para la recepción del carbón en cancha, se cuenta con un contrato de servicio con Puerto Ventanas S.A., empresa independiente, que consiste en la recepción del carbón desde el navío y transportes a través de cintas transportadoras cubiertas, hasta la torre de transferencia que se encuentra en instalaciones del puerto, acoplándose por medio de una correa transportadora hasta un apilador radial ubicada en instalaciones de AES GENER S.A., que descarga a cancha de carbón. El sistema de manejo de carbón cuenta con pantallas perimetrales y humectación de las pilas con supresor de polvo.

⁸⁵ Medida “Plan de compensación complementarios al proyecto Campiche”

⁸⁶ Proyectado CDS-FGD (desulfurizador del tipo seco circulante) al 2015 como cumplimiento de la N.E.T

⁸⁷ Medida “Plan de compensación complementarios al proyecto Campiche”

⁸⁸ Instalado el 2010 como medida de compensación Proyecto Central Nueva Ventanas.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
 “Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi”

14. MECANISMOS DE COMPENSACIÓN

Todo proyecto o instalación industrial y/o sus modificaciones que ingrese al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que generen una emisión diaria esperada de algún contaminante primario o precursor causante de la saturación o latencia de la zona, producido o generado por alguna(s) fuente(s) del proyecto o actividad, igual o superior al cinco por ciento (5%) de la emisión diaria total estimada de ese contaminante en la zona declarada latente o saturada, para ese tipo de fuente(s), deberán compensar el 110% de sus emisiones.

Las medidas de compensación de emisiones deberán reunir las características de ser efectivas, adicionales, cuantificables, medibles, trazables y permanentes. En este contexto, toda medida de compensación será efectiva si permite cuantificar la reducción de las emisiones. La medida será adicional cuando la rebaja de emisiones no se hubiera generado para efectos de compensación de emisiones las medidas comprometidas por otras obligaciones derivadas del cumplimiento de la normativa vigente, tampoco se entenderá que al cierre de una actividad o fuente emisora, sus emisiones se ceden para la compensación, sino que se restarán del total de la instalación o al total del sector.

La compensación de emisiones deberá ser aprobada por la autoridad competente y deberán asegurar la disminución con la fuente a compensar, en igual cantidad de emisiones para el mismo contaminante y de similares características.

Para dicho efecto, en la Declaración o Estudio de Impacto Ambiental, según corresponda, el titular deberá presentar una propuesta para el seguimiento y análisis de sus emisiones, contemplando los siguientes antecedentes:

1. Una estimación de sus emisiones por año, señalando el año y etapa (construcción u operación) en que se prevé se superará el umbral a que se refiere el inciso precedente. En este acápite, deberá considerar todas las fuentes asociadas a la actividad o proyecto.
2. La estimación de emisiones señaladas en el artículo preliminar, deberá ser confiable para lo cual deberá acompañar todos los antecedentes y cálculos necesarios que den cuenta de dicha estimación.
3. Un programa de seguimiento y verificación, de modo de constatar cuándo efectivamente se llegue al umbral que da lugar a la compensación de emisiones; y que, las emisiones previstas sean las reales; Dicho programa de verificación, tiene por objeto asegurar que las emisiones previstas del proyecto o actividad son aquellas que efectivamente ocurren en el futuro y que la reducción de emisiones existentes, permite compensar las nuevas emisiones, efectivamente se producen.
4. La descripción de la metodología basada en el cálculo o de la metodología basada en la medición que va a emplearse.
5. La forma efectiva en que se compensarán las emisiones, esto es, que se reducirán emisiones existentes en, al menos 1,1 veces la cantidad de emisión anual prevista o verificada.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

6. Si al momento de la operación las emisiones llegaran a ser menores a las emisiones ~~firmadas~~ firmadas estimadas, esta diferencia no será considerado como un remanente a favor sino, las emisiones reales del proyecto. Ante lo cual, se deberá presentar un nuevo mecanismo de compensación el que será aprobado por la autoridad competente.

7. Las condiciones mencionadas en relación con la compensación de emisiones no sustituirán las exigencias impuestas en otras normativas vigentes en la zona de estudio.

Las fuentes emisoras que reduzcan las emisiones para dar cumplimiento a lo establecido en el presente instrumento, solo podrán compensar o ceder emisiones si acreditan reducciones adicionales a lo requerido producto del cumplimiento de las normas respectivas y las adicionales establecidas en el presente Plan.

En caso que la reducción de emisiones realizadas por las fuentes emisoras hayan sido realizadas para dar cumplimiento a compromisos establecidos en Resoluciones de Calificación Ambiental aprobadas y procesos relacionados con el S.E.I.A previo a la publicación de alguna norma de emisión y al presente instrumento , estos no serán considerados como reducciones realizadas para el cumplimiento del presente Plan.

14.1. REGULACIÓN DE LOS MECANISMOS DE COMPENSACIÓN PROPUESTOS PARA EL PLAN

- **Art. N° 41.-** Toda fuente nueva o modificación de fuente existente, que genere emisiones de MP y SO₂, deberán compensar sus emisiones a fin de lograr un beneficio neto a la calidad del aire en el área de impacto.
- Las medidas de compensación se harán exigibles ya sea por aumento en los límites de emisión de fuentes existentes y/o modificaciones , por aumento en las emisiones globales de la tabla 7.3 del presente capítulo o por afectación en la calidad del aire, contribuyendo a mantener o aumentar los niveles de latencia para los parámetros regulados o según lo señalado en el artículo siguiente:
 - Las fuentes sujetas a compensar sus emisiones son:
 - a) Fuentes nuevas que aumenten las emisiones de MP₁₀ calculadas como base en el año 2011-2013 y superan los límites de emisión establecidos en la tabla 5.3.
 - b) Fuentes nuevas que aumenten las emisiones de SO₂ calculadas como base en el año 2011-2013 y superan los límites de emisión establecidos en la tabla 5.3.
 - c) Fuentes nuevas, existentes o modificaciones cuyo aumento en las emisiones de MP₁₀, SO₂ puedan causar, o contribuir a exceder significativamente cualquiera de dichos parámetros incluido el MP_{2,5}, en cualquiera de las estaciones de calidad del aire existente de la zona que aplica el Plan,
 - d) Fuentes nuevas, existentes o modificaciones cuyo aumento en las emisiones de MP₁₀, SO₂ puedan causar en aquellas estaciones que registren latencia o saturación de MP₁₀, SO₂,

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

un aumento adicional y agraven el estado de saturación, latencia u ocasionen la latencia tanto para MP₁₀, SO₂ como para MP_{2,5}.

- e) Modificaciones de fuentes existentes que impliquen aumento en las emisiones de MP, SO₂, MP_{2,5} y sus precursores, utilizando como base las emisiones 2011-2013 y superan los límites de emisión establecidos en la tabla 5.3.
- f) Fuentes nuevas, existentes o modificaciones cuyo aumento en las emisiones de MP_{2,5} primario o secundario o sus precursores, puedan causar, o contribuir a exceder significativamente dicho parámetro en cualquiera de las estaciones de calidad del aire existente de la zona que aplica el Plan. O en el caso de que en aquellas estaciones que registren latencia o saturación de MP_{2,5}, dicho aumento pueda agravar el estado de saturación o contribuir a mantener la latencia.
- La compensación de emisión requerida, será aquella necesaria para compensar el aumento en emisiones permisibles desde las fuentes nuevas, modificación o fuente significativas definidas en la letra c) y dicha compensación, deberá ser superior o igual al 110% para SO₂ y al 110% para MP según corresponda.
- Para fuentes nuevas, la base para determinar el crédito por compensación de emisiones, serán las limitaciones del presente plan establecidos en la tabla 7.4 (límites de emisión).
- Para fuentes existentes, la base para determinar el crédito por compensación de emisiones serán las limitaciones del presente plan establecidos en la tabla 5.3 y las emisiones de la misma fuente a modificar, cuya base relativa a dicha fuente, deberán ser las emisiones actualizadas al momento de la modificación, determinadas respecto a sus condiciones operacionales y mediciones aprobadas por la Superintendencia del Medio Ambiente u otro Servicio que éste disponga.
- Para ser consideradas como compensaciones de emisión, las reducciones de emisiones deben cumplir con las siguientes condiciones:
 - a) Las reducciones de emisiones deben ser del mismo contaminante o naturaleza química. En el caso específico del Material particulado, se podrá compensar cuando se demuestre a la SEREMI de Salud que las emisiones a compensar, se originan a través de procesos industriales o actividades emisoras análogas, con características similares en cuanto a granulometría, composición físico-química del material particulado y toxicidad y por lo tanto, las reducciones de emisiones tienen aproximadamente, el mismo significado cualitativo para la salud de la población, que las emisiones que se han aumentado.
 - b) Las reducciones de emisiones pueden realizarse con la misma fuente u de otras fuentes existentes siempre que estas se encuentren en la misma área de aplicación del Plan a fin que tengan un impacto significativo sobre el área impactada.
 - c) Las reducciones de emisiones deben estar basadas en emisiones actualizadas medidas en chimenea o estimadas por balance de masa, ambos validados por la Superintendencia del Medio Ambiente, y ser efectivas, técnicamente comprobables, permanentes, medibles y trazables.
 - d) Las compensaciones de emisiones deben ser tales, que aseguren y demuestren un beneficio neto en la calidad del aire. Se alcanza un beneficio neto en la calidad del aire cuando el impacto sobre la calidad del aire no excede de los niveles significativos que se

definen en el D.S N° 59/98, D.S 113/02 ni el D.S 13/11 para sus normas anuales y 1028 diarias.

- No serán reconocidas para efectos de compensación de emisiones las medidas comprometidas en Resoluciones de Calificación Ambiental u otras obligaciones derivadas del cumplimiento de la normativa vigente previas a la entrada en vigencia del Plan. Tampoco se entenderá que al cierre de una actividad o fuente emisora, sus emisiones se ceden para la compensación, sino que se restarán del total de la instalación o al total del sector.
- Para fuentes nuevas o modificación de fuentes existentes, las compensaciones se calcularán a base de toneladas por año, al igual que las emisiones base para las fuentes existentes que provean la compensación. Estas, se calcularán utilizando las horas actuales de operación anual para uno o dos años anteriores (o para cualquier otro período apropiado, justificando según condiciones cíclicas de operación).
- Los proyectos que ingresen al S.E.I.A y que deban compensar emisiones por cualquiera de las causas señaladas en el art. N° 43, deberán presentar un Plan de compensación que incluya:
 - a) La descripción de la fuente emisora nueva y la fuente con que se compensará
 - b) La estimación de las emisiones a compensar, la metodología de estimación de emisiones y un anexo con la memoria de cálculo.
 - c) Listado de las fuentes con las cuales se produce la compensación,
 - d) La forma de seguimiento al cumplimiento de la medida y los plazos considerados para ello.
 - e) La naturaleza de dichas fuentes y la forma en que se produce la compensación,
 - f) además de establecer la forma como se verificará dicho cumplimiento y el responsable de ejecutar dicha verificación por parte del titular del proyecto.
- Los precursores de MP_{2,5} deberán compensarse mediante reducciones en los precursores de MP_{2,5} (NOx, COVs, SO₂, HC) o con MP_{2,5}.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

15. MEDIDAS COMPLEMENTARIAS 1: CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS PROVENIENTES DE LA MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE SUSTANCIAS SÓLIDAS.

Un plan de prevención de la contaminación atmosférica debe ser entendido como un instrumento que a partir de un diagnóstico de la calidad del aire, propone una estrategia integrada de cómo alcanzar niveles aceptables que no den lugar a riesgos o efectos negativos significativos en la salud humana y el medio ambiente, por la vía de implementar medidas específicas tendientes a reducir emisiones por la mayor implicación de los sectores y de las políticas que pueden influir en la contaminación del aire. Durante la elaboración de este instrumento, no fue posible determinar un nivel de exposición a las partículas que no presente peligro para el ser humano. Sin embargo, una reducción significativa de esas sustancias tendrá indudablemente, efectos benéficos para la salud pública y para los ecosistemas.

15.1. OBJETIVOS

Reducir las emisiones de material particulado y de metales pesados que son susceptibles de desplazarse en la atmósfera a corta o gran distancia, y que pueden tener efectos perjudiciales para la salud humana, el medio ambiente y la propiedad. Orientado a materiales no reactivos y susceptibles de ser humedecidos.

15.2. AMBITO DE APLICACIÓN

Todas aquellas instalaciones que estén relacionadas con actividades de almacenamiento, transporte y manipulación sólidos, independientemente del sector o industrial de que se trate, conforme el problema de las emisiones generadas estas actividades, es transversal. El control de las emisiones, se refiere principalmente al polvo o sólido dispersable.

Lo anterior, sin perjuicio de la normativa aplicable de acuerdo al tipo de sustancia que se esté tratando.

15.3. ANTECEDENTES Y FUENTES DE INFORMACIÓN

El presente capítulo, constituye un resumen de la información obtenida de varias fuentes, con inclusión, en particular, de los conocimientos y antecedentes recabados y aportados a través de diversas reuniones y visitas técnicas realizadas a las instalaciones de Puerto Ventanas, Planta de Molienda Melón y Almacenamiento de Clinker y Comercial Catamutun. Todo ello, a fin de determinar buenas prácticas ambientales e identificar la mejor tecnología disponible para realizar operaciones relacionadas con el manejo, transporte y almacenamiento de graneles sólidos.

Cabe señalar que en el marco del Acuerdo de Producción Limpia firmado por 9 empresas del sector industrial de Quintero Puchuncaví, la acción 1.8.3 de dicho acuerdo, está orientada a fijar un estándar

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

para el manejo, transporte y almacenamiento para la empresa Melón. Al respecto, la empresa asociada a APROCEM (Asociación de Empresas Productoras de Cemento) entrega estudio encomendado a la consultora ASTA Marine "Best Practices in Clinker unloading in Port", realizado el año 2010. Todas las recomendaciones de dicho estudio, están orientada a la minimización de externalidades negativas a causa de las operaciones señaladas anteriormente.

15.3.1. Otras fuentes de información:

- 1) *"Estudio de Medidas Atenuantes y correctoras de las emisiones a la atmósfera provocadas por actividades portuarias", Ministerio de Fomento, España.*
- 2) *"Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles respecto a las emisiones generadas por el almacenamiento" European Commission, Institute for Prospective Technological Studies, European IPPC Bureau*

15.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y CLASIFICACIÓN DE SEGÚN LA CAPACIDAD DISPERSIÓN O PULVURULENCIA.

El manejo de materiales sólidos, siempre conlleva la probabilidad que las actividades relacionadas, provoquen emisiones. La tendencia de las partículas para pasar al ambiente (o generar emisiones), está directamente relacionada entre otros aspectos, con las características físicas del material.⁸⁹ Lo anterior, da cuenta de la importancia una identificación del potencial para provocar emisiones y la capacidad de reacción con otros materiales como el agua.

A la hora de medir la probabilidad de producir emisiones de partículas, existen dos características principales a vigilar en todo granel sólido: La granulometría (distribución granulométrica) y la densidad del material acopiado.

Por otra parte, la capacidad de reacción con otros materiales se debe caracterizar debido a las pérdidas generadas al aplicar una medida atenuante a un material con el que reaccione y genere una situación de riesgo químico o deteriore el producto provocando pérdidas.

A fin de establecer un criterio de clasificación de sustancias sólidas de acuerdo a la capacidad que desplazarse desde su fuente, ya sea por efectos de la manipulación y/o de factores ambientales, se sugieren tres tipos de clasificaciones, basados en la distribución de tamaño de partículas⁹⁰ y la densidad del material para sistemas de acopio:

- D1: gran dispersibilidad, no humectable
- D2: gran dispersibilidad, humectable
- D3: dispersibilidad media, no humectable
- D4: dispersibilidad media, humectable
- D5: no dispersable o ligeramente dispersable

⁸⁹ INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE (INRS).

⁹⁰ [HTTP://WWW.EPA.GOV/TTN/CHIEF/AP42/APPENDIX/APPB-1.PDF](http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/appendix/appb-1.pdf)

1.1020

A continuación se muestra un cuadro resumen para distintos materiales, su capacidad de dispersión y de humectación:

Tabla 15.1

Tabla de Clasificación de Sólidos según su grado de Dispersión

Producto	Densidad en Acopio (ton/m ³)	Clase de dispersión
Bauxita	1,2-1,36	D5
Carbón polvo	0,59	D2
Carbón granel	0,8-1	D4
Carbón bituminoso	0,67-0,88	D4
Carbón pulverizado	0,48	D2
Carbón coque	0,45	D4
Coque de petróleo		D4
Cemento	1,2-1,7	D1
Cemento Clinker	1,8	D1
Ceniza de caldera	1,2	D2
Ceniza de coque	1,2	D2
Cal apagada	1,2	D4
Cebada	0,5-0,7	D3
Ceniza volante	0,45-1	D2
Ceniza carbón bituminoso	0,64	D2
Cereales	0,6-0,75	D3
Clinker	1,5	D3
Clinker de cemento polvo	1,28-1,52	D1
Concentrado de cobre	2,5	D2
Concentrado de plomo	2,7-3,4	D2
Escoria de fundición	2,75	D4
Maíz en grano	0,75	D3
Mineral de Fe 40%	3,2	D3
Mineral de Fe 60%	4,82	D3

para el manejo, transporte y almacenamiento para la empresa Melón. Al respecto, la empresa asociada a APROCEM (Asociación de Empresas Productoras de Cemento) entrega estudio encomendado a la consultora ASTA Marine "Best Practices in Clinker unloading in Port", realizado el año 2010. Todas las recomendaciones de dicho estudio, están orientada a la minimización de externalidades negativas a causa de las operaciones señaladas anteriormente.

15.3.1. Otras fuentes de información:

- 1) *"Estudio de Medidas Atenuantes y correctoras de las emisiones a la atmósfera provocadas por actividades portuarias", Ministerio de Fomento, España.*
- 2) *"Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles respecto a las emisiones generadas por el almacenamiento" European Commission, Institute for Prospective Technological Studies, European IPPC Bureau*

15.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y CLASIFICACIÓN DE SEGÚN LA CAPACIDAD DISPERSIÓN O PULVULENCIA.

El manejo de materiales sólidos, siempre conlleva la probabilidad que las actividades relacionadas, provoquen emisiones. La tendencia de las partículas para pasar al ambiente (o generar emisiones), está directamente relacionada entre otros aspectos, con las características físicas del material.⁸⁹ Lo anterior, da cuenta de la importancia una identificación del potencial para provocar emisiones y la capacidad de reacción con otros materiales como el agua.

A la hora de medir la probabilidad de producir emisiones de partículas, existen dos características principales a vigilar en todo granel sólido: La granulometría (distribución granulométrica) y la densidad del material acopiado.

Por otra parte, la capacidad de reacción con otros materiales se debe caracterizar debido a las pérdidas generadas al aplicar una medida atenuante a un material con el que reaccione y genere una situación de riesgo químico o deteriore el producto provocando pérdidas.

A fin de establecer un criterio de clasificación de sustancias sólidas de acuerdo a la capacidad que desplazarse desde su fuente, ya sea por efectos de la manipulación y/o de factores ambientales, se sugieren tres tipos de clasificaciones, basados en la distribución de tamaño de partículas⁹⁰ y la densidad del material para sistemas de acopio:

- D1: gran dispersibilidad, no humectable
- D2: gran dispersibilidad, humectable
- D3: dispersibilidad media, no humectable
- D4: dispersibilidad media, humectable
- D5: no dispersable o ligeramente dispersabl

⁸⁹ INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE (INRS).

⁹⁰ [HTTP://WWW.BPA.GOV/TTN/CHIBE/AP-42/APPENDIX/APPB-1.PDF](http://www.bpa.gov/TTN/CHIBE/AP-42/APPENDIX/APPB-1.PDF)

A continuación se muestra un cuadro resumen para distintos materiales, su capacidad de dispersión y de humectación:

Tabla 15.1

Tabla de Clasificación de Sólidos según su grado de Dispersión

Producto	Densidad en Acopio (ton/m3)	Clase de dispersión
Bauxita	1,2-1,36	D5
Carbón polvo	0,59	D2
Carbón granel	0,8-1	D4
Carbón bituminoso	0,67-0,88	D4
Carbón pulverizado	0,48	D2
Carbón coque	0,45	D4
Coque de petróleo		D4
Cemento	1,2-1,7	D1
Cemento Clinker	1,8	D1
Ceniza de caldera	1,2	D2
Ceniza de coque	1,2	D2
Cal apagada	1,2	D4
Cebada	0,5-0,7	D3
Ceniza volante	0,45-1	D2
Ceniza carbón bituminoso	0,64	D2
Cereales	0,6-0,75	D3
Clinker	1,5	D3
Clinker de cemento polvo	1,28-1,52	D1
Concentrado de cobre	2,5	D2
Concentrado de plomo	2,7-3,4	D2
Escoria de fundición	2,75	D4
Maíz en grano	0,75	D3
Mineral de Fe 40%	3,2	D3
Mineral de Fe 60%	4,82	D3

15.4.1. Alcance: Actividades Susceptibles de Provocar Emisiones

- Transferencia de sólidos:
 - carga y descarga desde y hacia buques
 - carga y descarga hacia y desde camiones,
 - operaciones con grúas,
 - Operaciones con cintas transportadoras,
 - Operaciones con cargadores frontales,
 - Volteo de tolvas

- Almacenamiento en canchas abiertas y sus operaciones (apilado con grúa, erosión eólica)

- Almacenamiento en bodegas y sus operaciones (apilado con grúa, erosión eólica, escapes de polvos por ductos y/o ventanas, etc.)

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

La MTD en el caso de los silos consiste en emplear un diseño adecuado para proporcionarles estabilidad y evitar que puedan derrumbarse.

La MTD en el caso de los hangares consiste en emplear unos sistemas de ventilación y filtrado con un diseño adecuado, y mantener las puertas cerradas.

La MTD consiste en aplicar técnicas de reducción del polvo y un nivel de emisiones asociado a esta MTD de 1-10 mg/m³, en función de la naturaleza o tipo de sustancia almacenada. El tipo de técnica de reducción se decidirá caso por caso. En el caso de los silos que contengan sólidos orgánicos, la MTD consiste en utilizar silos resistentes a las explosiones, equipados con válvulas de seguridad que se cierran rápidamente tras la explosión para evitar que entre oxígeno en el silo.

15.4.2.7. Manejo y Acciones Sobre las Pilas

Se clasificará dentro de este punto a la descarga y acopio de material con el objetivo de formar una pila, ya sea por caída libre, o mediante el empleo de algún tipo de canalización e independientemente de cuál sea la fuente de la descarga, es decir, sin tener en cuenta si proviene de una cinta, un camión, una grúa, etc.

Las pilas estacionarias o con manejo, empleando, sobre todo, excavadoras, palas cargadoras u otro tipo de herramienta, aun empleando una buena técnica, generará una cantidad importante de polvo dependiendo de la velocidad del viento. Por lo tanto conviene que sean estudiadas las diferentes medidas atenuantes aplicables a esta actividad. Debido a la gran importancia que tiene, se desarrollará un análisis de la efectividad de la aplicación de una medida correctora a una pila estacionaria.

15.4.2.8. Tránsito De Vehículos por Caminos Sucios.

Esta actividad genera polvo como consecuencia de la sobrelevación del polvo acumulado en la superficie por la que transitan los vehículos. Todas estas operaciones se agrupan por su característica principal y por el tipo de maquinaria que se puede utilizar en tres grupos:

1. Labores de Carga y Descarga.
2. Operaciones de Transporte.
3. Almacenamiento a cielo abierto.

15.4.3. Enfoque de Medidas y Técnicas para la Reducción de Emisiones

Se analizan a continuación, los diferentes enfoques para analizar las medidas de reducción de emisiones, las cuales dependen de la propiedad del producto. Cabe destacar que dependiendo del tipo de almacenamiento, puede darse que los métodos secundarios constituyan métodos primarios y viceversa. Por ejemplo, una cortina de agua limita la distribución de las emisiones de polvo y constituye, al mismo tiempo, un método de aglomeración del polvo.

Los enfoques para el análisis de las medidas para el control de emisiones se dividen en:

- a) **Medidas primarias**, aquellos orientados a limitar la emisión desde el almacenamiento
 - a. **Métodos primarios Operacionales:** Relacionado con las buenas prácticas. Actuación por parte de los operadores.
 - b. **Métodos primarios Estructurales:** Relacionado con la construcción que evitan la formación de polvo. Utiliza Mejores Tecnologías Disponibles (MTD).
 - c. **Métodos primarios Adicionales:** Técnicas que evitan la formación de polvo.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

b) **Métodos secundarios:** y en aquellos orientados a limitar la distribución del polvo suspendido.

Tabla 15.2

MEDIDAS O TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE EMISIONES

EMISIONES	ENFOQUE	MEDIDAS O TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE
		<ul style="list-style-type: none"> • Planificación • Mantenimiento preventiva (técnicas de prevención/reducción) • Seguimientos • Reducción de superficies expuestas a erosiones eólicas • Reducción altura de caída cuando se descarga material • Cierre de tolvas y cucharas tras haber recogido material • Consideraciones climáticas. Regular o detener operaciones de manejo de material tras vientos adversos. • Dejar la cuchara en las tolvas el tiempo suficiente después de la descarga • Funcionamiento de cintas transportadoras a velocidades adecuadas • Tapar con carpetas camiones tras salida con carga • Reducir distancias de transporte • Ajustar velocidad de vehículos • Reducir superficies expuestas a vientos • Lavado de ruedas de camiones entrada y salida de operaciones. • Regular altura de pilas de acopio • Mallas perimetrales o cubiertas vegetales de mayor altura que pilas (diseño de pila) • Elegir la posición correcta durante la descarga a un camión • Extractores de Polvo en bodegas • Uso permanente de sistemas de supresión y colección de polvo en puntos de traspaso y chancadores o molienda de graneles (minerales u otros) durante la operación, tales como campanas de polvo, filtros tipo húmedo o seco con ventiladores de extracción y/o aspersores húmedos.
Operacionales		<ul style="list-style-type: none"> • Sólidos dispersables categoría D1 y D2, utilizar bodegas cerradas. El recinto deberá contar con presión negativa y sistemas de captación para los polvos capturados por el sistema de ventilación. Las correas transportadoras de ingreso o salida de material deberán estar cubiertas permanentemente.
Primarios	Estructurales	<ul style="list-style-type: none"> • Para sólidos dispersables, utilizar cintas transportadoras cerradas (ejemplo: tubulares, helicoidales, etc.) • Implementación de silos y tolvas • Otros sólidos, hangares • Correas transportadoras sin poleas de apoyo

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

1084

		<ul style="list-style-type: none"> • Cubiertas autoinstalables • Encapsulamiento de puntos de traspaso de material entre correas, de correas a chutes de descarga y otras transferencias de material.
Secundarios	Adicionales	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de Extractores • Humidificación de almacenamiento abierto • Utilizar barreras contra la dispersión del polvo en los pozos de descarga y en las tolvas • Se deberán estabilizar estos caminos con elementos como la bishofita u otros existentes en el mercado • Aspersión/cortinas de agua • Implementación de pantallas perimetrales y cubiertas vegetales que aislen la instalación • Limpieza y aspirado de caminos interiores • Limpieza cintas transportadoras • Pantallas para cintas transportadoras

15.4.4. Medidas Específicas según la operación (MCE)

15.4.4.1. Medidas Control de Emisiones (MCE) Almacenamiento Confinado

Cuando se trata almacenamiento en silos o bodegas, debe prestarse especial interés en los métodos constructivos:

- El diseño debe estar orientado en minimizar las emisiones de polvo hacia el exterior y minimizar la suspensión de polvo al interior de la bodega.
- Sean hangares o bodegas cerradas, deben disponer de sistema de filtros de polvo que permita filtrar el aire desplazado durante las operaciones e manejo (carga o descarga). En otras palabras, emplear sistemas de ventilación y filtrado con un diseño adecuado, y mantener las puertas cerradas.
- Si se trata de un hangar, el filtro puede operar solo en los procesos de carga y/o descarga. (ahorro energía).
- El diseño y tipo de bodega, debe ser en función de la naturaleza o tipo de sustancia almacenada y del tipo de operación que se realice al interior.

1008

Tabla 15.3
Ejemplos constructivos para el almacenamiento de Sólidos Dispersables

Tipo de Bodega	Característica	Aplicación	Referencia de aplicación	Costo
Bodega	Los silos de gran volumen tienen el fondo plano y un equipo de descarga en el centro en el que el contenido se dispone formando capas horizontales. En el interior del silo también hay un espaciador, una tubería telescópica y un sistema de transporte helicoidal. El sistema de transporte helicoidal (tornillo sin fin) consta de un distribuidor y una barrera contra el polvo.	Protección producto de factores externos, evita pérdida de producto. También se emplean habitualmente para materiales sólidos en forma de polvo o que contengan una proporción suficiente de polvo que pueda provocar un impacto ambiental significativo. Ejemplo: yeso procedente de la desulfuración de gases de combustión, las cenizas volantes, el fertilizante o el carbón pulverizado. El empleo de silos es apropiado para casos en los que sólo se dispone de pequeñas áreas de almacenamiento, de una capacidad de almacenamiento limitada o cuando las exigencias de reducción de las emisiones sean relativamente estrictas.	b) Chemnitz y Lippendorf (VEAG; yeso procedente de la desulfuración de gases de combustión). c) Puerto Ventanas, Bodega de Concentrados Anglo.	Los costos varían en función de la planta. Aparte de factores habituales como la inversión y el mantenimiento, deben tomarse en consideración también las pérdidas de calidad y de cantidad de los materiales almacenados.
Silos de gran volumen	Los hangares y tejados que protegen las pilas pueden reducir las emisiones atmosféricas pero sólo puede escapar por las aberturas del hangar. Éstas son puertas para máquinas de carga móviles, además de aberturas del sistema de ventilación. Las emisiones de polvo procedentes de las aberturas de los hangares son relativamente escasas bajo sistemas de ventilación diseñados correctamente. El aire con polvo se extrae a través de equipos de filtración. Los hangares pueden alcanzar tamaños de entre 70 y 90 m de diámetro con capacidades de hasta 100 000 m ³ convencionales.	Para la homogeneización y almacenamiento de productos sensibles a la humedad o muy pulverulentos. También la escoria y los combustibles sólidos.	c) Plantas de Cemento, Italia.	Los costos varían en función de la planta. Aparte de factores habituales como la inversión y el mantenimiento, deben tomarse en consideración también las pérdidas de calidad y de cantidad de los materiales almacenados.
Domos	Se han desarrollado técnicas especiales para la	Las bóvedas se utilizan de forma más o menos	Almacenamiento de Clincker, Puerto Ventanas.	

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

1090

Cubiertas auto instalables	<p>construcción de domos; en la mayoría de casos se utiliza un molde con una estructura redonda hinchable especial sobre el cual se pulveriza hormigón. De este modo pueden construirse en un plazo de tiempo breve y cuentan con una capacidad razonable (por ejemplo 4000 toneladas). La ventaja de esta técnica radica en la ausencia de pilares y en la capacidad de climatización.</p> <p>Con esta técnica, el producto se apila desde arriba por debajo de una cubierta cerrada (lona impermeable); la pila se forma por debajo de esta cubierta. Para evitar que la lona se infle se crea una subpresión continua por debajo de ella por medio de ventiladores. Fines; la lona debe extraerse cuando se inicia el desmantelamiento de una pila. No puede volverse a colocar, lo que implica que la operación debe durar poco tiempo para evitar que la climatología dañe el producto.</p>	<p>generalizada para distintos tipos de productos como, por ejemplo, carbón y fertilizante</p>	E.E.U.U en almacenamiento de cereales.	El mantenimiento de la subpresión requiere utilizar energía.
----------------------------	--	--	--	--

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

15.4.4.2. MCE Almacenamiento al Aire Libre

1037

Cuando se trata de cantidades de almacenamiento muy grandes de materiales y estos son nada o poco dispersables y nada o poco humectables, el almacenamiento al aire libre podría ser la única posibilidad. No obstante se debe tener presente que es una fuente de emisiones difusas ya sea por la erosión eólica y/o por su manipulación.

Este sistema de almacenamiento, es adecuado para almacenamiento de materiales que no se verán afectados por las condiciones atmosféricas.

Al respecto, se deben considerar los siguientes enfoques primarios y secundarios que permiten el control de emisiones:

A) Enfoque Primario Operacional:

- Realizar inspecciones visuales periódicas o continuas para ver si hay emisiones de polvo y comprobar que las medidas preventivas funcionan correctamente.
- Seguir las predicciones meteorológicas mediante, por ejemplo, instrumentos meteorológicos propios puede ayudar a saber cuándo es necesario humedecer las pilas, lo cual permite ahorrar recursos al no tener que humedecerlas innecesariamente.

B) Enfoque Primario Estructural

- colocar el eje longitudinal de la pila en dirección paralela a los vientos dominantes;
- colocar plantaciones, vallas o montículos para disminuir la velocidad del viento;
- Instalar sistemas de aspersión para humectar la superficie de la pilas.
- Para pilas cónicas, el ángulo de pendiente óptimo es $\beta = 55^\circ$
- Pilas forma de cono truncado, proporción óptima del radio de la parte plana superior respecto a la longitud del cono truncado es de 0,55
- Utilizar una pila en lugar de varias siempre que sea posible. Para una misma cantidad, dos pilas tienen un 26 % más de superficie libre que una.
- utilizar muros de contención para reducir la superficie libre y, en consecuencia, las emisiones difusas de polvo. Esta reducción es óptima cuando el muro se instala a barlovento y en caso que el acopio colinde con instalaciones ajenas.
- La altura de las pilas deben ser al menos, dos metros más baja que los sistemas corta vientos y sistemas de protección contra viento.
- Se deben ubicar pérticas o barras marcadoras verticales que indiquen la altura referencial de la Pila.

C) Enfoque Secundario

- Para almacenamientos a largo plazo, humedecer la superficie utilizando aglomerantes duraderos y cubrir la superficie, por ejemplo con lonas.
- solidificar la superficie.
- Para almacenamientos a corto y mediano plazo, humedecer la superficie utilizando aglomerantes, aditivos espumantes o humidificantes.
- Instalar sistemas de protección contra viento. La eficiencia estimada es del orden del 20 al 40% dependiendo del uso de encostrantes y la operación con cargadores frontales o correas transportadoras.

15.4.4.3. MCE Transferencia y Manipulación de Sólidos

Las medidas generales a adoptar en las operaciones de transferencia y manipulación de sólidos, definidos en el epígrafe N° 5.5.1.3, 5.5.1.7, 5.5.1.8.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

B) Enfoque Primario Operacional:

- Realizar las actividades de carga y descarga al aire libre, cuando la velocidad del viento sea adecuada. Incorporar las variables meteorológicas a la actividad.
- El transporte interno de camiones, debe ser a velocidad moderada.
- Lavado de ruedas de camiones a la salida de cada instalación asociada. (desde donde se carga y donde se descarga material).
- Minimizar la altura y velocidad descenso y de caída libre de material.
- Los caminos interiores (circulación de camiones), deben estar asfaltados y conservados en buen estado.
- Cerrar totalmente la cuchara o las garras tras haber recogido el material
- Dejar la cuchara en las tolvas el tiempo suficiente después de la descarga
- Detener el funcionamiento de la cuchara cuando sopla viento fuerte
- Las operaciones de carga y descarga en bodegas cerradas, debe realizarse con las puertas cerradas (puertas herméticas) procesos de carga y descarga de camiones, trenes.

C) Enfoque Primario Estructural

- Para la regulación de la velocidad de descenso del material, implementar MTD (deflectores en tubos de llenado, tolvas, diseño de rampas, etc.)
- Para la regulación de la altura de caída libre del material, la descarga puede llegar hasta el fondo del espacio de descarga o al ras de la pila. MTD ejemplo: Conductos de llenado con altura regulable, tubos en cascada con altura regulable.
- Implementar de acuerdo al tipo de material, las MTD para el diseño y uso de cucharas.
- Las cintas transportadoras utilizadas, deben ser diseñadas de acuerdo al tipo de material a utilizar y la distancia de transferencia, de manera de reducir al máximo las emisiones.
- Para productos D1 o D2 o D3, utilizar cintas herméticas.
- Para el transporte interno de sólidos altamente o medianamente dispersables, utilizar métodos de transferencia continuos (cintas transportadoras).

15.4.5. Evaluación de las MCE para el almacenamiento de Sólidos

El análisis de las medidas de control de emisiones, nos permiten seleccionar las mejores tecnologías disponibles (MTD) y por ende, ambas deben ser compatibles. El análisis de las MCE se debe analizar considerando los siguientes parámetros:

- Potencial de reducción del polvo (Eficiencia en el control de emisiones)
- Consumo energético:
- Requisitos de inversión (costos de instalación y operación)
- Costos de explotación.

Tabla 15.4

Aspectos a considerar para implementar Medidas de Reducción de Emisiones

Aspectos de las MCE	Clasificación
Potencial de Reducción de emisiones de polvo	++
<ul style="list-style-type: none"> • Prevención muy alta o total de emisiones difusas • Clara reducción de emisiones difusas • No hay reducciones significativas de emisiones o no se pueden comprobar 	+
Consumo de Energía	0
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo • Normal o no existen datos fiables al respecto • alto 	+
Inversión	0
<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere poca inversión • No hay datos disponibles • Inversión elevada 	-
Costos de Operación	+
<ul style="list-style-type: none"> • bajos • No hay datos disponibles • elevados 	0
	-

D1: gran dispersibilidad, no humectable

D2: gran dispersibilidad, humectable

D3: dispersibilidad media, no humectable

D4: dispersibilidad media, humectable

D5: no dispersable o ligeramente dispersable

Tabla 12.5

Ejemplo de Evaluación de MCE para Almacenamiento de Sólidos

Tipo de material y su contenido inherente de polvo	Grado de dispersabilidad	MCE	Potencial de Reducción de emisiones de polvo	Consumo de Energía	Inversión	Costos de Operación
Carbón bituminoso-sub-	D4	Almacenamiento al aire libre con aspersores, con pantallas	+	0	+	0

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas “Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi”

bituminoso		protectoras contra el viento				
		Almacenamiento al aire libre con aspersores, posiblemente con pantallas protectoras contra el viento (*)	+	0	+	0
		Almacenamiento confinado	++	0	-	-
		Silo de gran capacidad	++	0	-	-
Coque	D4	Almacenamiento confinado	+	0	0	
	D3-D4	Almacenamiento al aire libre	+	0	0	
Concentrados y mineral de hierro polvo	D3	Almacenamiento al aire libre con aspersores, posiblemente con pantallas protectoras contra el viento	+	0	+	+
Concentrados y mineral de hierro gránulos o roca	D5	Almacenamiento al aire libre con aspersores, posiblemente con pantallas protectoras contra el viento	+	0	+	+
Concentrados y mineral de cobre (polvo)	D2	Almacenamiento confinado	++	+	0	0
Yeso	D4	Silo de gran capacidad	++	+	-	0
		Almacenamiento al aire libre	+	+	+	+
		Hangar/cubierta	++	0	-	0

15.4.6. Operaciones Compatibles con las Condiciones Meteorológicas

No se deben realizar labores de carga o descarga al aire libre (sin cobertura o protección alguna) o realizar operaciones en pilas o acopios dispuestas al aire libre, cuando las condiciones de velocidad de viento sean adversas y por ende, susceptible de aumentar la generación de emisiones que no se generarían bajo condiciones normales.

1044
Las buenas prácticas operacionales de cada empresa, deberá incluir las velocidades máximas del viento para cada dirección según el material, en las que se puede realizar la operación.

15.4.7. Instalaciones de Almacenamiento, Manipulación, Transporte de Sólidos Dispersables: Medidas Implementadas

Actualmente, el Complejo Industrial Ventanas cuenta con distintas instalaciones ya sea propias de una actividad o anexas a otra, en la cual se manipulan, almacenan y/o transportan sólidos que bajo ciertas características de almacenamiento, condiciones meteorológicas y propiedades propias del sólido (entre 10 y 500 micrómetros), facilitan su dispersión. El material sedimentable, tiene una velocidad de sedimentación apreciable y tiempo de permanencia en la atmósfera relativamente corto por lo que el transporte, también es limitado concentrándose cercano a las fuentes de origen.

Los estudios realizados para determinar la cantidad de material particulado sedimentable y el posterior análisis de su composición, dan cuenta del potencial origen de los mismos y de su distribución espacial, concentrándose principalmente en el sector La Greda

Las principales instalaciones presentes y futuras que comprenden actividades de almacenamiento y/o manejo de sólidos son:

- a) Puerto Ventanas con todas las instalaciones anexas
- b) Almacenamiento de concentrados de cobre, Clinker, granos, otros.
- c) Planta de Molienda de Clinker
- d) Comercial Catamutún
- e) Canchas de acopio de carbón de Centrales térmicas
- f) Transporte y manejo de cenizas de Centrales térmicas

El Plan de Descontaminación Ventanas, no dejó establecido condiciones ni estándares mínimos para la operación de manipulación, almacenamiento y transporte de sólidos quedando sujetos a los compromisos voluntarios o exigencias realizadas por parte de los evaluadores de proyectos que ingresaron al S.E.I.A. Por otra parte, los proyectos no sometidos a evaluación de impacto ambiental, no cuentan con ninguna exigencia quedando a su criterio, los mecanismos de mitigación de emisiones fugitivas en las actividades que comprendan.

15.4.8. Medidas Implementadas en el Área Industrial de Puchuncaví

En este documento se presentan y se trasladan al plano económico las distintas MTD implementadas por las instalaciones existentes y que tienen actividades de manejo, almacenamiento y transporte de graneles sólidos:

15.4.8.1. Puerto Ventanas

Empresas clientes del Puerto:

- Aes GENER S.A. (Carbón)
- Melón S.A. (Clinker)
- Cementos BSA (Cemento Big Bag)
- Enap Refinaría (Petcoke)
- Codelco División Andina (Concentrado de Cobre)
- Codelco División Ventanas (Ácido Sulfúrico)
- Anglo American (Concentrado de Cobre)
- Catamutun Energía S.A. (Carbón)
- Gráneles de Chile (Maíz, Trigo, otros)
- G9 (Trigo)
- PMCT Chile (Combustible Marino)
- Asfaltos Conosur (Asfalto)

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

1042

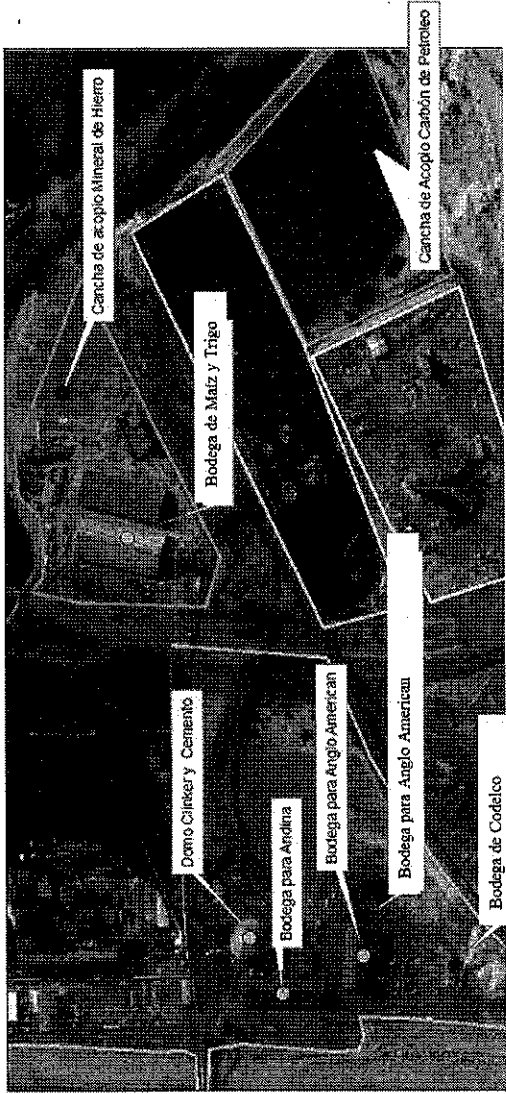
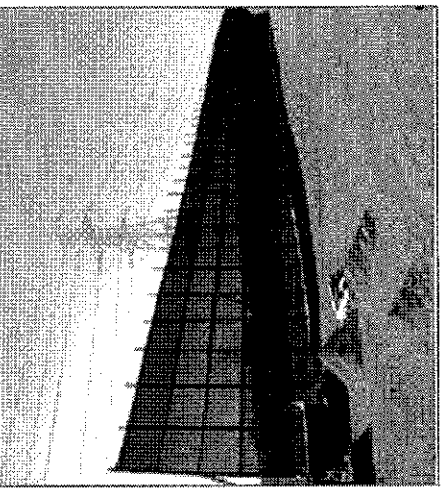


Figura 15.1

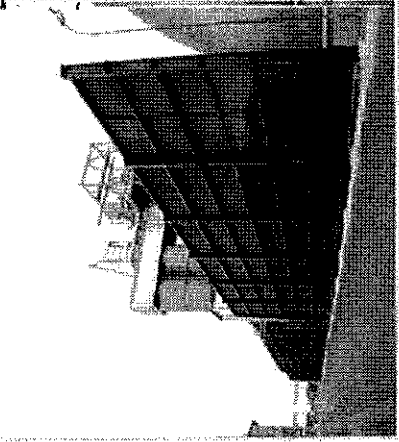
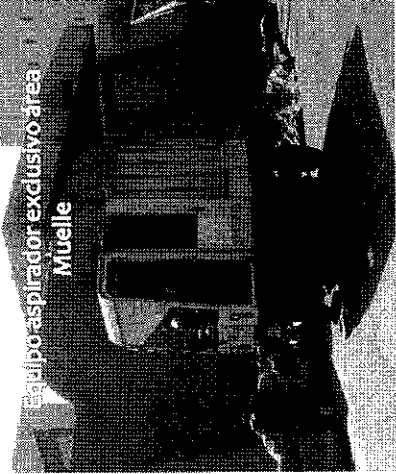
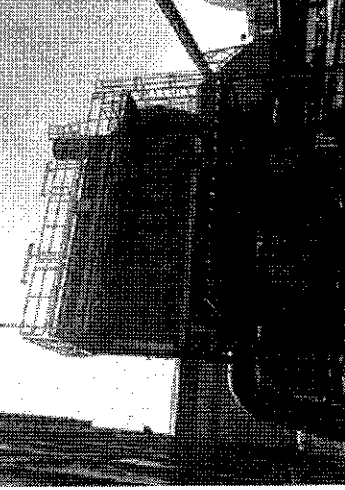
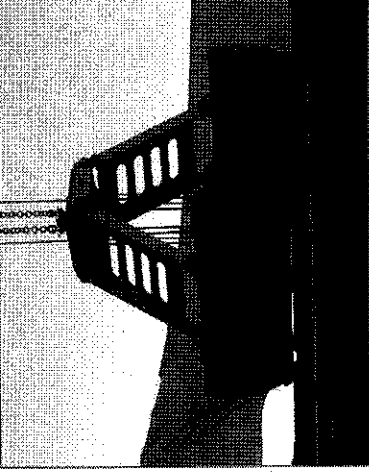
Distribución de Áreas Puerto Ventanas S.A

Tabla 15.6

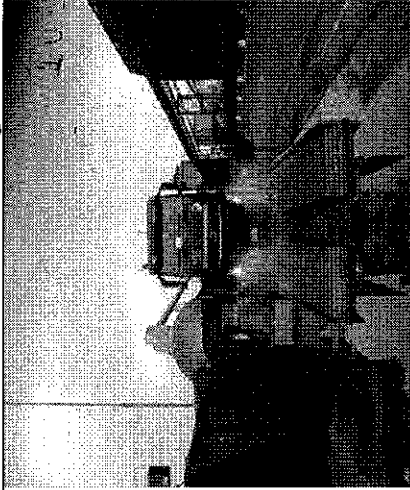
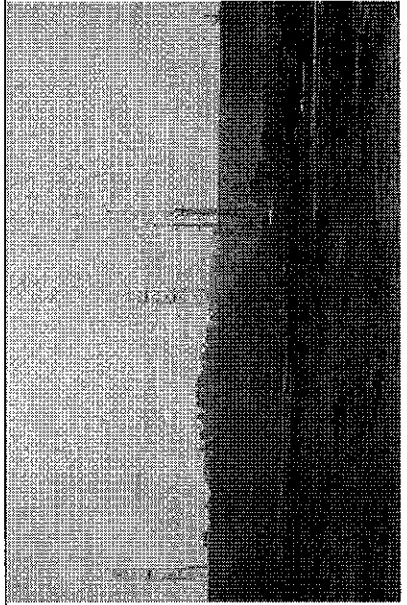
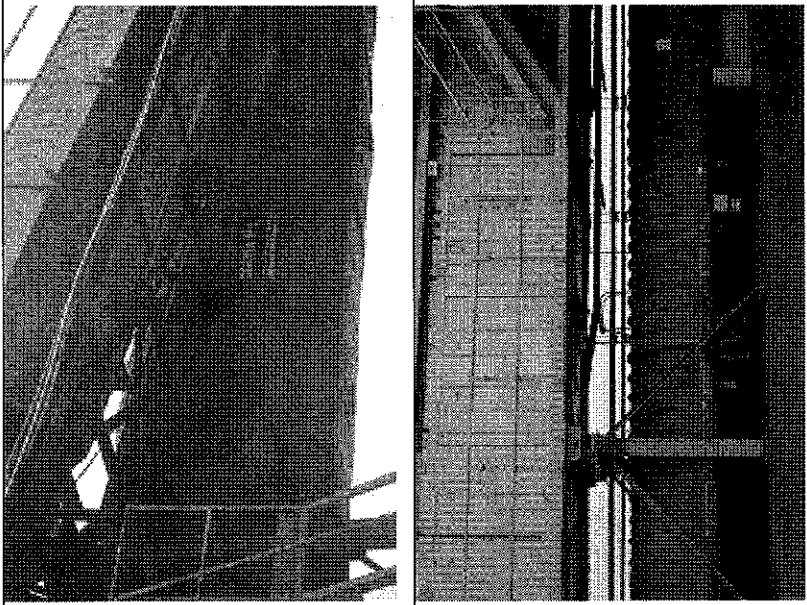
Ejemplo de Medidas de control de Emisiones implementadas en Puerto Ventanas S.A

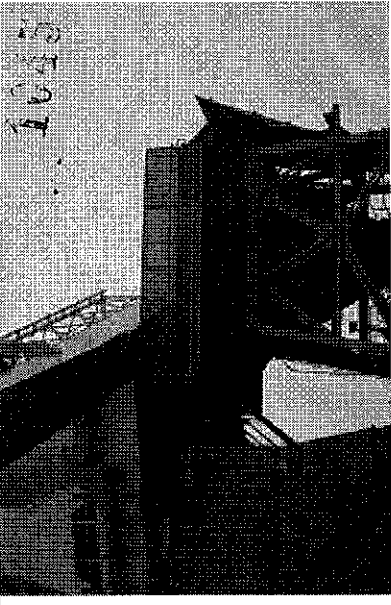
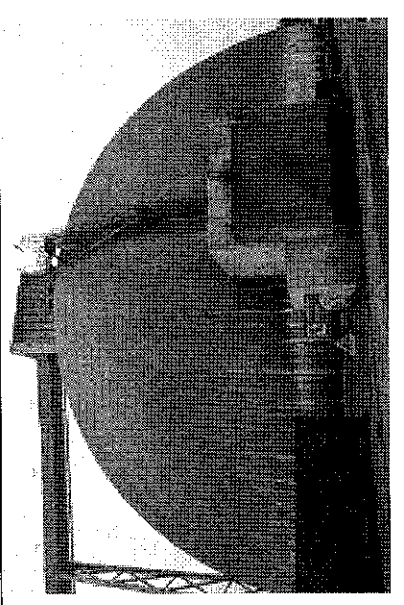
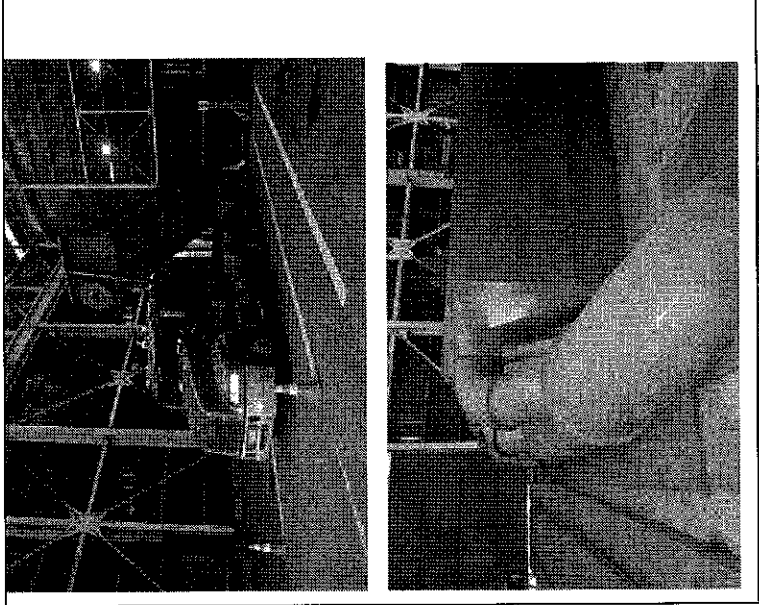
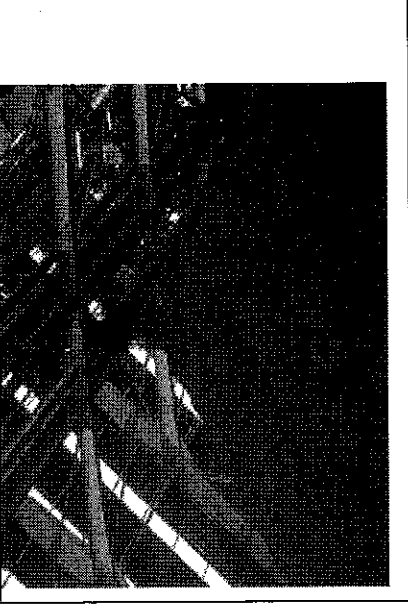
Acción	Actividad Responsable/Ubicación	
Malla perimetral de 150 mts lineales de 8 mts de altura	Puerto Ventanas	

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

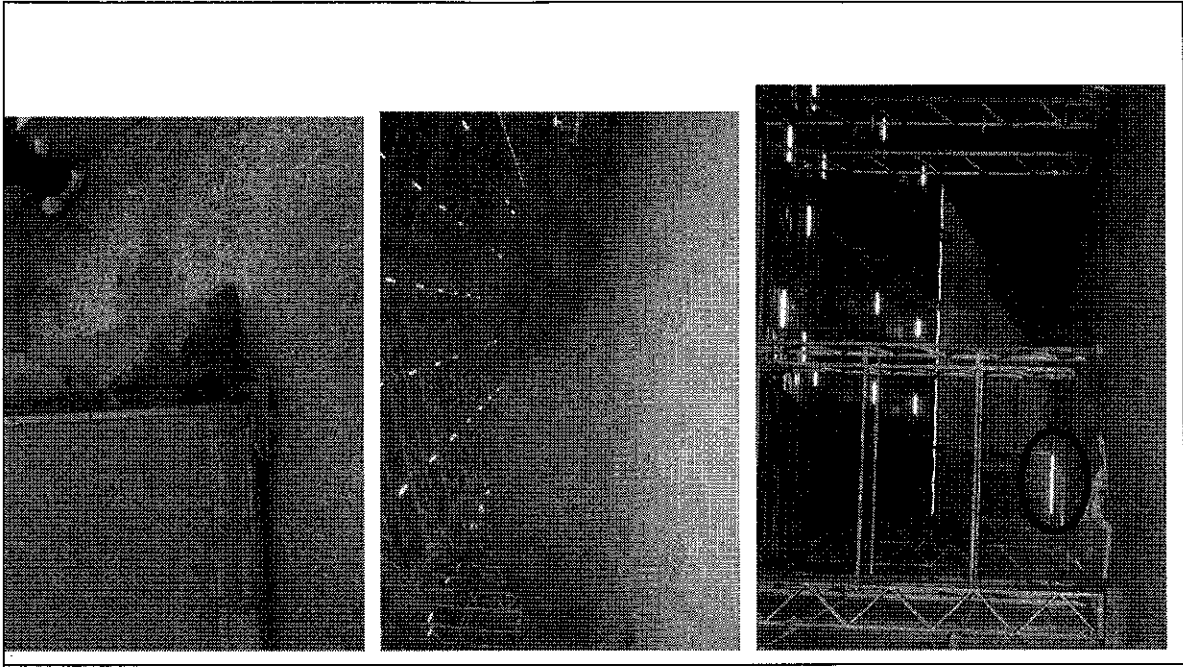
<p>Malla perimetral de 188 mts lineales de 10 mts de alto sector acceso PVSA</p>	<p>Puerto Ventanas Ventanas</p>	 <p style="text-align: right;">1043</p>
<p>Equipos Aspirador y Alto Vacío</p>	<p>Puerto Ventanas Ventanas</p>	 <p>Equipo aspirador exclusivo área Muelle</p>
<p>Equipo Captador de Polvo Bodega de Recepción de Concentrado de Cobre</p>	<p>Puerto Ventanas Ventanas</p>	
<p>Modificación de cucharas carboneras de acuerdo a estándar europeo (España).</p>	<p>Puerto Ventanas Ventanas</p>	

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

<p>Equipo que permite el lavado de ruedas de los camiones de concentrado de cobre que salen fuera de las instalaciones de Puerto posterior a su descarga en bodega</p>	<p>Puerto Ventanas/Puerto Ventanas</p>	
<p>Humectación de Pilas y Control de altura de Pilas</p>	<p>Puerto Ventanas/ Cancha de Acopio de Carbón de Petróleo: 80.000 Ton</p>	
<p>Transporte interno de concentrado de cobre y Clinker desde barcos a bodega por correas herméticas</p>	<p>Puerto Ventanas/cemento Melón (caso de Clinker)</p>	

<p>Tolvas ecológicas para la descarga de carbón</p>	<p>Puerto Ventanas</p>	
<p>Domo Bodega almacenamiento de Clinker presión al vacío</p>	<p>Puerto Ventanas/Cemento Melón</p>	
<p>Volteo camiones concentrado bodega interior y sistema de transporte subterráneo</p>	<p>Puerto Ventanas/Anglo /CODELCO</p>	
<p>Sistema de caída o carga de pila de concentrado (control de caída) Bodega hermética con extractores</p>		

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

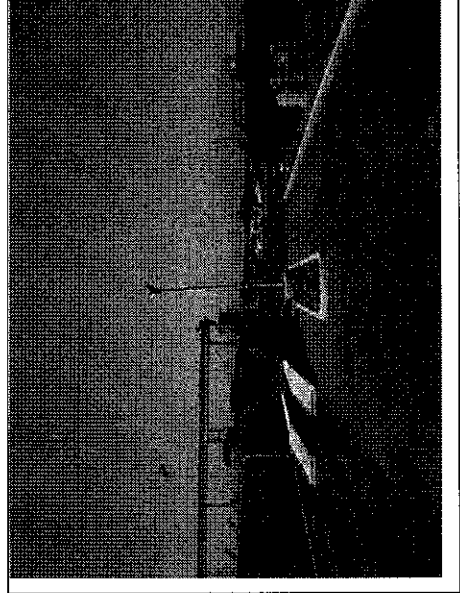
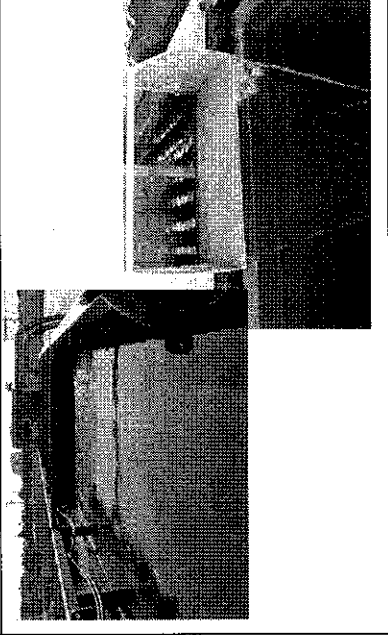
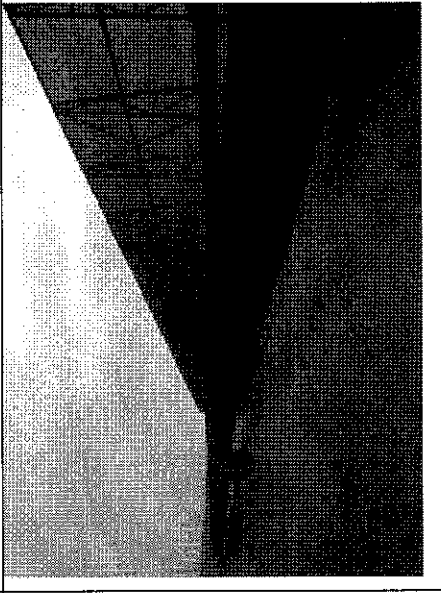
<p>Bodega de lona no hermética "provisoria de 4 años" sin medidas de control de emisiones fugitivas</p>		
---	--	---

15.4.8.2. Comercial Catamutún

Tabla 12.7

Ejemplo de Medidas de control de Emisiones implementadas en Comercial Catamutún

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

<p>Sistema Lavado Rueda de Camiones</p>	
	
<p>Control con mallas perimetrales</p>	

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

16. OTRAS MEDIDAS COMPLEMENTARIAS

16.1. Restricciones a Quemadas de Residuos urbanos, agrícolas u otras quemadas a cielo abierto

- Prohíbese a toda persona natural o jurídica la quemada a cielo abierto de residuos urbanos, domiciliarios u otros de cualquier naturaleza.
- Ninguna persona o empresa causará o permitirá la quemada a campo abierto de sobrante agrícola y vida vegetal.
- Ninguna persona o empresa realizará o permitirá la quemada a cielo abierto de desechos, gomas o cualquier otro desperdicio sólido desechado en cualquier relleno sanitario municipal o privado.

16.2. Restricciones de Humos Visibles para Barcos Marítimos

- Ninguna persona natural o jurídica causará o permitirá la emisión visible de contaminantes de aire visibles de una opacidad mayor de 20 por ciento de cualquier embarcación marítima mientras está anclada o amarrada en los puertos de las comunas de Quintero y de Puchuncaví que se encuentran circunscritas al área de aplicación del Plan.
- Sin embargo, pueden emitirse contaminantes del aire de una opacidad hasta 60 por ciento, por no más de cuatro (4) minutos en cualquier intervalo consecutivo de treinta (30) minutos. El cumplimiento con los límites de emisiones visibles será determinado mediante los Método de Referencia 9 o 9A de la EPA.

16.3. Regulaciones a instalaciones que almacenan compuestos Orgánicos Volátiles precursores de MP_{2,5} y/o con reactividad fotoquímica.

- Las instalaciones que almacenan compuestos orgánicos volátiles sean nueva o existentes, deben contar con estanques cuyo diseño asegure y demuestre ser capaz de mantener condiciones operacionales que sean suficientes, bajo condiciones de operación normales, para controlar pérdidas de vapor o de gas a la atmósfera, o que esté diseñado y equipado con uno de los siguientes artefactos para controlar la pérdida de vapores:
 - a) Un techo flotante que consista de un techo o cubierta doble de tipo de pontón, o de tapa interna flotante que descansa en la superficie del líquido contenido y que esté provisto de sellos para cerrar el espacio entre el borde del techo y la pared del envase.
 - b) Toda instrumentación de medición o muestreo deberá estar herméticamente instalada para evitar escapes cuando se esté llevando a cabo la medición del muestreo.
 - c) Un sistema de recolección de vapores que consista de un aditamento para recoger gases o vapores, capaz de recolectar toda descarga de compuestos orgánicos volátiles, y un sistema de disposición de vapores capaz de procesar los gases y vapores de compuestos orgánicos volátiles y controlar su emisión a la atmósfera.

- d) Se exceptúan de lo anterior tanques que traten aguas usadas provenientes de sistemas de enfriamiento y plantas de RILES.

17. PROGRAMA DE VIGILANCIA, SEGUIMIENTO DE CALIDAD DEL AIRE

17.1. OBJETIVOS

En lo que respecta a la Vigilancia de la calidad del aire y seguimiento de los parámetros meteorológicos, tiene por objetivo primordial continuar con el programa de monitoreo, asegurando la disponibilidad de información crítica que permita la caracterización de la calidad del aire, seguimiento y evaluación de las medidas de implementación establecidas en el Plan, el potencial diseño de nuevas medidas de control de emisiones y permitir la actuación de los órganos con competencia, activar los planes de contingencia ante episodios críticos generados por las condiciones de la calidad del aire.

De acuerdo con las necesidades y problemática existente en el área industrial de Quintero Puchuncaví, los objetivos específicos para la vigilancia de la calidad del aire, son:

- 1. Determinar el cumplimiento de las normas nacionales de la calidad del aire:** Implica básicamente, en determinar las concentraciones de contaminantes atmosféricos y comparar los resultados con la normatividad vigente que regula la materia.
- 2. Observar las tendencias a mediano y largo plazo:** Evaluar la evolución de la calidad del aire en función del desarrollo urbano industrial, la efectividad de las medidas de compensación y mitigación de emisiones comprometidas en los instrumentos de gestión ambiental, la ocurrencia de condiciones meteorológicas adversas para la dispersión de los contaminantes y la elaboración de investigaciones epidemiológicas.
- 3. Evaluar el riesgo para la salud humana:** Lo anterior en términos de los efectos agudos observados a través de cambios drásticos en los índices de morbilidad y mortalidad por afecciones o enfermedades asociadas a la contaminación del aire como también en término de los efector crónicos visto a través de manifestaciones de grupos poblacionales después de años de exposición a contaminantes específicos del aire. Dado lo anterior, resulta indispensable contar con mediciones en intervalos cortos contando con información de monitoreo horario en tiempo real.
- 4. Activar los procedimientos de contingencia y los planes operacionales de episodios críticos:** En este aspecto, las normas primarias de calidad del aire, establecen distintos niveles que determinarían situaciones de emergencia y ante lo cual, las autoridades con competencia

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

1050
ambiental y sanitaria, deben adoptar las medidas según corresponda, para la protección de la salud de la población. Para ello, es necesario contar con la información de monitoreo de las redes para los contaminantes normados, en tiempo real como promedios horarios.

5. **Evaluar la efectividad de las estrategias y medidas de gestión de la Autoridades Ambientales y el sector industrial:** Para determinar la eficiencia y eficacia de las medidas de control implementadas para reducir los niveles de contaminación aportados por las fuentes de emisión existentes en la zona de estudio.
6. **Validar modelos de dispersión de la calidad del aire:** En especial para el uso de estos modelos en procesos de predicción de impactos ambientales a causa del emplazamiento o modificación de fuentes emisoras nuevas o existentes.

17.2. ACCIONES

1051

Continuar con el programa de monitoreo y asegurar la disponibilidad de información crítica es relevante para permitir la caracterización de la calidad del aire, seguimiento y evaluación de las medidas de implementación establecidas en el Plan, el potencial diseño de nuevas medidas de control de emisiones y permitir la actuación de los órganos con competencia, activar los planes de contingencia ante eventuales episodios críticos.

- Corresponderá a la SEREMI de Salud la Vigilancia horaria de la calidad del aire, de las emisiones y de la meteorología a fin de que esta pueda responder bajo sus competencias, a los problemas de contaminación por episodios críticos y evaluar el impacto que la contaminación produce sobre la salud de las personas.
- Corresponderá a la SEREMI de Salud, desarrollar estudios de análisis de riesgo comparado en salud, que incluyan gradientes de toxicología, para distintas áreas directamente impactadas por actividades específicas (como sucede en sectores aledaños a industrias) o por múltiples actividades.
- Corresponderá a la SEREMI de Salud diseñar e implementar bases de datos de morbilidad y mortalidad que antecedan el desarrollo de estudios epidemiológicos y de indicadores de seguimiento asociados.
- Todas las empresas que a la fecha de publicación del presente Plan tengan operando estaciones de monitoreo con Representatividad Poblacional o con Representatividad en los Recursos Naturales identificadas en el presente documento, deberán continuar con la operación de dichas estaciones, a fin de asegurar la cobertura de monitoreo y la continuidad de la información. Esto significa, la continuación de la operación de todas las 10 estaciones existentes en la zona de aplicación del Plan las cuales mantendrán su condición de EMRP y EMRRN para gases y material particulado según corresponda.
- Las siguientes estaciones, deberán continuar con la caracterización química del PM₁₀ para los parámetros Pb, Cd, V, Mo, Cu, As, Se, Hg, Cr y Ni en las estaciones: Quintero, La Greda, Los Maitenes, Puchuncaví, Valle Alegre, Ventanas y Sur con la frecuencia llevada a cabo a la fecha (por cada filtro MP₁₀).
- Todas las estaciones existentes a la fecha de publicación del presente Plan, deberán implementar monitoreo de MP₁₀ y MP_{2,5} discreto y continuo.
- Todas las estaciones, proporcionarán información de la evolución horaria de los índices de calidad del aire referido a partículas ICAP, los que estarán disponibles en tiempo real para ser consultados por la ciudadanía a través del portal SINCA del Ministerio del Medio Ambiente. El plazo de implementación, será de 6 meses contados desde la fecha de publicación en el Diario Oficial del presente instrumento.
- Los operadores de las redes de calidad del aire, entregarán a la Secretaría Ministerial del Medio Ambiente y a la Secretaría Ministerial de Salud ambas de la región de Valparaíso, información de monitoreo relativa a la concentración horaria en tiempo real, de material

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto
Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

de material particulado respirable MP₁₀, material particulado fino MP_{2,5}, dióxido de azufre SO₂. Además de las condiciones meteorológicas, por medio de un sistema computacional en línea.

- No obstante el artículo N° 29, aquellas empresas que suscribieron compromisos en el APL Industrial Puchuncaví Quintero de informar en línea los datos horarios de calidad del aire, deberán continuar con los sistemas acordados y actualmente en operación. Dicha información, deberá contener el registro horario del monitor continuo y los niveles de concentración medidos mediante los métodos gravimétricos del muestreador de alto volumen y la correlación entre el monitor continuo y el monitoreo realizado mediante método gravimétrico del muestreador de alto volumen, según el art. 6 D.S N° 20/2013.⁹¹
- Los operadores de las redes de calidad del aire, deberán enviar a la Superintendencia del Medio Ambiente y a la SEREMI del Medio Ambiente, un informe mensual con los reportes horarios de calidad del aire relativos a las concentraciones de material particulado respirable MP₁₀, de material particulado fino MP_{2,5} y de dióxido de azufre SO₂, caracterización química del MP₁₀ de las estaciones señaladas en la letra b) del presente artículo y de las condiciones meteorológicas. Dicho informe deberá contener un análisis de los resultados de calidad del aire, las condiciones meteorológicas y eventos que pudieran influir en las concentraciones. Lo anterior, sin perjuicio que los informes incluyan los datos de concentración de otros parámetros de calidad del aire monitoreados por las estaciones y que estén comprometidas en otros instrumentos de Gestión Ambiental. Dicha información deberá remitirse por medio electrónico en plantilla Excel, dentro de los 15 días corridos del mes siguiente al mes del monitoreo.
- **De los Pronósticos meteorológicos diarios:** La empresa CODELCO División Ventanas y las Centrales Térmicas a Carbón existentes, continuarán con el envío diario de los reportes y pronósticos meteorológicos diarios elaborados por sus respectivos servicios de meteorología, a la SEREMI de Salud y a la SEREMI del Medio Ambiente, conforme a lo comprometido en el Acuerdo de Producción Limpia. En dicho reporte, se informa la caracterización horaria de las condiciones meteorológicas que regulan la operación de la empresa y la activación del correspondiente Plan Operacional de Episodios Críticos. En lo que respecta a futuras megafuentes o centrales térmicas nuevas, estas deberán incluir, los correspondientes reportes diarios meteorológicos que respaldarán la operación de la empresa y la activación del correspondiente Plan Operacional de Episodios Críticos.

18. FISCALIZACIÓN, SEGUIMIENTO Y METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN Y MONITOREO

Corresponderá el control y fiscalización del cumplimiento del Plan a la Superintendencia del Medio Ambiente, en adelante la Superintendencia, en conformidad a lo dispuesto en el artículo Segundo y el Artículo Tercero letra t) de la Ley N° 20.417.

91 NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP10, EN ESPECIAL DE LOS VALORES QUE DEFINEN SITUACIÓN DE EMERGENCIA Y DEROGA D.S N° 59/98, MISEGPRES.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

- Corresponderá a la Superintendencia, examinar y procesar los datos de muestreo mediciones y análisis, en conformidad a lo dispuesto en el artículo Tercero letra d) de la Ley N° 20.417 y proporcionar la información relativa al cumplimiento del Plan y Normas de calidad a los organismos con competencia en fiscalización ambiental.
- Para efectos de informar el cumplimiento de lo establecido en el presente Plan, las fuentes emisoras deberán enviar mensualmente (15 primeros días corridos mes siguiente), a la Superintendencia del Medio Ambiente con copia digital a la SEREMI del Medio Ambiente, a la SEREMI de Salud de Valparaíso y al Servicio Agrícola y Ganadero SAG, las emisiones de azufre y material particulado, de acuerdo a los contenidos y formatos establecidos por la Superintendencia, las fuentes deberán remitir la siguiente información:

Tabla 1

Contenido Mínimo de la Información a Remitir en los Informes Mensuales

Fundición y Refinería de Cobre Codeico Ventanas deberá informar lo siguiente:	Reporte mensual de Emisiones de azufre y Arsénico Mediante Balance de materia	El balance deberá incluir todo el proceso productivo el cual puede a su vez estar constituido por uno o más procesos unitarios los cuales deberán ser debidamente identificados. Esta identificación deberá incluir además, las operaciones complementarias o de soporte como limpieza, almacenamiento, etc. Respecto de la metodología, deberá cumplir con lo señalado en el D.S N° 28/2013 Norma de Emisión de Fundición.
	Reporte mensual de las Emisiones horarias de SO ₂ medidas en Chimenea de Planta de Ácido y Principal	Las emisiones en línea de SO ₂ de la Planta de Ácido de la Fundición Ventanas. Mediciones en (ppm o ppmv) y Caudal volumétrico en (m ³ /Nh). Respecto de la metodología, deberá cumplir con lo señalado en el D.S N° 28/2013 Norma de Emisión de Fundición.
	Reporte Semestral Emisiones de material Particulado	A través de mediciones Isocinético en todas las fuentes identificadas en el proceso de la Fundición y Refinería de cobre Codeico División Ventanas sean estas parte o complementarias al proceso de fundición. Las mediciones deberán realizarse el último mes del primer semestre y el último mes del segundo semestre. Dicho informe, deberá contener además, el análisis químico para As, Pb, Hg, Cu y Se

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

	Emisiones en Chimenea	del particulado recolectado en las fuentes muestréadas.
Centrales Térmicas a Carbón Ventanas 1, Ventanas 2, Central Nueva Ventanas, Central Campiche y Central Energía Minera		Reporte mensual de las mediciones horarias de las emisiones de MP y gases de las chimeneas de las unidades o fuentes señaladas.

- Sin perjuicio de lo establecido por la Superintendencia del Medio Ambiente en el marco de la Ley 20.417 y de lo establecido en las Normas D.S N° 13/2011 y D.S N° 28/2013, el informe mensual de emisiones remitido por las Centrales Térmicas y la Fundición de cobre a los Servicios indicados, considerará a lo menos la siguiente información:
 - a. Concentración promedios horarios para gases expresados en mg/m³N corregido y normalizado según lo establezcan las respectivas normas de emisión.
 - b. Concentración promedios horarios para partículas expresados en mg/m³N corregido y normalizado según lo establezcan las respectivas normas de emisión.
 - c. Flujo de gases de salida en m³N/h
 - d. Horas de servicio (horas/mes)
 - e. Registro de detención y fallas de los equipos de control
- *El seguimiento de las emisiones incluye las emisiones resultantes del funcionamiento normal y de acontecimientos anormales, incluyendo el arranque y la parada y las situaciones de emergencia a lo largo del periodo de notificación en el caso de las Centrales Térmicas y de la Fundición y Refinería de Cobre.*
- Instalaciones que estén relacionadas con actividades de almacenamiento, transporte y manipulación sólidos, independientemente del sector o industria de que se traten, deberán cumplir con lo dispuesto en los artículos 4.14.1, 4.14.2, 4.14.3 y 4.14.4 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC).
- La Superintendencia podrá definir los requerimientos mínimos de control de calidad, de aseguramiento de los datos de los sistemas de monitoreo continuo de emisiones, información adicional, los formatos y medios correspondientes para la entrega de información para fines de seguimiento y cumplimiento del presente Plan.
- La Superintendencia deberá enviar a la SEREMI del Medio Ambiente, un reporte anual sobre el cumplimiento del presente Plan. Dicha información será utilizada por la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente, como antecedente para futuras evaluaciones y modificaciones al Plan.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas "Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncavi"

19. CONCLUSIONES

1055

El Plan de Prevención, la norma de emisión para Termoeléctricas y la futura Norma de emisión para Fundiciones de Cobre, constituyen uno de los principales instrumentos desarrollados para revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire.

Se ha establecido a nivel internacional que se deben aplicar mayores exigencias a las fuentes de mayor tamaño y que afecten la calidad del aire en forma significativa ya sea por su cantidad y/o composición de las emisiones. Las razones que motivan la diferenciación son: el impacto sobre la calidad del aire es mayor mientras mayor sea la emisora y que además existen economías de escala en la reducción de emisiones, lo que implica que el costo de reducir una tonelada de emisión es menor para fuentes mayores.

Se propone que el futuro Plan, incluya medidas concretas para el abatimiento y control de las emisiones de contaminantes y se basan en la relación que existe entre las emisiones de contaminantes por fuentes específicas y el impacto que ocasionan en la calidad del aire y el consecuente deterioro en la salud y el ecosistema.

En la elaboración del presente instrumento, se consideraron diversos estudios y fuentes validadas de información, además de contar como base con un diagnóstico específico para la zona en cuestión lo que permitió identificar una serie de estrategias, instrumentos y medidas.

Las medidas planteadas en el presente instrumento, no solo permitirán una reducción de las emisiones sino además, la disminución de episodios que pudieran dar origen a emergencias ambientales.

Las empresas debieran cumplir con las metas de reducción a Diciembre 2015, fecha en la cual la Norma de emisión de termoeléctricas debiera estar implementada.

El Plan debiera tener una duración de 10 años y será la Superintendencia del Medio Ambiente y a quien este Órgano designe dentro de sus correspondientes convenios de programación, la institución responsable de evaluar su cumplimiento.

Las principales conclusiones de la implementación de las medidas expuestas en el PPQP son:

- Se espera una reducción de emisiones de 481 toneladas anuales de MP
- Se espera una reducción del impacto de las emisiones de MP sedimentable de origen industrial, en las poblaciones más cercanas.
- Se espera una reducción de 10.832 toneladas anuales de SO₂.
- Se espera una reducción del impacto de las emisiones de SO₂, en las poblaciones más cercanas.
- Lograr compensación del 110% de las emisiones de SO₂ para proyectos nuevos o modificaciones.
- Las medidas para la reducción de emisiones, deberán ser implementadas por los sectores regulados a más tardar el 31 de Diciembre del 2014.
- Se espera un congelamiento de las emisiones de material particulado y dióxido de azufre por lo que toda empresa que se emplace en el sector, deberá compensar sus emisiones en un 110%.
- Regular los mecanismos de compensación utilizados por el sector. Estas medidas deben ser técnicamente demostrables en su eficiencia, medibles, confiables y trazables, tanto para fuentes nuevas como para modificaciones de instalaciones existentes al momento de establecer el nuevo instrumento.

Informe que fundamenta y entrega antecedentes para la elaboración del Anteproyecto Reformulación de Plan de Descontaminación Ventanas
"Plan de Prevención y de Descontaminación Quintero-Puchuncaví"

- Contar con la medición continua de emisiones en chimenea de las principales fuentes emisoras. En aquellas fuentes que dada su naturaleza o condiciones físicas estén imposibilitadas de medir en forma continua, la Superintendencia establecerá un protocolo regulado que permita establecer los niveles de emisiones por balances de masa los cuales deberán correlacionarse con parámetros de producción, eficiencia, consumo de combustible, captación, según corresponda. Dichas mediciones deberán estar en línea con acceso a los organismos con competencia ambiental. Lo anterior, implementando mecanismos para el seguimiento de las emisiones que incorporen la medición continua de las mayores fuentes industriales. Se realizará el seguimiento de las emisiones o en su defecto de parámetros de producción y/o consumo de combustible, según corresponda.
- El Plan a través de medidas concretas, establece criterios mínimos a considerar en toda actividad que maneje, almacene y/o transporte sólidos dispersables que puedan generar molestias o afecten la salud de las personas.

Otro antecedente, para las centrales térmicas a carbón que se encuentran operando en la zona al 2013, estas son Ventanas 1 y 2, Central Nueva Ventanas y Campiche, se analizaron las variables operacionales tales como caudal volumétrico y concentración de MP y SO₂ de los gases de salida. De dicho análisis, se pudo establecer que a excepción de la unidad Ventanas 1, todas se encuentran operando bajo los límites de emisión de la Norma de Emisión de Termoelectricas, establecido para fuentes existentes, lo que implica que el cumplimiento de dichos límites, no significa beneficio adicional en términos de reducción de emisiones de SO₂ y MP bajo las condiciones actuales, sino más bien un detrimento de las mismas.

- Del mismo análisis del punto anterior, también se establece que dada las condiciones actuales y la disponibilidad de tecnologías de control de emisiones, es técnicamente factible que las Centrales Térmicas a Carbón existentes, operen bajo los límites establecidos para fuentes nuevas en la norma de emisión de termoelectricas. En otras palabras, los límites establecidos en la N.E.T para fuentes nuevas, son consistentes con la meta global de reducción de emisiones de un 29% para MP y de un 40% para SO₂ estimadas en el presente informe.
- La operación de la Central Térmica Energía Minera, considera compensación de emisiones para SO₂ con la Fundición CODELCO Ventanas. Esto significaría que de instalarse el proyecto, la reducción de emisiones para la Fundición establecidas en el Nuevo Plan, deberán ser reducciones adicionales a las comprometidas y establecidas en la RCA N° 267/2009.
- En lo que respecta a la fundición de cobre de CODELCO Ventanas, las cuotas de emisión establecidas en el Plan también continúan y continuarán vigentes al existir estas antes de la Ley Bases del Medio Ambiente y mientras no se finalice el proceso regulatorio con una norma de emisión para fundiciones.

Este Informe, constituye las bases preliminares para la elaboración del Instrumento de Gestión Ambiental.