



**GOBIERNO DE CHILE  
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
II REGION DE ANTOFAGASTA**

**INFORME DE SEGUIMIENTO  
PLAN DE DESCONTAMINACION DE CHUQUICAMATA  
AÑO 2002**

**Marzo de 2003**

## **ANTECEDENTES GENERALES**

Actualmente en la II Región existen dos zonas declaradas saturadas, una corresponde al área circundante a la Fundición de Chuquicamata de la División Chuquicamata de CODELCO Chile y la otra al sector de María Elena y Pedro de Valdivia. En ambos casos las empresas elaboraron un Plan de Descontaminación, rigiéndose por el Decreto Supremo N°185 de 1991 del Ministerio de Minería, y estos fueron aprobados por los organismos competentes.

Zona saturada es aquella zona en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas. Zona Latente es aquella zona en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo, se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental.

Plan de Descontaminación es un instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona saturada.

Al año 2002, se encuentra en proceso de reformulación del Plan de Descontaminación de María Elena y Pedro de Valdivia, elaborándose bajo el D.S.N°94/95, que establece el procedimiento de elaboración de planes de prevención y descontaminación. La Reformulación del Plan de Descontaminación de Chuquicamata se encuentra vigente, mediante D.S.N°206/00 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, publicado en el diario oficial el 4 de octubre del año 2001.

## **ANTECEDENTES DEL PLAN DE CHUQUICAMATA**

El área circundante a la Fundición de Chuquicamata fue declarada zona saturada por Anhídrido Sulfuroso y Material Particulado respirable mediante el Decreto Supremo N°185 del Ministerio de Minería en 1991. Esto significa que en esta localidad se sobrepasaban las normas primarias de calidad de aire por Anhídrido sulfuroso y Material Particulado Respirable.

La norma actual de PM10 se establece por el D.S.N°59/98 y por el D.S. 45/2001 ambos del Ministerio Secretaria General de la Presidencia. El D.S. 59/98 señala que la norma primaria de calidad del aire para material particulado respirable PM10, es de 150 ug/m<sup>3</sup>N como concentración de 24 horas. Y agrega, que se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para MP10 cuando el percentil 98 de las concentraciones de

24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitora clasificada como EMRP sea mayor o igual a  $150 \text{ ug/m}^3\text{N}$ . Además, el Decreto define los niveles que determinan las situaciones de emergencia para MP10.

Nivel	Material Particulado Respirable MP10 ( $\text{ug/m}^3\text{N}$ ) en 24 horas
Nivel 1	195 - 239
Nivel 2	240 - 329
Nivel 3	330 - superior

El D.S.45/01, normativa recientemente publicada no aplicable actualmente, la cual establece la norma anual para PM10. Se considerará sobrepasada dicha norma, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de 3 años calendarios consecutivos en cualquier estación monitora clasificada como EMRP, sea igual o mayor que  $50 \text{ ug/m}^3\text{N}$ . Así mismo establece que a contar del 1º de Enero del año 2012, la norma primaria de calidad del aire para el contaminante MP10, será de  $120 \text{ ug/m}^3\text{N}$  como concentración de 24 horas, salvo que a dicha fecha haya entrado en vigencia una norma de calidad ambiental para material particulado Fino MP2,5, en cuyo caso se mantendrá el valor de la norma establecida en el D.S.59/98 ( $150 \text{ ug/m}^3\text{N}$ ).

La norma vigente de  $\text{SO}_2$  se establece por la Resolución N°1215 de 1978 del Ministerio de Salud en la cual se señala que para los efectos de protección de la salud se permitirán las siguientes concentraciones máximas de  $\text{SO}_2$ ,  $80 \text{ ug/m}^3\text{N}$  como concentración medio aritmética anual, o  $365 \text{ ug/m}^3\text{N}$  como concentración media aritmética durante 24 horas consecutivas, no pudiendo sobrepasar este último valor más de una vez por año.

Además, la norma de  $\text{SO}_2$  se establece por el D.S.N°185 de 1991 del Ministerio de Minería, el cual señala la misma norma anual y diaria de  $\text{SO}_2$  y adicionalmente establece niveles de emergencia horarios, los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Situación	ppm	$\text{ug/m}^3\text{N}$
Alerta	0,75	1965
Advertencia	1	2620
Emergencia	1,5	3930

El Decreto Supremo N°185/91 del Ministerio de Minería, dictado con anterioridad a la Ley Base del medio Ambiente, establece la obligación de elaborar planes de

descontaminación en zonas del territorio declaradas saturadas y señala el procedimiento que seguirá para confección de ellos.

A fin de descontaminar esta zona la Fundición Chuquicamata de CODELCO Chile elaboró un plan de Descontaminación, el cual fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 132 de 1993 del Ministerio de Minería. Este instrumento contempló diversas medidas para reducir las emisiones de material particulado y anhídrido sulfuroso. Asimismo en este Plan de Descontaminación se contempló la generación de un Plan Operacional, con el objeto de controlar la ocurrencia de episodios críticos de contaminación por anhídrido sulfuroso.

Se ha considerado que existe un episodio crítico cuando los niveles establecidos como alerta, advertencia y emergencia dentro del decreto antes señalado son sobre pasados en las estaciones San José y J. Bradford.

La división Chuquicamata hasta fines del año 1998 había cumplido con el cronograma de reducción de emisiones y el Plan operacional de episodios críticos a cabalidad, pero a pesar de ello a esa fecha persistía el incumplimiento de las normas de calidad de anhídrido sulfuroso. Es por este último punto que la División de Chuquicamata de Codelco - Chile adelantándose a lo que se estimaba ocurriría, solicitó a fines del año 1998 reformular el Plan de Descontaminación.

CODELCO-Chile planteó efectuar acciones adicionales con el fin de reducir las emisiones, para lo cual solicitó que se revise el Plan de Descontaminación Vigente a esa fecha, para incorporar estas medidas y considerar una ampliación de plazos en el cumplimiento de la calidad de aire para anhídrido sulfuroso.

Las Acciones señaladas por CODELCO-Chile, serían las siguientes y están relacionadas con la norma de Arsénico:

- Implementación proyecto "Aumento de la Competitividad de la Fundición" que permitiría cumplir con la norma de calidad de aire para anhídrido sulfuroso, esto incluye las siguientes medidas:
  - Discontinuar la operación de una de las tres unidades de fusión de concentrado (Convertidor Teniente), sin sacrificar la capacidad de la Fundición, lo cual se logrará potenciando las dos restantes, el Horno Flash y un convertidor Teniente a 2500 ton conc/día cada uno. Este Convertidor Teniente fundirá concentrados a través de "lanzas" por sobre el baño fundido, a diferencia del sistema convencional (actual) de

fusión a través de toberas sumergidas en el baño. El alto nivel de enriquecimiento del aire de proceso que se empleará (aprox.50%) en dicho equipo, permitirá obtener una significativa reducción del volumen de gases metalúrgicos, lo cual posibilitará a su vez, el envío del 100% de los gases metalúrgicos de los Convertidores Pierce Smith (CPS), hacia la Planta de Acido.

- Desarrollo de mejoras en la Planta de Acido, tal que permitan su operación con gases más concentrados en SO<sub>2</sub> (12-13%)
  - Incorporación de un Horno Sedimentador-Reductor conectado directamente con el Convertidor Teniente potenciado.
  - Obras misceláneas tendientes a asegurar la adecuada disponibilidad de suministros y servicios para la Fundición operando con este nuevo esquema tecnológico.
- Erradicación del campamento de Chuquicamata, como única solución al problema del material particulado.

En cuanto al Arsénico, el D.S. 132 de 1993 establecía que la División Chuquicamata de CODELCO Chile debería presentar un Plan de Descontaminación de Arsénico seis meses después que se cuente con la norma de calidad de aire para este elemento.

A partir del año 1996, se establece por medio de resoluciones del Servicio de Salud de Antofagasta, límites en la emisión de Arsénico. La Resolución N° 1459, del 13 de Abril de 1998, fijó como límite de las emisiones de arsénico 1180 ton/año y 1170 ton/año para 1998 y 1999 respectivamente.

Actualmente, existe una norma de emisión de Arsénico establecida en el D.S.N°165 publicado en el diario oficial el día 02 de Junio de 1999. Por lo cual lo relativo a control de emisiones de arsénico desde el año 2000, se rige por esta normativa y no por el Plan de Descontaminación.

En cuanto al cumplimiento del Plan establecido por D.S.N°132 de 1993, se consideró como límites de emisión para 1999 lo establecido en el cronograma de reducción de emisiones para 1998, pero esto no está señalado en un instrumento legal.

El Servicio de Salud de Antofagasta sancionó a la Empresa por incumplimiento del Plan establecido por D.S. N°132 de 1993, en lo que respecta a la calidad de aire, mediante Resolución N° 2367 del 02 de Junio de 2000, con una multa de 500 UTM y además

exigió que mientras no se publicase el nuevo plan debería cumplir con la emisión establecida para el año 1998. Por esta razón, para el año 2000, la División debió cumplir con la emisión establecida para 1998 tanto para SO<sub>2</sub> como para material particulado.

El proceso de Reformulación del Plan de Descontaminación de Chuquicamata, se inició con la Resolución Exenta N°1435 del 29 de noviembre de 1999. El Anteproyecto fue aprobado mediante Resolución N°297 del 03 de abril de 2000 y fue publicado en el diario oficial el 16 de Mayo y el 21 de Mayo en un diario de circulación regional. El proceso de Reformulación del Plan de Descontaminación de Chuquicamata concluye con la publicación en el Diario Oficial del Decreto Supremo N° 206/00 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, el día 4 de octubre del año 2001. Por lo cual el plan vigente actualmente es el establecido por el D.S.N°206/2000.

### **EXIGENCIAS ESTABLECIDAS EN EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN VIGENTE (D.S.206/00).**

#### **1. Cronograma de reducción de emisiones:**

Actualmente, se encuentra en vigencia el D.S.206/00, el que establece nuevo plan de Descontaminación para la Zona Circundante a la Fundición Chuquicamata de la División Chuquicamata de Codelco Chile, publicado en el diario oficial el 4 de octubre del año 2001, el que en su artículo 7<sup>a</sup> establece el siguiente cronograma de reducción de emisiones para anhídrido sulfuroso:

<b>Año</b>	<b>Emisión Anual Máxima Anhídrido Sulfuroso ton/año</b>
2001 (1)	174.600
2002	158.000
Desde 2003	56.600

Además, sobre la base de la emisión alcanzada en el año 1999, la fundición de Chuquicamata de la División Chuquicamata de Codelco Chile, deberá emitir una cantidad de material particulado total inferior o igual a 1.850 ton/año.

(1) Si la entrada en vigencia del Plan es posterior al 1° de Enero del año 2001, la emisión máxima de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable para el período desde la entrada en vigencia del decreto hasta Diciembre del año 2001, se estimará según la siguiente relación:

Emisión = (Emisión Anual máxima/12) \* N° de meses restante.

N°= meses contados desde la entrada en vigencia del decreto hasta Diciembre del mismo año.

**2. Adicionalmente, este nuevo plan establece que la División Chuquicamata de CODELCO Chile deberá presentar al Servicio de Salud de Antofagasta lo siguiente:**

- a) Planes operacionales para enfrentar episodios críticos de contaminación por anhídrido sulfuroso y material particulado.
- b) Envío de informes mensuales sobre emisiones de anhídrido sulfuroso e informes trimestrales de emisión de material particulado.
- c) Metodología de medición para determinar las emisiones.
- d) Manual de operación, mantención, calibración y aseguramiento de calidad de la red de monitoreo.
- e) Evaluación anual y objetiva de la red de monitoreo, de la determinación de emisiones, de la eficiencia de los equipos de control de emisiones y de las condiciones de operación de los distintos equipos emisores.
- f) La información de la red de monitoreo relativa a la concentración y de las condiciones meteorológicas, por medio de un sistema computacional en línea.

**3. Así mismo este nuevo plan establece que la División Chuquicamata de CODELCO Chile deberá presentar a CONAMA un Programa de educación y difusión ambiental.**

**4. Además este nuevo plan establece que la División Chuquicamata de Codelco Chile deberá adoptar las siguientes medidas operacionales:**

Con el objeto de controlar las emisiones de material particulado, principalmente las asociadas a la operación de la mina y botaderos, y mientras existan asentamientos humanos, deberá adoptar las medidas operacionales necesarias tendientes a reducir las emisiones de material particulado. Lo anterior, con el

objeto que se mantenga el cumplimiento de la norma primaria de material particulado respirable.

La División Chuquicamata de Codelco Chile deberá adoptar, a lo menos, las siguientes medidas:

- a) Operar en forma restringida, según régimen de vientos, el avance del botadero Oeste, botadero N°95 y/o botadero N°81, o como se le denomine.
- b) Mantener el uso de carpetas o el asperjado en caminos del área de mina y en caminos secundarios de tierra.
- c) Implementar la captación de gases fugitivos provenientes de las placas de sangría, canaletas, de las ollas receptoras de eje y las ollas receptoras de escoria del horno Flash.

## CUMPLIMIENTO DEL NUEVO PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE CHUQUICAMATA D.S.206/00.

### **1. Emisión de Anhídrido Sulfuroso y Material Particulado**

En cuanto a las emisiones de Material Particulado Respirable y Anhídrido Sulfuroso, la meta de emisión anual para el año 2001 y 2002 es lo establecido en el cronograma de reducción de emisiones del D.S.206/00.

#### **Año 2001:**

Para el año 2001 debería cumplirse con una emisión anual de 174,6 Mton/año para SO<sub>2</sub> y 1,85 Mton/año para material particulado.

Al respecto, cabe señalar que la entrada en vigencia del nuevo Plan de Descontaminación es en el mes de Octubre del año 2001, la emisión para anhídrido sulfuroso que deberá cumplir corresponde a los meses de octubre, noviembre y diciembre del año, esto es:

**Meta de Emisión anhídrido sulfuroso** =  $(174,6/12)*3 = 43,65$  Mton/año

Si se realiza el correspondiente cálculo para azufre se tiene:

**Meta de Emisión azufre** = 21,825 Mton/año (emisión de tres meses)



**Meta de Emisión material particulado=  $(1,850/12)*3=0,46$  Mton/año.**

**Año 2002:**

Debería cumplirse con una emisión anual de 158 Mton/año para SO<sub>2</sub> y 1,85 Mton/año para material particulado.

**1.1 Emisión anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>):**

**Cuadro N°1: Emisión mensual de Anhídrido Sulfuroso.**

Mes	Emisión mensual de azufre año 2001 (Mton/mes)	Emisión mensual de Anhídrido Sulfuroso, año 2001 (Mton/mes)	Emisión mensual de azufre año 2002 (Mton/mes)	Emisión mensual de Anhídrido Sulfuroso, año 2002 (Mton/mes)
Enero	8,629	17,258	6,074	12,148
Febrero	7,558	15,116	3,774	7,548
Marzo	5,347	10,694	3,240	6,480
Abril	5,809	11,618	5,193	10,386
Mayo	5,706	11,412	4,125	8,25
Junio	7,131	14,262	4,505	9,01
Julio	11,586	23,172	7,931	15,862
Agosto	7,338	14,676	8,894	17,788
Septiembre	6,703	13,406	6,943	13,886
Octubre	<b>6,431</b>	<b>12,862</b>	7,019	14,038
Noviembre	<b>6,288</b>	<b>12,576</b>	9,744	19,488
Diciembre	<b>6,121</b>	<b>12,242</b>	6,660	13,320
Total año	84,647	169,294	<b>74,102</b>	<b>148,204</b>
<b>Total últimos 3 meses</b>	<b>18,84 *</b>	<b>37,68 *</b>		
<b>Meta Emisión</b>	<b>21,825</b>	<b>43,65</b>		<b>158</b>

\* Valor de tres meses correspondiente a la entrada en vigencia del D.S.206/00.

Por los antecedentes señalados en el cuadro N°1, se aprecia que se ha cumplido el Nuevo Plan, con relación al cronograma de reducción de emisiones para SO<sub>2</sub>.

Según lo establecido en el nuevo plan de Descontaminación, D.S.206/00, el límite de emisión es el valor proporcional para tres meses durante el año 2001, desde la entrada en vigencia del decreto (octubre, noviembre, diciembre), por lo cuál la meta anual de SO<sub>2</sub> es la proporcional a estos 3 meses y la emisión real es calculada como la suma de la emisión de los tres últimos meses del año (ver cuadro N°1).

La emisión establecida para el año 2001 es de 43,65 Mton/año de SO<sub>2</sub> (para 3 meses) y la emisión real fue de 37,68 Mton/año de SO<sub>2</sub> (para 3 meses).

La emisión establecida para el año 2002, es de 158 Mton/año de SO<sub>2</sub>, y la emisión real fue de 148,3 Mton/año de SO<sub>2</sub>.

Pero es importante agregar que las emisiones de SO<sub>2</sub> aumentaron durante 1999 y 2000 en comparación con los años 1998 y 1997 como se muestra en el cuadro N°2. Sin embargo, según se muestra en el cuadro N°2, para el año 2001 la emisión anual de SO<sub>2</sub> ha disminuido comparándolo con los años anteriores.

#### **Cuadro N°2: Comparación Emisión Reales y Metas de Azufre**

Año	Emisión Azufre Mt/año		Emisión de SO <sub>2</sub>	
	Real	Meta	Real	Meta
1994	151	234	302	468
1995	137	198	274	396
1996	148	198	296	396
1997	114	198	228	396
1998	93	162	186	324
1999	128	162	256	324
2000	107 <sup>(1)</sup>	162	214	324
2001	84,7 <sup>(1)(2)</sup>	87 <sup>(3)</sup>	169,3 <sup>(4)</sup>	174,6 <sup>(5)</sup>
2002	74,1 <sup>(1)</sup>	79	148,2	158

(1) Cálculo realizado con la metodología nueva, establecida por el Servicio de Salud de Antofagasta en Resolución N°2367 de junio del 2000. Utilizando la metodología antigua la emisión sería aproximadamente 125 MT/año.

(2) Emisión acumulada anual de azufre, sin considerar que la entrada en vigencia del nuevo plan es a partir de Octubre del año 2001. La emisión de azufre desde la entrada en vigencia del decreto es de 18,84 MT/(3 meses).

(3) Meta anual de emisión de azufre, sin considerar que la entrada en vigencia del nuevo plan es a partir de Octubre del año 2001. La meta de Emisión proporcional considerando los tres meses desde la entrada en vigencia del nuevo plan de Descontaminación, según Decreto Supremo N°206/00, es de 21,825 MT/(3meses).

(4) Emisión anual de SO<sub>2</sub>, sin considerar que la entrada en vigencia del nuevo plan es a partir de Octubre del año 2001. La emisión de azufre desde la entrada en vigencia del decreto es de 37,68 MT/(3 meses).

(5) Meta anual de emisión de SO<sub>2</sub>, sin considerar que la entrada en vigencia del nuevo plan es a partir de Octubre del año 2001. La meta de Emisión proporcional considerando los tres meses desde la entrada en vigencia del nuevo plan de Descontaminación, según Decreto Supremo N°206/00, es de 43,65 MT/(3meses).

### Emisión mensual histórica SO<sub>2</sub>.

Por los antecedentes antes señalados y por el cuadro N°3 y N°4 que se presentan a continuación, con relación al cronograma de reducción de emisiones mensuales de SO<sub>2</sub> expresado en Azufre en el Plan antiguo, se cumplió para el año 2000, primer semestre del 2001 y durante todos los meses de los años anteriores, a excepción del mes de Agosto de 1999, en que la emisión mensual de Azufre no fue cumplida, el valor fue 14,64. Pero es importante agregar que si consideramos la metodología antigua en el mes de octubre la emisión estaría alrededor del valor del nivel de la norma porque se tiene una emisión aproximada de 13,77 (se cálculo a partir de los datos entregados por la empresa, es una estimación).

**Cuadro N°3: Comparación de Emisión mensuales Reales y Metas de Azufre años 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999**

Mes	Año												
	1993 Mt/mes		1994 Mt/mes		1995 Mt/mes		1996 Mt/mes		1997 Mt/mes		1998 Mt/m	1999 Mt/m	1998 1999 2000
	Real	Meta	Real	Meta	Real	Meta	Real	Meta	Real	Meta	Real	Real	Meta
Ene			12,6	19,5	7,3	16,5	13,2	16,5	9,8	16,5	10,7	7,51	13,5
Feb.			9,9	19,5	8,98	16,5	13,6	16,5	12,3	16,5	8,3	8,27	13,5
Mar			16,7	19,5	8,94	16,5	14,7	16,5	13,62	16,5	9,1	11,74	13,5
Abr			14	19,5	10,29	16,5	13,9	16,5	10,62	16,5	9,3	10,64	13,5
May			11,4	19,5	11,75	16,5	9,6	16,5	13,22	16,5	9,6	10,71	13,5
Jun			9,1	19,5	8,86	16,5	12,5	16,5	9,8	16,5	3,34	10,13	13,5
Jul			14,7	19,5	11,49	16,5	11,4	16,5	8,06	16,5	6,6	7,41	13,5
Ago	10,9	21	16	19,5	11	16,5	14,1	16,5	8,8	16,5	8,75	14,64	13,5
Sept.	16	21	12,1	19,5	10,65	16,5	14,2	16,5	6,5	16,5	4,48	11,78	13,5
Oct	15,3	21	9,4	19,5	15,3	16,5	12,3	16,5	6,2	16,5	7,47	13,15	13,5
Nov.	15	21	16	19,5	16,8	16,5	9,4	16,5	7,3	16,5	6,91	12,83	13,5
Dic.	12,5	21	9,6	19,5	15,9	16,5	11,4	16,5	8,14	16,5	8,22	9,4	13,5
<b>Total año</b>		<b>252</b>	<b>151</b>	<b>234</b>	<b>137</b>	<b>198</b>	<b>148</b>	<b>198</b>	<b>114</b>	<b>198</b>	<b>93</b>	<b>128,21</b>	<b>162</b>

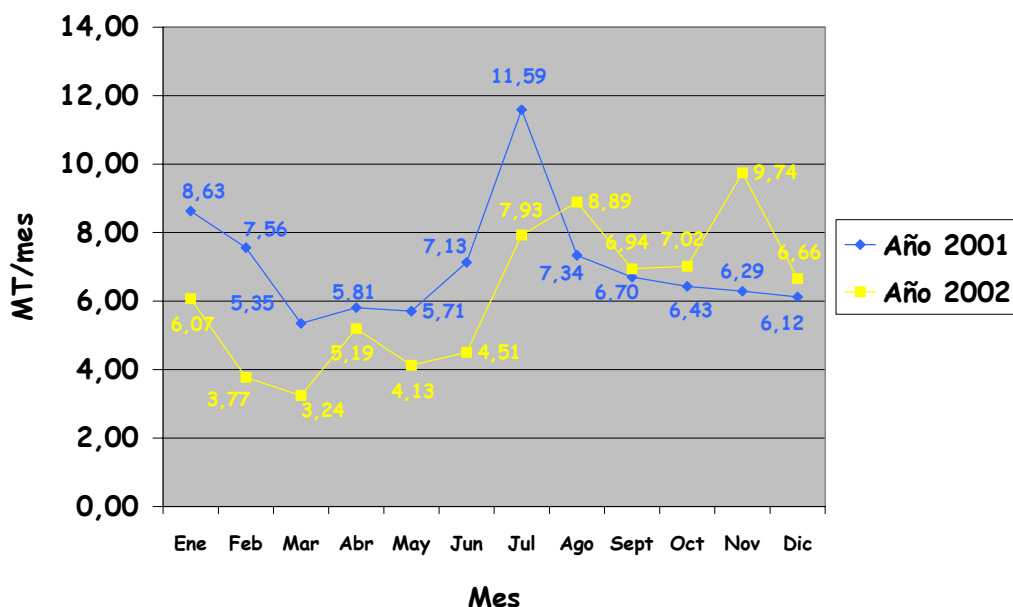
**Cuadro N°4: Comparación de Emisión mensuales Reales y Metas de Azufre años 2000, 2001 y 2002.**

Mes	2000 Mt/m Nueva	2000 Mt/m Antigua	2001 MT/m Nueva	2001 Mt/m Antigua	2002 Mt/m	Meta año 2000 y 2001	Meta año 2002
	Real	Real	Real	Real	Real	Meta	Meta
Enero	9,6	11,73	8,63	10,14*	6,074	13,5	No hay meta
Febrero	7,21	8,4	7,56	8,88*	3,774	13,5	No hay meta
Marzo	8,92	10,08	5,35	6,28*	3,240	13,5	No hay meta
Abril	8,47	9,62	5,81	6,83*	5,193	13,5	No hay meta
Mayo	10,5	12,3	5,71	6,71*	4,125	13,5	No hay meta
Junio	6,67	8,27	7,13	8,38*	4,505	13,5	No hay meta
Julio	7,77	9,13*	11,59	13,62*	7,931	13,5	No hay meta
Agosto	10,19	11,97*	7,34	8,63*	8,894	13,5	No hay meta
Septiembre	8,75	10,28*	6,70	7,87*	6,973	13,5	No hay meta
Octubre	11,73	13,78*	6,43	7,56*	7,019	No hay meta	No hay meta
Noviembre	7,85	9,23*	6,29	7,39*	9,744	No hay meta	No hay meta
Diciembre	9,23	10,85*	6,12	7,19	6,660	No hay meta	No hay meta
<b>Total Año</b>	<b>106</b>	<b>125,64*</b>	<b>84,65</b>	<b>99,48</b>	<b>74,1</b>	<b>87,3<sup>1</sup></b>	<b>79</b>

\*Valores calculados a partir de la información entregada por la empresa desde enero a Diciembre del año 2000 ambas metodologías antigua y nueva para julio y desde julio en adelante sólo nueva metodología.

<sup>1</sup> Meta anual establecida en el nuevo Plan de Descontaminación (D.S.206), vigente desde octubre del año 2001.

**Emisión Mensual de Azufre  
 año 2001 y 2002 (MT/mes)**



**1.2 Emisión PM10**

**Emisión año 2001:**

La emisión anual para PM10 establecida en el D.S.206/00 para el año 2001 corresponde un valor inferior o igual a 1.850 ton/año.

Según lo establecido en el nuevo plan, la determinación de esta emisión debe ser realizada por muestreo isocinético, con campañas de medición trimestrales.

Al respecto el Servicio de Salud de Antofagasta ha informado que durante al año 2001 se realizaron los siguientes muestreos isocinéticos correspondiente a los primeros 2 cuatrimestres del año 2001, los cuales dan como resultados:

Primer cuatrimestre (enero-abril): 87 ton/mes

Segundo cuatrimestre(mayo-agosto): 122 ton/mes

No se realizó muestreo isocinético durante el tercer cuatrimestre del año 2001 debido a que la empresa Codelco Chile ha informado al Servicio de Salud de Antofagasta que

tiene dificultades para realizar la medición en la chimenea, y que realizará una propuesta de medición.

Por lo tanto para el año 2001, y teniendo como referencia los muestreos isocinéticos antes señalados, especialmente el del segundo cuatrimestre y multiplicándolo por los 3 meses de vigencia del nuevo Plan da como resultado 0,37 Mton/año, comparándolo con lo establecido en el nuevo Plan de Descontaminación de 0,46 Mton/mes se puede señalar que se ha cumplido con la emisión de material particulado respirable establecida en el nuevo plan.

### **Emisión año 2002:**

Para el año 2002 el Servicio de Salud de Antofagasta ha informado con respecto a las mediciones isocinéticas en chimenea CPS lo siguiente:

**Primer Trimestre 2002:** Codelco informa los fundamentos por los cuales no se concretó la actividad de Medición isocinéticas en chimenea CPS durante el primer trimestre, lo que significó varios intentos fallidos pues no había emisiones por chimenea de PM10.

**Segundo Trimestre 2002, periodo Abril-Mayo-Junio:** Los resultados indican un promedio ponderado 22,7 t/mes, es decir un 85% menor que el límite de 154 t/mes establecido en el D.S.206.

**Tercer trimestre 2002, periodo Junio-Julio-Agosto:** Los resultados indican un promedio ponderado de 126,6 t/mes, es decir, un 15,8% menor que el límite de 154 t/mes establecido.

**Cuarto Trimestre 2002, periodo Octubre-Noviembre-Diciembre:** Los resultados indican un promedio ponderado de 107,4 t/mes, es decir, un 30,3 % menor que el límite establecido en el decreto.

Según lo establecido en el D.S.206/00, la emisión anual es de 1850 ton/año. Al ponderar este valor para los tres trimestres medidos (9 meses), se tiene:  
 $(1850/12)*9=1387,5$  ton/año

Para los trimestres que contienen mediciones de emisiones, la emisión corresponde a 770,1 ton/año. Por lo tanto para el año 2002 se ha cumplido con la emisión de material particulado establecida en el decreto.

### Emisión histórica de Pm10

#### Cuadro N° 5: Comparación Emisión Reales y Metas de Material Particulado

Emisión M. Particulado Mt/año		
Año	Real	Meta
1994	8,22	9,72
1995	3,31	8,28
1996	2,74	3,24
1997	1,63	3,24
1998	1,09	3,24
1999	1,85 <sup>(1)</sup>	3,24
2000	1,75 <sup>(2)</sup>	3,24
2001	0,36 <sup>(3)</sup>	0,46 <sup>(4)</sup>
2002	1,03	1,82

(1) El cálculo anual se realiza a partir de dos cuatrimestres el primero y el tercero

(2) El cálculo de la emisión se realiza a partir de un muestreo isocinético realizado durante el segundo cuatrimestre.

(3) Emisión real correspondiente a 3 meses de entrada en vigencia del nuevo plan. (determinada por mediciones isocinéticas realizadas durante el segundo cuatrimestre del año 2001 (mayo-agosto))

(4) Emisión anual proporcional a tres meses según Decreto Supremo N°206/00.

(5) El calculo se realiza a partir de los tres trimestres con mediciones isocineticas.

### Para 1999 y 2000:

En relación con el material particulado, el límite de emisión mensual considerado para 1999 y para el año 2000, que sería el establecido en 1998 en el D.S 132/93 (antiguo Plan de Descontaminación), es de 270 ton/mes, según Resolución del Servicio de Salud de Antofagasta. Como se muestra en el cuadro N°2, para el año 1999 la emisión fue cumplida. Para el año 2000 se cuenta con los antecedentes de un muestreo isocinético realizado el segundo cuatrimestre. En efecto la División Chuquicamata, realizó un muestreo isocinético en el segundo cuatrimestre del año 2000 el cuál ha dado como

resultado 146 T/mes, suponiendo que los otros dos cuatrimestres tiene la misma emisión, la emisión anual sería de 1,752 MT/año, por lo tanto también fue cumplida la emisión para este año 2000.

### **Para año 2001:**

Para el año 2001, la emisión límite, según lo establecido en el nuevo plan es de 1850 ton/año y comparándolo con el muestreo isocinetico del segundo cuatrimestre realizado durante el año 2001 la emisión anual sería de 1464 ton/año (realizado entre mayo-agosto), por lo tanto para este año la emisión también fue cumplida.

Cabe señalar, que según lo observado en el cuadro N°2, desde al año 1994 a 1998 disminuye la emisión de material particulado, sin embargo para los años 1999 y 2000, se observa un aumento en los valores de emisión real.

Para el año 2001 se aprecia nuevamente una disminución en la emisión anual de material particulado, si multiplicamos el valor indicado en la tabla para el año completo sería de 1,44 Mton/año.

### **Para año 2002:**

Para el año 2002, como se aprecia en el cuadro anterior, también existe una disminución en la emisión anual si la comparamos con los años anteriores.

### **1.3. Emisión de Arsénico:**

En relación con las emisiones de arsénico estas restricciones se establecen en el D.S.N° 165/99.

### **2. Presentación al Servicio de Salud de Antofagasta y situación en que se encuentra lo siguiente:**

a) Planes operacionales para enfrentar episodios críticos de contaminación por anhídrido sulfuroso y material particulado.

Los Planes operacionales para enfrentar episodios críticos de contaminación SO<sub>2</sub> y PM 10 fueron aprobados por Resolución N° 4038 del 02 de Septiembre del 2002 del Servicio de Salud de Antofagasta.



- b) Envío de informes mensuales sobre emisiones de anhídrido sulfuroso e informes trimestrales de emisión de material particulado.

El Servicio de Salud de Antofagasta señala que los informes con la emisión de Anhídrido Sulfuroso, están siendo enviados regularmente dentro de los 15 primeros días de cada mes. Sin embargo para el caso de los informes trimestrales de material particulado respirable, la empresa informó en el año 2001, que se han producido algunas dificultades para realizar la medición a través de muestreos isocinéticos.

Para el año 2002, se cuenta con mediciones de tres de los cuatro trimestres.

- c) Metodología de balance de masa para estimar la emisión de azufre.

Actualmente se tiene aprobada la metodología establecida en el antiguo plan mediante resolución N° 5387/99.

- d) Manual de operación, mantención, calibración y aseguramiento de calidad de la red de monitoreo.

Se remitió al Servicio de Salud de Antofagasta el Manual de operación, mantención, calibración y aseguramiento de calidad de la red, el cual fue revisado y aprobado mediante Ord.N° 1797 del 4 de Abril del 2002.

- e) Evaluación anual y objetiva de la red de monitoreo, de la determinación de emisiones, de la eficiencia de los equipos de control de emisiones y de las condiciones de operación de los distintos equipos emisores.

Esta red ha sido sometida a auditorias externas por laboratorios autorizados y es fiscalizada periódicamente por funcionarios del Servicio de Salud de Antofagasta.

- f) La información de la red de monitoreo relativa a la concentración y de las condiciones meteorológicas, por medio de un sistema computacional en línea.

La empresa instaló en las dependencias del Departamento programas Sobre el ambiente un computador marca Olivetti el cual, vía telefónica, en fecha 31 de Octubre del 2001 y se recepcionó conforme documento DAPR-PHI # 1001/01. La información se

recepciona en tiempo real de la calidad del aire en planilla excel, con gráficas, con información de todas las estaciones incluyendo la meteorología.

El monitoreo en línea aún no es aprobado por el Servicio de Salud, debido a que la Estación Hospital del Cobre (Calama), ha tenido algunos inconvenientes que están siendo estudiados y analizados para poder mejorar la confiabilidad del equipo.

### **3. Presentación a CONAMA un Programa de educación y difusión ambiental:**

Con fecha 7 de Diciembre del año 2001 se recepciona en la Dirección Regional de CONAMA II Región el programa de educación y difusión ambiental enviado por la División Chuquicamata de Codelco Chile. Este programa fue aprobado por el Director Ejecutivo de CONAMA a través de Ord. N° 022524 de fecha 12 de junio de 2002.

### **4. Medidas ha adoptar por la división Chuquicamata de Codelco Chile:**

- a) Operar en forma restringida, según régimen de vientos, el avance del botadero Oeste, botadero N°95 y/o botadero N°81, o como se le denomine.
- b) Mantener el uso de carpetas o el asperjado en caminos del área de mina y en caminos secundarios de tierra.
- c) Implementar la captación de gases fugitivos provenientes de las placas de sangría, canaletas, de las ollas receptoras de eje y las ollas receptoras de escoria del horno Flash.

El Servicio de Salud de Antofagasta señala que todas las medidas de control operacionales para Material Particulado PM10, exigidas en el Art.N° 8 del D.S.N 206 han sido adoptadas por la empresa dentro de los plazos establecidos. Esto ha sido verificado en visitas inspectivas realizadas por el Servicio de Salud de Antofagasta.

## **CALIDAD DE AIRE ANHÍDRIDO SULFUROSO (SO<sub>2</sub>)**

### **Para año 1999:**

La norma anual es de 80ug/m<sup>3</sup>N y como muestra el cuadro N°5, ésta no se cumple en el año 1999, pues los promedios anuales durante el año 1999 son para J.Bradford, San José y Auka Huasi de 152, 144 y 146 ug/m<sup>3</sup>N respectivamente. La norma diaria es de

365 ug/m<sup>3</sup>N y como muestra el cuadro N°6, es excedida en 37, 27 y 33 días en las estaciones J.Bradford, San José y Auka Huasi respectivamente.

**Para el año 2000:**

En relación con el año 2000 los promedios son los siguientes 154, 118 y 113 ug/m<sup>3</sup>N respectivamente, por lo cual la norma anual no se cumple durante el año 2000. La norma diaria ha sido excedida en 35, 23 y 21 días respectivamente, el año 2000.

**Para el año 2001:**

Los promedios anuales son los siguientes: 109,29 en la estación J.Bradford, 86,90 en la estación San José y 75,43 ug/m<sup>3</sup>N en la estación Auka Huasi. Cabe señalar que la estación J.Bradford estuvo monitoreando hasta el mes de mayo del año 2001, por lo tanto el promedio corresponde a los primeros 5 meses del año. Estos promedios indican que la norma anual no se cumple durante el año 2001 para las dos primeras estaciones, sin embargo la norma anual de SO<sub>2</sub> se cumple para la estación Auka Huasi. La norma diaria fue excedida en 1, 9 y 10 días respectivamente durante el 2001.

**Para el año 2002:**

Actualmente no se está cumpliendo con las normas calidad de aire para anhídrido sulfuroso, ni en su condición anual ni diaria. Se muestra una reducción el año 2002 con relación al 2001 y 2000 para la estación San José en la cual se estaría cumpliendo la norma anual para esta Estación. En la estación Auka Huasi, se cumple la norma anual para el año 2001, sin embargo para el año 2002, no se cumple la norma anual.

**Cuadro N° 6: Concentración Calidad de Aire SO<sub>2</sub>**  
**Promedio Anual**

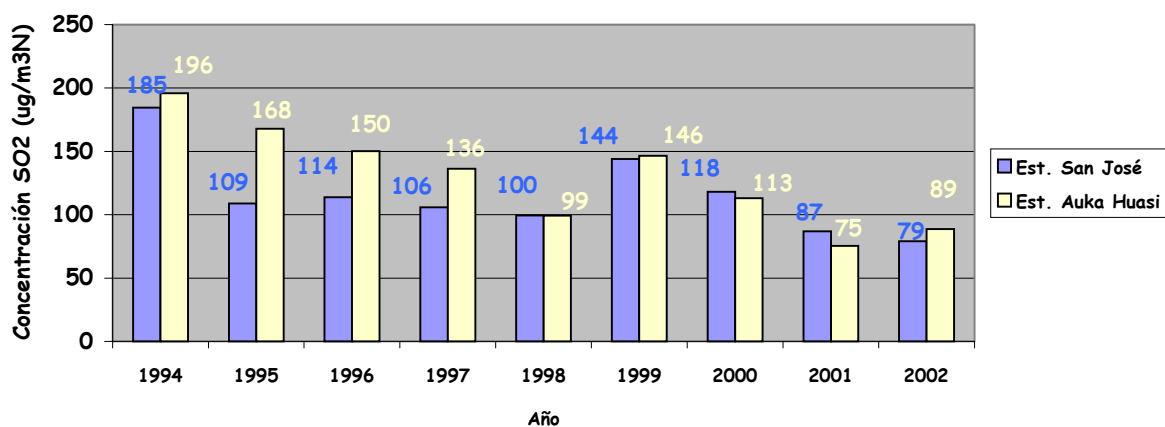
Año	Estación Monitoreo		
	J. Bradford ug/Nm <sup>3</sup>	S.José Ug/Nm <sup>3</sup>	A. Huasi ug/Nm <sup>3</sup>
1994	166	184	196
1995	156	90	154
1996	135	114	150
1997	118	106	136
1998	142	99	101
1999	152	144	146 <sup>(1)</sup>
2000	153	118	113
2001	109 <sup>(2)</sup>	87	75
2002	(3)	79	89

(1) Promedio excluyendo Abril por problemas en la medición.

(2) Promedio de enero a mayo

(3) No se monitorea desde junio del 2001

**Concentración anual SO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>N)**  
**Estación San José y Estación Auka Huasi**



**Cuadro N°7: Concentración Calidad de Aire SO<sub>2</sub> - Número de días sobre la norma diaria**

Año	N° veces sobre Norma en cada Estación de Monitoreo para SO <sub>2</sub>		
	J. Bradford	S.José	A. Huasi
1994	24	32	13
1995	42	13	39
1996	32	26	36
1997	23	22	27
1998	24	14	12
1999	37	27	33 <sup>(1)</sup>
2000	34	23	21
2001	1 (*)	9	10
2002	s/m	4	7

(1) Excluyendo Abril por problemas en la medición.

(\*) Los valores de esta estación (J.Bradford) para el año 2001 corresponden a los primeros 5 meses del año (hasta mayo 2001)

s/m Sin monitoreo

**CALIDAD DE AIRE PM<sub>10</sub>**

La norma diaria de material particulado respirable se establece mediante D.S.N°59 y es de 150 ug/m<sup>3</sup>N. Se considerara sobrepasada la norma cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual a 150 ug/m<sup>3</sup>N. El año 1998 y 1999 como muestra el cuadro N°7, se cumple con la norma establecida en el D.S.N°59 de 1998, pues en el año 1998 la norma no es superada y el año 1999 el percentil 98 está bajo los 150 ug/m<sup>3</sup>N. Durante el año 2000 el percentil 98 está bajo el valor de la norma, por lo cual la norma de PM<sub>10</sub> no fue superada durante ese año 2000.

Para el año 2001 se superó la norma en la estación San José en 3 ocasiones y se superó el nivel de latencia 36 veces en la estación San José.

Para el año 2001, en la estación San José, el percentil 98 tuvo un valor de 158 (ug/m<sup>3</sup>N) lo que indica que se excedió la norma. Por lo cual la zona se encontró saturada por PM<sub>10</sub> para ese año.

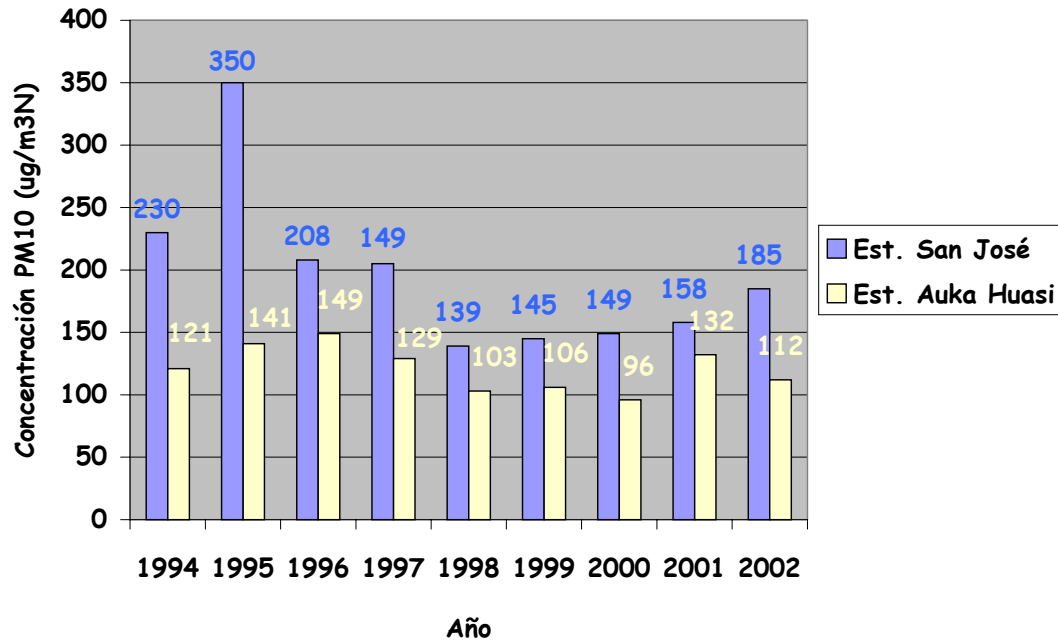
Para el año 2002, el percentil 98 es de 185 ug/m<sup>3</sup>N, se encontraría saturada por PM<sub>10</sub>.

**Cuadro N°8: Concentración Calidad de Aire PM<sub>10</sub> - Número de días sobre la norma diaria**

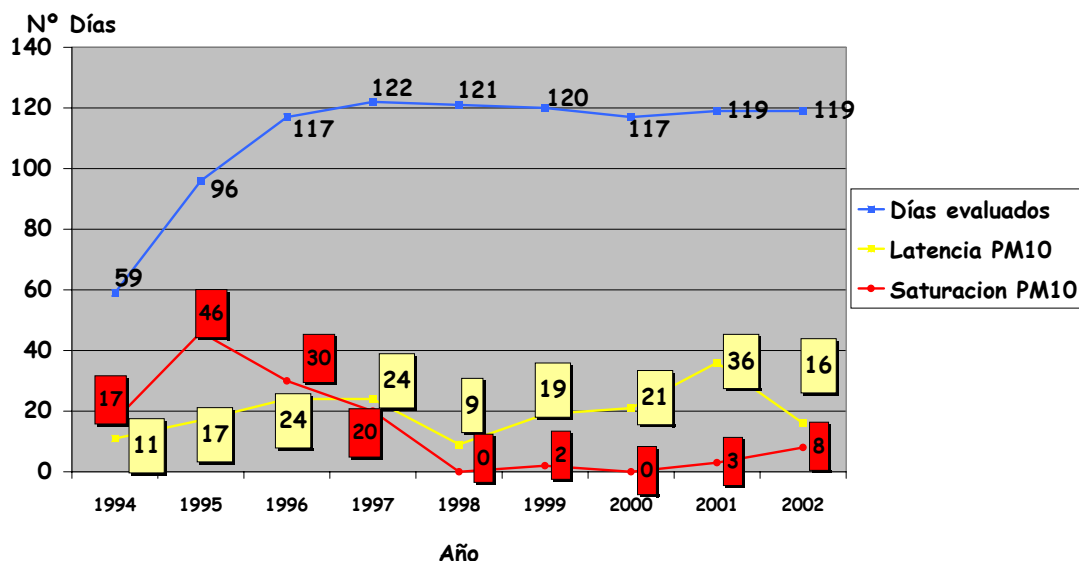
Año	N° de veces sobre nivel de latencia			N° de veces sobre norma en cada estación		
	J. Bradford	S. José	A. Huasi	J. Bradford	S. José	A. Huasi
1994	6	11	2	1	17	0
1995	26	17	8	18	46	0
1996	26	24	7	14	30	2
1997	16	24	4	3	20	1
1998	7	9	1	0	0	0
1999	12	19	0	2	2	0
2000	23	21	0	0	0	0
2001	0 (*)	36	0	0 (*)	3	0
2002	s/m	10 <sup>(1)</sup>	10 <sup>(1)</sup>	s/m	8	0

(\*) esta estación realizó monitoreos hasta el mes de mayo del año 2001.

Percetil 98 para PM10  
 Estación San José y Estación Auka Huasi



Días sobre norma y sobre valor de latencia por PM10.  
 Estación San José



### EPISODIOS CRÍTICOS (SO2)

Se ha considerado que existe un episodio crítico cuando los niveles establecidos como alerta, advertencia y emergencia dentro del Decreto Supremo N° 185/91 del Ministerio de Minería, son sobrepasados en las estaciones John Bradford y San José. Como se ha señalado la anteriormente la estación John Bradford realizó monitoreos hasta el mes de Mayo del año 2001.

El año 1999 se produjeron 127 episodios críticos. Cuando se han producido estos episodios se lleva a cabo el plan de acción operacional. El año 2000, 126 episodios, en el año 2001, 73 episodios y el año 2002 se cuenta con 88 episodios críticos.



**Cuadro N°9: Número de Episodios Críticos de SO<sub>2</sub>**

Año	Número Episodios
1994	221
1995	116
1996	125
1997	95
1998	114
1999	127
2000	126
2001	73
2002	88

## CONCLUSIONES

### **1. Cumplimiento del cronograma de emisión de SO<sub>2</sub> y Material Particulado para 1998, 1999, 2000 y 2001:**

1.1 Considerando las mismas metas de emisión de 1998 para 1999, 2000 y primer semestre del 2001 las metas de emisión establecidas en el cronograma de reducción de emisiones del antiguo plan de descontaminación, para SO<sub>2</sub> expresada en Azufre y Material particulado se han cumplido a cabalidad a excepción de agosto de 1999 que se superó la norma mensual de SO<sub>2</sub> y en octubre del 2000 el nivel estimado con la metodología antigua sería un poco mayor que la meta.

1.2 Considerando la meta de emisión de SO<sub>2</sub> expresada en azufre establecida en el nuevo plan de Descontaminación para los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2001, se cumplió a cabalidad con la meta.

1.3 Considerando la emisión establecida en el nuevo plan de Descontaminación para material particulado respirable, para los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2001, se puede señalar que se cumplió con la meta.

## 2. Cumplimiento del cronograma de emisión para el año 2002:

2.1 La emisión establecida para el año 2002, es de 158 Mton/año y la emisión real fue de 148,2 Mton/año de SO<sub>2</sub>, por lo tanto se cumple con la meta de emisión.

A pesar de cumplirse las metas de emisión, es importante señalar que la emisión aumentó durante los años 1999 y 2000 en comparación con los años 1997 y 1998. Sin embargo la emisión de azufre disminuyó para el año 2001 en comparación con el resto de los años anteriores y la emisión del año 2002, también es menor comparada con el año 2001.

2.2 La meta de emisión anual de PM<sub>10</sub> se cumple para todos los años. Así mismo la emisión anual ha disminuido comparándola con los años anteriores.

2.3 Durante el año 2002 no se estaría cumpliendo con la norma de calidad para material particulado respirable, esta zona se encontraría en una situación de saturación. Lo anterior debido a que el percentil 98 es 185 ug/m<sup>3</sup>N para el año 2002 en la estación San José.

2.3 A la fecha no se cumplen las normas de calidad de aire para anhídrido sulfuroso anual ni diaria.

### Norma de Arsénico:

3. Actualmente existe una norma de emisión para arsénico establecida en el D.S.N°165 de 1999.

### Cumplimiento de otras exigencias del Plan:

4. Conforme a lo establecido en el nuevo plan de Descontaminación la empresa ha presentado lo siguiente al Servicio de Salud de Antofagasta, los que se encuentra en la siguiente situación:

a) Planes operacionales para enfrentar episodios críticos de contaminación por anhídrido sulfuroso y material Particulado: El Servicio de Salud de Antofagasta aprobó los planes operacionales para enfrentar episodios críticos por Resolución N° 4038 del 02 de septiembre del año 2002.

- b) Envío de informes mensuales sobre emisiones de anhídrido sulfuroso e informes trimestrales de emisión de material particulado: Los informes de emisión de anhídrido sulfuroso están siendo enviados regularmente dentro de los 15 primeros días de cada mes. Con respecto a los informes trimestrales con la emisión de material particulado para el año 2002, se cuenta con mediciones para tres de los cuatro trimestres.
- c) Metodología de balance de masa para estimar la emisión de azufre: Actualmente se tiene aprobada la metodología establecida en el antiguo plan mediante resolución N° 5387/99.
- d) Manual de operación, mantención, calibración y aseguramiento de calidad de la red de monitoreo: Se remitió al Servicio de Salud de Antofagasta el Manual de operación, mantención, calibración y aseguramiento de calidad de la red, el cual fue revisado y aprobado mediante Ord.N° 1797 del 4 de Abril del 2002.
- e) Evaluación anual y objetiva de la red de monitoreo, de la determinación de emisiones, de la eficiencia de los equipos de control de emisiones y de las condiciones de operación de los distintos equipos emisores: Esta red ha sido sometida a auditorias externas por laboratorios autorizados y es fiscalizada periódicamente por funcionarios del Servicio de Salud de Antofagasta
- f) La información de la red de monitoreo relativa a la concentración y de las condiciones meteorológicas, por medio de un sistema computacional en línea: La empresa instaló en el Servicio de Salud de Antofagasta un sistema computacional en línea. El monitoreo en línea aún no ha sido aprobado por el Servicio de Salud, debido a que la estación Hospital del Cobre ha tenido algunos inconvenientes que están siendo estudiados y analizados, para mejorar la confiabilidad del equipo.
5. Conforme a lo establecido en el D.S.206/00, la división Chuquicamata de Codelco Chile presentó el programa de educación y difusión ambiental. El Programa de Educación y Difusión Ambiental fue aprobado por el Director Ejecutivo de CONAMA según Ordinario N°022524 del 12 de Junio de 2002.
6. Este nuevo plan establece que la división Chuquicamata de Codelco Chile deberá adoptar, a lo menos las siguientes medidas:

- 
- a) Operar en forma restringida, según régimen de vientos, el avance del botadero Oeste, botadero N°95 y/o botadero N°81, o como se le denomine.
  - b) Mantener el uso de carpetas o el asperjado en caminos del área de mina y en caminos secundarios de tierra.
  - c) Implementar la captación de gases fugitivos provenientes de las placas de sangría, canaletas, de las ollas receptoras de eje y las ollas receptoras de escoria del horno Flash.

El Servicio de Salud de Antofagasta señala que todas las medidas de control operacionales para Material Particulado PM10, exigidas en el Art.N° 8 del D.S.N° 206 han sido adoptadas por la empresa dentro de los plazos establecidos. Est se ha verificado en visitas de inspección realizadas por el Servicio de Salud de Antofagasta.