



Universidad Católica del Norte

**INFORME DE CALIDAD DEL AIRE
DE LA REGION DE ANTOFAGASTA**

(Licitación 618775-5-LE13)



Para Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente
Región de Antofagasta

Agosto 2013

RESUMEN EJECUTIVO

En el año 2000 se elaboró el primer informe de Calidad de Aire de la Región, considerando la información existente hasta el 30 de Septiembre de 2000, para Material Particulado Respirable (MP10), Anhídrido Sulfuroso (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃) y Partículas Totales en Suspensión (PTS). Desde ese año a la fecha, periódicamente se ha estado realizando una actualización de las bases de datos, e incorporando información de nuevas estaciones instaladas.

La información de calidad de aire de la región se genera, a partir de los monitoreos de seguimiento de los proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), de los planes de descontaminación y monitoreos proporcionados por la Autoridad Sanitaria.

El análisis y evaluación de la información se realiza para aquellos parámetros que se están monitoreando en la región y que corresponden a NO₂, SO₂, O₃, MP10, MP2.5, Plomo (Pb) y Monóxido de Carbono (CO), teniendo como base la normativa vigente, es decir: Decreto Supremo N°59 del año 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, modificado por el Decreto Supremo N°45 del año 2001 Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Decretos Supremos N°12 del año 2011, N°136 del año 2000; N°112 del año 2002, N°113/02, N°114/02 y N°115/02, todos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

El presente informe, el cual abarca el periodo entre los años 2011 y 2012, entrega un análisis de la situación actual e histórica de la calidad de aire, evaluando el cumplimiento de la normativa vigente (por sectores dentro de cada comuna). Dicho informe tiene como objetivo ser un instrumento de apoyo para el desarrollo de nuevas políticas, leyes, normas y propuestas de acciones tanto de recuperación como de prevención en el ámbito de la calidad del aire.

La información recolectada en este informe para el periodo entre los años 2011 y 2012, proviene de las estaciones de calidad de aire instaladas en las comunas de Antofagasta, Taltal, Calama, María Elena, Mejillones, Sierra Gorda y Tocopilla exceptuando los campamentos mineros. Es importante destacar que:

- Algunas estaciones cuentan con información durante varios años; sin embargo, otras cuentan con información sólo de algunos meses.
- Los parámetros medidos en cada estación varían de una estación a otra dependiendo de la fuente emisora asociada a este monitoreo.

El análisis de la información recolectada se centra en comparar la calidad de aire registrada en las estaciones de monitoreo de la región con las normas primarias de calidad y detectar posibles situaciones de saturación y de latencia, incorporando en el análisis:

- El concepto del percentil 98 para la norma diaria de Material Particulado Respirable, MP10. Dicha norma se considerará sobrepasada cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación clasificada como Estación de Monitoreo de MP10 con Representatividad Poblacional (EMRP), sea mayor que 150 µg/m³N. El percentil será el valor del elemento de orden k, de una lista en orden creciente, para el que "k" se calculará por

medio de la siguiente fórmula $k=q*n$, donde $q=0,98$ para el percentil 98 y "n" corresponde al número de valores efectivamente medidos.

- La norma anual para MP10, aplicable a partir del 1º de Enero año 2005, se considerará sobrepasada 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- El concepto del percentil 98 para la norma diaria de Material Particulado Fino, MP2.5, aplicable a partir de 1º de Enero año 2012. Dicha norma se considerará sobrepasada cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación clasificada como EMRP, sea mayor que $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- La norma anual para MP2.5, aplicable a partir del 1º de Enero año 2012, se considerará sobrepasada 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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- El concepto de percentil 99 para la norma diaria para SO_2 como concentración 24 horas. Dicha norma se considerará sobrepasada cuando el promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99, de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario en cualquier estación monitora clasificada como EMRPG, sea igual o mayor que $250 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- La norma anual para SO_2 , se considerará sobrepasada cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de 3 años calendario sucesivos, en cualquier estación monitora clasificada como EMRPG, sea igual o mayor que $80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- El concepto percentil 99 para la norma horaria para NO_2 , como concentración 1 hora. Dicha norma se considerará sobrepasada cuando el promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario en cualquier estación monitora clasificada como EMRPG, sea igual o mayor que $400 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- La norma anual para NO_2 se considerará sobrepasada cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de 3 años calendarios sucesivos en cualquier estación monitora clasificada como EMRPG, sea igual o mayor que $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- El concepto de percentil 99 para la norma como concentración promedio 8 horas para O_3 . Dicha norma se considerará sobrepasada cuando el promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario en cualquier estación monitora clasificada como EMRPG, sea igual o mayor que $120 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- La norma anual de Pb es de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como concentración anual (promedio de concentración de dos años sucesivos).
- El concepto de percentil 99 para la norma como concentración promedio 8 horas para CO. Dicha norma se considerará sobrepasada cuando el promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario en cualquier estación monitora clasificada como EMRPG, sea igual o mayor que $10 \text{mg}/\text{m}^3\text{N}$.

- El concepto de percentil 99 para la norma como concentración promedio 1 hora para CO. Dicha norma se considerará sobrepasada cuando el promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPG, sea igual o mayor que $30 \text{ mg/m}^3\text{N}$.

Como resultados de esta evaluación podemos mencionar:

- Aumento de la concentración diaria de MP10 en la estación Inacesa (Sector La Negra). El año 2010 alcanzó un valor de $187 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, valor inferior a los $228 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ y $324 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ registrados los años 2011 y 2012, todos valores sobre la norma. La norma anual MP10 también se encuentra sobrepasada en los últimos tres periodos analizados con valores de $132 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, $125 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ y $129 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, respectivamente.
- La estación Paposo (Sector Paposo) presenta un aumento en la concentración diaria MP10 de $77 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ (2011) y $144 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ (2012), en comparación a los $61 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ que se reporta el año 2010. La concentración anual de MP10, también presenta una leve tendencia al alza en los últimos tres periodos analizados con valores de $37 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, $36 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ y $41 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, respectivamente.
- La estación Servicio Médico Legal (Sector Ciudad de Calama) la concentración diaria de MP10 ha ido en aumento para los tres años analizados con valores de $141 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, $156 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ y $186 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, respectivamente. La concentración anual de MP10, en los tres periodos analizados, presenta una tendencia a la baja con valores de $87 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, $82 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ y $77 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, respectivamente.
- Para la estación Chiu Chiu (Sector Chiu Chiu) la concentración anual de MP10 ha tendido a la baja para los tres últimos periodos analizados, con valores de $62 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, $55 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ y $50 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$, respectivamente.
- La estación Sierra Gorda (Sector Sierra Gorda) aumentó drásticamente su concentración diaria de MP10 desde $65 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ (año 2011) a $143 \text{ }\mu\text{g/m}^3\text{N}$ (año 2012).

En lo que respecta a los sectores: Ciudad de Calama, Sector Chuquicamata, Sector Tocopilla, y Sector María Elena, mantienen sus estados declarados previos al periodo de análisis de este informe.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS Y ALCANCES	12
2.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2.3 ALCANCES	12
III. DEFINICIONES GENERALES.....	12
IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	15
4.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	15
4.2 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	15
4.2.1 <i>Material Particulado Respirable MP10.....</i>	<i>16</i>
4.2.2 <i>Material Particulado Fino MP 2.5</i>	<i>17</i>
4.2.3 <i>Dióxido de Azufre (SO₂).....</i>	<i>17</i>
4.2.4 <i>Dióxido de Nitrógeno (NO₂).....</i>	<i>18</i>
4.2.5 <i>Ozono (O₃).....</i>	<i>18</i>
4.2.6 <i>Monóxido de Carbono (CO)</i>	<i>19</i>
4.2.7 <i>Plomo (Pb).....</i>	<i>20</i>
V. ESTACIONES DE MONITOREO.....	20
VI. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE POR COMUNA 23	
6.1 COMUNA DE ANTOFAGASTA.....	23
6.1.1 <i>Sector Coloso</i>	<i>23</i>
6.1.2 <i>Sector Coviefi.....</i>	<i>25</i>
6.1.3 <i>Sector La Negra.....</i>	<i>30</i>
6.1.4 <i>Sector Centro Ciudad de Antofagasta</i>	<i>41</i>
6.2 COMUNA DE TALTAL	45
6.2.1 <i>Sector Paposo</i>	<i>45</i>
6.3. COMUNA CALAMA.....	50
6.3.1 <i>Sector Ciudad de Calama.....</i>	<i>51</i>
6.3.2 <i>Sector Chuquicamata</i>	<i>61</i>
6.3.3 <i>Sector el Abra</i>	<i>67</i>
6.3.4 <i>Sector Chiu Chiu.....</i>	<i>69</i>
6.4. COMUNA DE MARÍA ELENA	76
6.4.1 <i>Sector localidad de María Elena.....</i>	<i>76</i>
6.5. COMUNA DE SIERRA GORDA	78
6.5.1. <i>Sector Sierra Gorda.....</i>	<i>78</i>
6.6 COMUNA DE MEJILLONES	83
6.6.1 <i>Sector Michilla</i>	<i>83</i>
6.6.2 <i>Sector Ciudad de Mejillones.....</i>	<i>85</i>
6.7. COMUNA TOCOPILLA.....	98
6.7.1 <i>Sector Ciudad de Tocopilla.....</i>	<i>99</i>
VII. ANALISIS ZONAS SATURADA Y/O LATENTE	108
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
ANEXO I.....	115
<i>Ubicación de las zonas saturadas, región de Antofagasta</i>	<i>115</i>



ANEXO II 117
Ubicación geográfica de las principales estaciones de monitoreo de calidad del aire de la Región de Antofagasta 117

INDICE DE FIGURAS

Gráfico N° 1: Percentil 98 MP10, Estación N°6 Caleta Coloso, Sector Coloso, Antofagasta	24
Gráfico N° 2: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación N°6 Caleta Coloso, Sector Coloso, Antofagasta	25
Gráfico N° 3: Percentil 98 MP10, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.....	26
Gráfico N° 4: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.....	27
Gráfico N° 5: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta	28
Gráfico N° 6: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.....	29
Gráfico N° 7: Concentración Anual As, promedio 1 año, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta	30
Gráfico N°8: Percentil 98 MP10, Estación La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta	32
Gráfico N° 9: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta	33
Gráfico N° 10: Percentil 98 MP2.5, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta ...	34
Gráfico N° 11: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Sur, La Negra e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.....	36
Gráfico N° 12: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta	37
Gráfico N° 13: Percentil 99 NO ₂ , promedio 3 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.....	38
Gráfico N° 14: Concentración Anual NO ₂ , promedio 1 año, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.....	39
Gráfico N° 15: Concentración Anual Pb, promedio 2 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta	40
Gráfico N° 16: Concentración Anual As, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.....	41
Gráfico N° 17: Percentil 98 MP10 Estaciones Rendic, Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.....	42
Gráfico N° 18: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones Rendic, Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.....	43
Gráfico N° 19: Concentración Anual de Plomo, promedio 2 años, Estaciones Rendic y Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.....	44
Gráfico N° 20: Percentil 98 MP10, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta	46
Gráfico N° 21: Concentración anual, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Antofagasta	47
Gráfico N° 22: Percentil 99 NO ₂ , Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta	48
Gráfico N° 23: Concentración Anual NO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta	49
Gráfico N° 24: Percentil 99 O ₃ , máx. Diario 8 horas, promedio 3 años, Estaciones Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.....	50
Gráfico N° 25: Percentil 98 MP10 Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta	51
Gráfico N° 26: Concentración Anual MP10, promedio 3 años Estación Hospital el Cobre y servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta	53



Gráfico N° 27: Percentil 98 MP2.5, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.....	54
Gráfico N° 28: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.....	56
Gráfico N° 29: Concentración Anual de SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.....	57
Gráfico N° 30: Concentración Anual Pb, promedio 2 años, Estación Escuela D-126, Calama, Región de Antofagasta.....	58
Gráfico N° 31: Percentil 99, concentración 1 hora, promedio 3 años, Estación Escuela D-126, Calama, Región de Antofagasta.....	59
Gráfico N° 32: Concentración Anual As en MP10, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.....	60
Gráfico N° 33: Concentración Anual As en MP2.5, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.....	61
Gráfico N° 34: Percentil 98 MP10, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.....	63
Gráfico N° 35: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Antofagasta.....	64
Gráfico N° 36: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.....	65
Gráfico N° 37: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.....	66
Gráfico N° 38: Concentración Anual As, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.....	67
Gráfico N° 39: Percentil 98 MP10, Estación Conchi Viejo, Sector El Abra, Región de Antofagasta.....	68
Gráfico N° 40: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Conchi Viejo, Sector El Abra, Región de Antofagasta.....	69
Gráfico N° 41: Percentil 98 MP10, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.....	70
Gráfico N° 42: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.....	71
Gráfico N° 43: Percentil 98 MP2.5, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.....	72
Gráfico N° 44: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.....	73
Gráfico N° 45: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.....	74
Gráfico N° 46: Tendencia As anual, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.....	75
Gráfico N° 47: Percentil 98 MP10, Estación Hospital, Iglesia y Sur, Región de Antofagasta.....	77
Gráfico N° 48: Concentración Anual, promedio 3 años, Estaciones Hospital e Iglesia, Región de Antofagasta.....	78
Gráfico N° 49: Percentil 98 MP10, Estaciones Sierra Gorda, Poblado Sierra Gorda y Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda, Antofagasta.....	80
Gráfico N° 50: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones Sierra Gorda y Poblado Sierra Gorda, Sector Sierra Gorda, Antofagasta.....	81
Gráfico N° 51: Percentil 98 MP2.5, Estación Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda, Antofagasta.....	82
Gráfico N° 52: Percentil 98 MP10, Estación Michilla, Sector localidad de Michilla, Antofagasta.....	84



Gráfico N° 53: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Michilla, Sector Localidad Michilla, Mejillones, Antofagasta	85
Gráfico N° 54: Percentil 98 MP10, Estaciones Ferrocarriles, Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones y Molynor, Mejillones, Antofagasta	88
Gráfico N° 55: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Est. Ferrocarriles, Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones y Molynor, Mejillones, Antofagasta.....	89
Gráfico N° 56: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación Ferrocarriles y Molynor, Mejillones, Antofagasta	90
Gráfico N° 57: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación Ferrocarriles y Molynor, Mejillones, Antofagasta	91
Gráfico N° 58: Percentil 99 NO ₂ , máximo diario 1 hora, Estación J. I. Integra, Estación Compañía de Bomberos, Estación Molynor y Estación Liceo Juan José Latorre, Mejillones, Antofagasta.	93
Gráfico N° 59: Concentración Anual NO ₂ , promedio 3 años, Estación J. I. Integra, Compañía de Bomberos, Estación Molynor y Estación Liceo Juan José Latorre, Mejillones, Antofagasta.	95
Gráfico N° 60: Percentil 99 O ₃ , concentración 8 horas, promedio 3 años, Estación Cía. de Bomberos y Estación Ferrocarril, Mejillones, Antofagasta.....	96
Gráfico N° 61: Percentil 99 CO, máximo diario 1 hora, promedio 3 años, Estación Compañía de Bomberos, Mejillones, Antofagasta	97
Gráfico N° 62: Percentil 99 CO, máximo diario 8 horas, promedio 3 años, Estación Compañía de Bomberos, Mejillones, Antofagasta	98
Gráfico N° 63: Percentil 98 MP10, Estación Gobernación, Estación Escuela E-10 y Estación Gendarmería, Tocopilla, Antofagasta	100
Gráfico N° 64: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Escuela E-10 y Gobernación, Tocopilla, Antofagasta.....	101
Gráfico N° 65: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación Escuela E-10 y Gobernación, Tocopilla, Antofagasta	102
Gráfico N° 66: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación Escuela E-10 y Gobernación, Tocopilla, Antofagasta.....	103
Gráfico N° 67: Percentil 99 NO ₂ , máximo diario 1 hora, promedio 3 años, Estación Escuela E-10, Tocopilla, Antofagasta	104
Gráfico N° 68: Concentración Anual NO ₂ , promedio 3 años, Estación Escuela E-10, Tocopilla, Antofagasta	105
Gráfico N° 69: Percentil 98 MP2.5, Estación Gendarmería, Escuela E-10 y Bomberos, Tocopilla, Antofagasta	106

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Valores de Normativa Vigente y Niveles de Latencia	20
Tabla N°2: Estaciones de Monitoreo Actuales	20
Tabla N°3: Concentración anual MP2.5. Estación Inacesa.	34
Tabla N°4: Concentración Anual Campañas MP10, Estación Escuela D-126	52
Tabla N°5: Promedios de las concentraciones anuales de MP2.5. Estación Hospital El Cobre y Servicio Médico Legal.	55
Tabla N°6: Promedio Anual de Material Particulado MP2.5.	72
Tabla N°7: Promedio anual de As en MP 2.5, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.	75
Tabla N°8: Promedio anual de Material Particulado MP10 Estación Sierra Gorda SCM..	81
Tabla N°9: Promedio anual de Material Particulado MP2.5 Estación Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda.	83
Tabla N°10: Concentración Anual de Material Particulado MP10 Estación Jardín Infantil Integra.....	87
Tabla N°11: Concentración Anual de Material Particulado MP10, Estación Juan José Latorre.....	88
Tabla N°12: Percentil 99 NO ₂ , máx diario 1 hora, Estación Ferrocarriles	93
Tabla N°13: Promedios de las concentraciones anuales de MP2.5. Estación Gendarmería, Escuela E-10 y Compañía de Bomberos.	107

LISTA DE ABREVIACIONES

- **PM10** Material Particulado Respirable
- **PM2.5** Material Particulado Respirable Fino
- **SO₂** Dióxido de Azufre
- **NO₂** Dióxido de Nitrógeno
- **O₃** Ozono
- **CO** Monóxido de Carbono
- **As** Arsénico
- **Pb** Plomo
- **EMRP** Estación de Monitoreo con Representatividad Poblacional
- **EMRPG** Estación de Monitoreo con Representatividad Poblacional para Gases
- **EMPB** Estación de Monitoreo con Representatividad Poblacional para Plomo
- **µg/m³N** Microgramo por Metro Cúbico Normal
- **mg/m³N** Miligramo por Metro Cúbico Normal
- **ppbv** Partes por billón en volumen
- **ppmv** Partes por millón en volumen
- **MINSEGPRES** Ministerio Secretaria General de la Presidencia

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Ley N° 19.300/1994, modificada por la Ley N° 20.417/2011, le corresponde al Ministerio del Medio Ambiente, proponer al Presidente de la República las políticas ambientales e informar periódicamente sobre sus avances y cumplimientos, proponer planes, programas y normas, administrar la información de los programas de monitoreo de calidad del aire, proporcionada por los organismos competentes, cuando corresponda, entre otros; elaborar cada cuatro años informes sobre el estado del medio ambiente, a nivel nacional, regional y local. Sin embargo, una vez al año deberá remitir un reporte consolidado sobre la situación del medio ambiente a nivel nacional y regional. Estos informes incluirán datos sobre la calidad del medio ambiente, así como también un resumen ejecutivo que sea comprensible para el público en general.

Históricamente, en la SEREMI del Medio Ambiente (antes CONAMA), ha existido bastante información de calidad de aire de la región, generada a partir de los monitoreos de seguimiento de los proyectos ingresados al SEIA, planes de descontaminación y monitoreos proporcionados por la Autoridad Sanitaria. Esta información se encontraba en distintos documentos, y no estaba sistematizada de forma digital.

Con el propósito de cumplir con las funciones asignadas a la SEREMI del Medio Ambiente, es que se realiza la presente evaluación de la calidad de aire de la Región de Antofagasta, actualizada al año 2012, recopilando la información existente, sistematizándola y posteriormente realizando un análisis de ella. Los resultados de esta evaluación servirán como instrumento de apoyo a la toma de decisión de la autoridad y para la generación y/o modificación de políticas, leyes o normas.

En el año 2000 se elaboró el primer informe de Calidad de Aire de la Región de Antofagasta, considerando la información existente hasta el 30 de Septiembre del 2000, para MP10, SO₂, NO₂, O₃ y PTS. Este informe se elaboró sobre la base de recopilación, sistematización y posterior evaluación de los datos de las estaciones de monitoreo privadas y autorizadas por la Autoridad Sanitaria Regional.

Los antecedentes contenidos en este informe tienen como objetivo ser utilizados como un instrumento de apoyo a la toma de decisión de la autoridad y para la generación y/o modificación de políticas, leyes o normas.

En el análisis de la información, la región se ha dividido por comunas, y al interior de las comunas, por sectores. Como se señaló anteriormente, no se considera en este análisis, las estaciones ubicadas en campamentos mineros.

II. OBJETIVOS Y ALCANCES

2.1 Objetivo General

Entregar los antecedentes de la situación actual e histórica de la calidad de aire de la Región de Antofagasta, actualizada al 31 de diciembre del año 2012.

2.2 Objetivos específicos

- Generar información para la aplicación de futuras políticas ambientales.
- Evaluar el cumplimiento de la normativa actual (por sectores dentro de cada comuna).

2.3 Alcances

Este informe contiene la información de calidad del aire existente en la SEREMI del Medio Ambiente, hasta el 31 de Diciembre del año 2012 de las comunas Antofagasta, Taltal, Calama, María Elena, Sierra Gorda, Mejillones y Tocopilla. Se realiza un análisis del cumplimiento de la normativa existente, abordando aquellos parámetros monitoreados en la región.

III. DEFINICIONES GENERALES

Norma Primaria de Calidad Ambiental: aquellas que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.

Norma Secundaria de Calidad Ambiental: aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Zona Latente: aquella 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.

Zona Saturada: aquella en que una o más normas de calidad ambiental sea sobrepasada.

Estación de monitoreo de Material Particulado Respirable MP10 con Representatividad Poblacional (EMRP): Una estación de monitoreo podrá clasificarse como EMRP si se cumple simultáneamente los siguientes criterios: i) que exista al menos un área edificada y habitada en un círculo de radio de 2 Km contados desde la ubicación de la estación; ii) que esté colocada a más de 15 m de la calle o avenida más cercana, y a más de 50 m de la calle o avenida más cercana que tenga un flujo igual o superior a 2.500 vehículos/día; iii) que esté colocada a más de 50 m de la salida de un sistema de

calefacción (que utilice carbón, leña o petróleo equivalente a petróleo 2 o superior) o de otras fuentes fijas similares.

Una EMRP tendrá un área de representatividad para la población expuesta consistente en un círculo de radio de 2 Km. contados desde la ubicación de la estación.

En caso que una estación de monitoreo no cumpla con los criterios ii) o iii) señalados precedentemente, el Servicio de Salud (actualmente Autoridad Sanitaria) respectivo podrá igualmente clasificarla como EMRP si existen antecedentes de que dicho incumplimiento no genera interferencia en la calidad de la información aportada por el monitoreo. Para tal efecto, se deberán tomar en consideración aspectos tales como el bajo flujo vehicular en calles o avenidas, el material del que están construidas las calles o avenidas, o bien, la operación esporádica y/o circunstancial de fuentes fijas como las indicadas.

Estación de monitoreo de Material Particulado Respirable MP2.5 con Representatividad Poblacional (EMRP) Una estación de monitoreo podrá clasificarse como EMRP si se encuentra localizada en un área urbana y que cumple con los requisitos técnicos descritos en la Resolución N°106 de la Superintendencia del Medio ambiente del año 2013.

La Superintendencia del Medio Ambiente, mediante resolución fundada, deberá aprobar la calificación de una estación monitorea de material particulado respirable MP2.5 como una EMRP, de acuerdo a lo establecido en el DS N° 12, en el DS N° 61 del año 2008, del Ministerio de Salud y a las directrices que para tales efectos imparta.

Podrán ser calificadas aquellas estaciones que son EMRP de material particulado MP10 y que miden MP2.5, establecidas previamente a la entrada en vigencia de este decreto, previa calificación de la Superintendencia realizada en conformidad al inciso primero de este artículo.

Percentil: Corresponde al valor "q" calculado a partir de los valores efectivamente medidos en cada estación, redondeados al $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ más próximo. Todos los valores se anotarán en una lista establecida por orden creciente para cada estación de monitoreo: $X_1 \leq X_2 \leq X_3 \dots \leq X_k \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$

El percentil será el valor del elemento de orden k para el que "k" se calculará por medio de la siguiente fórmula $k=q*n$, donde $q=0,98$ para el Percentil 98 y "n" corresponde al número de valores efectivamente medidos. El valor "j" se redondeará al número entero más próximo.

Estación de Monitoreo con Representatividad Poblacional Para Gases (EMRPG) (SO_2 , NO_2 , O_3 , CO): corresponde a una estación de monitoreo que se encuentra localizada en un área habitada. Se entiende como área habitada, a una porción del territorio donde vive habitual y permanentemente un conjunto de personas.

Estación de Monitoreo con Representatividad Poblacional Para Plomo (EMPB): es una estación que cumple simultáneamente los siguientes requisitos: a) que la estación se utilizará para el muestreo de material particulado de 24 horas con el fin de realizar un análisis de plomo; b) que exista al menos un área habitada en un radio de 2 kilómetros, contados desde la ubicación de la estación; c) que se ubique a más de 15 metros de la calle o avenida más cercana, y a más de 50 metros de la calle o avenida más cercana



que tenga un flujo igual o superior a 2.500 vehículos/día; d) que se ubique a más de 50 metros de una fuente fija emisora de plomo.

Una estación EMPB tendrá un área de representatividad para la población expuesta correspondiente a un radio de 2 km, contados desde la ubicación de la estación.

IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Recopilación y sistematización de la información

Se ha continuado recopilando la información del seguimiento de los Planes de Descontaminación, de los informes de monitoreo de seguimiento de los proyectos ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental y de información proporcionada por la Autoridad Sanitaria.

La información ha sido sistematizada, evaluándose el cumplimiento de la normativa vigente. Para efectuar este análisis se ha dividido a la región por comunas y a su vez, en sectores, excluyendo los campamentos mineros. Los resultados se presentan en tablas resúmenes y/o gráficos.

Los parámetros que se están monitoreando en la región y que son analizados en este informe son los siguientes:

- Material Particulado Respirable, MP10
- Material Particulado Fino, MP 2.5
- Anhídrido Sulfuroso, SO₂
- Dióxido de Nitrógeno, NO₂
- Ozono, O₃
- Plomo, Pb
- Monóxido de Carbono, CO
- Arsénico, As (se muestra la evolución a través de los años, aunque no existe norma de calidad).

4.2 Evaluación y análisis de la información

La evaluación y análisis de la información sistematizada, ha sido realizada sobre la base de la normativa nacional de calidad del aire vigente.

Las normas de calidad del aire vigentes para los parámetros estudiados son:

- **Decreto Supremo N°59** del año 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Que establece la concentración máxima permitida de MP10.
- **Decreto Supremo N°45** del año 2001, Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Que modifica el Decreto N°59 anteriormente señalado.
- **Decreto Supremo N°136** del año 2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Que establece norma de calidad primaria para plomo en el aire (Pb).
- **Decreto Supremo N°114** del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República: Que establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO₂).
- **Decreto Supremo N°112** del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República: Que establece norma primaria de calidad de aire para ozono (O₃).

- **Decreto Supremo N°113** del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República: Que establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre (SO₂).
- **Decreto Supremo N°115** del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República: Que establece norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono (CO).
- **Decreto Supremo N° 12** del año 2011, del Ministerio del Medio Ambiente: Que establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP2.5.

4.2.1 Material Particulado Respirable MP10

a) Concentración Diaria MP10

El Decreto Supremo N°59/98, establece que 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 estación de monitoreo de Material Particulado Respirable MP10 con representatividad poblacional, EMRP, sea mayor o igual a 150 µg/m³N.

Asimismo se considerará superada la norma, si antes que concluyese el primer período anual de mediciones certificadas por el Servicio de Salud competente se registrase en alguna de las estaciones monitoras de Material Particulado Respirable MP10 clasificada como EMRP, un número de días con mediciones sobre el valor de 150 µg/m³N mayor que siete (7).

El Decreto Supremo N° 45/01, modifica al Decreto N° 59/98, estableciendo que desde el 1° de enero del año 2012, la norma diaria será de 120 µg/m³N, salvo que a dicha fecha haya entrado en vigencia una norma de calidad ambiental para MP2.5, en cuyo caso se mantendrá el valor actual.

Se establecerá que se encuentra en situación de latencia cuando el percentil 98 se encuentre en el rango, entre 120 µg/m³N y 150 µg/m³N.

Este informe determina el número días entre el 80 y 100% del valor de la norma y sobre el valor de la norma (**Ver Tabla N°1**).

b) Concentración anual MP10

El Decreto Supremo N°45/01, modifica el Decreto Supremo N°59/98, estableciendo la norma primaria de calidad de 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, si correspondiere de acuerdo a lo que indica la metodología de pronóstico y medición.

De acuerdo al Art. segundo del D.S.45 de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, sólo podrán declararse zonas saturadas o latentes en virtud de la norma anual de Material Particulado Respirable MP10, a partir de la información que se genere a contar del 1º de enero del año 2002.

4.2.2 Material Particulado Fino MP 2.5

a) Concentración Diaria MP2.5

El Decreto Supremo N°12/11, establece que la norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Fino MP2.5, es cincuenta microgramos por metro cúbico normal ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como concentración de 24 horas.

Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para Material Particulado Fino respirable MP2.5 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea calificada EMRP, sea mayor a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

b) Concentración anual MP2.5

Se considerará sobrepasada la norma primaria anual de calidad del aire para Material Particulado Fino MP2.5, cuando el promedio tri-anual (entiéndase promedio tri-anual al promedio aritmético de tres años calendario consecutivos de la concentración anual, en cualquier estación monitorea) de las concentraciones anuales sea mayor a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en cualquier estación monitorea calificada como EMRP.

4.2.3 Dióxido de Azufre (SO₂)

El D.S.N°113/02 del MINSEGPRES, norma Primaria de Calidad del Aire para dióxido de azufre (SO₂), que indica lo siguiente:

a) Concentración Diaria

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas será de 96 ppbv ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

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 el párrafo precedente.

b) Concentración Anual

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual será de 31 ppbv ($80 \mu\text{g} / \text{m}^3\text{N}$).

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 el párrafo precedente.

Cabe señalar, en lo que respecta a los límites de concentraciones y los niveles que originan situaciones de emergencia, establecidos en el D.S. N°113/02, entraron en vigencia el año 2006.

4.2.4 Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

El D.S. N°114/02 del MINSEGPRES, norma Primaria de Calidad del Aire para dióxido de nitrógeno (NO_2), que indica lo siguiente:

a) Concentración Anual

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual será de 53 ppbv ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno 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 el párrafo precedente.

b) Concentración Horaria

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora será de 213 ppbv ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

Cabe señalar, en lo que respecta a los límites de concentraciones y a los niveles que originan situaciones de emergencia, establecido en los D.S. N°114/02, entraron en vigencia el año 2006.

4.2.5 Ozono (O_3)

En la Resolución N°1215/78, se señala que para los efectos de protección de la salud se permitirán ciento sesenta microgramos por metro cúbico ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como

concentración media aritmética de una hora, no debiendo sobrepasarse este valor más de una vez por año¹.

Esta norma ha sido revisada, estableciéndose bajo el D.S. N°112/02 del MINSEGPRES la norma Primaria de Calidad del Aire para ozono (O₃). Este decreto señala que la norma primaria de calidad del aire para ozono como concentración de 8 horas será de 61 ppbv (120 µg/m³N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

Cabe señalar, en lo que respecta a los límites de concentraciones y a los niveles que originan situaciones de emergencia, establecidos en el D.S. N°112/02, entraron en vigencia el año 2006.

4.2.6 Monóxido de Carbono (CO)

El D.S. N° 115/02 del MINSEGPRES, norma Primaria de Calidad del Aire para Monóxido de Carbono (CO). Este decreto señala que la norma primaria de calidad del aire para Monóxido de Carbono como concentración de 8 horas será de 9 ppmv (10 mg/m³N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

Así mismo establece que la norma primaria de calidad del aire para Monóxido de Carbono de 1 hora será de 26 ppmv (30 mg/m³N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

Cabe señalar, en lo que respecta a los límites de concentraciones y a los niveles que originan situaciones de emergencia, establecidos en el D.S. N°115/02, entraron en vigencia el año 2006.

¹ Mediante ORD N°2549, de fecha 30 de mayo de 2007, la Subsecretaría de Salud Pública, indica que si bien la norma de Calidad para el contaminante Ozono, contenida en la Resolución Exenta N°1215 de 1978, del Ministerio de Salud, no fue expresamente derogada por el D.S. N°112 del 2002, del MINSEGPRES, el valor establecido en este último decreto como norma primaria de calidad del aire para Ozono, protege en mejor forma la salud de la población expuesta. Conforme a lo anteriormente señalado, el valor de 160 µg/m³N, como concentración máxima para Ozono, ya no representa para este sector de Salud, el objetivo sanitario a cumplir. Señalando además que el mejor indicador de exposición a Ozono es el promedio móvil de 8 horas y no el usado anteriormente que correspondía a valores horarios.

4.2.7 Plomo (Pb)

En el Decreto Supremo N°136 del año 2000, establece la norma primaria de calidad para el plomo en el aire cuyo valor es de 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como concentración anual. Se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación EMPB (estación de monitoreo de plomo con representatividad poblacional).

Así mismo se considerará sobrepasada la norma de concentración anual correspondiente al primer periodo anual contado desde la entrada en vigencia de la presente norma, es superior en más de un 100 % al nivel de la norma en cualquier estación EMPB.

Tabla N°1: Valores de Normativa Vigente y Niveles de Latencia.

Parámetro	Norma horaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Norma diaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Norma anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Nivel de latencia horaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Nivel de latencia diaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Nivel de latencia anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
O ₃ (D.S.112)	120 (8 hrs.)	-	-	96 (8 hrs.)	-	-
Pb (D.S.136)	-	-	0,5	-	-	0,4
NO ₂ (D.S.114)	400	-	100	320	-	80
SO ₂ (D.S.113)	-	250	80	-	200	64
MP10 (D.S.59)	-	150	50	-	120	40
CO (D.S.115)	30 (mg/m ³ N) (1 hr.) 10 (mg/m ³ N) (8 hrs.)	-	-	24 (mg/m ³ N) (1 hr.) 8 (mg/m ³ N) (8 hrs.)	-	-
MP2.5 (D.S. 12)	-	50	20	-	40	16

Nota: Los valores descritos son vigentes para las estaciones que cumplen con el requisito de estar declaradas EMRP, EMRPG o EMPB.

V. ESTACIONES DE MONITOREO

A continuación, se presenta un cuadro resumen con la información de las estaciones de monitoreo actuales y que no se ubican en campamentos mineros (**Ver tabla N°2**).

Tabla N°2: Estaciones de Monitoreo Actuales.

Empresa a cargo	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM	Comuna	Contaminantes Medidos	EMRP	EMRPG	EMPB
					MP10	Gases	Pb
SEREMI del Medio Ambiente-AIA-SEREMI de Salud	Oncológico	357923 E - 7383182 N	Antofagasta	MP10 y Pb	Si	-	Si
	Rendic	359138 E - 7387995 N	Antofagasta	MP10 y Pb	Si	-	Si

Empresa a cargo	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM	Comuna	Contaminantes Medidos	EMRP	EMRPG	EMPB
					MP10	Gases	Pb
	Playa Blanca	356498 E - 7381134 N	Antofagasta	MP10 y Pb	-	-	-
Xtrata Copper Chile S.A. Complejo Metalúrgico Altonorte	Coviefi	356847 E - 7379757 N	Antofagasta	MP10, SO ₂ y As	Si	Si	-
	Sur	366690 E - 7363604 N	Antofagasta	MP10, SO ₂ y As	-	-	-
	La Negra	365988 E - 7368263 N	Antofagasta	MP10, SO ₂ y As	Si	Si	-
Escondida Ltda.	Caleta Coloso	351150 E - 7371600 N	Antofagasta	MP10	Si	-	-
Inacesa S.A.	Inacesa	366001 E - 7369267 N	Antofagasta	MP10, SO ₂ , O ₃ , NO ₂ , As, Pb y MP 2.5	Si	Si	-
Codelco Chile, División Chuquicamata	Auka Huasi	507229 E - 7532289 N	Calama	MP10, SO ₂ y As	No	No	-
	Hospital del cobre	509243 E - 7516913 N	Calama	MP10, SO ₂ , As y MP2.5	Si	Si	-
	Servicio Médico Legal	505383 E - 7516195 N	Calama	MP10, SO ₂ , As y MP2.5	Si	Si	-
	Chiu Chiu	535953 E - 7529230 N	Calama	MP10, SO ₂ , As y MP2.5	Si	Si	-
Innpamet Ltda.	Escuela D-126		Calama	MP10, Pb y CO (sólo campañas)	Si	Si	Si
Minera El Abra S.A.	Conchi Viejo	538969 E - 7564486 N	Calama	MP10	Si	-	-
SQM S.A.	Hospital (Hi-Vol)	431557 E - 7529201 N	María Elena	MP10	Si	-	-
	Hospital (Beta)	431557 E - 7529201 N	María Elena	MP10	Si	-	-
	Iglesia	431963 E - 7528848 N	María Elena	MP10	Si	-	-
	Sur	432191 E - 7529418 N	María Elena	MP10	Si	-	-
Endesa S.A.	Pto. de Max. Impacto	352524 E - 7236146 N	Taltal	NO ₂ y O ₃	-	Si	-

Empresa a cargo	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM	Comuna	Contaminantes Medidos	EMRP	EMRPG	EMPB
					MP10	Gases	Pb
	Escuela Paposo	352352 E - 7233451 N	Taltal	NO ₂ y O ₃	-	Si	-
Cemento Polpaico S.A.	Norte Polpaico	355443 E - 7445592 N	Mejillones	MP10 (campañas)	-	-	-
	Sur Polpaico	355402 E - 7445285 N	Mejillones	MP10 (campañas)	-	-	-
Gas Atacama S.A.	Compañía de Bomberos	351441 E - 7444532 N	Mejillones	MP10, NO ₂ y CO (O ₃ sólo campañas)	Si	Si	-
Edelnor S.A.	Ferrocarril de Mejillones	350000E - 7444800 N	Mejillones	MP10 y SO ₂ (NO ₂ y O ₃ sólo campañas)	Si	Si	-
Enaex S.A.	Jardín Infantil Integra	352081 E - 7444452 N	Mejillones	NO ₂ (MP10 sólo campañas)	-	Si	-
	Juan José Latorre	352388 E - 7444139 N	Mejillones	NO ₂ (MP10 sólo campañas)	Si	-	-
Puerto Mejillones S.A.	Puerto Mejillones		Mejillones	MP10	-	-	-
Molynor S.A.	Molynor	359079 E - 7448225 N	Mejillones	MP10, SO ₂ y NO ₂	Si	-	-
Minera Esperanza S.A.	Michilla	368896 E - 7487764 N	Mejillones	MP10	-	-	-
Minera El Tesoro	Poblado Sierra Gorda	466670 E - 7468150 N	Sierra Gorda	MP10	Si	-	-
Minera Spence	Sierra Gorda		Sierra Gorda	MP10	Si	-	-
Minera Cuadra	Sierra Gorda SCM	467317 E - 7468566 N	Sierra Gorda	MP10 y MP2.5	Si	-	-
Norgener S.A.	Gobernación	376087 E - 7556373 N	Tocopilla	MP10 y SO ₂	Si	Si	-
	Gendarmería		Tocopilla	MP10 y MP2.5	Si	-	-
	Compañía de Bomberos		Tocopilla	MP10 y MP2.5	Si	-	-
Electroandina S.A.	Escuela E-10 (Norte)	377362 E - 7557230 N	Tocopilla	MP10, SO ₂ y NO ₂	Si	Si	-

VI. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE POR COMUNA

En el presente informe, se realizó un análisis de la calidad de aire a las comunas de Antofagasta, Taltal, Calama, María Elena, Sierra Gorda, Mejillones y Tocopilla exceptuando los campamentos mineros. Cada uno de los contaminantes monitoreados se evaluó según la normativa ambiental vigente.

6.1 Comuna de Antofagasta

6.1.1 Sector Coloso

En el sector Coloso se encuentra la siguiente estación de monitoreo de calidad del aire:

- Estación N°6 Caleta Coloso, autorizada EMRP el 10 de marzo del año 2003, a cargo de Minera Escondida Limitada.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

El percentil 98 en la estación N°6 Caleta Coloso, hasta el año 2003 no superó la norma diaria y tampoco la latencia (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de marzo del año 2003). Desde el año 2004 al 2012, al igual que los anteriores, no superó la norma y tampoco hubo situación de latencia.

Para el año 2011 y 2012, los valores del percentil 98 fue de 118 y 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°1**).

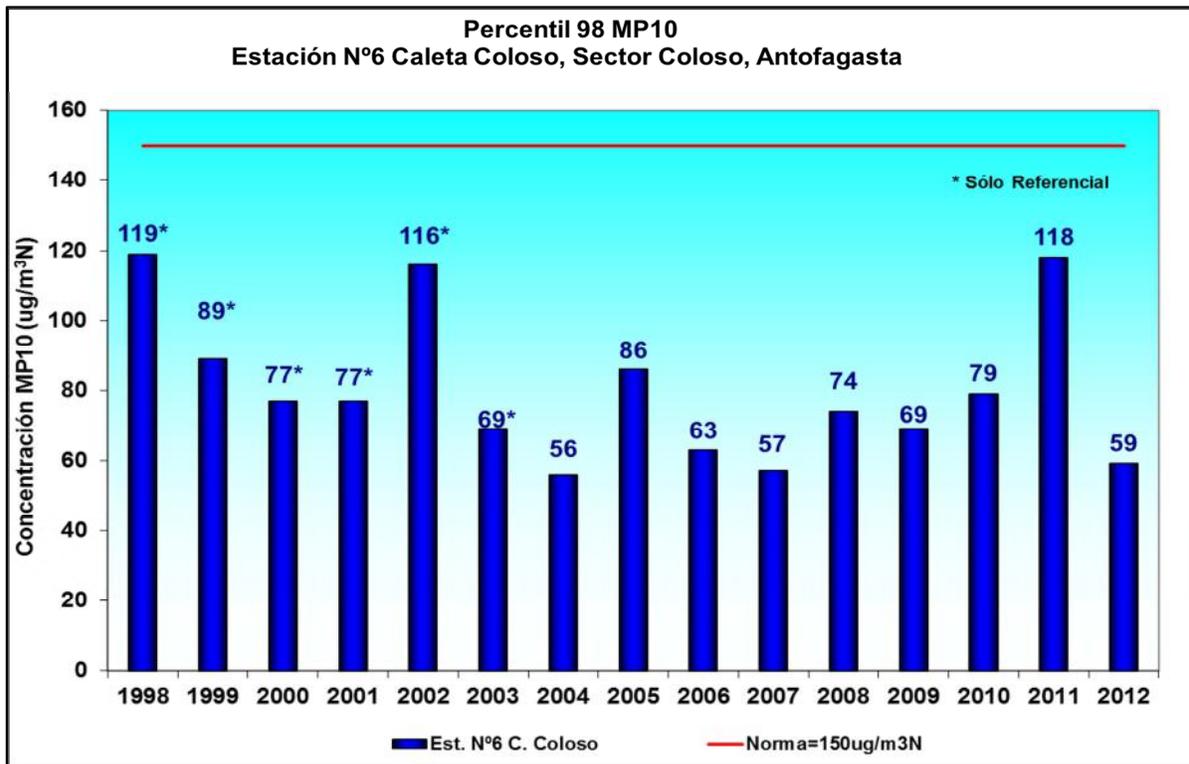


Gráfico N° 1: Percentil 98 MP10, Estación N°6 Caleta Coloso, Sector Coloso, Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La norma anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, fue calculada de forma referencial para la estación N°6 Caleta Coloso, desde el periodo trianual 1998-2000 al 2003-2005, por la razón señalada anteriormente. El periodo 1998-2000 estuvo sobre la norma, mientras que los periodos 1999-2001, 2000-2002 y 2001-2003, estuvieron en situación de latencia. Los dos periodos siguientes, 2002-2004 y 2003-2005 estuvieron bajo la norma.

Para los periodos 2004-2006 y 2005-2007, los valores de concentración de MP10 fueron de 35 y $34 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para ambos periodos, 2006-2008 y 2007-2009, el valor de concentración fue de $32 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el periodo 2008-2010 fue de $36 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y finalmente, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 su valor fue de $39 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para ambos periodos. Todos los valores señalados anteriormente estuvieron bajo la norma anual (**Ver gráfico N°2**).

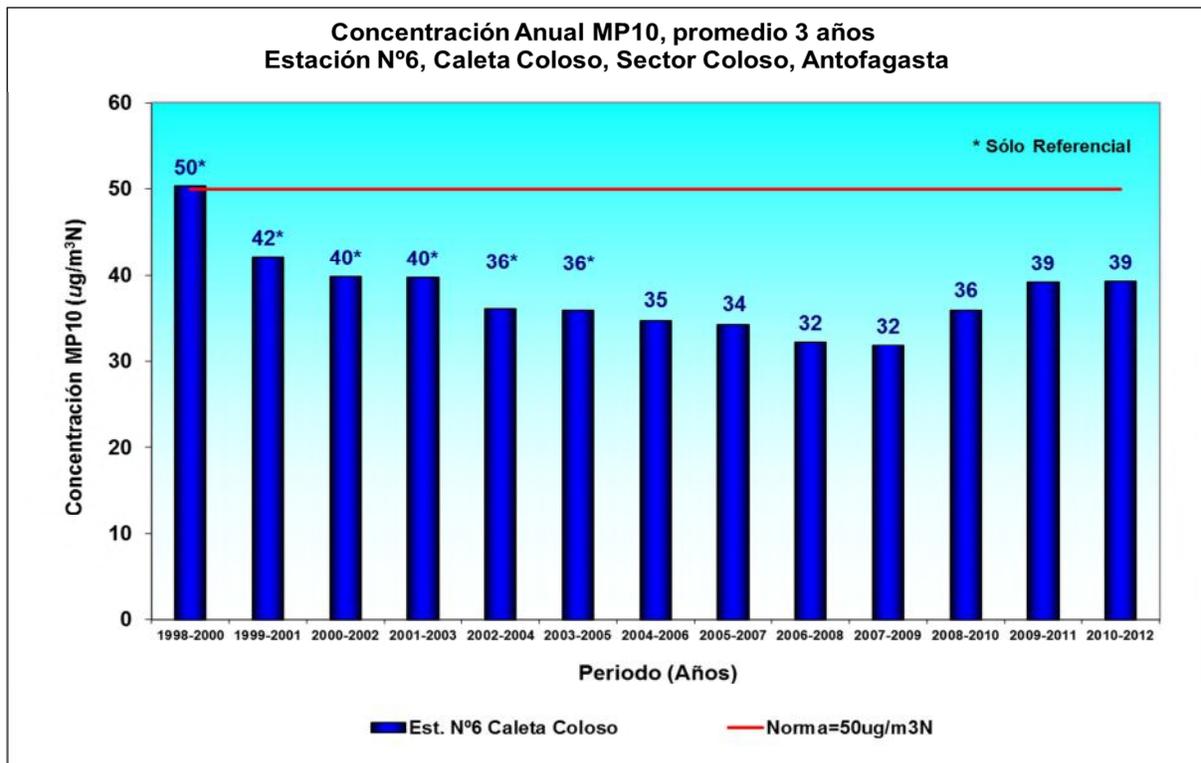


Gráfico N° 2: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación N°6 Caleta Coloso, Sector Coloso, Antofagasta.

6.1.2 Sector Coviefi

En el Sector Coviefi se encuentra la siguiente estación:

- Estación Coviefi, autorizada EMRP y EMRPG el 19 de Octubre del año 2004, a cargo de Xstrata Copper Chile S.A., Complejo Metalúrgico Altonorte.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

Desde el año 1998 al 2004, el percentil 98 en la estación Coviefi, no superó la norma diaria de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y tampoco se encontró en situación de latencia (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de octubre del año 2004). Desde el año 2005 al 2012, tampoco se superó la norma y no hubo situación de latencia.

El percentil 98 para el año 2011 y 2012 fue de 58 y $61 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma (**Ver gráfico N°3**).

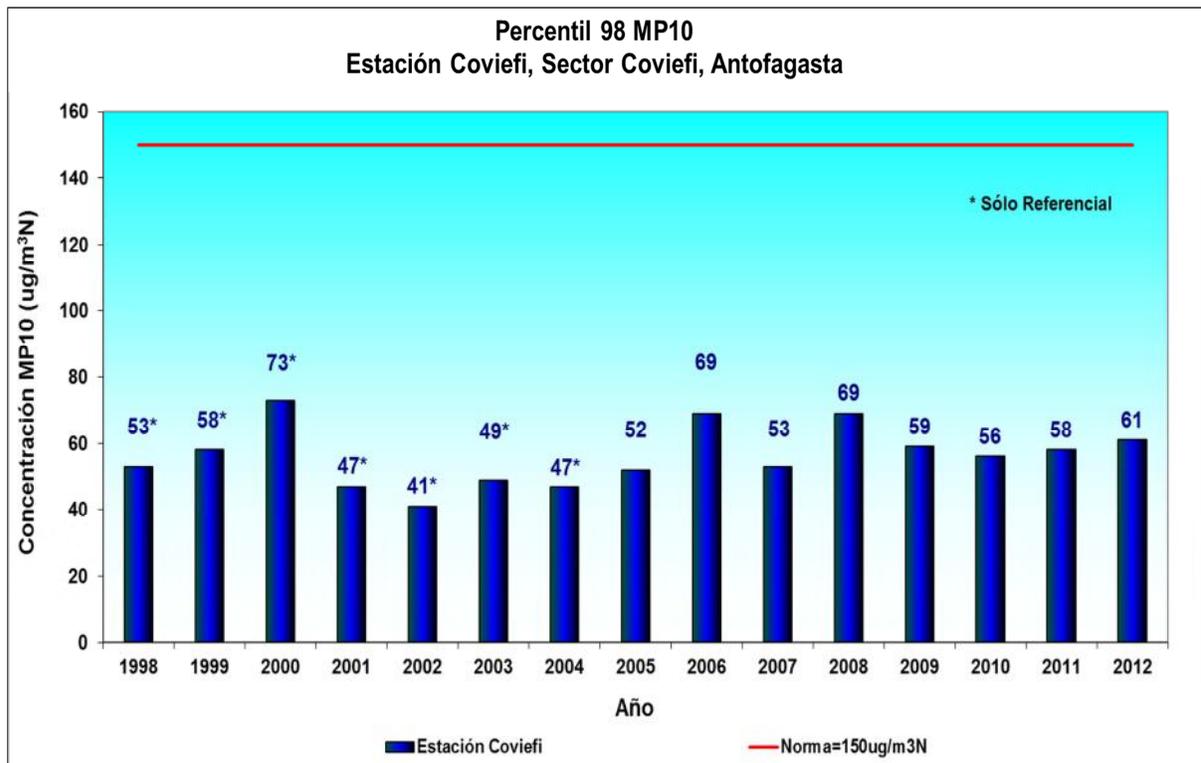


Gráfico N° 3: Percentil 98 MP10, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La norma anual de MP10 fue calculada de modo referencial los primeros siete periodos señalados en el gráfico N°4, debido a que ésta estación fue declarada EMRP en el mes de octubre del año 2004. Se observa para cada uno de estos periodos que no hubo superación de la norma anual, y tampoco situación de latencia.

La concentración de MP10 para el periodo 2005-2007 fue de 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que para los periodos 2006-2008 y 2007-2009, 2008-2010, fue de 33, 35 y 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 los valores de concentración de MP10 fueron de 35 y 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Todos los valores mencionados anteriormente estuvieron bajo la norma (**Ver gráfico N°4**).

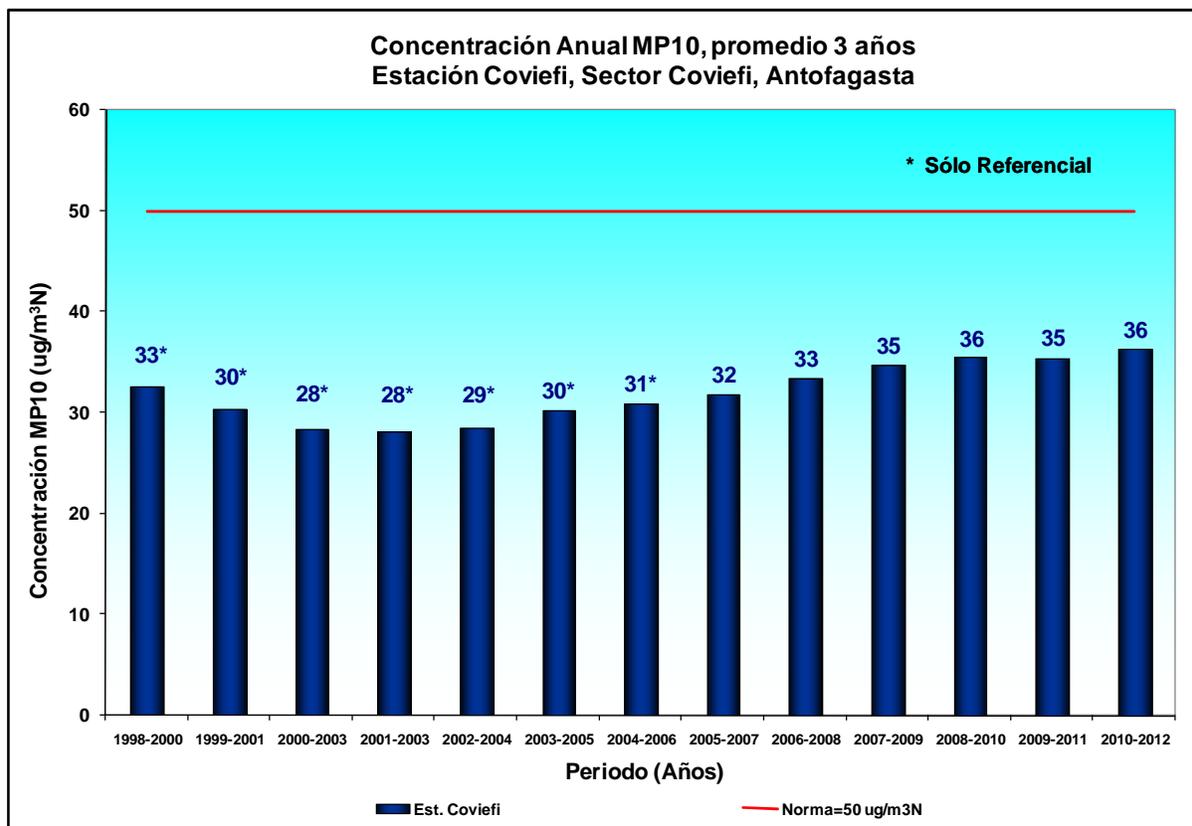


Gráfico N° 4: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

b) Dióxido de Azufre (SO₂)

b.1. Norma Diaria

Respecto al cumplimiento de la norma diaria, el percentil 99 para los periodos 2003-2005 y 2004-2006, la estación Coviefi estuvo bajo la norma, con un valor de 41 y 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG para SO₂ en el mes de octubre del año 2004).

El valor del percentil 99 para el periodo 2005-2007 fue de 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que para los periodos 2006-2008, 2007-2009 y 2008-2010 fue de 84, 78 y 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, el percentil 99 fue de 14 y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Todos los valores señalados anteriormente estuvieron bajo la norma (**Ver gráfico N°5**).

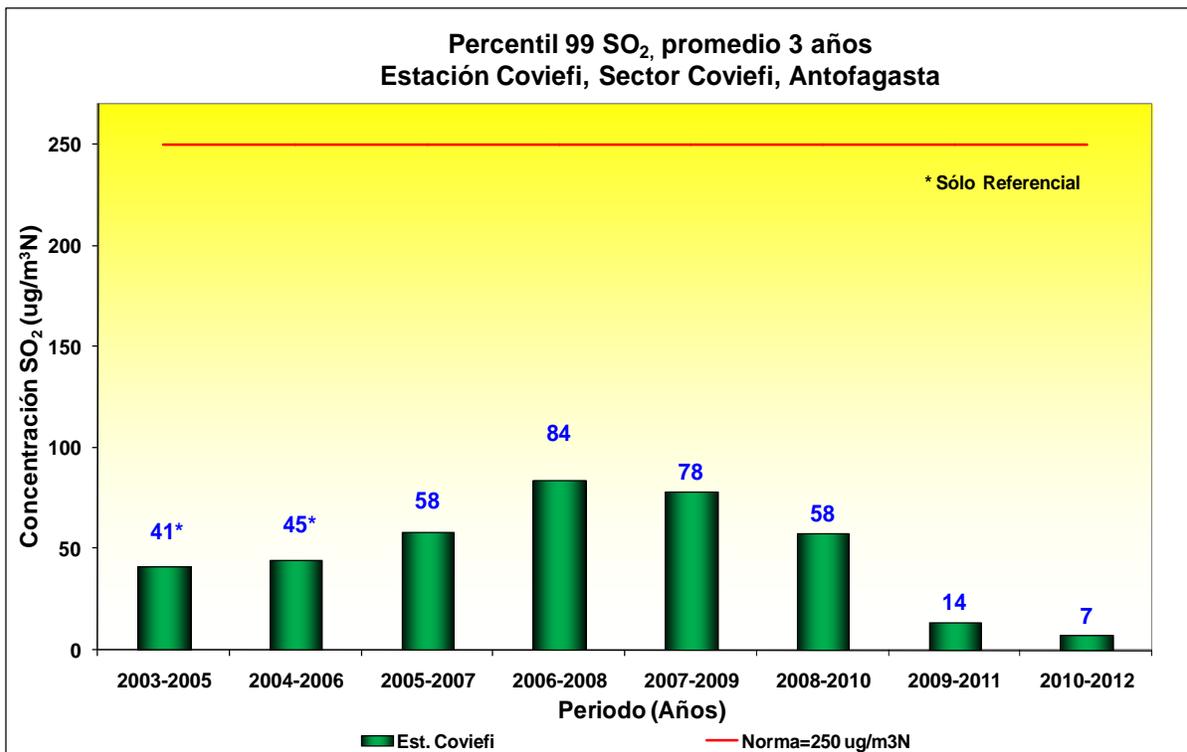


Gráfico N° 5: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

b.2. Norma Anual

La norma anual para SO₂, no fue superada en la estación Coviefi para los periodos 2003-2005 y 2004-2006 (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG para SO₂ en el mes de octubre del año 2004).

La concentración de SO₂ para el periodo 2005-2007 fue de 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que para los periodos 2006-2008, 2007-2009 y 2008-2010, fue de 84, 78 y 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente.

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, los valores de concentración de SO₂ fueron de 14 y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Todos los valores señalados anteriormente estuvieron bajo la norma y bajo situación de latencia (**Ver gráfico N° 6**).

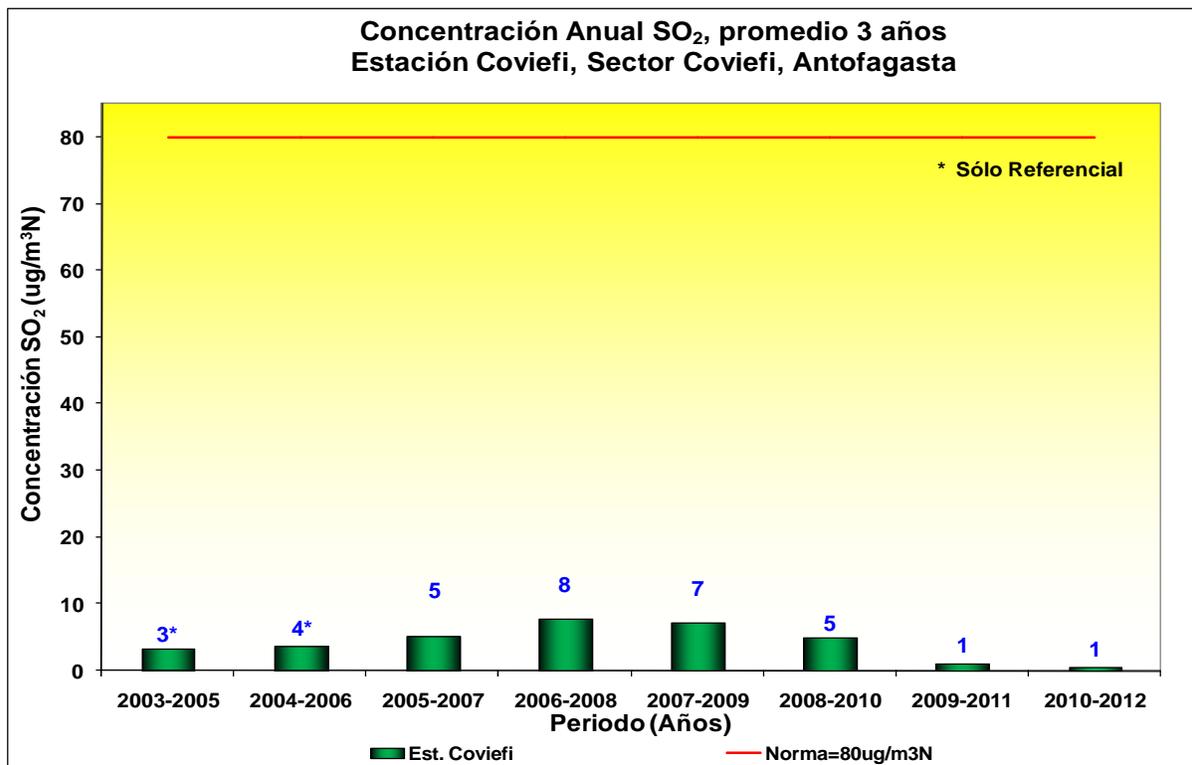


Gráfico N° 6: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

c) Arsénico (As)

Actualmente no existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante ver la tendencia de las concentraciones anuales.

La concentración anual para arsénico alcanzó su mayor valor en el año 1998, siguiendo esta tendencia hasta el año 2001. El año 2002 se observó una reducción importante. Desde este año en adelante hubo un aumento en las concentraciones, con una leve disminución en el año 2007. El año 2008 presentó la más baja concentración de As, con 0,008 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que los años 2009 y 2010 aumentaron levemente su valor a 0,012 y 0,010 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente.

Finalmente, en los años 2011 y 2012 los valores de concentración de arsénico disminuyeron levemente a un valor de 0,009 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para ambos años (**Ver gráfico N°7**).

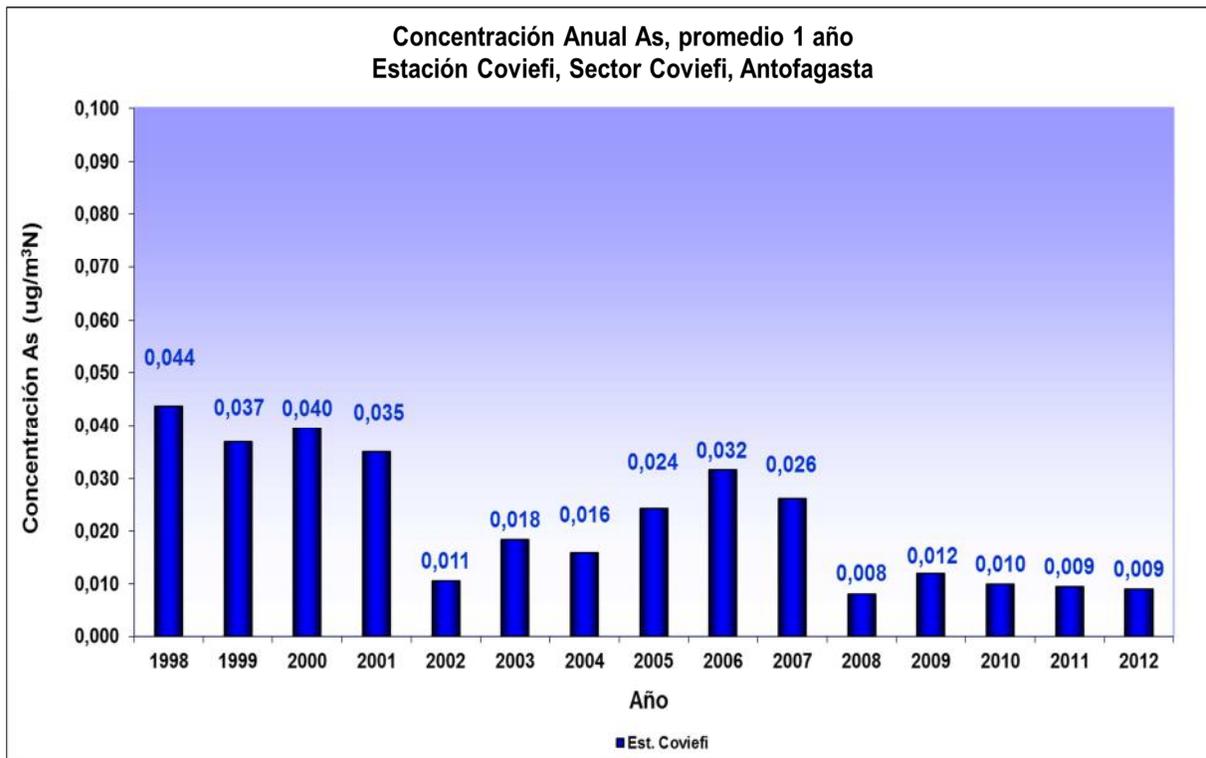


Gráfico N° 7: Concentración Anual As, promedio 1 año, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta

6.1.3 Sector La Negra

En el Sector La Negra, existen las siguientes estaciones de monitoreo:

- Estación La Negra, autorizada EMRP y EMRPG (SO₂), el 19 de Octubre del año 2004, a cargo de Xstrata Copper Chile S.A., Complejo Metalúrgico Altonorte.
- Estación Sur, no autorizada EMRP y tampoco EMRPG, a cargo de Xstrata Copper Chile S.A., Complejo Metalúrgico Altonorte.
- Estación Inacesa, autorizada EMRP y EMRPG (SO₂) el 27 de junio del año 2006. Durante el mes de Diciembre del 2005 la estación fue trasladada a las instalaciones de la empresa Murova, ubicada aproximadamente a 300 metros al este de las dependencias de Inacesa. Este cambio se realizó entre los días 08 y 14 de diciembre de 2005. Comenzó a monitorear SO₂ en el mes de abril del año 2009 (se corrige año, con respecto a lo señalado en el informe 2009). Esta estación está a cargo de la empresa Inacesa S.A.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

Los resultados obtenidos en la estación Sur son referenciales para todos los años, debido a que no ha sido declarada EMRP. Para la estación La Negra, son referenciales sólo hasta el año 2004, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de octubre de dicho año. Con respecto a la estación Inacesa, sus resultados son referenciales hasta el año 2006, debido a que fue declarada EMRP, en el mes de junio de dicho año.

El percentil 98 para la estación La Negra y Sur, desde el año 2000 al 2005 no superó la norma de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y tampoco la situación de latencia. Sin embargo, para el año 2006, el percentil 98 para ambas estaciones estuvo en situación de latencia. Durante el año 2007, la estación La Negra continuó en situación de latencia con un valor de percentil 98 de $122 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Sur, estuvo bajo la norma, con un valor de $104 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el año 2008 la estación La Negra continuó nuevamente en situación de latencia, con un valor de percentil 98 de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Sur también estuvo en situación de latencia con un valor de percentil 98 de $144 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el año 2009, la estación La Negra continuó en latencia, con un valor de percentil 98 de $123 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Sur bajó la concentración de MP10, encontrándose este año bajo la latencia, con un valor de $86 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el año 2010, nuevamente la estación La Negra se presentó en situación de latencia, con un valor de percentil 98 de $122 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Sur, registró un valor de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma y latencia. Para el año 2011 la estación La Negra presentó un percentil 98 de $83 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Sur presentó un valor de $79 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Finalmente, para el año 2012, la estación La Negra y Sur presentaron valores de 99 y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente encontrándose bajo la norma **(Ver gráfico N°8)**.

En la estación Inacesa, durante el año 2005 y 2006, se superó la norma, con un valor de percentil 98 de 192 y $172 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial, debido a que la estación fue declarada EMRP en el mes de junio del año 2006). Sin embargo, desde el mes de julio a diciembre del año 2006, se superó el valor de la norma en 10 ocasiones, en consecuencia, en este sector se superó la norma diaria para dicho año **(Ver gráfico N°8)**.

En lo que respecta al año 2007, la estación Inacesa superó la norma, encontrándose en situación de saturación, con un valor de percentil 98 de $204 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Entre los años 2008 y 2012, la estación Inacesa presentó nuevamente valores sobre la norma diaria. Para los años 2011 y 2012, el percentil 98 presentó valores de 228 y $340 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores nuevamente sobre la norma diaria **(Ver gráfico N°8)**.

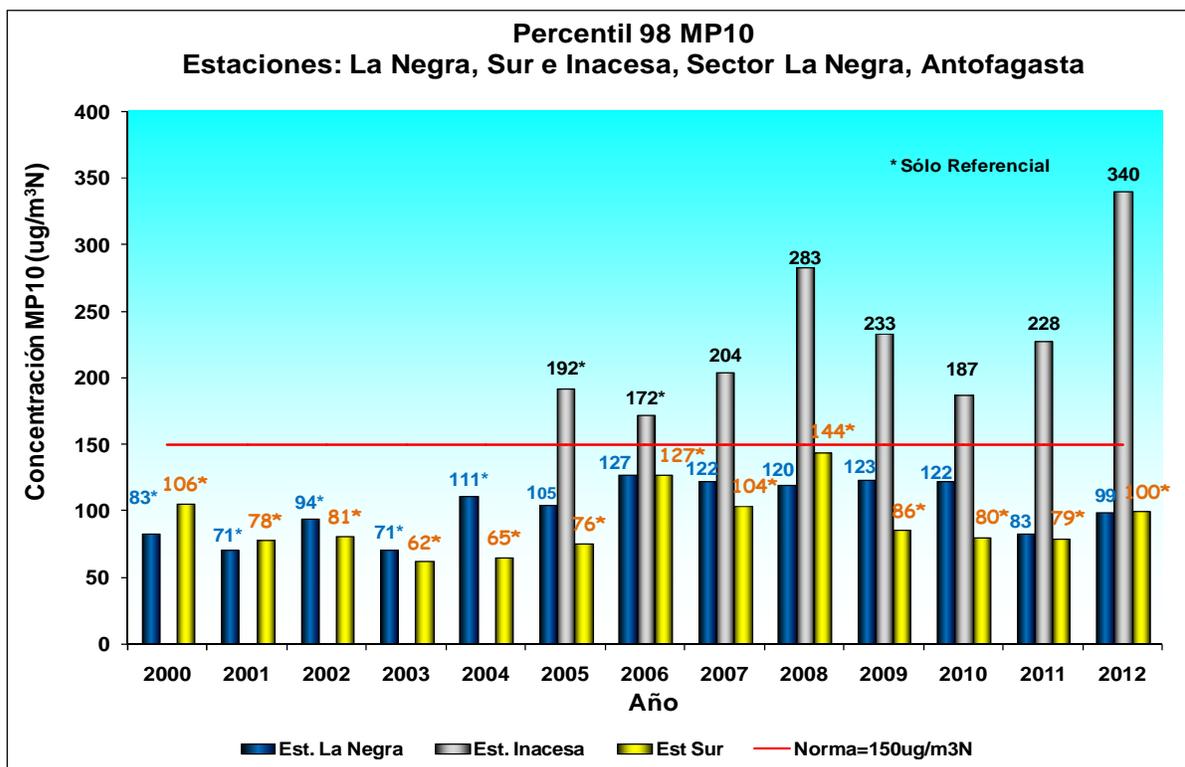


Gráfico N°8: Percentil 98 MP10, Estación La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La norma anual, fue calculada de modo referencial para la estación La Negra hasta el periodo 2004-2006, debido a que ésta estación fue declarada EMRP en el mes de octubre del año 2004. Desde el periodo 2000-2002 al 2003-2005 estuvo en situación de latencia (**Ver gráfico N°9**). Para los periodos 2004-2006, 2005-2007, 2006-2008, 2007-2009 y 2008-2010 la concentración de MP10 estuvo sobre la norma, con valores de concentración de 50, 54 y 57, 60 y 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°9**). Finalmente, los periodos 2009-2010 y 2010-2012 presentaron valores de 55 y 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, sobrepasando nuevamente la norma (**Ver gráfico N°9**).

Para los periodos 2004-2006 y 2005-2007, la estación Sur se encontró en situación de latencia, con un valor de concentración de 42 y 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. El periodo 2006-2008 se presentó sobre la norma anual, con un valor de concentración de 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (cabe señalar que el año 2008, en esta estación no hubo la cantidad de meses válidos requeridos por la norma, por lo cual se completó el periodo mínimo señalado en la norma, con la concentración de MP10 más alta, medida en los 12 meses anteriores al mes faltante). El periodo 2007-2009, presentó el mismo valor de concentración que el periodo anterior, 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el periodo 2008-2010, el valor de concentración de MP10 fue de 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor sobre la norma. En el periodo 2009-2011, estuvo en situación de latencia con un valor de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En periodo 2010-2012, presentó una concentración de MP10 de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor sobre la norma anual (**Ver gráfico N°9**). Cabe señalar que todos los valores de concentración señalados para la estación Sur, son de carácter referencial, debido a que esta estación no ha sido declarada EMRP.

Respecto a la estación Inacesa, la concentración de MP10 para los periodos 2005-2007 y 2006-2008 fue de 127 y 133 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de junio del año 2006). Para los periodos 2007-2009 y 2008-2010, los valores de concentración de MP10 fueron de 137 y 132 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, la concentración anual de MP 10 fue de 125 y 129 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. En todos los periodos mencionados anteriormente la norma anual fue superada (**Ver gráfico N°9**).

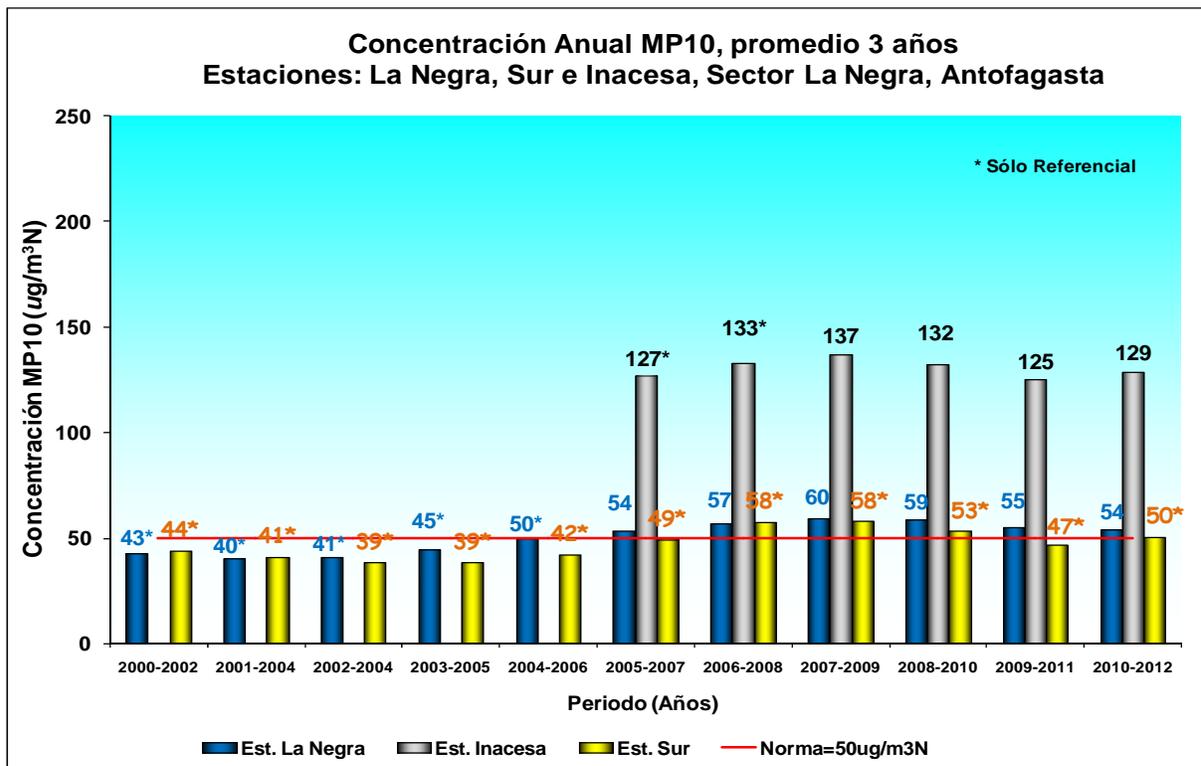


Gráfico N° 9: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

b) Material Particulado Fino MP2.5

b.1. Norma Diaria

La norma diaria para el MP2.5 establece una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

La estación Inacesa monitorea este contaminante desde el mes de abril de 2011. El percentil 98 para el año 2011 fue de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, superando la norma diaria y para el año 2012, el percentil 98 estuvo en situación de latencia con un valor de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°10**).

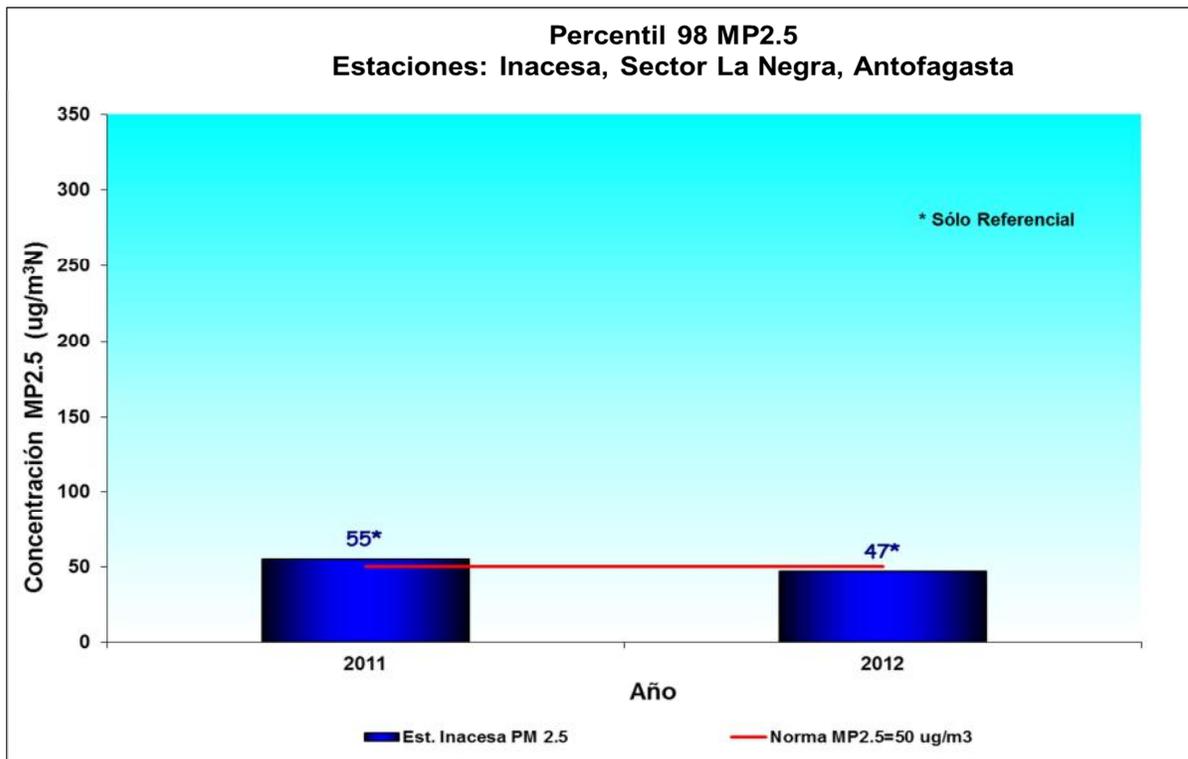


Gráfico N° 10: Percentil 98 MP2.5, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

b.2. Norma Anual

La norma anual para el MP2.5 establece una concentración máxima de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

La estación Inacesa monitorea MP2.5 desde el mes de abril de 2011. En el 2011 es referencial debido a que solo cuenta con 9 meses de medición y no fue posible reemplazar los meses faltantes por otros de los 12 meses anteriores debido a que el 2010 no se midió este parámetro.

Para los años 2011 y 2012, la estación Inacesa presentó valores sobre la norma anual de 36 y $31 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente. **(Ver Tabla N°3).**

Tabla N°3: Concentración Anual MP2.5. Estación Inacesa.

Año	2011	2012
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	36	31
Días evaluados	92	121
Año Válido	No	Si

c) Dióxido de Azufre (SO₂)

c.1. Norma Diaria

La estación Sur estuvo en situación de saturación considerable para todos los periodos analizados, desde el 2000-2002 hasta el 2010-2012 (información referencial, debido a que esta estación no ha sido declarada EMRPG).

Para los periodos 2000-2002, 2001-2003 y 2002-2004, en la estación La Negra, el percentil 99 estuvo sobre la norma, con valores de 247, 261 y 257 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para los periodos 2003-2005 y 2004-2006, se cumplió con la norma, con un valor de percentil 99 de 191 y 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) en el mes de octubre del año 2004). Para el periodo 2005-2007, estuvo en situación de latencia, al igual que el periodo 2006-2008 con un valor de percentil 99 de 207 y 226 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para los periodos 2007-2009 y 2008-2010, el percentil 99 de SO₂ disminuyó, encontrándose bajo la latencia, con un valor de 189 y 109 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 el percentil continuó disminuyendo situándose bajo el nivel de latencia con valores de 47 y 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente **(Ver gráfico N°11)**.

La estación Inacesa estuvo bajo la norma para los periodos 2005-2007, 2006-2008 y 2007-2009, con un valor de percentil 99 de 131, 116 y 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (la información para los dos primeros periodos es a modo referencial, debido a que la estación fue declarada EMRPG (SO₂) en el mes de junio del año 2006, además para el año 2006 no tiene la cantidad de datos requerida por la norma para evaluar su cumplimiento). Para el periodo 2008-2010, el percentil 99 estuvo bajo la norma, con un valor de 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, el percentil 99 disminuyó presentando valores de 64 y 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente **(Ver gráfico N°11)**.

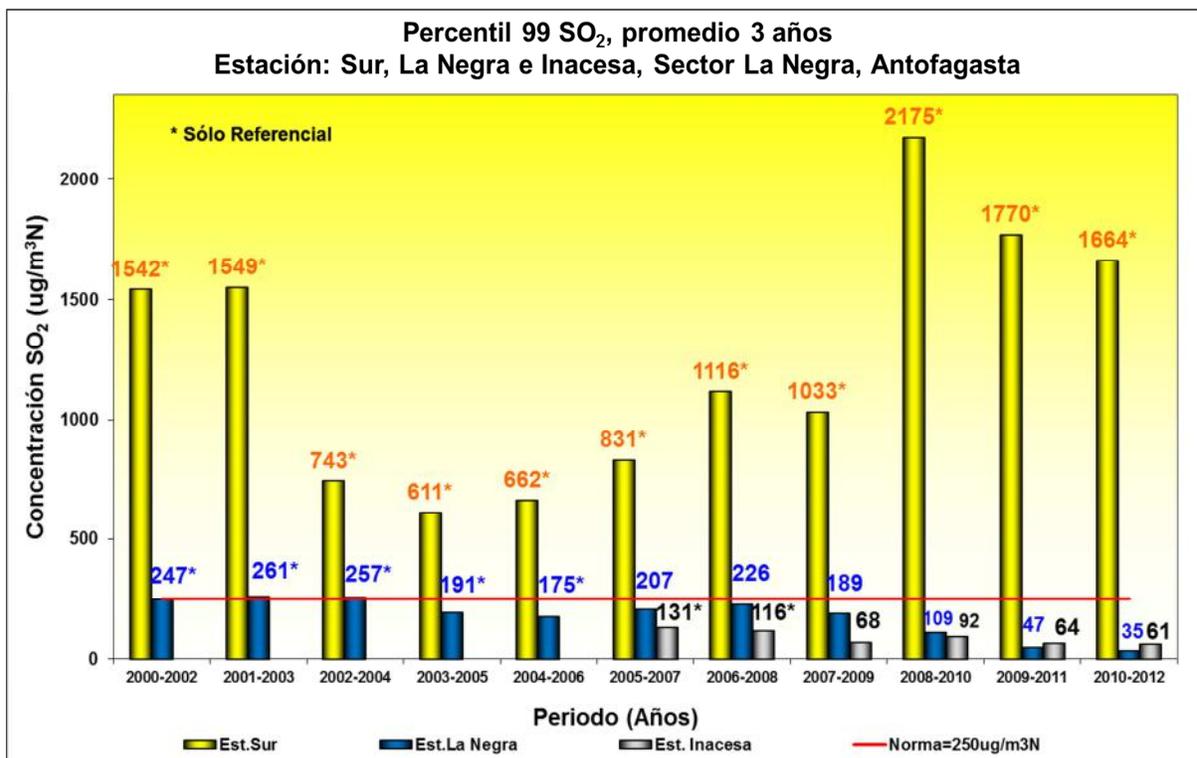


Gráfico N° 11: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estaciones Sur, La Negra e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

c.2. Norma Anual

Para la estación Sur, la concentración anual para SO₂, estuvo sobre la norma, para todos los periodos señalados en el gráfico (información referencial, debido a que esta estación no ha sido declarada EMRPG (SO₂)).

La norma anual se cumplió en la estación La Negra para los periodos trianuales comprendidos entre el 2000-2002 y 2004-2006 (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) en el mes de octubre del año 2004). Para los periodos 2005-2007, 2006-2008, 2007-2009 y 2008-2010, estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 23, 29, 24 y 14 µg/m³N, respectivamente. Finalmente, en los periodos 2009-2011 y 2010-2012 la concentración de SO₂ se mantuvo bajo la norma con valores de 3 y 2 µg/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°12**).

Para la estación Inacesa, el valor de concentración de SO₂, para los periodos 2005-2007, 2006-2008, 2007-2009 y 2008-2010, estuvo bajo la norma, con un valor de 33, 19, 6 y 10 µg/m³N, respectivamente (información referencial para los cuatro periodos, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) en el mes de junio del año 2006 y los años 2005, 2006, 2008 y 2009 no tienen la cantidad de trimestres válidos requeridos por la norma, sin embargo, para cada uno de estos años se considera en el cálculo, la concentración de todos los valores medidos). Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 se presentaron concentraciones de SO₂ de 8 y 7 µg/m³N, respectivamente, valores nuevamente bajo la norma (**Ver gráfico N°12**).

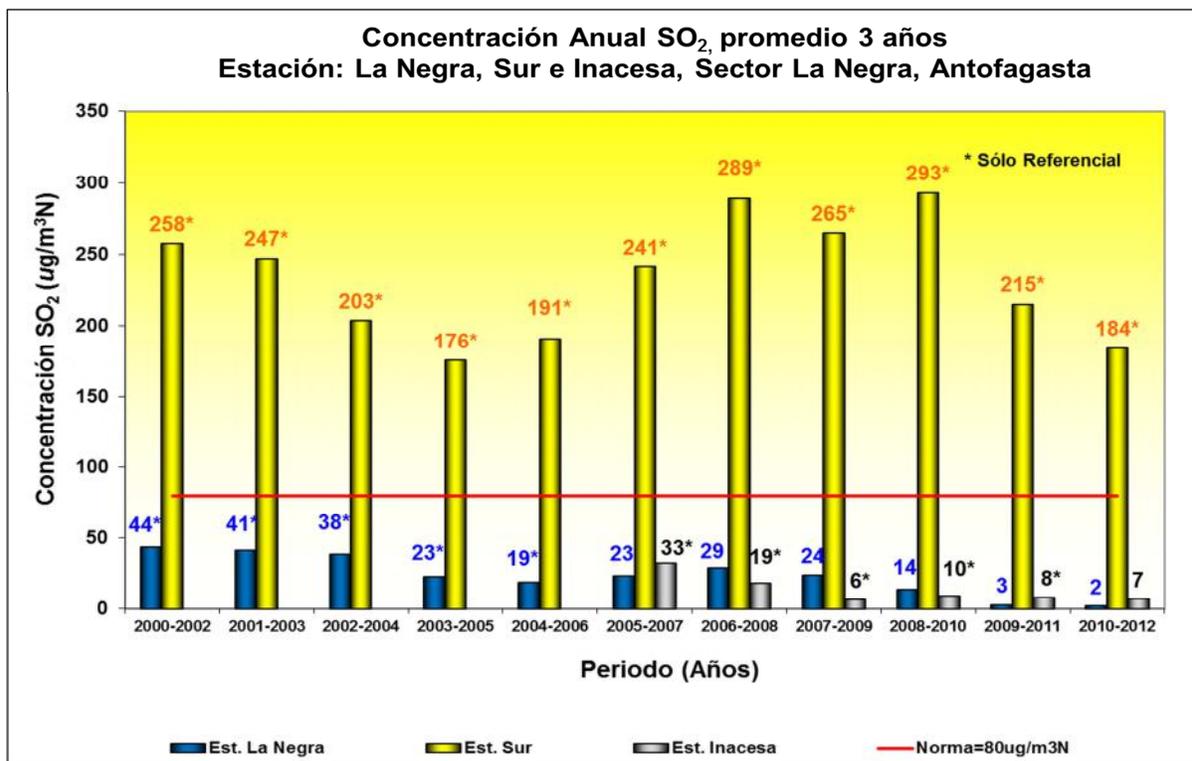


Gráfico N° 12: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

d) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

d.1. Norma Horaria

La estación Inacesa monitorea este contaminante desde el mes de abril de 2009. Cabe mencionar que la estación Inacesa no ha sido declarada EMRPG para NO₂. Para el periodo 2009-2011 el valor del percentil 99 fue de 150 µg/m³N (el año 2009 no tuvo la cantidad de datos requeridos por la norma) y para el periodo 2010-2012 fue de 101 µg/m³N. Ambos valores del percentil 99 para cada periodo indicado no superó el valor de la norma horaria (**Ver Gráfico N° 13**).

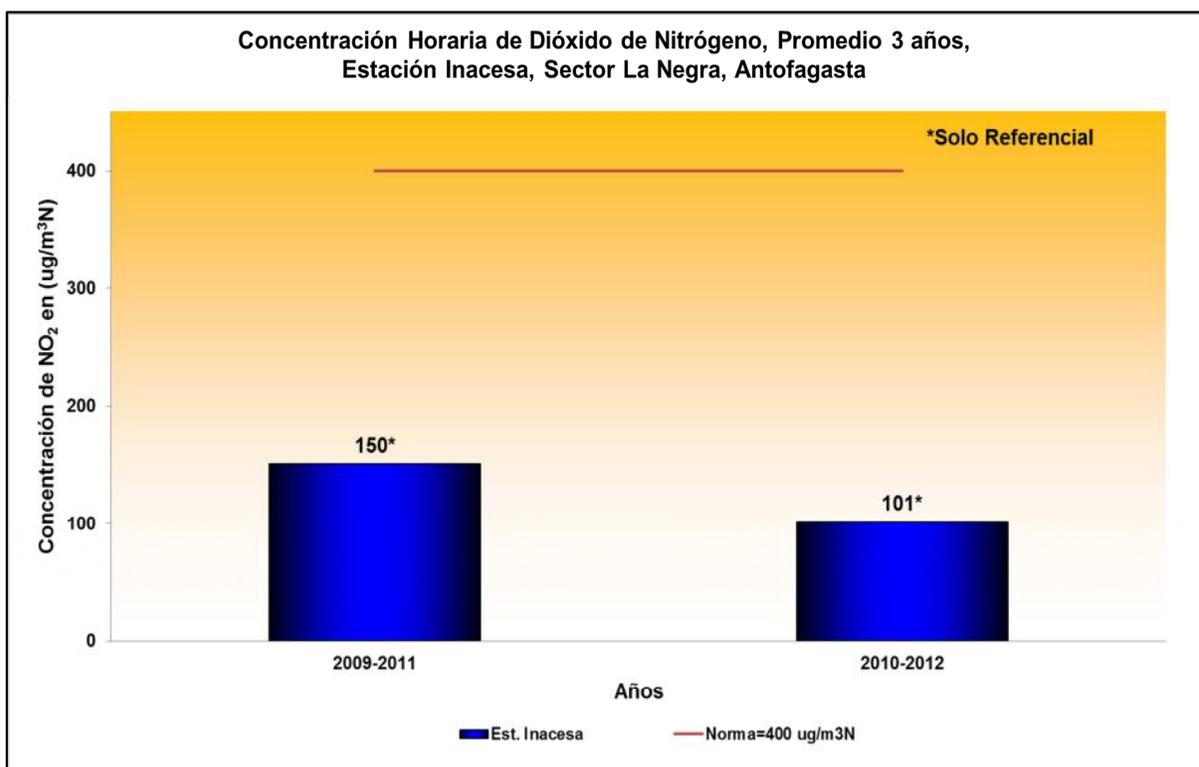


Gráfico N° 13: Percentil 99 NO₂, promedio 3 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

d.2. Norma Anual

La estación Inacesa monitorea este contaminante desde el mes de abril de 2009. Cabe señalar que esta estación no ha sido declarada EMRPG para NO₂. El periodo 2009-2011 presentó una concentración de 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (cabe señalar que el año 2009 no tiene la cantidad de trimestres válidos requeridos por la norma, sin embargo, se consideró en el cálculo de concentración, todos los valores medidos. Para el periodo 2010-2012, el valor de concentración fue de 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Ambos periodos estuvieron bajo la norma (**Ver Gráfico N°14**).

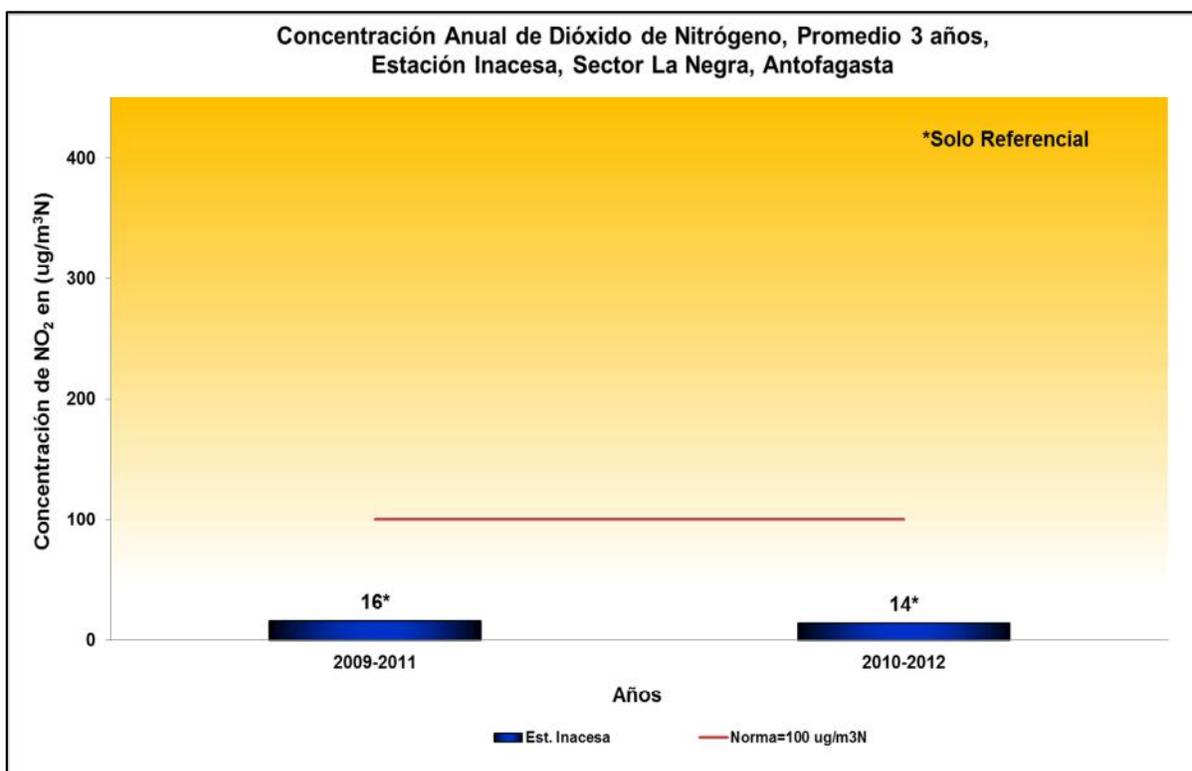


Gráfico N° 14: Concentración Anual NO₂, promedio 1 año, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

e) Plomo (Pb)

La norma anual de 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ se analiza de modo referencial en la estación Inacesa, pues no ha sido declarada estación monitorea con representatividad poblacional para Plomo (EMPB). Los periodos 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012 estuvieron bajo la norma anual de Pb, con un valor de concentración de 0,06; 0,07; 0,09 y 0,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°15**).

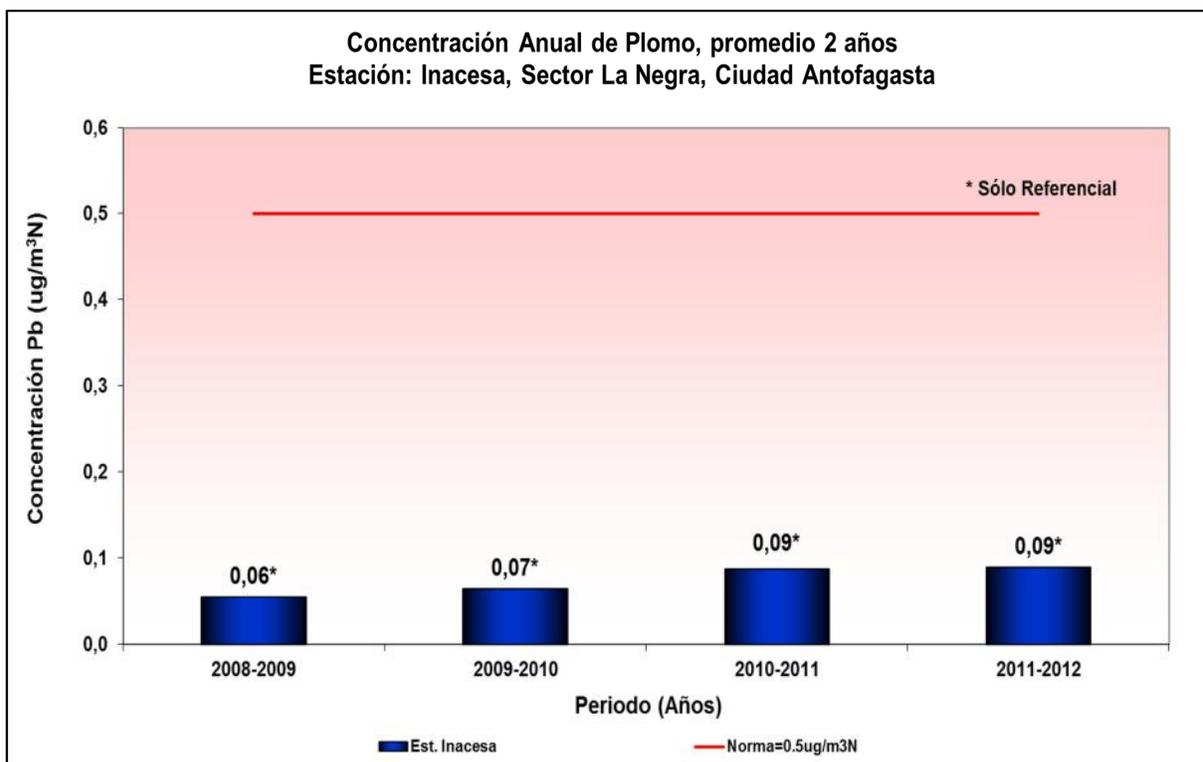


Gráfico N° 15: Concentración Anual Pb, promedio 2 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

f) Arsénico (As)

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante ver la tendencia de las concentraciones anuales.

La estación La Negra, en el año 2007 presentó una concentración anual de $0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, observándose una leve disminución de la concentración con respecto al año anterior. El año 2008 la concentración de As fue de $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que el año 2009 tuvo un valor de $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En los años 2010, 2011 y 2012 la estación La Negra presentó un valor de $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para los tres años **(Ver gráfico N°16)**.

En cuanto a la estación Sur, en el año 2007 la concentración de As alcanzó un valor de $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que el año 2008 tuvo un valor de concentración de $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el año 2009 tuvo un valor de $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para los años 2010, 2011 y 2012, la estación Sur presentó un valor de concentración de $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para los tres años **(Ver gráfico N°16)**.

La estación Inacesa tuvo la mayor concentración de As el año 2006, con un valor de $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. El año 2007 la concentración de As disminuyó a $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que el año 2008 fue de $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. El año 2009 aumentó a $0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y el año 2010 disminuyó nuevamente a $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ **(Ver gráfico N°16)**. Finalmente, el año 2011 tuvo una concentración de As de $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y el año 2012 tuvo un valor de $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ **(Ver gráfico N°16)**.

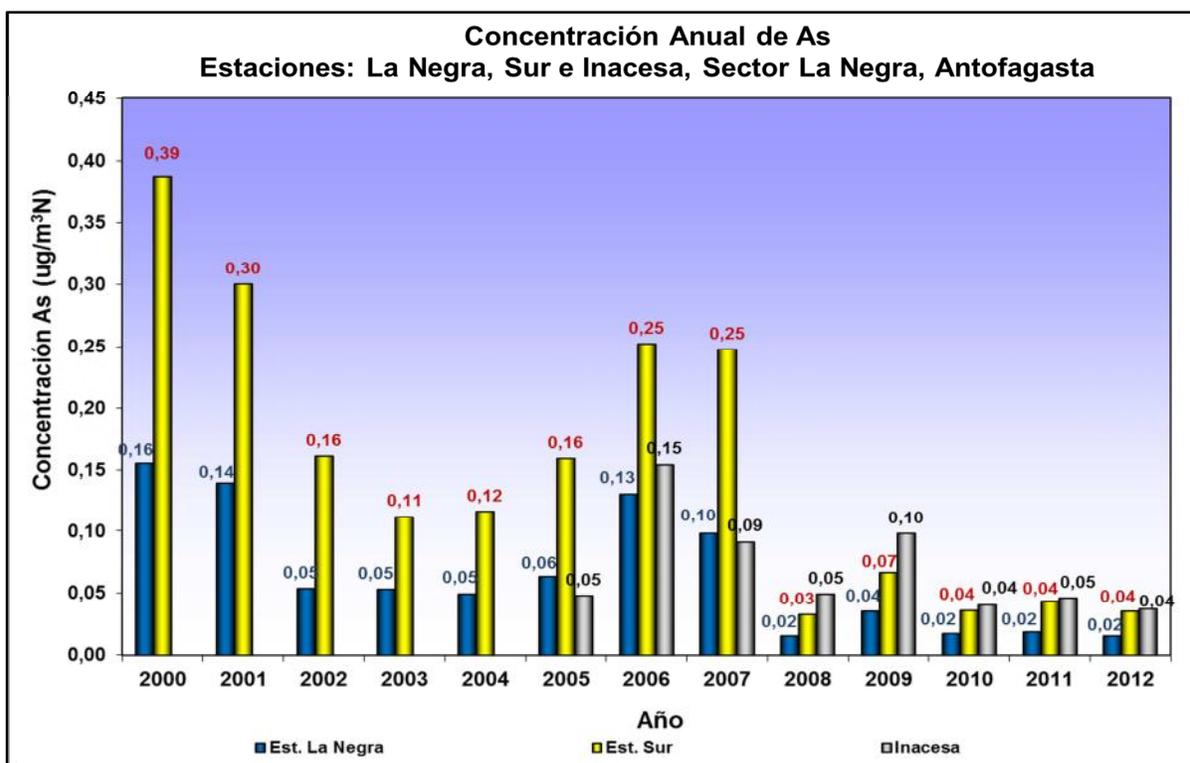


Gráfico N° 16: Concentración Anual As, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

6.1.4 Sector Centro Ciudad de Antofagasta

En la actualidad, éste sector de Antofagasta cuenta con una red de monitoreo constituida por las siguientes estaciones:

- Estación Oncológico, ubicada en el sector centro de la ciudad, fue autorizada EMRP desde Noviembre de 2005 y EMPB a partir del 1 de Marzo del 2007. Gestionada por SEREMI del Medio Ambiente-AIA-Autoridad Sanitaria.
- Estación Rendic, ubicada en el sector norte de la ciudad, fue autorizada EMRP desde Noviembre de 2005 y EMPB a partir del 1 de Marzo del 2007. Gestionada por SEREMI del Medio Ambiente-AIA-Autoridad Sanitaria.
- Estación Playa Blanca, ubicada en el sector sur de la ciudad, no está autorizada EMRP y tampoco EMPB y fue gestionada por SEREMI del Medio Ambiente-AIA-Autoridad Sanitaria.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

La estación Playa Blanca se analiza de forma referencial, para todos los años, debido a que no ha sido declarada EMRP.

Entre los años 2006 y 2012, ninguna estación presentó valores de percentil 98 superiores a la norma diaria.

En el año 2010 la estación Oncológico presentó el valor más alto de percentil 98 con un $83 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma diaria. Para los años 2011 y 2012, presentó un valor de percentil 98 de $64 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para ambos años (**Ver gráfico N°17**).

Al igual que la estación Oncológico, en el año 2007, la estación Rendic presentó el valor más alto de percentil con un $89 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Para los años 2011 y 2012, la estación Rendic presentó un valor de percentil 98 de 69 y $73 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°17**).

En el año 2007, la estación Playa Blanca estuvo bajo la norma, con un valor de percentil 98 de $51 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (cabe señalar que la estación Playa Blanca comenzó a monitorear con un equipo Hi-vol en el mes de septiembre del año 2007, por lo tanto para este año, la estación sólo posee 40 datos). Para los años 2011 y 2012, la estación Playa Blanca presenta valores de 64 y $65 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°17**).

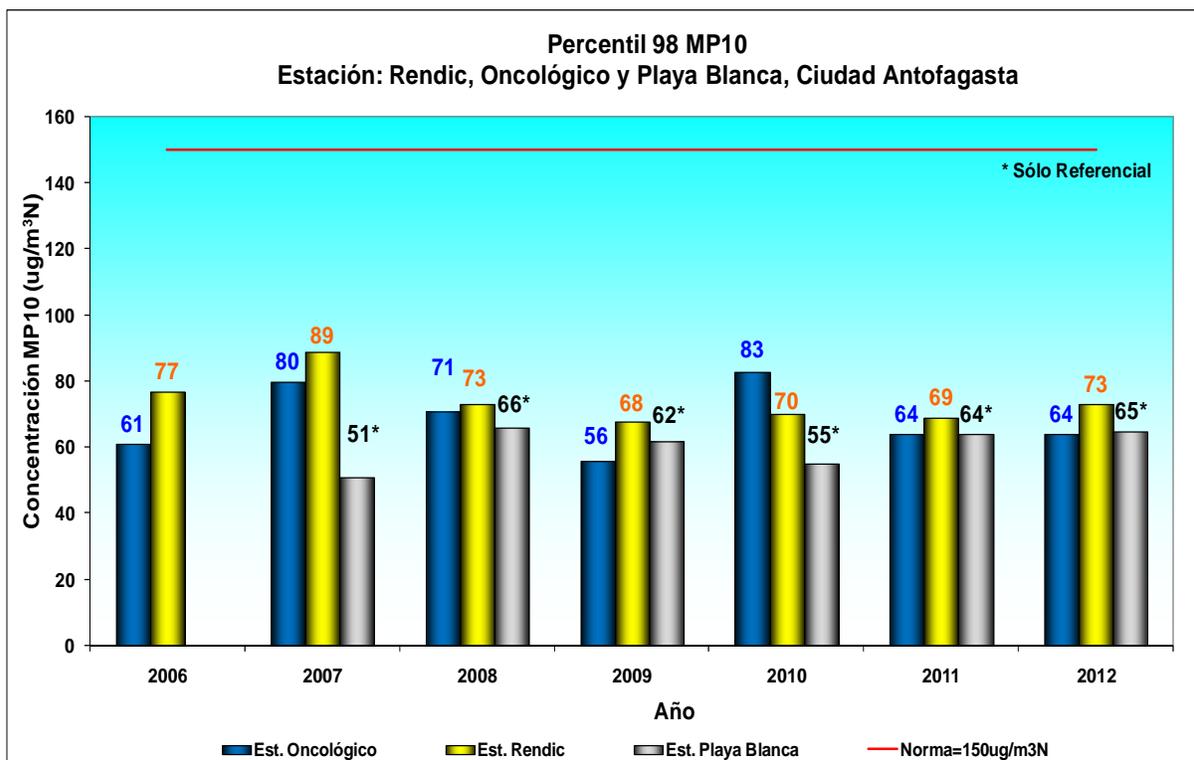


Gráfico N° 17: Percentil 98 MP10 Estaciones Rendic, Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La estación Playa Blanca se analiza de forma referencial, para todos los periodos trianuales, debido a que no ha sido declarada EMRP.

En todos los periodos mostrados en el gráfico N°18, la estación Oncológico estuvo bajo la norma anual. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, presentó un valor de concentración de MP10 de 38 y $39 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente.

Sin embargo, en la estación Rendic todas las concentraciones de MP10 registrados en todos los periodos, estuvieron en situación de latencia. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, la estación Rendic presentó valores de 41 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente **(Ver Gráfico N° 18)**.

En los periodos 2007-2009, 2008-2010, 2009-2011 y 2010-2012, la estación Playa Blanca presentó valores bajo la norma anual. En el periodo 2007-2009 presentó un valor de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (para el año 2007, sólo presentó 4 meses válidos, debido a que comenzó a monitorear en el mes de septiembre con el equipo Hi-vol). En cuanto a los periodos 2008-2010, 2009-2011, 2010-2012, el valor anual fue de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para los tres periodos **(Ver Gráfico N° 18)**.

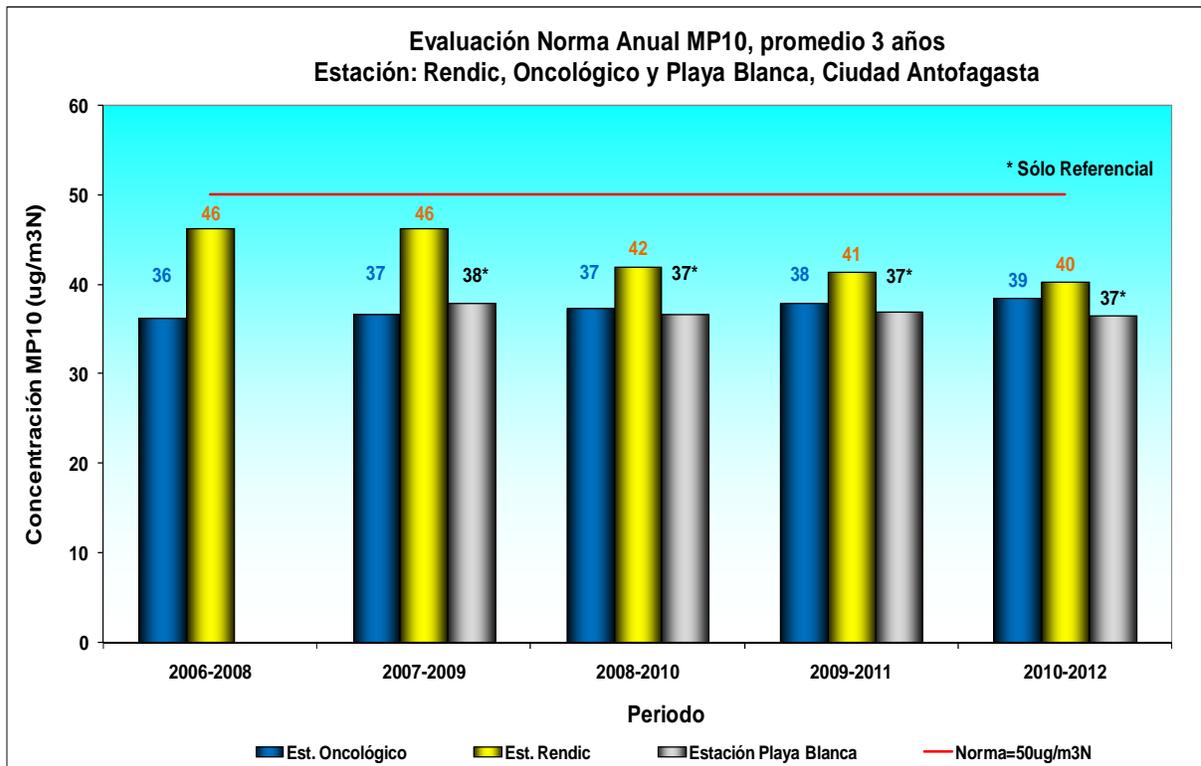


Gráfico N° 18: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones Rendic, Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.

b) Plomo (Pb)

A continuación se muestran los resultados de Plomo, para las estaciones Rendic, Oncológico y Playa Blanca.

La información señalada, es a modo referencial hasta el periodo 2007-2008, para las estaciones Oncológico y Rendic, debido a que ambas estaciones fueron declaradas EMPB en marzo de 2007. En la estación Playa Blanca la información señalada es a modo referencial para todos los periodos, debido a que esta estación no es EMPB.

En la estación Oncológico, en los periodos 2006-2007 y 2007-2008, los valores de concentración de Pb fueron de 0,015 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. En los periodos posteriores, 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011, la concentración de Pb disminuyó

presentando valores de 0,005, 0,004 y 0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Finalmente en el periodo 2011-2012 mantuvo su concentración de Pb de 0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°19**).

En la estación Rendic, en los periodos 2006-2007 y 2007-2008, los valores de concentración de Pb fueron de 0,017 y 0,016 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. En los periodos posteriores, 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011, la concentración de Pb disminuyó presentando valores de 0,005, 0,004 y 0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. El periodo 2011-2012 mantuvo su concentración de 0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en comparación al periodo anterior (**Ver gráfico N°19**).

En la estación Playa Blanca, en el periodo 2008-2009 la concentración de Pb fue de 0,004 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que en los periodos 2009-2010 y 2010-2011, los valores de concentración de Pb fueron de 0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para ambos periodos. El periodo 2011-2012 presenta una concentración de 0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, igual a la registrada en el periodo anterior (**Ver gráfico N°19**).

Todos los periodos en las tres estaciones señaladas anteriormente han estado bajo la norma anual de Plomo.

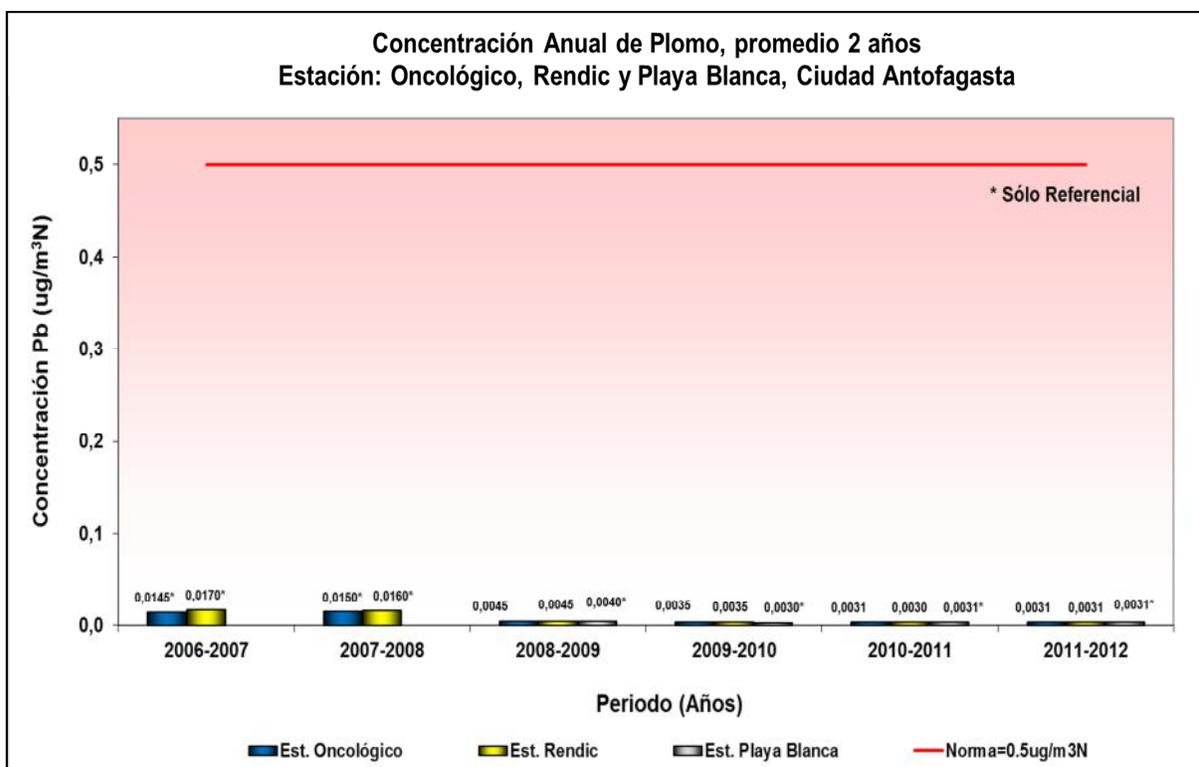


Gráfico N° 19: Concentración Anual de Plomo, promedio 2 años, Estaciones Rendic y Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.

6.2 Comuna de Taltal

6.2.1 Sector Paposo

En la comuna de Taltal, sector de Paposo se encuentran las siguientes estaciones de monitoreo:

- Estación Escuela Paposo, autorizada EMRPG para NO₂ y O₃ el día 25 de octubre del año 2004, a cargo de ENDESA Chile.
- Estación Punto de Máximo Impacto, autorizada EMRPG para NO₂ y O₃ el día 25 de octubre del año 2004, a cargo de ENDESA Chile.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

Debido a que las estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto no han sido declaradas EMRP, sólo se evalúan de modo referencial.

Sólo durante el año 2000 se monitoreó Material Particulado Respirable en las estaciones Escuela Paposo y Punto Máximo Impacto, reanudándose este monitoreo en el año 2006.

El percentil 98 para la estación Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto durante los años 2000, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012 no superó la norma diaria de 150 µg/m³N.

En la estación Paposo para los años 2010, 2011 y 2012 el percentil 98 alcanza los valores de 61, 77 y 144 µg/m³N respectivamente, sin embargo, en el último año de monitoreo se supera la latencia de 120 µg/m³N con un valor de 144 µg/m³N.

En la estación Punto máximo impacto para los años 2010, 2011 y 2012 el percentil 98 alcanza los valores de 51, 64 y 61 µg/m³N respectivamente.

Cabe señalar que estas estaciones no han sido declaradas EMRP, por lo tanto estos resultados son sólo referenciales, además en el año 2011, las dos estaciones mencionadas anteriormente presentan valores de tipo continuo (desde el 1° de Enero hasta el 29 de Septiembre) y de tipo discreto (desde el 4 de Octubre hasta el 30 de Diciembre) (**Ver gráfico N°20**).

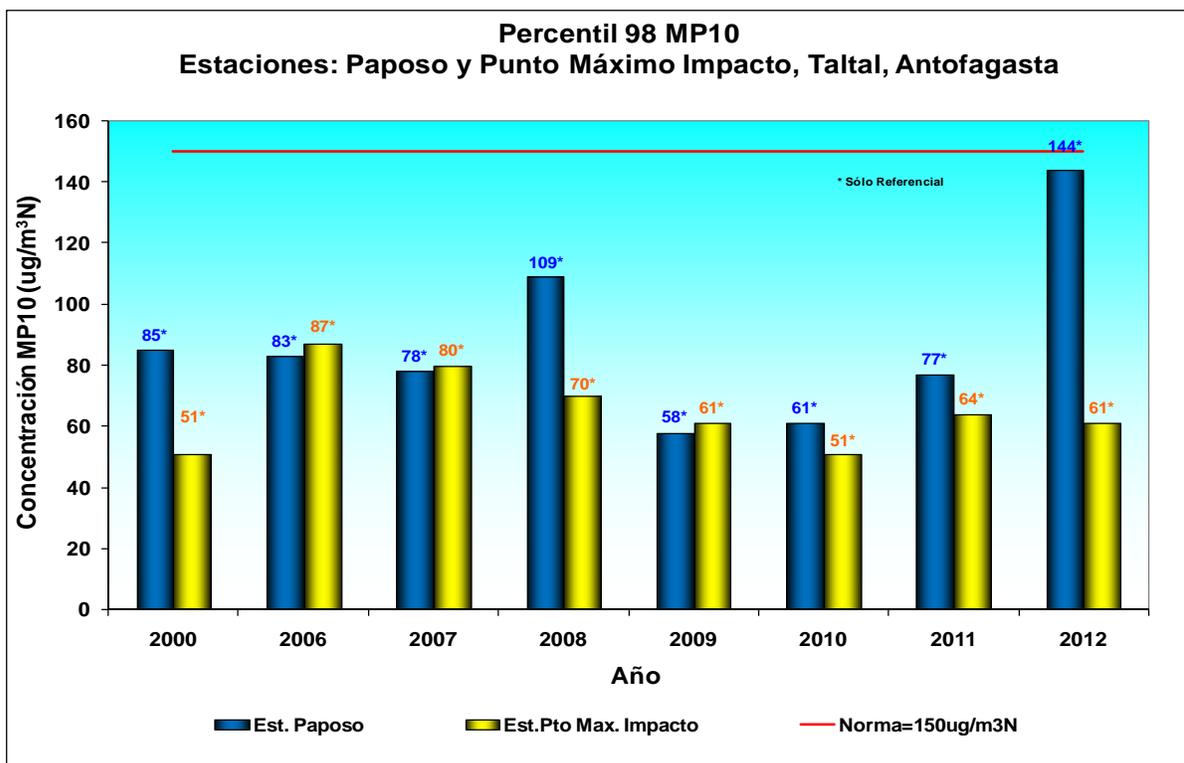


Gráfico N° 20: Percentil 98 MP10, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual para MP10, debido a que las estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto no han sido declaradas EMRP, por lo tanto todos los valores son sólo referenciales, además para algunos años, no hubo la cantidad de meses válidos.

Para la estación Punto de Máximo Impacto, en el año 2008 se eliminó la concentración del mes de marzo, por no contar con la cantidad de datos exigidos por la norma, y para el año 2009 se eliminó el mes de diciembre por la misma razón mencionada anteriormente. **Se valida año 2010 con valores de los 12 meses anteriores como indica la norma, ya que cuenta con nueve meses de monitoreo válidos.**

Referencialmente, para los periodos 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010 y 2009-2011, la concentración estuvo bajo la norma en la estación Paposo, con un valor de 38, 36, 37 y 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Sin embargo, para el periodo 2010-2012, la concentración de MP10 estuvo en sobre el nivel de latencia anual (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), con un valor de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Para la estación Punto de Máximo Impacto también estuvo bajo la norma en los mismos periodos mencionados, con valores de concentraciones de 37, 34, 33, 31 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N° 21**).

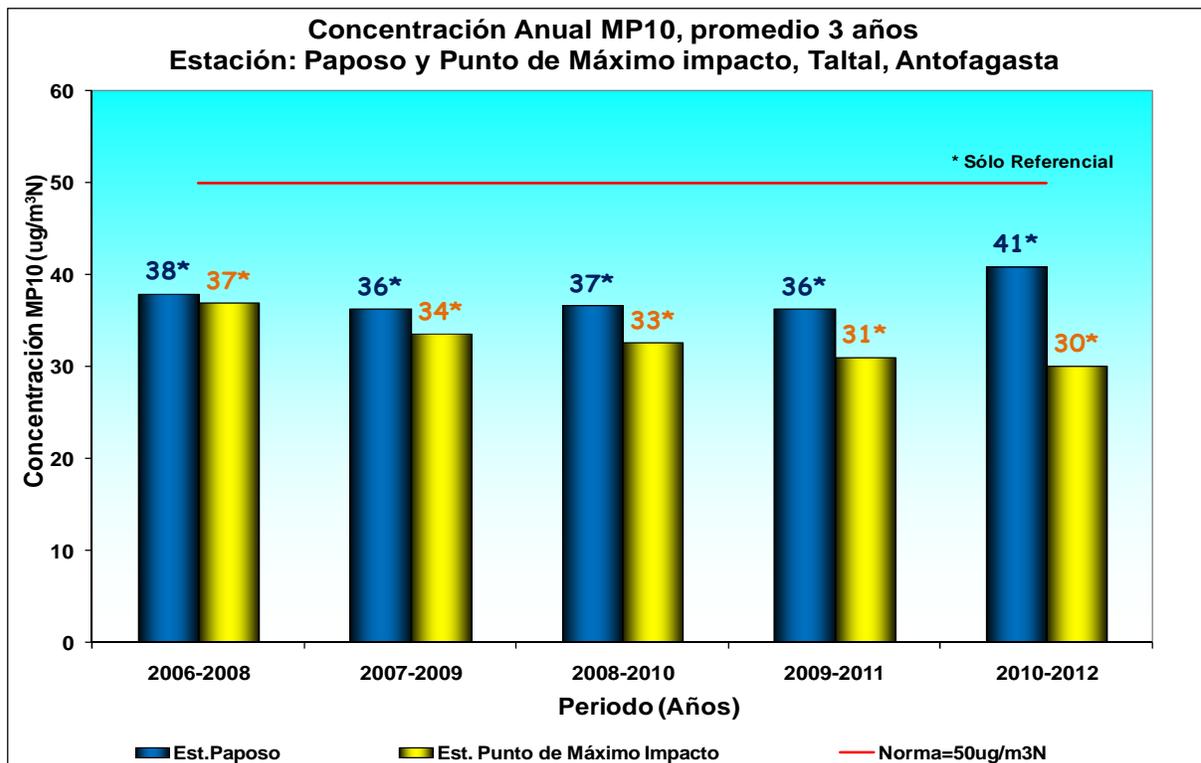


Gráfico N° 21: Concentración anual, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Antofagasta.

b) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

b.1. Norma Horaria

Para los periodos 2005-2007, 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, 2009-2011 y 2010-2012, la estación Paposo, estuvo bajo la norma horaria, con un valor de percentil 99 de 16, 25, 28, 26, 20 y 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada periodo (**Ver gráfico N°22**).

Durante el periodo 2005-2007, la estación Punto de Máximo Impacto, estuvo bajo la norma diaria, con un valor de percentil 99 de 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (información referencial, debido a que el año 2005 no tuvo la cantidad de datos requeridos por la norma). Para el periodo 2006-2008 el percentil 99, también estuvo bajo la norma con un valor de 269 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que para el periodo 2007-2009, el valor del percentil 99 fue de 309 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor cercano al límite de la latencia. Para el periodo 2008-2010, el valor del percentil 99 fue de 313 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor nuevamente cercano al límite de la latencia (información referencial, debido a que el año 2010 no tuvo la cantidad de datos requeridos por la norma). Los periodos 2009-2011 y 2010-2012 el percentil 99 también estuvo bajo la norma con valores de 132 y 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°22**).

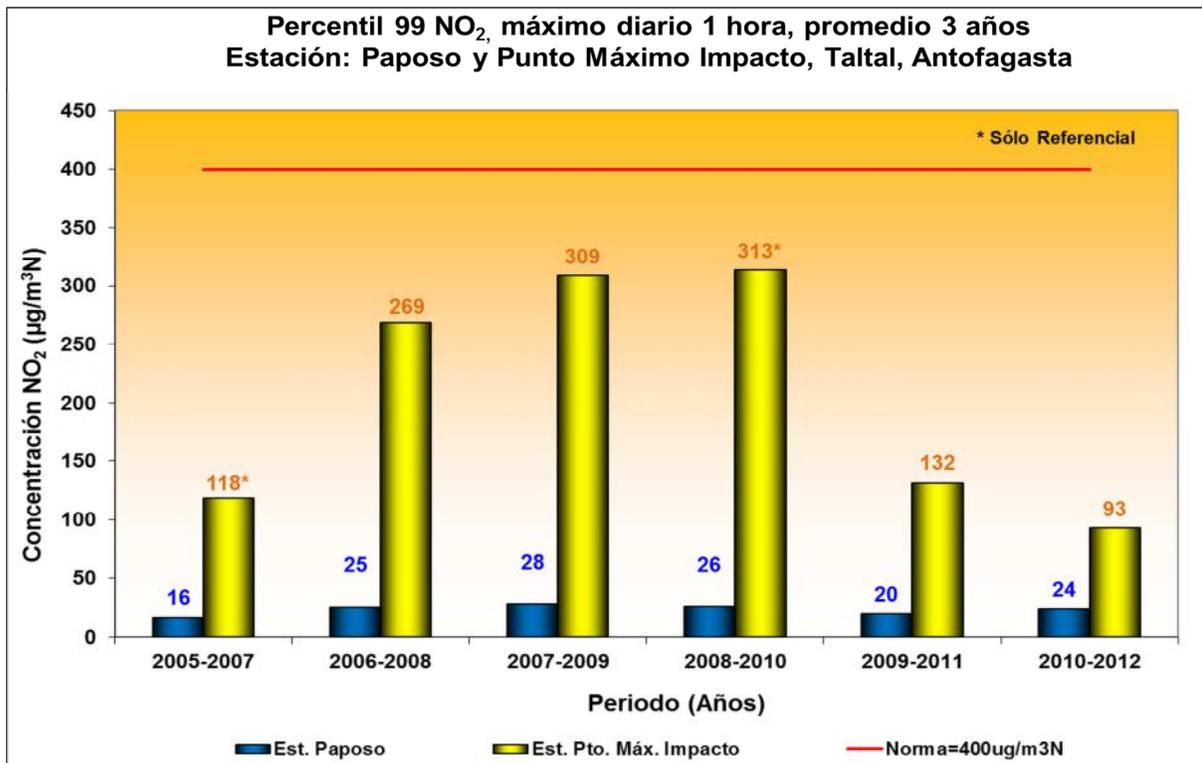


Gráfico N° 22: Percentil 99 NO₂, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

Para los periodos 2005-2007, 2006-2008, la estación Paposo, estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 2 y 3 µg/m³N, respectivamente, para cada periodo. El periodo 2007-2009, mantuvo la misma concentración del periodo anterior, 3 µg/m³N. Para los periodos 2008-2010, 2009-2011 y 2010-2012 la estación alcanzó un valor de concentración anual de 2 µg/m³N, los últimos tres periodos (**Ver gráfico N°23**).

Durante el periodo 2005-2007, la estación Punto de Máximo Impacto se encuentra bajo la norma, con un valor de concentración de 10 µg/m³N, valor referencial ya que los años 2005 y 2007 no cumplen con el mínimo de trimestres válidos requeridos por la norma. El periodo 2006-2008 también estuvo bajo dicha norma, con un valor de 16 µg/m³N, valor referencial ya que el año 2007 no cumple con el mínimo de trimestres válidos requerido por la norma.

Para los periodos 2007-2009; 2008-2010; 2009-2011 y 2010-2012 las mediciones se encuentran bajo la norma con valores de concentración de 16, 16, 7 y 5 µg/m³N respectivamente. Sin embargo, los años 2008 y 2010 no cumplen con el mínimo de trimestres válidos requeridos por la norma, por lo que, los valores presentados son sólo referenciales para todos los periodos presentados. Para efectos de esta evaluación, se considera todos los valores medidos (**Ver gráfico N°23**).

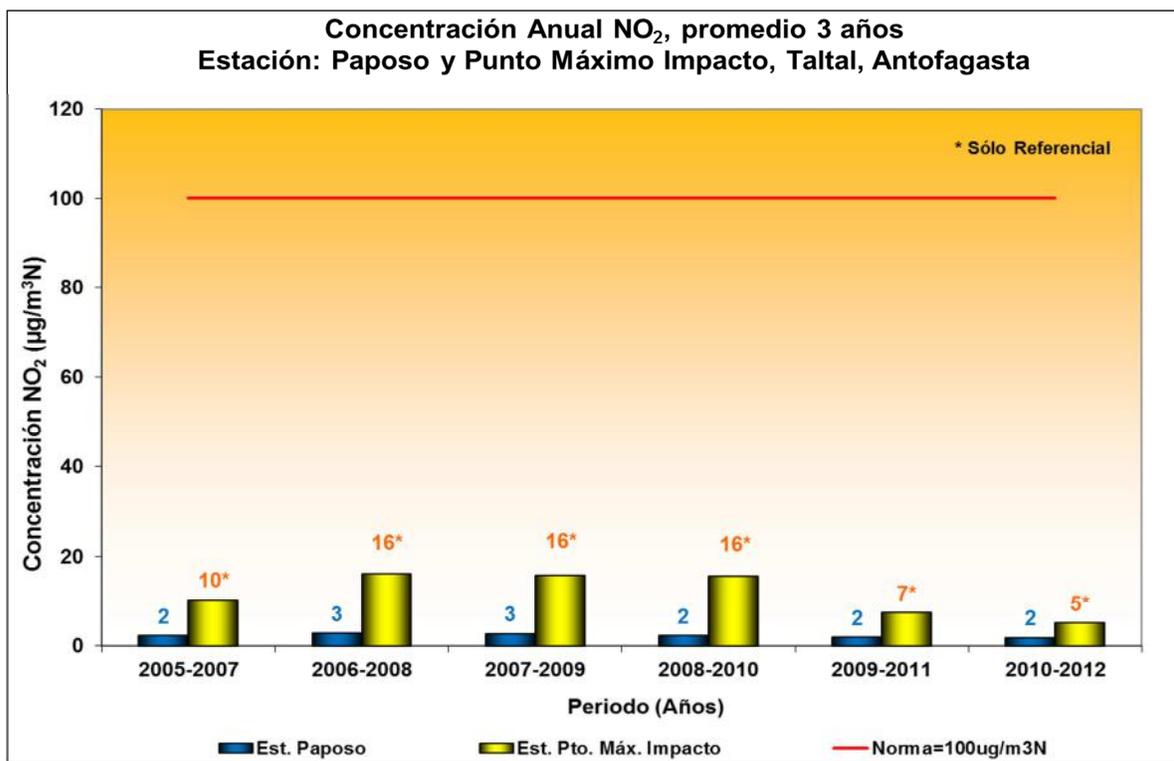


Gráfico N° 23: Concentración Anual NO₂, promedio 3 años, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.

c) Ozono (O₃)

c.1. Norma horaria como concentración 8 horas

El valor percentil 99 para el periodo 2004-2006 estuvo bajo la norma en la estación Paposo con un valor de 33 µg/m³N (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG para O₃ en Octubre de 2004).

Para los periodos 2005-2007 y 2006-2008, también se encontró bajo la norma, con un valor de percentil 99 de 36 y 32 µg/m³N, respectivamente, mientras que para el periodo 2007-2009 se mantuvo casi la misma condición que el periodo anterior, con un valor de percentil 99 de 30 µg/m³N. Para el periodo 2008-2010, el valor del percentil 99 fue de 46 µg/m³N, valor bajo la norma. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 los valores de percentil 99 también estuvieron bajo la norma con valores de 70 y 69 µg/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°24**).

El valor de percentil 99 para los periodos 2004-2006 y 2005-2007, estuvo bajo la norma en la estación Punto de Máximo Impacto, con un valor de 35 y 40 µg/m³N (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG para O₃ en el mes de octubre del año 2004 y el año 2005 no tuvo la cantidad de datos requeridos por la norma). Para los periodos 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, 2009-2011 y 2010-2012, también estuvo bajo la norma, con un valor de percentil 99 de 50, 59, 61, 66 y 60 µg/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°24**).

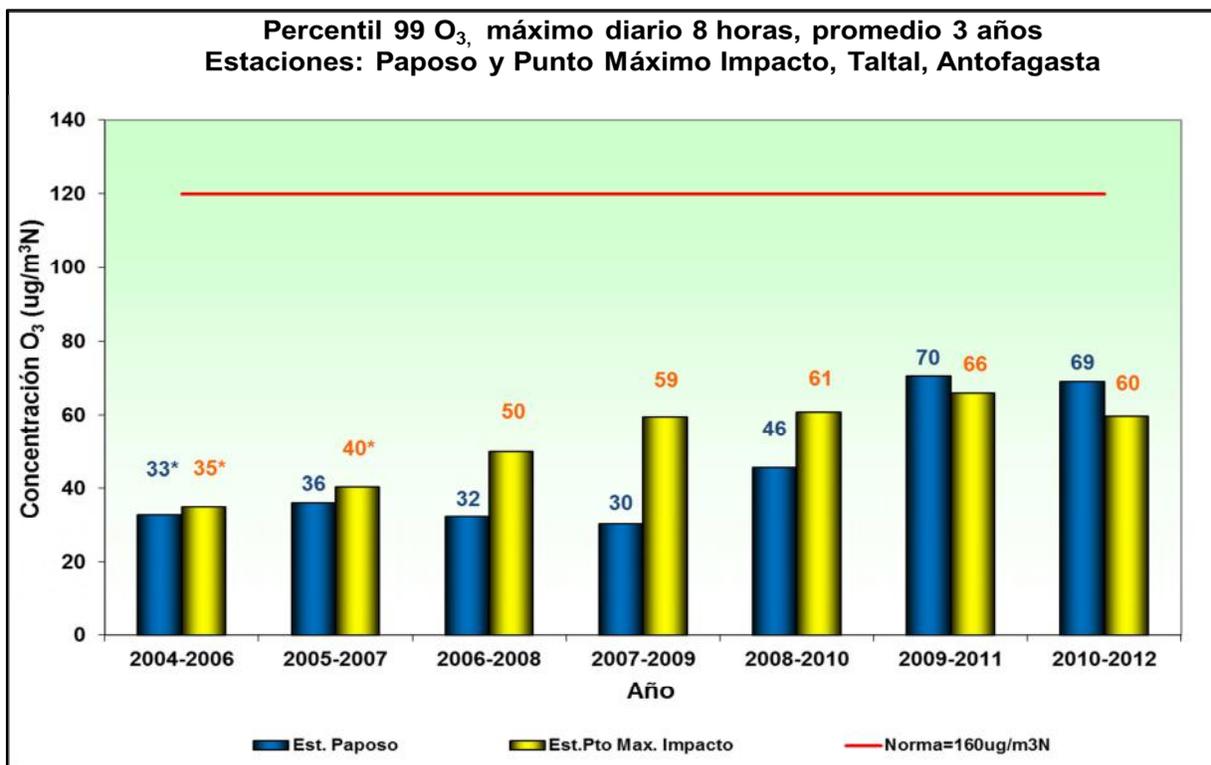


Gráfico N° 24: Percentil 99 O₃, máx. Diario 8 horas, promedio 3 años, Estaciones Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.

6.3. Comuna Calama

En la ciudad de Calama existen las siguientes estaciones de monitoreo:

- Estación Hospital el Cobre, funciona desde enero del 2002, y fue autorizada EMRP a partir del 03 de abril del año 2002 y EMRPG (SO₂) a partir del 18 de Octubre del año 2004, a cargo de CODELCO Chile, División Chuquicamata.
- Estación Servicio Médico Legal, autorizada EMRP y EMRPG (SO₂), a partir del 02 de mayo del año 2008, a cargo de Codelco Chile, División Chuquicamata.
- Estación Escuela D-126, realiza sólo campañas para MP10, CO y Pb, fue autorizada EMRP y EMRPG (CO), a partir del 27 de septiembre del año 2004, a cargo de Inppamet Ltda.

Anteriormente, existieron otras estaciones de monitoreo, siendo éstas:

- Estación Caspana, no autorizada EMRP, dejó de monitorear en el mes de abril de 2008, estuvo a cargo de CODELCO Chile, División Chuquicamata.
- Estación Ayquina, monitoreó hasta octubre del año 2001, estuvo a cargo de CODELCO Chile, División Chuquicamata.

6.3.1 Sector Ciudad de Calama

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

La estación Hospital el Cobre fue analizada de forma referencial hasta el año 2002, debido a que fue declarada EMRP en el mes de abril de dicho año.

Para el año 2002 la estación Hospital el Cobre estuvo bajo la norma, con un valor de percentil 98 de $97\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En el año 2003 se alcanzó el nivel de latencia con $121\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Desde el año 2004 al 2012 el percentil 98 estuvo bajo la norma, presentando para el año 2011 y 2012 valores de 69 y $53\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°25**).

En la estación Servicio Médico Legal, el percentil 98 para el año 2008 fue de $139\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor en situación de latencia (información referencial, debido a que la estación fue declarada EMRP en el mes de mayo del año 2008). Para el año 2009, en la estación Servicio Médico Legal, el percentil 98 presentó un valor de $170\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, dato sobre la norma diaria, mientras que el año 2010, tuvo un valor de $141\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor en situación de latencia. Para el año 2011 y 2012 el percentil 98 sobrepasó la norma diaria con valores de 156 y $184\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°25**).

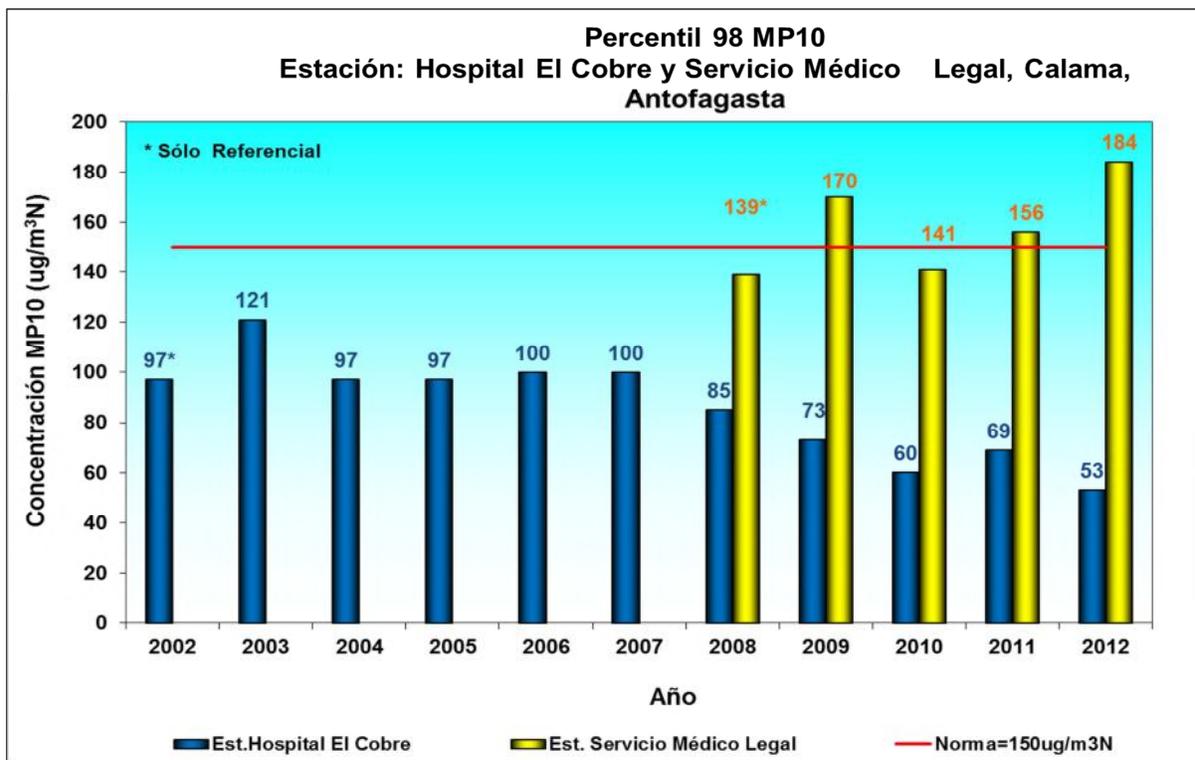


Gráfico N° 25: Percentil 98 MP10 Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

En la estación Escuela D-126, desde el año 2004 al 2012, excepto el año 2011, se han presentado días con concentraciones entre el 80 y 100% del valor de la norma diaria de MP10, específicamente 2 días el año 2004, 4 días el año 2005, 2 días el año 2006, 5 días el año 2007, 1 día el año 2008, 1 día el año 2009, 2 días el año 2010 y 1 día el año 2012 **(Ver tabla N°4)**.

Tabla N°4: Concentración Anual Campañas MP10, Estación Escuela D-126.

Estación Escuela D-126	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Promedio anual de concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	132	115	59	80	63	70	73	81	88
Días evaluados	19	29	40	39	40	40	40	40	40
N° días entre el 80 y 100% del valor de la norma	2	4	2	5	1	1	2	0	1
N° días sobre el valor de la norma	2	2	0	0	0	0	0	0	0

a.2. Norma Anual

La estación Hospital el Cobre fue analizada de forma referencial el periodo 2002-2004, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de abril del año 2002. La norma anual en esta estación fue superada desde el periodo 2002-2004 al 2006-2008.

La concentración para el periodo 2002-2004, fue de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para el periodo 2003-2005 fue de $57 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para el periodo 2004-2006 fue de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que para los periodos 2005-2007 y 2006-2008 fue de 60 y $56 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para el periodo 2007-2009, 2008-2010 y 2009-2011, la concentración de MP10 disminuyó, encontrándose en situación de latencia, con un valor de 49, 44 y $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para el periodo 2010-2012, la concentración de MP10 estuvo bajo la norma anual con un valor de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ **(Ver gráfico N°26)**.

Para la estación Servicio Médico Legal el periodo 2008-2010 estuvo sobre la norma, con un valor de $87 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (información sólo referencial, debido a que el año 2008 no tiene la cantidad de meses válidos requeridos por la norma, sin embargo para efectos de esta evaluación se utilizaron todos los meses medidos). Para el periodo 2009-2011 y 2010-2012 la concentración de MP10 estuvo sobre la norma con valores de 82 y $77 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente **(Ver gráfico N°26)**.

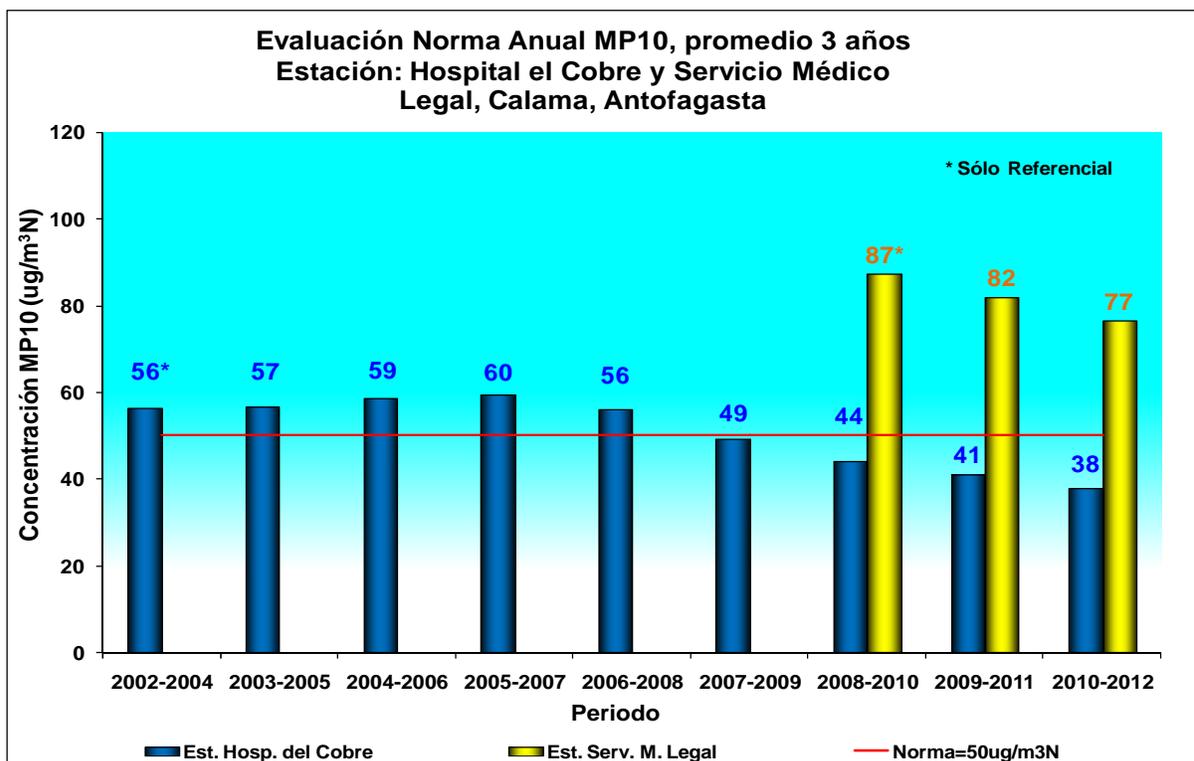


Gráfico N° 26: Concentración Anual MP10, promedio 3 años Estación Hospital el Cobre y servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual para MP10 en la estación Escuela D-126, debido a que esta estación sólo realiza campañas de MP10, sin embargo, a modo de referencia, el promedio de los valores diarios de las campañas realizadas para cada año, han estado sobre el valor de la norma anual (**Ver Tabla N° 5**).

b) Material Particulado Fino MP2.5

b.1. Norma Diaria

La norma diaria de MP2.5 establece una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Cabe señalar que la estación Hospital El Cobre, comenzó a monitorear este parámetro desde Junio del año 2010, mientras que la estación Servicio Médico Legal comenzó a monitorear desde Marzo del año 2011. No es posible evaluar el cumplimiento de la norma diaria para MP2.5, debido a que ambas estaciones no han sido declaradas EMRP para MP2.5, de modo que los valores son solo referenciales para ambas estaciones.

Para la estación Hospital El Cobre, en el año 2010 la concentración de MP2.5 sobrepasó la norma con un valor de 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que en los años 2011 y 2012 los valores se mantuvieron bajo la norma con un 18 y 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Todos los valores son referenciales ya que la estación Hospital El Cobre no ha sido declarada EMRP para MP2.5 (**Ver gráfico N°27**).

Para la estación Servicio Médico Legal, en el año 2011 la concentración de MP2.5 fue de 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma diaria. En el año 2012, la concentración de MP2.5 aumentó con un 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor sobre la norma diaria. Ambos valores son sólo

referenciales ya que la Estación Servicio Médico Legal no ha sido declarada EMRP para MP2.5 (**Ver gráfico N°27**).

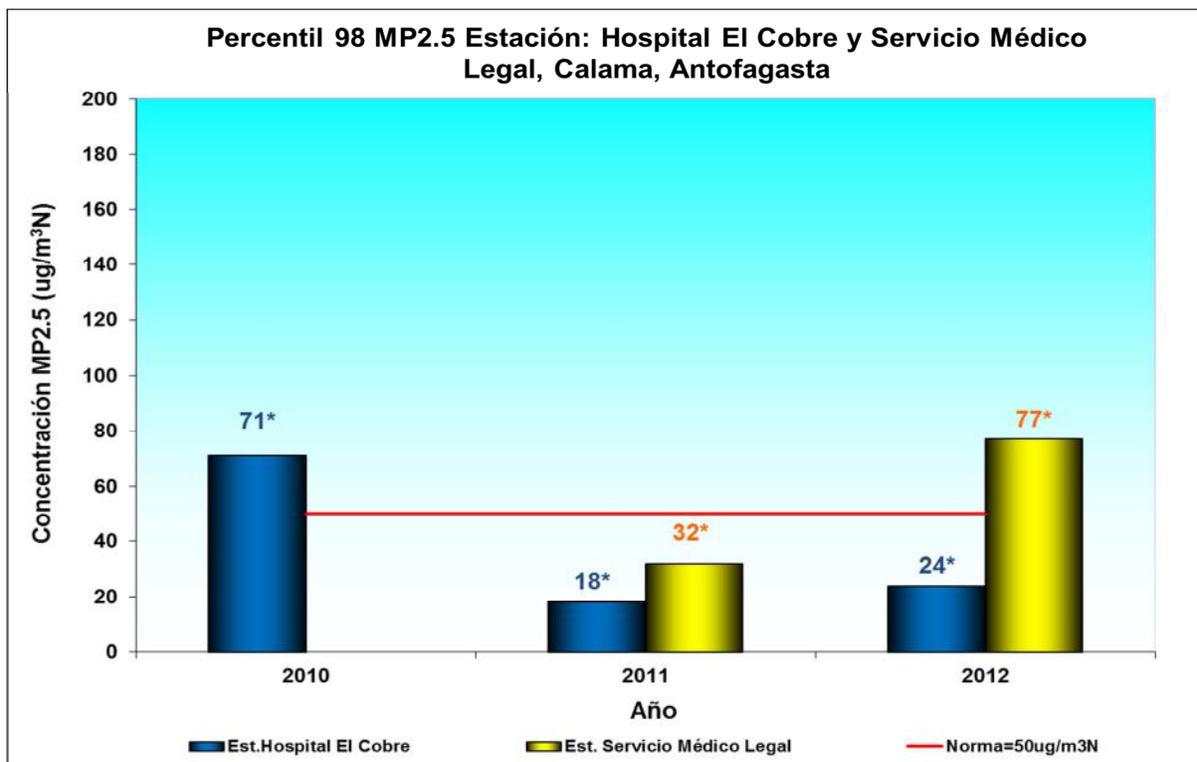


Gráfico N° 27: Percentil 98 MP2.5, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

En la estación Hospital El Cobre, para los años 2010, 2011 y 2012, los valores de promedio anual de MP 2.5 fueron de 17, 7 y 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Sin embargo, el promedio anual correspondiente al año 2010 se muestra en forma referencial debido a que el MP2.5 se comenzó a medir desde Junio del año 2010 y sólo cuenta con seis meses de monitoreo de este parámetro, inferior a los 11 meses, cantidad mínima de meses requeridos por el D.S. 12/2011 referente a MP2.5. Con respecto a los promedios anuales de los años 2011 y 2012, también tienen el carácter de referenciales porque la estación no ha sido declarada como EMRP para MP2.5.

En la estación Servicio Médico Legal, el valor de promedio anual para el año 2011 fue de 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y en el año 2012 el promedio anual estuvo sobre la norma con un valor de 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Sin embargo, no fue posible calcular el promedio trianual correspondiente al periodo 2010-2012, debido a que se comienza a monitorear a partir de Marzo del año 2011 y no cuenta con la cantidad mínima de meses requeridos por el D.S.12/11 para validar el promedio anual del año 2011. Además, no ha sido declarada EMRP para MP2.5, de modo que, el promedio anual del año 2012 también tiene el carácter referencial.

La tabla N°6 resume los promedios concentraciones anuales referenciales de los años 2010, 2011, 2012 de las estaciones El Cobre y Servicio Médico Legal.

Tabla N°5: Promedios de las Concentraciones Anuales de MP2.5. Estación Hospital El Cobre y Servicio Médico Legal.

Años	2010		2011		2012	
	Hospital El Cobre	Servicio Médico Legal	Hospital El Cobre	Servicio Médico Legal	Hospital El Cobre	Servicio Médico Legal
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	17*	-	7*	13*	10*	24*
Días evaluados	66	-	121	90	119	118
Año válido	No	-	Sí	No	Sí	Sí

c) Dióxido de Azufre (SO_2)

c.1. Norma Diaria

El valor del percentil 99 para los periodos 2003-2005 y 2004-2006 en la estación Hospital fue de 25 y 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma, sin embargo, esta información es sólo referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG en el mes de octubre del año 2004.

Para los periodos 2005-2007, 2006-2008, 2007-2009 y 2008-2010, la estación Hospital el Cobre estuvo bajo la norma con un valor de percentil 99 de 11, 14, 17 y 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada periodo (**Ver gráfico N°28**).

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, esta estación estuvo nuevamente bajo la norma, con valores de 20 y 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°28**).

Para la estación Servicio Médico Legal, el valor del percentil 99 para el periodo 2008-2010, fue de 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma (información referencial debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO_2) en mayo de 2008 y no tuvo la cantidad de datos requeridos por la norma para ese año). Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 los valores del percentil 99 fueron de 15 y 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores inferiores a la norma diaria (**Ver gráfico N°28**).

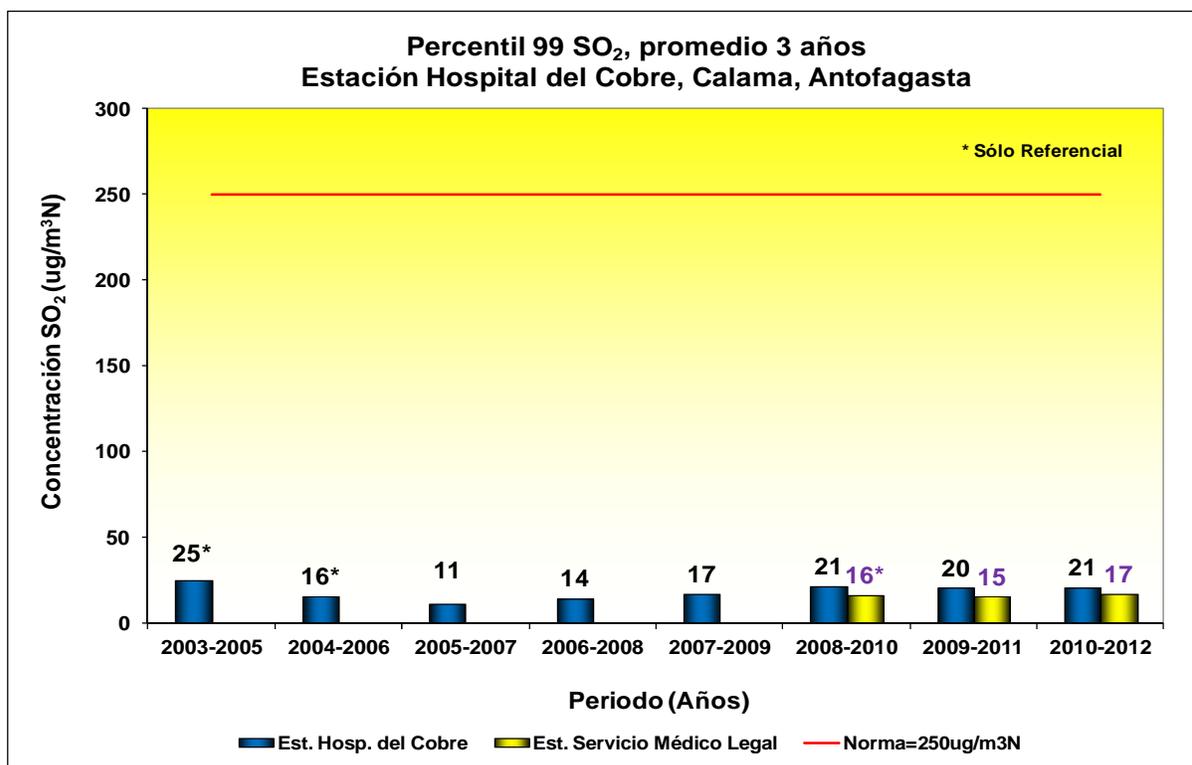


Gráfico N° 28: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

c.2. Norma Anual

La concentración de SO₂ para los periodos 2003-2005 y 2004-2006, en la estación Hospital el Cobre, correspondió a 6 y 3 µg/m³N, valores bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) en el mes de octubre del año 2004). Para los periodos 2005-2007 y 2006-2008, en esta estación, la concentración correspondió a 2 µg/m³N en cada periodo, valor bajo la norma. Para los periodos 2007-2009 y 2008-2010, la concentración estuvo bajo la norma con un valor de concentración de 3 µg/m³N. Los periodos 2009-2011 y 2010-2012, estuvieron bajo la norma, con valores de concentraciones de 2,77 y 2,66 µg/m³N respectivamente (**Ver gráfico N°29**).

Para la estación Servicio Médico Legal, el valor de la concentración anual de SO₂ para el periodo 2008-2010, fue de 2 µg/m³N, valor bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) en mayo de 2008, además el año 2008 no tiene la cantidad de trimestres válidos, sin embargo para esta evaluación, fueron considerados todos los valores medidos). Por último, los periodos 2009-2011 y 2010-2012, estuvieron bajo la norma, con valores de concentraciones de SO₂ de 1,81 y 2,56 µg/m³N respectivamente (**Ver gráfico N°29**).

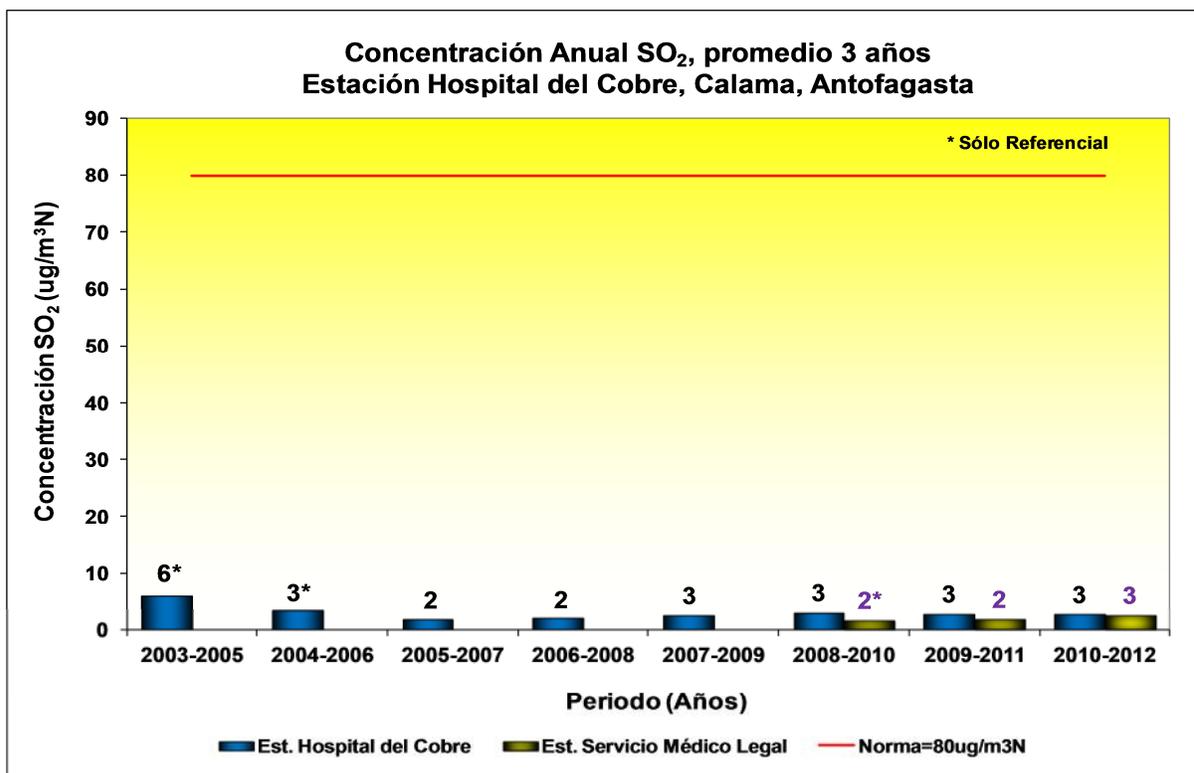


Gráfico N° 29: Concentración Anual de SO₂, promedio 3 años, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

d) Plomo (Pb)

La norma anual de calidad primaria para plomo en el aire establece un valor de 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como promedio de dos años sucesivos.

La estación Escuela D-126 monitorea Plomo, sin embargo, no es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual de Pb en esta estación, debido a que no está autorizada EMPB y sólo realiza 4 campañas de 1 mes de duración al año, sin embargo, a modo de referencia, la concentración obtenida para todos los periodos estudiados, estuvo bajo la norma. Cabe señalar que por tratarse de campañas, la concentración anual de cada año, se obtuvo mediante el promedio aritmético de todos los valores de los registros diarios. Es importante indicar que sólo es posible verificar el cumplimiento de la norma, cuando se realicen mediciones por el periodo que indica la norma y la estación sea declarada EMPB (**Ver gráfico N°30**).

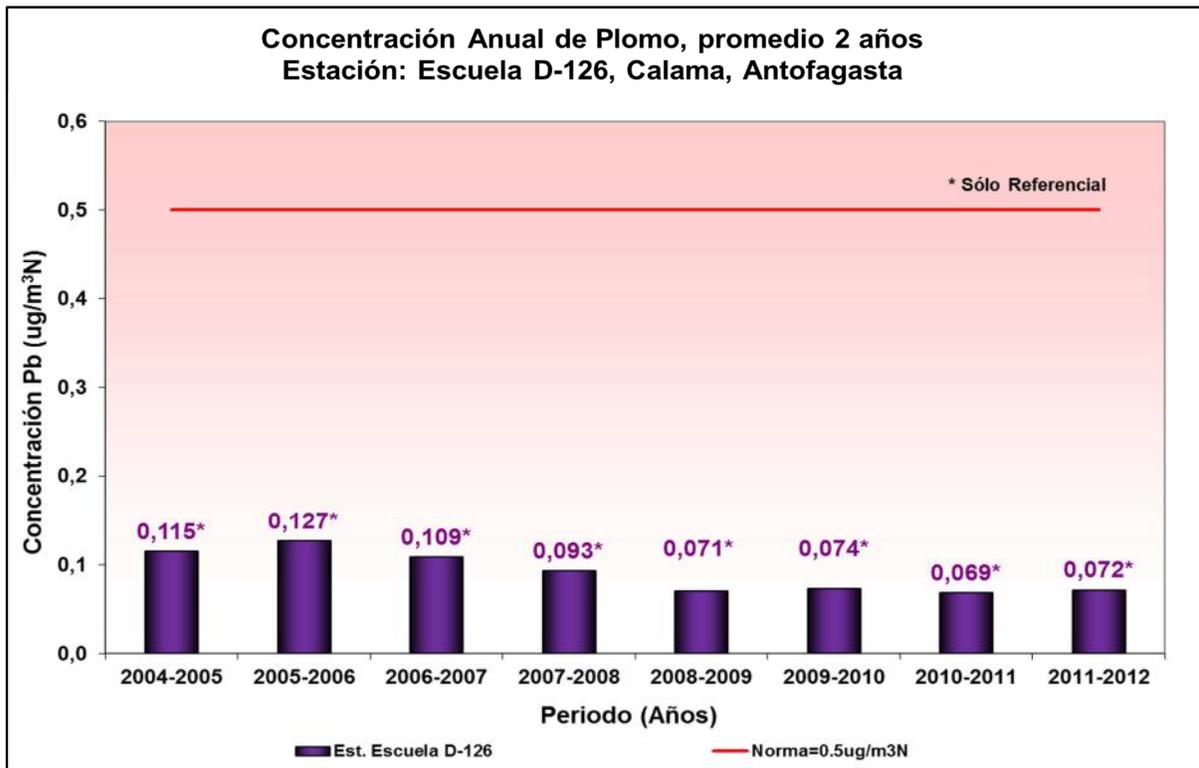


Gráfico N° 30: Concentración Anual Pb, promedio 2 años, Estación Escuela D-126, Calama, Región de Antofagasta.

e) Monóxido de Carbono (CO)

e.1. Norma Horaria, como concentración 1 hora

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma horaria de Monóxido de Carbono, en la estación Escuela D-126, debido a que para cada año, sólo realiza 4 campañas de 1 mes de duración. Sólo como referencia se puede señalar que para los periodos estudiados, el percentil 99 para esta estación estuvo bajo la norma horaria de CO (**Ver gráfico N° 31**).

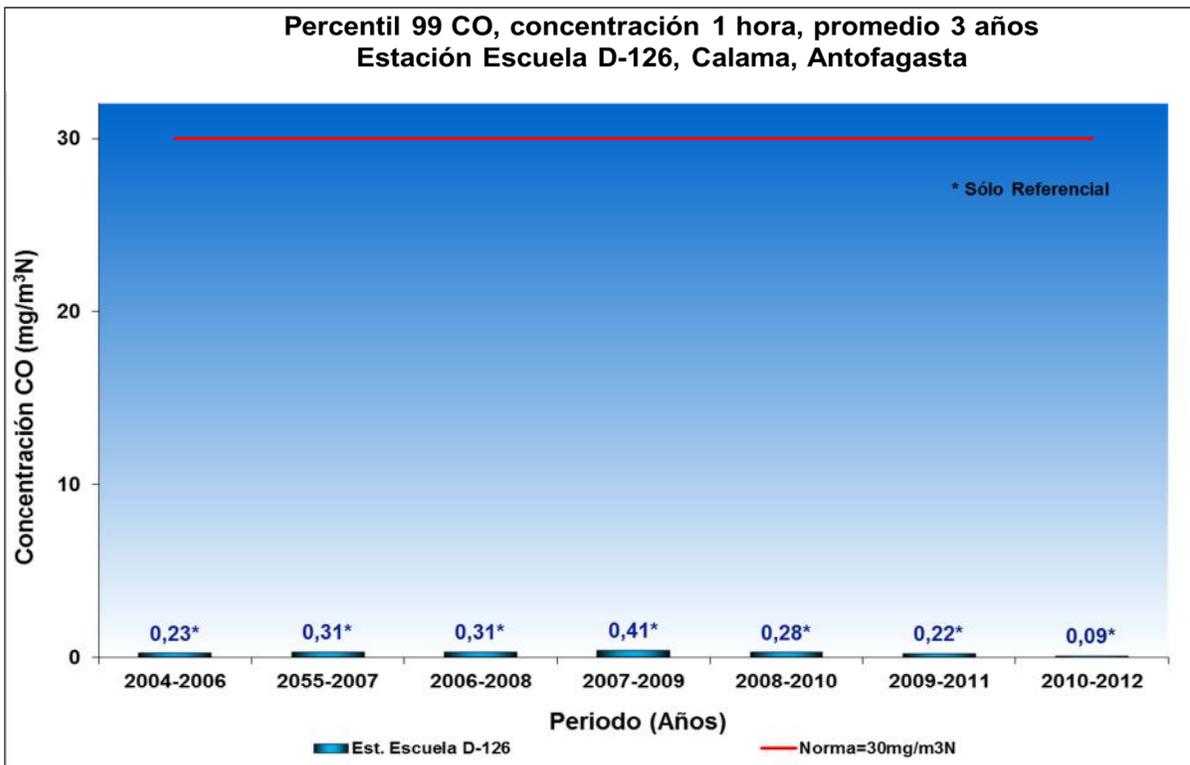


Gráfico N° 31: Percentil 99, concentración 1 hora, promedio 3 años, Estación Escuela D-126, Calama, Región de Antofagasta.

f) Arsénico (As)

f.1. Arsénico en MP10

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante considerar la tendencia de las concentraciones anuales.

Para la estación Hospital El Cobre, los valores de concentración de As en los años 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010 fueron 0,07; 0,03; 0,04; 0,07; 0,08; 0,06; 0,07; 0,038 y 0,030 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para los años 2011 y 2012 la concentración anual de As fue de 0,037 y 0,028 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°32**).

Para la estación Servicio Médico Legal, los valores de concentración anual de As disminuyeron desde el año 2008 hasta el año 2012. Para los años 2011 y 2012 los valores de concentración de As fueron de 0,066 y 0,063 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°32**).

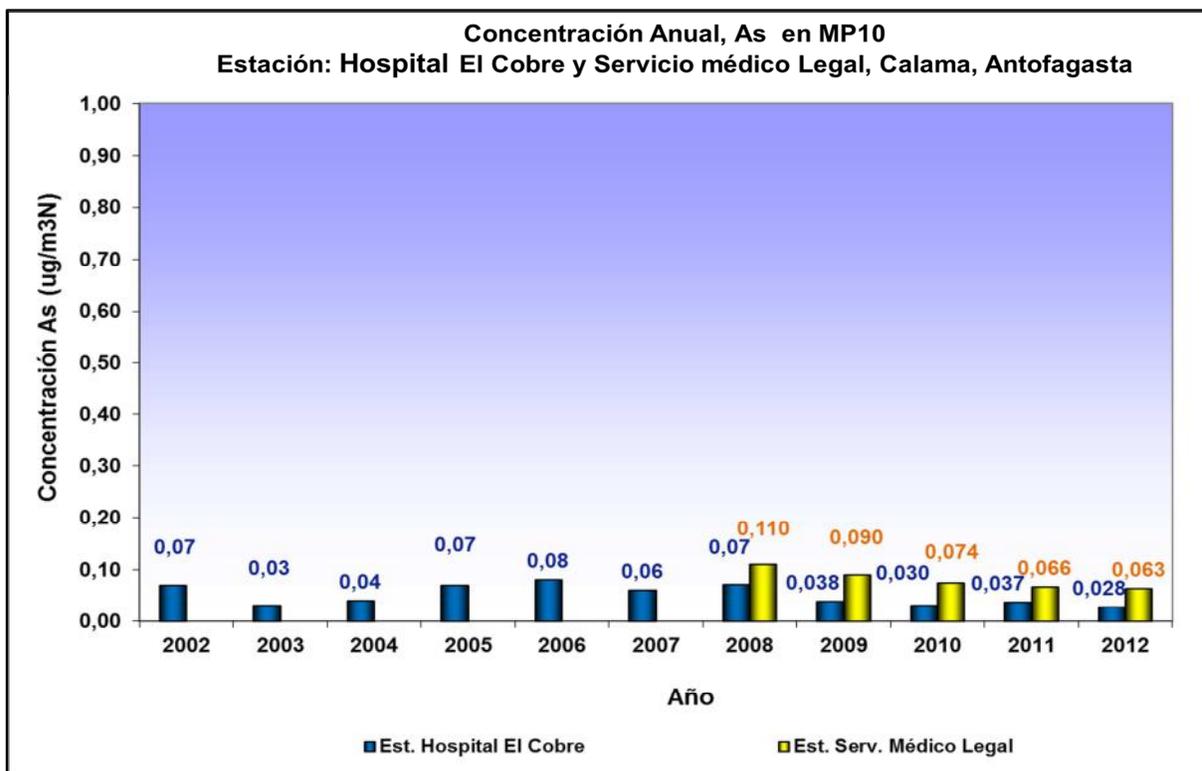


Gráfico N° 32: Concentración Anual As en MP10, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

f.2. Arsénico en MP2.5

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante considerar la tendencia de las concentraciones anuales. Cabe señalar que el parámetro As en MP2.5 se comenzó a monitorear desde el año 2010 para la estación Hospital del Cobre y desde el año 2011 para la estación Servicio Médico Legal.

Para la estación Hospital El Cobre, en los años 2010, 2011 y 2012, los valores de concentración anual de As en MP2.5 fueron 0,353; 0,317 y 0,329 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°33**).

Para la estación Servicio Médico Legal, en los años 2011 y 2012, los valores de concentración anual de As fueron 0,396 y 0,343 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°33**).

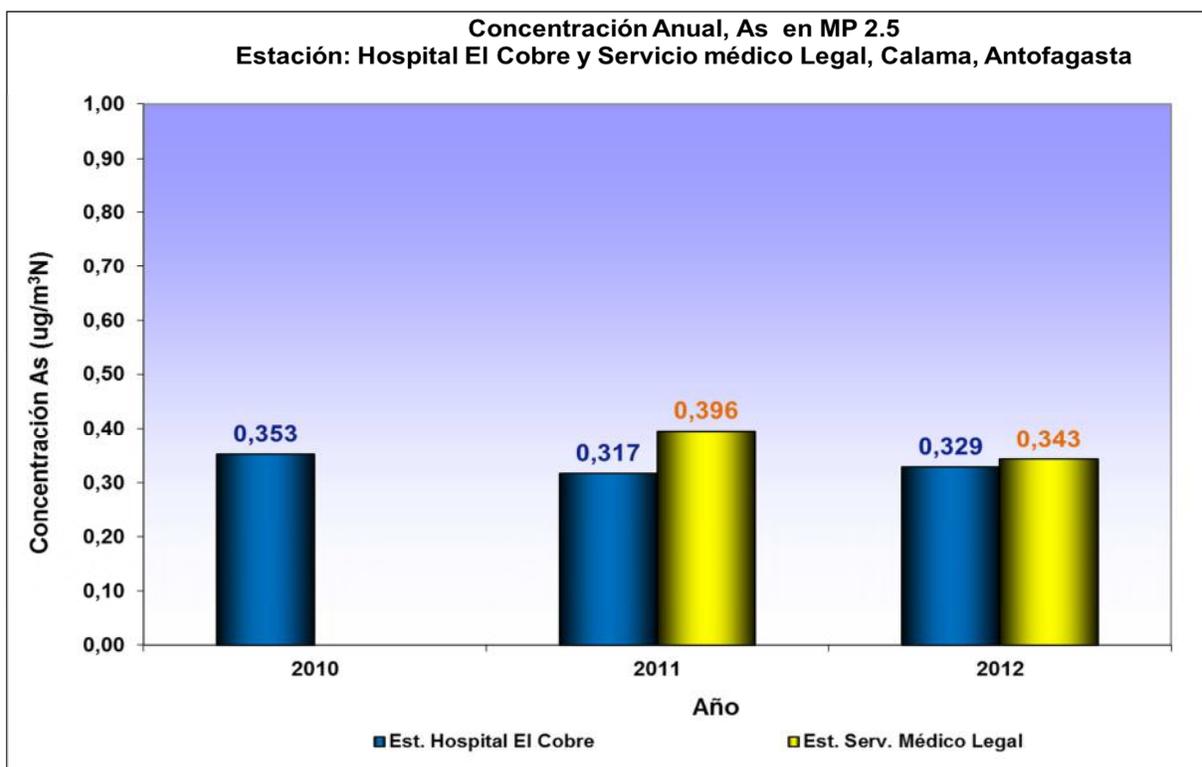


Gráfico N° 33: Concentración Anual As en MP2.5, Estaciones Hospital el Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

6.3.2 Sector Chuquicamata

En la localidad de Chuquicamata existe la siguiente estación de monitoreo, que actualmente entrega información a la Autoridad:

- Estación Auka Huasi, autorizada EMRP a partir del 22 de Septiembre de 1998 y EMRPG (SO₂) a partir del 18 de Octubre 2004, a cargo de CODELCO Chile, División Chuquicamata. En el mes de Mayo de 2008, dejó de ser estación con representatividad poblacional, de acuerdo a la Resolución N° 1572, de fecha 02 de Mayo de 2008, de la Autoridad Sanitaria. Esto debido a que la población de Chuquicamata fue trasladada a Calama. Sin embargo, la misma resolución establece que la empresa deberá mantener la estación en operación hasta que las condiciones de avance de botaderos de estériles o ampliaciones industriales no afecten su funcionamiento.

Anteriormente, existieron otras estaciones de monitoreo, siendo éstas:

- Estación John Bradford, monitoreo hasta mayo 2001, a cargo de CODELCO Chile, División Chuquicamata.
- Estación San José, en el mes de mayo de 2008 dejó de tener representatividad poblacional y de enviar la información generada a la autoridad, a cargo de CODELCO Chile, División Chuquicamata.

La localidad de Chuquicamata está declarada zona saturada por MP10 y estuvo declarada zona saturada por SO₂, sin embargo, debido al mejoramiento de la calidad del aire para dicho contaminante, durante el año 2004 se solicitó la declaración de zona latente, estableciéndose en el D.S. N°55 del 26 de Abril de 2005, como zona latente por anhídrido sulfuroso como concentración de 24 horas. Actualmente en Chuquicamata no habita población, debido a que ésta fue trasladada a la ciudad de Calama, finalizando este proceso el año 2007. Por ello, las estaciones de monitoreo de calidad del aire Auka Huasi y San José dejaron de tener representatividad poblacional.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

El percentil 98 para el año 1996 y 1997, estuvo en situación de latencia en la estación Auka Huasi (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de abril del año 1998).

Desde el año 1998 al 2007, en esta misma estación, el percentil 98 presentó valores bajo la norma, sin embargo, hubo situación de latencia en los años 2001, 2005, 2006 y 2007, con valores de percentil 98 de 132, 139, 146 y 127 µg/m³N, respectivamente, para cada año (**Ver gráfico N°34**).

Para el año 2008, 2009 y 2010, el percentil 98 en la estación Auka Huasi se presentó sobre la norma, con un valor de 173, 260 y 171 µg/m³N, respectivamente (información referencial, debido a que esta estación dejó de ser EMRP, en el mes de mayo del año 2008) (**Ver gráfico N°34**).

Para el año 2011, el percentil 98 estuvo bajo la norma con un valor de 143 µg/m³N, pero en situación de latencia. Para el año 2012, el percentil 98 superó la norma con un valor de 191 µg/m³N (**Ver gráfico N°34**).

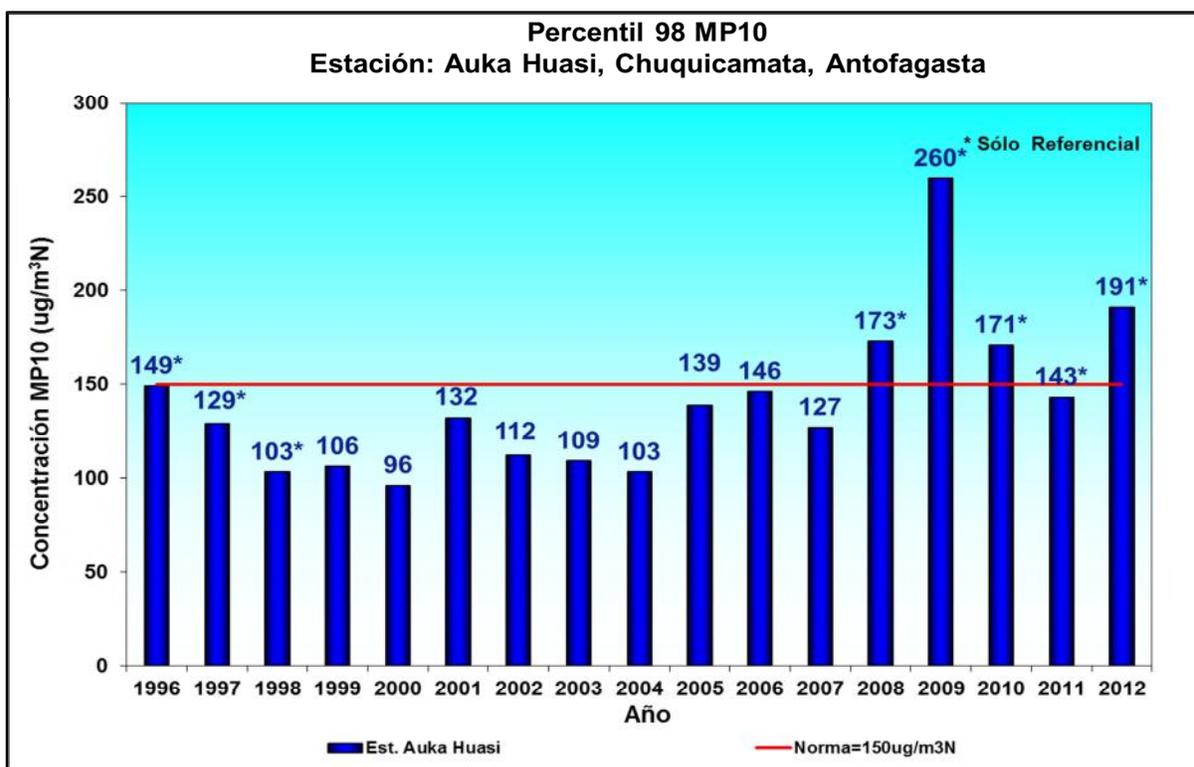


Gráfico N° 34: Percentil 98 MP10, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La concentración de MP10, desde el periodo 1996-1998 al 1998-2000 estuvo sobre la norma anual para la estación Auka Huasi (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de septiembre del año 1998). Desde el periodo 1999-2001 al 2005-2007, ésta estación sobrepasó nuevamente la norma (**Ver gráfico N°35**).

Para los periodos 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, 2009-2011 y 2010-2012 en la estación Auka Huasi, la concentración de MP10 fue aumentando levemente y continuó estando sobre la norma, con un valor de concentración de 70, 75, 78, 76 y 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial, debido a que esta estación dejó de ser EMRP en el mes de mayo del año 2008) (**Ver gráfico N°35**).

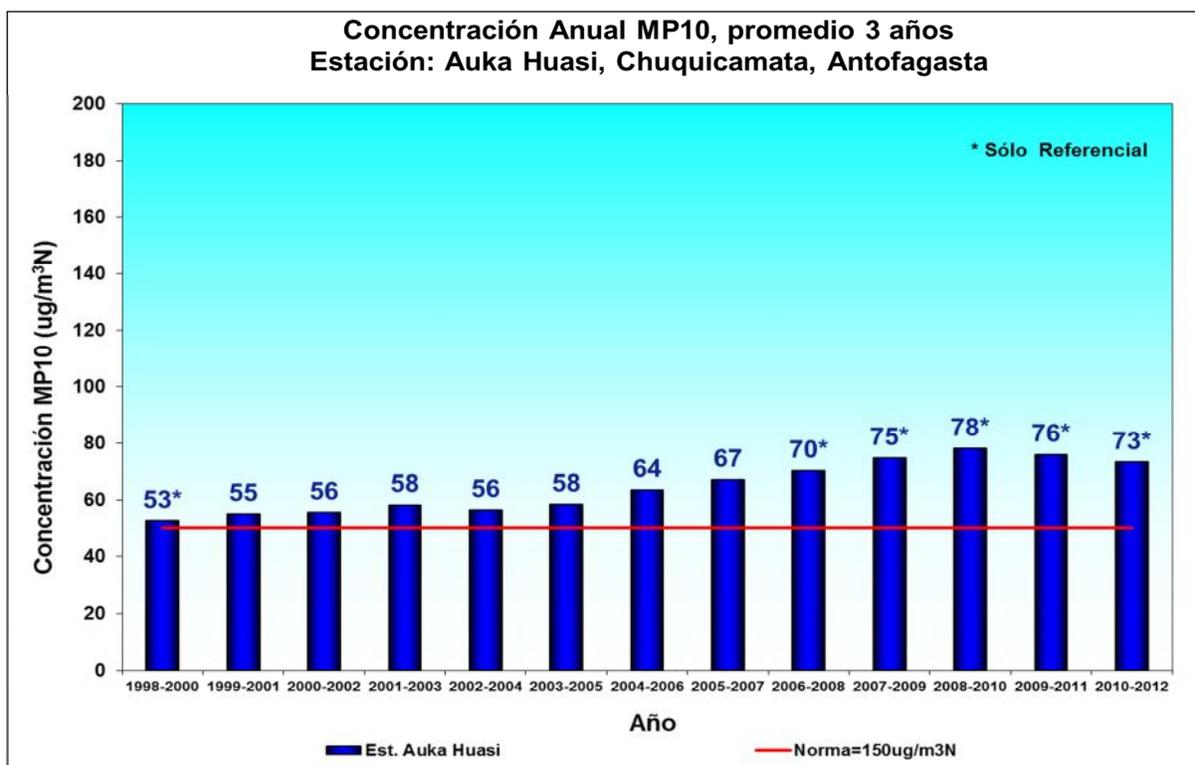


Gráfico N° 35: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

b) Dióxido de Azufre (SO₂)

b.1. Norma Diaria

En la estación Auka Huasi, el percentil 99 para el periodo 2004-2006 correspondió a 236 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor en situación de latencia (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) en el mes de octubre del año 2004) (**Ver gráfico N°36**). Para el periodo 2005-2007, el percentil 99 en esta estación de monitoreo, fue de 251 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor sobre la norma (**Ver gráfico N°36**).

Para los periodos 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, el percentil 99 tuvo un valor de 299, 337, 268 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, todos los valores estuvieron sobre la norma (**Ver gráfico N°36**).

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, el percentil 99 tuvo valores de 331 y 328 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valores nuevamente sobre la norma. La información señalada anteriormente es a modo referencial, debido a que esta estación perdió la representatividad poblacional para SO₂ en el mes de mayo del año 2008 (**Ver gráfico N°36**).

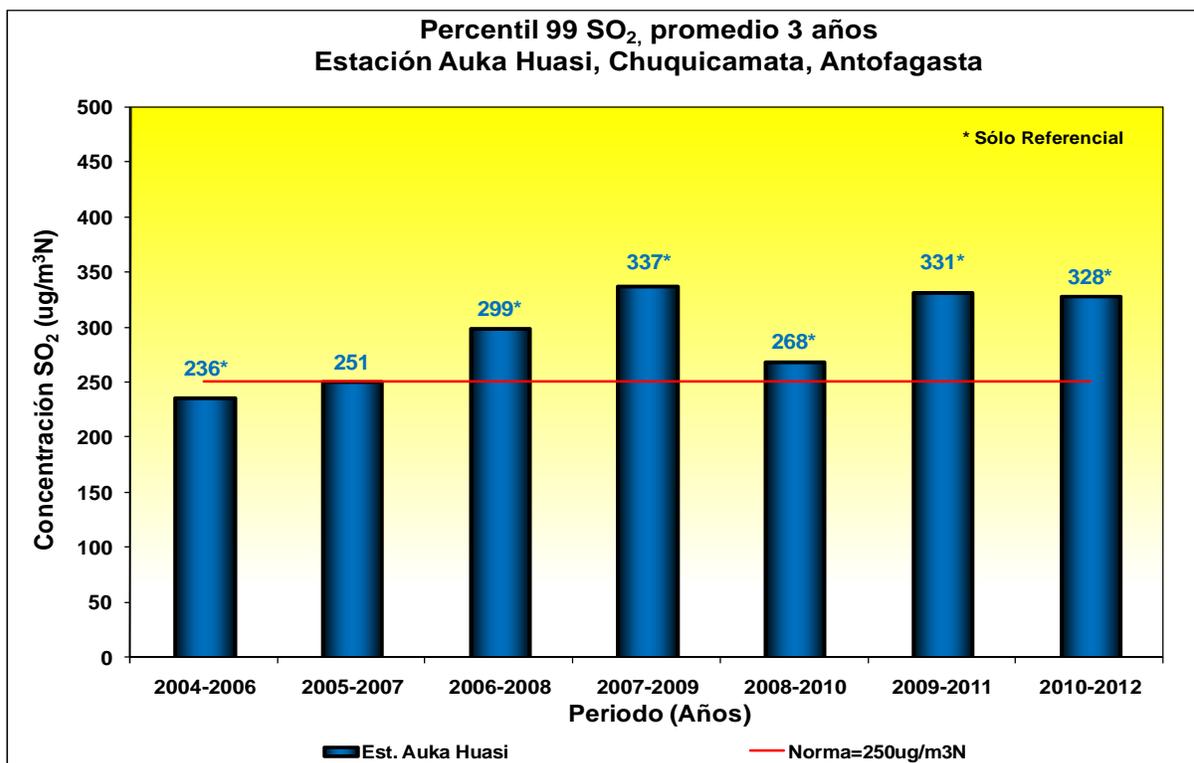


Gráfico N° 36: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

Para la estación Auka Huasi, la concentración de SO₂ para el periodo 2004-2006, correspondió a 52 µg/m³N, valor bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) en el mes de octubre del año 2004) (**Ver gráfico N°37**).

Para el periodo 2005-2007, la concentración, en esta estación de monitoreo, correspondió a 51 µg/m³N, valor bajo la norma (**Ver gráfico N°37**).

Para los periodos 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, 2009-2011 y 2010-2012 la estación Auka Huasi estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 56, 62, 51, 72 y 70 µg/m³N, respectivamente (información referencial para todos los periodos señalados anteriormente, debido a que la estación perdió la representatividad poblacional para SO₂ en el mes de mayo del año 2008) (**Ver gráfico N°37**).

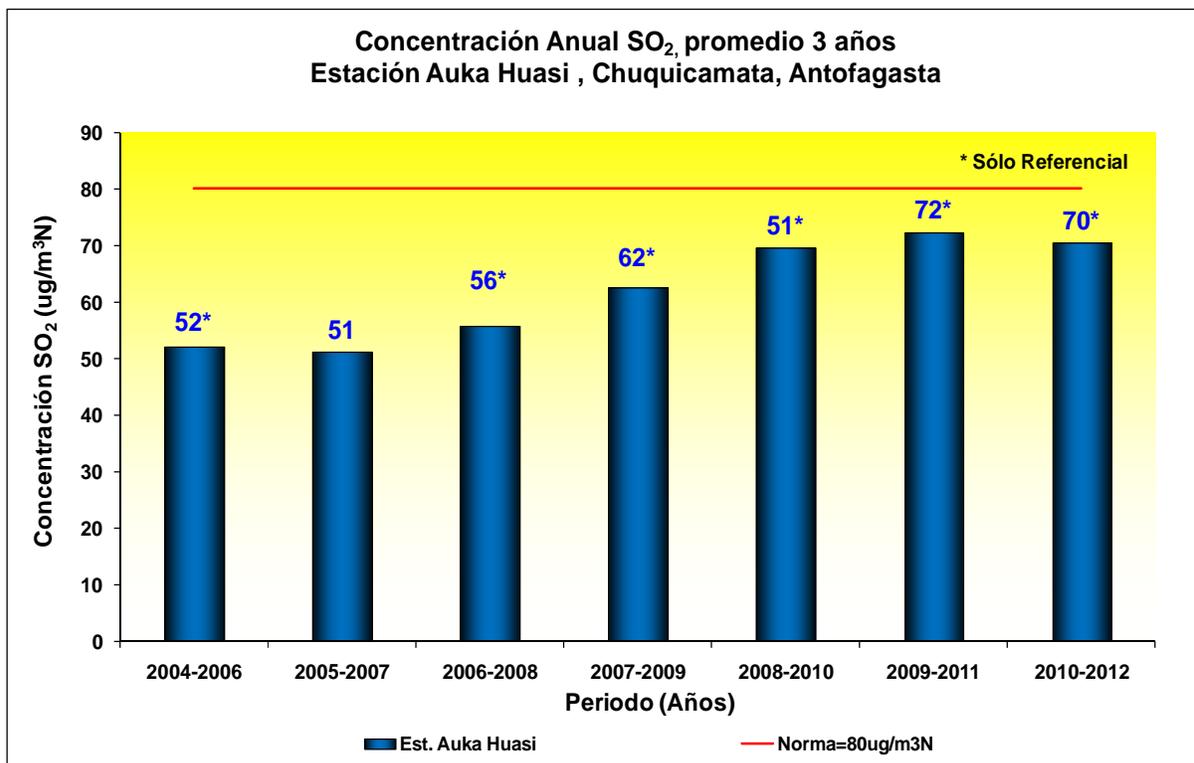


Gráfico N° 37: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

c) Arsénico (As)

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante considerar la tendencia de las concentraciones anuales.

En el gráfico siguiente se puede observar que las concentraciones de arsénico en el aire muestran una tendencia a la disminución a partir del año 1999 hasta el año 2003, un aumento para los años siguientes, 2004, 2005 y 2006 y nuevamente una disminución desde el año 2007 al 2012 (**Ver gráfico N°38**).

Para los años 2011 y 2012, los valores de concentraciones de arsénico fueron de 0,17 y 0,11 µg/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°38**).

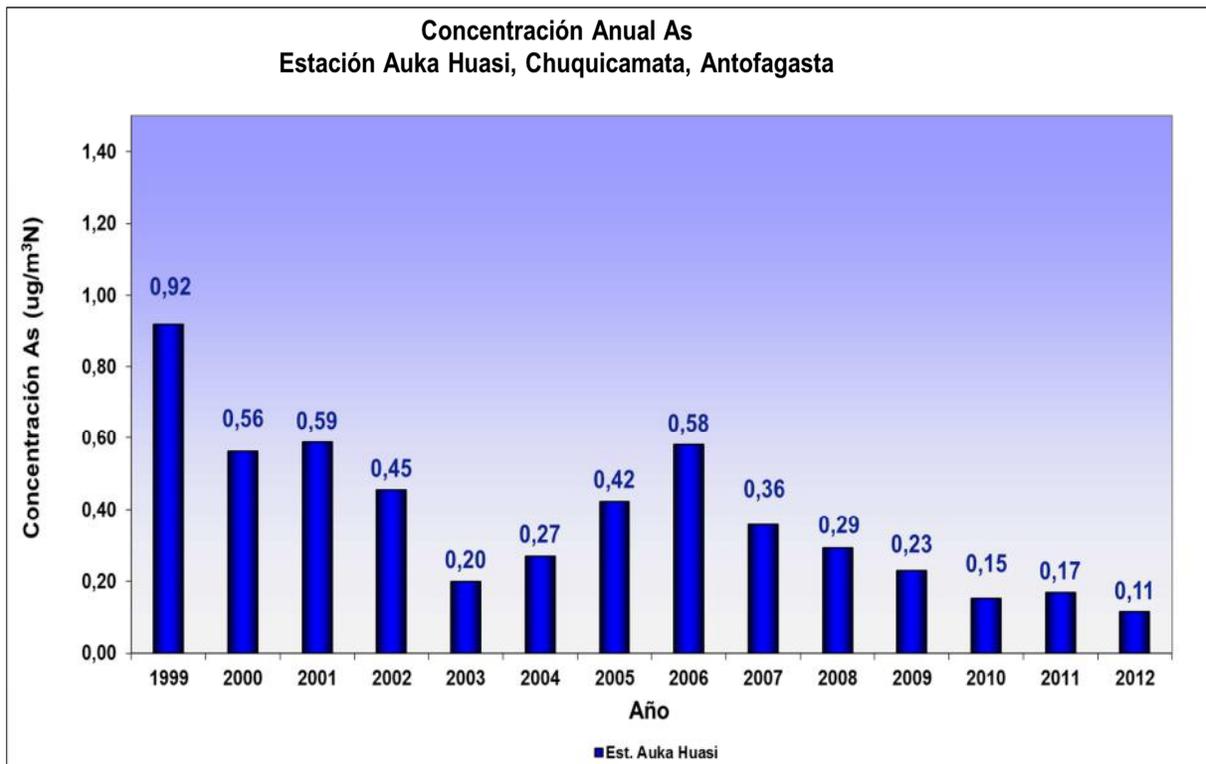


Gráfico N° 38: Concentración Anual As, Estación Auka Huasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

6.3.3 Sector el Abra

En el sector El Abra, actualmente se ubica la siguiente estación de monitoreo, en la localidad más cercana a Minera El Abra:

- Estación Conchi Viejo, autorizada EMRP en el mes de diciembre del año 2006, a cargo de minera El Abra S.A. Comenzó a entregar información el día 18 de Agosto del año 2008.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

El percentil 98 desde el año 2008 y 2012, tuvieron tendencia al aumento. Para el año 2008, la estación presentó un valor de percentil 98 de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (información referencial, debido a que éste año no cuenta con la cantidad de datos requeridos por la norma). El año 2009 y 2010, la estación presentó un valor de percentil 98 de 45 y 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma. Para los años 2011 y 2012 los valores de percentil 98 estuvieron nuevamente bajo la norma con un 71 y 76 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°39**).

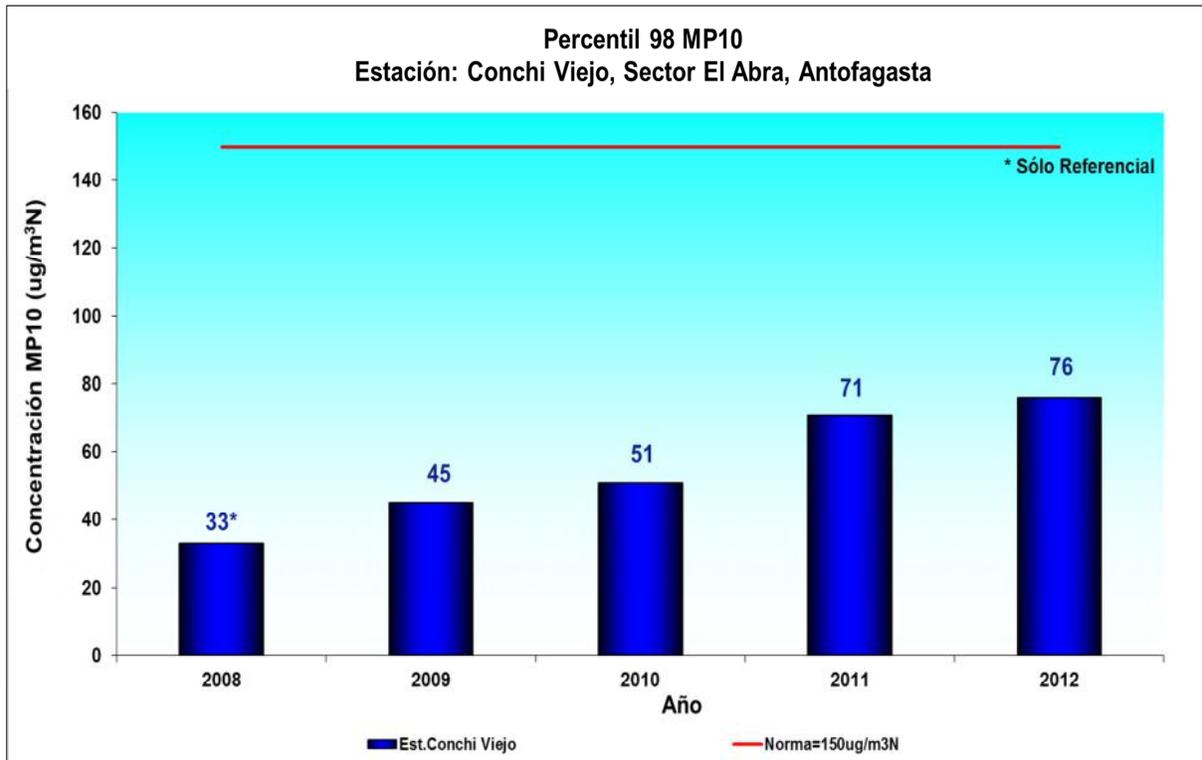


Gráfico N° 39: Percentil 98 MP10, Estación Conchi Viejo, Sector El Abra, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

Aún no es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual de MP10 para la estación Conchi Viejo, ya que no se cuenta con 3 años consecutivos con información válida. En esta estación se comenzó a monitorear en el mes de agosto de 2008. Sin embargo, a modo referencial se consideraron los meses de información válida y no válida del año 2008 para realizar el cálculo de concentración de MP10 para el periodo 2008-2010, obteniéndose un valor de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, dato bajo la norma anual (**Ver gráfico N°40**).

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 se presentan valores de percentil 98 de 19 y $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°40**).

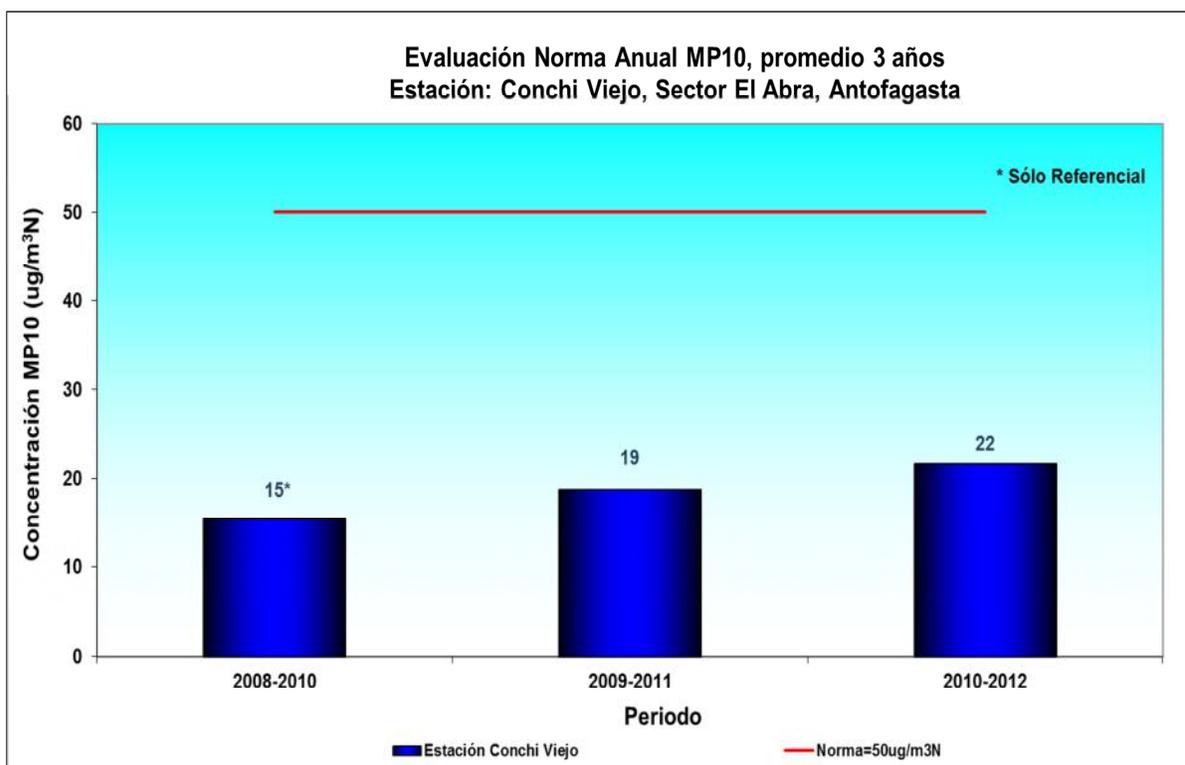


Gráfico N° 40: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Conchi Viejo, Sector El Abra, Región de Antofagasta.

6.3.4 Sector Chiu Chiu

En el sector de Chiu Chiu existe la siguiente estación de monitoreo:

- Estación Chiu Chiu, autorizada EMRP y EMRPG (SO₂), a partir del 02 de mayo del año 2008, a cargo de Codelco Chile, División Chuquicamata.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

En la estación Chiu Chiu, el percentil 98 para el año 2008 fue de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor en situación de latencia (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de mayo de 2008) **(Ver gráfico N°41)**.

Para el año 2009, 2010, 2011 y 2012 en la estación Chiu Chiu, el percentil 98 presentó valores de 111, 92, 77 y 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores bajo la norma **(Ver gráfico N°41)**.

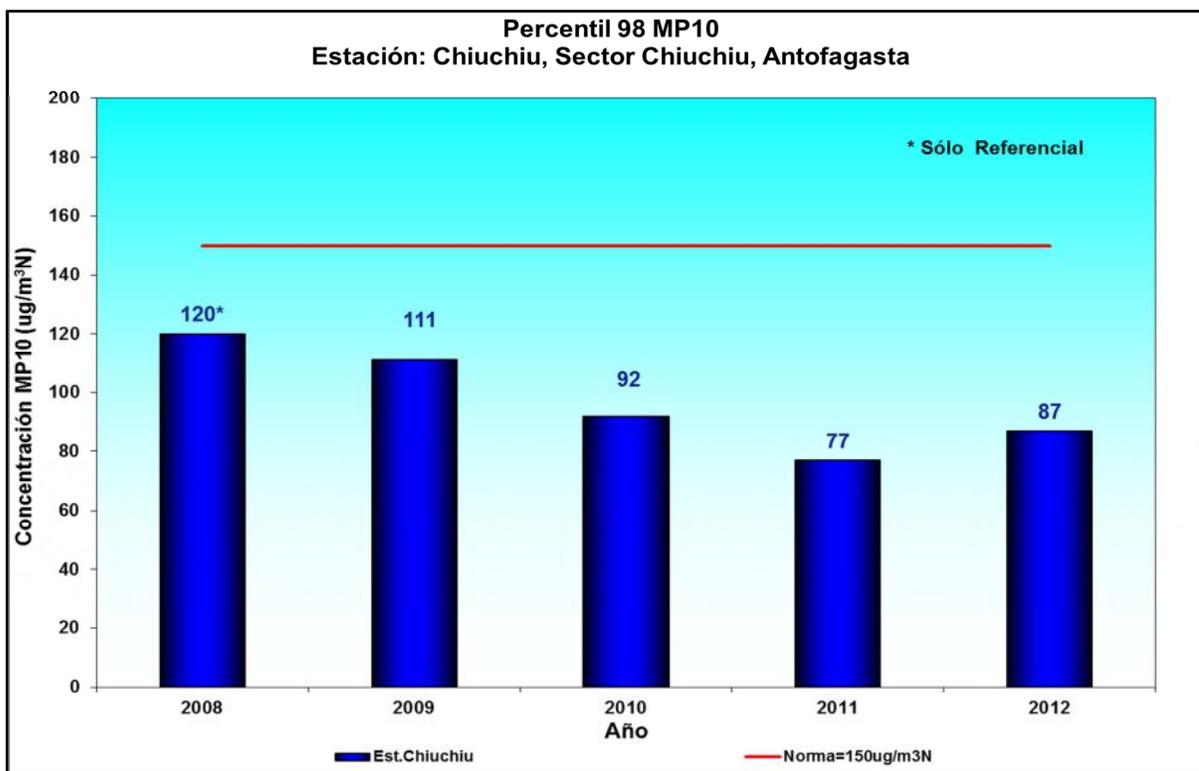


Gráfico N° 41: Percentil 98 MP10, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

En la estación Chiu Chiu, el valor de concentración anual de MP10 para el periodo 2008-2010 fue de $62 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor sobre la norma anual (información referencial, debido a que el año 2008 no tiene la cantidad de meses válidos requeridos por la norma, sin embargo, para la presente evaluación se consideraron todos los meses medidos). Cabe señalar además que para el año 2009, se eliminó la concentración del mes de abril, por no contar con el 75% de datos requeridos por la norma (se corrige información, con respecto a lo informado el año 2009, en donde se mencionó el mes de marzo) (**Ver gráfico N°42**).

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, los valores de concentración anual de MP10 fueron de 55 y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valores sobre la norma anual (**Ver gráfico N°42**).

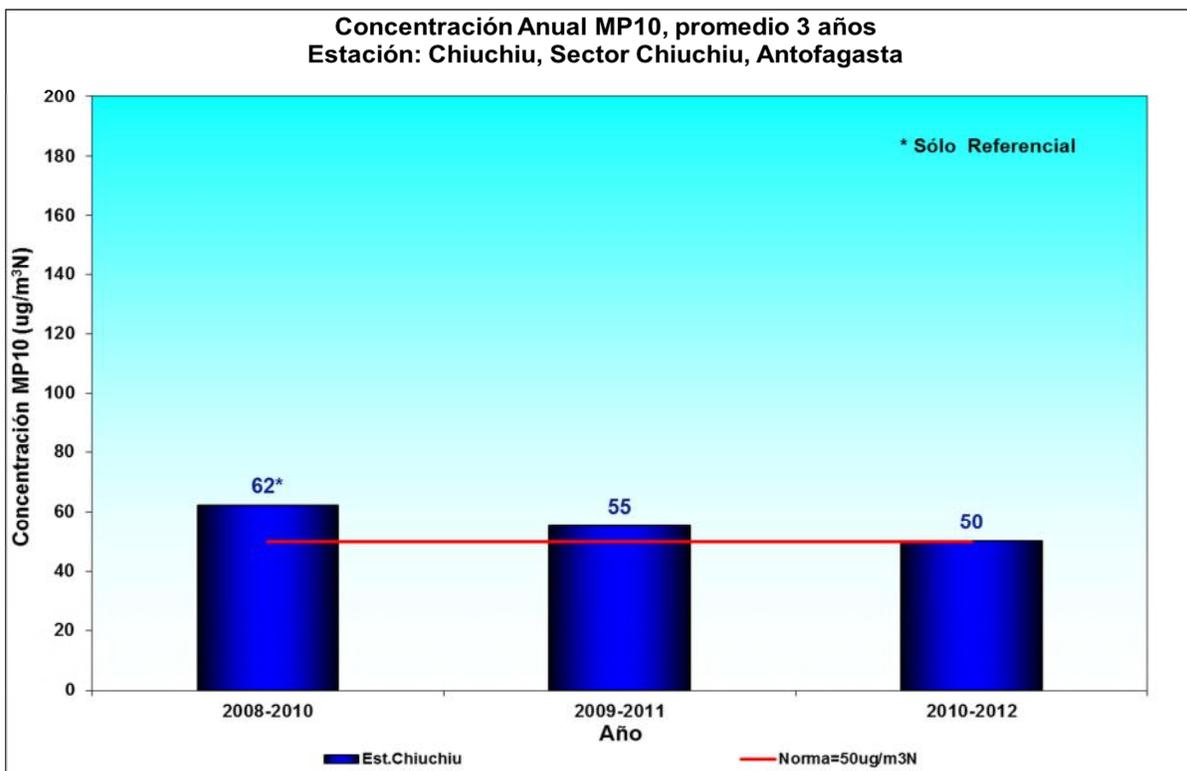


Gráfico N° 42: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.

b) Material Particulado Fino MP2.5

b.1. Norma Diaria

La norma diaria del material particulado fino MP2.5 establece una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Para la estación Chiu Chiu, el año 2010 presentó un valor de percentil 98 de 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor en situación de latencia. En el año 2011 el percentil 98 estuvo bajo la norma con un valor de 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Finalmente, el año 2012 presentó un valor de percentil 98 de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Sin embargo, todos los valores informados son referenciales, ya que la estación Chiu Chiu no ha sido declarada como EMRP para MP2.5 (**Ver gráfico N° 43**).

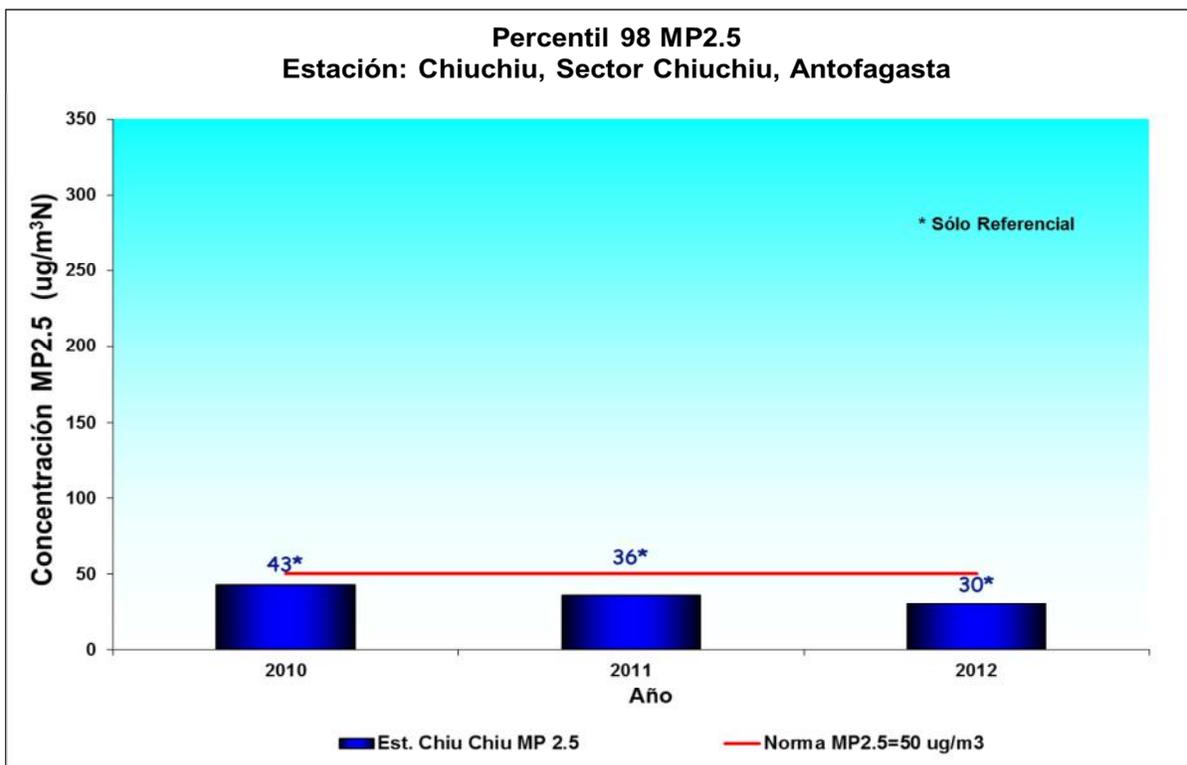


Gráfico N° 43: Percentil 98 MP2.5, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

La norma anual del material particulado fino MP2.5 establece una concentración de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. El promedio trianual del periodo 2010-2012 fue de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma y bajo la latencia. Se dispone información de MP2.5 a partir de Octubre del año 2010, por lo tanto, no cuenta con el mínimo de meses establecido en la norma para validar dicho año, por lo anterior, el promedio trianual es referencial. En la Tabla N° 7 se muestran todos los promedios anuales de MP2.5 a modo de referencia, ya que la estación Chiu Chiu no ha sido declarada como EMRP para MP2.5.

Tabla N°6: Promedio Anual de Material Particulado MP2.5.

Año	2010	2011	2012
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	16	10	10
Días evaluados	72	116	118
Año válido	No	Sí	Sí

c) Dióxido de Azufre (SO₂)

c.1. Norma Diaria

El valor del percentil 99 en esta estación, para el periodo 2008-2010 fue de 17 µg/m³N, valor bajo la norma (información referencial debido a que el año 2008 no tiene la cantidad de datos requeridos por la norma) (**Ver gráfico N°44**).

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, el percentil 99 fue de 11 y 8 µg/m³N, respectivamente, valores bajo la norma (**Ver gráfico N°44**).

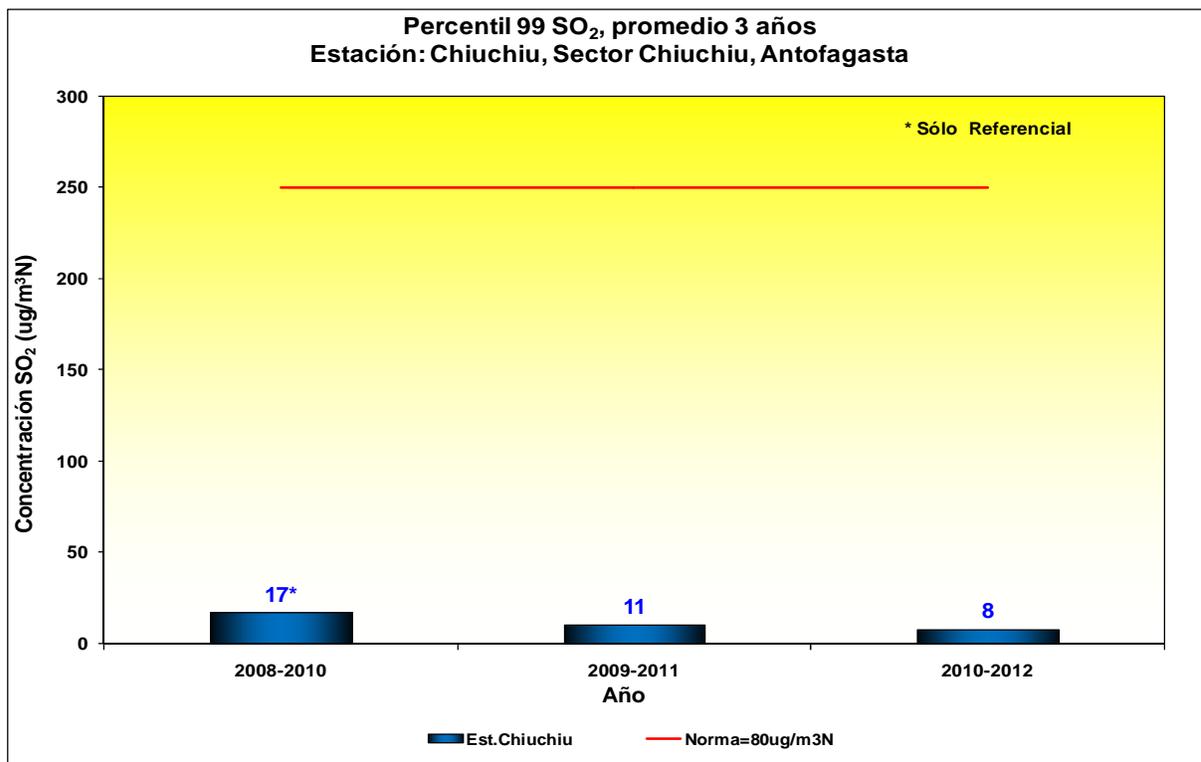


Gráfico N° 44: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.

c.2. Norma Anual

El valor de la concentración anual de SO₂, en esta estación, para el periodo 2008-2010 fue de 4 µg/m³N, valor bajo la norma (información referencial debido a que el año 2008 no tiene la cantidad de trimestres válidos requeridos por la norma, sin embargo para esta evaluación se consideran los trimestres válidos y no válidos) (**Ver gráfico N°45**).

Para los periodos 2009-2011 y 2008-2012, el valor de la concentración anual de SO₂ fue de 2 µg/m³N, para ambos periodos (**Ver gráfico N°45**).

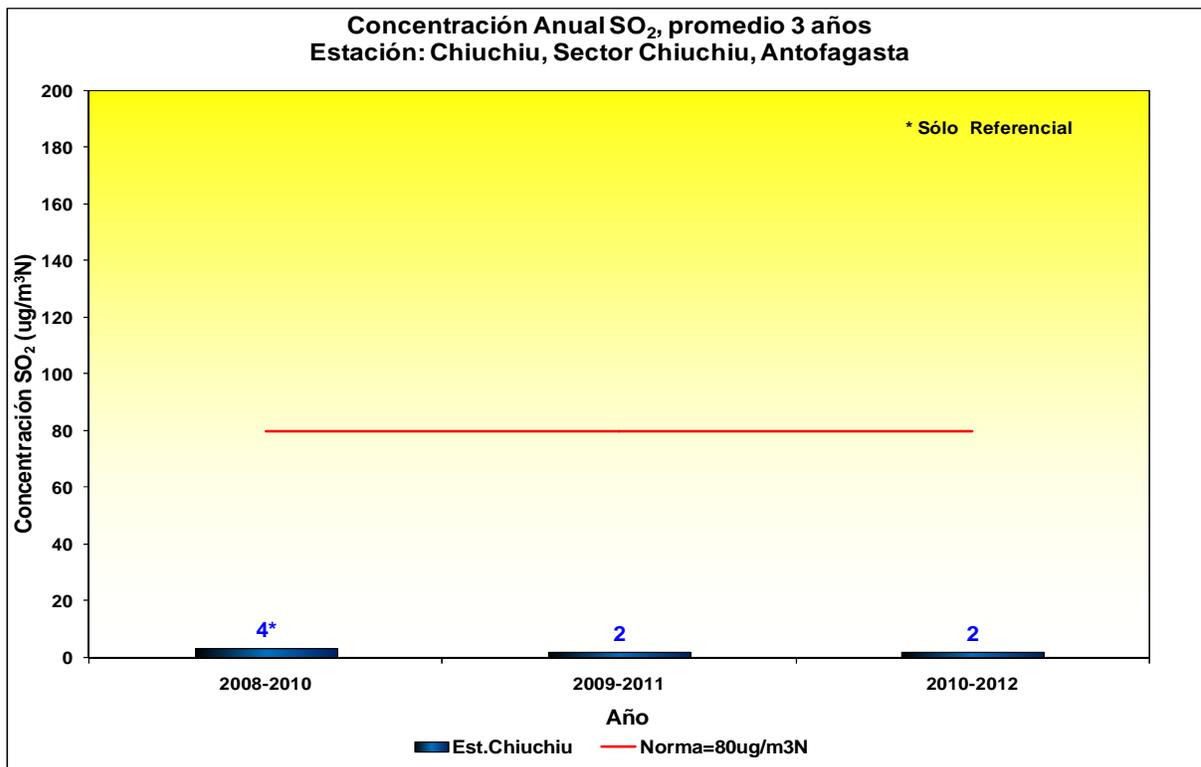


Gráfico N° 45: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.

d) Arsénico (As)

d.1. Arsénico en MP10

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante considerar la tendencia de las concentraciones anuales. Se aprecia en los años 2008 y 2009, una disminución en la concentración de As, con un valor de 0,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para los años 2008 y 2009, respectivamente (**Ver gráfico N°46**).

Para los años 2010, 2011 y 2012, los valores de concentración anual de As fueron de 0,030; 0,026 y 0,033 respectivamente. (**Ver gráfico N°46**).

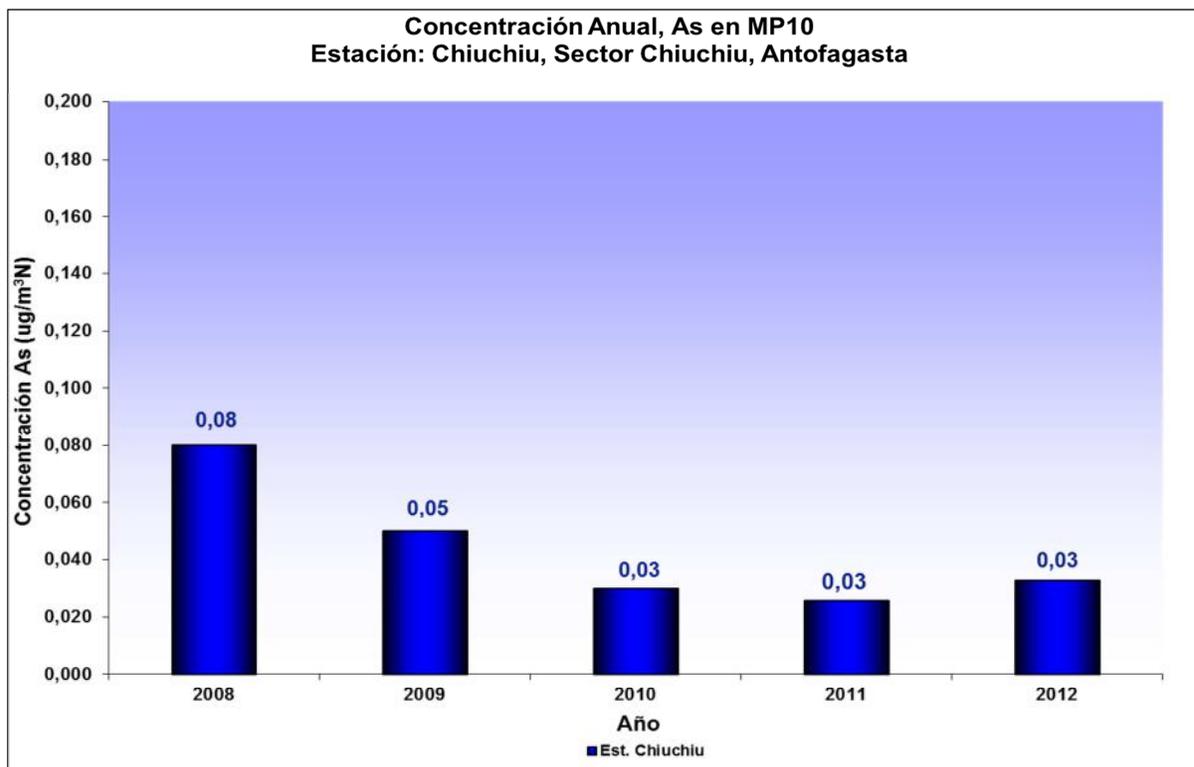


Gráfico N° 46: Tendencia As anual, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.

d.2. Arsénico en MP2.5

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante considerar la tendencia de las concentraciones anuales. Las concentraciones anuales promedio de As en MP2.5 para los años 2010, 2011 y 2012 fueron 0,296; 0,462 y 0,210 respectivamente. Cabe señalar que el año 2010 no cuenta con la cantidad de meses representativo, ya que solo se comienza el monitoreo de este contaminante en Octubre del año 2010. En la Tabla N° 7 se muestran los promedios anuales de As en MP2.5.

Tabla N°7: Promedio Anual de As en MP 2.5, Estación Chiu Chiu, Sector Chiu Chiu, Región de Antofagasta.

Año	2010	2011	2012
Promedio anual de concentración de As en MP2.5 (µg/m³N)	0,296	0,462	0,210
Días evaluados	52	115	120
Año válido	No	Sí	Sí

6.4. Comuna de María Elena

6.4.1 Sector localidad de María Elena

La ciudad de María Elena se encuentra declarada zona saturada por MP10. Las estaciones que monitorean en esta zona son las siguientes:

- Estación Iglesia, autorizada EMRP en el mes de septiembre del año 1998, a cargo de SQM S.A.
- Estación Hospital, autorizada EMRP en el mes de septiembre del año 1998, a cargo de SQM S.A.
- Monitor Beta, ubicado en Estación Hospital, autorizada EMRP en el mes de noviembre del año 2002, a cargo de SQM S.A.
- Estación Sur, autorizada EMRP en Noviembre de 2008, comenzó a entregar información a partir del mes de enero del año 2009, a cargo de SQM S.A.

Estas estaciones monitorean Material Particulado Respirable con resolución diaria, salvo el equipo Beta ubicado en la estación Hospital que monitorea con resolución horaria.

Sólo se considerarán las tres primeras para el análisis dado que el monitor Beta tiene como objetivo el control Operacional.

a) Material Particulado Respirable MP10

Actualmente, esta zona se encuentra declarada saturada por Material Particulado Respirable, estableciéndose en el Plan de Descontaminación Atmosférico vigente (D. S. N°164/1999 modificado por el DS N°37/2004, ambos del MINSEGPRES), la obligación de presentar los antecedentes que den cuenta de cómo se llevará a cabo el cumplimiento de las metas de emisión establecidas. Estos antecedentes se encuentran descritos en el proyecto "Cambio Tecnológico María Elena", calificado mediante Resolución N° 270, de fecha 20 de Octubre de 2005, de la SEREMI de Medio Ambiente Región Antofagasta.

SQM S.A. informa que la puesta en marcha de dicho proyecto comenzó en mayo de 2007, pero debió ser suspendida en agosto del mismo año, debido a que durante su ejecución se detectaron problemas en la granulometría del material procesado, lo que hizo que la nueva planta de chancado no funcionara en condiciones adecuadas, es por ello que la empresa iniciaría gestiones para instalar un nuevo chancador primario que reemplazaría al existente, y que permitiría entregar material en un diámetro adecuado para alimentar el nuevo chancador secundario.

En carta MA 078/08, de fecha 30 de Abril de 2008, la empresa señaló que el chancador primario fue recepcionado con fecha 28 de febrero de 2008. En carta MA 184/08, la empresa señaló que el 5 de Julio de 2008 la planta de chancado de María Elena no se encuentra operando y que el comisionamiento de los nuevos equipos duraría hasta Diciembre de 2008. En carta MA 078/09, la empresa informó que con fecha 01 de enero de 2009, se dio inicio a la etapa de operación del nuevo chancador primario en El Toco.

Adicionalmente, el proyecto Cambio Tecnológico, establece la incorporación de una nueva estación de monitoreo por el periodo de un año en el punto de máximo impacto, luego de transcurrido un período anual y verificando en la práctica que dicha estación sea la de

máximo impacto, la autoridad modificará la ubicación de una de las estaciones actuales y mantendrá en total dos estaciones de monitoreo de calidad del aire.

La empresa instaló esta nueva estación, denominada estación Sur, la cual comenzó a monitorear durante el mes de enero de 2009.

Cabe señalar, que SQM S.A. señaló en carta MA 031/10, de fecha 23 de febrero de 2010, que detendrá temporalmente la faena minera y plantas asociadas a la operación minera de El Toco.

a.1. Norma Diaria

Para la estación Iglesia y Hospital, el percentil 98 desde el año 2000 al 2009, superó la norma diaria de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En la estación Sur, en el año 2009, también se superó la norma, con un valor de percentil 98 de 263 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°47**).

Para el año 2010, la estación Hospital presentó un valor de percentil 98 de 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Iglesia tuvo un valor de 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos valores bajo la norma. La estación Sur presentó un valor de percentil 98 de 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, dato situado bajo la norma. Para el año 2011 las estaciones Hospital, Iglesia y Sur presentaron valores de percentil 98 de 78, 122 y 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valores bajo la norma, pero la estación Iglesia alcanzó el nivel de latencia. Para el año 2012, las tres estaciones presentaron valores de 86, 103 y 112 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, nuevamente bajo la norma (**Ver gráfico N°47**).

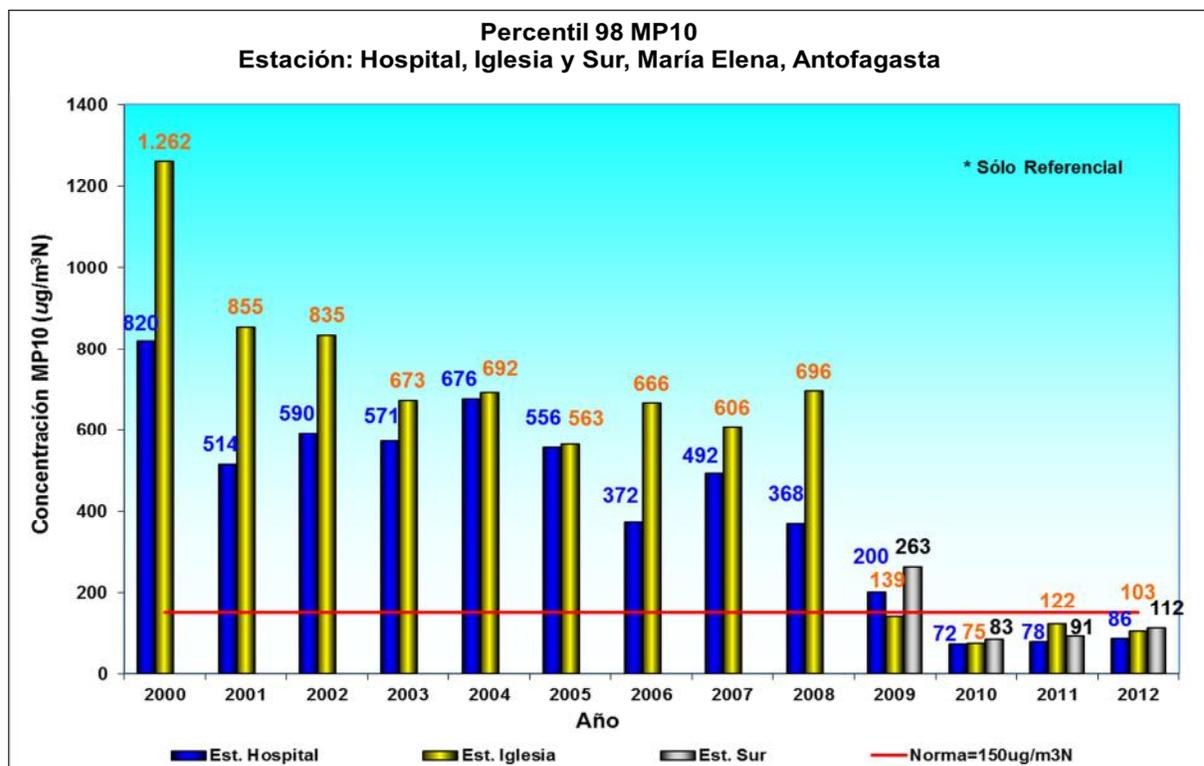


Gráfico N° 47: Percentil 98 MP10, Estación Hospital, Iglesia y Sur, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La norma anual de MP10, ha sido superada desde el periodo 2000-2002 al 2009-2011, en las estaciones Hospital e Iglesia (**Ver gráfico N°48**). Desde el periodo 2009-2011 la estación Sur comenzó a monitorear obteniendo un valor de 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ superando a la norma. Para el periodo 2010-2012, la estación Hospital obtuvo un valor de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, bajo la norma, pero en situación de latencia. En ese mismo periodo la norma fue superada en las estaciones Iglesia y Sur con valores de 53 y 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°48**).

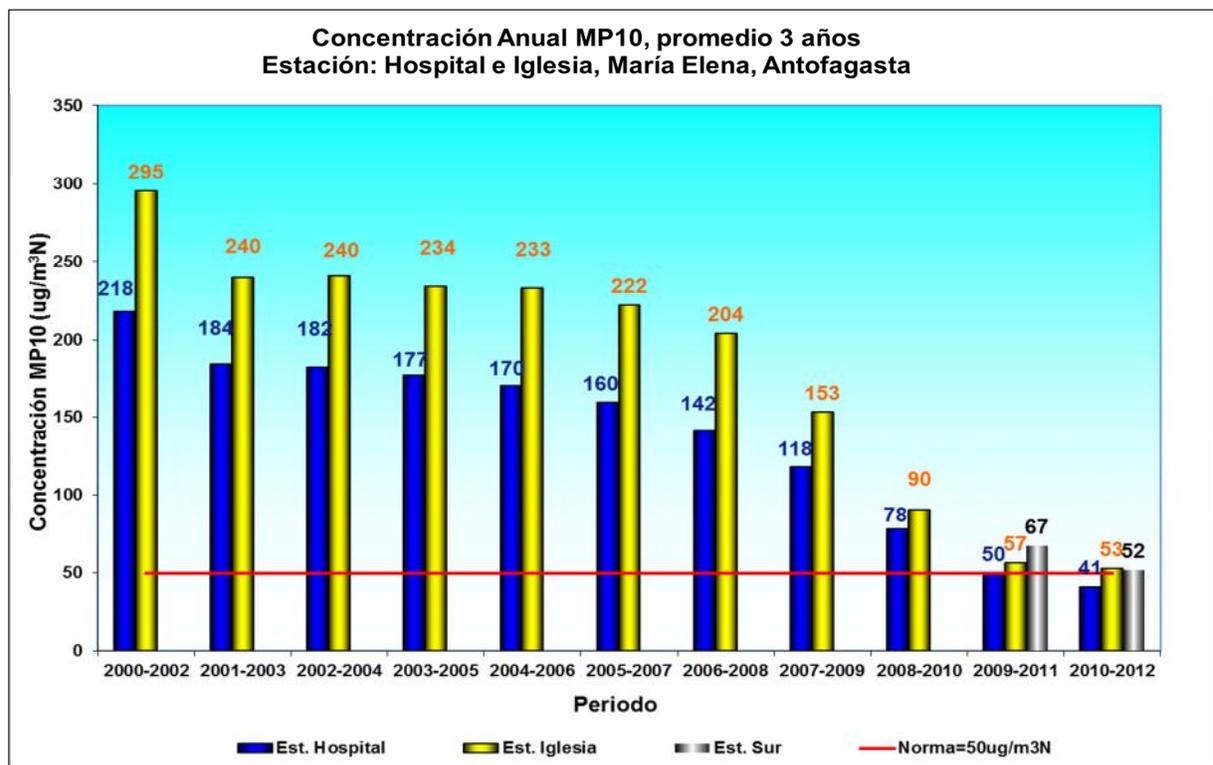


Gráfico N° 48: Concentración Anual, promedio 3 años, Estaciones Hospital e Iglesia, Región de Antofagasta.

6.5. Comuna de Sierra Gorda

6.5.1. Sector Sierra Gorda

En la localidad de Sierra Gorda se encuentran las siguientes estaciones:

- Estación Sierra Gorda, autorizada EMRP a partir del 13 de septiembre del año 2004, a cargo de minera Spence S.A. (ex Compañía Minera Río Chillex S.A.), realiza monitoreo permanente de MP10 desde el año 2003.
- Estación Poblado de Sierra Gorda, autorizada EMRP a partir del 29 de julio del año 2005, a cargo de minera El Tesoro S.A. Durante los años 1993, 1994 y 2003 al 2005 realiza sólo campañas. Desde el año 2006 realiza monitoreo de MP10 permanente.

- La estación Sierra Gorda SCM, autorizada EMRP a partir del 21 de noviembre de 2012 a cargo de minera Cuadra (actual Minera Sierra Gorda S.C.M.). Comienza el monitoreo en Octubre del año 2012 midiendo MP10 y MP2.5 respectivamente.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

Para la estación Sierra Gorda, el valor del percentil 98 para el año 2004 correspondió a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor que superó la norma diaria (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de septiembre del año 2004).

Desde el año 2005 al 2007, se observó una disminución del valor del percentil 98, encontrándose todos estos años bajo norma y latencia, con un valor de percentil 98 de 100, 66 y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada año. Para el año 2008, el percentil 98 fue de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma y para el año 2009 fue de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, nuevamente bajo la norma. Para el año 2010, el valor del percentil 98 fue de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Finalmente para los años 2011 y 2012 los valores del percentil 98 fueron de 65 y $143 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, ambos valores bajo la norma, sin embargo, para el año 2012 se encuentra en situación de latencia. **(Ver gráfico N°49).**

El año 2005, la estación Poblado Sierra Gorda, estuvo bajo la norma, con un valor de percentil 98 de $77 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de julio del año 2005 y no tiene la cantidad de datos requerida por la norma) **(Ver gráfico N°49).**

Para el año 2006, 2007, 2008 y 2009, el valor del percentil 98 fue de 71, 45, 61 y $51 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores bajo la norma diaria. Para el año 2010, el valor del percentil 98 fue de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Finalmente, para los años 2011 y 2012, los valores de percentil 98 fueron de 66 y $77 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, ambos bajo la norma y latencia **(Ver gráfico N° 49)**

Para la estación Sierra Gorda SCM, el valor del percentil 98 para el año 2012 fue de $95 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma y latencia (información referencial, debido a que esta estación no cuenta con la cantidad de datos requeridos por la norma, al comenzar los monitoreos el mes de Octubre del 2012) **(Ver gráfico N° 49).**

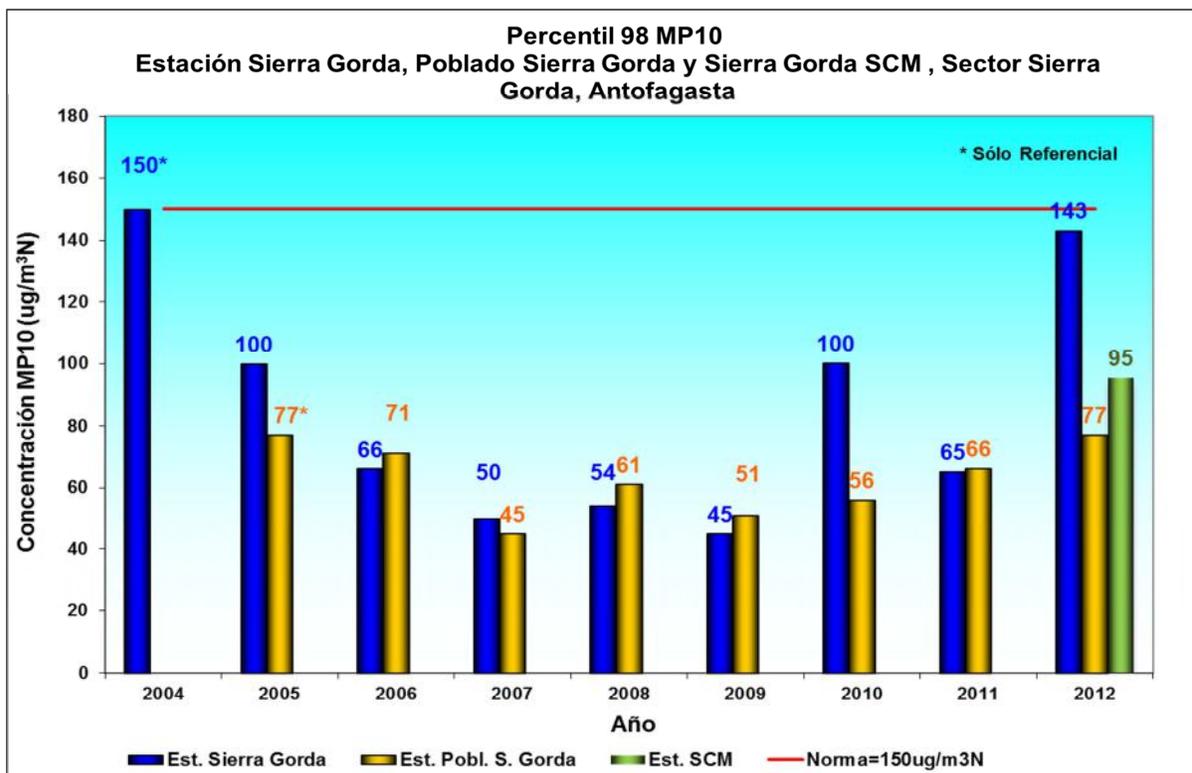


Gráfico N° 49: Percentil 98 MP10, Estaciones Sierra Gorda, Poblado Sierra Gorda y Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La norma anual de MP10, calculada para los periodos 2003-2005 y 2004-2006 estuvo sobre la norma para la estación Sierra Gorda, con un valor de 60 y 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada periodo (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de septiembre del año 2004) **(Ver gráfico N°50)**.

El periodo 2005-2007, esta estación, estuvo en situación de latencia, con 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que para los periodos 2006-2008 y 2007-2009 estuvo bajo la norma y latencia, con un valor de concentración de MP10 de 33 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para el periodo 2008-2010, el valor de concentración anual de MP10 fue de 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Finalmente, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, los valores de concentración anual de MP10 fueron 32 y 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores bajo la norma, sin embargo, para el año 2012 se encuentra en situación de latencia **(Ver gráfico N°50)**.

La norma anual de MP10, calculada para el periodo 2005-2007, estuvo bajo la norma para la estación Poblado Sierra Gorda, con 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en julio de 2005 y no tiene la cantidad de datos requeridos por la norma) **(Ver gráfico N°50)**.

Para los periodos 2006-2008 y 2007-2009, estuvo bajo la norma y latencia, con un valor de concentración de 33 y 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (se elimina el valor promedio mensual del mes de abril de 2008 de la estación Poblado Sierra Gorda, debido a que no cuenta con la cantidad de datos exigidos por la norma). Para el periodo 2008-2010, el valor de

concentración anual de MP10 fue de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Finalmente para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, los valores de concentración de MP10 fueron 31 y 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos valores bajo la norma y latencia (**Ver gráfico N°50**).

Para el caso de la estación Sierra Gorda SCM, no es posible calcular la concentración anual por la insuficiencia de 3 años consecutivos de monitoreo (esta estación comienza el monitoreo en Octubre del 2012). Sin embargo, a modo referencial se presenta el promedio aritmético de la concentración de MP10 del año 2012 (**Ver tabla N°8**).

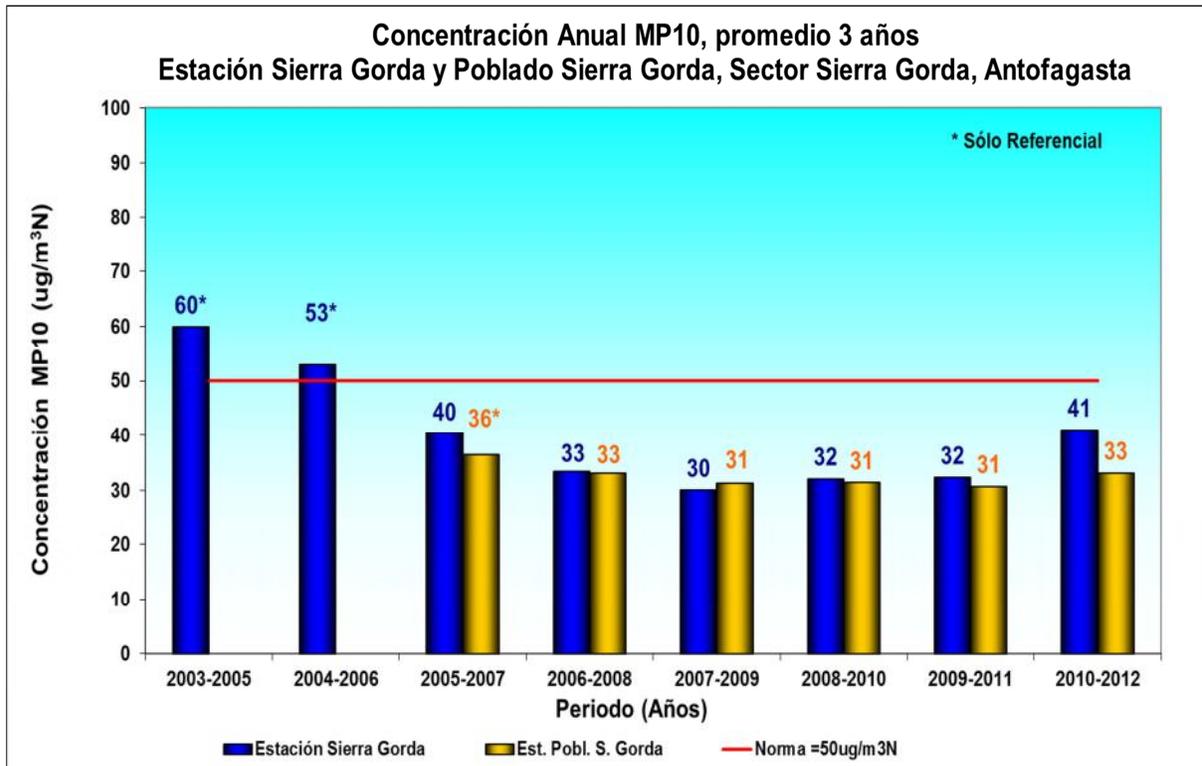


Gráfico N° 50: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones Sierra Gorda y Poblado Sierra Gorda, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.

Tabla N°8: Promedio Anual de Material Particulado MP10 Estación Sierra Gorda SCM

Año	2012
Promedio anual de concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	54
Días evaluados	80
Año válido	No

b) Material Particulado Respirable MP2.5

b.1. Norma Diaria

La norma diaria para el MP2.5 establece una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

La estación Sierra Gorda SCM monitorea este contaminante desde el mes de Octubre de 2012. El percentil 98 para el año 2012 fue de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma diaria (información referencial, debido a que no posee la cantidad de datos requeridos por la norma) **(Ver gráfico N°51)**.

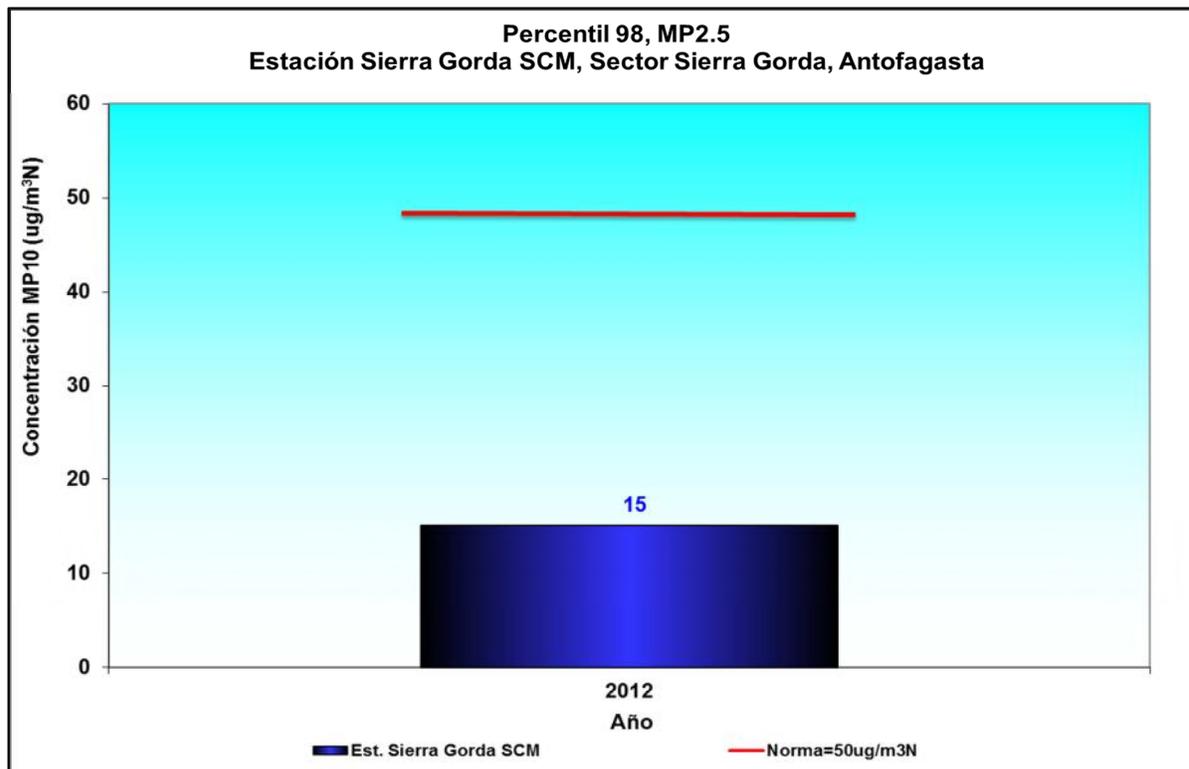


Gráfico N° 51: Percentil 98 MP2.5, Estación Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

La norma anual para el MP2.5 establece una concentración máxima de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

La estación Sierra Gorda SCM monitorea MP2.5 desde el mes de Octubre de 2012. Como sólo se cuenta con tres meses de medición el promedio aritmético es sólo referencial, y fue de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma **(Ver Tabla N°9)**.

Tabla N°9: Promedio Anual de Material Particulado MP2.5 Estación Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda.

Año	2012
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	9
Días evaluados	83
Año válido	No

6.6 Comuna de Mejillones

6.6.1 Sector Michilla

Existe la siguiente estación de monitoreo en la localidad de Michilla:

Estación Michilla, no tiene representatividad poblacional, a cargo de Minera Esperanza S.A., comenzó a monitorear en el mes de diciembre del año 2008.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

El percentil 98 para el año 2009 y 2010 en la estación Michilla fue de 78 y 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma. Para los años 2011 y 2012 el percentil 98 fue de 90 y 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma diaria (información referencial, debido a que esta estación no está autorizada EMRP) (**Ver gráfico N° 52**).

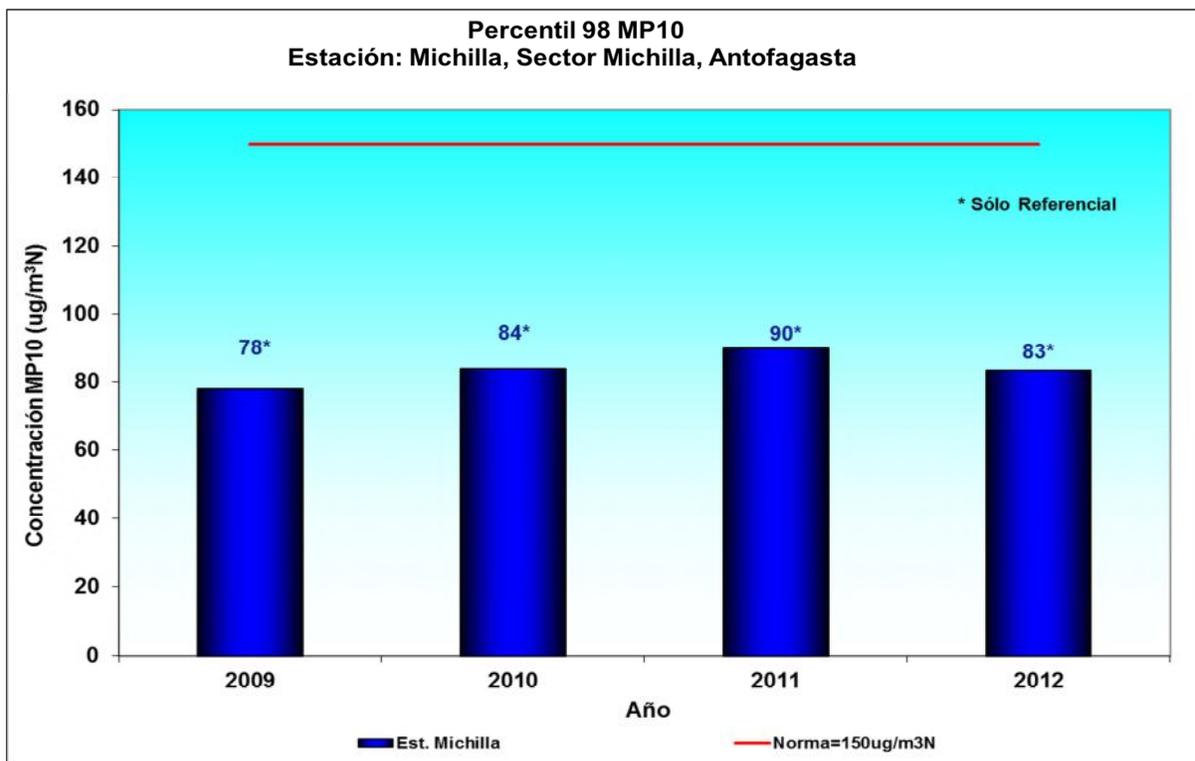


Gráfico N° 52: Percentil 98 MP10, Estación Michilla, Sector localidad de Michilla, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

No es posible verificar el cumplimiento de la norma anual de MP10 en la estación Michilla, ya que no está autorizada como EMRP, sin embargo, a modo de referencia, el valor de concentración de MP10 para los periodos 2008-2010 y 2009-2011 fueron de 45 y 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valor situado entre el 80 y 100% del valor de la norma. Se debe informar que el año 2008 no cuenta con la cantidad mínima de meses requerido por la norma. Finalmente el periodo 2010-2012 alcanza un valor de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma anual, pero mantiene la condición de latencia (**Ver tabla N°53**).

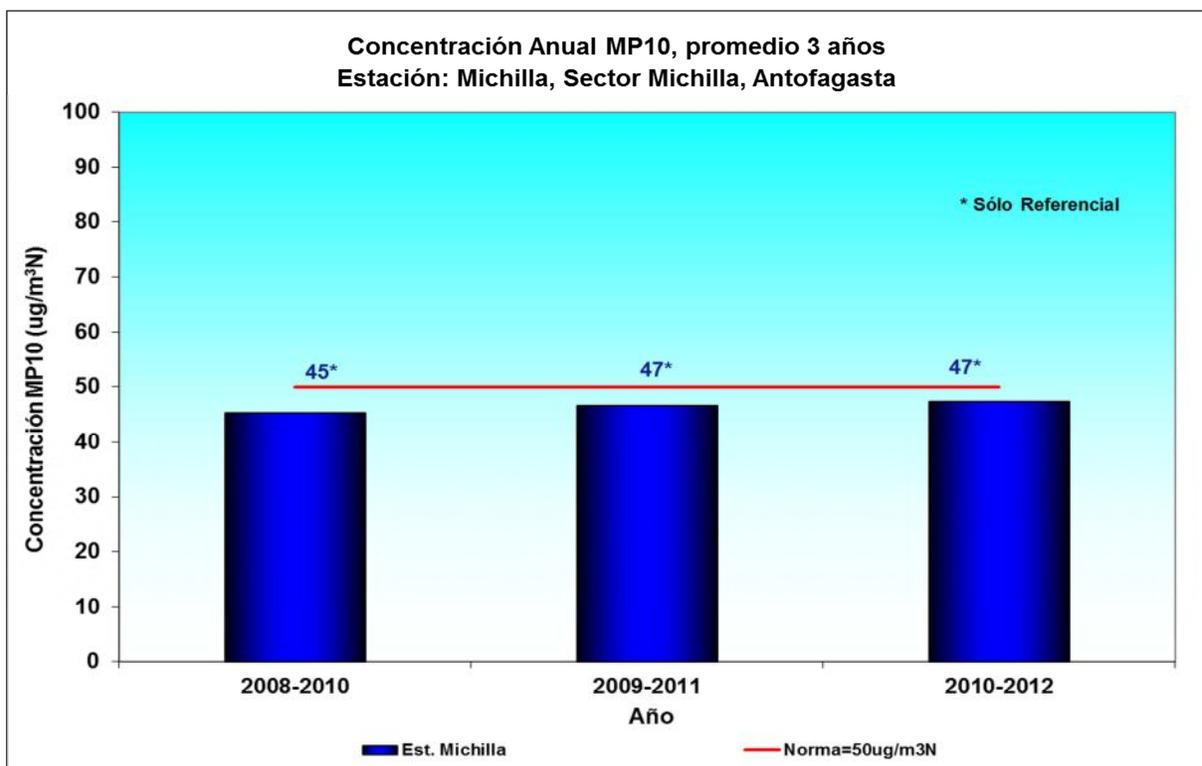


Gráfico N° 53: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Michilla, Sector Localidad Michilla, Mejillones, Región de Antofagasta.

6.6.2 Sector Ciudad de Mejillones

En la ciudad de Mejillones se encuentra información de las siguientes estaciones:

- Estación Ferrocarriles, autorizada EMRP y EMRPG (SO₂), a partir del 28 de septiembre del año 2006, a cargo de la empresa Edelnor S.A. (actual E-CL S.A.)
- Estación Jardín Infantil Integra, autorizada EMRPG (NO₂, NO), desde el 25 de octubre del año 2004, a cargo de empresa ENAEX S.A.
- Estación Juan José Latorre, autorizada EMRP a partir del 27 de enero del año 2010, realiza sólo campañas de MP10 y comenzó a monitorear NO₂, NO y NO_x, en el mes de septiembre de 2009, a cargo de la empresa ENAEX S.A.
- Estación Compañía de Bomberos, autorizada EMRP y EMRPG (NO₂, NO, CO), a partir del 25 de octubre del año 2004, a cargo de Gas Atacama Generación S.A.
- Estación Sur Polpaico y Estación Norte Polpaico, ninguna de ellas autorizada EMRP, a cargo de la empresa Cementos Polpaico S.A.
- Estación Puerto Mejillones, no ha sido declarada EMRP, a cargo del Puerto de Mejillones.
- Estación Molyndor, autorizada EMRP, a partir del 28 de enero de 2010, a cargo de la empresa Molyndor S.A.

En el caso de ENAEX el monitoreo continuo en la estación Jardín Infantil Integra ha sido realizado desde el año 1999. En esta estación se monitorea NO_2 , NO , NO_x y MP_{10} (para MP_{10} , sólo 3 campañas al año). Para los gases nitrosos, durante el año 1996 y 1997 se realizaron sólo campañas, para octubre del año 1999 no se cuenta con información, así como tampoco para febrero y abril del año 2001. Respecto al MP_{10} , se han realizado campañas desde el año 2002 a la fecha.

La estación Liceo Juan José Latorre de ENAEX, comenzó a monitorear NO_2 desde el mes de septiembre del año 2009 y campañas de MP_{10} desde el año 2010.

En la estación Ferrocarriles a cargo de Edelnor S.A., se realizan campañas de NO_2 (sólo monitoreo continuo el año 2002) y campañas O_3 (desde el año 2000). Para el contaminante MP_{10} se realizan monitoreos permanentes, desde el año 2002 a la fecha. Para el contaminante SO_2 se realizaron campañas hasta el año 2001 y desde el año 2002 a la fecha se monitorea en forma continua.

La estación Compañía de Bomberos de Gas Atacama Generación S.A., monitorea desde el mes de junio del año 1999 hasta la fecha los siguientes contaminantes: MP_{10} , NO_2 , NO , NO_x , CO y O_3 . Existe monitoreo permanente de O_3 hasta año 2002 y sólo campañas desde el año 2003. El Material Particulado Respirable (MP_{10}) fue monitoreado en forma permanente hasta año 2003 y desde abril del año 2004 sólo cuando la Central Termoeléctrica Atacama opere con combustibles de respaldo. Durante el año 2005 se cuenta con información de MP_{10} desde el mes de enero a septiembre, en el año 2006 monitoreó durante los meses de septiembre, octubre y noviembre. Desde el año 2007 a la fecha se han realizado monitoreos permanentes de MP_{10} durante todo el año.

Las estaciones de Polpaico, estación Sur y Norte, actualmente realiza 2 campañas de monitoreo para MP_{10} al año.

La estación Puerto Mejillones comenzó a entregar información de MP_{10} en el mes de abril del año 2008.

La estación Molyndor comenzó a entregar información de MP_{10} , NO_2 , y SO_2 , en el mes de enero de 2010.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

Desde el año 2000 hasta el año 2006, la estación Ferrocarriles estuvo bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de septiembre del año 2006). Los años 2007, 2008 y 2009 estuvieron bajo la norma, con un valor de percentil 98 de 45, 49 y 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Para el año 2010, el valor del percentil 98 fue de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor nuevamente bajo la norma. Finalmente en los años 2011 y 2012 el valor de percentil 98 fue de 63 y 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, también bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°54**).

La estación Compañía de Bomberos, desde el año 2000 hasta el año 2004 estuvo bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de octubre del año 2004). El año 2005, siendo EMRP se encontró bajo la norma. Durante el año 2006 estuvo bajo la norma, sin embargo, esta información es nuevamente referencial, pues la estación sólo monitoreo durante el mes de septiembre, octubre y noviembre, (esta estación monitorea MP10 cuando utiliza combustible de respaldo). El año 2007 el valor del percentil 98 fue de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que el año 2008 y 2009 fue de 54 y 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma. Para el año 2010, el valor del percentil 98 fue de 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor nuevamente bajo la norma. Finalmente en los años 2011 y 2012, las concentraciones de MP10 alcanzaron un valores de 57 y 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°54**).

La estación Puerto Mejillones estuvo bajo la norma diaria el año 2008, 2009 y 2010, con un valor de percentil 98 de 53, 75 y 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Durante los años 2011 y 2012, los valores de concentración de MP10 fueron 47 y 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, también bajo la norma diaria (Información referencial, debido a que esta estación no ha sido declarada EMRP) (**Ver gráfico N°54**).

La estación Molynor, estuvo bajo la norma el año 2010, 2011 y 2012 con valores de percentil 98 de 50, 48 y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente (**Ver gráfico N°54**).

Para el caso de las **campañas realizadas por Enaex**, en las concentraciones de MP10 registradas desde el año 2002 al 2011, en la estación Jardín Infantil Integra no se observó ningún dato sobre el valor de la norma diaria, sin embargo, el año 2012 no registra información de monitoreo de MP10, producto de fallas en la estación monitora (**Ver tabla N°10**).

Tabla N°3: Concentración Anual de Material Particulado MP10 Estación Jardín Infantil Integra.

Est. Jardín Infantil Integra	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Promedio concentración MP10	26	20	20	21	26	22	24	25	23	25	-
Días evaluados	66	62	65	62	52	64	80	64	40	43	-
N° de días entre 80 y 100% del valor de la norma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N° de días sobre el valor de la norma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para la estación Liceo Juan José Latorre desde el año 2010 al 2011 no se observaron días sobre el valor de la norma. El año 2012 no se tiene registro de la concentración anual MP10 por fallas operacionales en la estación monitora (**Ver tabla N°11**).

Tabla N°4: Concentración Anual de Material Particulado MP10, Estación Juan José Latorre.

Est. Liceo Juan José Latorre	2010	2011	2012
Promedio anual de concentración MP10	25	30	-
Días evaluados	46	41	-
N° de días entre 80 y 100% del valor de la norma	0	0	-
N° de días sobre el valor de la norma	0	0	-

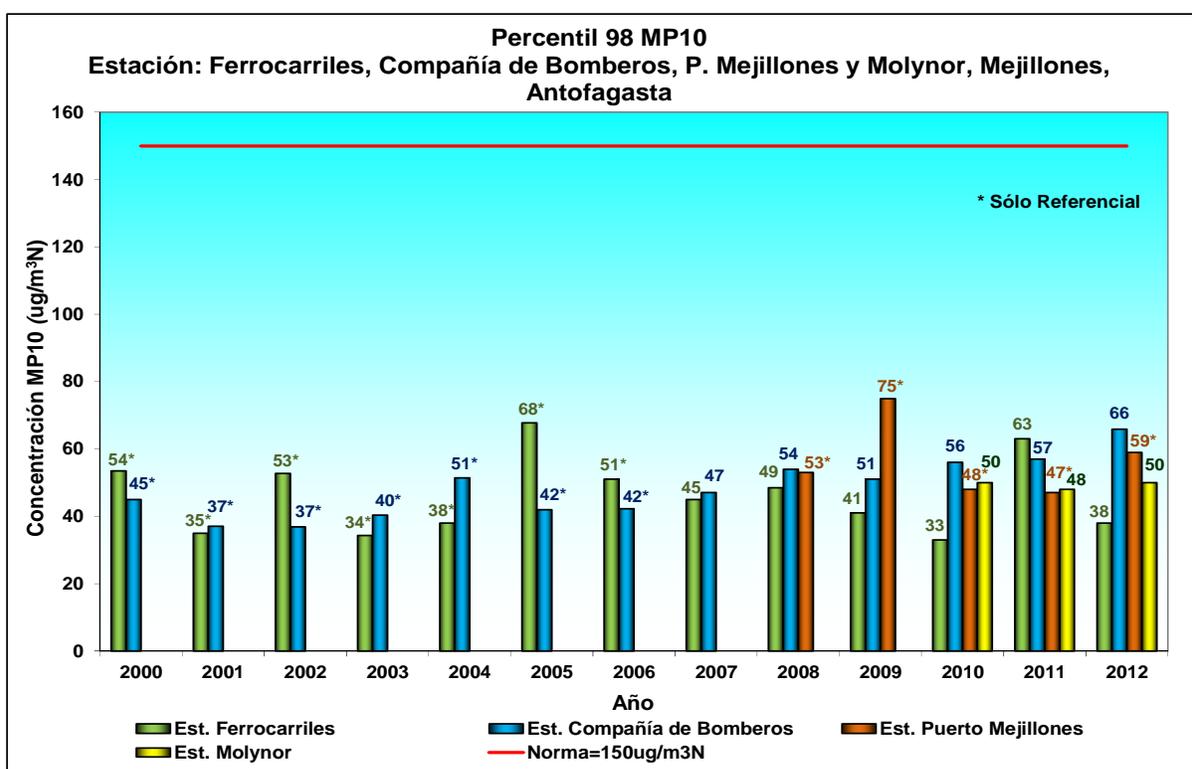


Gráfico N° 54: Percentil 98 MP10, Estaciones Ferrocarriles, Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones y Molynor, Mejillones, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La concentración de MP10 para los periodos 2004-2006, 2005-2007 y 2006-2008, para la estación Ferrocarriles fue de 22, 23 y 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, mientras que para la estación Compañía de Bomberos fue de 26, 26 y 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambas estaciones estuvieron bajo la norma (información referencial, debido a que la estación Ferrocarriles fue declarada EMRP en el mes de septiembre del año 2006 y la estación Compañía de Bomberos fue declarada EMRP en octubre del año 2004 y durante el año 2006 sólo presentó datos desde fines del mes de agosto) (**Ver gráfico N° 55**).

Para el periodo 2007-2009, la concentración de MP10 en la estación Ferrocarriles presentó un valor de concentración de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Compañía de Bomberos se mantuvo con el mismo valor, $27 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos valores bajo la norma.

Para el periodo 2008-2010, la estación Ferrocarriles y Compañía de Bomberos presentaron un valor de concentración de 21 y $28 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, mientras que la estación Puerto Mejillones registró un valor de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (información referencial, debido a que la estación no ha sido declarada EMRP, adicionalmente para los años 2008 y 2009 no tuvo la cantidad de meses válidos requeridos por la norma) **(Ver gráfico N° 55)**.

Para el periodo 2009-2011, la concentración de MP10 en la estación Ferrocarriles se mantuvo con un valor de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que las estaciones Compañía de Bomberos y Puerto Mejillones presentaron valores de 27 y $29 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (valores bajo la norma anual). Finalmente, para el periodo 2010-2012, la concentración de MP10 se mantuvo nuevamente en la estación Ferrocarriles con un $21 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que las estaciones Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones y Molynor registraron valores de concentración de 28, 27 y $28 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (valores nuevamente bajo la norma anual) **(Ver gráfico N° 55)**.

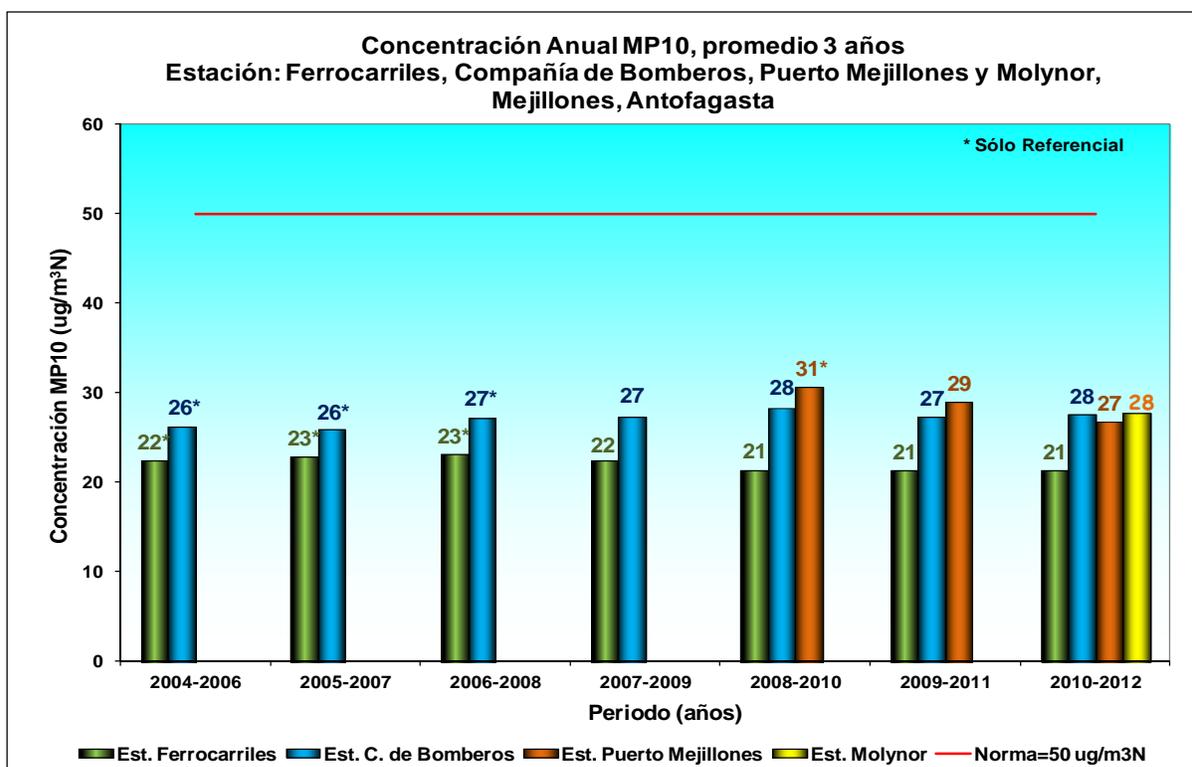


Gráfico N° 55: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Est. Ferrocarriles, Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones y Molynor, Mejillones, Región de Antofagasta.

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual para MP10 en la estación Jardín Infantil Integra y Liceo Juan José Latorre, debido a que estas estaciones sólo realizan campañas de MP10, sin embargo, a modo de referencia, el promedio de las campañas realizadas para cada año, han estado bajo el valor de la norma anual **(Ver Tabla N° 11 y 12)**.

b) Dióxido de Azufre (SO₂)

b.1. Norma Diaria

Para la estación Ferrocarriles, la información es referencial hasta el periodo 2006-2008, debido a que esta estación fue declarada EMRPG el 28 de septiembre del año 2006.

El percentil 99 para los periodos 2003-2005 y 2004-2006 fue de 17 y 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, mientras que para los periodos 2005-2007 y 2006-2008 correspondió a 25 y 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Todos los valores mencionados estuvieron bajo la norma (**Ver gráfico N°56**).

Para los periodos 2007-2009 y 2008-2010, la estación Ferrocarriles estuvo bajo la norma, con un valor de percentil 99 de 30 y 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente. Finalmente para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 tuvo un valor de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para ambos periodos, valor bajo la norma y de menor magnitud respecto a periodos anteriores (**Ver gráfico N°56**).

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma diaria de SO₂ en la estación Molynor, ya que no es EMRPG (SO₂). Sin embargo, ya hay registro de 3 años consecutivos de mediciones, de esta forma el percentil 99 del periodo 2010-2012 fue de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, dato bajo el valor de la norma diaria y a modo referencial (**Ver gráfico N°56**).

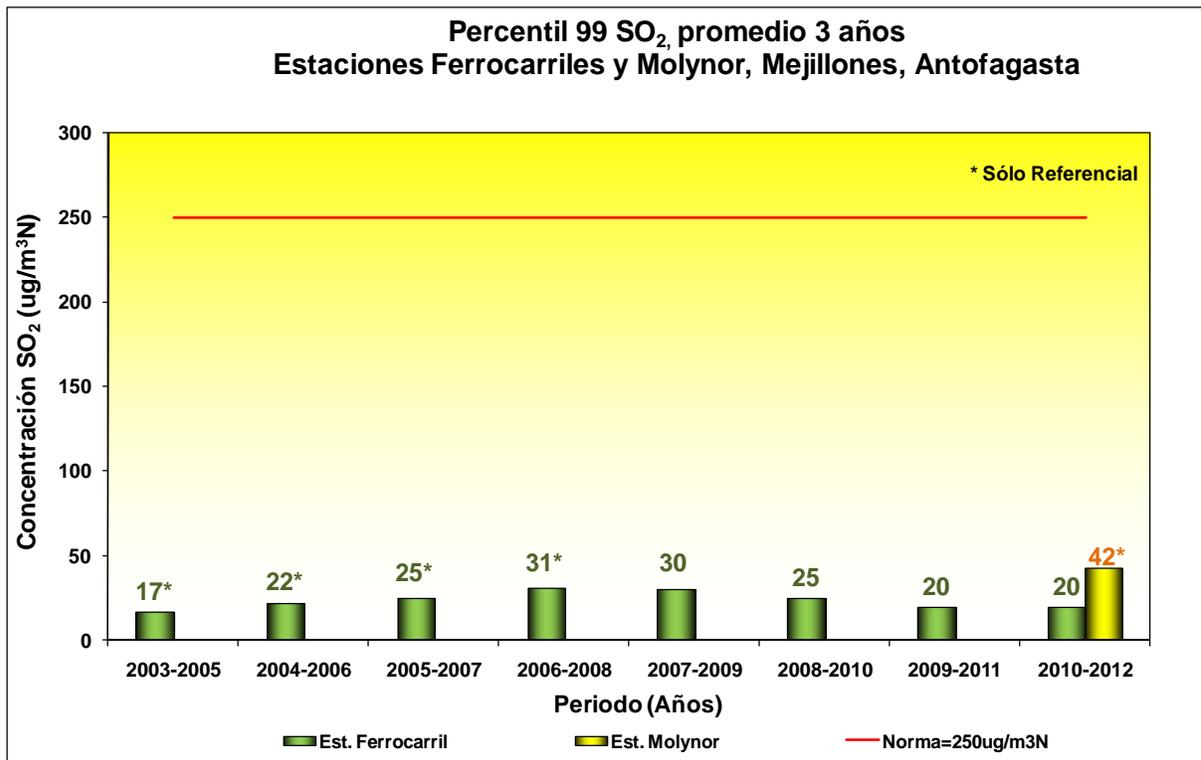


Gráfico N° 56: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación Ferrocarriles y Molynor, Mejillones, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

Respecto a la norma anual de SO_2 , para los periodos 2004-2006 y 2005-2007 en la estación Ferrocarriles, la concentración fue de 4 y 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma anual.

Para el periodo 2006-2008, en la estación Ferrocarriles, la concentración de SO_2 fue de 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma anual y referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG en el mes de septiembre del año 2006 (**Ver gráfico N°57**).

Para el periodo 2007-2009 y 2008-2010, en la estación Ferrocarriles, la concentración de SO_2 fue de 7 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma anual. En los periodos 2009-2011 y 2010-2012, la concentración correspondió a 4 y 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, ambos valores bajo la norma (**Ver gráfico N°57**).

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual de SO_2 en la estación Molyndor, ya que no es EMRPG (SO_2). Sin embargo, ya hay registro de 3 años consecutivos de mediciones, de esta forma, la concentración anual de SO_2 del periodo 2010-2012 fue de 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma y referencial, debido a que para el año 2012, la estación no dispone de los datos requeridos por la norma (**Ver gráfico N°57**).

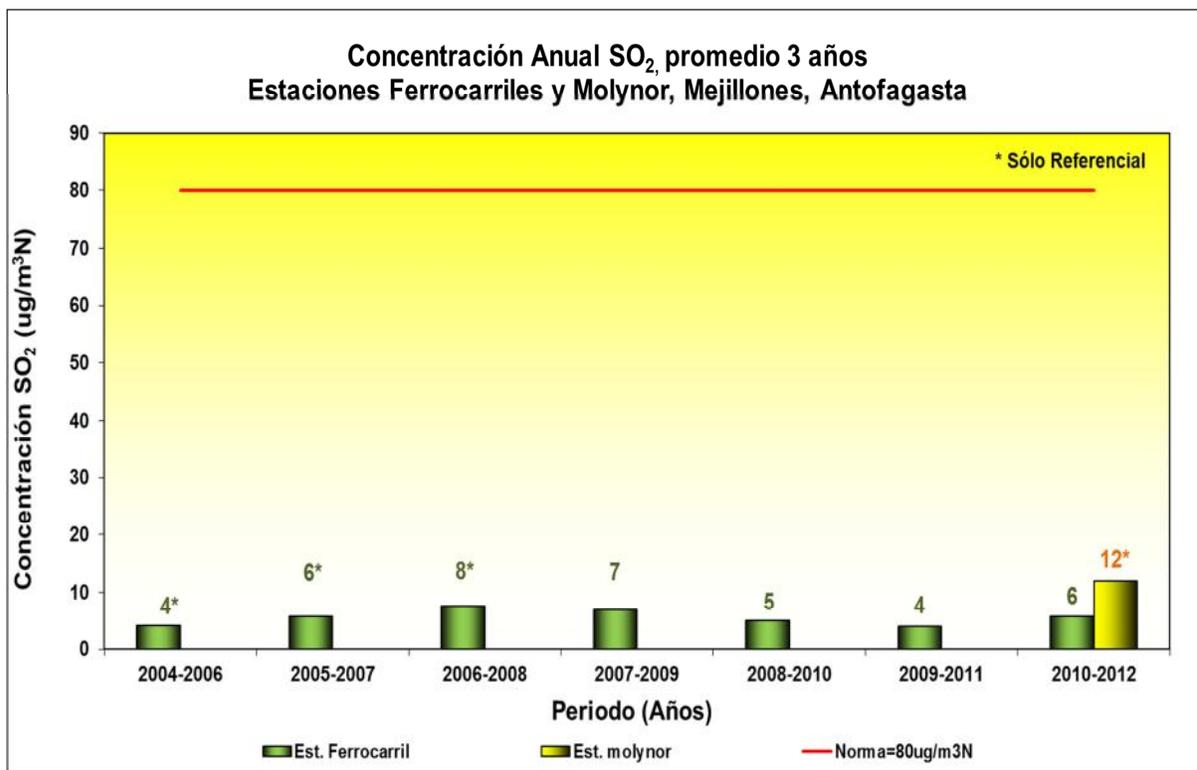


Gráfico N° 57: Concentración Anual SO_2 , promedio 3 años, Estación Ferrocarriles y Molyndor, Mejillones, Región de Antofagasta.

c) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

c.1. Norma Horaria

Para la estación Jardín Infantil Integra, el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para el periodo 2004-2006 fue de 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG en el mes de octubre del año 2004).

Para el periodo 2005-2007, en esta estación, el valor del percentil 99 fue de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor nuevamente bajo la norma, y para los periodos 2006-2008, 2007-2009 y 2008-2010 fue de 46, 52 y 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valores bajo la norma. Finalmente, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, el valor del percentil 99 fue de 52 y 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valor bajo la norma (información referencial para el periodo 2010-2012, debido a que el año 2012 no cuenta con la cantidad de datos requeridos por la norma) **(Ver gráfico N°58)**.

Para la estación Compañía de Bomberos, el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para el periodo 2004-2006 correspondió a 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG en el mes de octubre del año 2004) **(Ver gráfico N°58)**.

Para el periodo 2005-2007, en esta estación, el valor del percentil 99 fue de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor nuevamente bajo la norma y para los periodos 2006-2008 y 2007-2009 fue de 52 y 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma. Durante el periodo 2008-2010, el valor del percentil 99 fue de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Finalmente, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 el valor del percentil 99 fue de 51 y 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, ambos valores bajo la norma horaria **(Ver gráfico N°58)**.

Para la estación Molyndor, el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para el periodo 2010-2012 fue de 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación no ha sido declarada EMRPG (NO₂)) **(Ver gráfico N°58)**.

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, en la estación Juan José Latorre, los valores del percentil 99 fueron de 52 y 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valores bajo la norma horaria (información referencial para el periodo 2010-2012, debido a que el año 2012 no posee la cantidad de datos requeridos por la norma) **(Ver gráfico N°58)**.

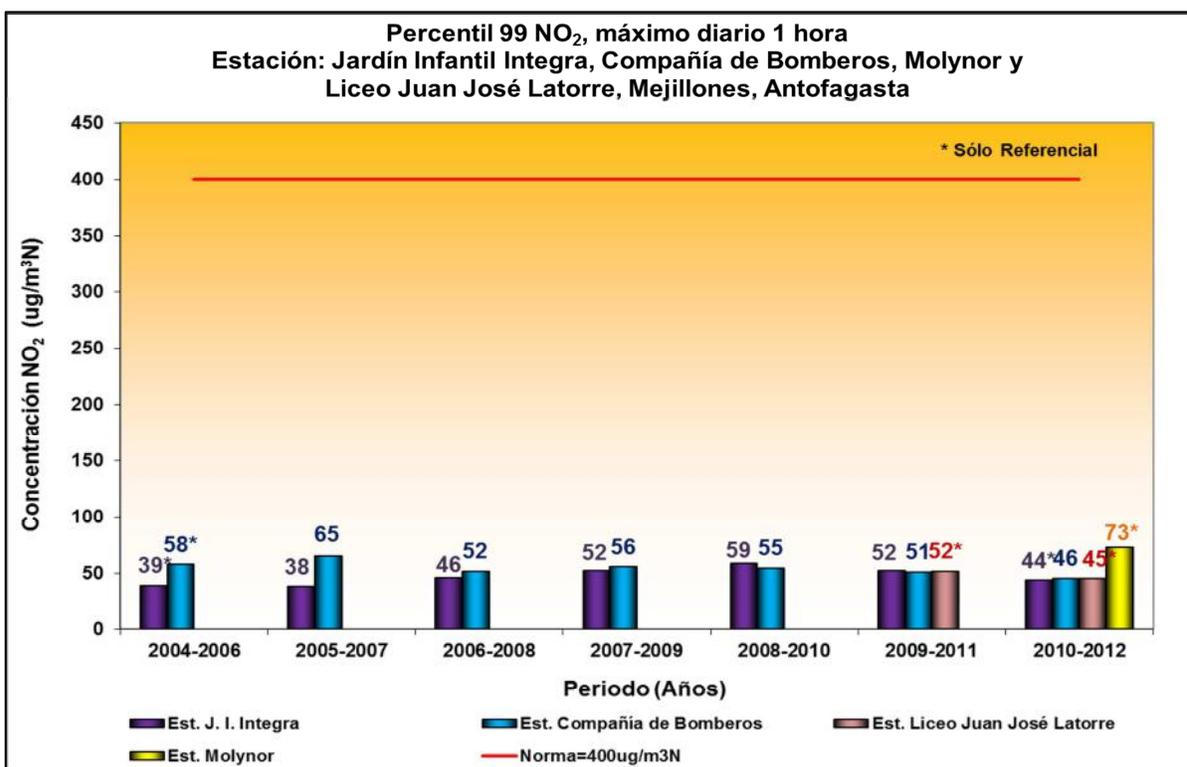


Gráfico N° 58: Percentil 99 NO₂, máximo diario 1 hora, Estación J. I. Integra, Estación Compañía de Bomberos, Estación Molynor y Estación Liceo Juan José Latorre, Mejillones, Región de Antofagasta.

No es posible verificar el cumplimiento de la norma horaria en la estación ferrocarriles debido a que no es EMRPG (NO₂). Por lo tanto, a modo de referencia, se aprecia que el percentil 99 para los años 2009 al 2012, estuvo bajo el valor de la norma, con valores de 62, 51, 59 y 31 µg/m³N respectivamente (**Ver tabla N°12**).

Tabla N°12: Percentil 99 NO₂, Máx. Diario 1 hora, Estación Ferrocarriles

Estación Ferrocarriles	2009	2010	2011	2012
Percentil 99 NO ₂ (µg/m ³ N)	62	51	59	31
Días evaluados	116	148	122	122
Año válido	No	No	No	No

c.2. Norma Anual

En la estación Jardín Infantil Integra y Compañía de Bomberos la concentración de NO₂, para el periodo 2004-2006 presentó un valor de 5 µg/m³N, en ambas estaciones, valor bajo la norma (información referencial, debido a que ambas estaciones fueron declaradas EMRPG en el mes de octubre del año 2004).

Con respecto al periodo 2005-2007, se observó que la concentración para ambas estaciones fue la misma del año anterior (**Ver gráfico N°59**).

Para los periodos 2006-2008 y 2007-2009, la estación Jardín Infantil Integra estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 5 y 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada periodo. Para los periodos 2006-2008 y 2007-2009, la estación Compañía de Bomberos también estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 6 y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada periodo **(Ver gráfico N°59)**.

Durante el periodo 2008-2010, la estación Jardín Infantil Integra estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Compañía de Bomberos también estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En los periodos 2009-2011 y 2010-2012, la estación Jardín Infantil Integra estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para ambos periodos. (Ambos valores referenciales ya que no cuentan con la cantidad de trimestres válidos que exige la norma) **(Ver gráfico N°59)**.

En el caso de la estación Compañía de Bomberos para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 también estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 9 y 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma anual **(Ver gráfico N°59)**.

En la estación Molynor no es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual de NO_2 ya que no es EMRPG (NO_2). Sin embargo, hay registro de 3 años consecutivos de mediciones, de esta forma la concentración anual de NO_2 del periodo 2010-2012 fue de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma anual y sólo referencial **(Ver gráfico N°59)**.

En la estación Liceo Juan José Latorre, la concentración anual para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 fueron 6 y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valores bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación no es EMRPG (NO_2) y para estos periodos no se cuenta con la cantidad de trimestres válidos requeridos por la norma) **(Ver gráfico N°59)**.

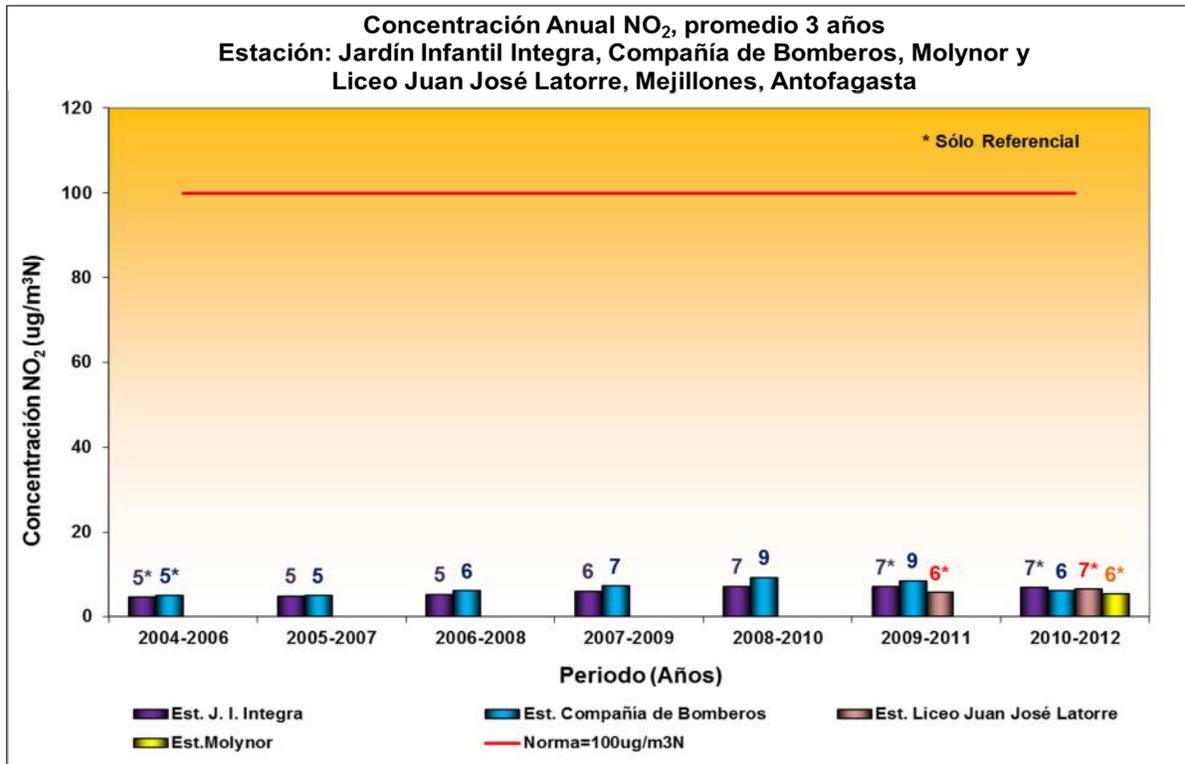


Gráfico N° 59: Concentración Anual NO₂, promedio 3 años, Estación J. I. Integra, Compañía de Bomberos, Estación Molynor y Estación Liceo Juan José Latorre, Mejillones, Región de Antofagasta.

d) Ozono (O₃)

d.1. Norma horaria como concentración 8 horas

No es posible verificar el cumplimiento de la normativa en Mejillones, debido a que se debe calcular el promedio aritmético de 3 años sucesivos, del percentil 99, de los máximos diarios de concentración de 8 horas, y en esta comuna no se cuenta con monitoreo continuo para este contaminante. Sin embargo, a modo de referencia, a continuación se muestran los resultados, obtenidos en la estación Compañía de Bomberos y Ferrocarriles, las cuales sólo realizan campañas de monitoreo de O₃.

La estación Compañía de Bomberos, mide O₃, como concentración de 8 horas, a contar del año 2006 y sólo se realizan dos campañas de un mes de duración al año. El percentil 99 para el periodo 2006-2008 fue de 96 µg/m³N, valor en situación de latencia, mientras que para el periodo 2007-2009, fue de 87 µg/m³N, valor bajo la norma. Para el periodo 2008-2010, se observa un valor de percentil 99 de 76 µg/m³N, valor bajo la norma (**Ver gráfico N°60**).

Finalmente para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, se observa el valor de percentil 99 de 77 y 99 µg/m³N respectivamente, ambos valores bajo la norma horaria de O₃.

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, en la estación Ferrocarril, el percentil 99 fue de 52 y 55 µg/m³N respectivamente, ambos valores bajo la norma horaria de O₃. Cabe

mencionar que la estación Ferrocarril mide O_3 , como concentración de 8 horas, a contar del año 2009 y sólo se realizan campañas (4 meses de duración por periodo anual). Esta estación no es EMRPG (O_3), sin embargo, sólo a modo de referencia, a continuación se muestran los resultados del percentil 99, obtenidos en esta estación, para los periodos antes señalados (**Ver gráfico N°60**).

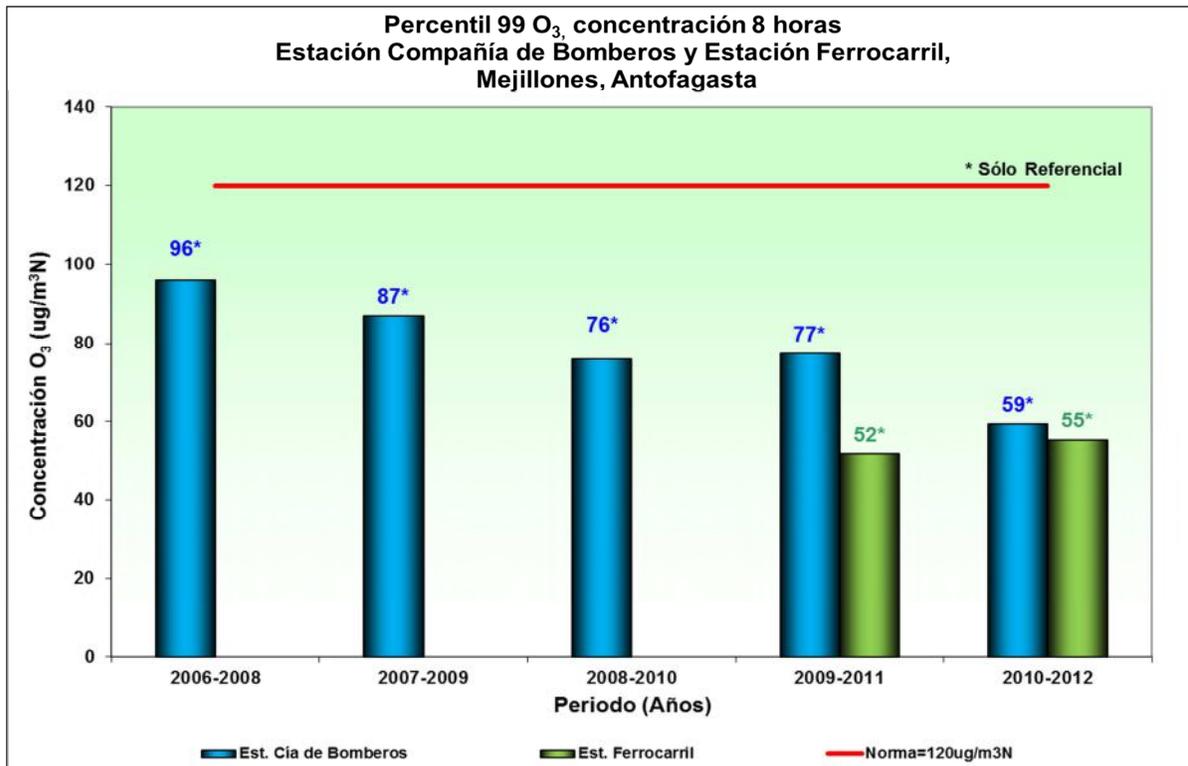


Gráfico N° 60: Percentil 99 O_3 , concentración 8 horas, promedio 3 años, Estación Cía. de Bomberos y Estación Ferrocarril, Mejillones, Región de Antofagasta.

e) Monóxido de Carbono (CO)

e.1. Norma horaria como concentración 1 hora

Sólo como referencia, se puede señalar que para los periodos 2005-2007 y 2006-2008 la estación Compañía de Bomberos estuvo bajo la norma horaria de CO, con valores de percentil 99 de 9 y 2 mg/m^3N , respectivamente (cabe señalar que el año 2005 y 2006 tienen menos del 75% de datos requeridos en la norma). Para el periodo 2007-2009 y 2008-2010, esta estación se presentó bajo la norma, con un valor de percentil 99 de 1,946 y 0,701 mg/m^3N . Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 el valor de percentil 99 fue de 0,772 y 0,675 mg/m^3N respectivamente, ambos periodos bajo la norma horaria de 1 hora (**Ver gráfico N° 61**).

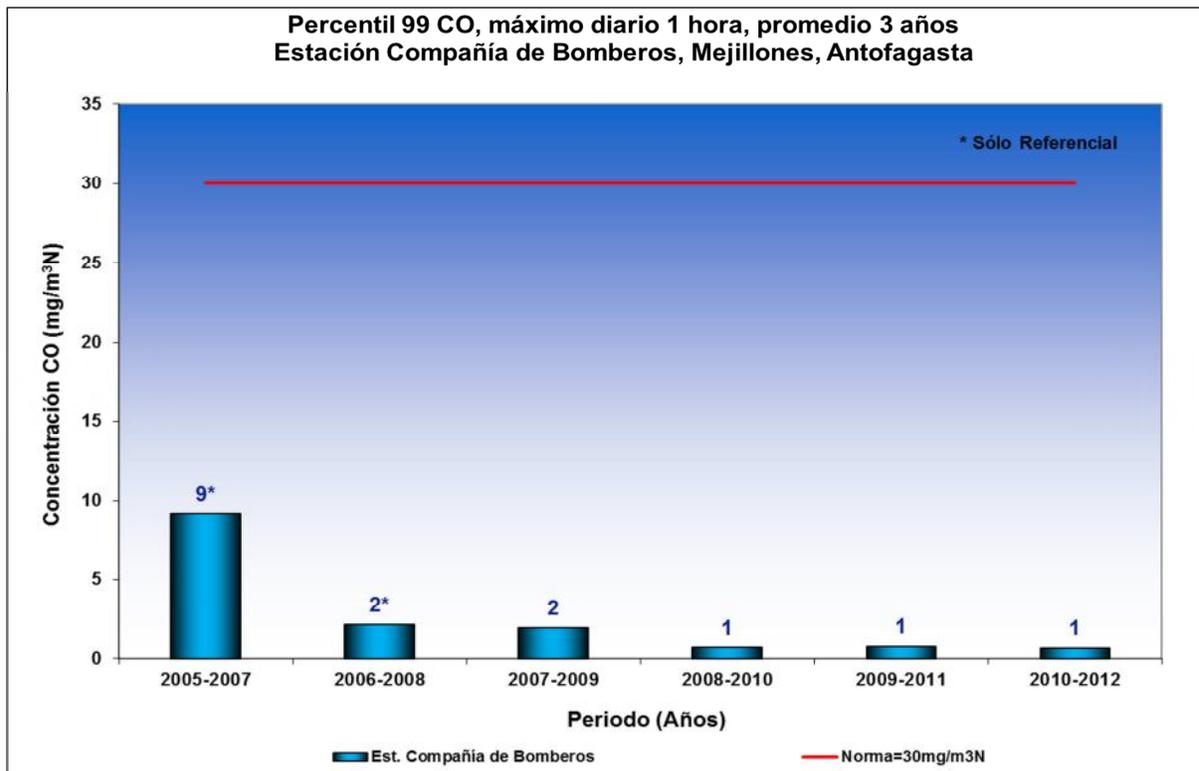


Gráfico N° 61: Percentil 99 CO, máximo diario 1 hora, promedio 3 años, Estación Compañía de Bomberos, Mejillones, Región de Antofagasta

e.2. Norma horaria como concentración 8 horas

Para el periodo 2008-2010, la estación Compañía de Bomberos, presentó un valor de percentil 99 de 0,6 mg/m³N, valor bajo la norma. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, presentan un valor de percentil 99 de 0,6 y 0,5 mg/m³N respectivamente, ambos valores bajo la norma horaria móvil de 8 horas. **(Ver gráfico N° 62).**

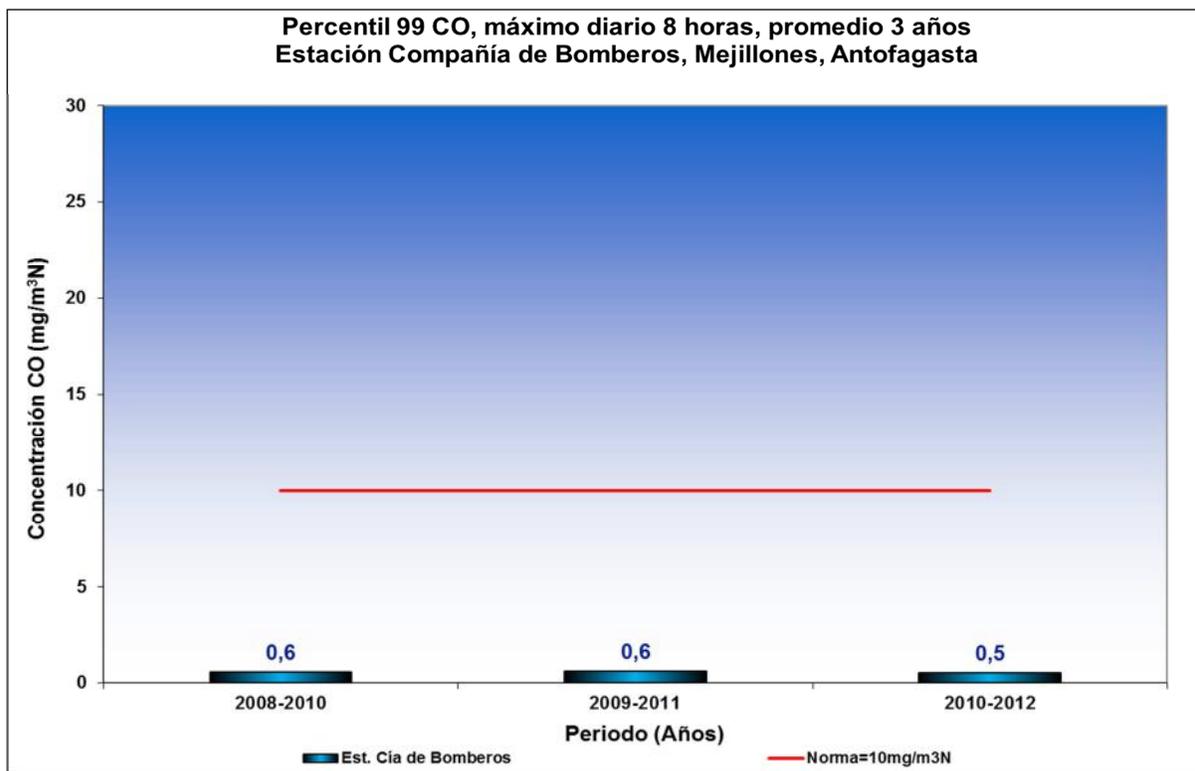


Gráfico N° 62: Percentil 99 CO, máximo diario 8 horas, promedio 3 años, Estación Compañía de Bomberos, Mejillones, Región de Antofagasta.

6.7. Comuna Tocopilla

En la ciudad de Tocopilla, actualmente se encuentran las siguientes estaciones de monitoreo:

- Estación Escuela E-10 (norte), autorizada EMRP y EMRPG (NO₂, SO₂) el 11 de septiembre del año 2000.
- Estación Villa Covadonga (sur), autorizada EMRP y EMRPG (SO₂) el 19 de octubre del año 2004. Actualmente sólo monitorea SO₂. El equipo de MP10 de esta estación fue trasladado a la estación Villa las Rocas, durante el mes de diciembre del año 2005.
- Estación Gabriela Mistral (centro), autorizada EMRP el 19 de octubre del año 2004.
- Estación Villa Las Rocas, autorizada EMRP, el 28 de marzo del año 2006. En la resolución de la Autoridad Sanitaria que da la representatividad poblacional a esta estación, no se menciona el nombre de dicha estación, sin embargo, se le asigna esta denominación por encontrarse en la villa del mismo nombre, una vez que la Autoridad Sanitaria corrija la Resolución, se asignará el nombre oficial.

Todas a cargo de Electroandina S.A. Las tres últimas estaciones sólo entregan información de sus monitoreos cuando la Central Termoeléctrica opera con combustible petcoke.

- Estación Gobernación, autorizada EMRP el 06 de septiembre del año 2004 y EMRPG en el mes de abril del año 2006.
- Estación Escuela Gabriela Mistral, autorizada EMRP el 06 de septiembre del año 2004, sin embargo, no monitorea MP10, pero si monitorea SO₂. Finaliza la entrega de mediciones en el mes de Octubre 2011.
- Estación Gendarmería, autorizada como EMRP desde Agosto del año 2012, monitorea MP10(monitoreo discreto y continuo) y MP2.5 (monitoreo discreto y continuo)
- Estación Bomberos, autorizada como EMRP desde agosto del año 2012, monitorea MP10(monitoreo sólo discreto) y MP2.5(solo en forma continua)

Todas a cargo de Norgener S.A. La última estación sólo entrega información de sus monitoreos cuando la Central Termoeléctrica opera con combustible petcoke.

Anteriormente, existieron otras estaciones de monitoreo, siendo éstas:

- Estación Carabineros, funcionó hasta el mes de Mayo 2004, a cargo de Norgener S.A.
- Estación Escuela E-12, autorizada EMRP el 06 de Septiembre de 2004, fue retirada después de ocurrido el terremoto en Tocopilla el año 2007, a cargo de Norgener S.A.

6.7.1 Sector Ciudad de Tocopilla

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

De acuerdo a lo informado por la empresa Electroandina S.A., ésta no utiliza petcoke desde el mes de abril del año 2007.

Para la estación Escuela E-10, el percentil 98 desde el año 1998 al 2000 no superó la norma ni estuvo en situación de latencia (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de septiembre del año 2000). Desde el año 2001 al 2009, tampoco se superó la norma ni estuvo en situación de latencia (el valor del percentil 98 para el año 2007 correspondió a 78 µg/m³N, mientras que para el año 2008 fue de 104 µg/m³N, y para el año 2009 fue de 101 µg/m³N). El año 2010 presentó un valor de percentil 98 de 91 µg/m³N, dato bajo la norma. Finalmente, para los años 2011 y 2012, el valor de percentil 98 fue de 95 y 90 µg/m³N respectivamente, ambos valores bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°63**).

De acuerdo a lo informado por la empresa Norgener S.A., ésta no utiliza petcoke desde el mes de febrero del año 2006.

La estación Gobernación, comenzó a operar durante el mes de junio del año 2004. El valor del percentil 98 para este año, fue 64 µg/m³N, (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de septiembre del año 2004). Para el año 2005 y 2006, el valor del percentil 98 fue de 73 y 71 µg/m³N, respectivamente, ambos valores bajo la norma y bajo el nivel de latencia. El año 2007 el valor del percentil 98 se elevó considerablemente a 242 µg/m³N, valor sobre la norma. El año 2008, el percentil 98 fue de 214 µg/m³N, valor nuevamente sobre la norma, mientras que el año

2009, bajó considerablemente a $89 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. El año 2010, presentó un valor de percentil 98 de $78 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, dato bajo la norma. Finalmente para los años 2011 y 2012, el valor de percentil 98 fue 84 y $79 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, ambos valores bajo la norma (**Ver gráfico N°63**).

Para la estación Gendarmería, el valor de percentil 98 para el año 2011 fue de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor referencial debido a que no es EMRP durante el 2011. Esta estación fue autorizada como EMRP desde Agosto 2012, siendo para ese año, el valor del percentil 98 de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma (**Ver gráfico N°63**).

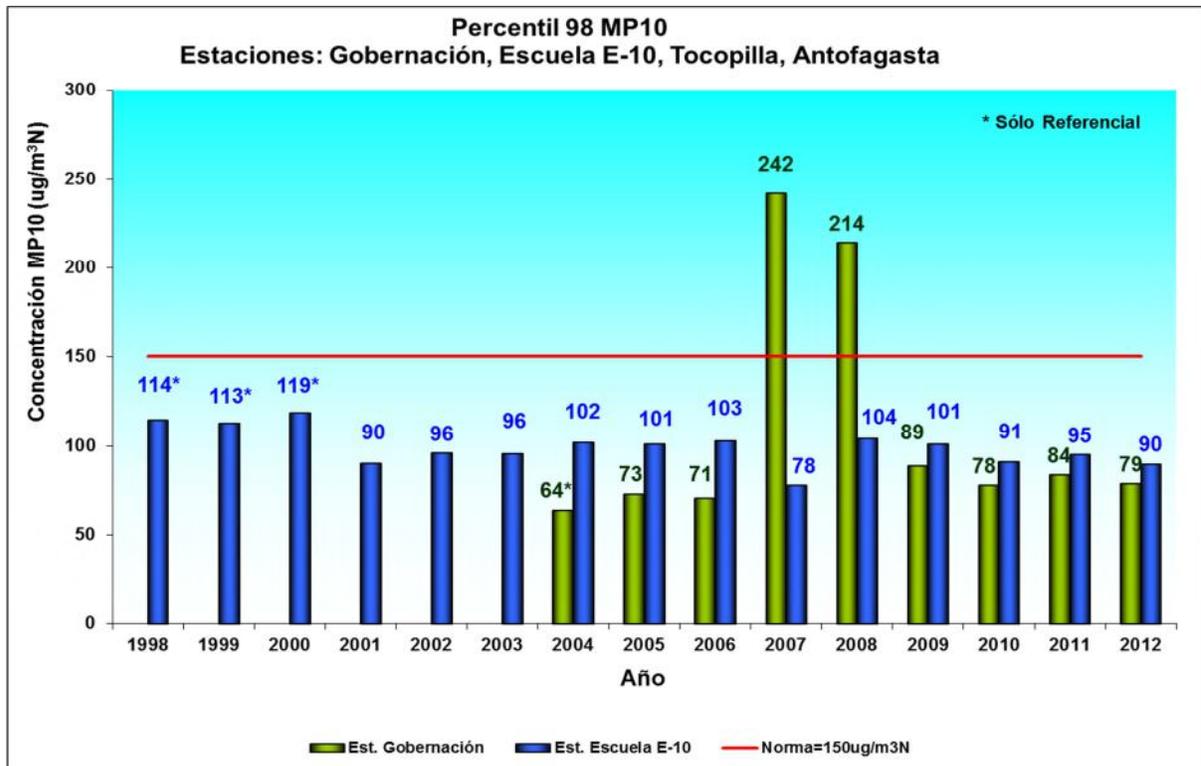


Gráfico N° 63: Percentil 98 MP10, Estación Gobernación, Estación Escuela E-10 y Estación Gendarmería, Tocopilla, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

Con relación a la norma anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en la estación Escuela E-10, se observó que desde el periodo 1996-1998 al 2000-2002, la concentración estuvo sobre la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRP en el mes de septiembre del año 2000). Desde el periodo 2001-2003 hasta el 2007-2009, la concentración de MP10 también estuvo sobre la norma. El valor para el periodo 2005-2007 fue de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que para los periodos 2006-2008 y 2007-2009 fue de 58 y $53 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores sobre la norma. Para el periodo 2008-2010, se presentó un valor de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor más bajo que el año anterior, pero aún sobre la norma. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 la concentración anual se mantuvo en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para ambos periodos, continuando en situación de saturación (**Ver gráfico N°64**).

En cuanto a la estación Gobernación, el periodo 2005-2007, presentó un valor de concentración de MP10 de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor sobre la norma. Para los periodos 2006-2008 y 2007-2009, el valor de la concentración fue de 67 y $72 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos valores nuevamente sobre la norma. Para el periodo 2008-2010, se presentó un valor de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor más bajo que el año anterior, pero aún sobre la norma. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 la concentración anual de MP10 fue de 50 y $49 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valores menores que el periodo anterior, sin embargo, aún en situación de saturación y latencia respectivamente (**Ver gráfico N°64**).

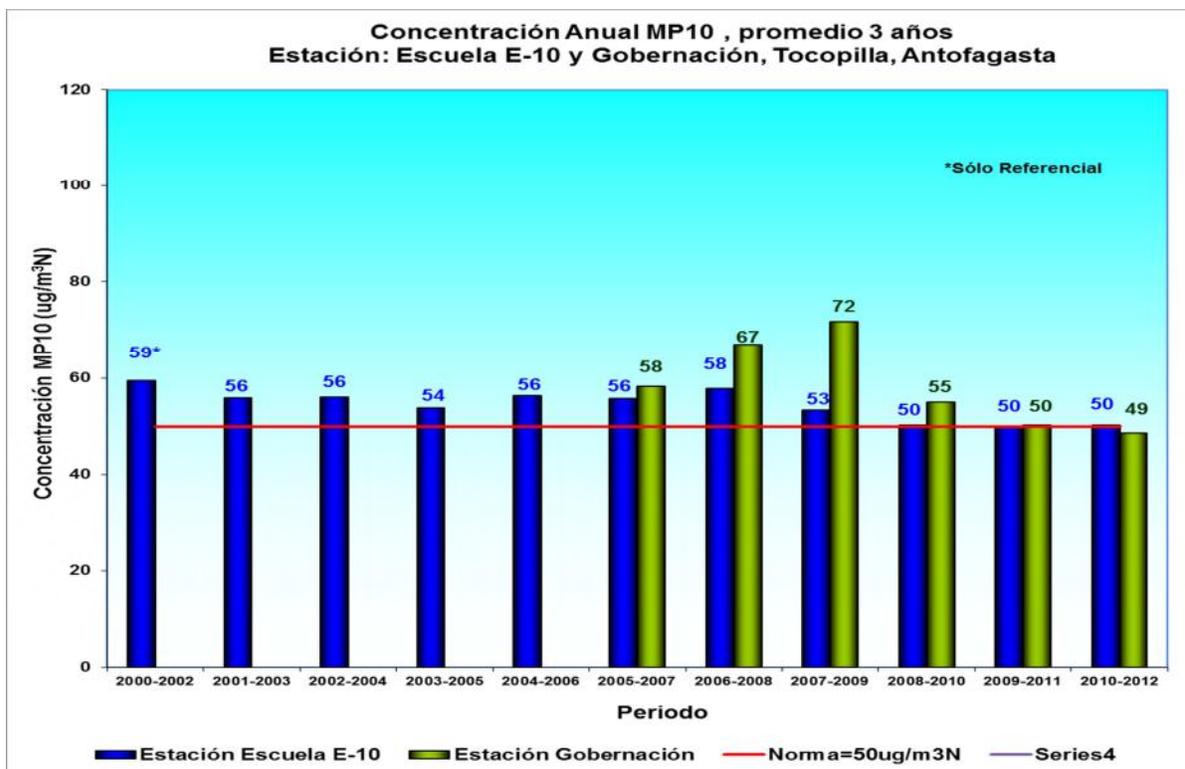


Gráfico N° 64: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Escuela E-10 y Gobernación, Tocopilla, Región de Antofagasta.

b) Dióxido de Azufre (SO₂)

b.1. Norma Diaria

En la estación Escuela E-10, el percentil 99 para los periodos 2001-2003, 2002-2004, 2003-2005 y 2004-2006 correspondió a 71, 109, 109 y $122 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Todos los valores bajo la norma. Para el periodo 2005-2007, el percentil 99 correspondió a $105 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma, mientras que para los periodos 2006-2008 y 2007-2009 fue de 135 y $139 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma. El periodo 2008-2010, el valor del percentil 99 fue de $140 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Para el periodo 2009-2011, el valor de percentil 99 fue de $119 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, disminuyendo la concentración en comparación al periodo anterior. Para el periodo 2010-2012, el percentil 99 se incrementa nuevamente alcanzando un valor de $155 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos periodos se encuentran bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°65**).

Para la estación Gobernación, el percentil 99 para periodo 2005-2007 fue de $53 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma, mientras que para el periodo 2006-2008, fue de $83 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor nuevamente bajo la norma (los valores mencionados anteriormente son referenciales, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO_2) en el mes de abril del año 2006) Para los periodos 2007-2009 y 2008-2010, el valor del percentil 99 en la estación Gobernación fue de 102 y $105 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valor bajo la norma. Finalmente para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 el valor del percentil 99 fue de 83 y $63 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos valores bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°65**).

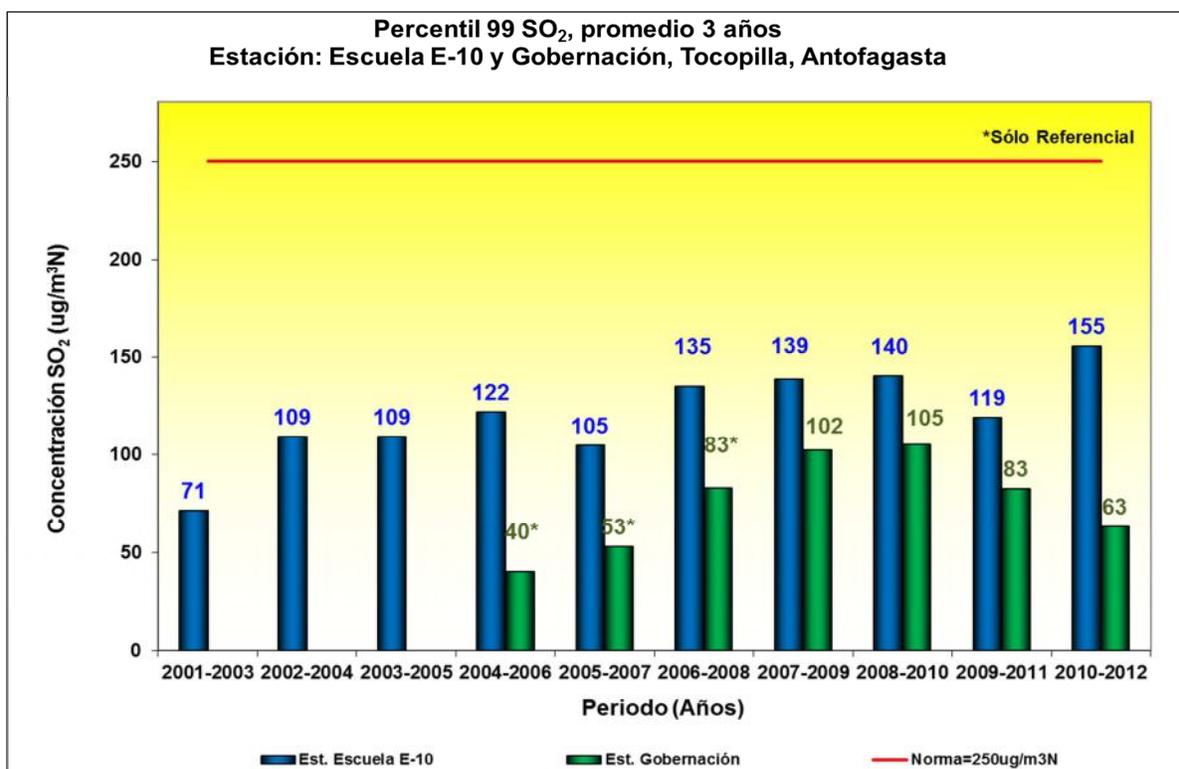


Gráfico N° 65: Percentil 99 SO_2 , promedio 3 años, Estación Escuela E-10 y Gobernación, Tocopilla, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

La concentración de SO_2 , para la estación Escuela E-10, para los periodos 2002-2004 y 2003-2005 fue de 27 y $31 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, mientras que para los periodos 2004-2006, 2005-2007 y 2006-2008 fue de 32, 29 y $34 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Todos los valores bajo la norma.

Para los periodos 2007-2009 y 2008-2010 la estación Escuela E-10 estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 37 y $38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente.

Finalmente para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 la estación E-10 estuvo bajo la norma con valores de 35 y $44 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos periodos bajo la norma anual (**Ver gráfico N°66**).

Para la estación Gobernación, la concentración para los periodos 2004-2006, 2005-2007 y 2006-2008 fue de 11, 13 y 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada periodo. Todos los valores bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO_2) en el mes de abril del año 2006) **(Ver gráfico N°66)**.

Para los periodos 2007-2009 y 2008-2010 la concentración en la estación Gobernación estuvo bajo la norma con un valor de 26 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Finalmente, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 la concentración estuvo bajo la norma con un valor de 27 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente. **(Ver gráfico N°66)**.

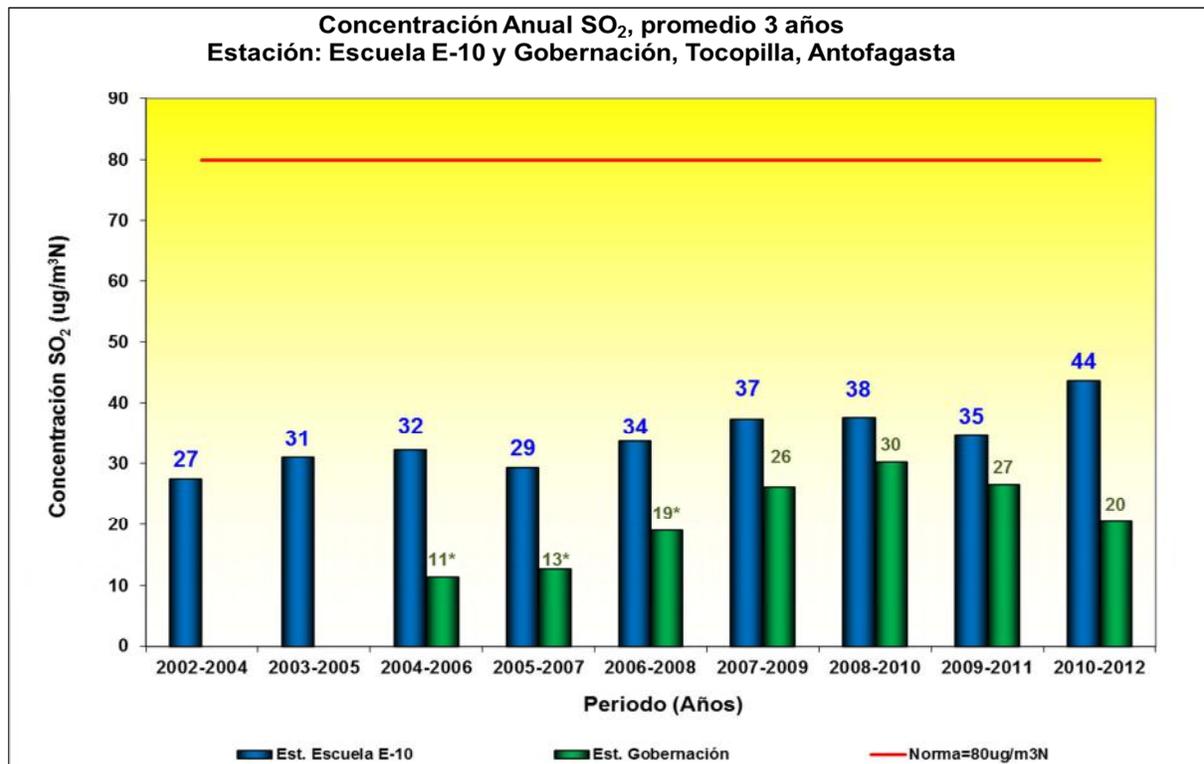


Gráfico N° 66: Concentración Anual SO_2 , promedio 3 años, Estación Escuela E-10 y Gobernación, Tocopilla, Región de Antofagasta.

c) Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

c.1. Norma Horaria

Este parámetro sólo se mide en la estación Escuela E-10. El percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para el periodo 2005-2007 correspondió a 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma, mientras que para los periodos 2006-2008 y 2007-2009 fue de 80 y 96 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, ambos valores bajo la norma. Para el periodo 2008-2010, el percentil 99 aumentó a 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Durante los periodos 2009-2011 y 2010-2012 la concentración horario disminuyó, alcanzando valores de 103 y 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos periodos bajo la norma horaria **(Ver gráfico N°67)**.

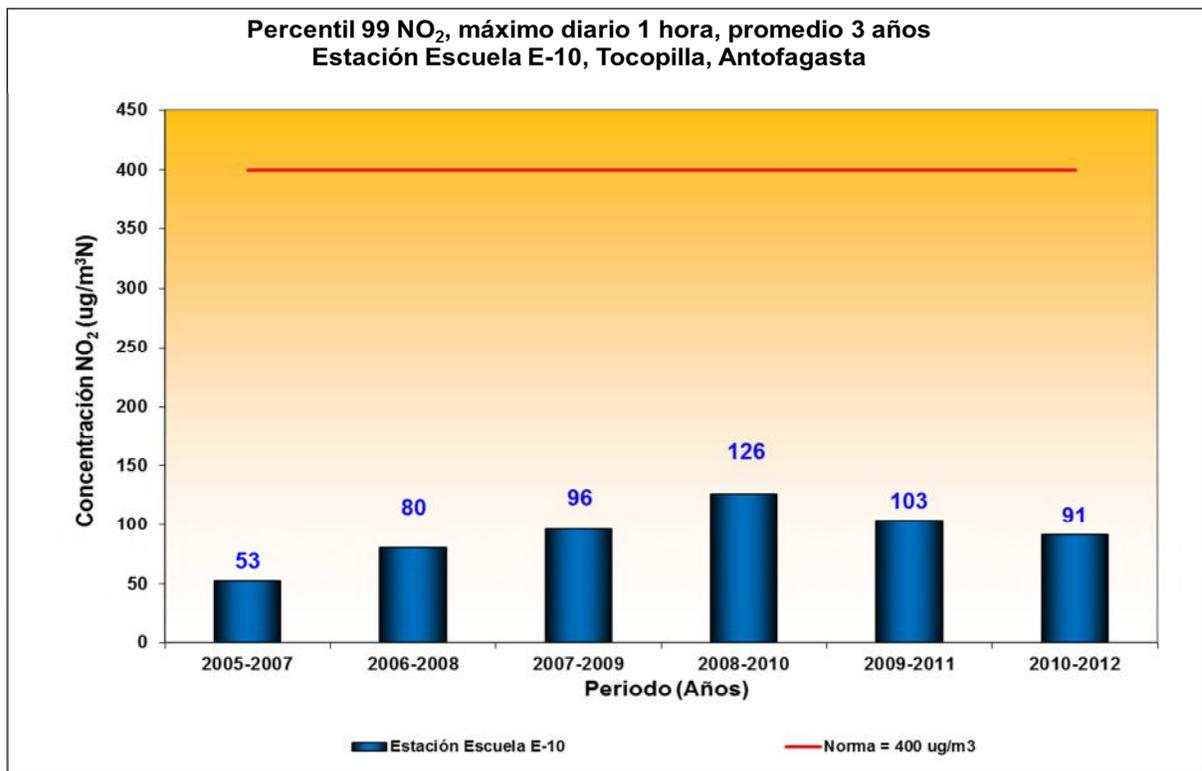


Gráfico N° 67: Percentil 99 NO₂, máximo diario 1 hora, promedio 3 años, Estación Escuela E-10, Tocopilla, Región de Antofagasta.

c.2. Norma Anual

La norma anual de NO₂ no fue sobrepasada para los periodos analizados. El periodo 2005-2007, presentó una concentración de 11 µg/m³N, mientras que el periodo 2006-2008 y 2007-2009 la concentración fue de 13 µg/m³N en ambos periodos. Para el periodo 2008-2010, la concentración anual tuvo un valor de 17 µg/m³N, valor bajo la norma. Finalmente para los periodos 2009-2011 y 2010 y 2012, la concentración anual alcanzó valores de 16 y 15 µg/m³N, ambos valores bajo la norma anual (**Ver gráfico N°68**).

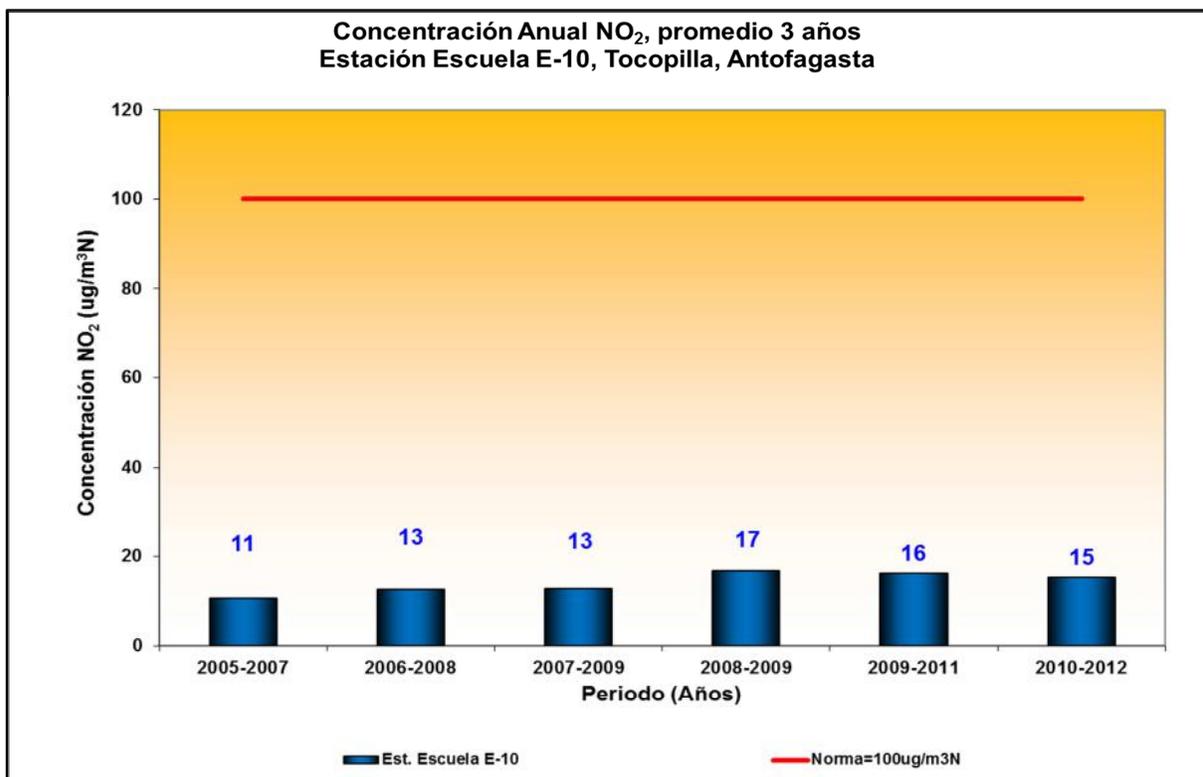


Gráfico N° 68: Concentración Anual NO₂, promedio 3 años, Estación Escuela E-10, Tocopilla, Región de Antofagasta.

d) Material Particulado Respirable MP2.5

d.1. Norma Diaria

La norma diaria para el MP2.5 establece una concentración de 50 µg/m³N.

La estación Escuela E-10 monitorea este contaminante desde el mes de Febrero de 2012, tanto en forma discreta como continua. El percentil 98 para el año 2012 fue de 40 µg/m³N, valor bajo la norma, pero en situación de latencia (**Ver gráfico N°69**).

La estación Bomberos sólo monitorea de forma continua MP2.5 desde el año 2011, y el valor del percentil 98 MP2.5 para el año 2011 fue de 35 µg/m³N, valor bajo la norma y de carácter referencial ya que esta estación no era EMRP para el año 2011. Para el año 2012 el valor del percentil 98 MP2.5 fue de 34 µg/m³N, valor bajo la norma diaria (este valor sólo considera las concentraciones medidas desde agosto 2012 donde la estación fue declarada EMRP. El valor de percentil 98 MP2.5 considerando completo el año 2012 fue de 43 µg/m³N).

La estación gendarmería monitorea este contaminante desde el año 2011, tanto en forma discreta como continua. El percentil 98 MP2.5 para el año 2011 fue de 23 µg/m³N, valor bajo la norma y de carácter referencial ya que esta estación no era EMRP para el año 2011. El valor del percentil 98 MP2.5 para el año 2012 fue de 34 µg/m³N, valor bajo la norma diaria (este valor sólo considera las concentraciones medidas desde agosto 2012, cuando la estación fue declarada EMRP. El valor de percentil 98 MP2.5, si se considera el año completo, sería de 42 µg/m³N.)

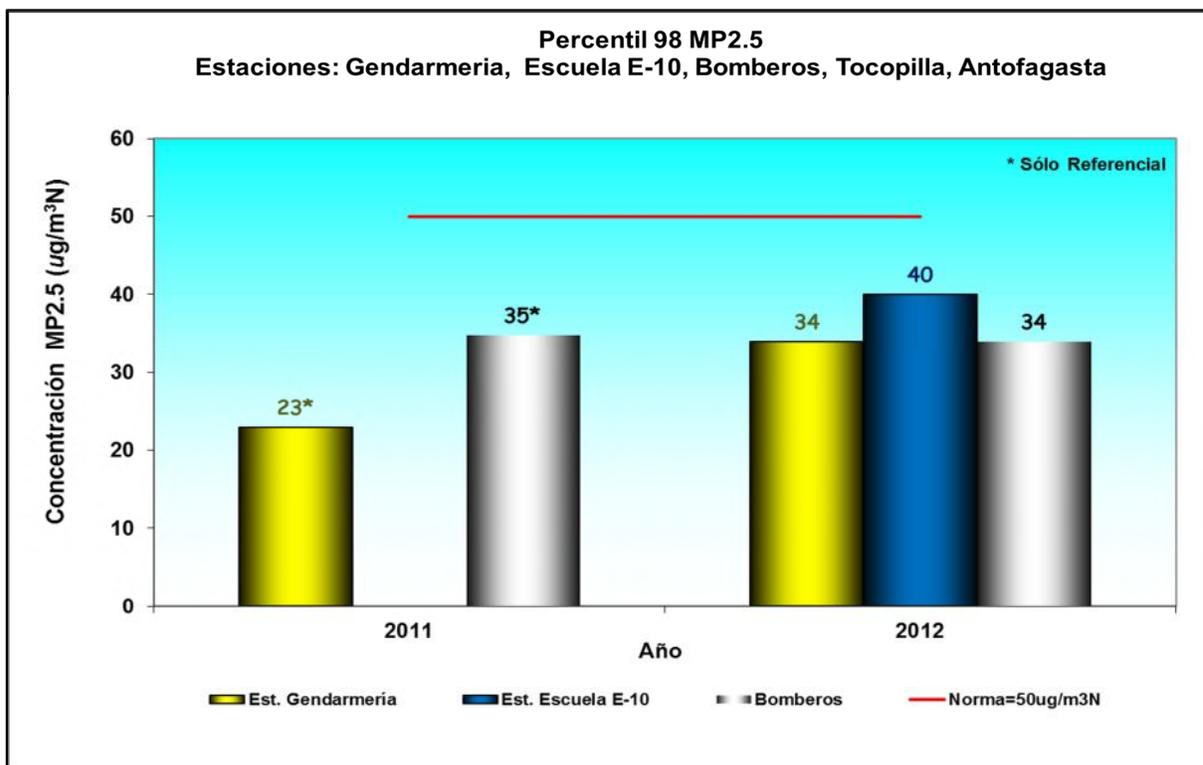


Gráfico N° 69: Percentil 98 MP2.5, Estación Gendarmería, Escuela E-10 y Bomberos, Tocopilla, Región de Antofagasta.

d.2. Norma Anual

La norma anual para el MP2.5 establece una concentración máxima de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. No es posible verificar su cumplimiento ya que no dispone de información para 3 años calendarios consecutivos.

En la estación Gendarmería, para los años 2011 y 2012, los valores de promedio anual de MP2.5 fueron de 16 y $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial debido a que esta estación no es EMRP y no cuenta con la cantidad de meses requeridos por la norma).

En la estación Escuela E-10, el valor de promedio anual para el año 2012 fue de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Cabe mencionar que esta estación no cuenta con promedio anual en el año 2011, debido a que se comenzó a monitorear a partir de Febrero del año 2012.

En la estación Compañía de Bomberos, para los años 2011 y 2012, los valores de promedio anual de MP2.5 fueron de 21 y $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial debido a que esta estación no es EMRP y no cuenta con la cantidad de meses requeridos por la norma).

La tabla N°14 resume los promedios concentraciones anuales referenciales de los años 2011 y 2012 de las estaciones Gendarmería, Escuela E-10 y Compañía de Bomberos.

Tabla N°13: Promedios de las Concentraciones Anuales de MP2.5. Estación Gendarmería, Escuela E-10 y Compañía de Bomberos.

Año	2011			2012		
Estación	Gendarmería	Escuela E-10	Compañía de Bomberos	Gendarmería	Escuela E-10	Compañía de Bomberos
Promedio concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	16	-	21	22	20	22
Días evaluados	30	-	87	141	108	358
Año válido	No	-	No	Sí	Sí	Sí

VII. ANALISIS ZONAS SATURADA Y/O LATENTE

Aquellos sectores que no cumplen con alguna de las normas vigentes, son posibles zonas saturadas y aquellos con valores sobre los niveles de latencia, son posibles zonas latentes, debido a que para declarar una zona saturada o latente es necesario considerar lo que establece la Ley N°19300/1994 de Bases del Medio Ambiente, modificada por la Ley N°20.417/2011, en particular el Artículo 43, que señala:

"La Declaración de una zona del territorio como saturada o latente se hará por decreto supremo que llevará la firma del Ministro del Medio Ambiente y contendrá la determinación precisa del área geográfica que abarca. Llevará además la firma del Ministro de Salud, si se trata de la aplicación de normas primarias de calidad ambiental, o del ministro sectorial que corresponda, según la naturaleza de la respectiva norma secundaria de calidad ambiental".

Esta Declaración tendrá como fundamento las mediciones, realizadas o certificadas por los organismos públicos competentes, en las que conste haberse verificado la condición que la hace procedente. El procedimiento estará a cargo de la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente. Si la zona objeto de la declaración estuviese situada en distintas regiones, el procedimiento estará a cargo del Ministerio del Medio Ambiente". Actualmente existen cuatro zonas declaradas saturadas y una latente en la Región de Antofagasta:

- *La localidad de Chuquicamata, declarada zona saturada por MP10.*
- *La localidad de Chuquicamata, declarada zona latente por SO₂.*
- *La ciudad de María Elena, declarada zona saturada por MP10.*
- *La localidad de Tocopilla, declarada zona saturada por MP10.*
- *La localidad de Calama, declarada zona saturada por MP10.*

Cabe señalar, que la localidad de Chuquicamata estuvo declarada zona saturada por SO₂, sin embargo, debido al mejoramiento de la calidad del aire para dicho contaminante, durante el año 2004, fue solicitada la declaración de zona latente, estableciéndose en el D.S. N°55 del 26 de Abril de 2005, como zona latente por anhídrido sulfuroso como concentración de 24 horas.

La Resolución Exenta N° 445, de fecha 03 Marzo de 2006, de la Dirección Ejecutiva de CONAMA, dio inicio al procedimiento de elaboración del Plan de Prevención para SO₂ y a la reformulación del plan de descontaminación para MP10.

La Resolución Exenta N°1264, de fecha 1 de junio de 2007, de la Dirección Ejecutiva de CONAMA, aprobó el Anteproyecto del Plan de Prevención para SO₂, para el área circundante a la Fundición de Chuquicamata de la División CODELCO Norte de CODELCO Chile, ex División Chuquicamata, sin embargo, durante el año 2007 finalizó el traslado de la población de Chuquicamata a la ciudad de Calama, razón por la cual, la SEREMI de Salud de Antofagasta, estableció mediante Resolución N°1572, de fecha 12 de mayo de 2008, que las estaciones de monitoreo Auka Huasi y San José dejaran de ser estaciones con representatividad poblacional.

Con respecto al Plan de Descontaminación Atmosférico de María Elena (D.S. N°37 de 2004), para el periodo Abril 2009 a Marzo 2010, SQM S.A. cumplió con el límite de emisiones totales y con el límite para las emisiones del sector de chancado y

clasificación. Por otra parte, de acuerdo a lo informado por la empresa, el 23 de febrero de 2010, la faena minera y plantas asociadas a la operación minera El Toco detuvieron temporalmente sus operaciones. Desde el año 2010, se ha evidenciado una mejora en la calidad del aire en todas las estaciones de monitoreo del sector.

Con respecto al Plan de Descontaminación Atmosférico de Tocopilla, este fue publicado en el diario oficial el 12 de Octubre de 2010, identificándose distintas fuentes emisoras, de las cuales, las más importantes en términos de participación en las emisiones y aporte a la calidad del aire son: E-CL S.A., Norgener S.A., SQM S.A., y Lipesed S.A., estableciéndose una serie de obligaciones para cada una de ellas.

Con respecto al Plan de Descontaminación Atmosférico de Calama, el 01 de Agosto de 2009, se publica la Resolución N° 4002, la cual da inicio al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico de Calama.

En el marco de la elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico de la ciudad de Calama, de la disminución de los valores de la norma anual registrados en la estación Hospital el Cobre para los últimos 2 periodos (2007-2009 y 2008-2010) y al nuevo enfoque del Ministerio del Medio Ambiente que considera priorizar el control del MP2.5, por su mayor impacto sobre la salud, se modificó el instrumento de gestión, Plan de Descontaminación Atmosférico, a otra herramienta de gestión de la calidad del aire, más flexible y con la cual se logren resultados en el menor tiempo posible, denominado Plan de Gestión de la Calidad del Aire de Calama, en donde algunas empresas del sector y servicios públicos asumieron una serie de compromisos voluntarios para mejorar la calidad del aire. Lo anterior se plasmó en un Convenio, firmado el día 23 de abril de 2011, por todos los actores involucrados y la Seremi del Medio Ambiente.

Para el análisis de la zona saturado y/o latente, en lo que respecta al periodo entre los años 2011 y 2012, se observa lo siguiente:

En la **comuna de Antofagasta**, los valores medidos en la estación La Negra, se encontrarían en situación de saturación para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10 con 55 y 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, respectivamente.

Los valores medidos en la estación Inacesa, se encontrarían en situación de saturación para la norma diaria de Material Particulado Respirable MP10 con 228 y 340 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para los años 2011 y 2012, respectivamente. Los valores medidos para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10, también se encontrarían en situación de saturación con 125 y 129 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, respectivamente.

En la estación Rendic, los valores medidos se encontrarían en situación de latencia para la norma anual de Material Particulado Respirable, debido a que presentó concentraciones iguales a 41 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, respectivamente.

En la **comuna de Taltal**, la concentración anual medida por la estación Escuela Papos, para los periodos 2010-2012, se encontraría en situación de latencia para la norma anual de MP10 con un valor de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Con respecto a la norma diaria de MP10 para el año 2012, el percentil 98 estaría en situación de latencia con un valor igual a 144 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En la **comuna de Calama**, la estación Chiu Chiu, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, presentó mediciones que se encontrarían en situación de saturación para la norma



anual de Material Particulado Respirable MP10 con valores correspondientes a 55 y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente.

Con respecto a la estación Hospital del Cobre, la concentración anual medida para el periodo 2009-2011, se encontraría en situación de latencia para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10 con un valor de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Sin embargo, para el periodo 2010-2012, la concentración de MP10 disminuyó a 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En la estación Servicio Médico Legal, los valores medidos en los periodos 2009-2011 y 2010-2012, se encontrarían en situación de saturación para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10 con concentraciones correspondientes a 82 y 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente. Con respecto a la norma diaria de MP10, los valores de percentil 98 se encontrarían en situación de saturación para los años 2011 y 2012 con valores correspondientes a 156 y 184 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente.

En la **comuna de María Elena**, para los periodos 2009-2011, las mediciones de las estaciones Hospital, Iglesia y Sur, se encontrarían en situación de saturación para la norma anual de MP10 con valores de 50, 57 y 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Sin embargo, para el periodo 2010-2012, la concentración anual de la estación hospital se encontraría en situación de latencia con un 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que las estaciones Iglesia y Sur se mantendría la condición de saturación con valores de 53 y 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente.

En la **comuna de Sierra Gorda**, la estación Sierra Gorda, para el periodo 2010-2012, las concentraciones se encontrarían en situación de latencia para la norma anual de MP10 con un valor de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Con respecto a la norma diaria de MP10, el valor de percentil 98, para el año 2012 se encontraría en situación de latencia con valor de 143 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En la **comuna de Tocopilla**, los valores medidos por las estaciones Gendarmería, Escuela E-10 y Bomberos para el año 2012, se encontrarían en situación de latencia para la norma diaria de MP2.5 con valores de 42, 40 y 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Con respecto a la norma anual de MP10, para el periodo 2009-2011, las mediciones de las estaciones Escuela E-10 y Gobernación se encontraría en situación de saturación con un valor de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para ambas estaciones. En el periodo 2010-2012, la estación escuela E-10 se encontrarían en situación de saturación con un valor de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y la estación Gobernación se encontraría en situación de latencia con un valor de 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Comuna de Antofagasta

En el sector Coloso: Se cumplió con la norma diaria de MP10 tanto en el año 2011 como en el año 2012, así como también se cumplió con la norma anual para los periodos 2009-2011 y 2010-2012.

En el Sector Coviefi: Se cumplió la norma diaria de MP10 para los años 2011 y 2012. Así como también, la norma anual de MP10, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012. Con respecto al parámetro SO₂, tanto la norma diaria como la norma anual se cumplió para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, respectivamente. En cuanto al parámetro As, los valores para los años 2011 y 2012 no variaron significativamente con respecto al año 2010.

En el Sector La Negra: Se cumplió la norma diaria de MP10 para los años 2011 y 2012 en las estaciones La Negra y Sur, sin embargo, la estación Inacesa sobrepasa la norma en ambos años. Con respecto a la norma anual de MP10, para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, la estación La Negra presenta valores sobre la norma al igual que la estación Inacesa. La estación Sur, para el periodo 2009-2011 se encontraría en el nivel de latencia y en el periodo 2010-2012 sobrepasó la norma (información referencial, debido a que esta estación no está declarada EMRP). En cuanto a la norma diaria de MP2.5, la estación Inacesa presentó valores sobre la norma para el año 2011 y en latencia para el año 2012 (información referencial, dado que dicha estación no está declarada EMRP para dicho contaminante). Con respecto a la norma diaria y anual de SO₂, las estaciones La Negra e Inacesa cumplen con la norma, excepto la estación Sur, la cual sobrepasa ambas normas y en ambos periodos (información referencial, debido a que la estación Sur no está declarada EMRPG). Con respecto a la norma diaria (horaria) y anual de NO₂, se cumplen en la estación Inacesa para ambos periodos, aunque no está autorizada como EMRPG para este parámetro. La estación Inacesa también cumple la norma de plomo anual para ambos periodos (información referencial, dado que dicha estación no está declarada EMPB). En lo que respecta al As, las estaciones La Negra, Sur e Inacesa, para los años 2011 y 2012, no presentan diferencias significativas con respecto al año 2010. Sin embargo, al comparar los últimos dos años con los años anteriores al 2010, existe notable reducción de la concentración.

En el Sector Ciudad Antofagasta (sector centro de la ciudad de Antofagasta), las estaciones Oncológico, Rendic y Playa Blanca cumplen con la norma diaria de MP10 para los años 2011 y 2012. Con respecto a la norma anual de este parámetro, la estación oncológica y Playa Blanca cumplen con la norma, excepto la estación Rendic el cual presentó valores sobre el nivel de latencia para los periodos 2009-2011 y 2010-2012. En cuanto al plomo, la norma se cumple en ambos periodos y en todas las estaciones.

En consideración a los antecedentes expuestos para la comuna de Antofagasta, se recomienda:

- ***Gestionar la clasificación de la estación Inacesa EMPB, EMRPG (NO₂) y EMRP (MP2.5).***
- ***Implementar el Plan de Gestión de Calidad del Aire del sector la Negra, el cual está siendo elaborado por parte de esta SEREMI.***

- **Mantener la vigilancia del contaminante de MP10 en la estación Rendicada dada la condición de latencia por norma anual.**

Comuna de Taltal

En el sector de Paposo: Las estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, para el año 2011, cumplen con la norma. En el año 2012, la concentración de MP10 se encuentra en el nivel de latencia para la estación Escuela Paposo y bajo la norma para la estación Punto de Máximo Impacto. En cuanto a la norma anual, estas estaciones cumplieron con la norma, sin embargo, en el periodo 2010-2012, la estación Escuela Paposo presentó concentración en el nivel de latencia. En cuanto al NO₂, se cumplió con la norma horaria y norma anual en los periodos 2009-2011 y 2010-2012. En cuanto al ozono, la norma horaria (8 horas) también se cumplió en ambos periodos.

En consideración a los antecedentes expuestos para la comuna de Taltal se recomienda:

- **Gestionar la clasificación de la estación Escuela Paposo EMRP, con el objetivo de verificar el cumplimiento de la norma de MP10.**
- **Verificar la existencia de posibles fuentes locales en la estación Escuela Paposo, dado los valores medidos por dicha estación en el año 2012.**

Comuna de Calama

En la ciudad de Calama, en los años 2011 y 2012, la estación Hospital del Cobre cumple con la norma diaria de MP10, sin embargo, la estación Servicio Médico Legal sobrepasa la norma en ambos años. En cuanto a la norma anual de MP10, en el periodo 2009-2011, la estación Hospital del Cobre presenta un valor en el nivel de latencia, mientras que la estación Servicio Médico Legal sobrepasa la norma. En cuanto a la norma diaria de MP2.5, ambas estaciones cumplen con la norma para el año 2011, sin embargo, para el año 2012, la estación Servicio Médico Legal no cumple con la norma (información referencial, debido a que ambas estaciones no son EMRP para MP2.5). Con respecto a la norma anual de éste parámetro, ambas estaciones cumplen la norma para el periodo 2009-2011, pero para el periodo 2010-2012, sólo la estación Hospital del Cobre cumple con la norma (referencial). Con respecto al parámetro SO₂, las estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal cumplen con la norma diaria y anual. Con respecto a la norma anual de plomo, la estación Escuela D-126 cumple con la norma en los periodos 2009-2011 y 2011-2012. En cuanto al parámetro CO, esta estación también cumple con la norma horaria en ambos periodos. Con respecto al As en MP10, la estación Servicio Médico Legal presentó una tendencia a la disminución con respecto al año 2008.

En la localidad de Chuquicamata: En la estación Auka Huasi en el año 2011 el percentil 98 de MP10 estuvo en el nivel de latencia y el año 2012 sobrepasó la norma. En cuanto a la norma anual, la norma se sobrepasó tanto en el periodo 2009-2011 como en el periodo 2010-2012 (información referencial, debido a que esta estación no es EMRP). Con respecto al parámetro SO₂, se sobrepasó la norma diaria en ambos periodos y para la norma anual se encuentra en situación de latencia (información referencial, debido a que esta estación no es EMRPG). Con respecto al As en MP10, se observó una tendencia a la disminución a partir del año 2006.

En el Sector El Abra: La estación Conchi Viejo cumplió con la norma diaria de MP10 tanto en el año 2011 como en el 2012. La norma anual también se cumplió para los periodos 2009-2011 y 2010-2012.

En el sector Chiu Chiu: Se cumplió la norma diaria para MP10 para los años 2011 y 2012, sin embargo, la norma anual fue sobrepasada para los periodos 2009-2011 y 2010-2012. En cuanto al parámetro MP2.5, la norma diaria y anual se cumplen (información referencial, debida a que esta estación no es EMRP para este parámetro). Con respecto al SO₂, las normas diaria y anual se cumplen. Los valores del As se mantienen con respecto al año 2010.

En consideración a los antecedentes expuestos para la comuna de Calama se recomienda:

- ***Verificar la existencia de posibles fuentes locales en la estación Escuela D-126, dado los valores medidos por dicha estación en los años 2011 y 2012.***
- ***Mantener la vigilancia del contaminantes MP10 en la estación Chiu Chiu y Servicio Médico Legal, en consideración a que está en proceso de revisión la norma de MP10.***
- ***Mantener la vigilancia del contaminantes MP2.5 en la estación Servicio Médico Legal.***
- ***Verificar la existencia de posibles fuentes locales en la estación Servicio Médico Legal, debido a los valores medidos por dicha estación desde el año 2009 a la fecha. Adicionalmente, analizar si existen patrones de concentraciones comunes con otras estaciones de la ciudad de Calama.***
- ***Gestionar la clasificación de la estación EMRP (MP2.5) para las estaciones Hospital El Cobre, Servicio Médico Legal y Chiu Chiu.***

Comuna de María Elena

En la Localidad de María Elena: La norma diaria de MP10 se cumple en las estaciones Hospital, Iglesia y Sur para los años 2011 y 2012, excepto la estación Iglesia en el año 2011, debido a que presenta un percentil 98 en el nivel de latencia. En cuanto a la norma anual, las tres estaciones presentan concentraciones sobre la norma en los periodos 2009-2011. Para el periodo 2010-2012, se presenta la misma situación anterior, exceptuando la estación Hospital, que se encuentra en el nivel de latencia.

En consideración a los antecedentes expuestos para la comuna de María Elena se recomienda, mantener la vigilancia del contaminante MP10, en consideración a que está en proceso de la revisión la norma de MP10.

Comuna de Mejillones

En la ciudad de Mejillones: Se cumplió la norma diaria y anual para todos los parámetros monitoreados en los periodos 2009-2011 y 2010-2012.

Sector localidad de Michilla: Se cumplió la norma diaria de MP10 para los años 2011 y 2012, sin embargo, las concentraciones anuales de este parámetro estuvieron en el nivel de latencia para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 (información referencial, debida a que esta estación no es EMRP para este parámetro).

En consideración a los antecedentes expuestos para la comuna de Mejillones se recomienda:

- **Impulsar el monitoreo permanente de MP2.5 en la ciudad de Mejillones.**
- **Gestionar el diseño óptimo de la red de calidad del aire de la ciudad Mejillones.**
- **Gestionar la clasificación de la estación como EMRP para la estación Michilla y mantener la vigilancia para MP10.**

Comuna de Sierra Gorda

Sector Sierra Gorda: se cumplió la norma diaria para los años 2011 y 2012, sin embargo, las concentraciones diarias estuvieron en el nivel de latencia para el año 2012. Respecto a la norma anual, también se encontraría en latencia para el periodo 2010-2012.

En consideración a los antecedentes expuestos para la comuna de Sierra Gorda se recomienda:

- **Mantener la vigilancia del contaminante de MP10 diario y anual dada la condición de latencia.**
- **Gestionar el diseño óptimo de la red de calidad del aire de la localidad de Sierra Gorda.**

Comuna de Tocopilla

En la ciudad de Tocopilla: La norma anual de MP10 no se cumplió en los periodos 2009-2012 y 2010-2012, aunque en la estación Gobernación, se presenta en el último periodo un valor en el nivel de latencia. La norma diaria y anual de SO₂ si se cumplió en los periodos 2009-2011 y 2010-2012. La norma diaria y anual de NO₂ también se cumplió en ambos periodos. En cuanto a la norma diaria de MP2.5, ésta se cumplió en los años 2011 y 2012, sin embargo, se encuentra en situación de latencia para este último año.

En consideración a los antecedentes expuestos para la comuna de Tocopilla se recomienda, mantener la vigilancia: del contaminante MP10 en consideración a que está en proceso de revisión la norma de MP10 y MP2.5 dada la condición de latencia del año 2012.



ANEXO I

***Ubicación de las zonas saturadas, región de Antofagasta
Zonas Saturadas en la Región de Antofagasta***

Figura N°1. Localización zonas saturadas por MP10, Región de Antofagasta

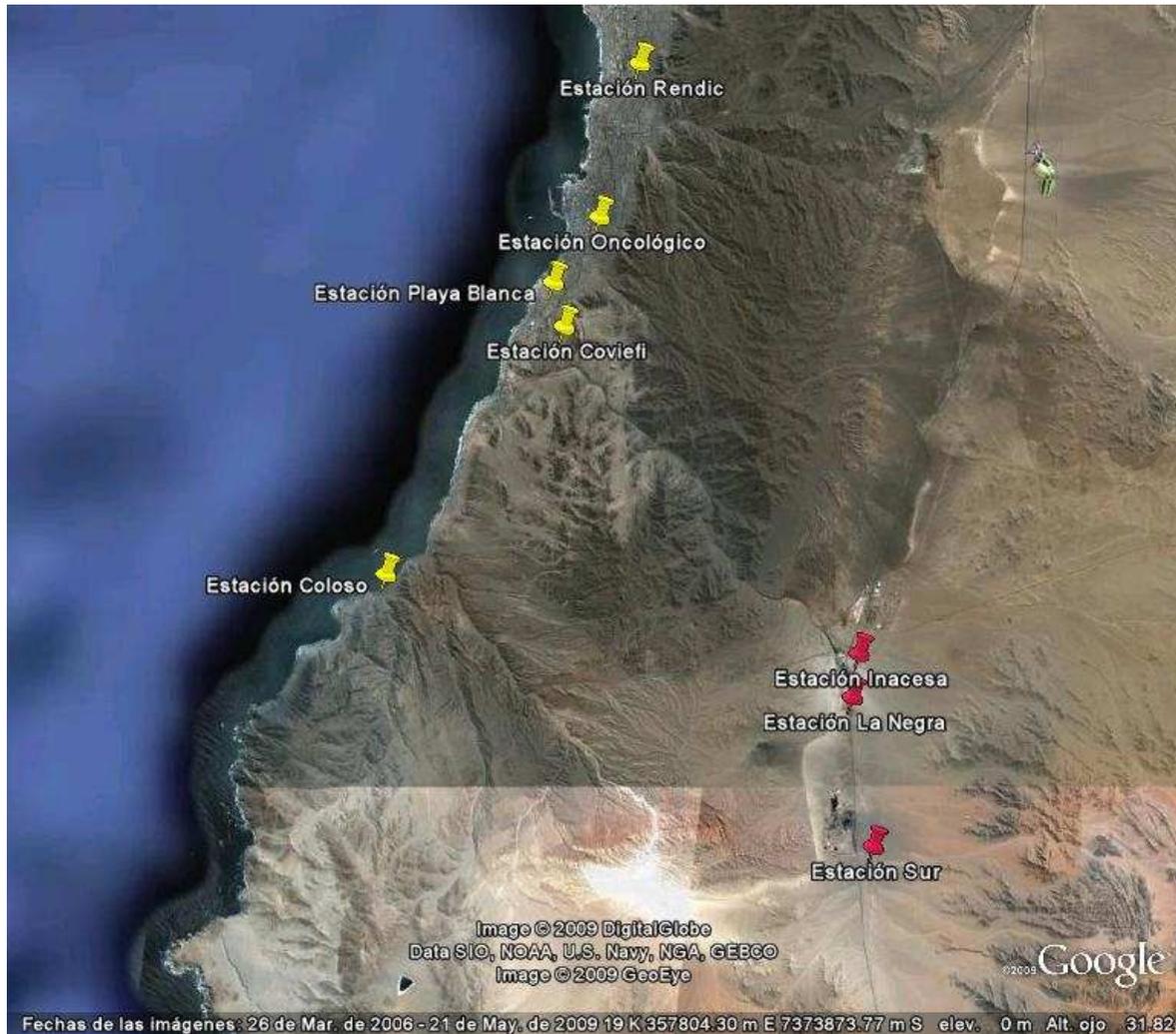




ANEXO II

*Ubicación geográfica de las principales estaciones de monitoreo de calidad del aire de la
Región de Antofagasta*

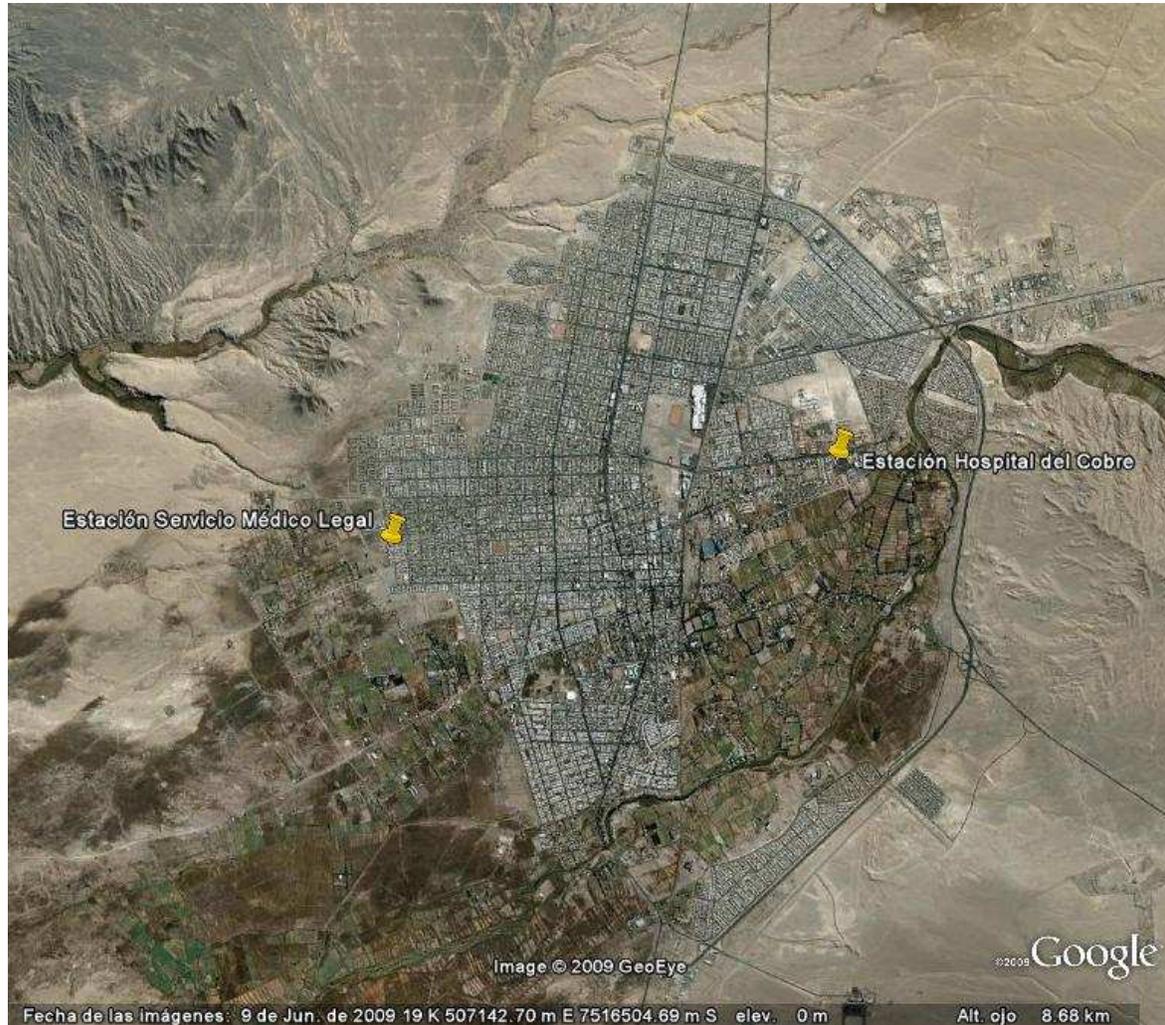
Antofagasta



Taltal



Calama



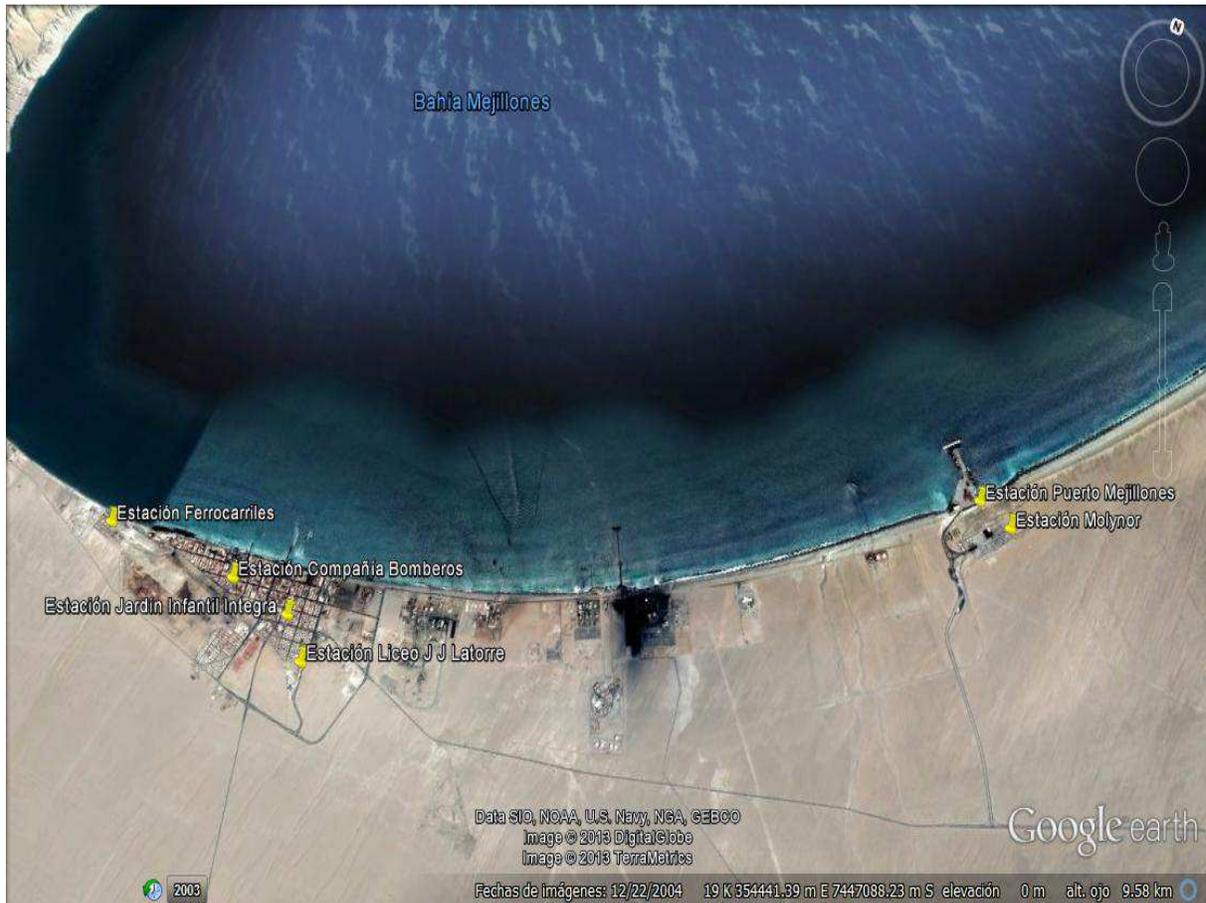
María Elena



Sierra Gorda



Mejillones



Tocopilla

