

cenma
Centro Nacional del Medio Ambiente

**INFORME FINAL
“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE
EN LA REGION DE ANTOFAGASTA”**

(Licitación 618775-2-L114)



**Para Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente
Región de Antofagasta**

Diciembre 2014

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 remitidos en forma voluntaria a esta Secretaría Regional Ministerial.

El análisis y evaluación de la información se realiza para aquellos parámetros que se están monitoreando en la región y que corresponden a MP10, MP2.5, NO₂, SO₂, O₃, Monóxido de Carbono (CO) y Plomo (Pb), teniendo como base la normativa vigente, es decir: Decreto Supremo N°20 del año 2013 del Ministerio del Medio Ambiente, modificado por el Decreto Supremo N°57 del año 2014 del mismo Ministerio; Decreto Supremo N°12 del año 2011 del Ministerio del Medio Ambiente, N°136 del año 2000; N°112 del año 2002, N°113/02, N°114/02 y N°115/02, estos últimos todos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

El presente informe considera la actualización hasta el año 2013, 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 la actualización hasta el año 2013, proviene de las estaciones de calidad del aire instaladas en las comunas de Antofagasta, Taltal, Calama, María Elena, Sierra Gorda, Mejillones 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 recolectada¹ 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.

¹ Dicha información no corresponde a datos oficiales, considerando que la autoridad competente para la verificación del cumplimiento de normas de calidad de aire primarias es la Superintendencia de Medio Ambiente, y es el organismo encargado de verificar si la información de monitoreo entregada por los operadores de las redes es o no correcta, y en el caso de dar su visto bueno a dicha información, ésta pasa a conformar los datos "oficiales". Sólo con esta información oficial es posible proceder al cálculo de cumplimiento de normativa, y por lo tanto la información presentada en este informe es sólo referencial para esta evaluación.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	8
II. OBJETIVOS Y ALCANCES	8
2.1 OBJETIVO GENERAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2.3 ALCANCES	8
III. DEFINICIONES GENERALES.....	9
IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	11
4.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	11
4.2 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	11
4.2.1 <i>Material Particulado Respirable MP10.....</i>	<i>12</i>
4.2.2 <i>Material Particulado Fino MP 2,5</i>	<i>12</i>
4.2.3 <i>Dióxido de Azufre (SO₂).....</i>	<i>13</i>
4.2.4 <i>Dióxido de Nitrógeno (NO₂).....</i>	<i>13</i>
4.2.5 <i>Ozono (O₃).....</i>	<i>14</i>
4.2.6 <i>Monóxido de Carbono (CO)</i>	<i>14</i>
4.2.7 <i>Plomo (Pb).....</i>	<i>15</i>
V. ESTACIONES DE MONITOREO.....	16
VI. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE POR COMUNA 19	
6.1 COMUNA DE ANTOFAGASTA.....	19
6.1.1 <i>Sector Coloso</i>	<i>19</i>
6.1.2 <i>Sector Coviefi.....</i>	<i>20</i>
6.1.3 <i>Sector La Negra.....</i>	<i>26</i>
6.1.4 <i>Sector Centro Ciudad de Antofagasta</i>	<i>38</i>
6.2 COMUNA DE TALTAL	43
6.2.1 <i>Sector Paposo</i>	<i>43</i>
6.3. COMUNA DE CALAMA.....	50
6.3.1 <i>Sector Ciudad de Calama</i>	<i>51</i>
6.3.2 <i>Sector Chuquicamata</i>	<i>62</i>
6.3.3 <i>Sector el Abra</i>	<i>67</i>
6.3.4 <i>Sector ChiuChiu.....</i>	<i>69</i>
6.4 COMUNA DE MARÍA ELENA	77
6.4.1 <i>Sector localidad de María Elena</i>	<i>77</i>
6.5. COMUNA DE SIERRA GORDA	80
6.5.1 <i>Sector Sierra Gorda.....</i>	<i>80</i>
6.6 COMUNA DE MEJILLONES.....	85
6.6.1 <i>Sector Michilla</i>	<i>85</i>
6.6.2 <i>Sector Ciudad de Mejillones.....</i>	<i>87</i>
6.7. COMUNA TOCOPILLA.....	102
6.7.1 <i>Sector Ciudad de Tocopilla</i>	<i>103</i>
VII. ANALISIS ZONAS SATURADA Y/O LATENTE	112
VIII.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
ANEXO I.....	121
<i>Ubicación geográfica de las principales estaciones de monitoreo de calidad del aire de la Región de Antofagasta</i>	<i>121</i>

INDICE DE FIGURAS

Gráfico N° 1: Percentil 98 MP10, Estación Caleta Coloso, Sector Coloso, Antofagasta. ...	19
Gráfico N° 2: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Caleta Coloso, Sector Coloso, Antofagasta.	20
Gráfico N° 3: Percentil 98 MP10, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.	21
Gráfico N° 4: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.	22
Gráfico N° 5: Percentil 98 MP2.5, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.	23
Gráfico N° 6: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.	24
Gráfico N° 7: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.	25
Gráfico N° 8: Concentración Anual As, promedio 1 año, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.	26
Gráfico N° 9: Percentil 98 MP10, Estación La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	28
Gráfico N° 10: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	29
Gráfico N° 11: Percentil 98 MP2.5, Estaciones Inacesa y La Negra, Sector La Negra, Antofagasta.	30
Gráfico N° 12: Concentración anual de MP2.5, promedio de 3 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	31
Gráfico N° 13: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Sur, La Negra e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	32
Gráfico N° 14: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	33
Gráfico N° 15: Percentil 99 NO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	34
Gráfico N° 16: Concentración Anual NO ₂ , promedio 1 año, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	35
Gráfico N° 17: Percentil 99 O ₃ , máx. Diario 8 horas, promedio 3 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Región de Antofagasta.	36
Gráfico N° 18: Concentración Anual Pb, promedio 2 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	37
Gráfico N° 19: Concentración Anual As, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.	38
Gráfico N° 20: Percentil 98 MP10 Estaciones Rendic, Oncológico, Playa Blanca y Liceo Industrial, Antofagasta.	39
Gráfico N° 21: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones Rendic, Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.	40
Gráfico N° 22: Percentil 98 MP2.5, Estación Liceo Industrial, Antofagasta.	41
Gráfico N° 23: Concentración Anual de Plomo, promedio 2 años, Estaciones Rendic y Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.	43
Gráfico N° 24: Percentil 98 MP10, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.	44
Gráfico N° 25: Concentración anual, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Antofagasta.	45
Gráfico N° 26: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Antofagasta.	46
Gráfico N° 27: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Antofagasta.	47
Gráfico N° 28: Percentil 99 NO ₂ , Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.	48
Gráfico N° 29: Concentración Anual NO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.	49
Gráfico N° 30: 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° 31: Percentil 98 MP10 Estaciones: Hospital del Cobre, Servicio Médico Legal, PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro, Calama, Región de Antofagasta.	51

Gráfico N° 32: Concentración Anual MP10, promedio 3 años Estación Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.	53
Gráfico N° 33: Percentil 98 MP2.5, Estaciones Hospital del Cobre, Servicio Médico Legal, PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro, Calama, Región de Antofagasta.....	54
Gráfico N° 34: Promedio trianual de MP2.5, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.	55
Gráfico N° 35: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.	56
Gráfico N° 36: Concentración Anual de SO ₂ , promedio 3 años, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.	57
Gráfico N° 37: Concentración Anual Pb, promedio 2 años, Estación Escuela D-126, Calama, Región de Antofagasta.	58
Gráfico N° 38: Percentil 99, concentración 1 hora, promedio 3 años, Estación Escuela D-126, Calama, Región de Antofagasta.....	59
Gráfico N° 39: Concentración Anual As en MP10, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.	60
Gráfico N° 40: Concentración Anual As en MP2.5, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.	61
Gráfico N° 41: Percentil 98 MP10, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.	63
Gráfico N° 42: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.	64
Gráfico N° 43: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.	65
Gráfico N° 44: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.	66
Gráfico N° 45: Concentración Anual As, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.	67
Gráfico N° 46: Percentil 98 MP10, Estación Conchi Viejo, Sector El Abra, Región de Antofagasta.	68
Gráfico N° 47: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Conchi Viejo, Sector El Abra, Región de Antofagasta.	69
Gráfico N° 48: Percentil 98 MP10, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.	70
Gráfico N° 49: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.	71
Gráfico N° 50: Percentil 98 MP2.5, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.	72
Gráfico N° 51: Concentración anual deMP2.5, promedio 3 años, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.	73
Gráfico N° 52: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.	74
Gráfico N° 53: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.	75
Gráfico N° 54: Tendencia As anual, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.	76
Gráfico N° 55: Concentración anual de As en MP2.5, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.	77
Gráfico N° 56: Percentil 98 MP10, Estación Hospital, Iglesia y Sur, Región de Antofagasta.	79
Gráfico N° 57: Concentración Anual, promedio 3 años, Estaciones Hospital e Iglesia, Región de Antofagasta.	80
Gráfico N° 58: Percentil 98 MP10, Estaciones Sierra Gorda, Poblado Sierra Gorda y Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.	81
Gráfico N° 59: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones Sierra Gorda y Poblado Sierra Gorda, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.	82
Gráfico N° 60: Percentil 98 MP2.5, Estación Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.	83
Gráfico N° 61: Concentración Anual de Plomo, promedio 2 años, Estación Sierra Gorda, Sector Sierra Gorda, Antofagasta.....	84

Gráfico N° 62: Concentración Anual As, Estación Sierra Gorda, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.	85
Gráfico N° 63: Percentil 98 MP10, Estación Michilla, Sector localidad de de Michilla, Mejillones, Región de Antofagasta.....	86
Gráfico N° 64: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Michilla, Sector Localidad Michilla, Mejillones, Región de Antofagasta.	87
Gráfico N° 65: Percentil 98 MP10, Estaciones Ferrocarriles, Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones, Molynor, Liceo JJ Latorre, Sub. Eléctrica, JJ Latorre (Enaex) y Jardín Infantil Integra (Enaex), Mejillones, Región de Antofagasta.	89
Gráfico N° 66: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Est. Ferrocarriles, Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones, Molynor, Liceo JJ Latorre y Sub. Eléctrica, Mejillones, Región de Antofagasta.	92
Gráfico N° 67: Percentil 98 MP2.5, Estación Liceo JJ Latorre (E-CL S.A.), Región de Antofagasta..	95
Gráfico N° 68: Concentración Anual MP2.5, promedio 3 años, Est. Liceo JJ Latorre (E-CL), Región de Antofagasta...	95
Gráfico N° 69: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación Ferrocarriles, Molynor, Liceo JJ Latorre (E-CL) y Sub Eléctrica, Mejillones, Región de Antofagasta....	95
Gráfico N° 70: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación Ferrocarriles, Molynor, Liceo JJ Latorre y Subestación Eléctrica Mejillones, Región de Antofagasta.....	96
Gráfico N° 71: Percentil 99 NO ₂ , máximo diario 1 hora, Estación J. I. Integra, Estación Compañía de Bomberos, Estación Molynor, Estación Juan José Latorre, Estación Subestación Eléctrica y Estación Liceo Juan José Latorre, Mejillones, Región de Antofagasta.	97
Gráfico N° 72: Concentración Anual NO ₂ , promedio 3 años, Estación J. I. Integra, Compañía de Bomberos, Estación Molynor, Estación Juan José Latorre, Estación Subestación Eléctrica y Estación Liceo Juan José Latorre, Mejillones, Región de Antofagasta.	99
Gráfico N° 73: Percentil 99 O ₃ , concentración 8 horas, promedio 3 años, Estación Cía. de Bomberos y Estación Ferrocarril, Mejillones, Región de Antofagasta.	100
Gráfico N° 74: Percentil 99 CO, máximo diario 1 hora, promedio 3 años, Estación Compañía de Bomberos, Mejillones, Región de Antofagasta	101
Gráfico N° 75: Percentil 99 CO, máximo diario 8 horas, promedio 3 años, Estación Compañía de Bomberos, Mejillones, Región de Antofagasta.	102
Gráfico N° 76: Percentil 98 MP10, Estación Gobernación, Estación Escuela E-10, Estación Gendarmería y Estación Lipesed, Tocopilla, Región de Antofagasta.	104
Gráfico N° 77: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Escuela E-10, Gobernación y Gendarmería Tocopilla, Región de Antofagasta.....	105
Gráfico N° 78: Percentil 98 MP2.5, Estación Escuela E-10, Gendarmería, Bomberos y Lipesed, Tocopilla, Región de Antofagasta.....	106
Gráfico N° 79: Concentración anual de MP2.5, promedio 3 años, Estaciones Gendarmería y Bomberos, Tocopilla, Región de Antofagasta.....	107
Gráfico N° 80: Percentil 99 SO ₂ , promedio 3 años, Estación Escuela E-10 y Gobernación, Tocopilla, Región de Antofagasta.	108
Gráfico N° 81: Concentración Anual SO ₂ , promedio 3 años, Estación Escuela E-10 y Gobernación, Tocopilla, Región de Antofagasta.....	109
Gráfico N° 82: Percentil 99 NO ₂ , máximo diario 1 hora, promedio 3 años, Estación Escuela E-10, Tocopilla, Región de Antofagasta.	110
Gráfico N° 83: Concentración Anual NO ₂ , promedio 3 años, Estación Escuela E-10, Tocopilla, Región de Antofagasta.	111

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Valores de Normativa Vigente y Niveles de Latencia.....	15
Tabla N°2: Estaciones de Monitoreo.....	16
Tabla N°3: Concentración Anual MP2.5, Estación Coviefi.....	23
Tabla N°4: Concentración Anual MP2.5, Estación La Negra..	31
Tabla N°5: Concentración Anual MP10, Estación Liceo Industrial.....	40
Tabla N°6: Concentración Anual MP2.5, Estación Liceo Industrial.....	41
Tabla N°7: Concentración Anual Campañas MP10, Estación Escuela D-126.	52
Tabla N°8: Concentración anual MP10, Estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.....	53
Tabla N°9: Concentración anual de MP2.5, Estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.....	55
Tabla N°10: Concentración anual de Pb en MP10, estaciones Hospital del Cobre, Servicio Médico Legal, PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.....	58
Tabla N°11: Concentración anual de Pb en MP2.5, estaciones Hospital del Cobre, Servicio Médico Legal, PVK, 23 de Marzo y Centro.	59
Tabla N°12: Concentración anual de As en MP10, Estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.....	61
Tabla N°13: Concentración anual de As en MP2.5, Estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.....	62
Tabla N°14: Promedio Anual de Material Particulado MP10 Estación Sierra Gorda SCM .	83
Tabla N°15: Promedio Anual de Material Particulado MP2.5 Estación Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda.	84
Tabla N°16: Concentración Anual de Material Particulado MP10 Estación Jardín Infantil Integra.....	90
Tabla N°17: Concentración Anual de Material Particulado MP10, Estación Juan José Latorre.	90
Tabla N°18: Concentración Anual de Material Particulado MP10, Estación Norte Polpaico.	90
Tabla N°19: Concentración Anual de Material Particulado MP10, Estación Sur Polpaico. .	91
Tabla N°20: Percentil 99 NO ₂ , Máx. Diario 1 hora, Estación Ferrocarriles	97
Tabla N°21: Promedio Anual de Material Particulado MP2.5 Estación Escuela E-10, Tocopilla.....	107

LISTA DE ABREVIACIONES

- **MP10** Material Particulado Respirable
- **MP2.5** 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
- **ng/m³N** Nanogramo 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.

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.

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 2013, 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 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 para este informe, las estaciones ubicadas en campamentos mineros.

II. OBJETIVOS Y ALCANCES

2.1 Objetivo General

Realizar una evaluación de la calidad del aire de la Región de Antofagasta, actualizada al año 2013, mediante la recopilación de la información existente, sistematización y posterior análisis de la información.

2.2 Objetivos específicos

- a. Generar información base para la aplicación de futuras políticas ambientales.
- b. Evaluar el cumplimiento de la normativa actual, identificando las posibles zonas saturadas y latentes con relación a las normas primarias de calidad.
- c. Generar información para los procesos de dictación de nuevas normas y revisión de las actuales.

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 2013 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): Para efectos de definir los lugares de emplazamiento de una estación de monitoreo de material particulado respirable MP10 con representatividad poblacional (EMRP), se deberá considerar los siguientes criterios, en el orden de importancia que enseguida se indica:

- a) Cantidad de población expuesta en la zona de estudio.
- b) Valores absolutos de concentraciones de material particulado respirable MP10 medido y tendencias históricas de dichos valores.
- c) Composición química del material particulado respirable MP10 a la que está expuesta la población, en términos de su toxicidad.
- d) Presencia de desarrollos industriales significativos, volumen del parque automotor existente u otras actividades que generen emisiones de este contaminante o sus precursores sobre la zona de estudio.

La Superintendencia del Medio Ambiente, mediante resolución fundada, deberá calificar una estación de monitoreo de material particulado respirable MP10 como EMRP considerando lo establecido en el D.S. N°20/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, modificado por el D.S. N°57/2014 del mismo Ministerio, en el D.S. N°61/2008 del Ministerio de Salud, y a las directrices que para tales efectos imparta.

La Superintendencia del Medio Ambiente podrá revisar la calificación de estaciones que hayan sido calificadas como EMRP con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente norma, a fin de evaluar la pertinencia de mantener dicha calificación.

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 monitora 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 (en el caso de MP10) y "n" corresponde al número de valores efectivamente medidos. El valor "k" se redondeará al número entero más próximo.

Estación de Monitoreo con Representatividad Poblacional Para Gases (EMRPG) (SO_{2r} , NO_{2r} , 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 monitoreos remitidos en forma voluntaria a esta Secretaría Regional Ministerial.

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, MP2.5
- Anhídrido Sulfuroso, SO₂
- Dióxido de Nitrógeno, NO₂
- Ozono, O₃
- Plomo, Pb
- Monóxido de Carbono, CO
- Arsénico, As, en MP10 y MP2.5 (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°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.

- **Decreto Supremo N°20** del año 2013 del Ministerio del Medio Ambiente: Que establece la concentración máxima permitida de MP10 y deroga el Decreto N°59 del año 1998.
- **Decreto Supremo N°57** del año 2014, Ministerio del Medio Ambiente: Que modifica el Decreto N°20 anteriormente señalado.

Adicionalmente, este informe realiza un análisis sobre el nivel de latencia (entre el 80 y 100% del valor de cada norma) de las normativas antes señaladas (**Ver Tabla N°1**).

4.2.1 Material Particulado Respirable MP10

a) Concentración Diaria MP10

El Decreto Supremo N°20/2013 del Ministerio del Medio Ambiente modificado por el Decreto Supremo N°57/2014 del mismo ministerio, establece que la norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, es ciento cincuenta microgramos por metro cúbico normal ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como concentración de 24 horas.

Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para Material Particulado Respirable cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitora calificada como estación de monitoreo de Material Particulado Respirable MP10 con representatividad poblacional, EMRP, sea mayor o igual a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Asimismo se considerará superada la norma, si antes que concluyese el primer período anual de mediciones de las estaciones monitoras de Material Particulado Respirable MP10 calificadas como EMRP, se registrase un número de días con mediciones sobre el valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ mayor que siete (7).

b) Concentración anual MP10

El Decreto Supremo N°20/2013, modificado por el Decreto Supremo N°57/2013, establece que se ha estimado prudente mantener la vigencia de la norma de calidad primaria del aire como concentración anual por un periodo de tres años, cuyo valor corresponde a cincuenta microgramos por metro cúbico normal ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) 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 monitora 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.

4.2.2 Material Particulado Fino MP2.5

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 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 monitora calificada EMRP, sea mayor a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 monitora) de las concentraciones anuales sea mayor a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitora calificada como EMRP.

4.2.3 Dióxido de Azufre (SO_2)

El D.S. N°113/02 del MINSEGPRES, norma Primaria de Calidad del Aire para dióxido de azufre (SO_2), 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 monitora 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 monitora 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 monitora 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 monitora 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 (O₃)

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 µg/m³N) como concentración media aritmética de una hora, no debiendo sobrepasarse este valor más de una vez por año².

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 monitora 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 monitora 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

² 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.

durante un año calendario, en cualquier estación monitora 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.

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
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.)	-	-
MP10 (D.S.20)	-	150	50	-	120	40
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 de las comunas de Antofagasta, Taltal, Calama, María Elena, Sierra Gorda, Mejillones y Tocopilla, exceptuando los campamentos mineros (**Ver tabla N°2**).

Tabla N°2: Estaciones de Monitoreo.

Empresa a cargo	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM	Comuna	Contaminantes Medidos	EMRP	EMRPG	EMPB
					MP10	Gases	Pb
SEREMI del Medio Ambiente	Oncológico	357923 E - 7383182 N	Antofagasta	MP10 y Pb	Si	-	Si
	Rendic	359138 E - 7387995 N	Antofagasta	MP10 y Pb	Si	-	Si
	Playa Blanca ³	356498 E - 7381134 N	Antofagasta	MP10 y Pb	-	-	-
	Liceo Industrial A-16	358869 E - 7387876 N	Antofagasta	MP10 y MP2.5	-	-	-
Complejo Metalúrgico Altonorte	Coviefi	356661 E - 7379377 N	Antofagasta	MP10, MP2.5, SO ₂ , As, Pb, Cu, V, Ni, Ca y NO ₂	Si	Si	-
	Sur	366485 E - 7363253 N	Antofagasta	MP10, SO ₂ y As, Pb, Cu, V, Ni, Ca	-	-	-
	La Negra	365787 E - 7368902 N	Antofagasta	MP10, MP2.5, SO ₂ , As, Pb, Cu, V, Ni, Ca y NO ₂	Si	Si	-
Minera 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, Co, Cr, Cu, Fe, Si, Ni, V, Ca y MP 2,5	Si	Si	-
Codelco Chile, División Chuquicamata ⁴	Auka Huasi	507229 E - 7532289 N	Calama	MP10, SO ₂ , As y Pb	No	No	-
	Hospital del Cobre	509243 E - 7516913 N	Calama	MP10, SO ₂ , As, Pb y MP2.5	Si	Si	-
	Servicio Médico Legal	505383 E - 7516195 N	Calama	MP10, SO ₂ , As, Pb y MP2.5	Si	Si	-
	Chiuchiu	535953 E - 7529230 N	Calama	MP10, SO ₂ , As, Pb y MP2.5	Si	Si	-
	Centro	507371 E - 7516056 N	Calama	MP10, MP2.5, SO ₂ , As, Pb, NO ₂ , CO y O ₃	Si	-	-
	Colegio Pedro Vergara Keller	506895 E - 7518221N	Calama	MP10, MP2.5, As y Pb	Si	-	-
	Club Deportivo 23 de Marzo	506403 E - 7516233 N	Calama	MP10, MP2.5, Pb y As	Si	-	-

³ En estación Playa Blanca el monitoreo de MP10 se efectuó hasta el 31 de diciembre de 2012.

⁴ Las resoluciones de representatividad poblacional para las estaciones: Colegio Pedro Vergara Keller, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro, no especifican claramente si los contaminantes MP2.5 y Pb están incorporados dentro de la representatividad. Adicionalmente, para la estación Centro no se especifica si es EMRPG para los gases que monitorea.

Empresa a cargo	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM	Comuna	Contaminantes Medidos	EMRP	EMRPG	EMPB
					MP10	Gases	Pb
Inppamet Ltda.	Escuela D-126	509273 E - 75118651 N	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	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	-
	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	-
Enaex S.A.	Jardín Infantil Integra	352081 E - 7444452 N	Mejillones	NO ₂ y MP10	-	Si	-
	Juan José Latorre	352388 E - 7444139 N	Mejillones	NO ₂ y MP10	Si	-	-
Puerto Mejillones S.A.	Puerto Mejillones	358075 E - 7447666 N	Mejillones	MP10, Cu, Pb y Zn	-	-	-
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	-	-	-
E-CL S.A.	Ferrocarril	350017 E - 7444552 N	Mejillones	MP10 y SO ₂ (NO ₂ y O ₃ sólo campañas)	Si	Si	-
	Juan José Latorre	352224 E - 7444131 N	Mejillones	MP10, MP2.5, SO ₂ , NO ₂ y Ni	-	-	-
	Subestación Eléctrica	354703 E - 7445227 N	Mejillones	MP10, SO ₂ , NO ₂ y Ni	-	-	-
Minera El Tesoro	Poblado Sierra Gorda	466670 E - 7468150 N	Sierra Gorda	MP10	Si	-	-
Minera Spence	Sierra Gorda	467362 E - 7468637 N	Sierra Gorda	MP10	Si	-	-

Empresa a cargo	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM	Comuna	Contaminantes Medidos	EMRP	EMRPG	EMPB
					MP10	Gases	Pb
Minera Sierra Gorda S.C.M. ⁵	Sierra Gorda (SCM)	467317 E - 7468566 N	Sierra Gorda	MP10 y MP2.5	Si	-	-
Norgener S.A. ⁶	Gobernación	376087 E - 7556373 N	Tocopilla	MP10 y SO ₂	Si	Si	-
	Gendarmería	377622 E - 7559714 N	Tocopilla	MP10, MP2.5, (Ni, V, Hg, NO ₃ y SO ₄ en MP10 y MP2.5)	Si	-	-
	Bomberos	375112 E - 7554371 N	Tocopilla	MP2.5	Si	-	-
E-CL S.A. ⁷	Supersite (Ex Escuela E-10)	377362 E - 7557230 N	Tocopilla	MP10, MP2.5, SO ₂ , NO ₂ , CO, C, O ₃ , (Ni, V y As en MP10; Ni, V, Hg, NO ₃ y SO ₄ en MP2.5)	Si	Si	-

⁵ La resolución de representatividad poblacional para la estación Sierra Gorda (SCM) no especifica claramente si el contaminante MP2.5 está incorporado dentro de la representatividad.

⁶ La resolución de representatividad poblacional para la estación Gendarmería y Bomberos no especifica claramente si el contaminante MP2.5 está incorporado dentro de la representatividad.

⁷ La resolución de representatividad poblacional para la estación Supersite no especifica claramente si el contaminante MP2.5 y gases están incorporados dentro de la representatividad.

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 Caleta Coloso, autorizada EMRP para MP10 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 2013, al igual que los anteriores, no superó la norma y tampoco hubo situación de latencia.

Para los años 2011, 2012 y 2013, los valores del percentil 98 fueron de 118, 59 y 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°1**).

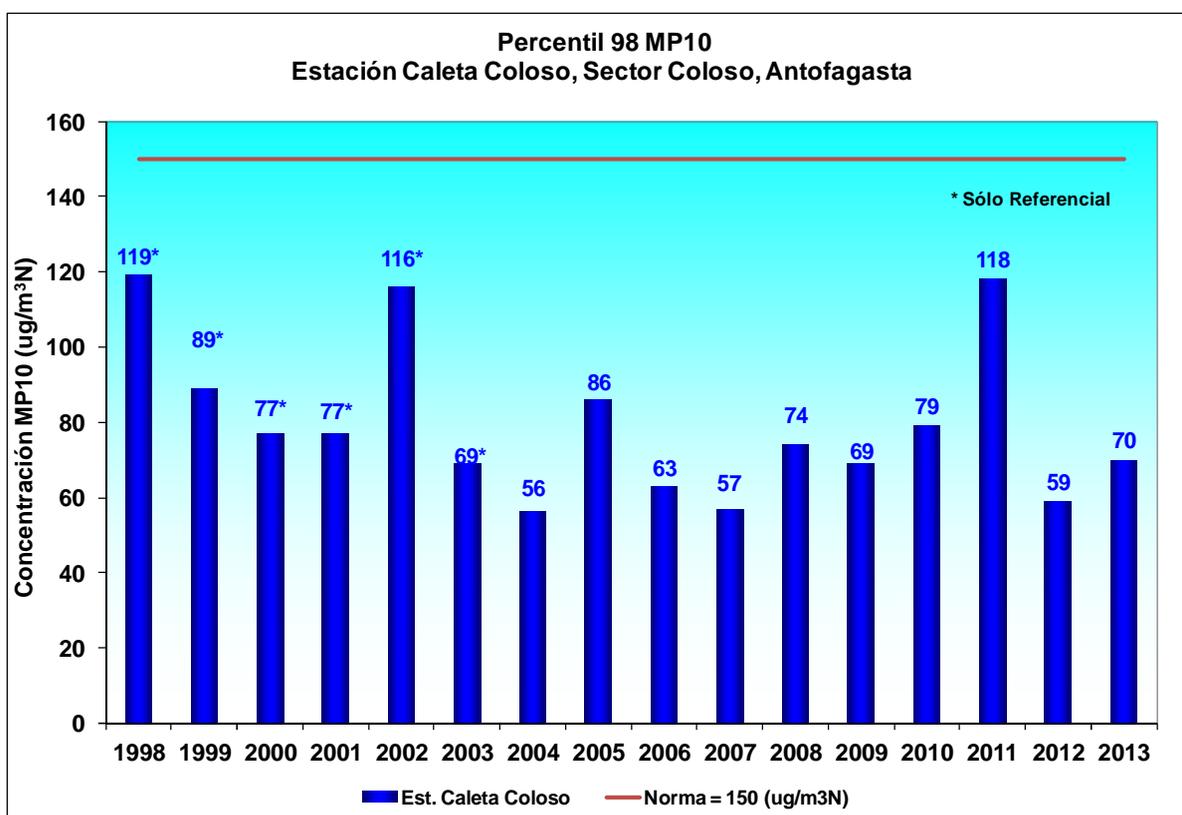


Gráfico N° 1: Percentil 98 MP10, Estación Caleta Coloso, Sector Coloso, Antofagasta.

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 Caleta Coloso, desde el periodo trienal 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 los 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 el valor fue de $39 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el periodo 2011-2013 se observa situación de latencia con $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°2**).

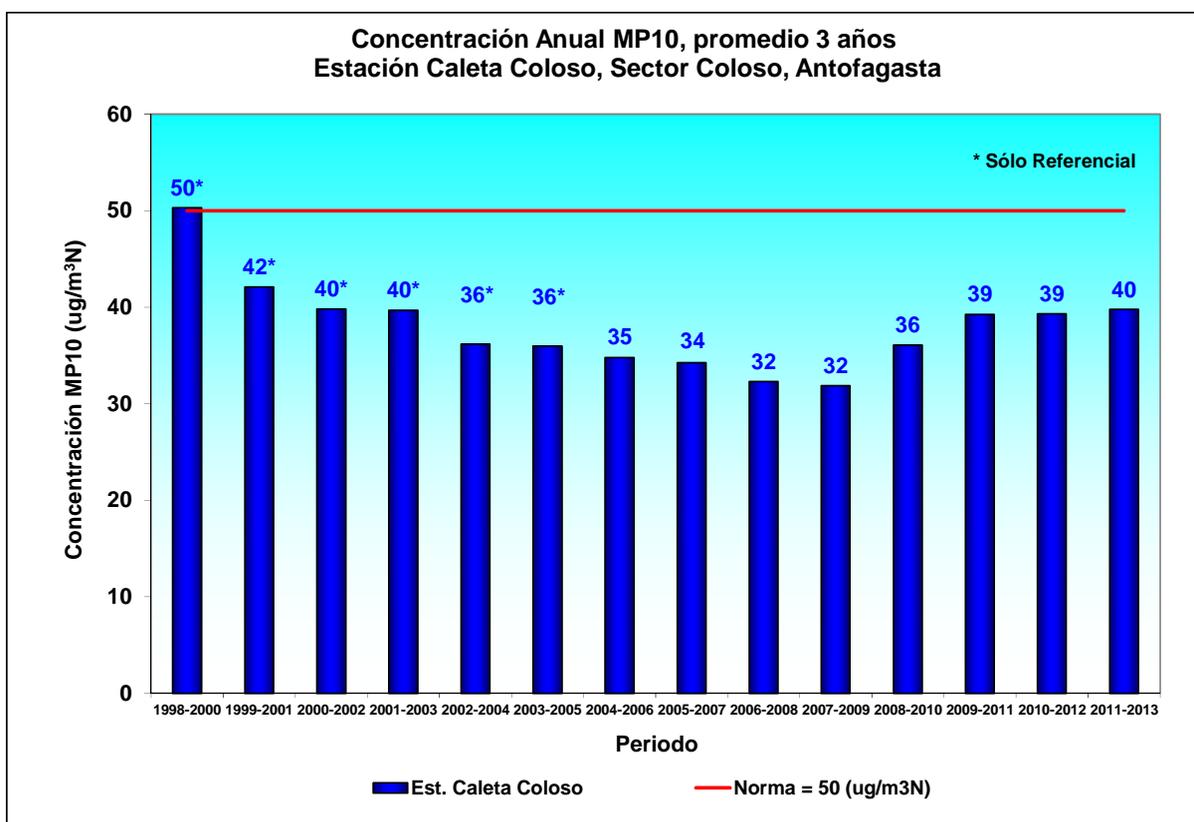


Gráfico N° 2: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Caleta Coloso, Sector Coloso, Antofagasta.

6.1.2 Sector Coviefi

En el Sector Coviefi se encuentra la siguiente estación:

- Estación Coviefi, autorizada EMRP para MP10 a partir del 19 de octubre de 2004. Actualmente monitorea MP2.5, pero no posee representatividad poblacional para dicho contaminante. Está autorizada EMRPG (SO_2), desde 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 2013, tampoco se superó la norma y no hubo situación de latencia.

El percentil 98 para los años 2011, 2012 y 2013 fue de 58, 61 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores bajo la norma (**Ver gráfico N°3**).

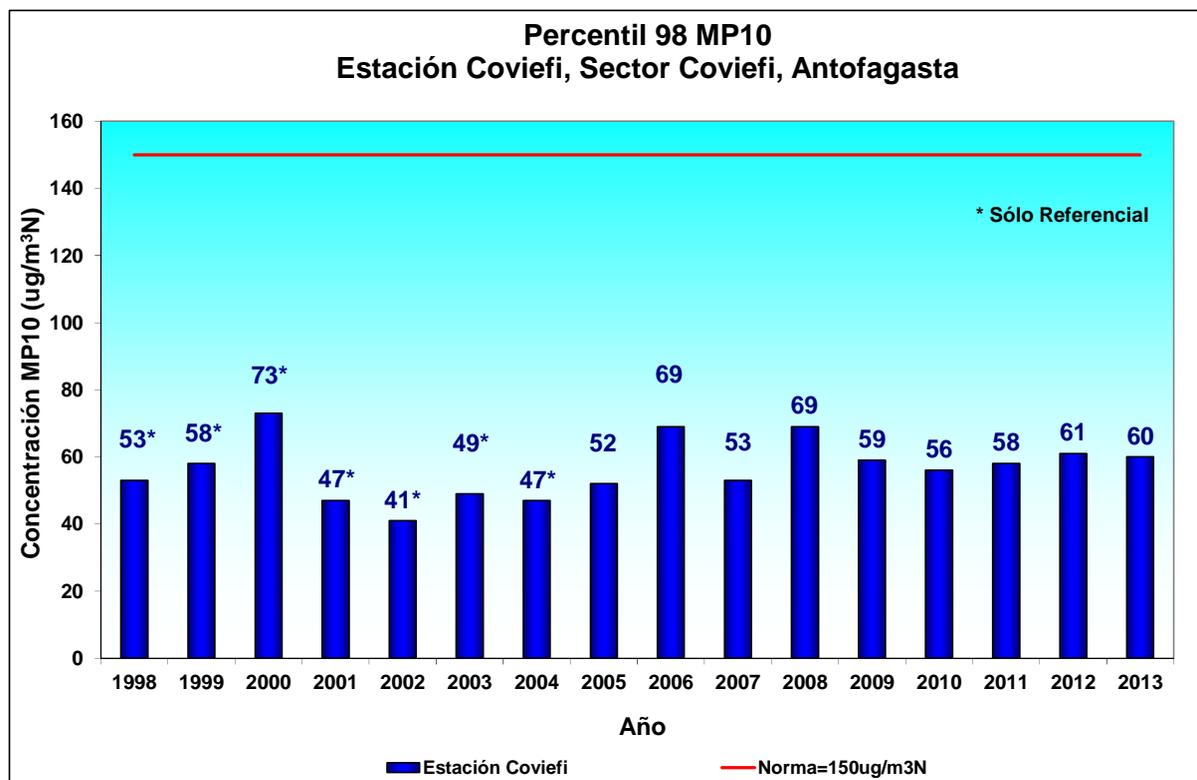


Gráfico N° 3: Percentil 98 MP10, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

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, 2010-2012 y 2011-2013 el valor de concentración de MP10 fue de 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para cada periodo, manteniéndose constante. Todos los valores mencionados estuvieron bajo la norma (**Ver gráfico N°4**).

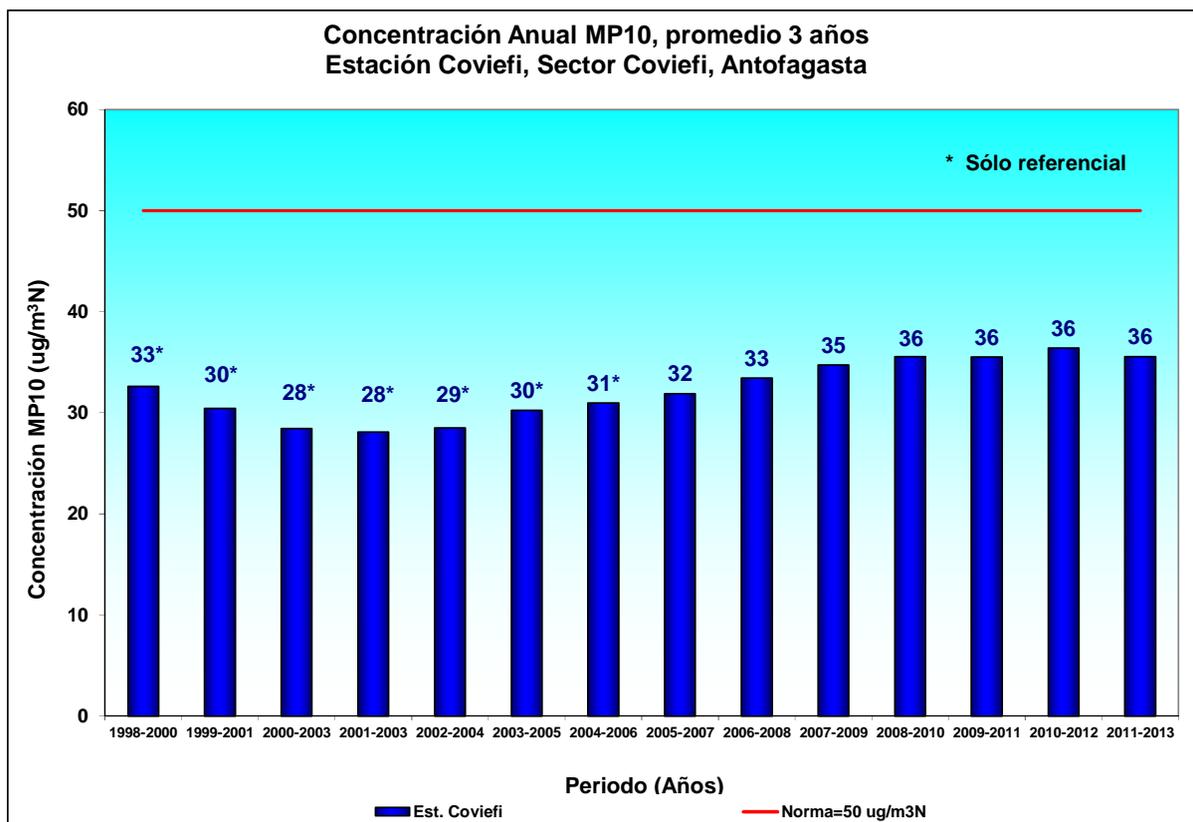


Gráfico N° 4: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

b) Material Particulado Fino MP2.5

La estación Coviefi monitorea este contaminante desde el mes de enero de 2013 y reporta datos de concentración sin normalizar.

b.1. Norma Diaria

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

El percentil 98 para el año 2013 fue de 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El valor se considera referencial ya que esta estación no es EMRP para MP2.5 (**Ver gráfico N°5**).

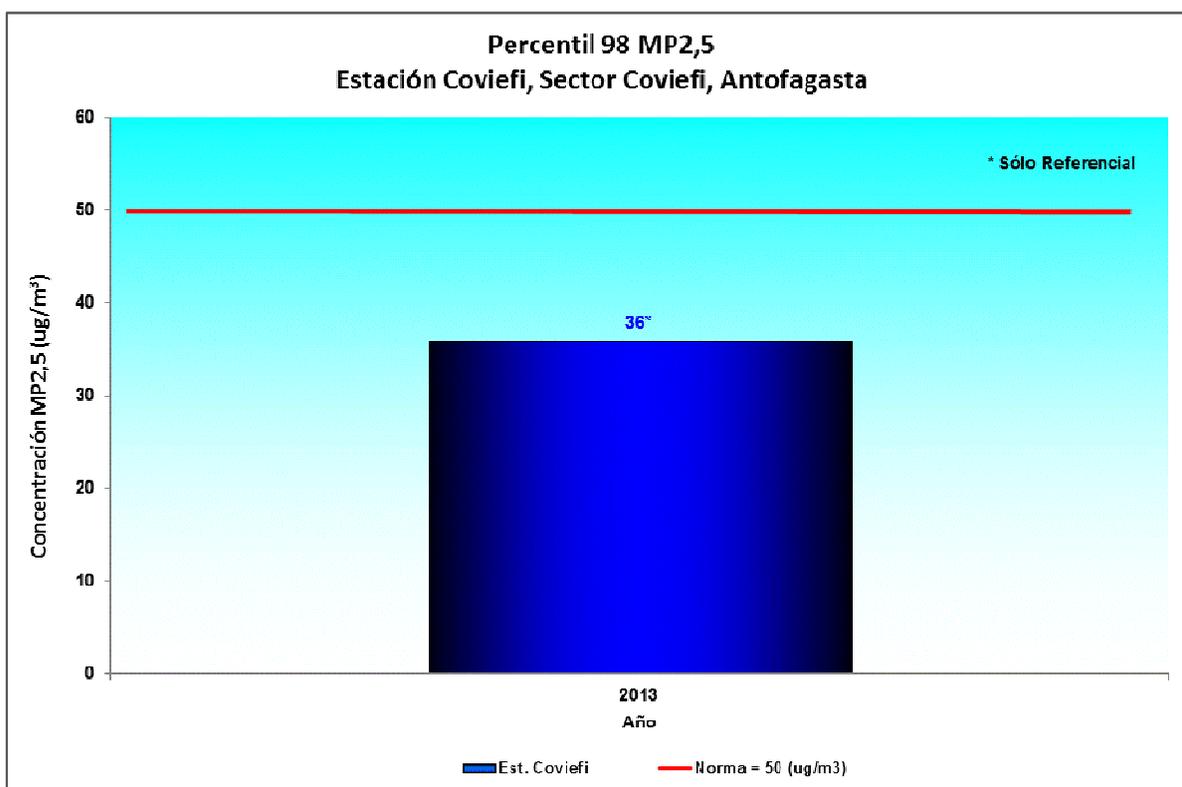


Gráfico N° 5: Percentil 98 MP2.5, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

b.2. Norma Anual

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

La estación Coviefi no cuenta con los tres años consecutivos de medición que exige la norma y no es EMPR para este contaminante. A modo referencial, la concentración de MP2.5 para el año 2013 fue de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, situándose bajo el valor de la norma anual. (Ver tabla N°3).

Tabla N°3: Concentración Anual MP2.5, Estación Coviefi.

Estación Coviefi	2013
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18
Días evaluados	120

c) Dióxido de Azufre (SO₂)

c.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 y para el periodo 2011-2013 el valor fue de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Todos los valores señalados anteriormente estuvieron bajo la norma (Ver gráfico N°6).

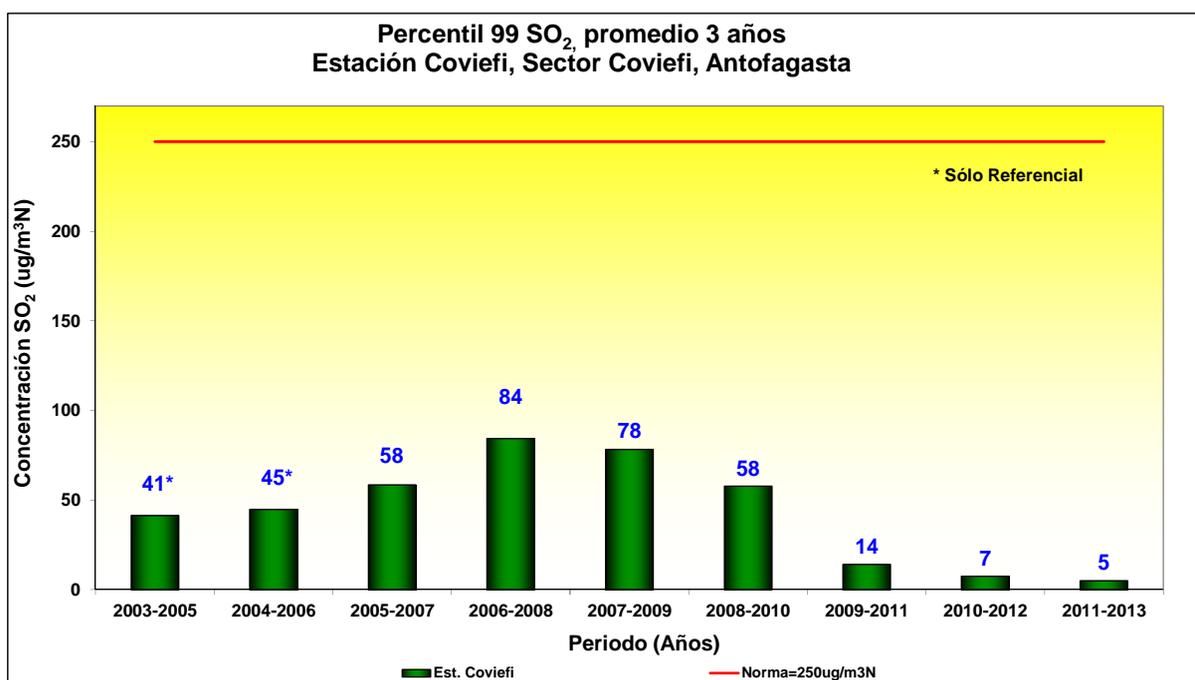


Gráfico N° 6: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

c.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 5 µg/m³N, mientras que para los periodos 2006-2008, 2007-2009 y 2008-2010, fue de 8, 7 y 5 µg/m³N, respectivamente.

Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, los valores de concentración de SO₂ fueron de 1,1 y 0,58 y 0,7 µg/m³N, respectivamente. Todos los valores señalados anteriormente estuvieron bajo la norma y bajo situación de latencia (**Ver gráfico N°7**).

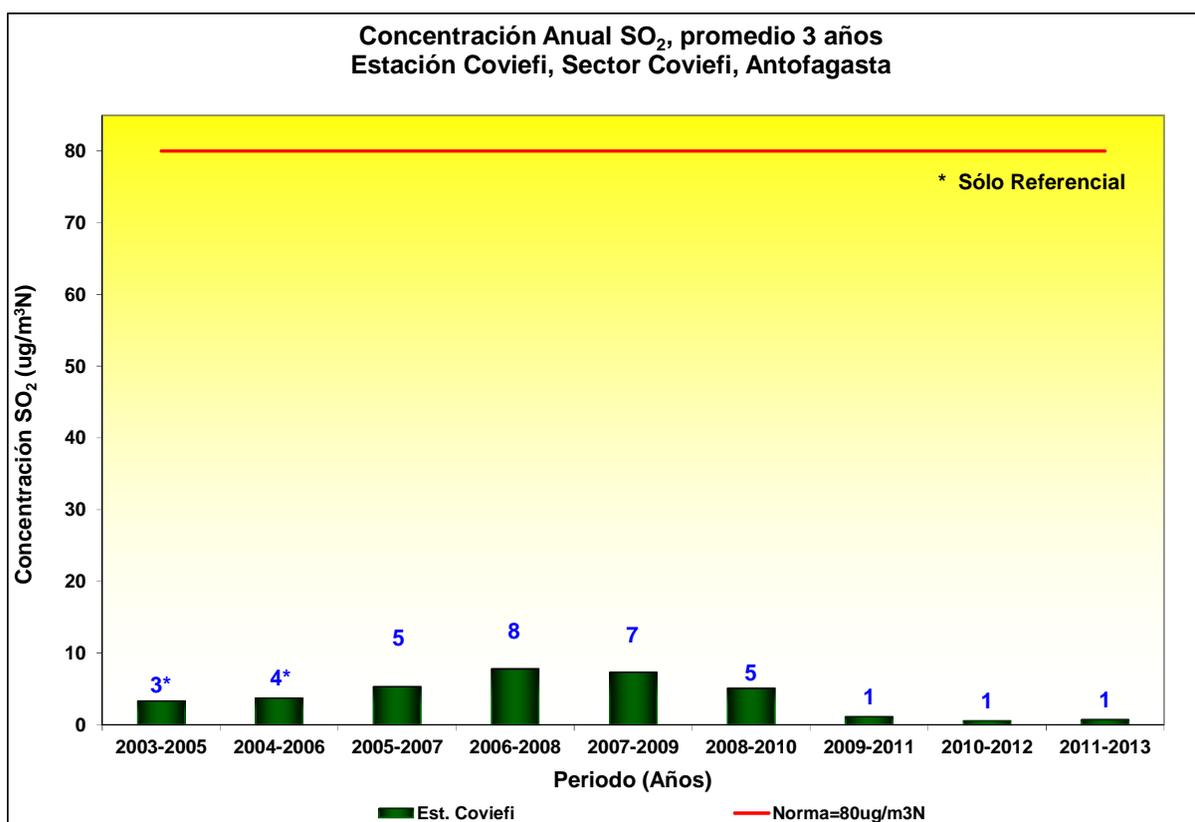


Gráfico N° 7: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

d) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

d.1. Norma Horaria

La estación Coviefi monitorea este contaminante desde el mes de enero de 2013. Para ese año el valor del percentil 99 fue de 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, no obstante este valor es solo referencial dado que corresponde sólo al año 2013.

d.2. Norma Anual

La estación Coviefi monitorea este contaminante desde el mes de enero de 2013. Ese año presentó una concentración de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ de forma referencial, ya que corresponde al valor promedio sólo del año 2013 y no se tienen todos los trimestres válidos requeridos por la norma.

e) 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 8 $\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que los años 2009 y 2010 aumentaron levemente su valor a 12 y 10 $\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente.

Finalmente, en los años 2011, 2012 y 2013 los valores de concentración de arsénico fueron de 9, 9 y 8 $\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°8**).

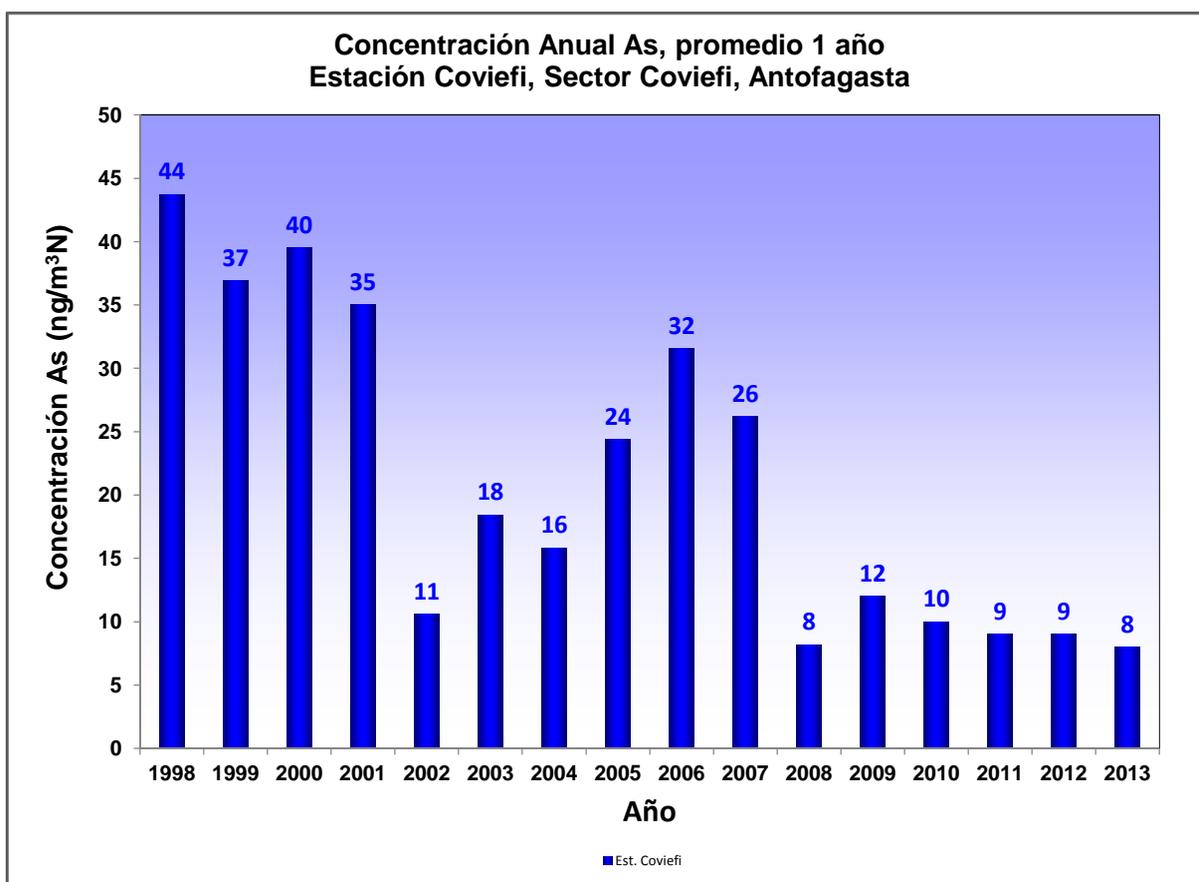


Gráfico N° 8: Concentración Anual As, promedio 1 año, Estación Coviefi, Sector Coviefi, Antofagasta.

6.1.3 Sector La Negra

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

- Estación La Negra, autorizada EMRP para MP10, monitorea MP2.5, pero no tiene representatividad poblacional para dicho contaminante. Autorizada 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 para MP10 y tampoco EMRPG, a cargo de XstrataCopper Chile S.A., Complejo Metalúrgico Altonorte.
- Estación Inacesa, autorizada EMRP para MP0, monitorea MP2.5 pero no tiene representatividad poblacional para dicho contaminante. Autorizada 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 $79 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para el año 2012, la estación La Negra y Sur presentaron valores de 99 y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, receptivamente encontrándose bajo la norma. Para el año 2013 la estación La Negra presenta nuevamente situación de latencia con un valor de $135 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ mientras que la estación Sur presenta un valor de $112 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, dato bajo la norma (**Ver gráfico N°9**).

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°9**).

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 2013, la estación Inacesa presentó nuevamente valores sobre la norma diaria. Para los años 2012 y 2013, el percentil 98 presentó valores de 340 y $235 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores nuevamente sobre la norma diaria (**Ver gráfico N°9**).

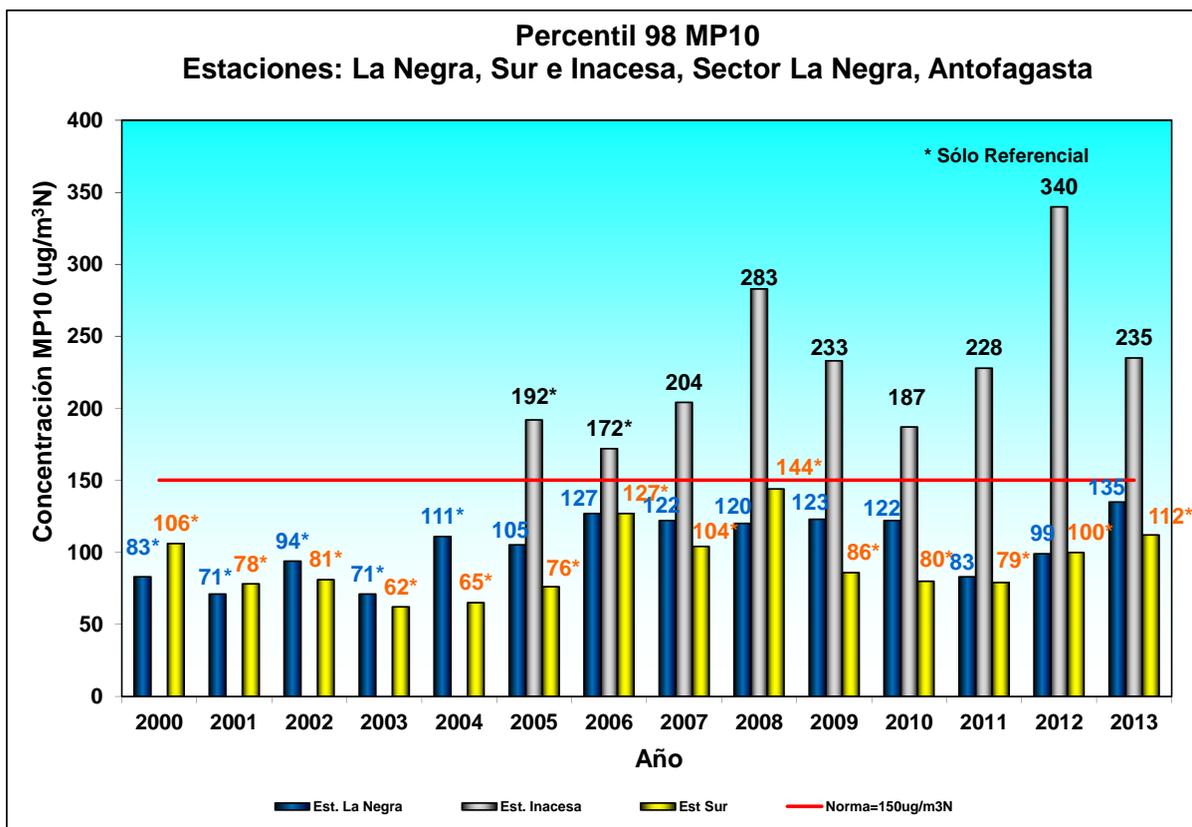


Gráfico N°9: Percentil 98 MP10, Estación La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

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°10**).

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 50, 54, 57, 60 y 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°10**).

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. Para el periodo 2011-2013 muestra un valor de saturación de 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°10**).

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Por último, en el periodo 2011-2013 se observa un valor de saturación de 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, dato sobre la norma (**Ver gráfico N°10**). 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 MP10 fue de 125 y 129 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Finalmente, para el periodo 2011-2013 el valor se observa en 138 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En todos los periodos mencionados anteriormente la norma anual fue superada (**Ver gráfico N°10**).

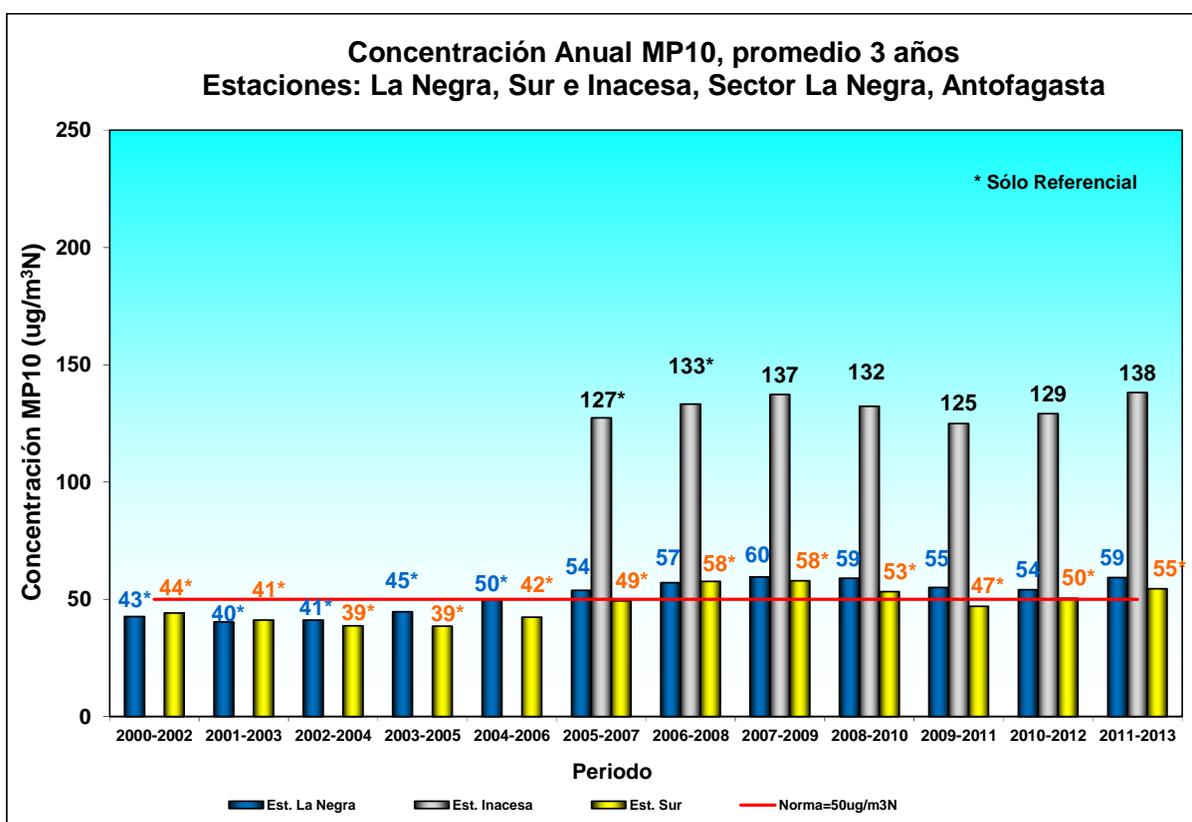


Gráfico N° 10: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

b) Material Particulado Fino MP2.5

La estación Inacesa monitorea este contaminante, de forma referencial sin representatividad poblacional, desde el mes de abril de 2011. Para el 2011 y 2012 las concentraciones se informan normalizadas. Desde el año 2013 las concentraciones se informan sin normalizar. En este informe, la unidad de concentración para el MP2.5 se indicará sin normalizar, ya que así lo establece la norma.

b.1. Norma Diaria

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

El percentil 98 para el año 2011, en la estación Inacesa, fue de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, superando la norma diaria, para el año 2012 el percentil 98 estuvo en situación de latencia con un valor de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que para el año 2013 el valor fue de 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, superando la norma diaria (**Ver gráfico N°11**).

La estación La Negra monitorea este contaminante desde el mes de enero de 2013 y la empresa informa los datos sin normalizar. El percentil 98 para el año 2013 estuvo en situación de latencia con un valor de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Ver gráfico N°11**).

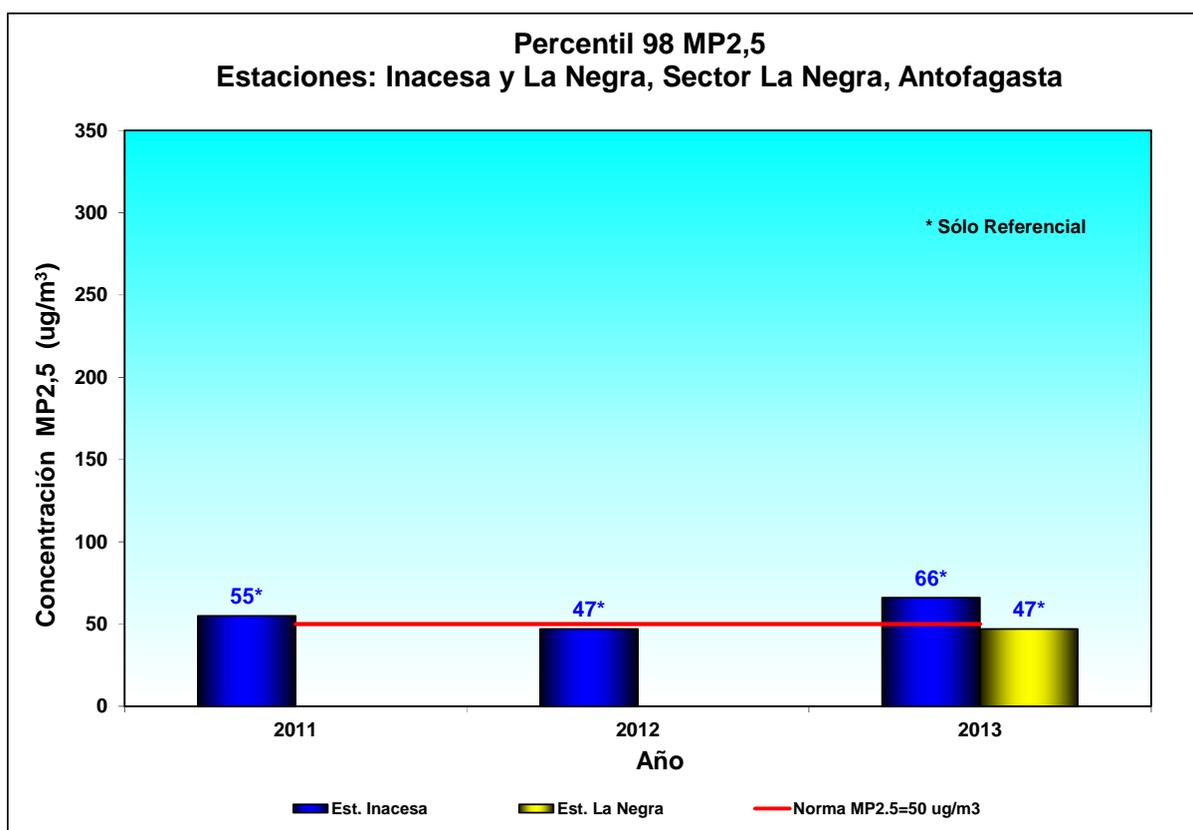


Gráfico N° 11: Percentil 98 MP2.5, Estaciones Inacesa y La Negra, Sector La Negra, Antofagasta.

b.2. Norma Anual

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

En la estación Inacesa, el promedio del periodo 2011-2013 fue de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superando la norma anual (valor referencial, ya que la estación no es EMRP para este contaminante, además no cumple con la cantidad de datos requeridos por la norma y durante el periodo presenta datos normalizados y no normalizados) **(Ver Gráfico N°12)**.

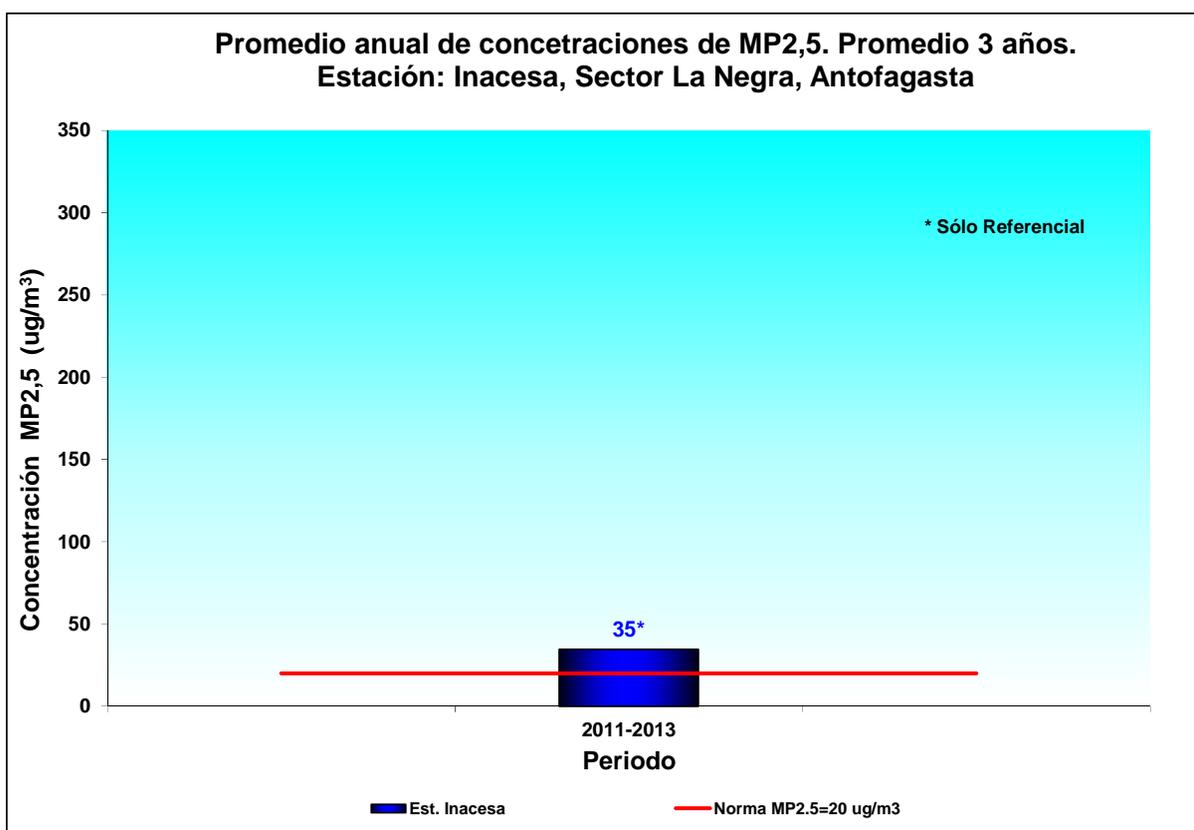


Gráfico N° 12: Concentración anual de MP2.5, promedio de 3 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

La estación La Negra monitorea MP2.5 desde el mes enero de 2013, por lo cual no cuenta con los tres años consecutivos de medición que exige la norma. Sin embargo, a modo referencial, la concentración de MP2.5 para el año 2013 fue de 25 µg/m³, situándose sobre el valor de la norma anual (**Ver tabla N°4**).

Tabla N°4: Concentración Anual MP2.5, Estación La Negra.

Estación La Negra	2013
Promedio anual de concentración MP2.5 (µg/m ³)	25
Días evaluados	122

c) Dióxido de Azufre (SO₂)

c.1. Norma Diaria

La estación Sur estuvo en situación de saturación hasta el periodo 2010-2012. Para el periodo 2011-2013, se mantiene esta condición, sin embargo se observa una importante disminución en comparación a la data histórica (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 µg/m³N, respectivamente. Para los periodos 2003-2005 y 2004-2006, se cumplió con la norma, con un valor de percentil 99 de 191 y 175 µg/m³N, 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 µg/m³N, 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 µg/m³N, 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 µg/m³N, respectivamente. El periodo 2011-2013 muestra un aumento respecto del periodo anterior con un valor de 66 µg/m³N (**Ver gráfico N°13**).

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 µg/m³N, 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 µg/m³N. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, el percentil 99 disminuyó presentando valores de 64 y 61 µg/m³N, respectivamente. Para el último periodo que comprende 2011-2013 se observa un descenso respecto de los años anteriores con un valor de 30 µg/m³N (**Ver gráfico N°13**).

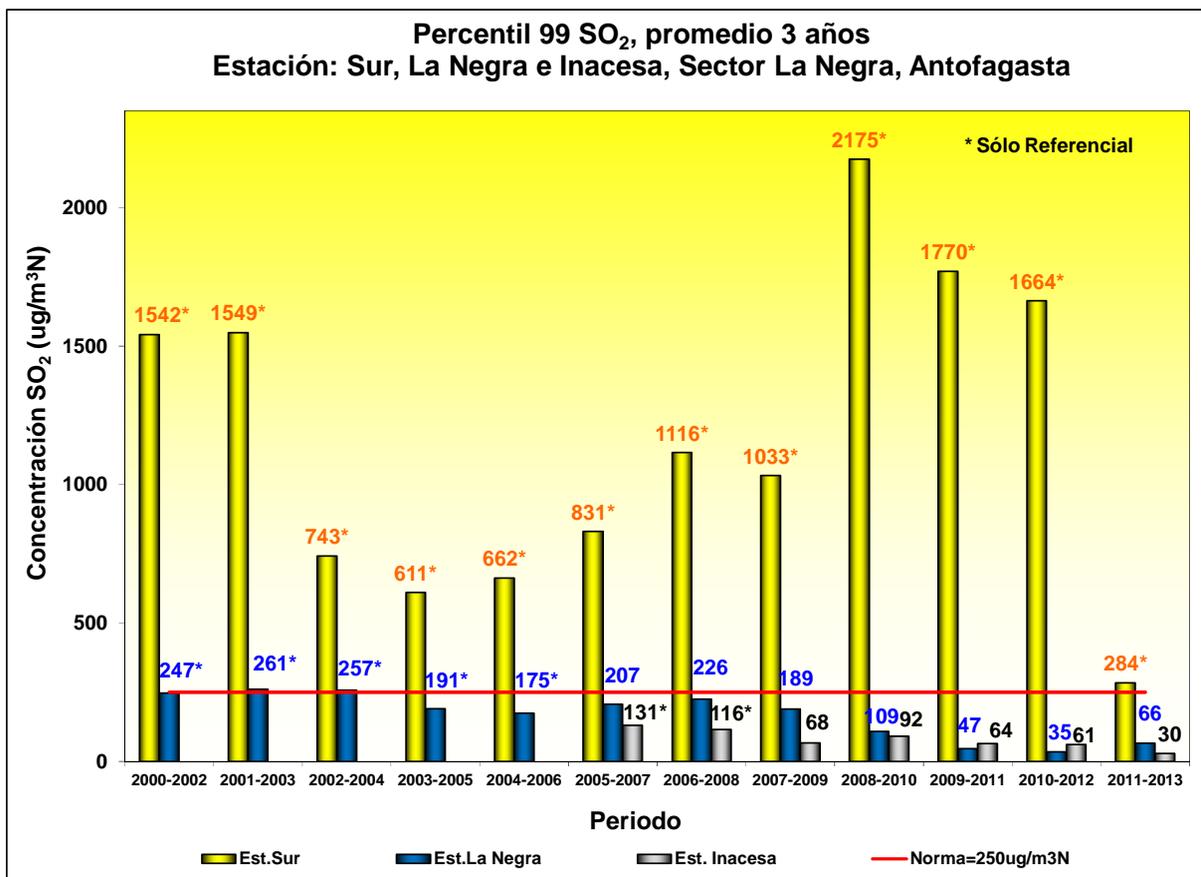


Gráfico N° 13: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estaciones Sur, La Negra e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

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, excepto para el periodo 2011-2013 donde los niveles bajan significativamente hasta en valor de latencia de 77 µg/m³N (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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Finalmente, en los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 la concentración de SO_2 se mantuvo bajo la norma con valores de 3, 2 y 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°14**).

Para la estación Inacesa, el valor de concentración de SO_2 , 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial para los cuatro periodos, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO_2) 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, 2010-2012 y 2011-2013 se presentaron concentraciones de SO_2 de 8, 7 y 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valores nuevamente bajo la norma (**Ver gráfico N°14**).

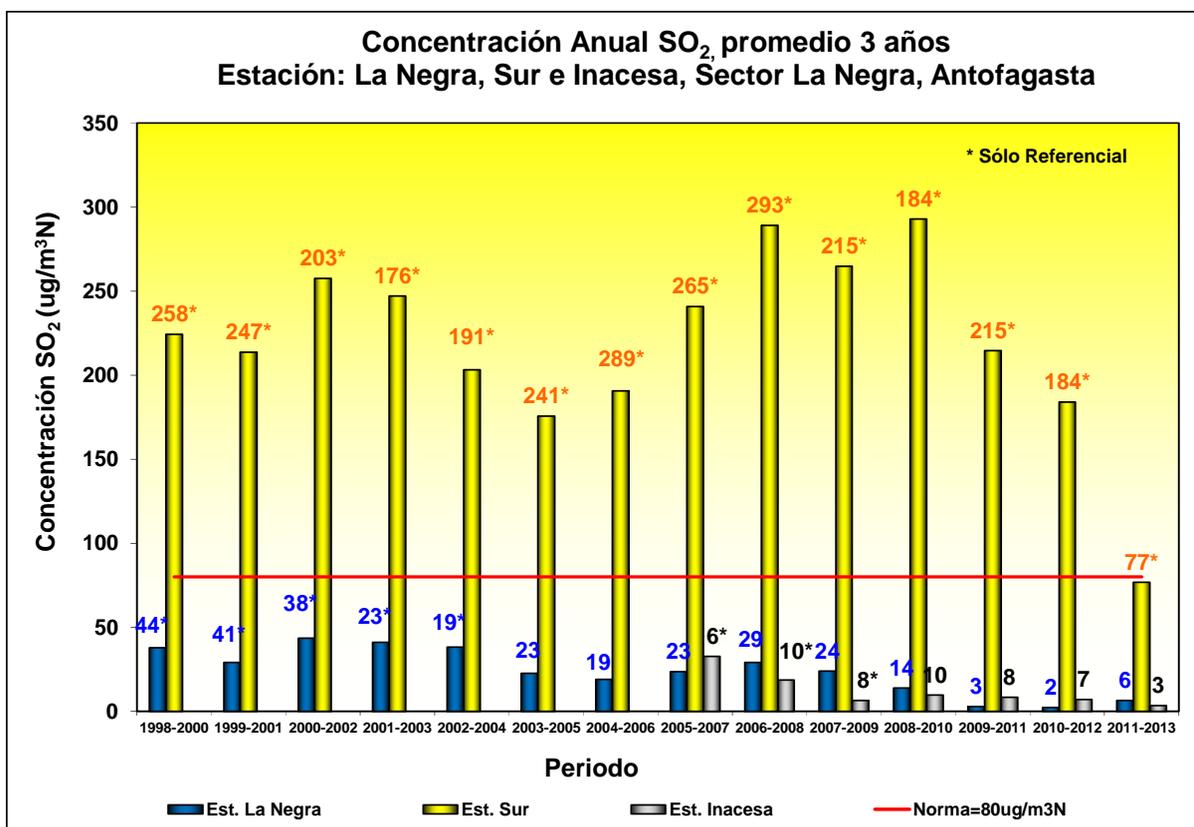


Gráfico N° 14: Concentración Anual SO_2 , promedio 3 años, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

d) Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

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 NO_2 . Para el periodo 2009-2011 el valor del percentil 99 fue de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (el año 2009 no tuvo la cantidad de datos requeridos por la norma), para el periodo 2010-2012 fue de 101 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y para el periodo 2011-2013 fue de 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Todos los valores del percentil 99 para cada periodo indicado no superó el valor de la norma horaria (**Ver Gráfico N° 15**). La estación La Negra sólo presenta información referencial, dado que dispone sólo de datos para el año 2013, cuyo valor de concentraciones es de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (no incluido en el gráfico).

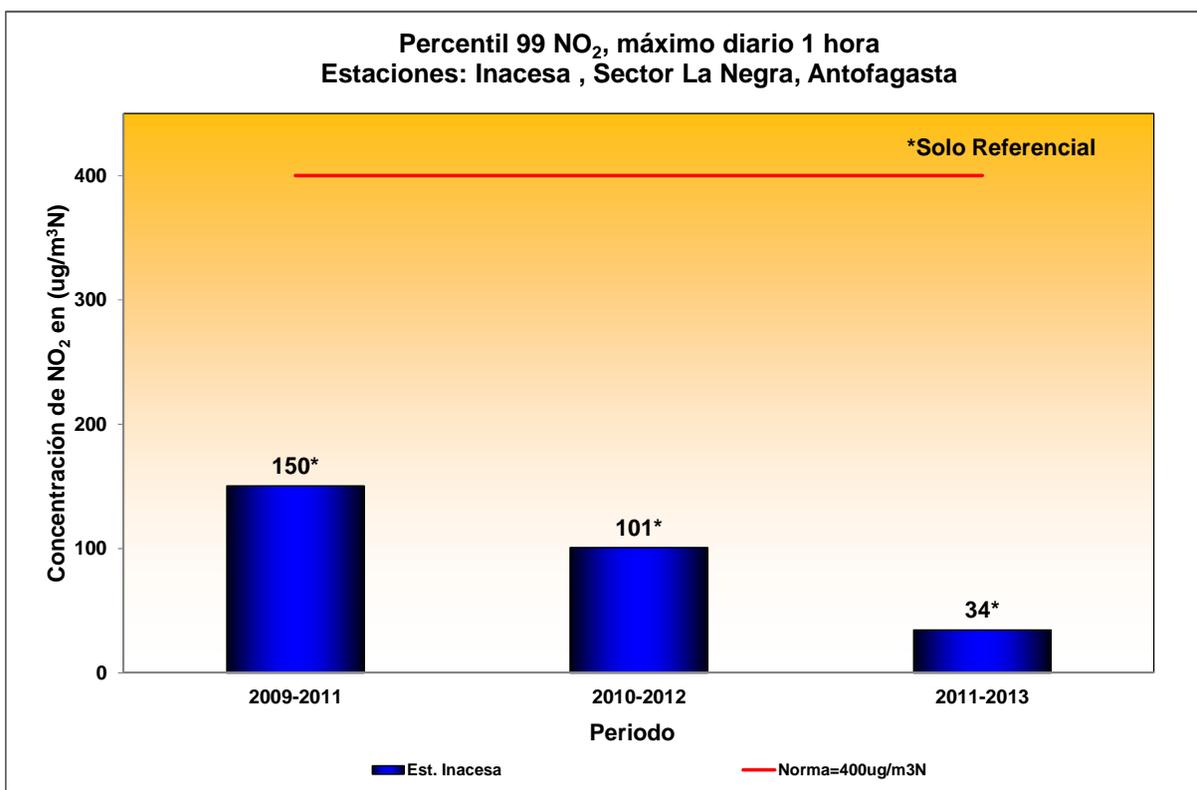


Gráfico N° 15: Percentil 99 NO₂, promedio 3 años, Estaciones Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

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 µg/m³N (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 µg/m³N. Para el periodo 2011-2013 el valor fue de 6 µg/m³N. Todos los periodos estuvieron bajo la norma (**Ver Gráfico N°16**).

La estación La Negra presenta un valor promedio para este contaminante de 6 µg/m³N en el año 2013. Dicho valor es sólo referencial, dado que no dispone de la cantidad de datos requeridos por la norma.

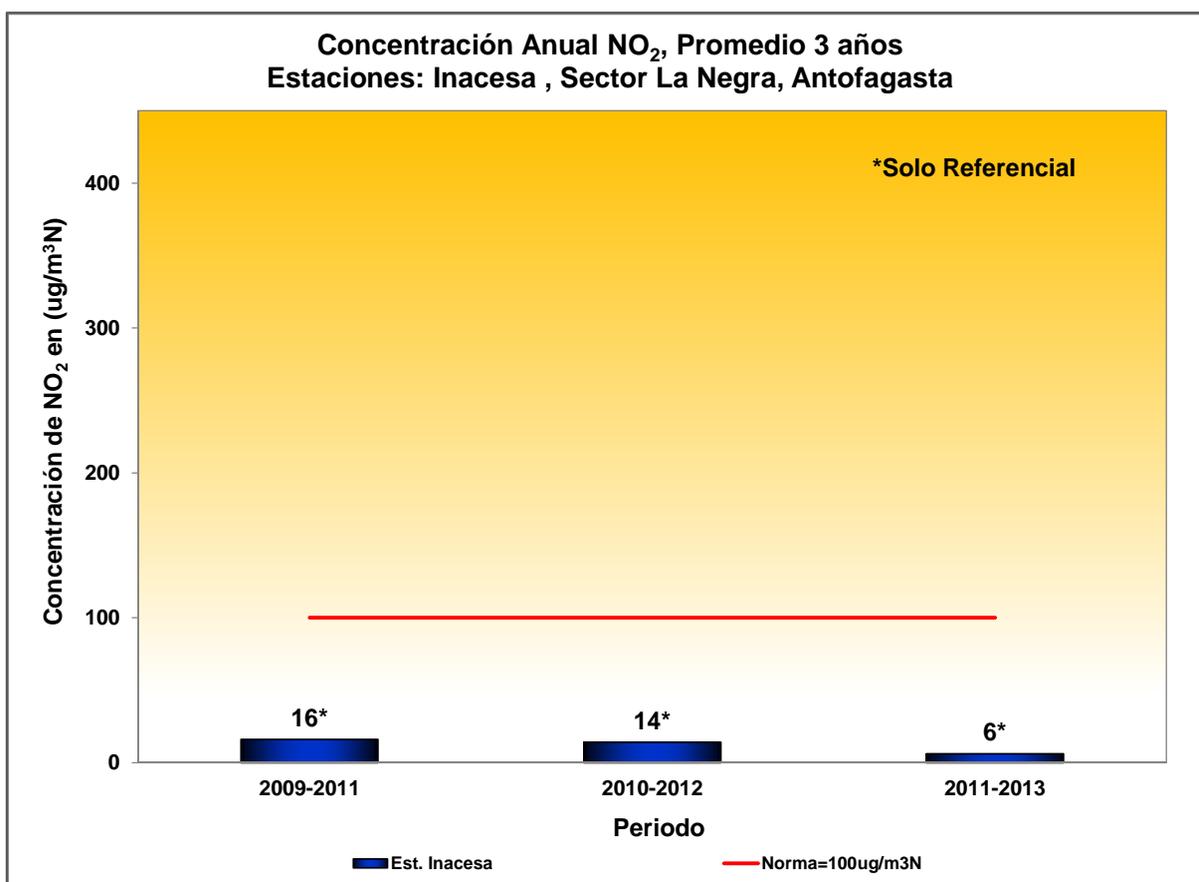


Gráfico N° 16: Concentración Anual NO₂, promedio 1 año, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

e) Ozono (O₃)

e.1. Norma horaria como concentración 8 horas

El valor percentil 99 para el periodo 2011-2012 estuvo bajo la norma en la estación Inacesa, con un valor de 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor referencial, dado que no tiene representatividad para dicho contaminante (**Ver gráfico N° 17**).

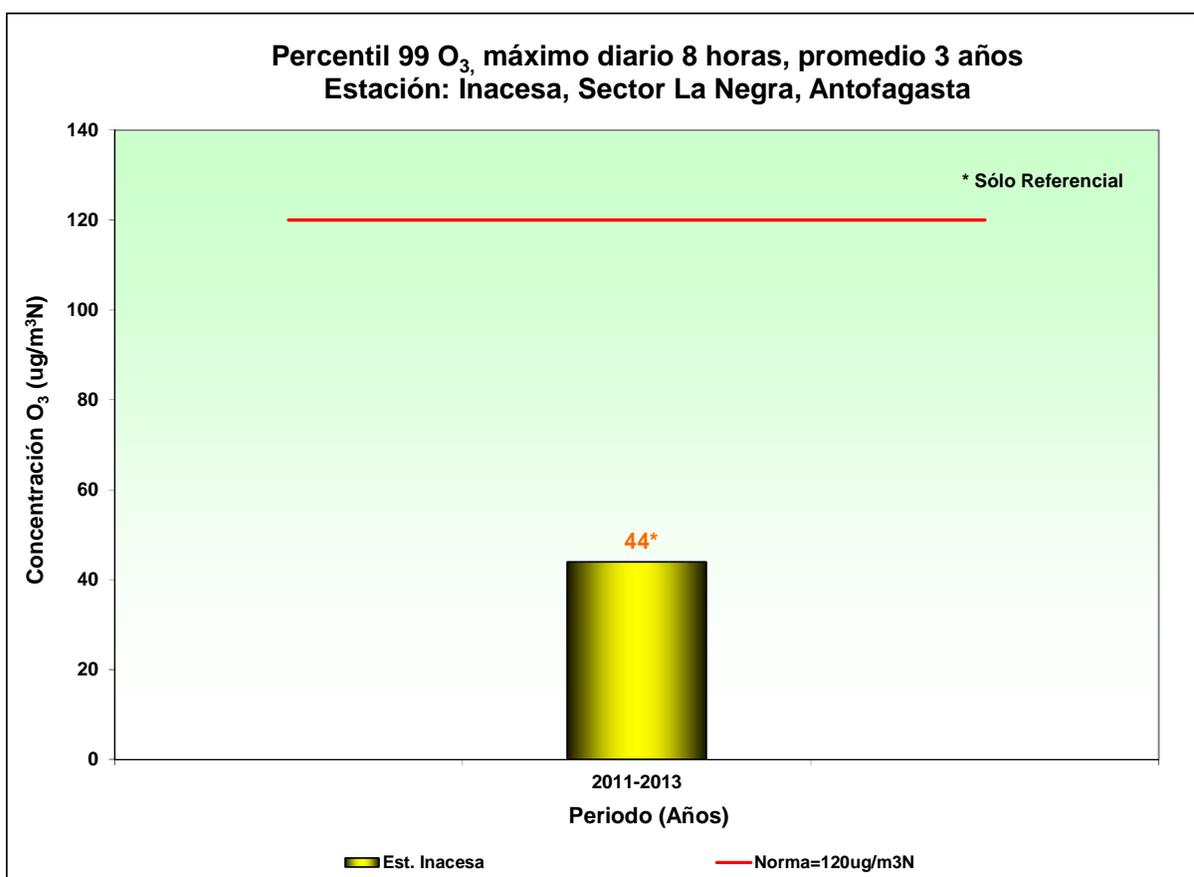


Gráfico N° 17: Percentil 99 O₃, máx. Diario 8 horas, promedio 3 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Región de Antofagasta.

f) 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, 2011-2012 y 2012-2013 estuvieron bajo la norma anual de Pb (en este informe se rectifican los valores del periodo 2010-2011 y 2011-2012), con un valor de concentración de 0,06; 0,07; 0,08; 0,08 y 0,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. **(Ver gráfico N°18).**

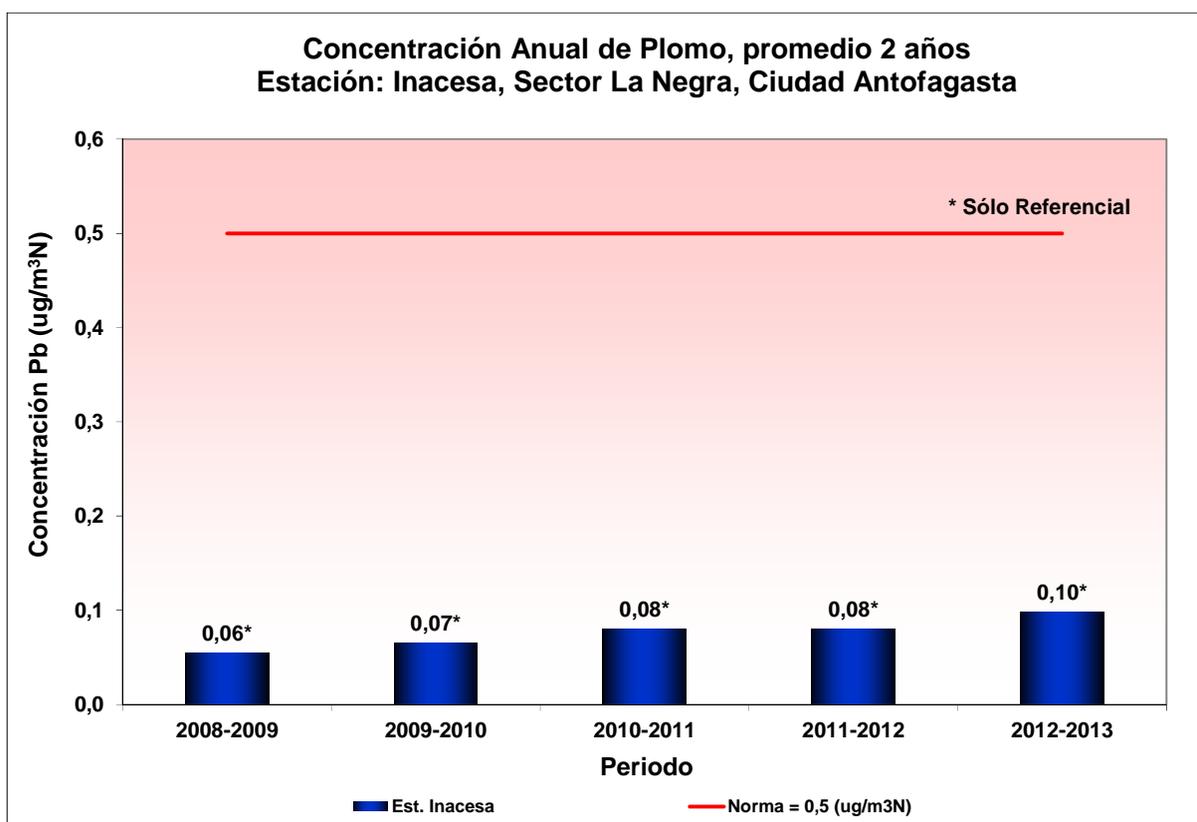


Gráfico N° 18: Concentración Anual Pb, promedio 2 años, Estación Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

g) 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 98 ng/m³N, observándose una leve disminución de la concentración con respecto al año anterior. El año 2008 la concentración de As fue de 15 ng/m³N, mientras que el año 2009 tuvo un valor de 35 ng/m³N. En los años 2010, 2011, 2012 y 2013 la estación La Negra presentó valores de 17, 18, 15 y 24 ng/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°19**).

En cuanto a la estación Sur, en el año 2007 la concentración de As alcanzó un valor de 247 ng/m³N, mientras que el año 2008 tuvo un valor de concentración de 33 ng/m³N. Para el año 2009 tuvo un valor de 67 ng/m³N. Para los años 2010, 2011, 2012 y 2013, la estación Sur presentó valores de concentración de 36, 44, 34 y 62 ng/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°19**).

La estación Inacesa tuvo la mayor concentración de As el año 2006, con un valor de 154 ng/m³N. El año 2007 la concentración de As disminuyó a 91 ng/m³N, mientras que el año 2008 fue de 49 ng/m³N. El año 2009 aumentó a 98 ng/m³N y el año 2010 disminuyó nuevamente a 45 ng/m³N. Finalmente, el año 2011 tuvo una concentración de As de 47 ng/m³N, el año 2012 tuvo un valor de 40 ng/m³N y el 2013 un valor de 74 ng/m³N (**Ver gráfico N°19**).

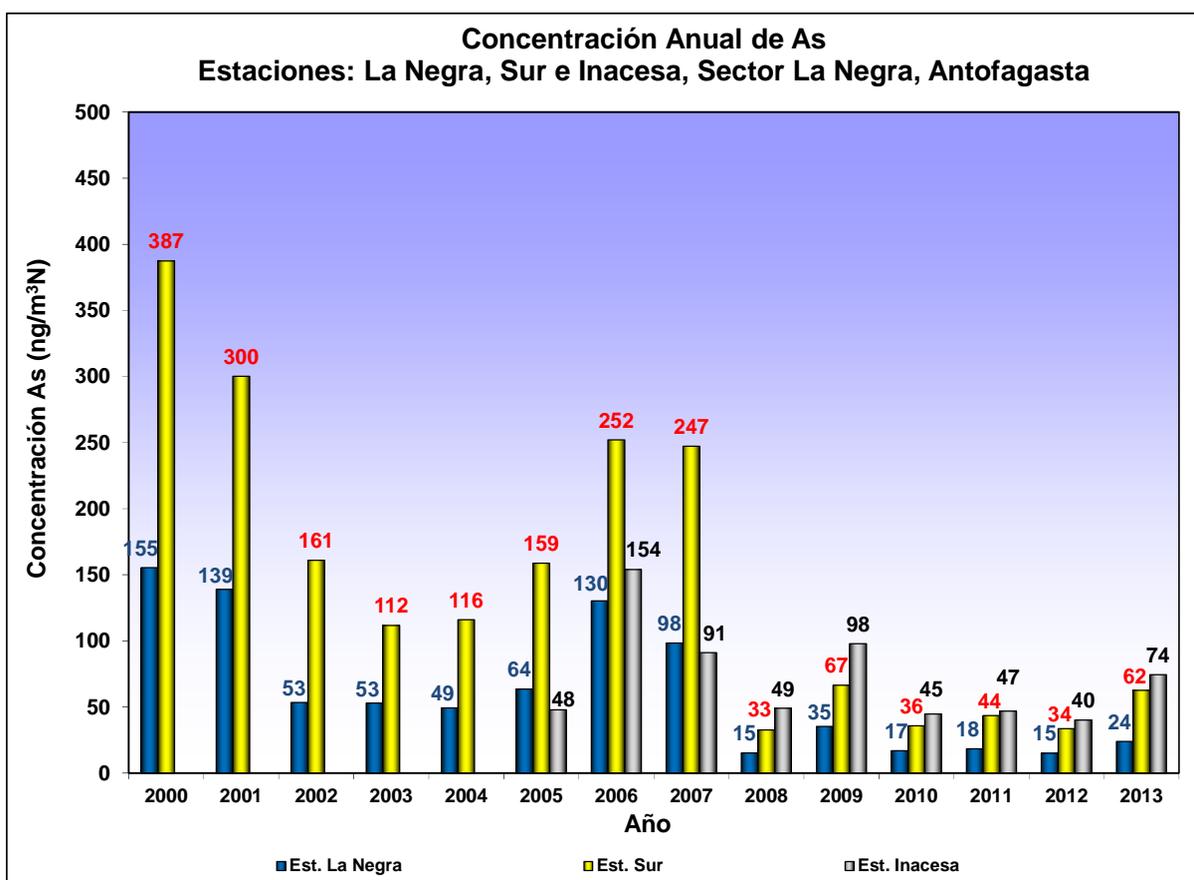


Gráfico N° 19: Concentración Anual As, Estaciones La Negra, Sur e Inacesa, Sector La Negra, Antofagasta.

6.1.4 Sector Centro Ciudad de Antofagasta

En la actualidad, este 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. Estación se mantuvo en funcionamiento hasta el 31 de diciembre de 2012.
- Estación Liceo Industrial, ubicada en el Liceo Industrial A-16 Eulogio Gordo Moneo, inició su funcionamiento a partir del 1 de junio de 2013, monitorea MP10 y MP2.5, ambos contaminantes sin representatividad poblacional, a cargo del Ministerio del Medio Ambiente.

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 fue declarada EMRP. El monitoreo de MP10 en esta estación se realizó hasta el 31 de diciembre de 2012.

En el año 2010 la estación Oncológico presentó el valor más alto de percentil 98 con un valor de 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma diaria. Para los años 2011, 2012 y 2013, presentó un valor de percentil 64, 64, y 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°20**).

En la estación Rendic, para los años 2010, 2011, 2012 y 2013, se presentó un valor de percentil 98 de 70, 69, 73 y 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°20**).

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 2008 y 2009, el percentil 98 presentó valores de 66 y 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos valores bajo la norma diaria. Para los años 2010, 2011 y 2012, la estación Playa Blanca presentó valores de 55, 64 y 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°20**). Esta estación monitoreó hasta diciembre de 2012.

Para la estación Liceo Industrial, el valor del percentil 98 en el año 2013 fue de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, solo referencial debido a que no es EMRP (**Ver gráfico N°20**).

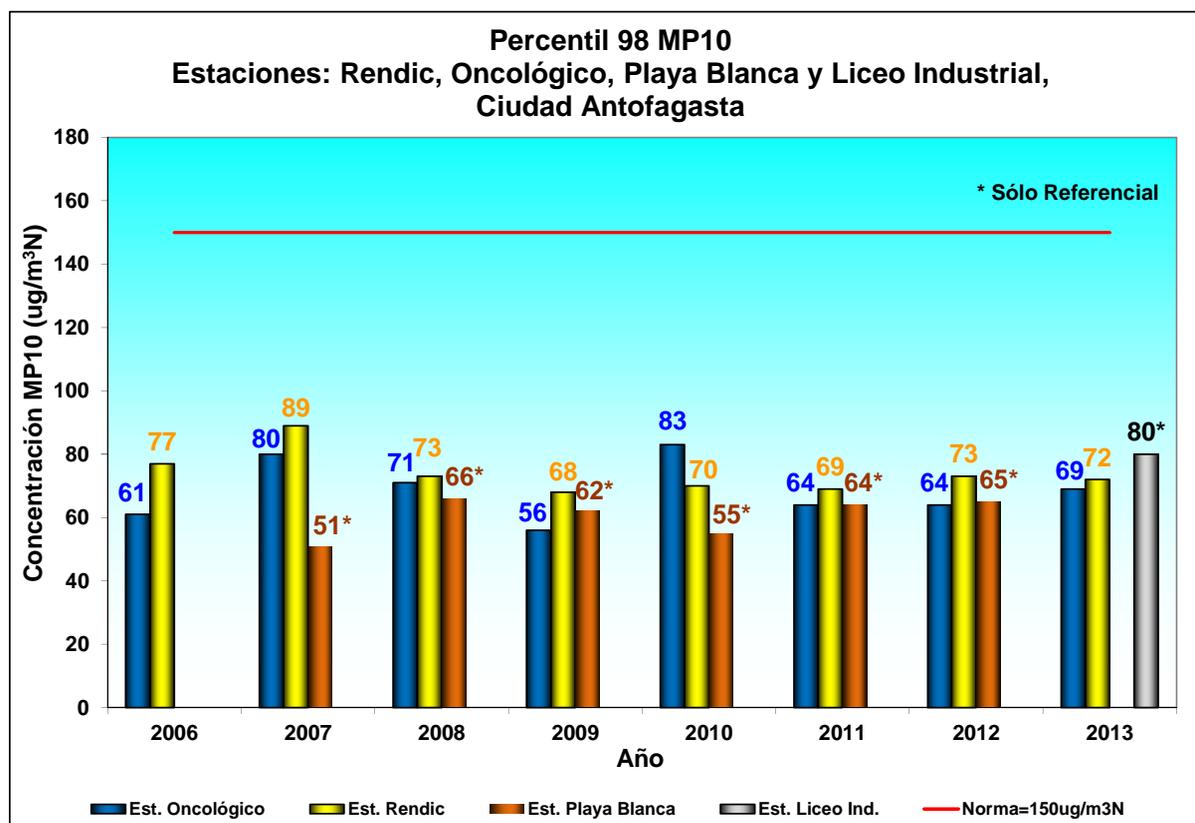


Gráfico N° 20: Percentil 98 MP10 Estaciones Rendic, Oncológico, Playa Blanca y Liceo Industrial, Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La estación Playa Blanca se analiza de forma referencial, para todos los periodos trianuales, debido a que no fue declarada EMRP. El monitoreo de MP10 en esta estación se realizó hasta el 31 de diciembre de 2012.

En todos los periodos señalados en el gráfico N°21, la estación Oncológico estuvo bajo la norma anual (se corrige valor correspondiente al periodo 2007-2009 y 2010-2012, con respecto a lo señalado en el informe del año 2013). Para los periodos 2010-2012 y 2011-2013, presentó un valor de concentración de MP10 de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para ambos periodos 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 2010-2012 y 2011-2013, la estación Rendic presentó valores de 40 y 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver Gráfico N°21**).

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 fue de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para los tres periodos señalados (**Ver Gráfico N°21**).

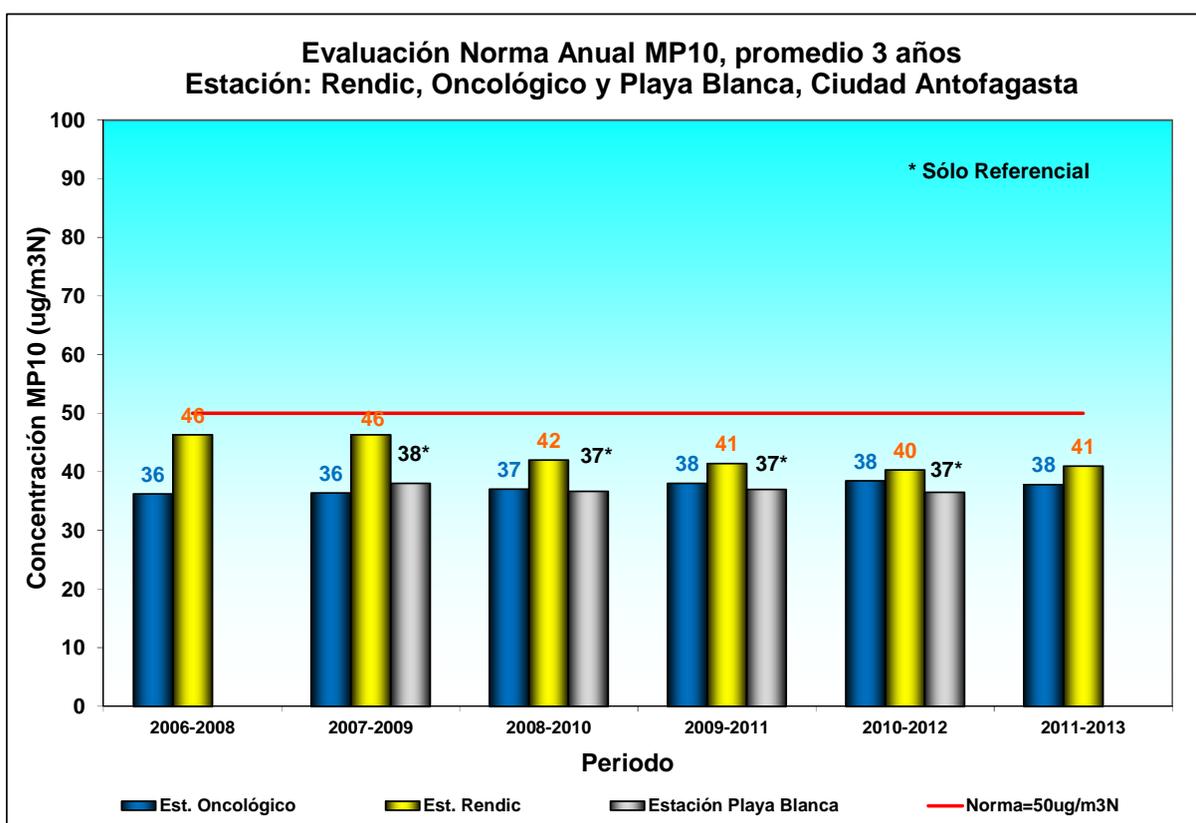


Gráfico N° 21: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones Rendic, Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.

Para la estación Liceo Industrial, que sólo cuenta con monitoreo desde junio del año 2013 se calcula el promedio anual de manera referencial (además los meses de junio y julio no tienen la cantidad de datos requeridos por la norma), (**Ver tabla N°4**).

Tabla N°5: Concentración Anual MP10, Estación Liceo Industrial.

Estación Liceo Industrial	2013
Promedio anual de concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	38
Días evaluados	151

b) Material Particulado Fino MP2.5

La estación Liceo Industrial monitorea este contaminante, de forma referencial sin representatividad poblacional, desde el mes de junio de 2013 y se envían datos sin normalizar.

b.1. Norma Diaria

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

El percentil 98 para el año 2013 estuvo en situación de latencia, con un valor de $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Ver gráfico N°22**).

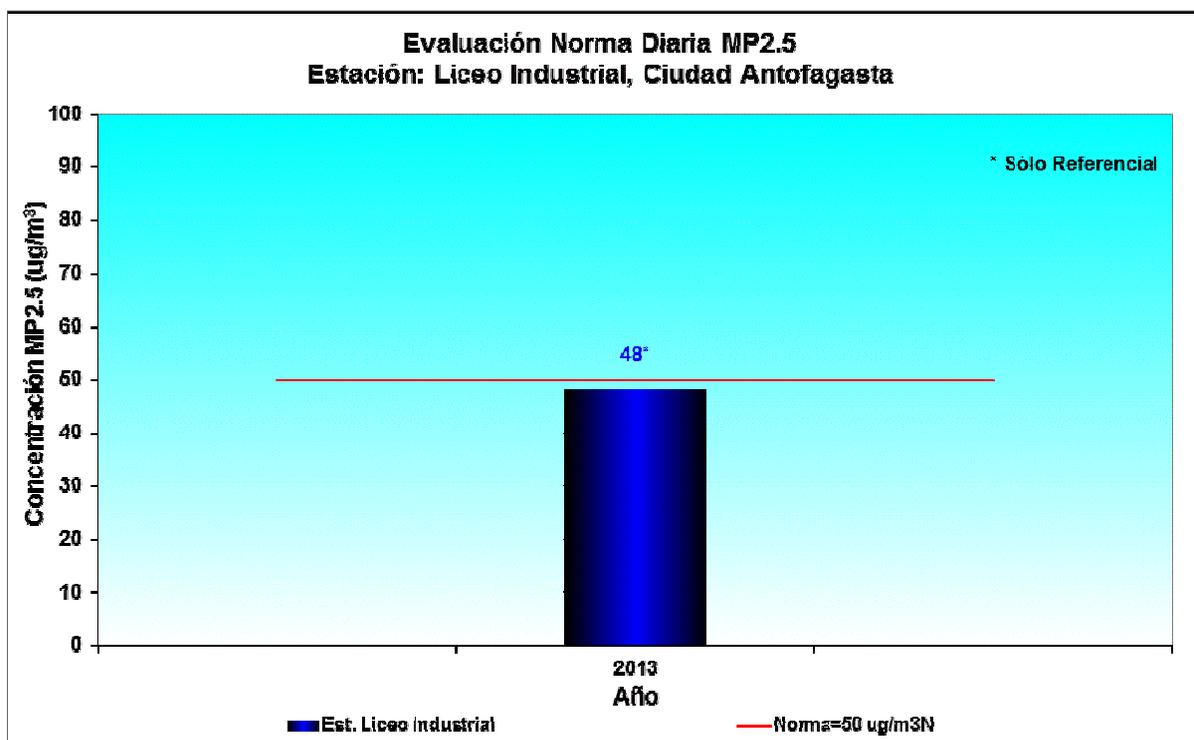


Gráfico N° 22: Percentil 98 MP2.5, Estación Liceo Industrial, Antofagasta.

b.2. Norma Anual

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

La estación Liceo Industrial monitorea MP2.5 desde el mes junio de 2013 y se envían datos sin normalizar. Adicionalmente, no cuenta con los tres años consecutivos de medición que exige la norma. La concentración de MP2.5 para el año 2013 fue de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, situándose bajo el valor de la norma anual (valor de referencia ya que esta estación no es EMRP para MP2.5 (**Ver tabla N°5**)).

Tabla N°6: Concentración Anual MP2.5, Estación Liceo Industrial.

Estación Liceo Industrial	2013
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18
Días evaluados	210

c) 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°23**).

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°23**).

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°23**).

Para el año 2013 se tiene información de las estaciones Oncológico y Rendic para los meses de enero, febrero y marzo, por lo tanto, no es posible calcular un promedio bianual según lo establece la norma, la información es sólo referencial. Para el 2013 las estaciones Oncológico y Rendic presentan un valor de 0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

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

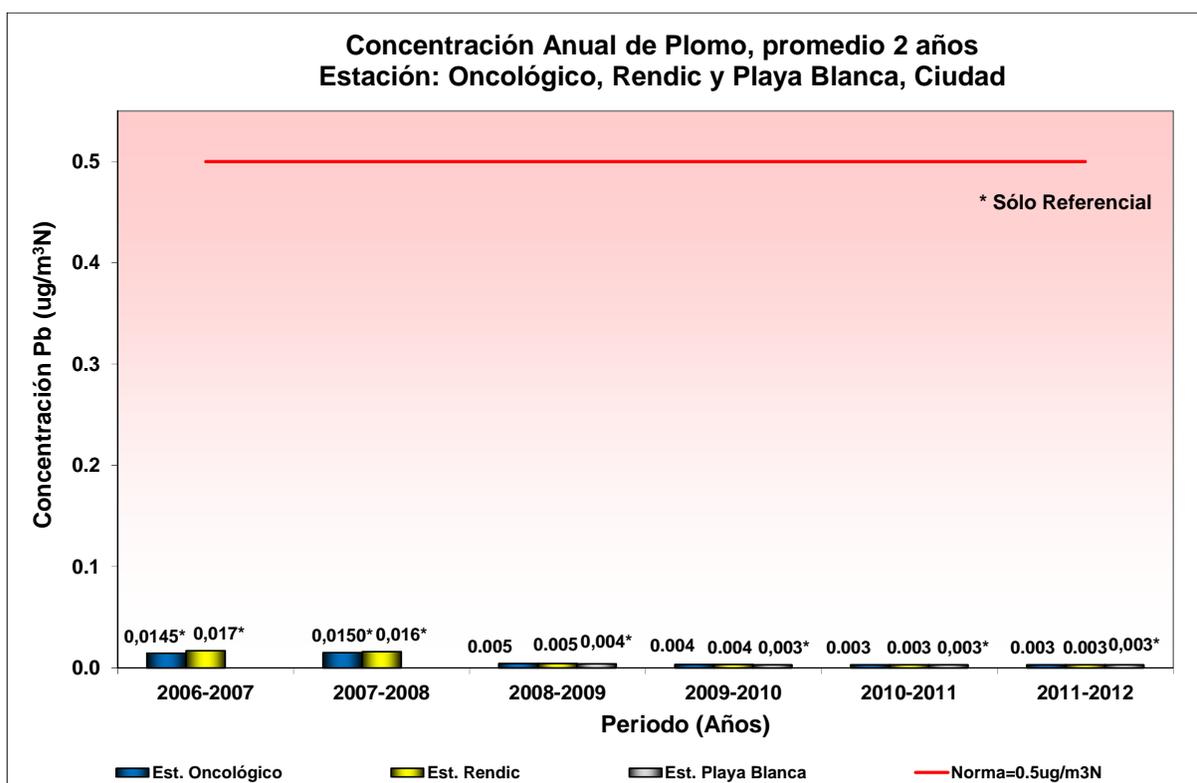


Gráfico N° 23: Concentración Anual de Plomo, promedio 2 años, Estaciones Rendic y Oncológico y Playa Blanca, Antofagasta.

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 el año 2000, y desde el 2006 al 2013 no superó la norma diaria de 150 µg/m³N.

En la estación Paposo para los años 2010, 2011, 2012 y 2013 el percentil 98 alcanzó valores de 61, 77, 144 y 96 µg/m³N respectivamente

En la estación Punto máximo impacto para los años 2010, 2011, 2012 y 2013 el percentil 98 alcanzó valores de 51, 64, 61 y 56 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°24**).

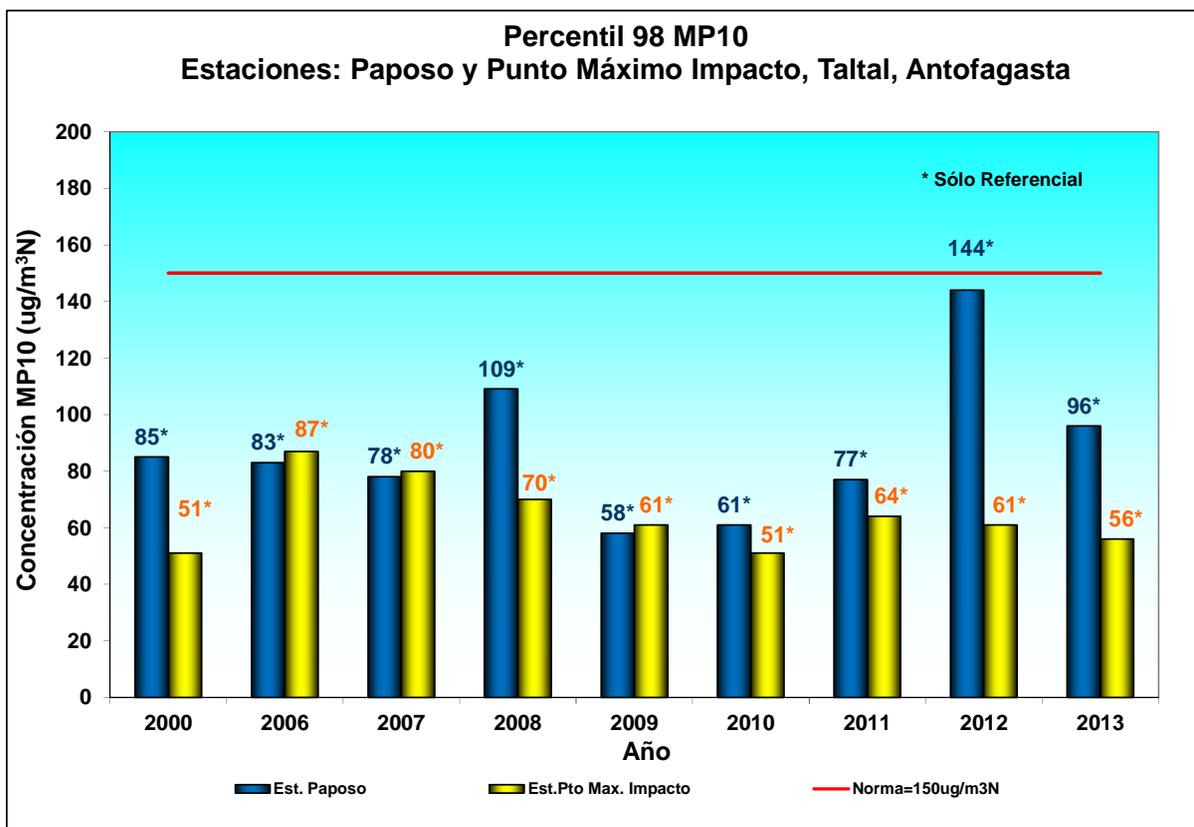


Gráfico N° 24: Percentil 98 MP10, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.

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, 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 la concentración de MP10 estuvo bajo la norma en la estación Paposo, con un valor de 38, 36, 37, 36, 41 y 40 µg/m³N, respectivamente.

Las concentraciones en la estación Punto de Máximo Impacto también estuvieron bajo la norma en los mismos periodos mencionados, con valores de 37, 34, 33, 31, 30 y 28 µg/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N° 25**).

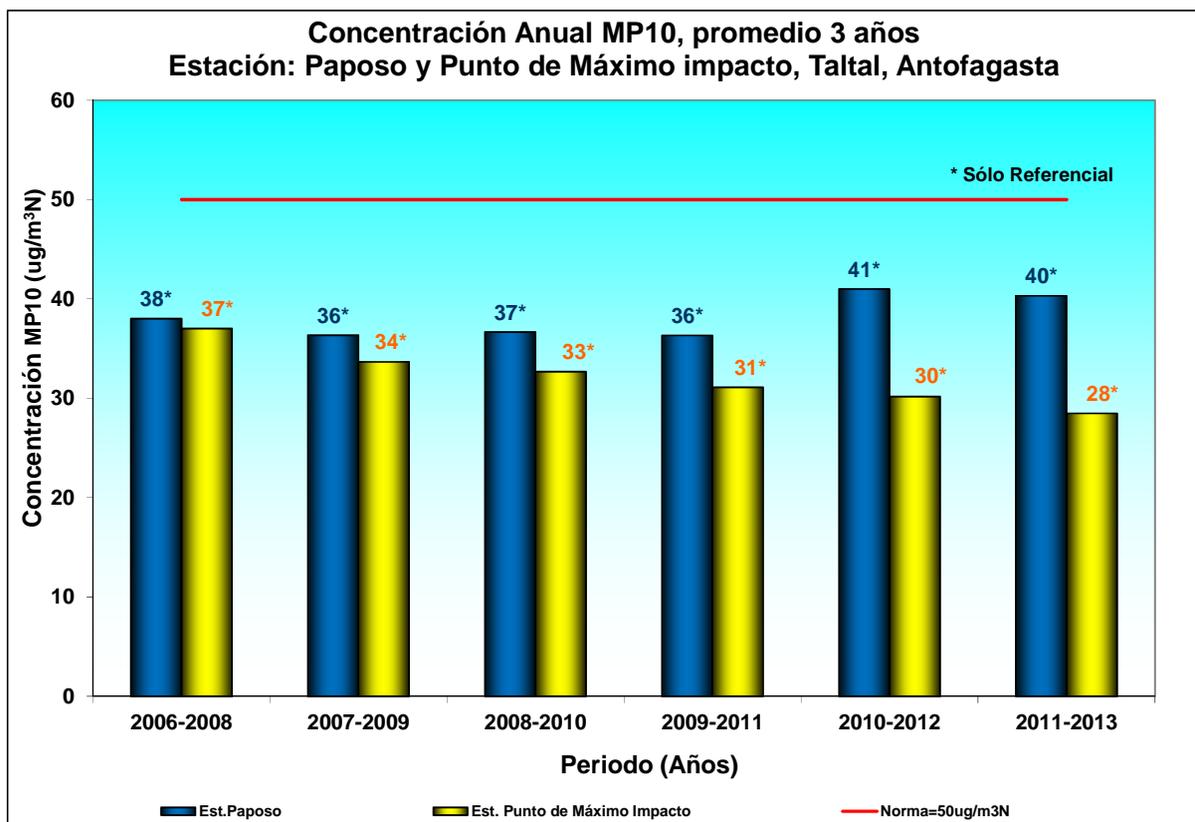


Gráfico N° 25: Concentración anual, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Antofagasta.

b) Dióxido de Azufre (SO₂)

b.1. Norma Diaria

En la estación Escuela Paposo, los valores del promedio de percentil 99 para los periodos 2009-2010, 2010-2011 y 2012-2013, estuvo bajo la norma, con valores de 5, 6 y 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. En la estación Punto de Máximo Impacto en los periodos 2008-2010, 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, el valor del percentil 99 cumplió con la norma, con valores de 4, 7, 7, y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Los valores son referenciales ya que ninguna de las estaciones cuenta con la representatividad poblacional para este contaminante. **(Ver gráfico N°26)**

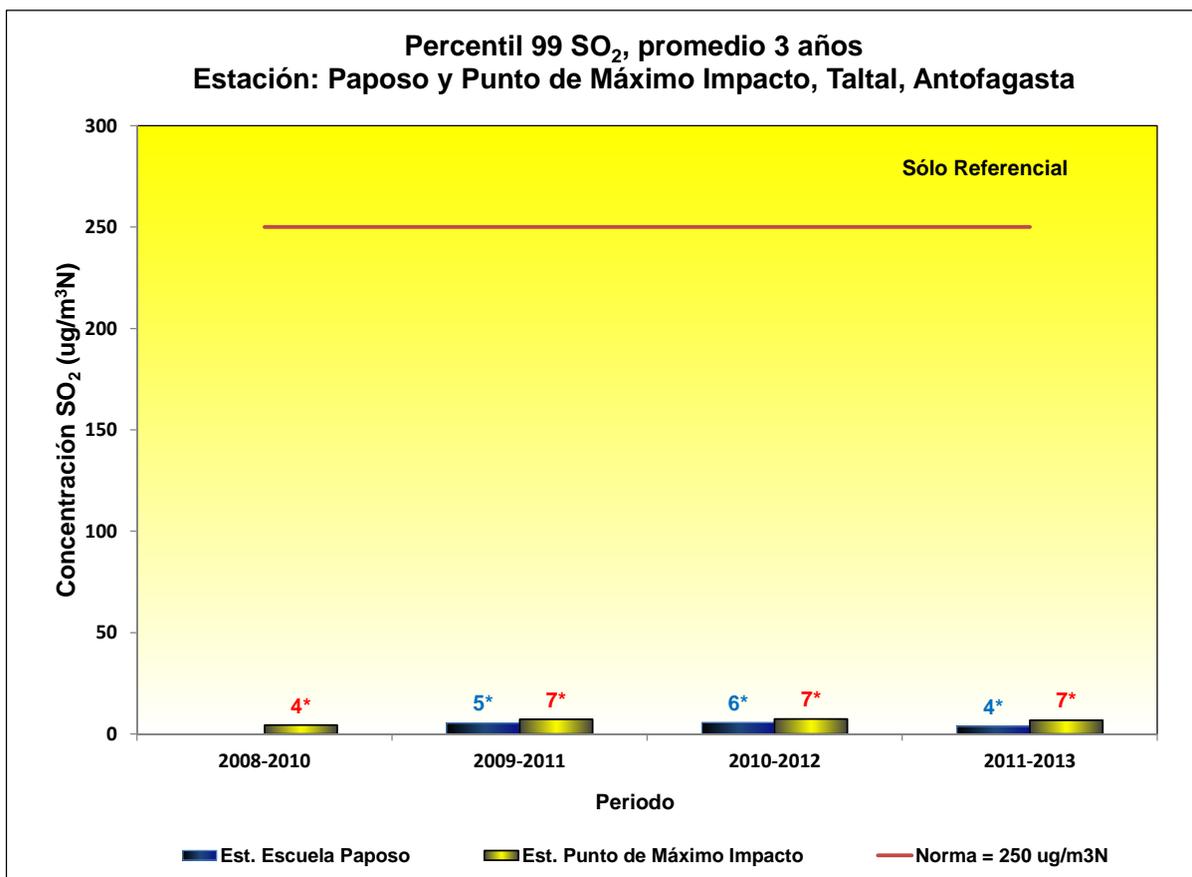


Gráfico N° 26: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Antofagasta.

b.2. Norma Anual

Para la estación Escuela Paposo, la concentración anual para SO₂, estuvo bajo la norma, para todos los periodos señalados en el gráfico. En los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 el valor fue 1 µg/m³N, en todos los periodos. Para la estación Punto de Máximo Impacto, en los periodos 2008-2010, 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 se presentaron concentraciones de SO₂ de 1, 2, 2 y 2 µg/m³N, respectivamente, valores nuevamente bajo la norma (**Ver gráfico N°27**). Todos estos valores son referenciales.

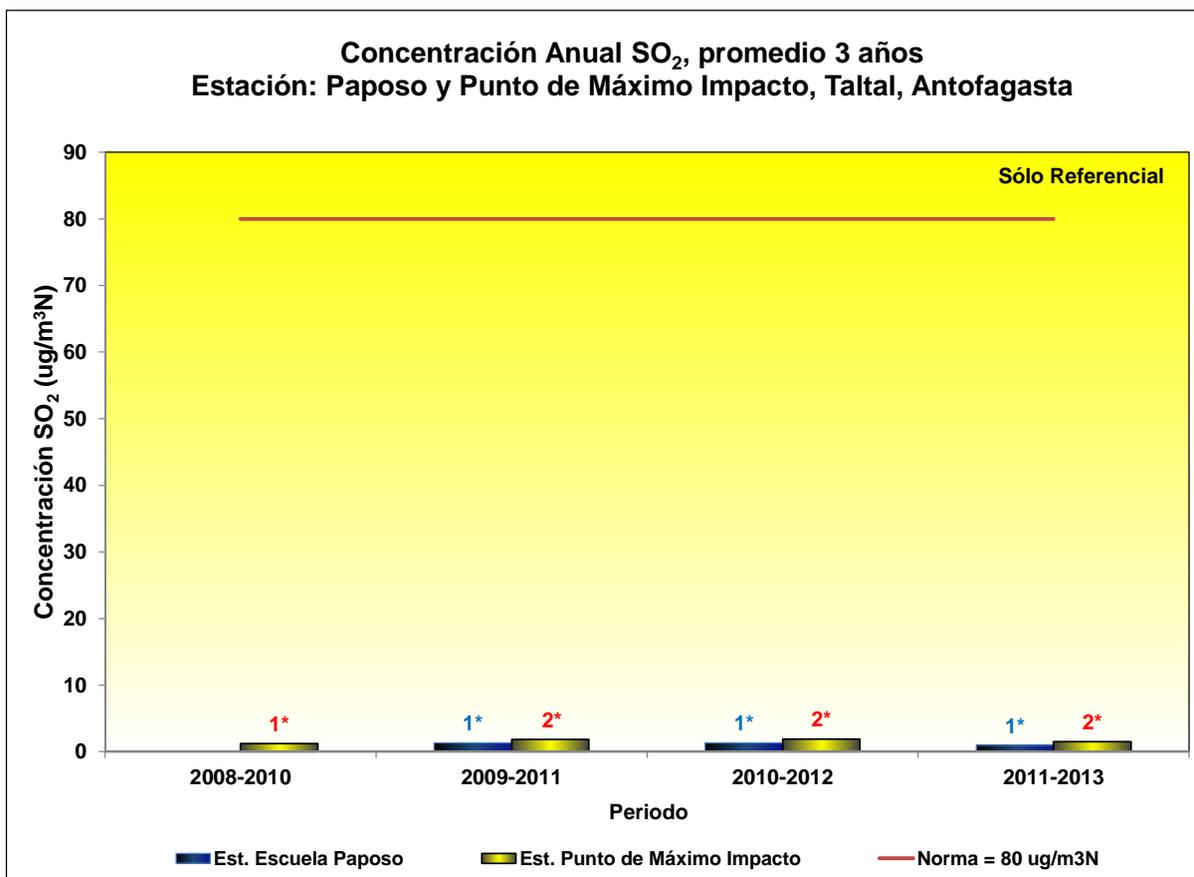


Gráfico N° 27: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Antofagasta.

c) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

c.1. Norma Horaria

Para los periodos 2005-2007, 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, la estación Paposo, estuvo bajo la norma horaria, con un valor de percentil 99 de 16, 25, 28, 26, 20, 26 y 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada periodo (**Ver gráfico N°28**).

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, 2010-2012 y 2011-2013 el percentil 99 también estuvo bajo la norma con valores de 132, 93 y 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°28**).

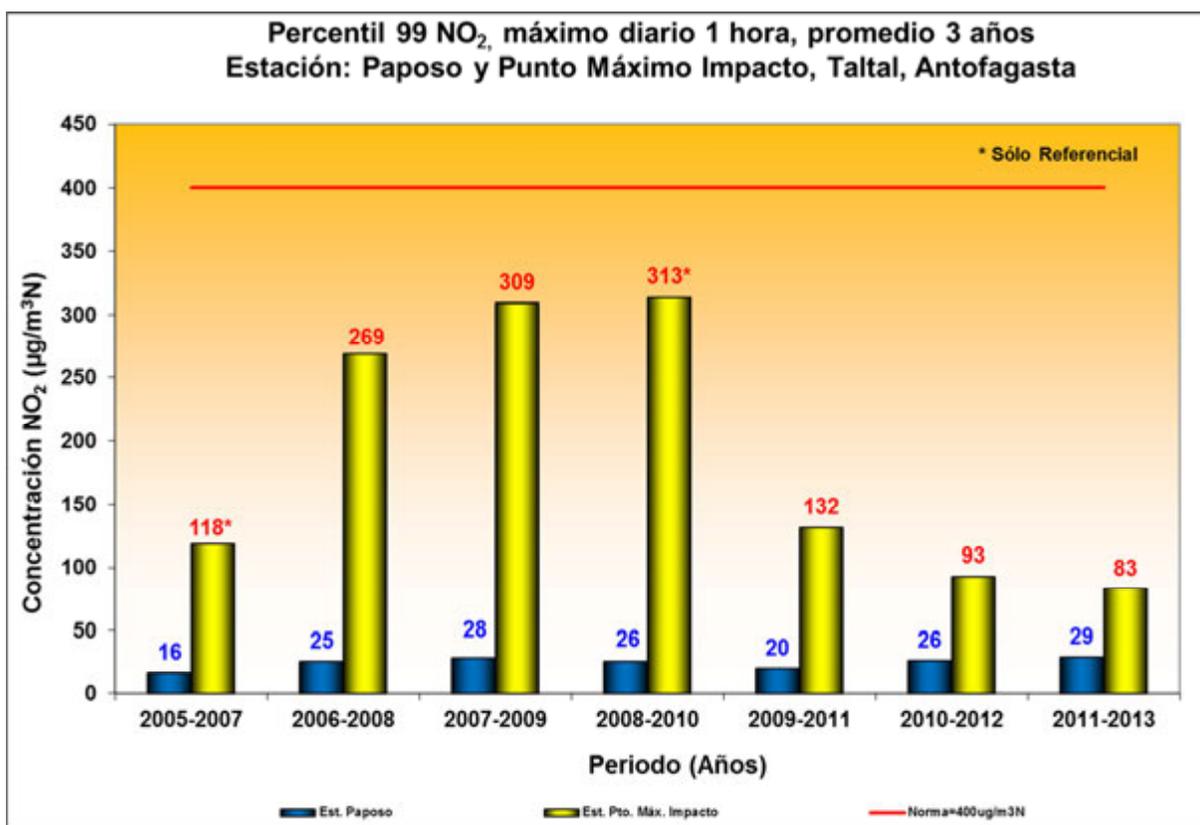


Gráfico N° 28: Percentil 99 NO₂, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.

c.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, 2010-2012 y 2011-2013 la estación alcanzó un valor de concentración anual de 2 µg/m³N (**Ver gráfico N°29**).

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, 2010-2012; 2011-2013 las mediciones se encuentran bajo la norma con valores de concentración de 16, 16, 7, 5 y 3 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 los periodos que incluyen esos años. (**Ver gráfico N°29**).

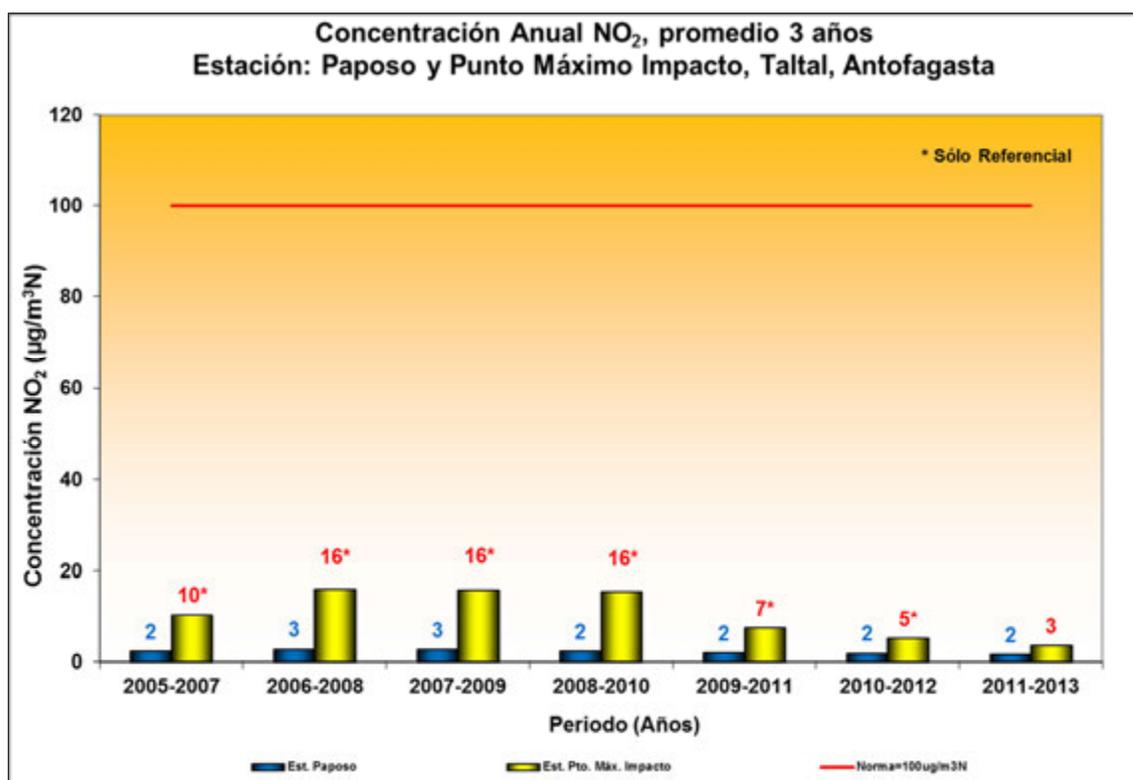


Gráfico N° 29: Concentración Anual NO₂, promedio 3 años, Estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.

d) Ozono (O₃)

d.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, 2010-2012 y 2011-2013 los valores de percentil 99 también estuvieron bajo la norma con valores de 70, 69 y 54 µg/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°30**).

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, 2010-2012 y 2011-2013, también estuvo bajo la norma, con un valor de percentil 99 de 50, 59, 61, 66, 60 y 49 µg/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°30**).

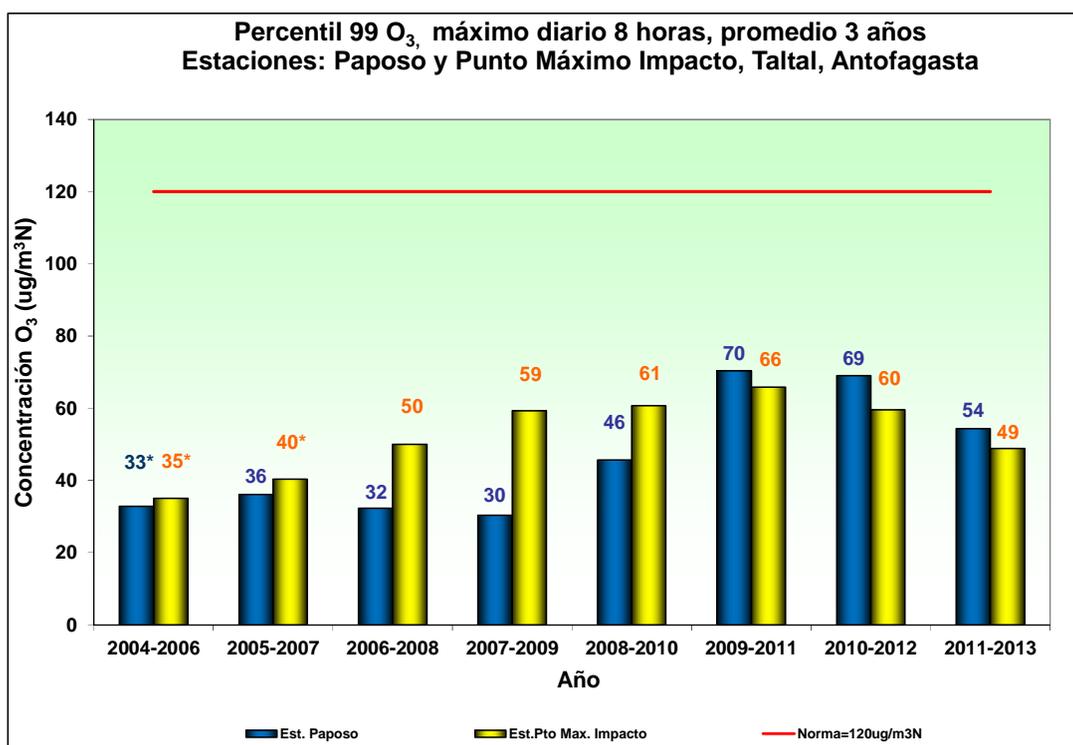


Gráfico N° 30: Percentil 99 O₃, máx. Diario 8 horas, promedio 3 años, Estaciones Paposo y Punto de Máximo Impacto, Taltal, Región de Antofagasta.

6.3. Comuna de Calama

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

- Estación Hospital del Cobre, funciona desde enero del 2002, y fue autorizada EMRP para MP10 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. La estación monitorea MP2.5 pero no tiene representatividad poblacional para dicho contaminante.
- Estación Servicio Médico Legal, autorizada EMRP para MP10 y EMRPG (SO₂), a partir del 02 de mayo del año 2008, a cargo de Codelco Chile, División Chuquicamata. La estación monitorea MP2.5 pero no tiene representatividad poblacional para dicho contaminante.
- 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.
- Estación Colegio Pedro Vergara Keller (PVK), autorizada EMRP para MP10 a partir del 01 de enero de 2013 (cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si los contaminantes MP2.5 y Pb están incorporados dentro de la representatividad). El titular entrega información de la estación a partir de agosto de 2013.
- Estación Club Deportivo 23 de Marzo, autorizada EMRP para MP10 a partir del 01 de enero de 2013 (cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si los contaminantes MP2.5 y Pb están incorporados dentro de la representatividad). El titular entrega información de la estación a partir de agosto de 2013.
- Estación Centro monitorea MP10, MP2.5, SO₂, NO₂, CO y O₃, autorizada EMRP para MP10 a partir del 01 de enero de 2013 (cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si los

contaminantes MP2.5, Pb y gases están incorporados dentro de la representatividad). El titular entrega información de la estación a partir de agosto de 2013.

6.3.1 Sector Ciudad de Calama

a) Material Particulado Respirable MP10.

a.1. Norma Diaria

La estación Hospital del 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 del 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 2013 el percentil 98 estuvo bajo la norma, presentando para el año 2012 y 2013 valores de 53 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°31**).

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, sin embargo el año 2013 baja a un valor de latencia con 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°31**).

La estación PVK muestra el percentil del año 2013 con un valor de 104 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La estación 23 de Marzo muestra el percentil del año 2013 con un valor de 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Por último, la estación Centro muestra el percentil del año 2013 con un valor de 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La información se considera sólo de referencia para las tres estaciones ya que registran datos desde agosto del año 2013 (**Ver gráfico N°31**).

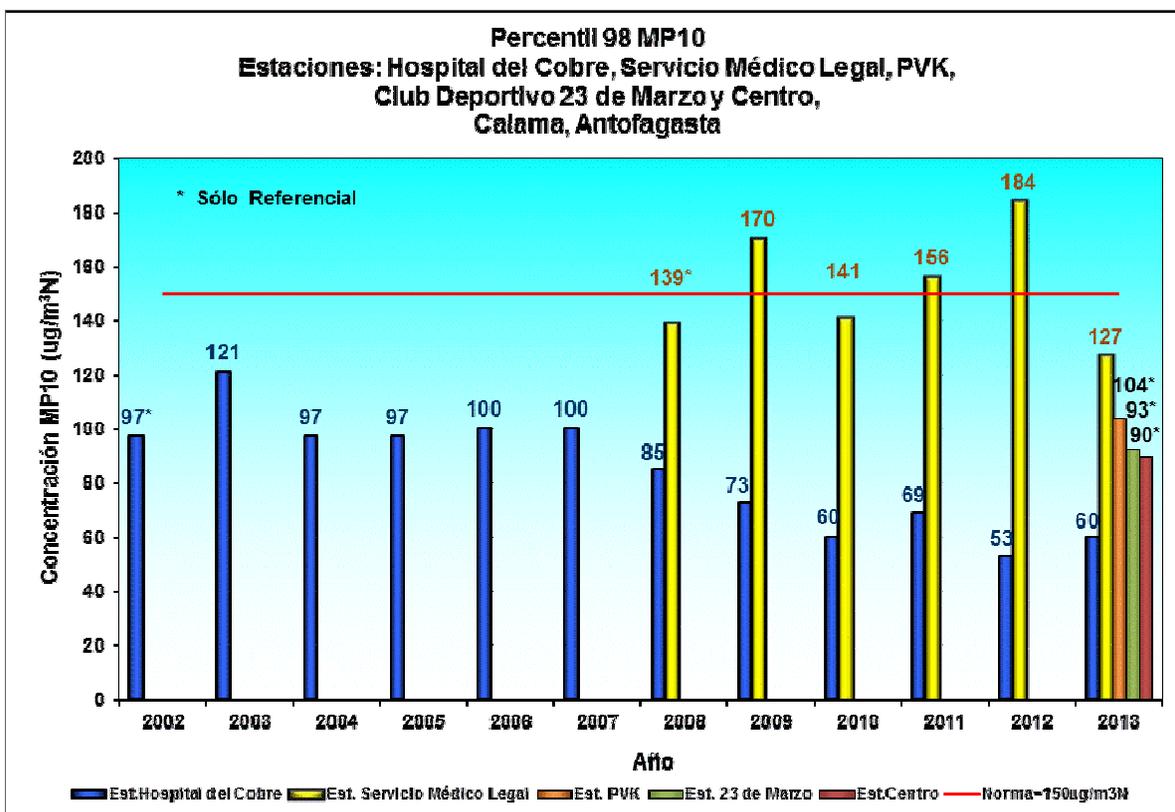


Gráfico N° 31: Percentil 98 MP10 Estaciones: Hospital del Cobre, Servicio Médico Legal, PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro, Calama, Región de Antofagasta.

En la estación Escuela D-126, desde el año 2004 al 2013, 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, 1 día el año 2012 y 3 días el año 2013 (**Ver Tabla N°6**).

Tabla N°7: Concentración Anual Campañas MP10, Estación Escuela D-126.

Estación Escuela D-126	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Promedio anual de concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	132	115	59	80	63	70	73	81	88	96
Días evaluados	19	29	40	39	40	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	3
N° días sobre el valor de la norma	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0

a.2. Norma Anual

La estación Hospital del 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 $38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, al igual que el periodo 2011-2013 con un valor de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°32**).

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. El periodo 2011-2013 la concentración de MP10 se mantuvo sobre la norma con un valor de $74 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°32**).

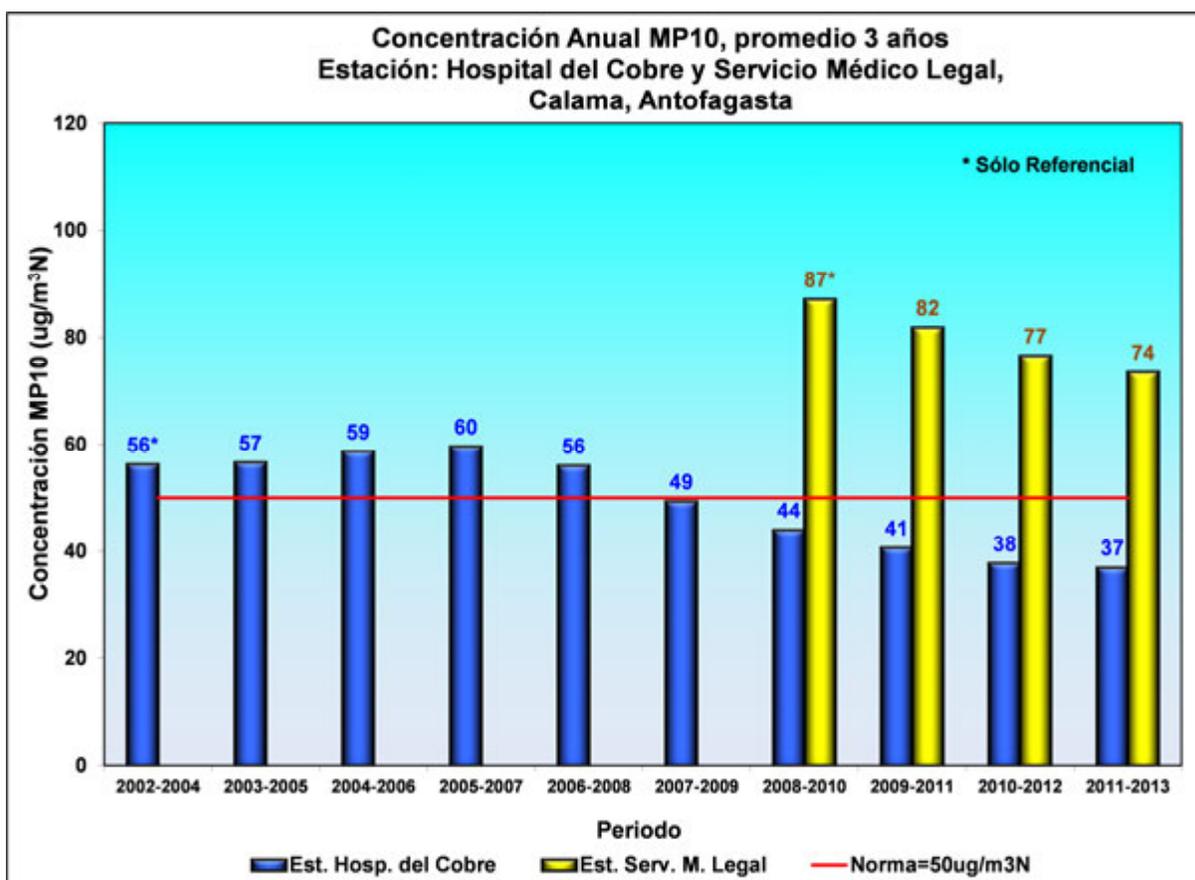


Gráfico N° 32: Concentración Anual MP10, promedio 3 años Estación Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

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°7**).

Para las estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro no es posible evaluar esta norma ya que sólo cuentan con datos desde agosto de 2013. Los valores referenciales se indican a continuación en la siguiente tabla (**Ver Tabla N°8**).

Tabla N°8: Concentración anual MP10, Estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.

Año 2013	PVK	Club Deportivo 23 de Marzo	Centro
Promedio anual de concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	52	53	47
Días evaluados	38	50	51

b) Material Particulado Fino MP2.5

La estación Hospital del Cobre comenzó a monitorear este parámetro desde Junio del año 2010, la estación Servicio Médico Legal comenzó a monitorear desde Marzo del año 2011, y las estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro monitorean este contaminante desde Agosto de 2013.

En este caso la información remitida por la empresa corresponde a datos normalizados, sin embargo, la evaluación para este contaminante se ha realizado considerando que los datos remitidos son todos sin normalizar, como lo establece la norma respectiva. Adicionalmente, la resolución de representatividad poblacional para estas estaciones, no especifica claramente si el contaminante MP2.5 está incorporado dentro de la representatividad. Por lo anterior, los resultados se indican a modo referencial (**Ver Gráfico N°33**).

b.1. Norma Diaria

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

Para la estación Hospital del Cobre, en el año 2010 la concentración de MP2.5 sobrepasó la norma con un valor de 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en los años 2011, 2012 y 2013 los valores se mantuvieron bajo la norma con un valor de 18, 24 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. (**Ver gráfico N°33**).

Para la estación Servicio Médico Legal, en el año 2011 la concentración de MP2.5 fue de 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bajo la norma diaria. En el año 2012, la concentración de MP2.5 aumentó a 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor sobre la norma diaria. En el año 2013, la concentración de MP2.5 disminuyó a 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bajo dicha norma (**Ver gráfico N°33**).

El percentil 98 de las concentraciones de MP2.5 para el año 2013 en la estación PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro, fue de 36, 37 y 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente (**Ver gráfico N°33**).

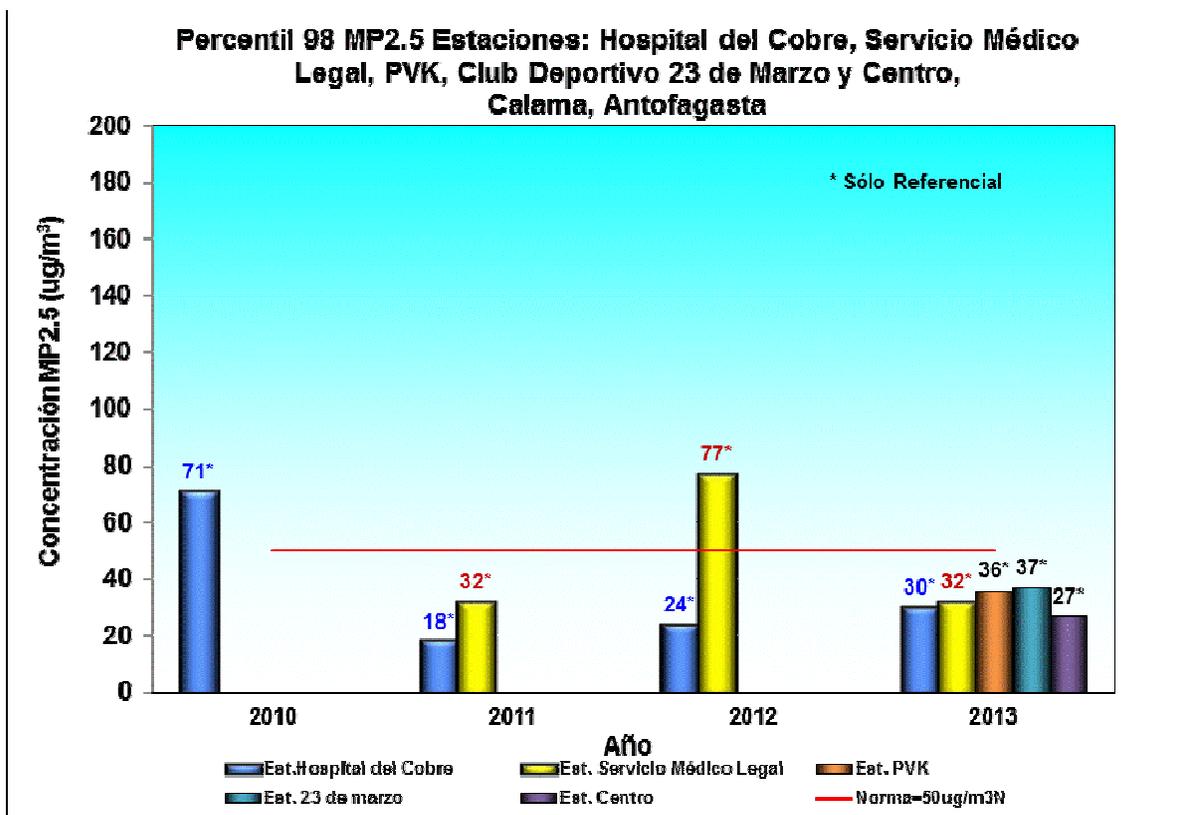


Gráfico N° 33: Percentil 98 MP2.5, Estaciones Hospital del Cobre, Servicio Médico Legal, PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro, Calama, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

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

En la estación Hospital del Cobre, para los periodos 2010-2012 y 2011-2013, los valores de MP2.5 fueron de 11 y 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, ambos bajo la norma (el año 2010 la empresa entregó información a partir del mes de Junio) **(Ver Gráfico N°34)**.

Para el periodo 2011-2013, en la estación Servicio Médico Legal se obtuvo un valor de 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bajo la norma. Este valor es referencial ya que no se tiene la cantidad de datos que requiere la norma (el año 2011 monitorea desde el mes de marzo, por lo que no cuenta con la cantidad de meses válidos para dicho año) **(Ver Gráfico N°34)**.

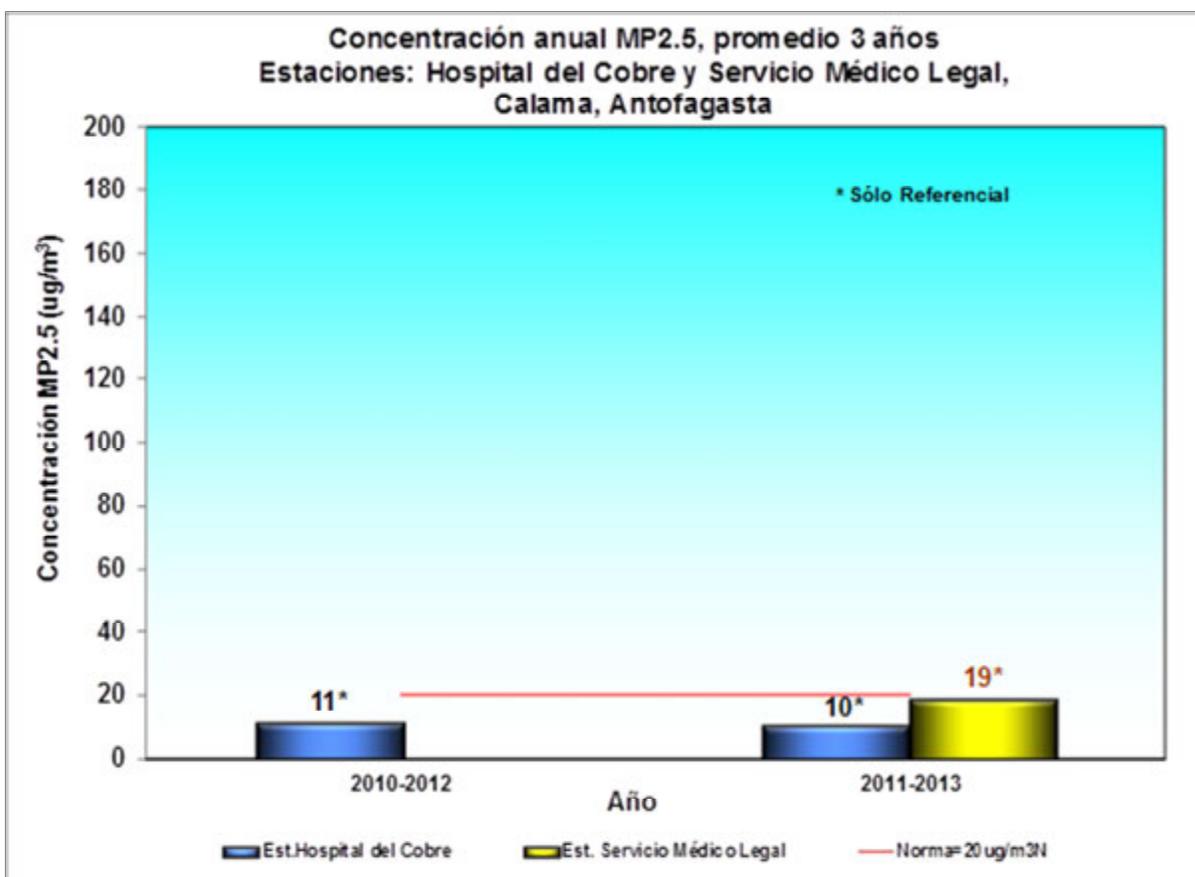


Gráfico N° 34: Promedio trianual de MP2.5, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

Con respecto a las estaciones PVK, Centro y Club Deportivo 23 de Marzo, no es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual. A continuación se presentan los valores promedio de MP2.5 obtenidos para año 2013 **(Ver Tabla N°9)**.

Tabla N°9: Concentración anual de MP2.5, Estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.

Año 2013	PVK	Club Deportivo 23 de Marzo	Centro
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	17	20	15
Días evaluados	38	50	51

c) Dióxido de Azufre (SO₂)

c.1. Norma Diaria

El valor del percentil 99 para los periodos 2003-2005 y 2004-2006 en la estación Hospital del Cobre 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°35)**.

Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, esta estación estuvo nuevamente bajo la norma, con valores de 20, 21 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ **(Ver gráfico N°35)**.

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 (SO₂) en mayo de 2008 y no tuvo la cantidad de datos requeridos por la norma para ese año). Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 los valores del percentil 99 fueron de 15, 17 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores inferiores a la norma diaria **(Ver gráfico N°35)**.

Para la estación Centro se tienen datos de SO₂ a contar del mes de agosto de 2013. El valor del percentil 99 para dicho periodo es de 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor referencial no incluido en el gráfico.

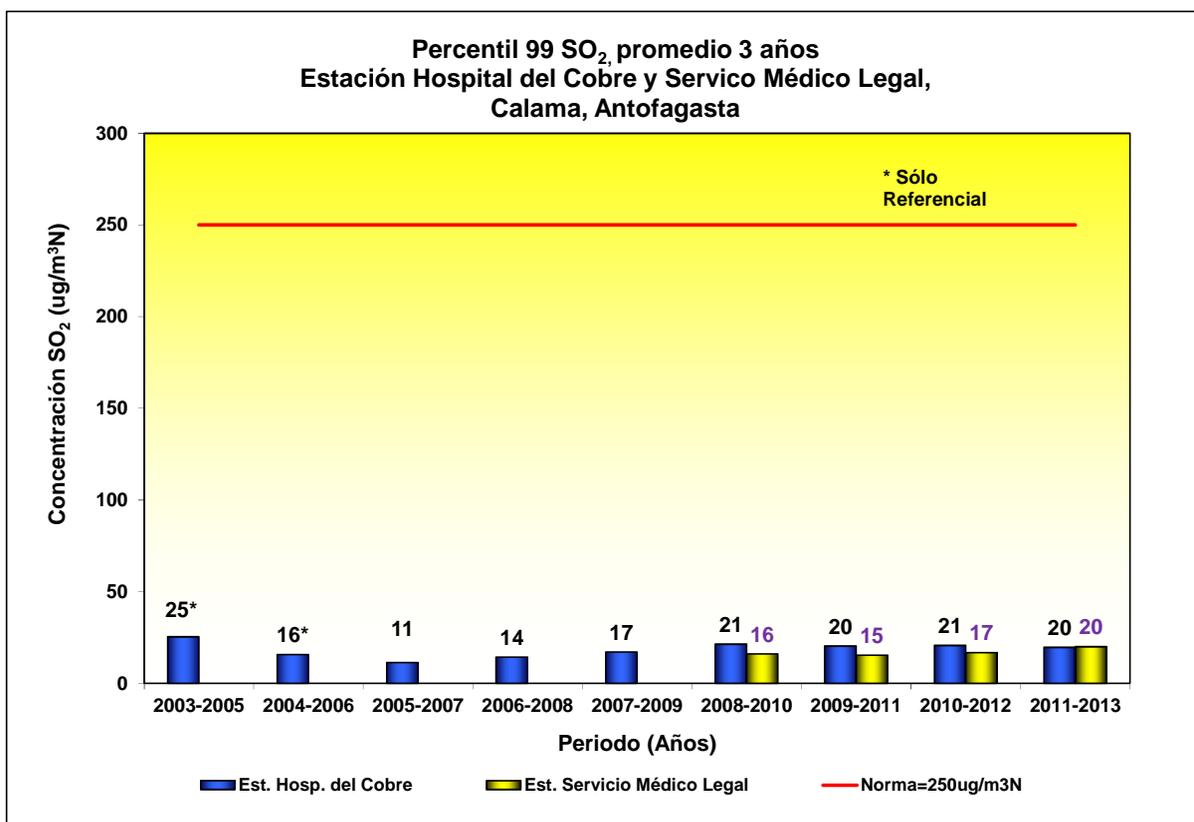


Gráfico N° 35: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

c.2. Norma Anual

La concentración de SO₂ para los periodos 2003-2005 y 2004-2006, en la estación Hospital del 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, 2010-2012 y 2011-2013, estuvieron bajo la norma, con valores de concentraciones de 3 µg/m³N, para todos los periodos antes señalados. **(Ver gráfico N°36).**

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, 2010-2012 y 2011-2013, estuvieron bajo la norma, con valores de concentraciones de SO₂ de 2, 3 y 4 µg/m³N respectivamente **(Ver gráfico N°36).**

Para la estación Centro se tienen datos de SO₂ a contar del mes de agosto de 2013, por lo que información se considera referencial. El valor promedio anual de concentración fue de 5 µg/m³N (no incluido en el gráfico).

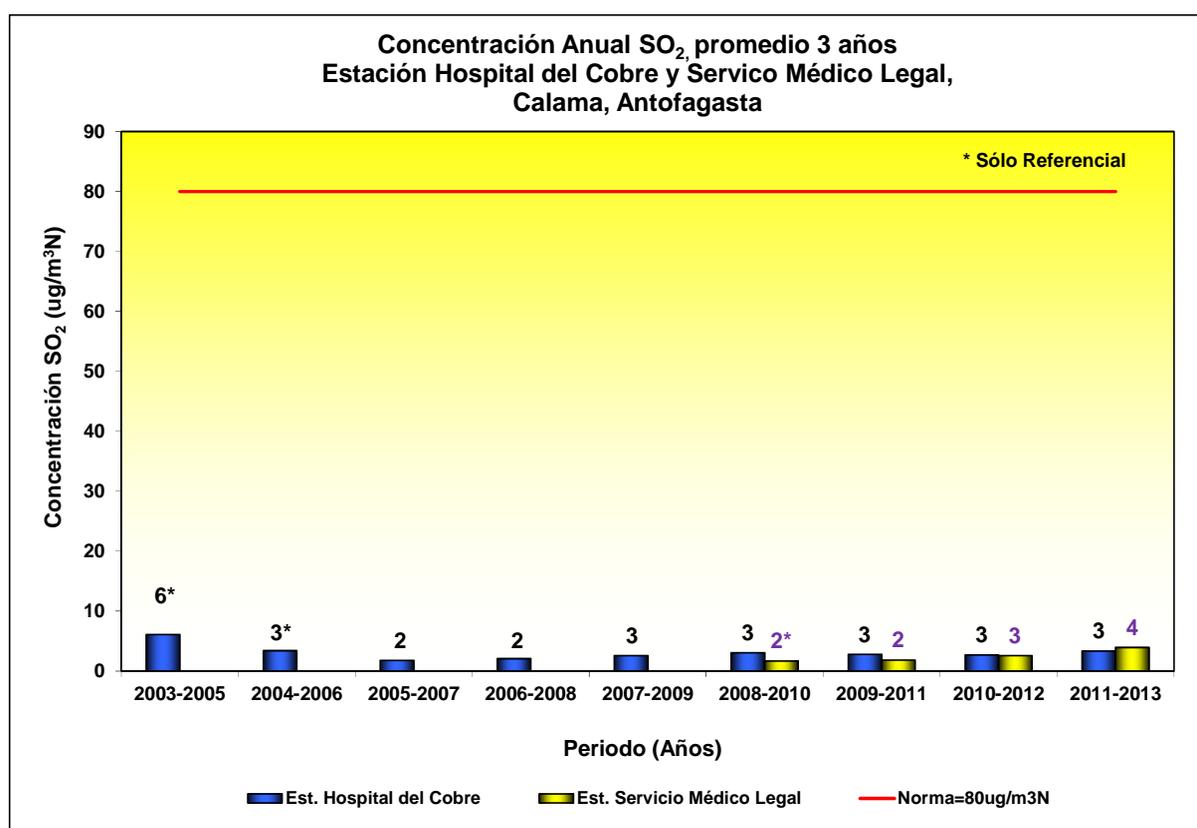


Gráfico N° 36: Concentración Anual de SO₂, promedio 3 años, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

d) Plomo (Pb)

d.1. Plomo en PM 10

La norma anual de calidad primaria para plomo en el aire establece un valor de 0,5 µg/m³N 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°37**).

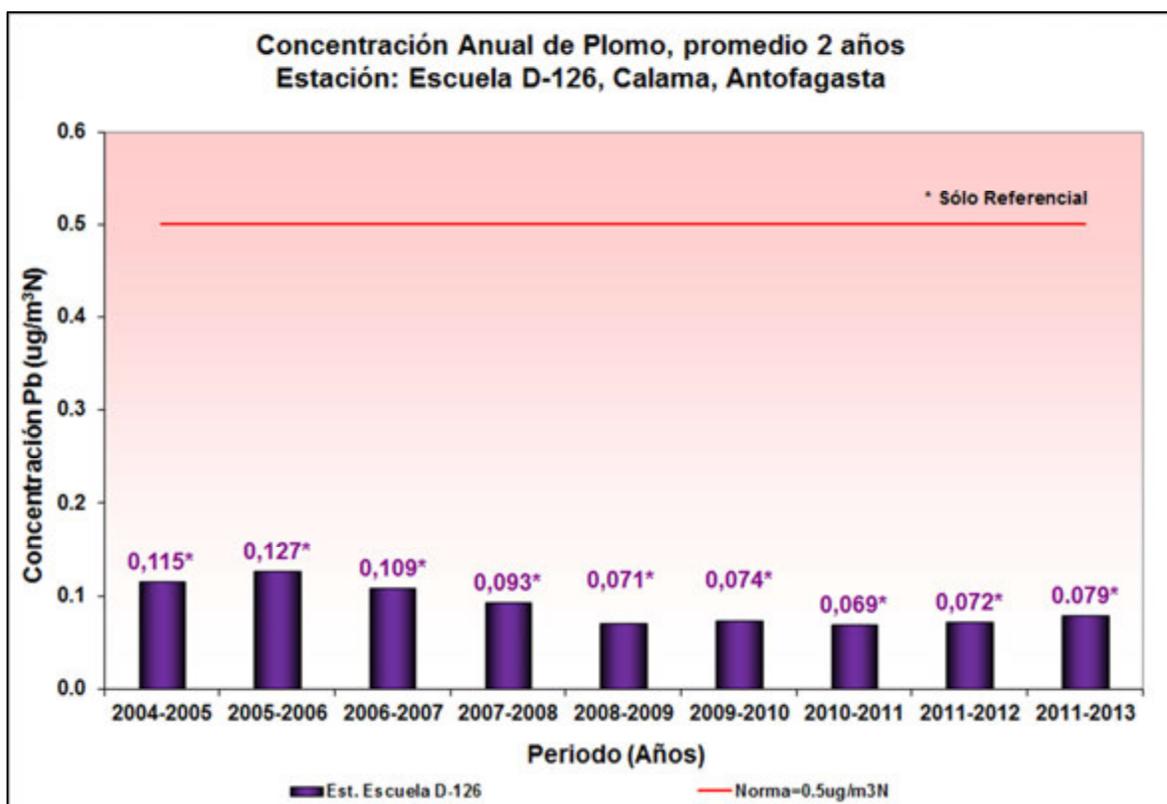


Gráfico N° 37: Concentración Anual Pb, promedio 2 años, Estación Escuela D-126, Calama, Región de Antofagasta.

Las estaciones Hospital de Cobre y Servicio Médico Legal monitorean este contaminante desde el año 2013, por lo que no se puede calcular el promedio bianual según lo establece la norma. El promedio anual para el año 2013 en la estación Hospital del Cobre fue de 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En servicio Médico Legal fue de 0,03 en el mismo periodo. Las estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro monitorean plomo desde el segundo semestre de 2013, por lo que la información se considera referencial. Los promedios anuales son 0,03; 0,02 y 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro respectivamente. (**Ver Tabla N°10**).

Tabla N°10: Concentración anual de Pb en MP10, estaciones Hospital del Cobre, Servicio Médico Legal, PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.

Año 2013	Hospital del Cobre	Servicio Médico Legal	PVK	Club Deportivo 23 de Marzo	Centro
Promedio anual de Pb en MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02
Días evaluados	122	116	54	58	51

d.2. Plomo en MP2.5

Las estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal monitorean plomo en MP2.5 durante el 2013. Las estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro lo hacen desde julio del 2013. No hay una norma de este contaminante en MP2.5, por lo tanto, la información es sólo referencial (**Ver Tabla N°11**).

Tabla N°11: Concentración anual de Pb en MP2.5, estaciones Hospital del Cobre, Servicio Médico Legal, PVK, 23 de Marzo y Centro.

Año 2013	Hospital del Cobre	Servicio Médico Legal	PVK	Club Deportivo 23 de Marzo	Centro
Promedio anual de Pb en MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05
Días evaluados	119	119	52	59	51

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°38**).

La estación Centro monitorea CO desde agosto del año 2013, el valor del percentil 99 como concentración de 1 hora, para dicho periodo fue de 2,2 $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$. Valor referencial no incluido en el gráfico.

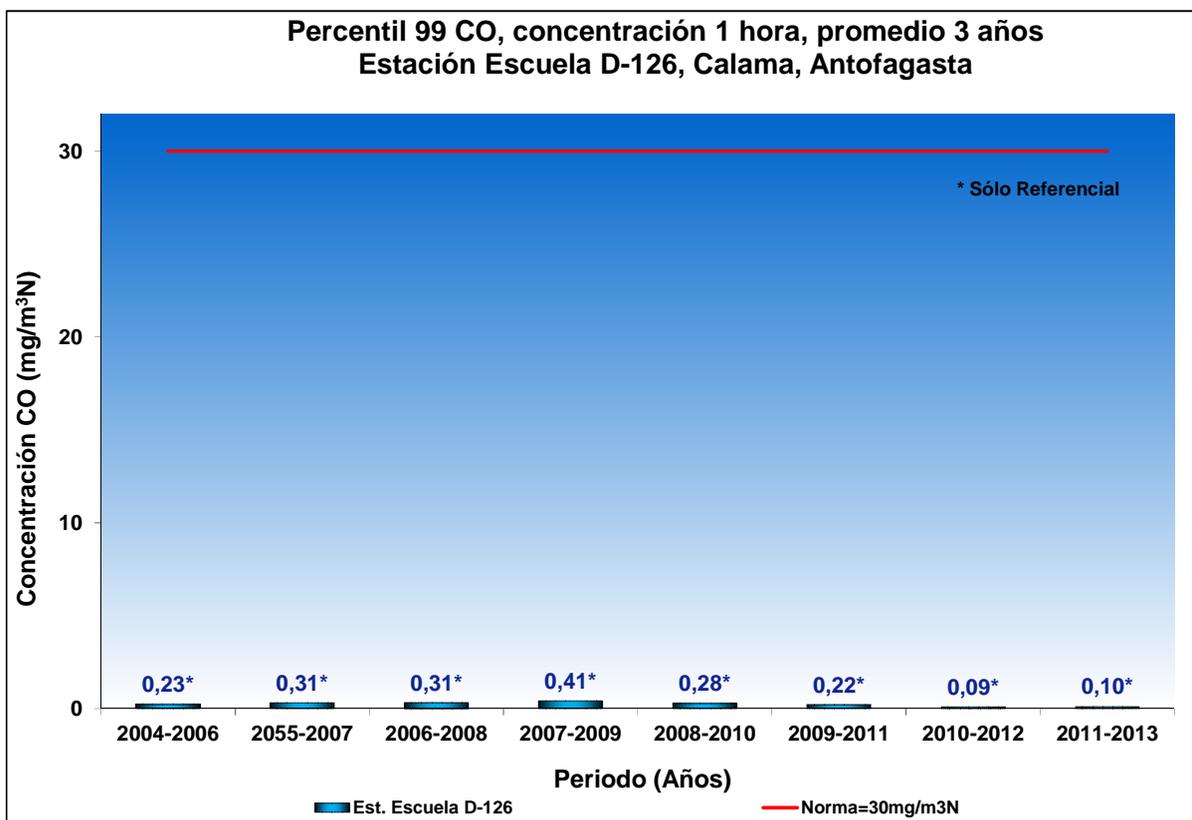


Gráfico N° 38: Percentil 99, concentración 1 hora, promedio 3 años, Estación Escuela D-126, Calama, Región de Antofagasta.

e.2. Norma Horaria como concentración 8 horas

La estación Centro monitorea CO desde agosto del año 2013, el valor para el percentil 99 de las concentraciones máximas del promedio móvil de 8 horas para esta estación fue de 1,1 mg/m³N (valor referencial ya que se cuenta con datos desde el mes de agosto de 2013).

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 del Cobre, los valores de concentración de As en los años 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011 fueron 70, 30, 40, 70, 80, 60, 70, 38, 30 y 38 ng/m³N, respectivamente. Para los años 2012 y 2013 la concentración anual de As fue de 32 y 30 ng/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°39**).

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 2012 y 2013 los valores de concentración de As fueron de 63 y 50 ng/m³N, respectivamente (**Ver gráfico N°39**).

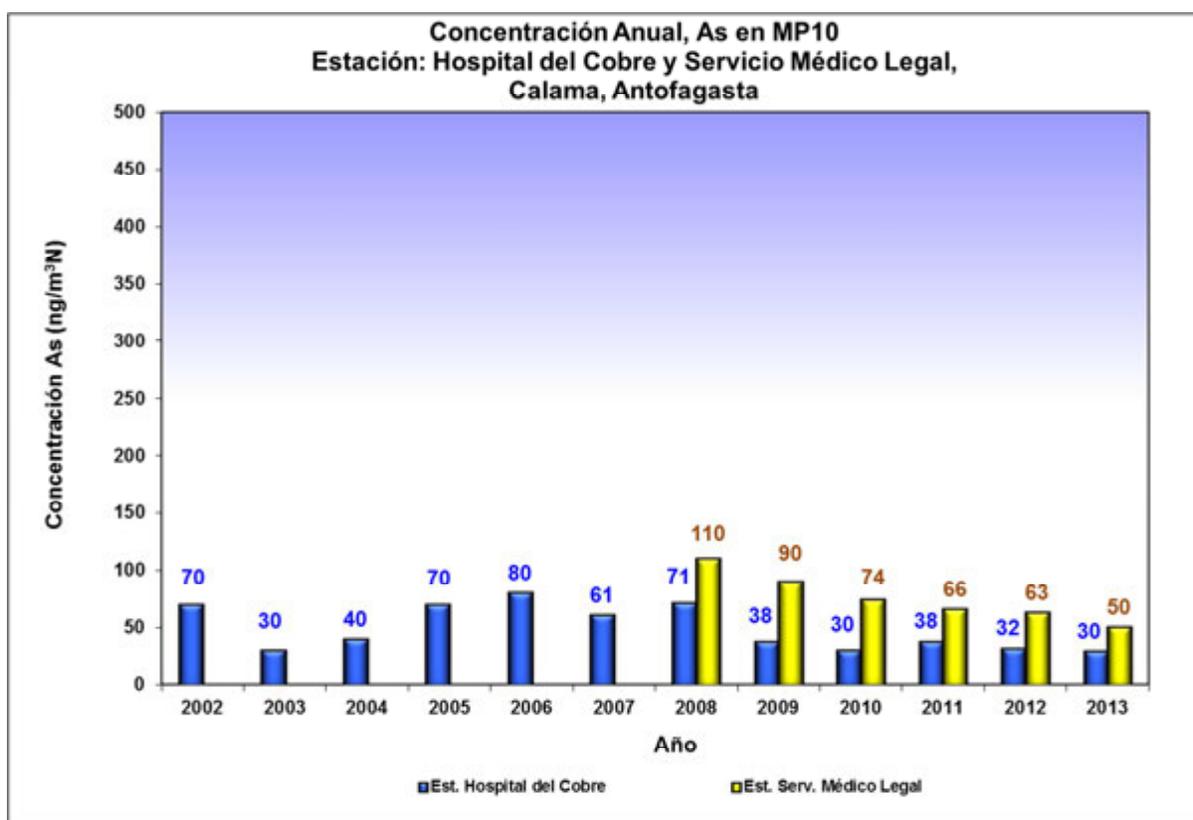


Gráfico N° 39: Concentración Anual As en MP10, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

Las estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro monitorean arsénico en MP10 desde Julio de 2013, por lo tanto, la información se considera referencial. Los promedios anuales son 414, 43 y 46 ng/m³N para PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro respectivamente (**Ver Tabla N°12**).

Tabla N°12: Concentración anual de As en MP10, Estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.

Año 2013	PVK	Club Deportivo 23 de Marzo	Centro
Promedio anual de As en MP10 (ng/m³N)	414	43	46
Días evaluados	54	59	56

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 del Cobre, en los años 2010, 2011, 2012 y 2013, los valores de concentración anual de As en MP2.5 fueron 353, 317, 370 y 160 ng/m³, respectivamente **(Ver gráfico N°40)**.

Para la estación Servicio Médico Legal, en los años 2011, 2012 y 2013, los valores de concentración anual de As fueron 396, 343 y 141 ng/m³, respectivamente **(Ver gráfico N°40)**.

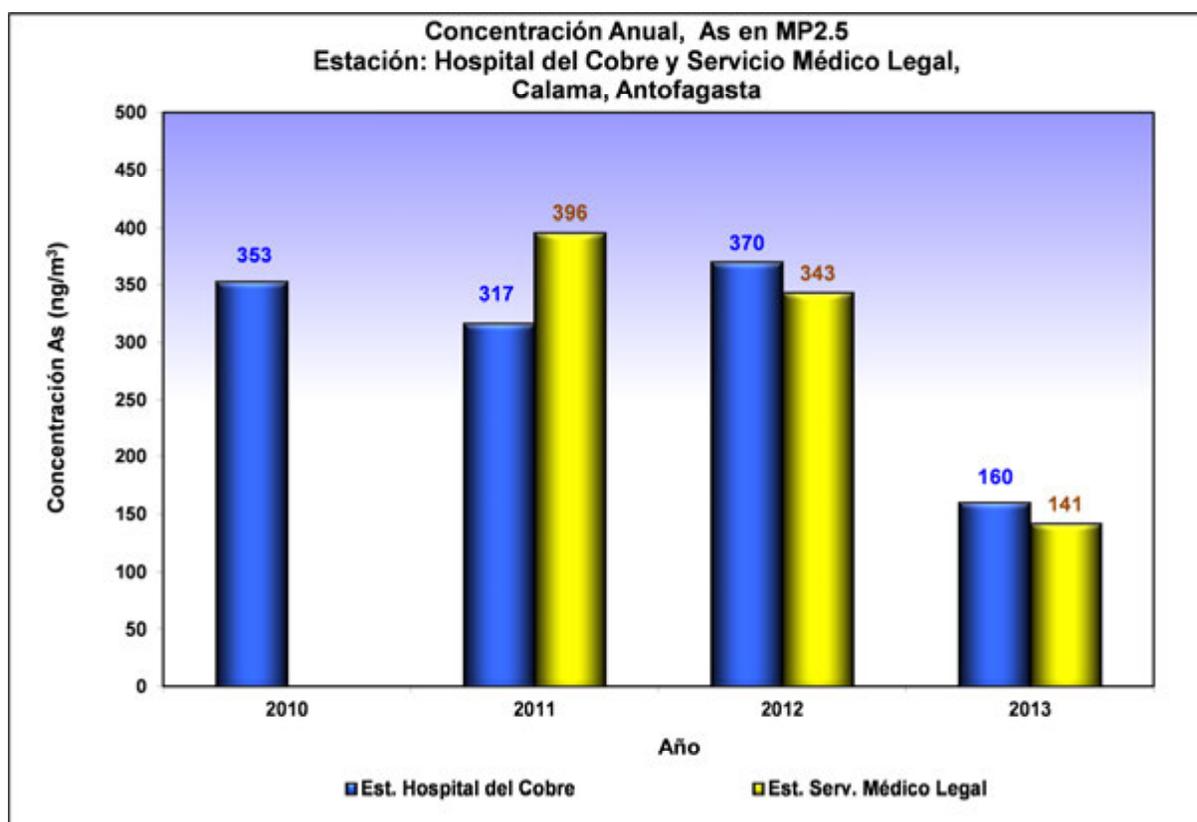


Gráfico N ° 40: Concentración Anual As en MP2.5, Estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal, Calama, Región de Antofagasta.

Las estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro monitorean arsénico en MP2.5 desde julio de 2013, por lo tanto, la información se considera referencial. Los promedios anuales son 263, 249 y 292 ng/m³ para PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro respectivamente. **(Ver Tabla N°13)**.

Tabla N°13: Concentración anual de As en MP2.5, Estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro.

Año 2013	PVK	Club Deportivo 23 de Marzo	Centro
Promedio anual de As en MP2.5 (ng/m³)	263	249	292
Días evaluados	52	60	55

g) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

La estación Centro monitorea dióxido de nitrógeno desde agosto del año 2013, el valor del promedio anual fue de 20 µg/m³N y el percentil 99 de los máximos diarios es 117 µg/m³N, ambos valores referenciales, debido a que no se dispone de la cantidad de datos que requiere cada norma (anual y diaria).

h) Ozono (O₃)

La estación Centro monitorea ozono desde agosto del año 2013, el valor del percentil 99 como concentración máxima de 8 horas, para dicho periodo fue de 90 µg/m³N. Valor referencial, debido a que no se dispone de la cantidad de datos que requiere la norma.

6.3.2 Sector Chuquicamata

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

- Estación AukaHuasi, 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 AukaHuasi 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 AukaHuasi (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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, para cada año (**Ver gráfico N°41**).

Para el año 2008, 2009 y 2010, el percentil 98 en la estación AukaHuasi se presentó sobre la norma, con un valor de 173, 260 y 171 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial, debido a que esta estación dejó de ser EMRP, en el mes de mayo del año 2008) (**Ver gráfico N°41**).

Para el año 2011, el percentil 98 estuvo bajo la norma con un valor de 143 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, pero en situación de latencia. En los años 2012 y 2013, el percentil 98 superó la norma con un valor de 191 y 165 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°41**).

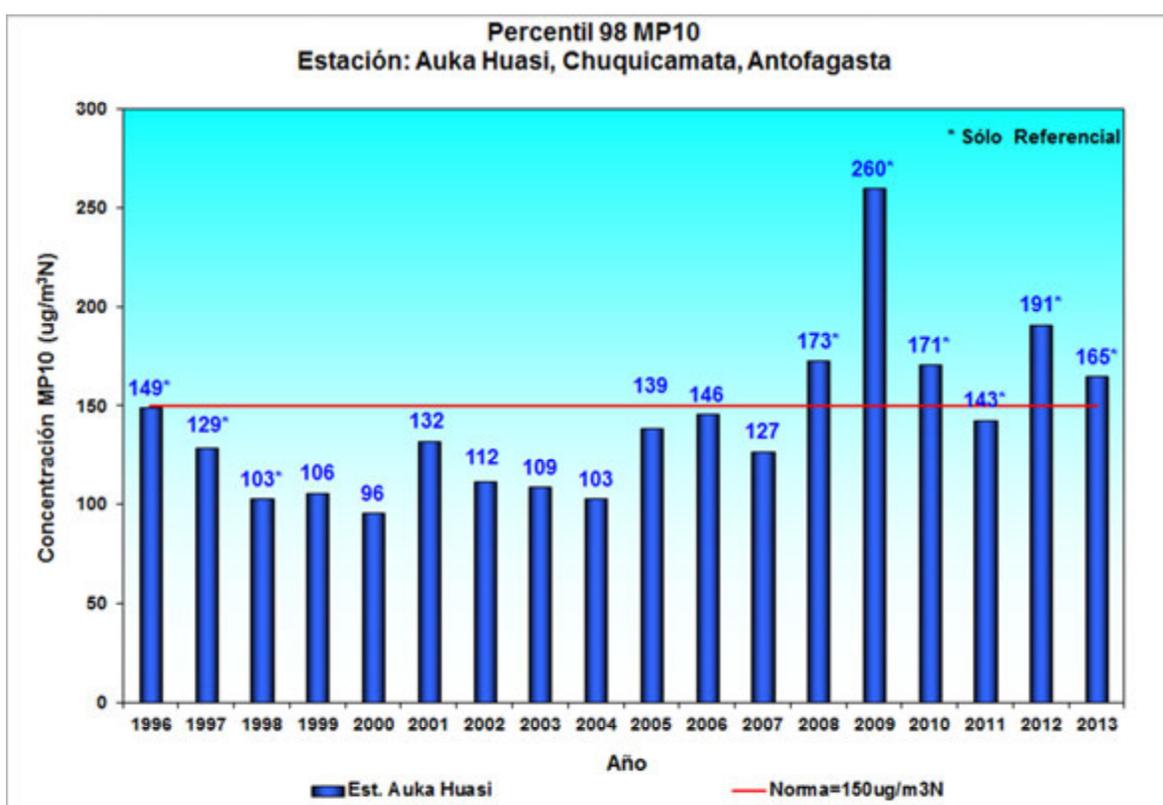


Gráfico N° 41: Percentil 98 MP10, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

La concentración de MP10, desde el periodo 1996-1998 al 1998-2000 estuvo sobre la norma anual para la estación AukaHuasi (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°42**).

Para los periodos 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 en la estación AukaHuasi, la concentración de MP10 fue aumentando levemente y

continuó estando sobre la norma, con un valor de concentración de 70, 75, 78, 76, 73 y 76 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (información referencial, debido a que esta estación dejó de ser EMRP en el mes de mayo del año 2008) (**Ver gráfico N°42**).

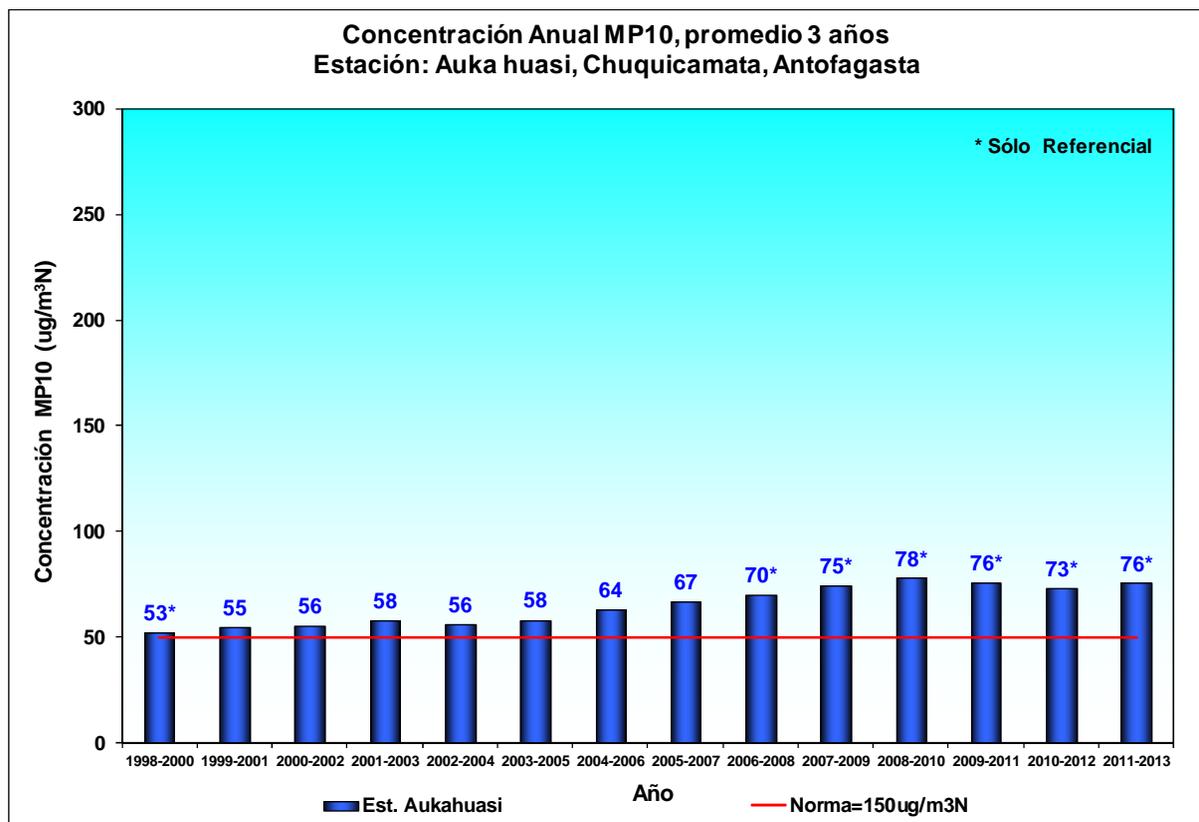


Gráfico N° 42: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

b) Dióxido de Azufre (SO₂)

b.1. Norma Diaria

En la estación AukaHuasi, 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°43**). 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°43**).

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°43**).

Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, el percentil 99 tuvo valores de 331, 328 y 449 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, 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°43**).

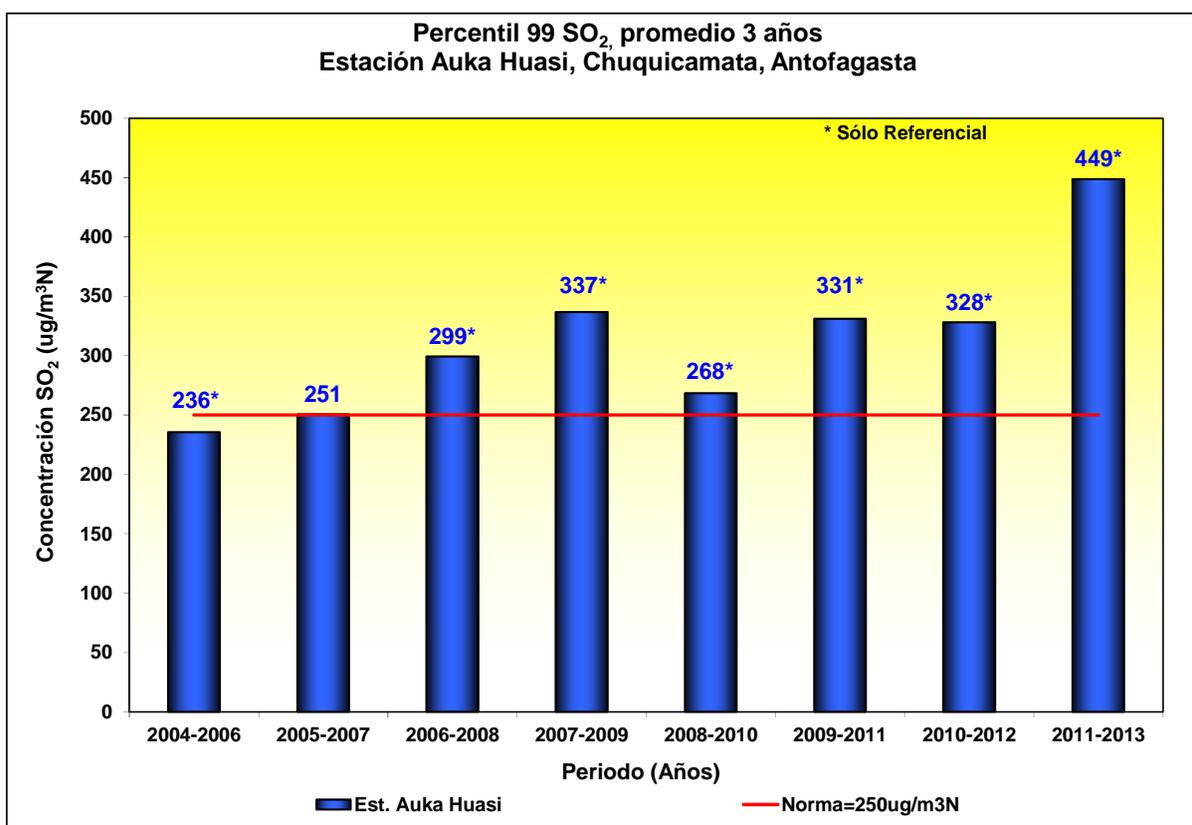


Gráfico N° 43: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

Para la estación AukaHuasi, 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°44**).

Para el periodo 2005-2007, la concentración, en esta estación de monitoreo, correspondió a 51 µg/m³N, valor bajo la norma (**Ver gráfico N°44**).

Para los periodos 2006-2008, 2007-2009, 2008-2010, 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 la estación AukaHuasi estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 56, 62, 51, 72, 70 y 73 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°44**).

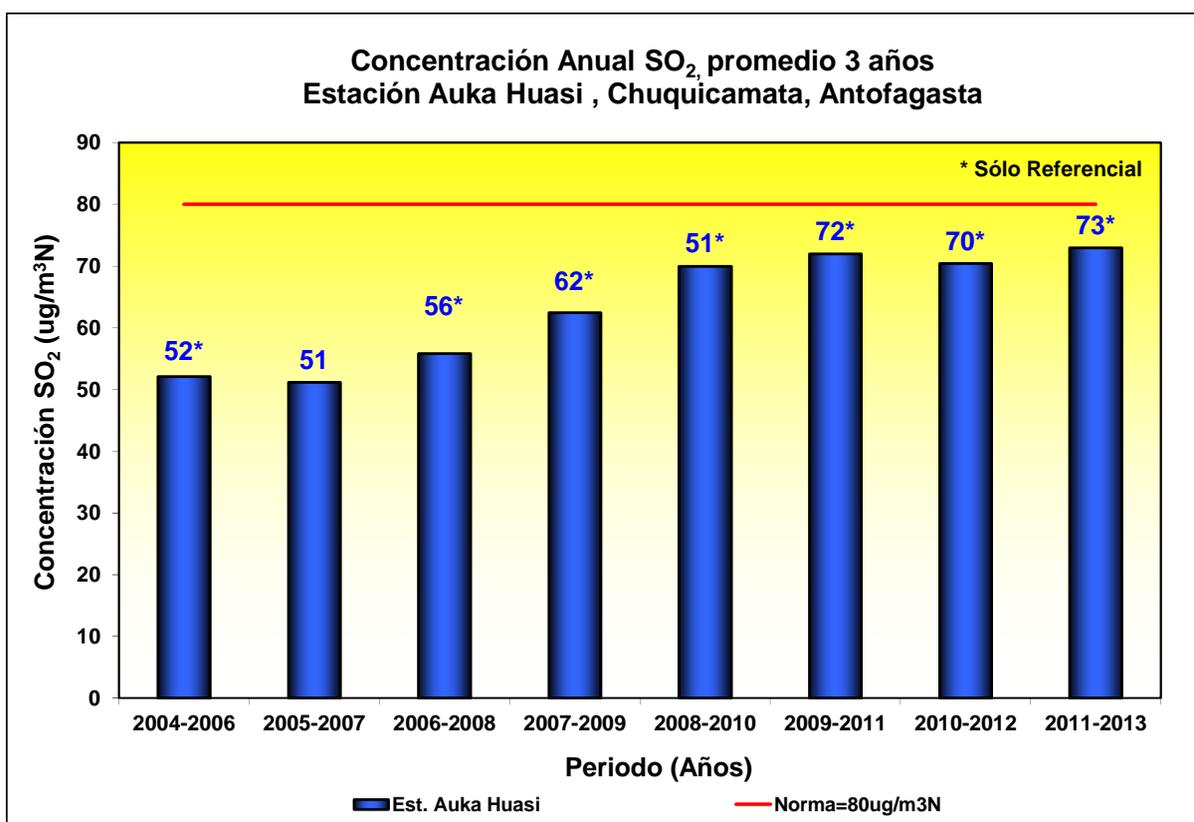


Gráfico N° 44: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

c) 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 AukaHuasi monitorea Plomo sólo durante el año 2013, el valor de concentración es de 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (información referencial, debido a que esta estación dejó de ser EMRP en el mes de mayo del año 2008).

d) 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, excepto el 2013 (**Ver gráfico N°45**).

Para los años 2011, 2012 y 2013, los valores de concentraciones de arsénico fueron de 168, 113 y 196 $\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°45**).

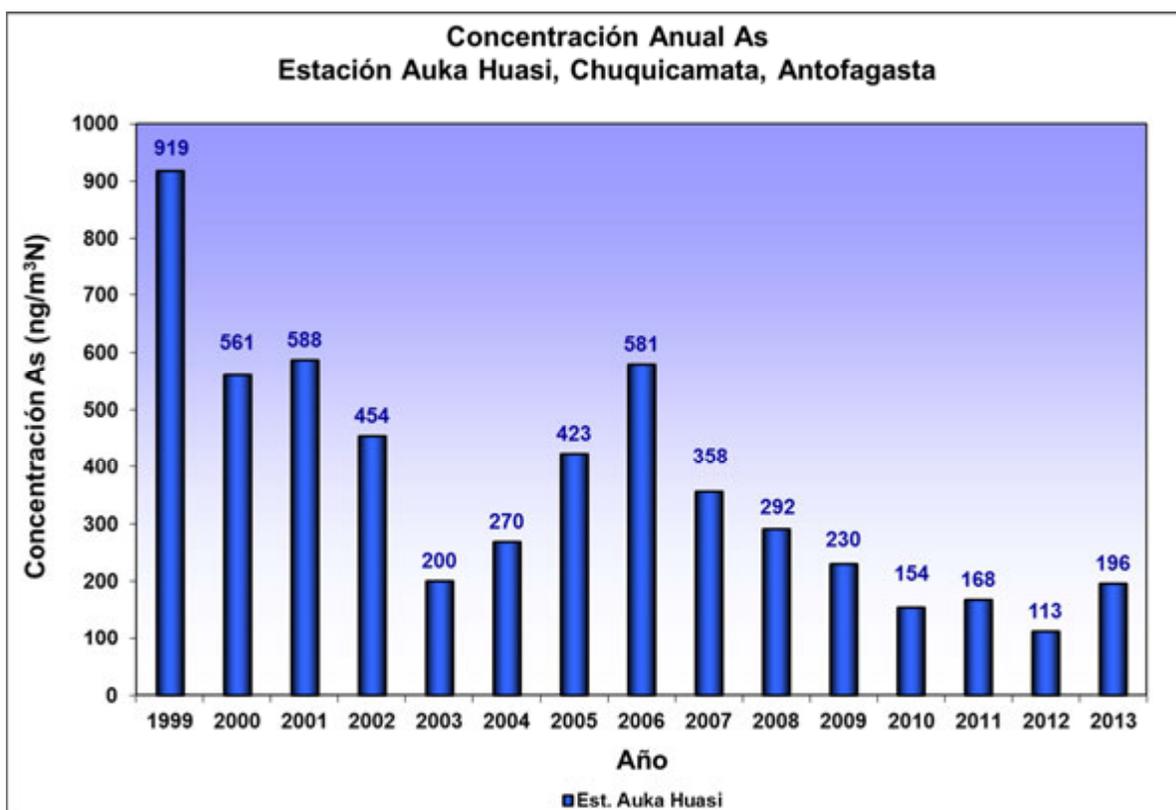


Gráfico N° 45: Concentración Anual As, Estación AukaHuasi, Chuquicamata, Región de Antofagasta.

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 para MP10 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 al 2012, presenta una 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 el valor de percentil 98 estuvo nuevamente bajo la norma con un valor de 71 y $76 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente (**Ver gráfico N°46**). El año 2013, el valor del percentil 98 disminuyó, obteniéndose un valor de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

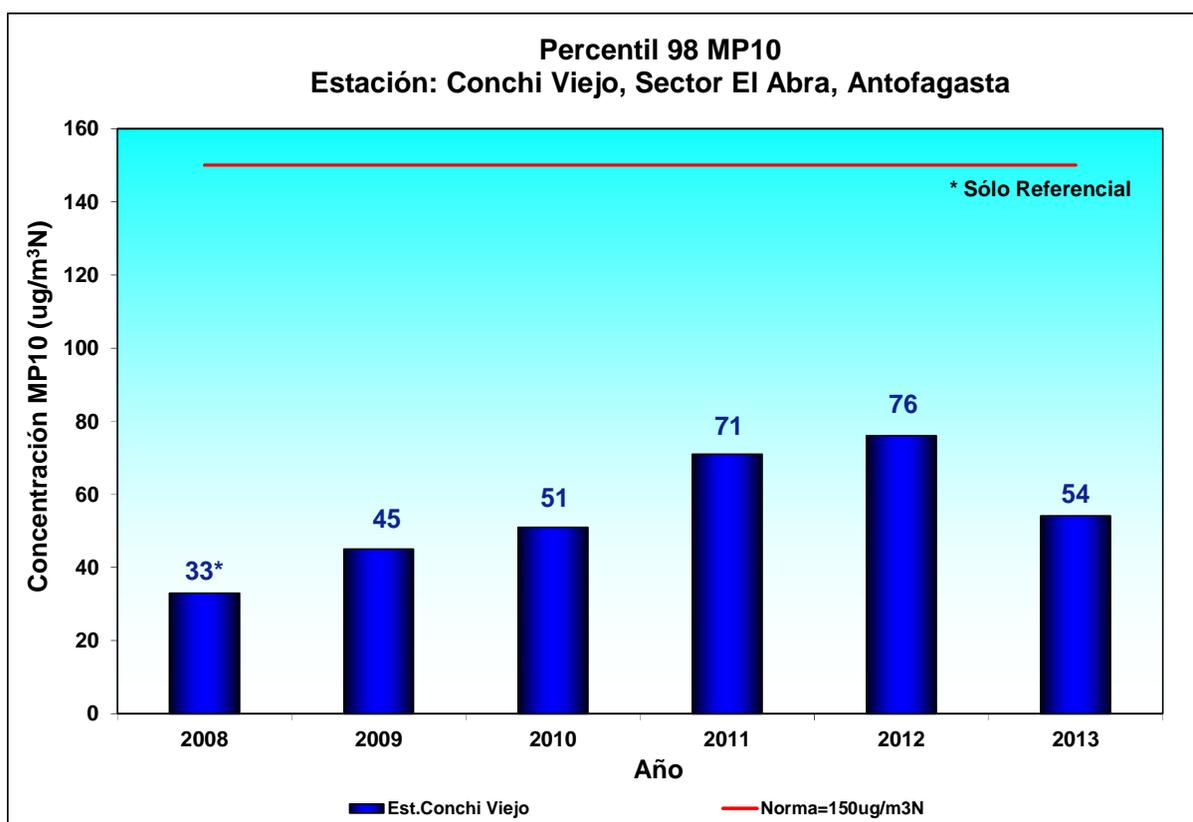


Gráfico N° 46: Percentil 98 MP10, Estación Conchi Viejo, Sector El Abra, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

En esta estación se comenzó a monitorear en el mes de agosto de 2008, obteniéndose para el periodo 2008-2010 un valor de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, dato bajo la norma anual (se modifica el valor con respecto a lo indicado en el informe del año 2013) **(Ver gráfico N°47)**.

Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 se presentan valores de percentil 98 de 19, 22 y $23 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, todos ellos bajo la norma **(Ver gráfico N°47)**.

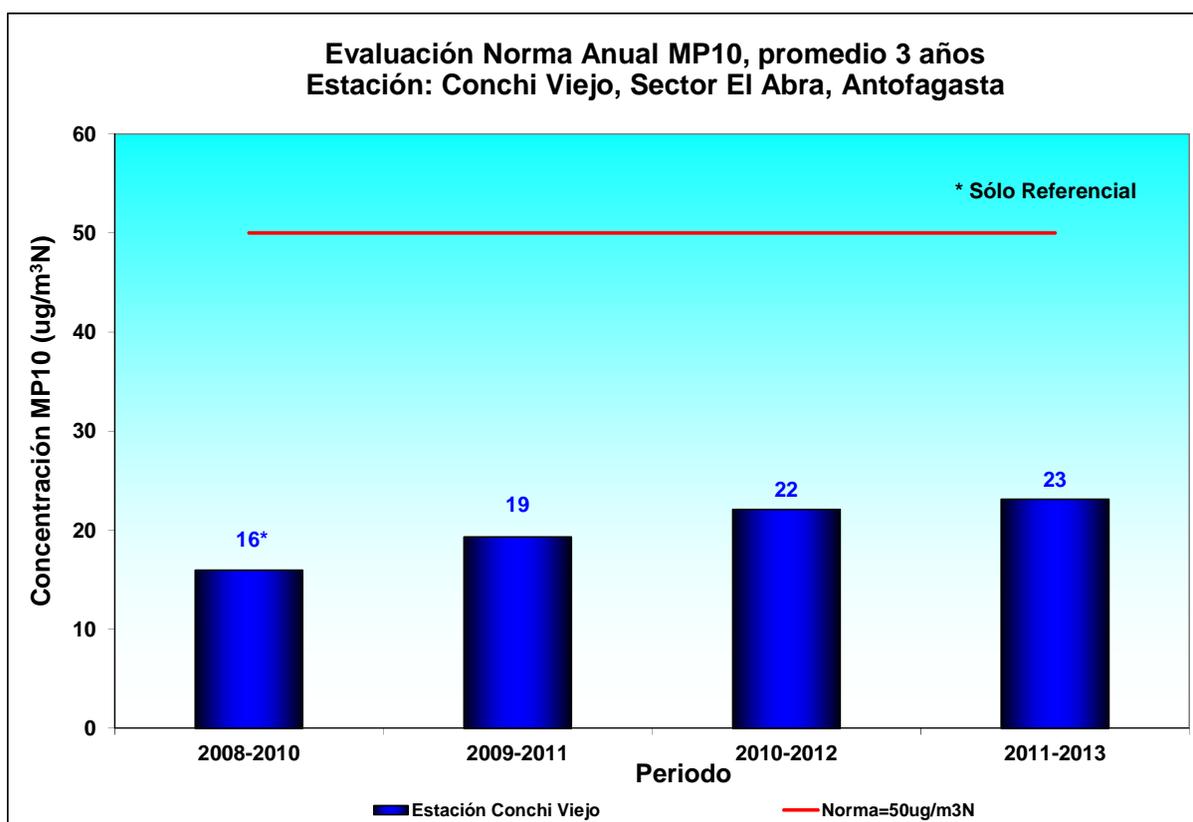


Gráfico N° 47: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Conchi Viejo, Sector El Abra, Región de Antofagasta.

6.3.4 Sector Chiuchiu

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

- Estación Chiuchiu, autorizada EMRP para MP10 y EMRPG (SO₂), a partir del 02 de mayo del año 2008, además monitorea MP2.5, pero la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si los contaminantes MP2.5 y Pb están incorporados dentro de la representatividad. Está a cargo de Codelco Chile, División Chuquicamata.

a) Material Particulado Respirable MP10

a.1. Norma Diaria

En la estación Chiuchiu, 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°48**).

Para el año 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 en la estación Chiuchiu, el percentil 98 presentó valores de 111, 92, 77, 87 y 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores bajo la norma (**Ver gráfico N°48**).

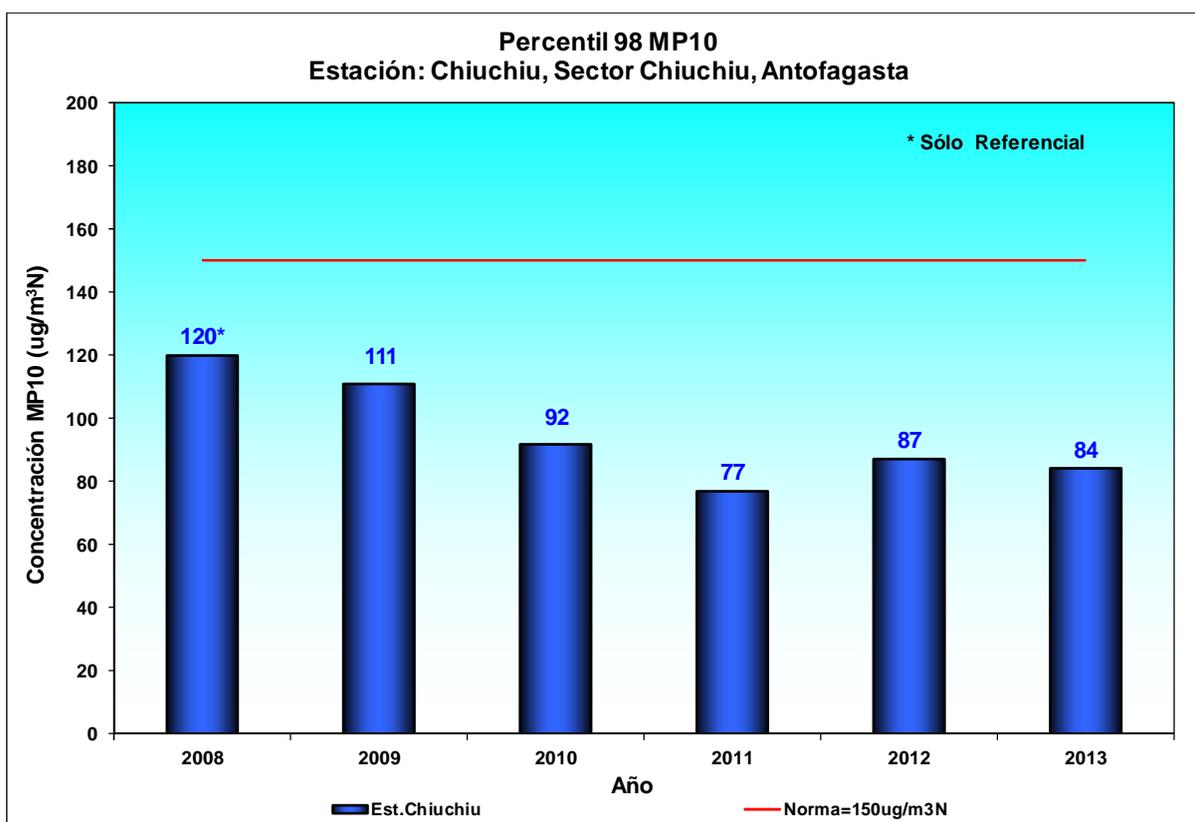


Gráfico N° 48: Percentil 98 MP10, Estación Chiuchiu, Sector Chiuchiu, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

En la estación Chiuchiu, 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). 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°49**).

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, los valores de concentración de MP10 fueron de 55 y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valores sobre la norma anual. Sin embargo, el periodo 2011-2013, el valor de concentración de MP10 fue de $48 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma anual (**Ver gráfico N°49**).

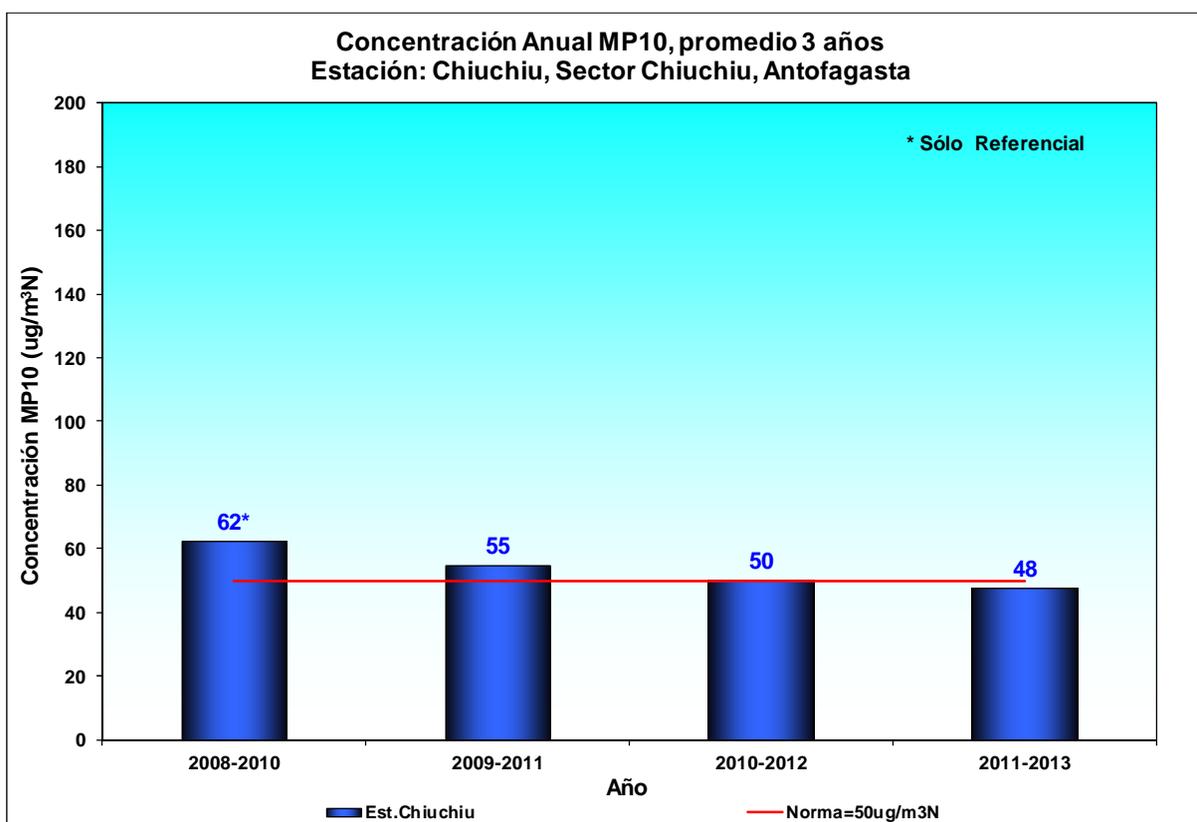


Gráfico N° 49: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Chiuchiu, Sector Chiuchiu, Región de Antofagasta.

b) Material Particulado Fino MP2.5

Para la estación Chiuchiu, la información remitida por la empresa corresponde a datos normalizados, sin embargo, la evaluación para este contaminante se ha realizado considerando que los datos remitidos son todos sin normalizar, como lo establece la norma respectiva.

Cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si el contaminante MP2.5 está incorporado dentro de la representatividad. Por lo anterior, los resultados se indican a modo referencial.

b.1. Norma Diaria

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

En el año 2010 esta estación presentó un valor de percentil 98 de 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor en situación de latencia. Los años 2011 y 2012 el percentil 98 estuvo bajo la norma con valores de 36 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Finalmente, el año 2013 presentó un valor de percentil 98 de 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **(Ver gráfico N°50).**

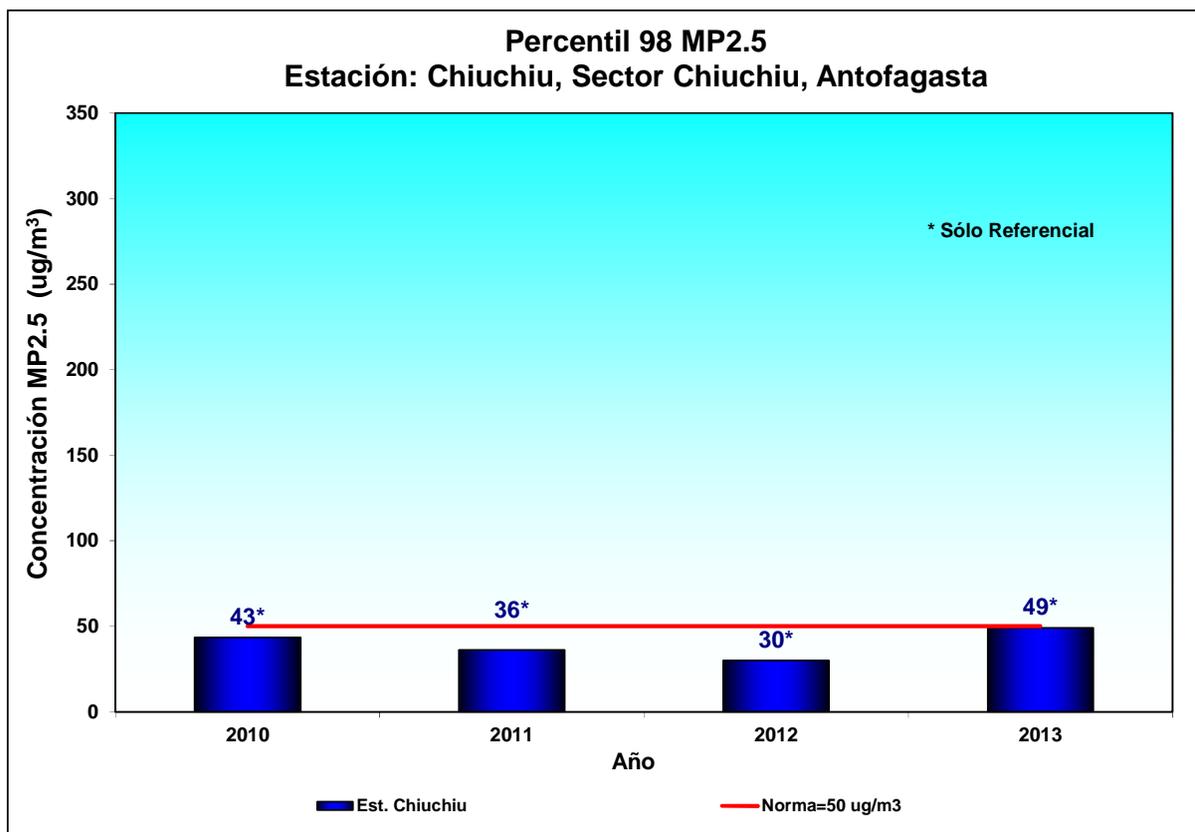


Gráfico N° 50: Percentil 98 MP2.5, Estación Chiuchiu, Sector Chiuchiu, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

La norma anual del material particulado fino MP2.5 establece una concentración de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Con respecto al periodo 2010-2012, se dispone de información de MP2.5 a partir del mes de Junio de 2010, por lo tanto, dicho año no cuenta con el mínimo de meses para ser válido. El promedio trianual para los periodos 2010-2012 y 2011-2013, fue de 12 y 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, valores bajo la norma y bajo la latencia. **(Ver Gráfico N°51).**

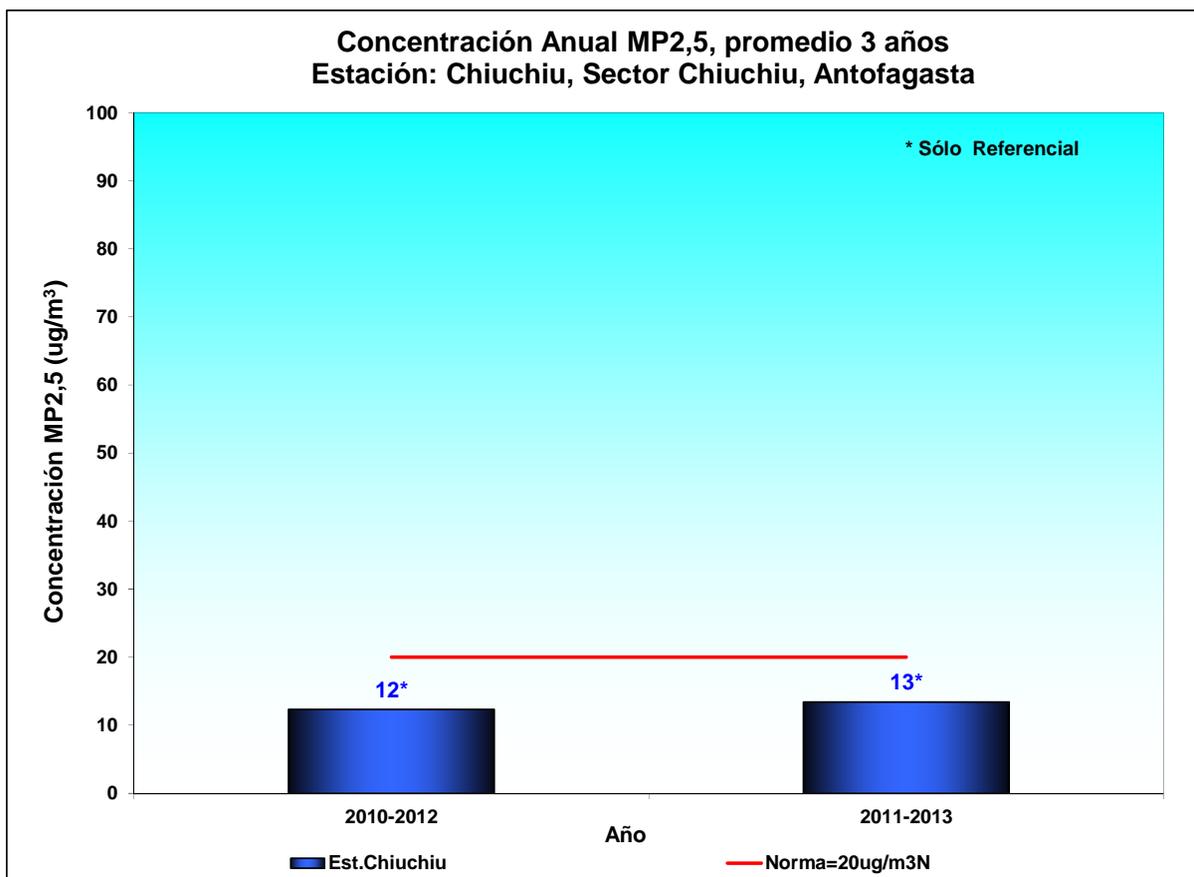


Gráfico N° 51: Concentración anual deMP2.5, promedio 3 años, Estación Chiuchiu, Sector Chiuchiu, Región de Antofagasta.

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°52**).

Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, el percentil 99 fue de 11, 8 y 12 µg/m³N, respectivamente, valores bajo la norma (**Ver gráfico N°52**).

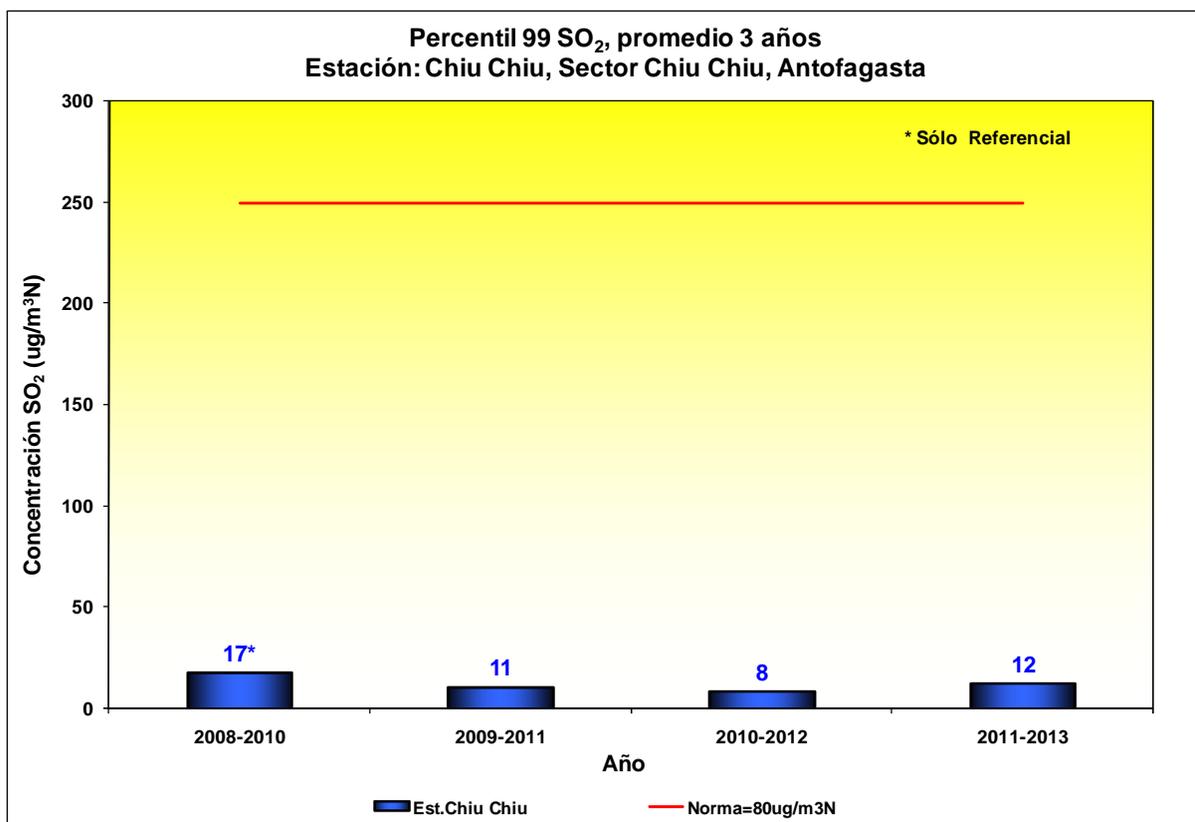


Gráfico N° 52: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación ChiuChiu, Sector ChiuChiu, Región de Antofagasta.

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°53)**.

Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012, el valor de la concentración anual de SO₂ fue de 2 µg/m³N, para ambos periodos. Para el periodo 2011-2013, el valor de la concentración anual de SO₂ fue de 3 µg/m³N **(Ver gráfico N°53)**.

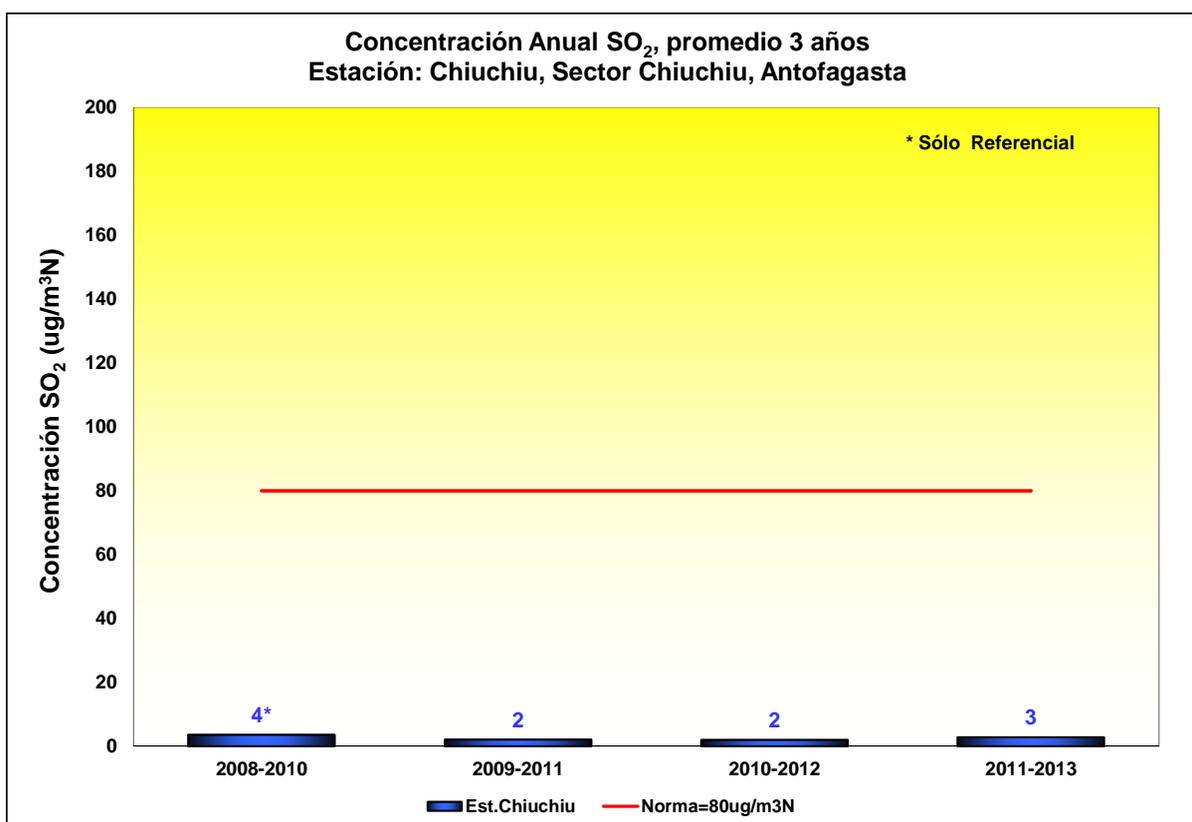


Gráfico N° 53: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años, Estación Chiuchiu, Sector Chiuchiu, Región de Antofagasta.

d) Plomo (Pb)

d.1 Plomo en MP10

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 Chiuchiu monitorea plomo sólo durante el año 2013. El valor de concentración es de 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, sólo referencial.

d.1 Plomo en MP2.5

No existe norma para plomo en MP2.5, sin embargo se monitorea en esta estación durante el año 2013, el valor correspondiente es de 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y se debe considerar referencial.

e) Arsénico (As)

e.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 80 $\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ y 50 $\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ para los años 2008 y 2009, respectivamente (**Ver gráfico N°54**).

Para los años 2010, 2011, 2012 y 2013, los valores de concentración anual de As fueron de 30, 26, 33 y 30 $\text{ng}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente. (**Ver gráfico N°54**).

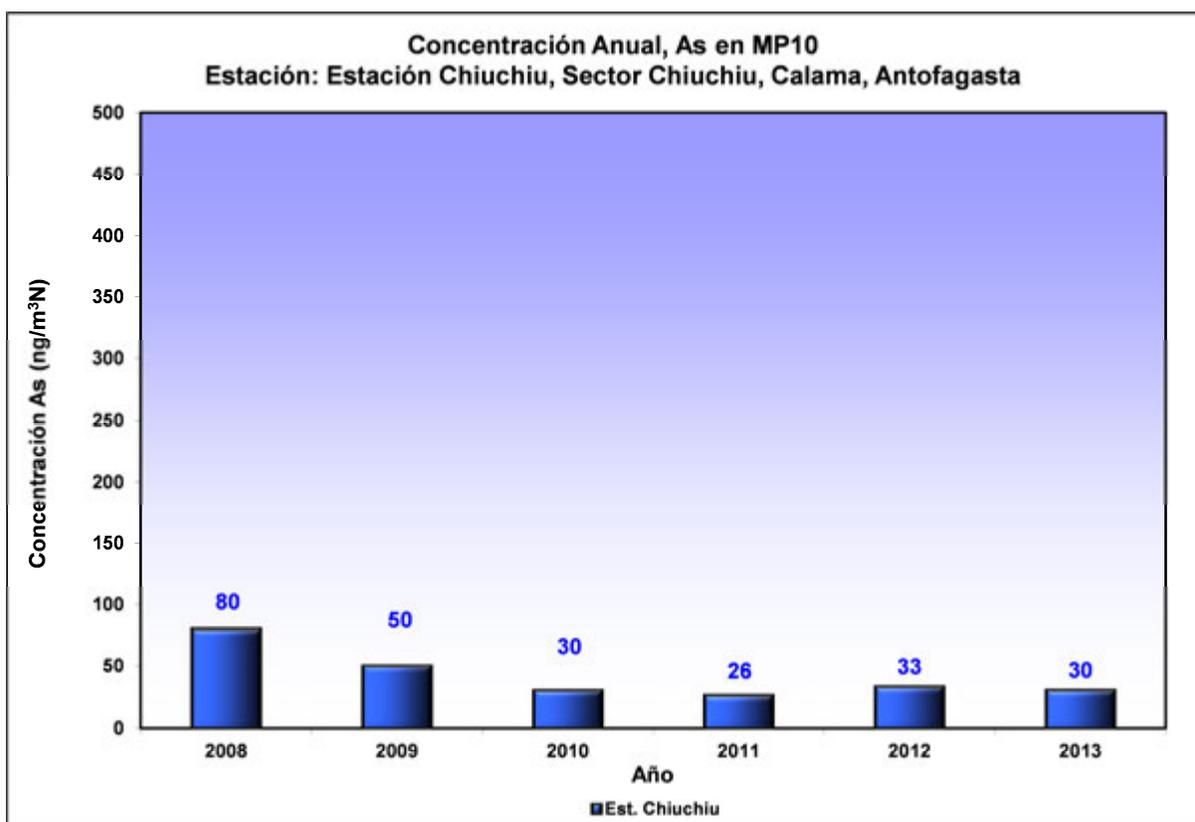


Gráfico N° 54: Tendencia As anual, Estación Chiuchiu, Sector Chiuchiu, Región de Antofagasta.

e.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, 2012 y 2013 fueron 296, 462, 210 y 334 ng/m³ 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 el gráfico se muestran los promedios anuales de As en MP2.5 (**Ver Gráfico N° 55**).

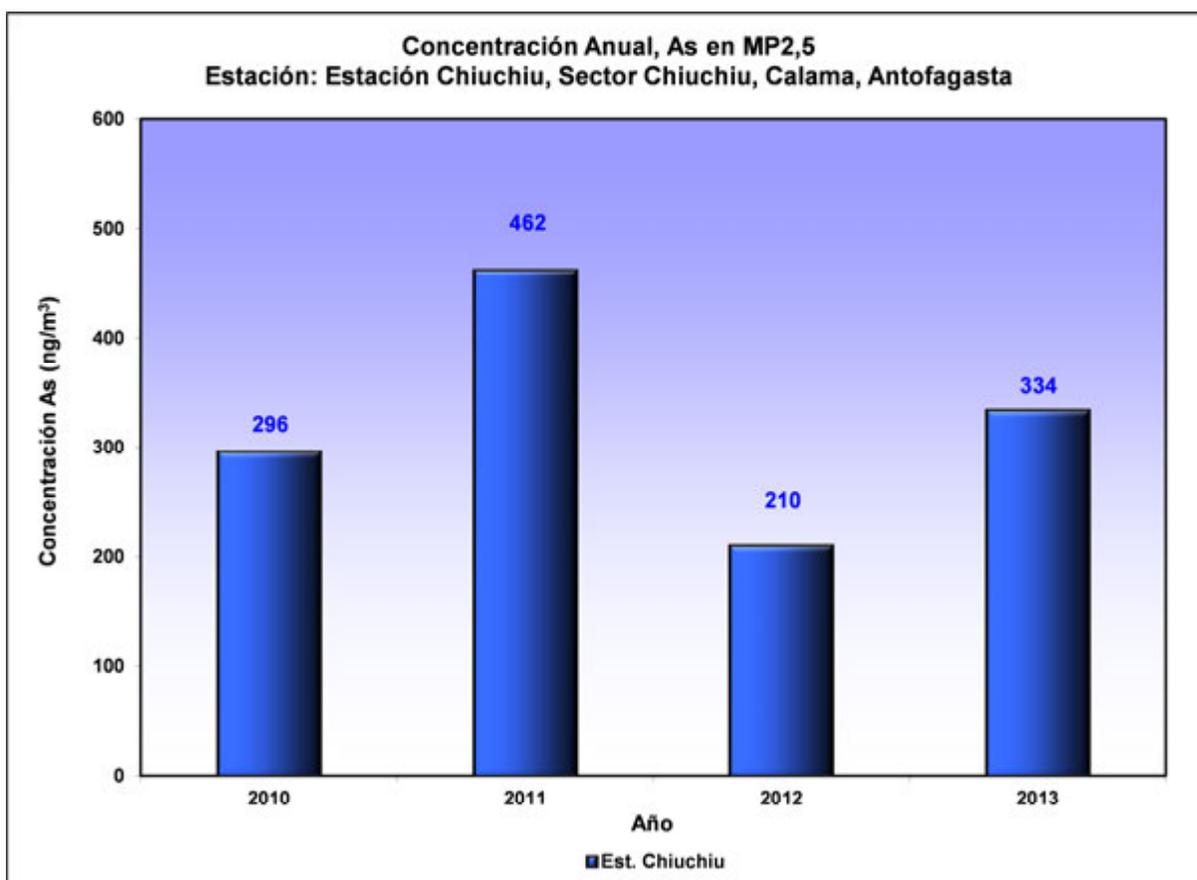


Gráfico N° 55: Concentración anual de As en MP2.5, Estación Chiuchiu, Sector Chiuchiu, Región de Antofagasta.

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 podrá modificar 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

Desde el año 2000 al 2008, el percentil 98 estuvo sobre la norma diaria en la estación Hospital e Iglesia. El 2009 se superó sólo en la estación Hospital y Sur, con un valor de 200 y 263 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°56**).

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 y 2013, las tres estaciones estuvieron bajo la norma. El año 2013 los valores fueron de 70, 81, 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para las estaciones Hospital, Iglesia y Sur respectivamente (**Ver gráfico N°56**).

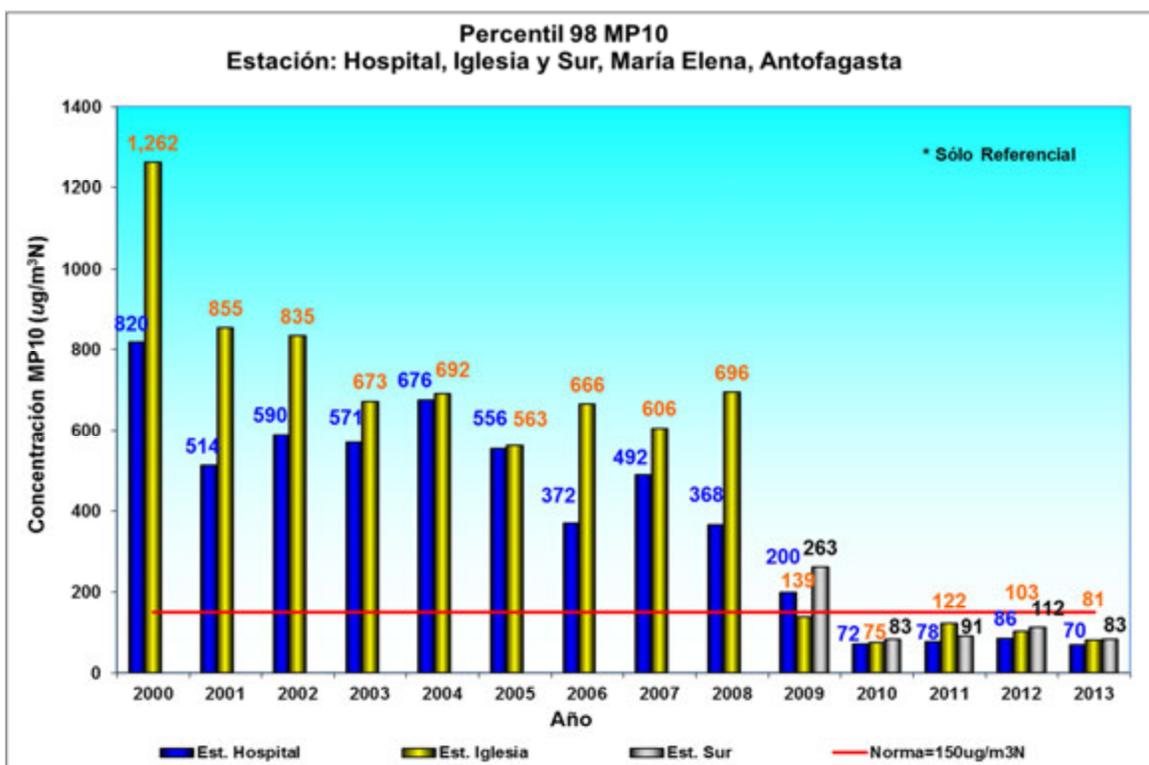


Gráfico N° 56: Percentil 98 MP10, Estación Hospital, Iglesia y Sur, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

En la estación Hospital, la norma anual, ha sido superada desde el periodo 2000-2002 al 2009-2011. Para los periodos 2010-2012 y 2011-2013 ha estado en situación de latencia, con un valor de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en ambos periodos (**Ver gráfico N°57**)

Con respecto a la estación Iglesia, la norma ha sido superada desde el periodo 2000-2002 al 2011-2013, obteniéndose en el último periodo señalado, un valor de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

La estación Sur presenta valores sobre la norma anual en los 3 periodos en que ha monitoreado, 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 (se modifica el valor del periodo 2010-2012, con respecto a lo indicado en el informe del año 2013). Con respecto al último periodo en comento, obtuvo un valor de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°57**).

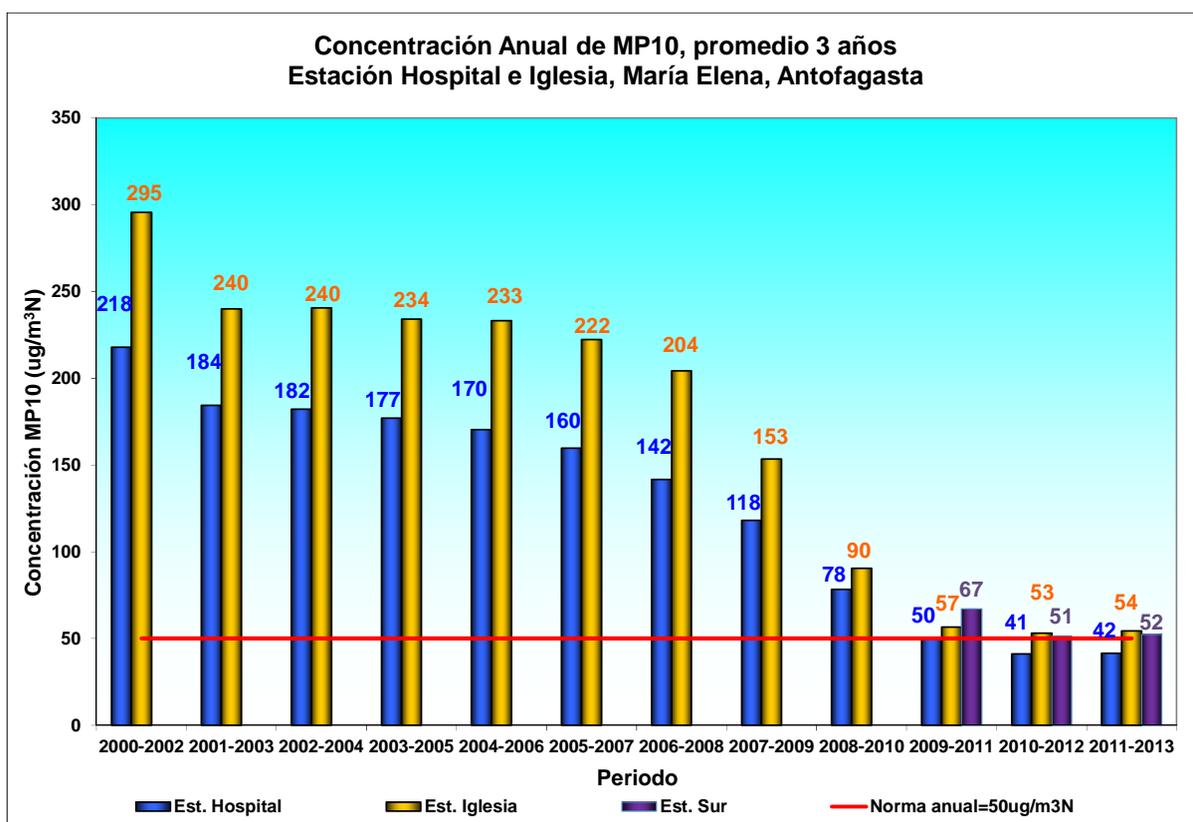


Gráfico N° 57: Concentración Anual, promedio 3 años, Estaciones Hospital e Iglesia, Región de Antofagasta.

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 Chilex 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 para MP10, a partir del 21 de noviembre de 2012, a cargo de Minera Sierra Gorda S.C.M. Adicionalmente, mide MP2.5 (cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si el contaminante MP2.5 está incorporado dentro de la representatividad). Esta estación comienza a monitorear en Octubre del año 2012.

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, 2012 y 2013 los valores del percentil 98 fueron de 65, 143 y 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, encontrándose el año 2012 en situación de latencia, y el año 2013 en saturación (**Ver gráfico N°58**).

La estación Poblado Sierra Gorda, durante el 2005 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). 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. 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. Finalmente, el año 2013 el valor de percentil 98 fue de 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. (**Ver gráfico N° 58**)

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 el monitoreo el mes de Octubre del 2012). Para el año 2013 el valor del percentil 98 en la estación fue de 103 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma y latencia. (**Ver gráfico N° 58**)

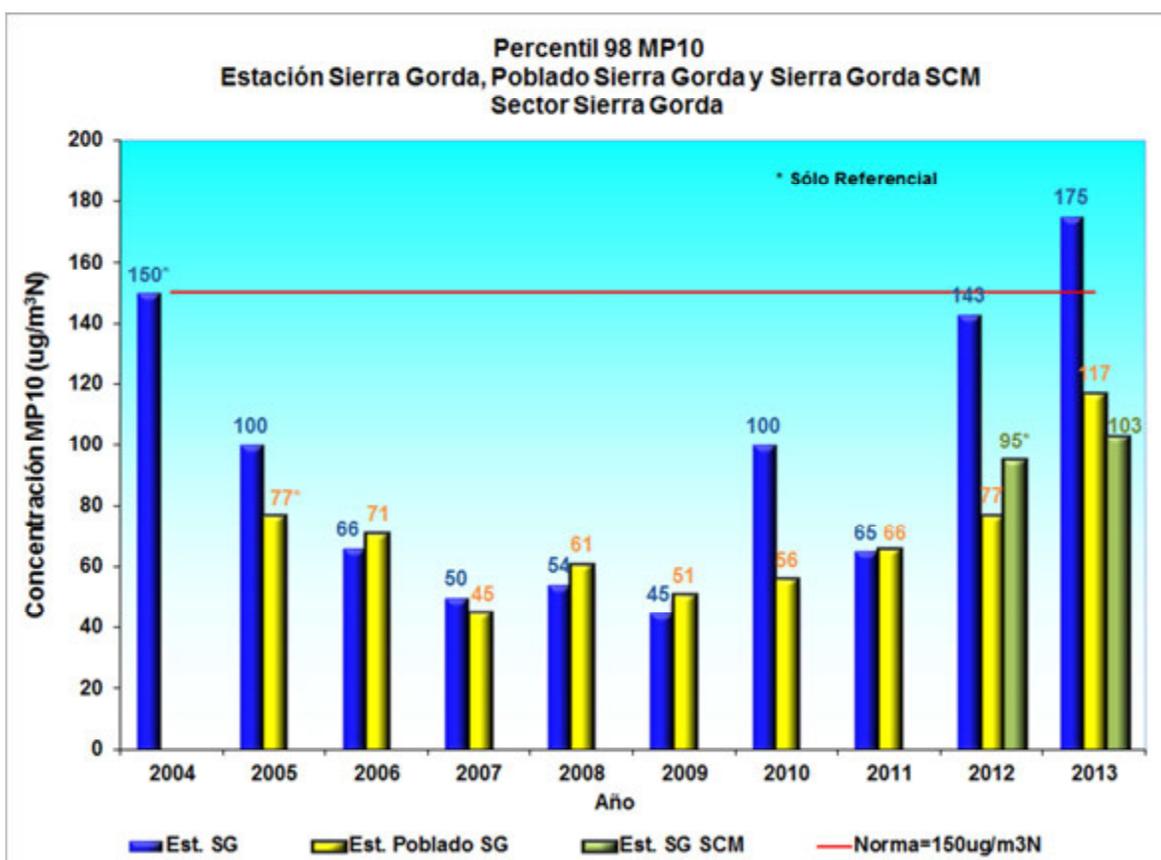


Gráfico N° 58: Percentil 98 MP10, Estaciones Sierra Gorda, Poblado Sierra Gorda y Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.

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). 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, 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, el último periodo indicado se encuentra en situación de latencia. Para el periodo 2011-2013 la estación se presenta sobre la norma con un valor de 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver gráfico N°59**).

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). Para los periodos 2006-2008 y 2007-2009, estuvo bajo la norma, con un valor de concentración de 33 y 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente (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, 2010-2012 y 2011-2013, los valores de concentración de MP10 fueron 31, 33 y 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, todos valores bajo la norma, sin embargo, el periodo 2011-2013 se encuentra en situación de latencia (**Ver gráfico N°59**).

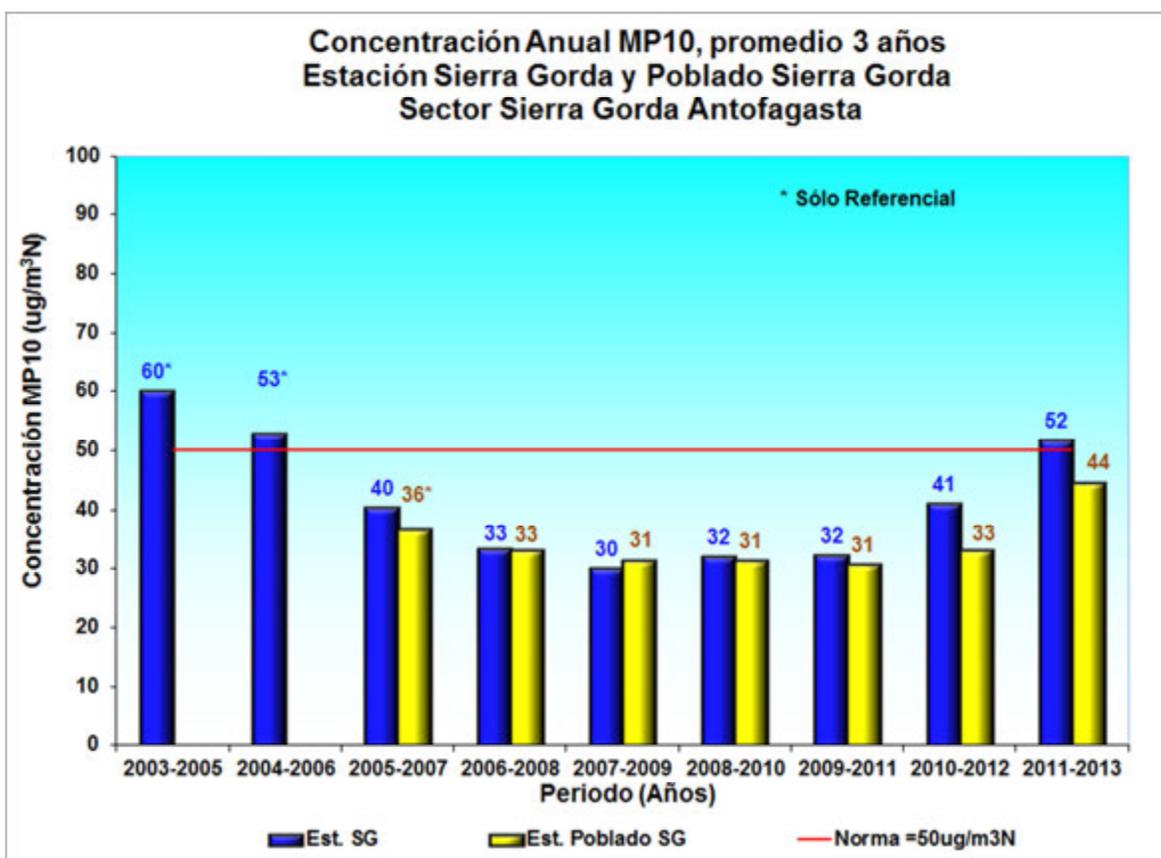


Gráfico N° 59: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estaciones Sierra Gorda y Poblado Sierra Gorda, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.

Para el caso de la estación Sierra Gorda SCM, no es posible calcular la concentración anual ya que no se cuenta con 3 años consecutivos de monitoreo (esta estación comienza a medir en Octubre del 2012). Sin embargo, a modo referencial se presenta el promedio aritmético de la concentración de MP10 de los años 2012 y 2013 (**Ver tabla N°14**).

Tabla N°14: Promedio Anual de Material Particulado MP10 Estación Sierra Gorda SCM

Año	2012	2013
Promedio anual de concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	54	56
Días evaluados	80	355
Año válido	No	Sí

b) Material Particulado Respirable MP2.5

La estación Sierra Gorda SCM monitorea este contaminante desde el mes de Octubre de 2012. La empresa a cargo de los datos entrega información normalizada para este contaminante, hasta el mes de diciembre de 2013. Sin embargo, en este informe, la unidad de concentración para el MP2.5 se indicará sin normalizar, ya que así lo establece la norma. Adicionalmente, la resolución de representatividad poblacional para estas estaciones, no especifica claramente si el contaminantes MP2.5 está incorporado dentro de la representatividad. Por lo anterior, los resultados se indican a modo referencial.

b.1. Norma Diaria

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

El percentil 98 para el año 2012 y 2013 fue de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, ambos valores bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°60**).

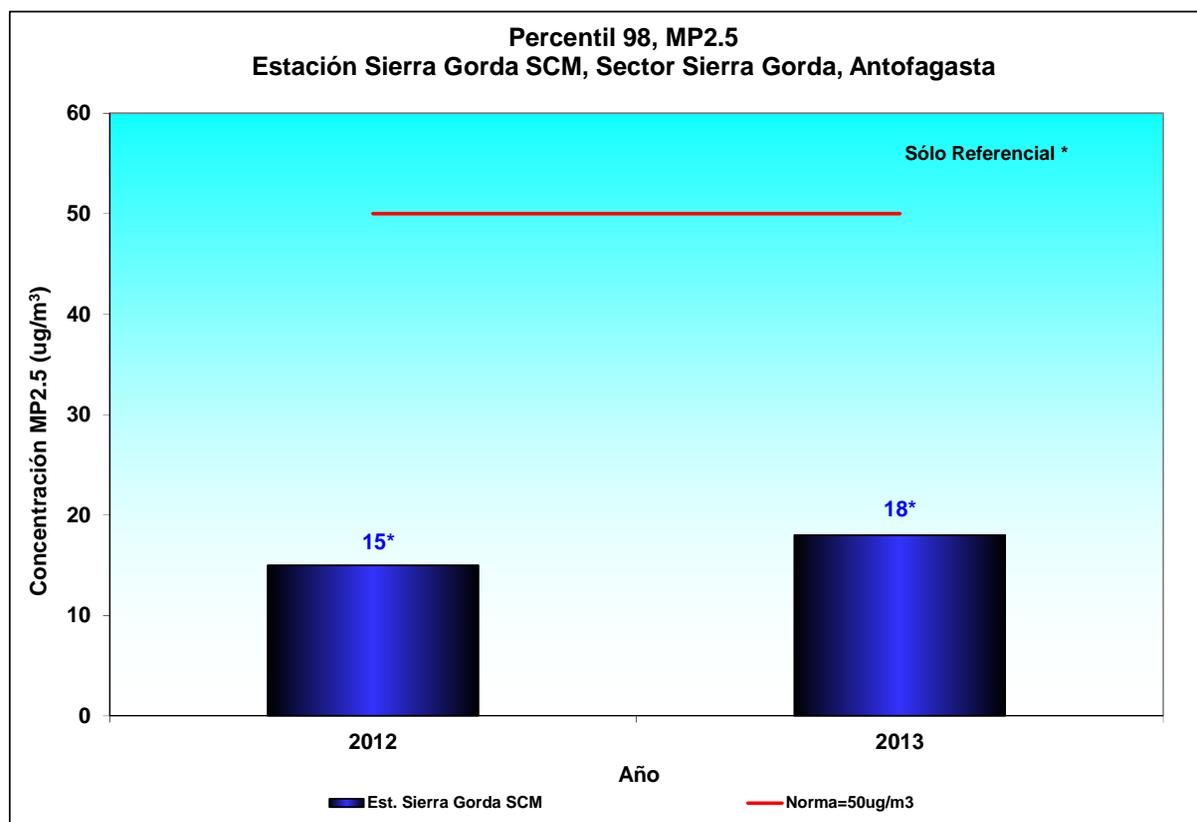


Gráfico N° 60: Percentil 98 MP2.5, Estación Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

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

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual, ya que no se cuenta con la cantidad de datos requeridos por la norma.

A modo referencial, el promedio aritmético para el año 2012 y 2013 fue de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, ambos bajo el valor de la norma anual (**ver tabla N°15**).

Tabla N°15: Promedio Anual de Material Particulado MP2.5 Estación Sierra Gorda SCM, Sector Sierra Gorda.

Año	2012	2013
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9	10
Días evaluados	83	363
Año válido	No	Sí

c) Plomo (Pb) en MP10

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 Sierra Gorda monitorea Plomo de manera referencial (registra solo 24 monitoreos en promedio al año, dos monitoreos mensuales y no tiene representatividad para el contaminante) entre los años 2009 y 2013. El valor de concentración para el periodo 2012-2013 es de $0,011 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, bajo la norma (**Ver gráfico N°61**).

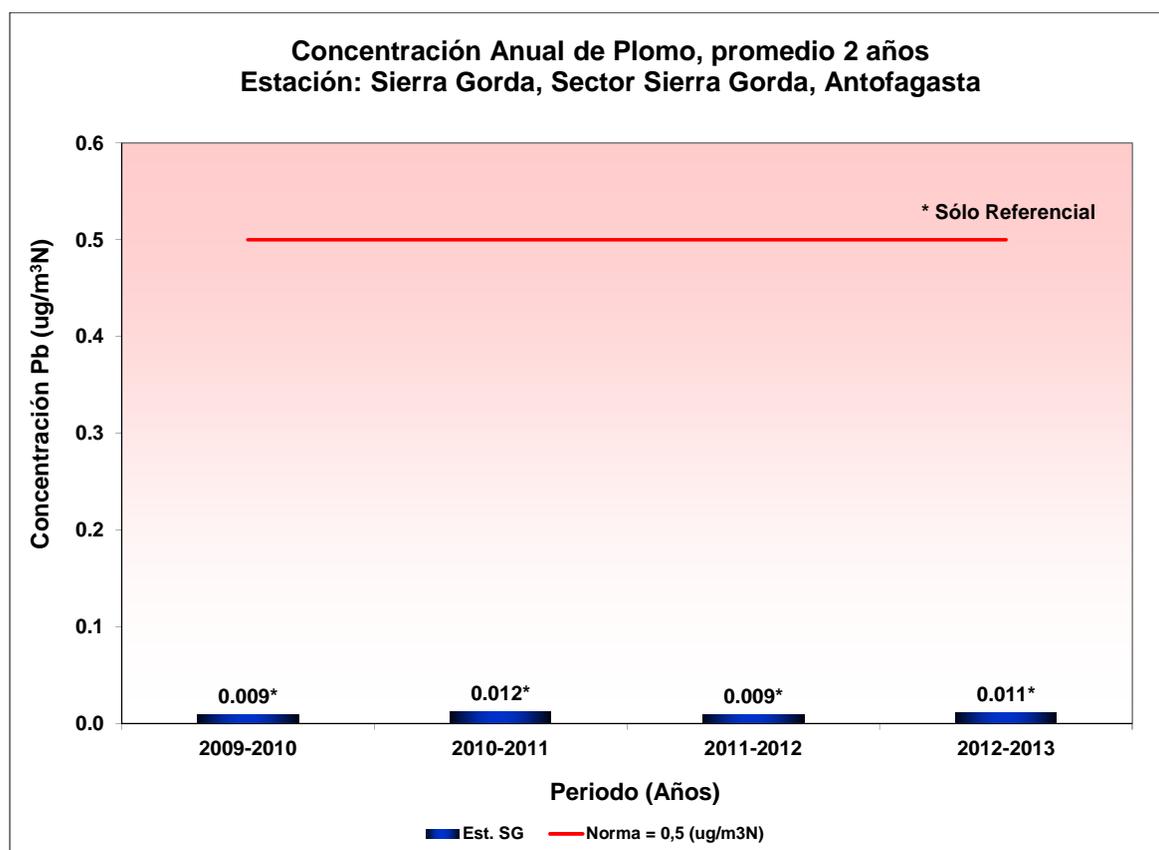


Gráfico N° 61: Concentración Anual de Plomo, promedio 2 años, Estación Sierra Gorda, Sector Sierra Gorda, Antofagasta.

d) Arsénico (As) en MP10

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

En el gráfico siguiente muestra los promedios anuales de arsénico entre los años 2003 y 2013. Para los años 2011, 2012 y 2013, los valores de concentraciones de arsénico fueron de 18, 7 y $18 \text{ ng}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente (**Ver gráfico N°62**).

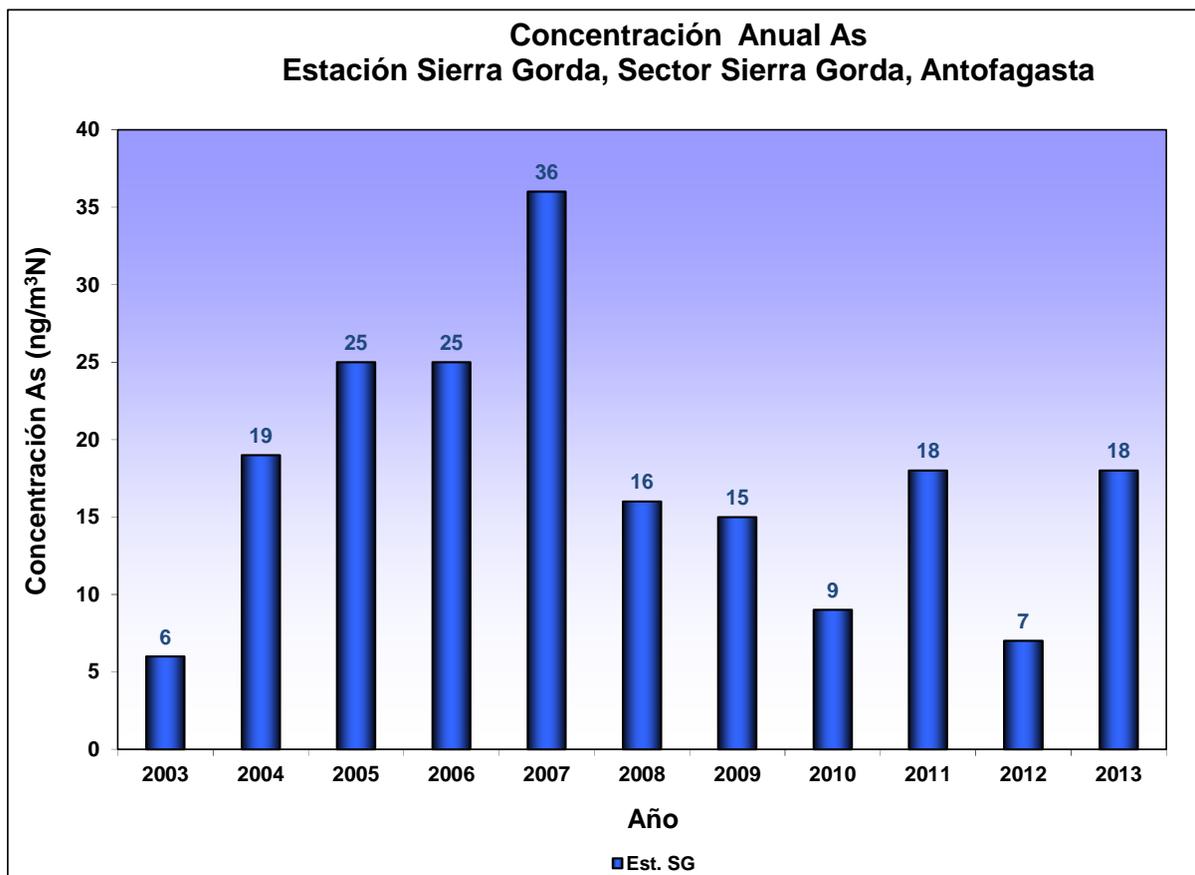


Gráfico N° 62: Concentración Anual As, Estación Sierra Gorda, Sector Sierra Gorda, Región de Antofagasta.

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, 2012 y 2013 el percentil 98 fue de 90, 83 y 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, todos los valores bajo la norma diaria (información referencial, debido a que esta estación no está autorizada EMRP) **(Ver gráfico N° 63).**

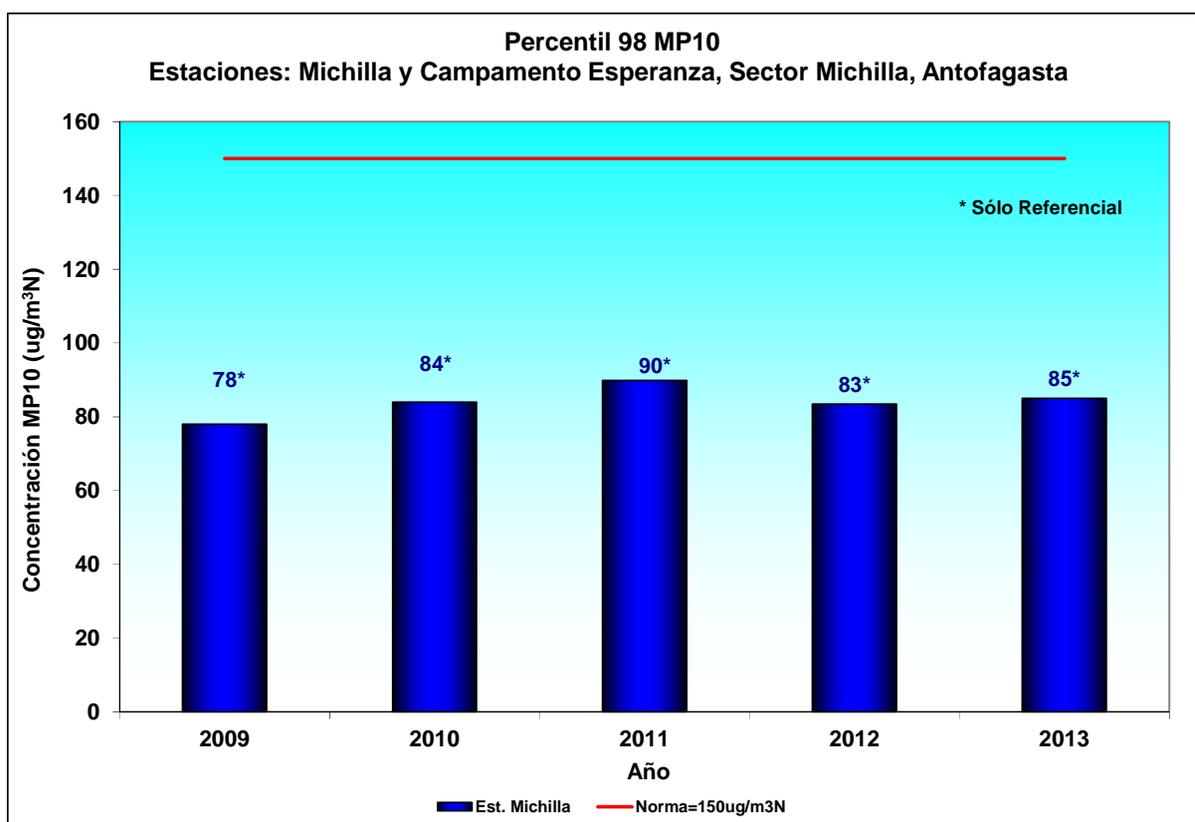


Gráfico N° 63: Percentil 98 MP10, Estación Michilla, Sector localidad de de Michilla, Mejillones, Región de Antofagasta.

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, para los últimos dos periodos, 2010-2012 y 2011-2013, alcanzan un valor de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma anual, pero mantiene la condición de latencia (**Ver gráfico N°64**).

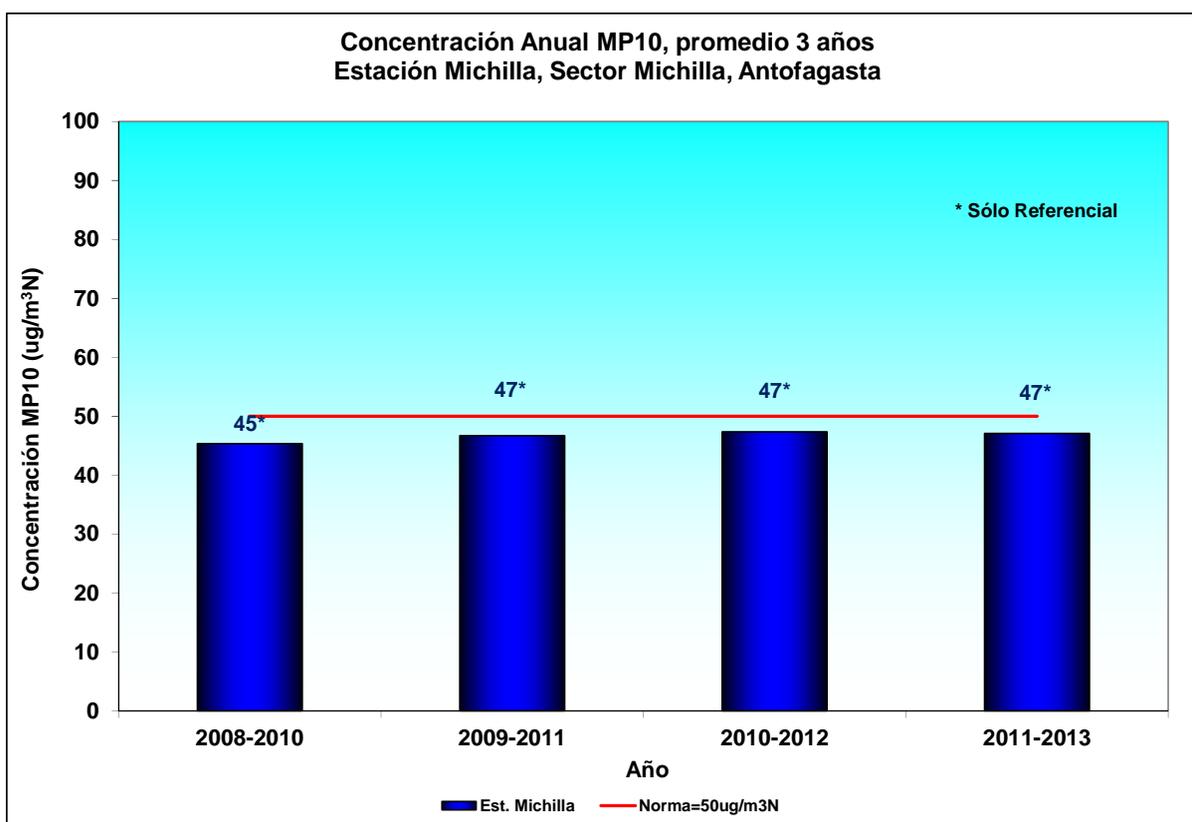


Gráfico N° 64: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Michilla, Sector Localidad Michilla, Mejillones, Región de Antofagasta.

6.6.2 Sector Ciudad de Mejillones

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

- Estación Ferrocarriles, autorizada EMRP para MP10, y EMRPG (SO₂), a partir del 28 de septiembre del año 2006, a cargo de la empresa E-CL S.A.
- Estación Liceo Juan José Latorre (E-CL), monitorea SO₂, MP10, MP2.5 y NO₂ desde septiembre del 2011, a cargo de la empresa E-CL S.A., no posee representatividad poblacional.
- Estación Subestación Eléctrica, monitorea SO₂, MP10 y NO₂ desde septiembre de 2011, a cargo de la empresa E-CL S.A., no posee representatividad poblacional.
- Estación Jardín Infantil Integra, autorizada EMRPG (NO₂), desde el 25 de octubre del año 2004, a cargo de empresa ENAEX S.A. Desde el 2013 realiza monitoreo permanente de MP10.
- Estación Juan José Latorre (Enaex), autorizada EMRP para MP10, a partir del 27 de enero del año 2010 (cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si el contaminante NO₂ está incorporado dentro de la representatividad). Desde el 2013 realiza monitoreo permanente para dicho contaminante. Comenzó a monitorear NO₂, en el mes de septiembre de 2009, a cargo de la empresa ENAEX S.A.
- Estación Compañía de Bomberos, autorizada EMRP para MP10 y EMRPG (NO₂ y 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 Molynor, autorizada EMRP para MP10, a partir del 28 de enero de 2010, a cargo de la empresa Molynor S.A.

En el caso de E-CI S.A. en la estación Ferrocarril se realizan campañas de NO₂ (sólo monitoreo continuo el año 2002) y campañas O₃ (desde el año 2000). Para el contaminante MP10 se realizan monitoreos permanentes, desde el año 2002 a la fecha. Para el contaminante SO₂ se realizaron campañas hasta el año 2001 y desde el año 2002 a la fecha se monitorea en forma continua. Para la estación Liceo Juan José Latorre se dispone de información desde el mes de septiembre de 2011 a la fecha, para SO₂, MP10 (cada 3 días), MP2.5 (continuo) y NO₂. Para la Estación Subestación Eléctrica se tiene información desde septiembre de 2011 a la fecha, para SO₂, MP10 (cada 3 días) y NO₂.

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 NO₂, y MP10 (sólo 3 campañas al año). Para el NO₂, 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 MP10, se han realizado campañas desde el año 2002 al 2012 y durante el año 2013 se monitoreó de modo permanente.

La estación Liceo Juan José Latorre de ENAEX, comenzó a monitorear NO₂ desde el mes de septiembre del año 2009 y campañas de MP10 desde el año 2010 a 2012 y durante el año 2013 se monitoreó de modo permanente.

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: MP10, NO₂ y O₃. Existe monitoreo permanente de O₃ hasta año 2002 y sólo campañas desde el año 2003. El Material Particulado Respirable (MP10) 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 MP10 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 MP10 durante todo el año.

Las estaciones de Polpaico, estación Sur y Norte, actualmente realiza 2 campañas de monitoreo para MP10 al año.

La estación Puerto Mejillones comenzó a entregar información de MP10 en el mes de abril del año 2008.

La estación Molynor comenzó a entregar información de MP10, NO₂, y SO₂, 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, 2012 y 2013 el valor de percentil 98 fue de 63, 38 y 114 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, todos bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°65**).

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, 2012 y 2013, las concentraciones de MP10 alcanzaron un valores de 57, 66 y 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, todos bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°65**).

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. El año 2013 presentó un valor de 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma diaria. (Información referencial, debido a que esta estación no ha sido declarada EMRP) (**Ver gráfico N°65**).

La estación Molynor, estuvo bajo la norma el año 2010, 2011, 2012 y 2013 con valores de percentil 98 de 50, 48, 50 y 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente (**Ver gráfico N°65**).

Las estaciones Liceo Juan José Latorre y Subestación Eléctrica, ambas a cargo de E CL S.A., monitorean MP10 de forma referencial, ya que no han sido declaradas con representatividad poblacional. En los años 2011, 2012 y 2013 los valores en Liceo Juan José Latorre fueron 43, 67, y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, todos bajo la norma diaria. En la estación Subestación Eléctrica, los valores para los años 2011, 2012 y 2013 fueron 42, 53 y 74 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, valores bajo la norma diaria (**Ver gráfico N°65**).

Para el año 2013, (año que se monitoreó durante todo el año), en la estación Jardín Infantil Integra y Juan José Latorre, a cargo de Enaex, se obtuvo un valor de percentil 98 de MP10 de 68 y 122 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, encontrándose la estación Juan José Latorre, en situación de latencia (**Ver gráfico N°65**). El valor de la estación Jardín Infantil Integra es sólo referencial, ya que no es EMRP.

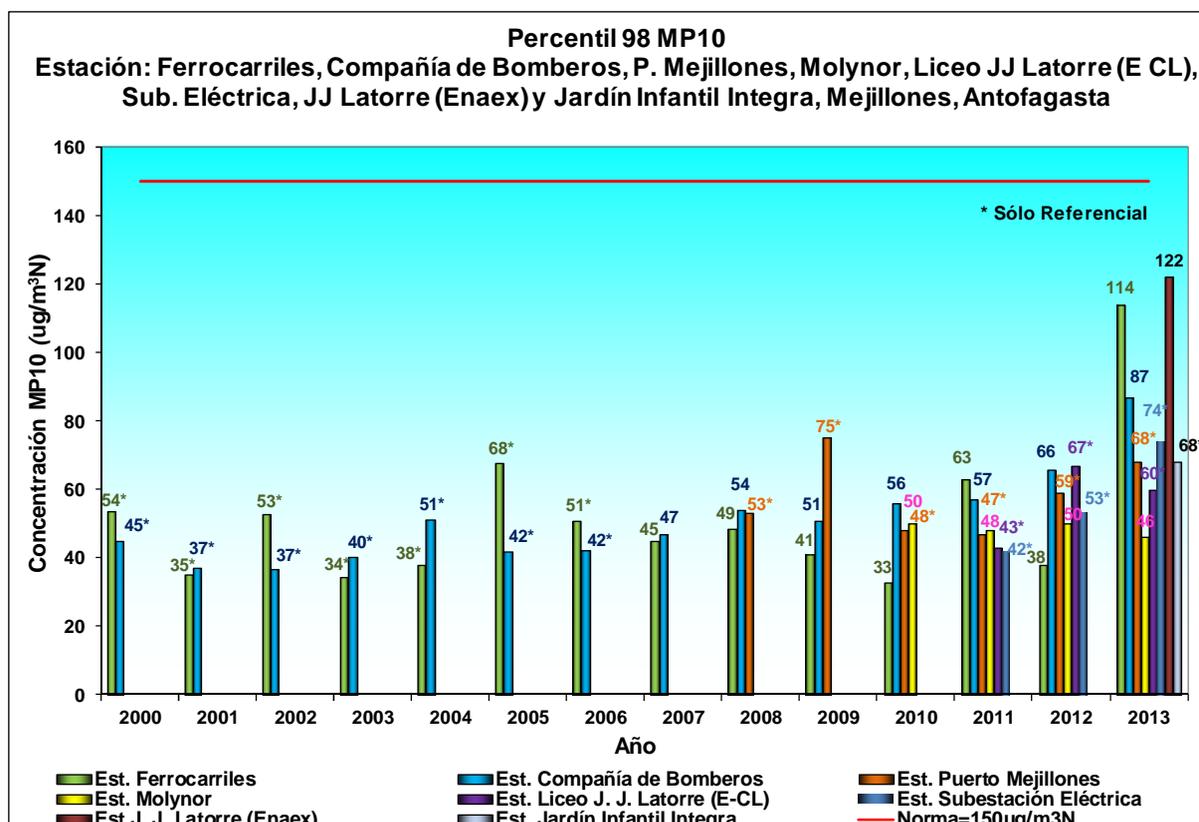


Gráfico N° 65: Percentil 98 MP10, Estaciones Ferrocarriles, Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones, Molynor, Liceo JJ Latorre, Sub. Eléctrica, JJ Latorre (Enaex) y Jardín Infantil Integra (Enaex), Mejillones, Región de Antofagasta.

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 monitorea. El valor de concentración anual para el año 2013 corresponde a 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver tabla N°16**).

Tabla N°16: 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	2013
Promedio concentración MP10	26	20	20	21	26	22	24	25	23	25	-	32
Días evaluados	66	62	65	62	52	64	80	64	40	43	-	106
N° de días entre 80 y 100% del valor de la norma	0	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	0

Para la estación Juan José Latorre, perteneciente a Enaex, desde el año 2010 al 2011 estuvo bajo la norma. El año 2012 no se tiene registro de la concentración anual MP10 por fallas operacionales en la estación monitorea. El valor de concentración anual para el año 2013 corresponde a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (**Ver tabla N°17**).

Tabla N°17: Concentración Anual de Material Particulado MP10, Estación Juan José Latorre.

Estación Juan José Latorre	2010	2011	2012	2013
Promedio anual de concentración MP10	25	30	-	30
Días evaluados	46	41	-	120
N° de días entre 80 y 100% del valor de la norma	0	0	-	1
N° de días sobre el valor de la norma	0	0	-	2

La estación Norte Polpaico realiza campaña de mediciones de MP10 dos veces al año. Para los años 2011, 2012 y 2013 los promedios de concentraciones fueron 86, 87 y 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Durante el año 2013 se registró 1 día con valores entre 80 y 100% del valor de la norma (**Ver tabla N°18**).

Tabla N°18: Concentración Anual de Material Particulado MP10, Estación Norte Polpaico.

Est. Norte Polpaico	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Promedio concentr. MP10	51	36	64	109	67	61	86	87	81
Días evaluados	20	20	20	19	24	20	20	20	20
N° de días entre 80 y 100% del valor de la norma	2	1	0	5	1	0	3	2	1
N° de días sobre el valor de la norma	0	0	3	6	2	1	3	2	0

La estación Sur Polpaico realiza campaña de mediciones de MP10 dos veces al año. Para los años 2011, 2012 y 2013 los promedios de concentraciones fueron 43, 51 y 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Durante el año 2013 no se registraron datos sobre el valor de la norma. (**Ver tabla N°19**).

Tabla N°19: Concentración Anual de Material Particulado MP10, Estación Sur Polpaico.

Est. Sur Polpaico	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Promedio concentración MP10	57	50	39	89	51	51	43	51	48
Días evaluados	20	30	20	18	24	20	20	20	20
N° de días entre 80 y 100% del valor de la norma	1	1	0	4	0	0	0	0	0
N° de días sobre el valor de la norma	0	0	1	4	0	0	0	0	0

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° 66)**.

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° 66)**.

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). 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° 66)**.

Finalmente, para el periodo 2011-2013, la concentración de MP10 en la estación Ferrocarriles fue de 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en la estación Compañía de Bomberos fue de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en Puerto Mejillones 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en la estación Molynor el valor de MP10 fue de 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y en las estaciones Liceo JJ Latorre y Sub. Eléctrica los valores fueron 30 y 26 respectivamente. Todos los valores registrados en 2013 se presentaron bajo la norma anual **(Ver gráfico N°66)**.

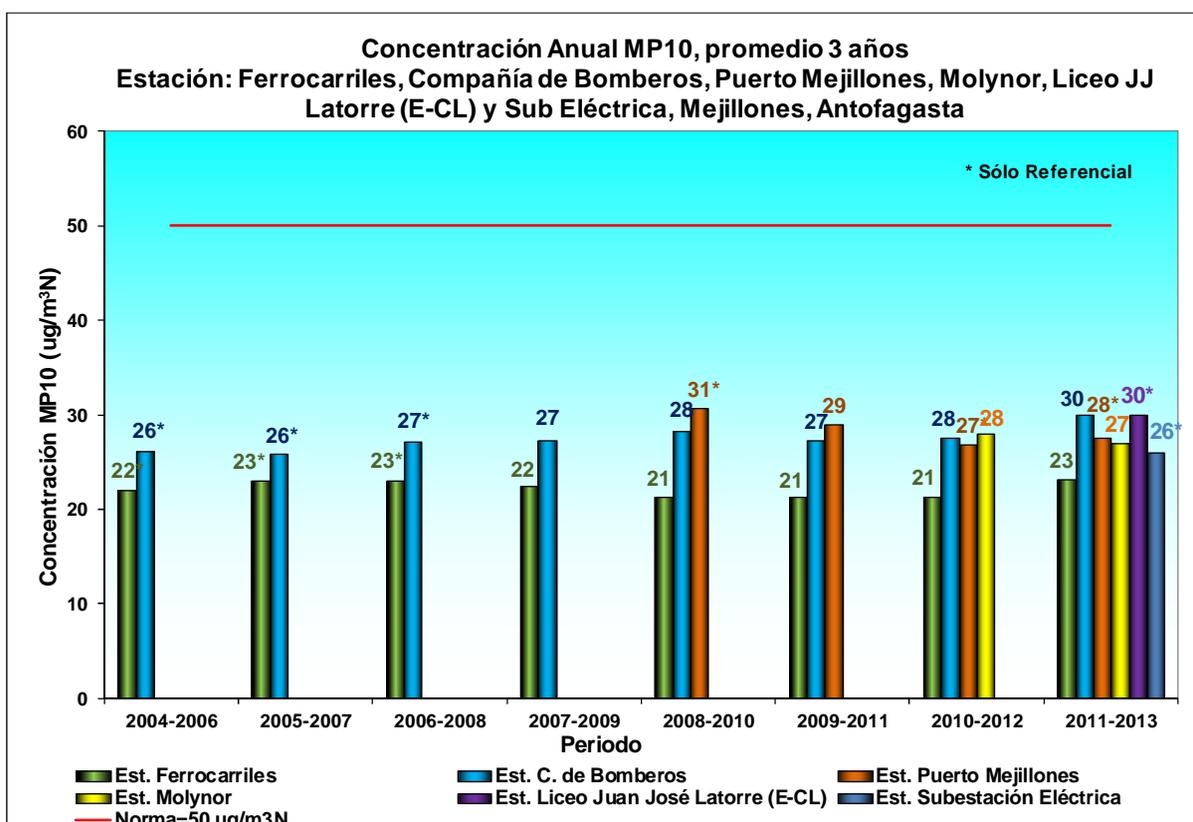


Gráfico N° 66: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Est. Ferrocarriles, Compañía de Bomberos, Puerto Mejillones, Molynor, Liceo JJ Latorre y Sub. Eléctrica, Mejillones, Región de Antofagasta.

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma anual para MP10 en la estación Jardín Infantil Integra, Liceo Juan José Latorre, Norte Polpaico y Sur Polpaico, 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°16, 17, 18 y 19**).

b) Material Particulado Respirable MP2.5

La estación Juan José Latorre, a cargo de E-CL S.A., monitorea este contaminante desde el año 2011. La empresa envía datos sin normalizar a partir de diciembre de 2012. La evaluación para este contaminante se ha realizado considerando que los datos remitidos son todos sin normalizar, como lo establece la norma respectiva.

b.1. Norma Diaria

La norma diaria para el MP2.5 establece una concentración de 50 µg/m³.

El percentil 98 para los años 2011, 2012 y 2013 fue de 29, 41 y 45 µg/m³, todos valores bajo la norma (información referencial, debido a que no es EMRP para dicho contaminante) (**Ver gráfico N°67**).

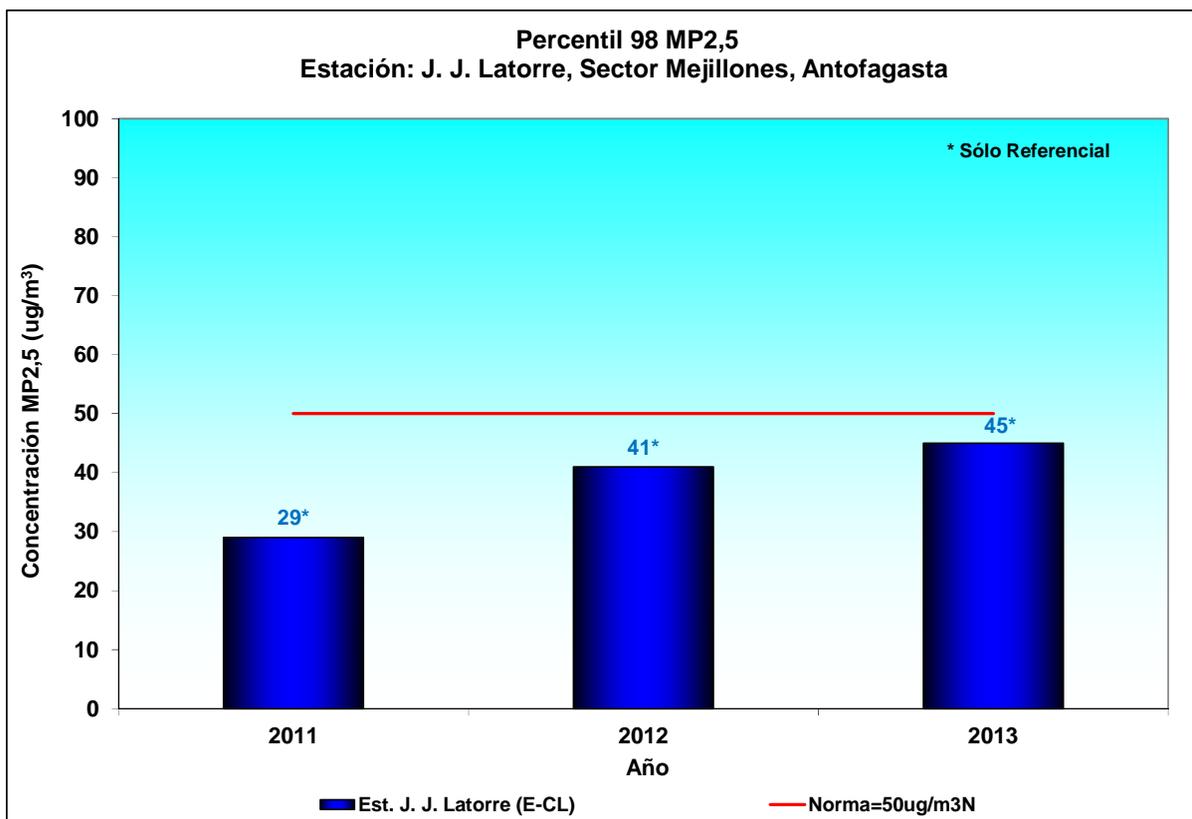


Gráfico N° 67: Percentil 98 MP2.5, Estación Liceo JJ Latorre (E-CL S.A.), Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

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

La estación Juan José Latorre presenta un valor promedio para el periodo 2011-2013 de $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bajo la norma y referencial debido a que el año 2011 no cuenta con la cantidad mínima de datos y no es EMRP para dicho contaminante).

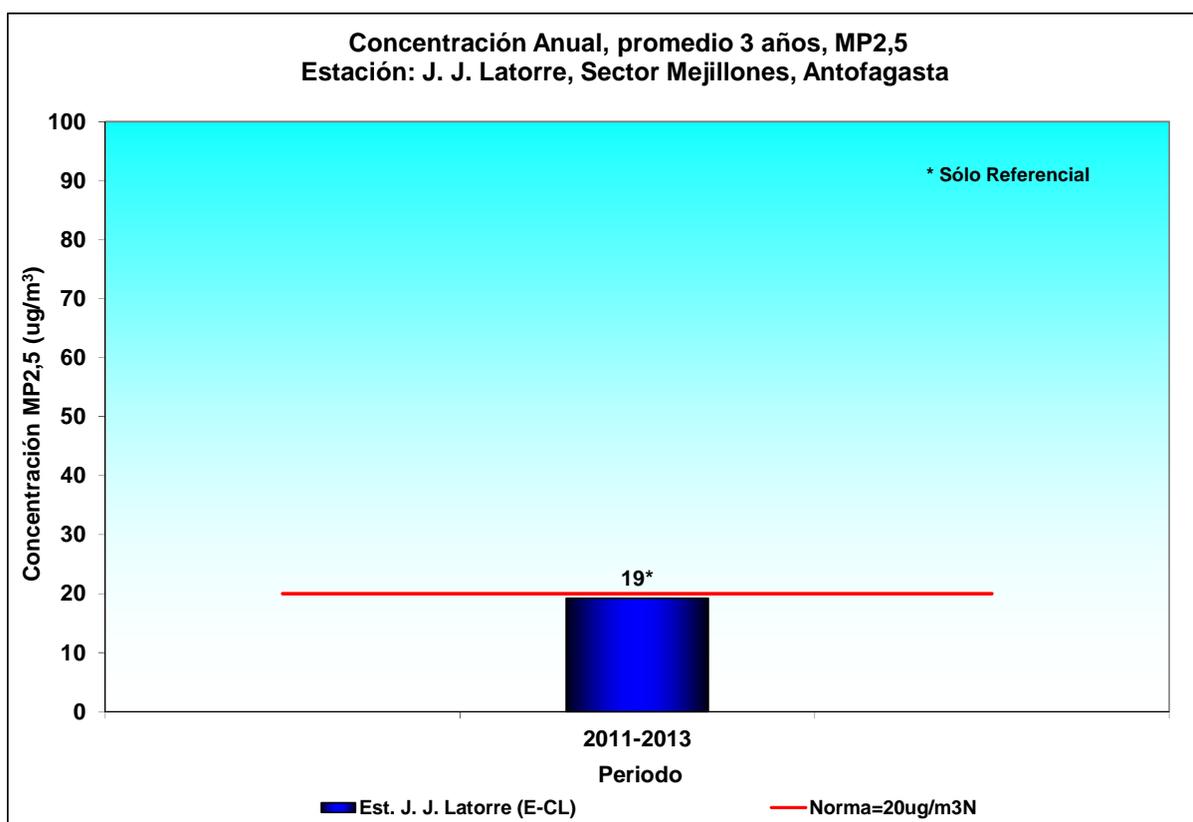


Gráfico N° 68: Concentración Anual MP2.5, promedio 3 años, Est. Liceo JJ Latorre (E-CL), Región de Antofagasta.

c) Dióxido de Azufre (SO₂)

c.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 µg/m³N, respectivamente, mientras que para los periodos 2005-2007 y 2006-2008 correspondió a 25 y 31 µg/m³N, respectivamente. Todos los valores mencionados estuvieron bajo la norma (**Ver gráfico N°69**).

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 µg/m³N respectivamente. Finalmente para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 los valores fueron 20, 20 y 24 µg/m³N, respectivamente, valores bajo la norma (**Ver gráfico N°69**).

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma diaria de SO₂ en la estación Molynor, ya que no es EMRPG (SO₂). Sin embargo, se calcularon los promedios de 3 años consecutivos de mediciones, de esta forma el percentil 99 de los periodos 2010-2012 y 2011-2013 fueron 42 y 39 µg/m³N, valores bajo el valor de la norma diaria y a modo referencial (**Ver gráfico N°69**).

A modo referencial también se indica el percentil 99 de SO₂ para las estaciones Liceo Juan José Latorre (JJ Latorre, E-CL) y Subestación Eléctrica (debido a que el año 2011 no se dispone de la cantidad de datos requeridos por la norma). En Liceo JJ Latorre (E-CL) el valor para el periodo 2011-2013 fue 28 µg/m³N, bajo la norma. En la estación Subestación Eléctrica, el valor fue 39 µg/m³N, para el periodo 2011-2013, también bajo la norma. (**Ver gráfico N°69**).

No es posible evaluar el cumplimiento de la norma diaria de SO₂ en la estación Compañía de Bomberos, ya que no es EMRPG (SO₂) y no cuenta con la cantidad necesaria de años

con mediciones. Sin embargo, se presenta el valor del percentil 99 para el año 2013, 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, de forma referencial.

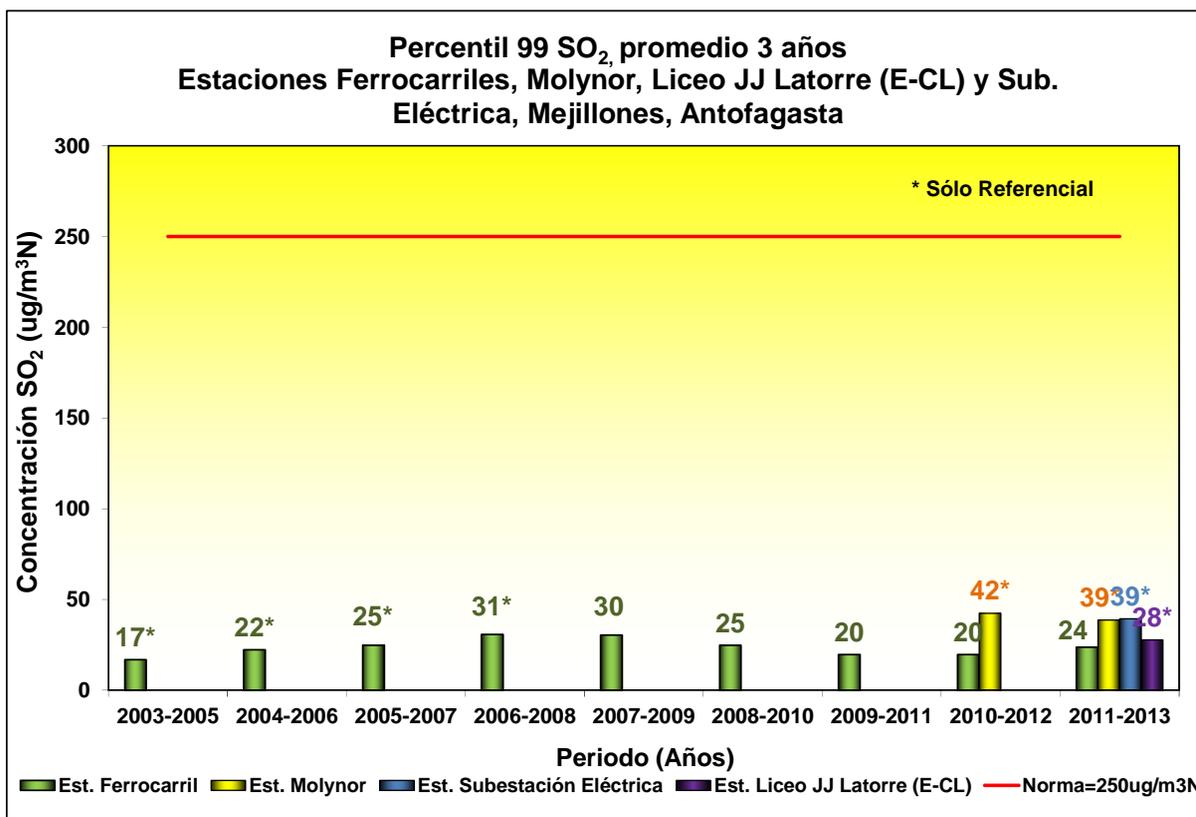


Gráfico N° 69: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación Ferrocarriles, Molynor, Liceo JJ Latorre (E-CL) y Sub Eléctrica, Mejillones, Región de Antofagasta.

c.2. Norma Anual

Respecto a la norma anual de SO₂, 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 SO₂ 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°70**).

Para el periodo 2007-2009 y 2008-2010, en la estación Ferrocarriles, la concentración de SO₂ 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, 2010-2012 y 2011-2013, la concentración correspondió a 4, 6 y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, todos valores bajo la norma (**Ver gráfico N°70**).

Las estaciones Molynor, Liceo Juan José Latorre y Subestación Eléctrica no cuentan con la condición EMRPG (SO₂). A modo referencial, en Molynor la concentración anual para los periodos 2010-2012 y 2011-2013 fue 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en ambos periodos. En la estación Liceo JJ Latorre y en la estación Subestación Eléctrica, para el periodo 2011-2013 tuvieron concentraciones promedio de 7 y 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente. Todos los valores están bajo la norma (**Ver gráfico N°70**).

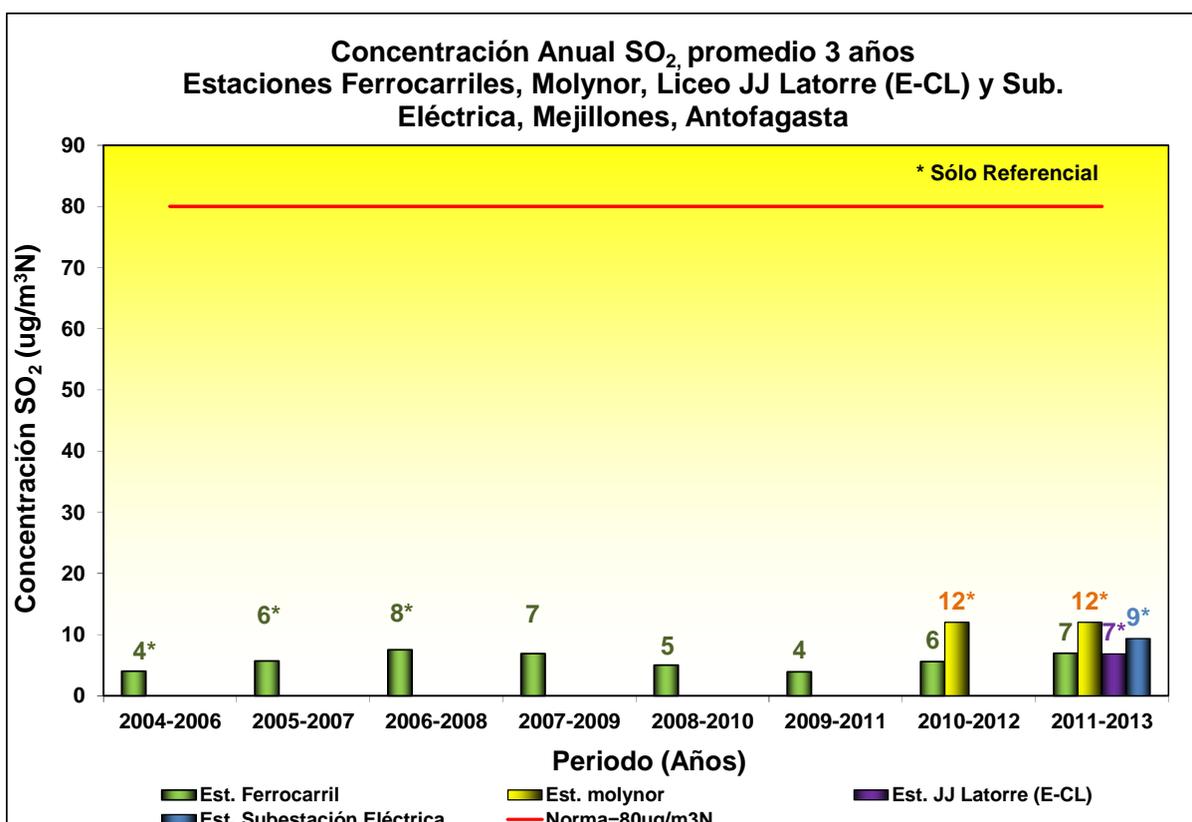


Gráfico N° 70: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años, Estación Ferrocarriles, Molynor, Liceo JJ Latorre y Subestación Eléctrica Mejillones, Región de Antofagasta.

d) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

d.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. 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). Finalmente, para el periodo 2011-2013, el valor fue de 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma (**Ver gráfico N°71**).

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). 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, 2010-2012 y 2011-2013 el valor del percentil 99 fue de 51, 46 y 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, todos valores bajo la norma horaria (**Ver gráfico N°71**).

Para la estación Molynor, 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)). Para el

periodo 2011-2013 el valor fue de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. **(Ver gráfico N°71).**

Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, en la estación Juan José Latorre (Enaex), los valores del percentil 99 fueron de 52, 45 y 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, valores bajo la norma horaria (información referencial debido a que los años 2009, 2012 y 2013 no disponen de la cantidad de datos requeridos por la norma, adicionalmente no es EMRPG) **(Ver gráfico N°71).**

Para las estaciones Subestación Eléctrica y Liceo Juan José Latorre (E-CL), los valores del percentil 99 en el periodo 2011-2013, fueron 13 y 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, bajo la norma (información referencial debido a que el año 2011 no dispone de la cantidad de datos requeridos por la norma y no es EMRPG) **(Ver gráfico N°71).**

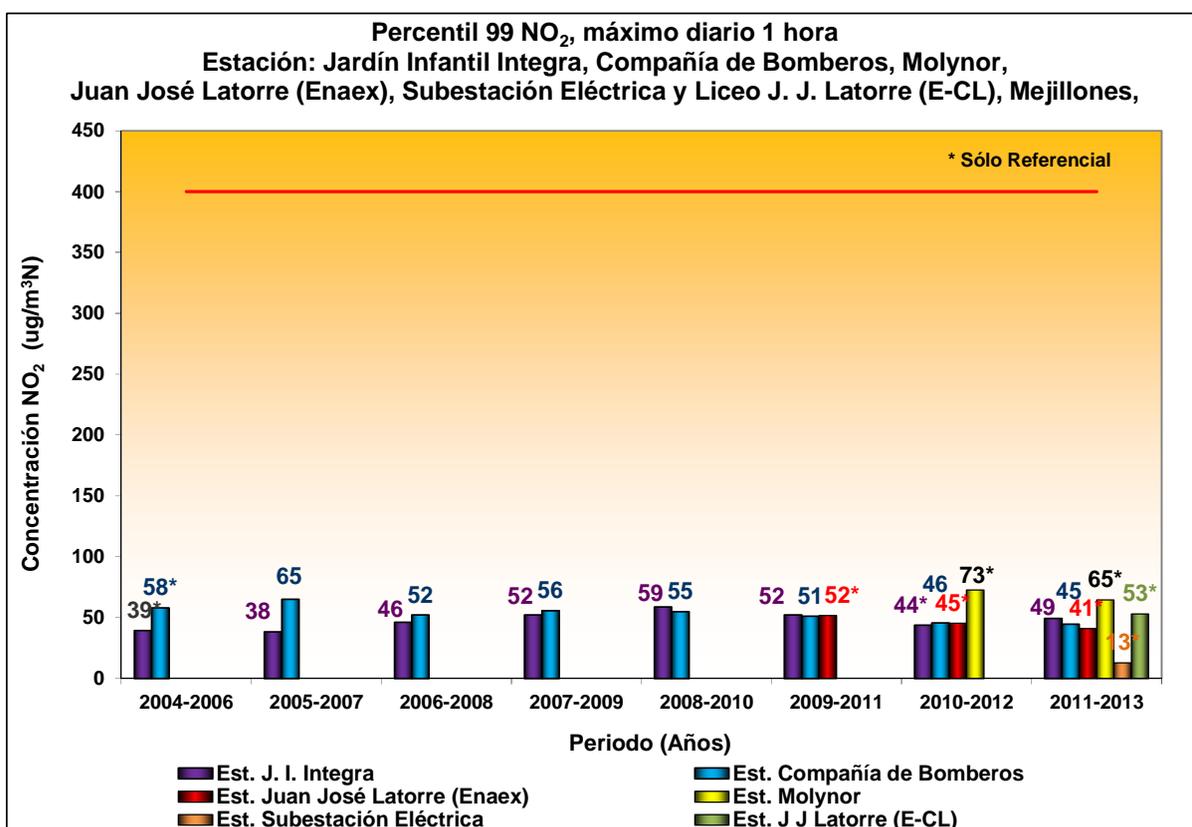


Gráfico N° 71: Percentil 99 NO₂, máximo diario 1 hora, Estación J. I. Integra, Estación Compañía de Bomberos, Estación Molynor, Estación Juan José Latorre, Estación Subestación Eléctrica y Estación Liceo Juan José Latorre, Mejillones, Región de Antofagasta.

No es posible verificar el cumplimiento de la norma horaria en la estación Ferrocarriles debido a que no es EMRPG (NO₂) y sólo realiza campañas. Por lo tanto, a modo de referencia, se aprecia que el percentil 99 para los años 2009 al 2013, estuvo bajo el valor de la norma, con valores de 62, 51, 59, 31 y 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente **(Ver tabla N°20).**

Tabla N°20: Percentil 99 NO₂, Máx. Diario 1 hora, Estación Ferrocarriles

Estación Ferrocarriles	2009	2010	2011	2012	2013
Percentil 99 NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	62	51	59	31	35
Días evaluados	116	148	122	122	117
Año válido	No	No	No	No	No

d.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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, 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°72)**.

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°72)**.

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°72)**.

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°72)**.

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°72)**.

En la estación 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°72)**.

Para el periodo 2011-2013, los valores para las estaciones Jardín Infantil Integra, Compañía de Bomberos, Juan José Latorre, Molynor, Subestación Eléctrica y Liceo Juan José Latorre fueron 6, 5, 6, 6, 9 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente. Para el caso de Juan José Latorre, Molynor, Subestación Eléctrica y Liceo Juan José Latorre la información es solamente referencial **(Ver gráfico N°72)**.

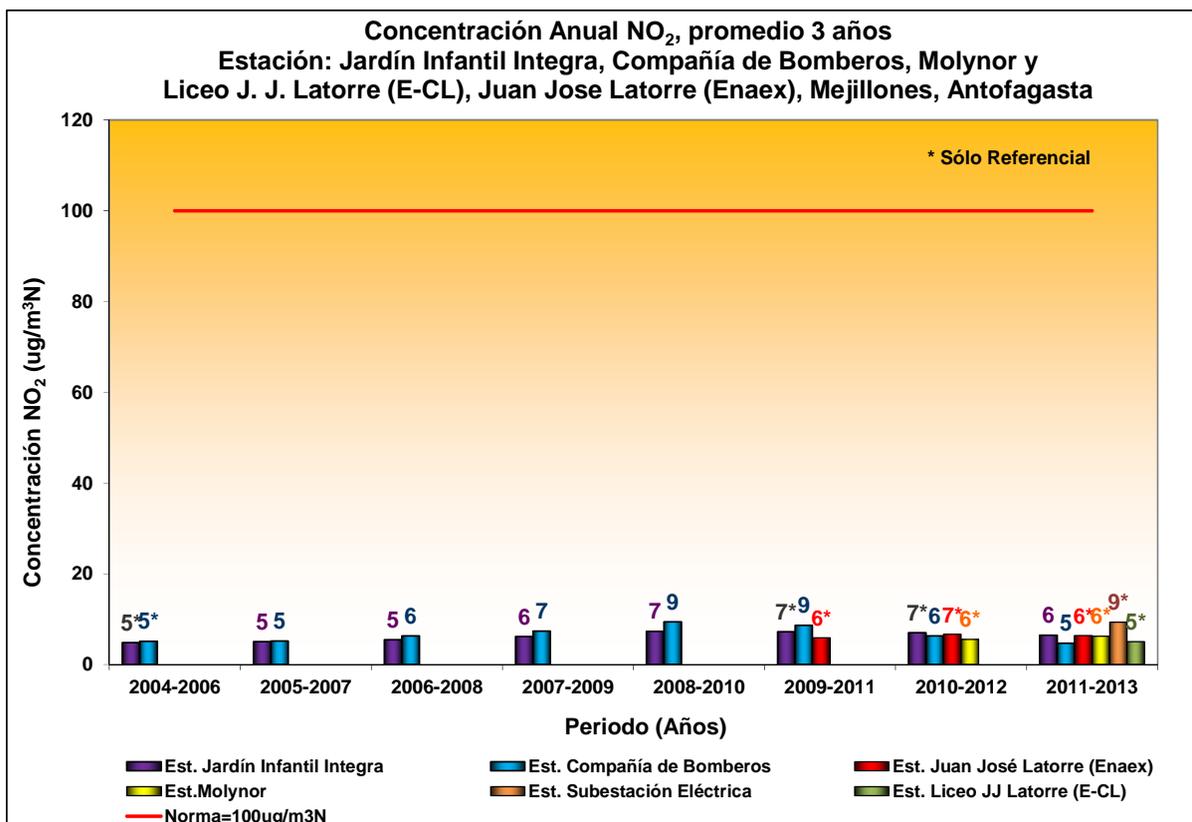


Gráfico N° 72: Concentración Anual NO₂, promedio 3 años, Estación J. I. Integra, Compañía de Bomberos, Estación Molynor, Estación J. J. Latorre (Enaex), Estación Subestación Eléctrica y Estación Liceo Juan José Latorre (E-CL), Mejillones, Región de Antofagasta.

e) Ozono (O₃)

e.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 hasta el año 2011, para los años siguientes se realizan cuatro campañas 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. Finalmente para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, se observa el valor de percentil 99 de 77, 59 y 69 µg/m³N respectivamente, todos valores bajo la norma horaria de O₃ (**Ver gráfico N°73**).

Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013, en la estación Ferrocarril, el percentil 99 fue de 52, 55 y 60 µg/m³N respectivamente, todos valores bajo la norma horaria de O₃. Cabe mencionar que la estación Ferrocarril mide O₃, 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 (O₃), 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°73**).

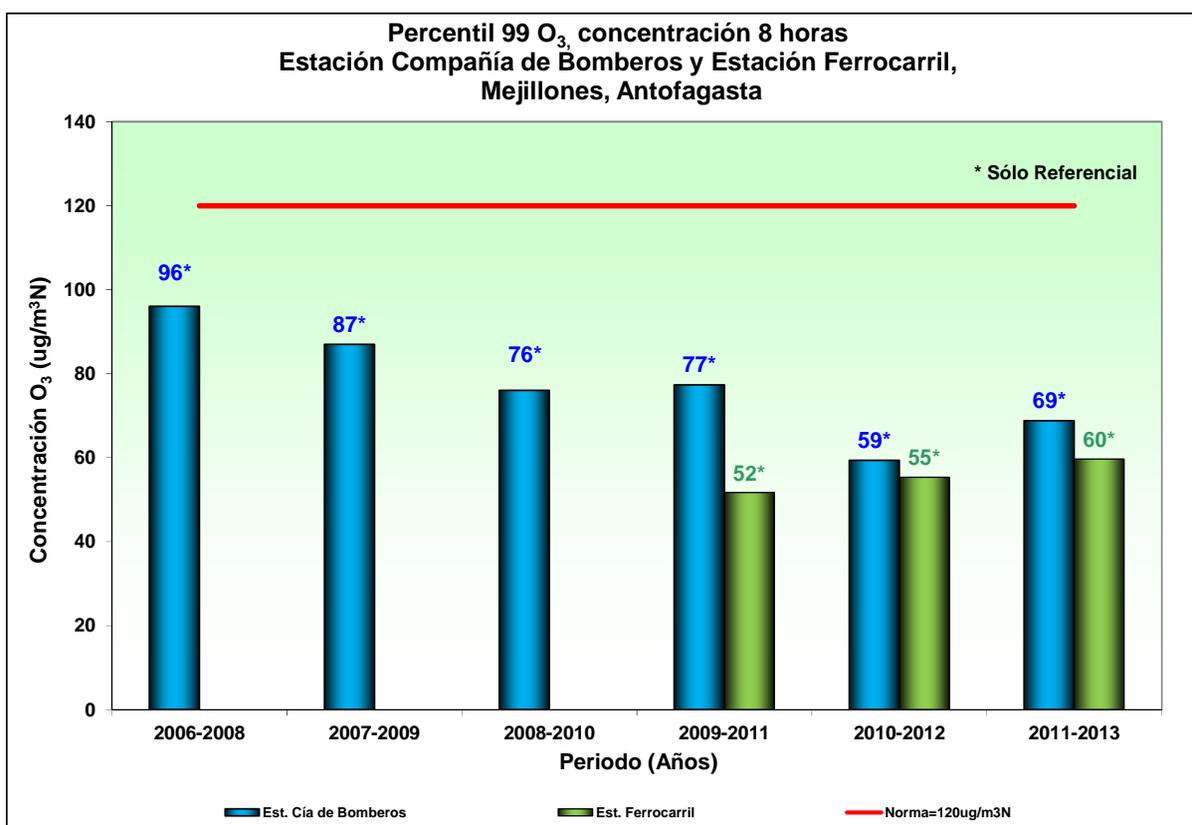


Gráfico N° 73: Percentil 99 O₃, concentración 8 horas, promedio 3 años, Estación Cía. de Bomberos y Estación Ferrocarril, Mejillones, Región de Antofagasta.

f) Monóxido de Carbono (CO)

f.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/m³N, 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/m³N. Para los periodos 2009-2011, 2010-2012 y 2011-2013 el valor de percentil 99 fue de 0,772, 0,675 y 0,717 mg/m³N respectivamente, todos periodos bajo la norma horaria de 1 hora (**Ver gráfico N° 74**).

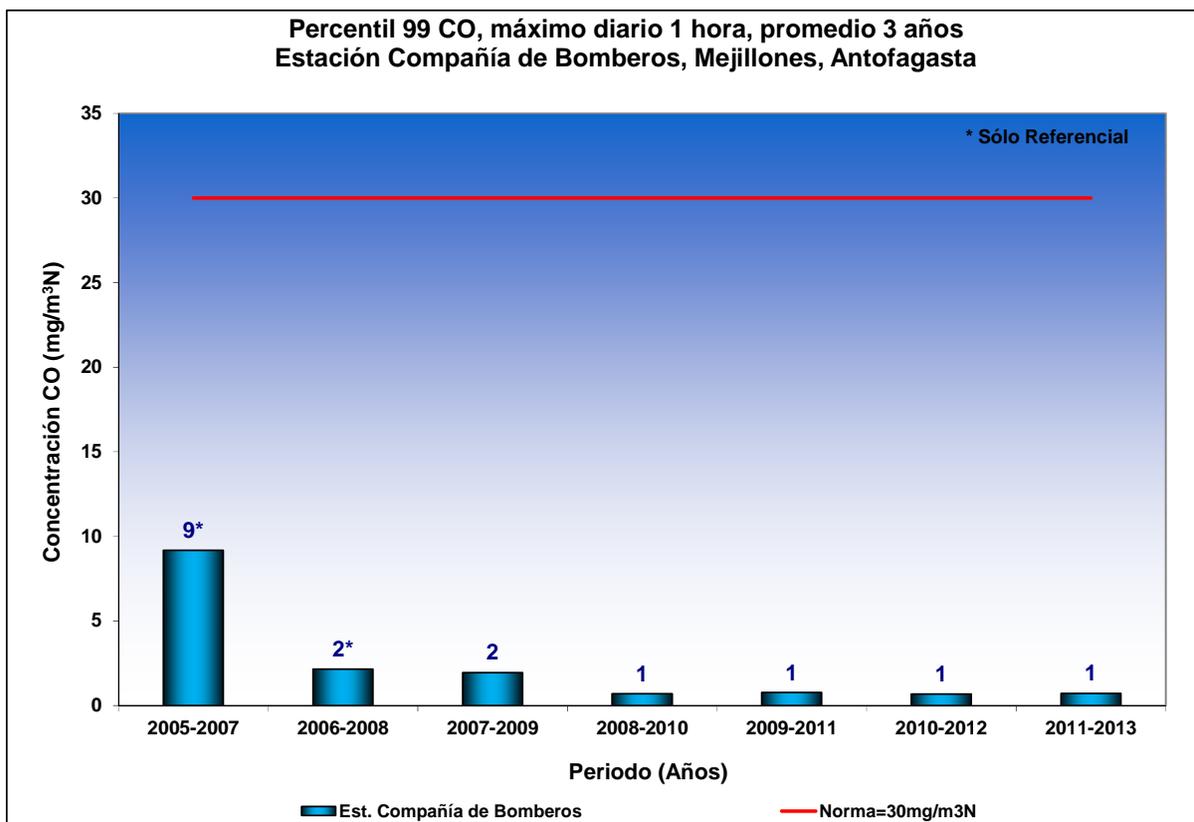


Gráfico N° 74: Percentil 99 CO, máximo diario 1 hora, promedio 3 años, Estación Compañía de Bomberos, Mejillones, Región de Antofagasta

f.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. Para el periodo 2011-2013, el valor de percentil 99 fue de 0,6 mg/m³N, valor bajo la norma horaria móvil de 8 horas (**Ver gráfico N° 75**).

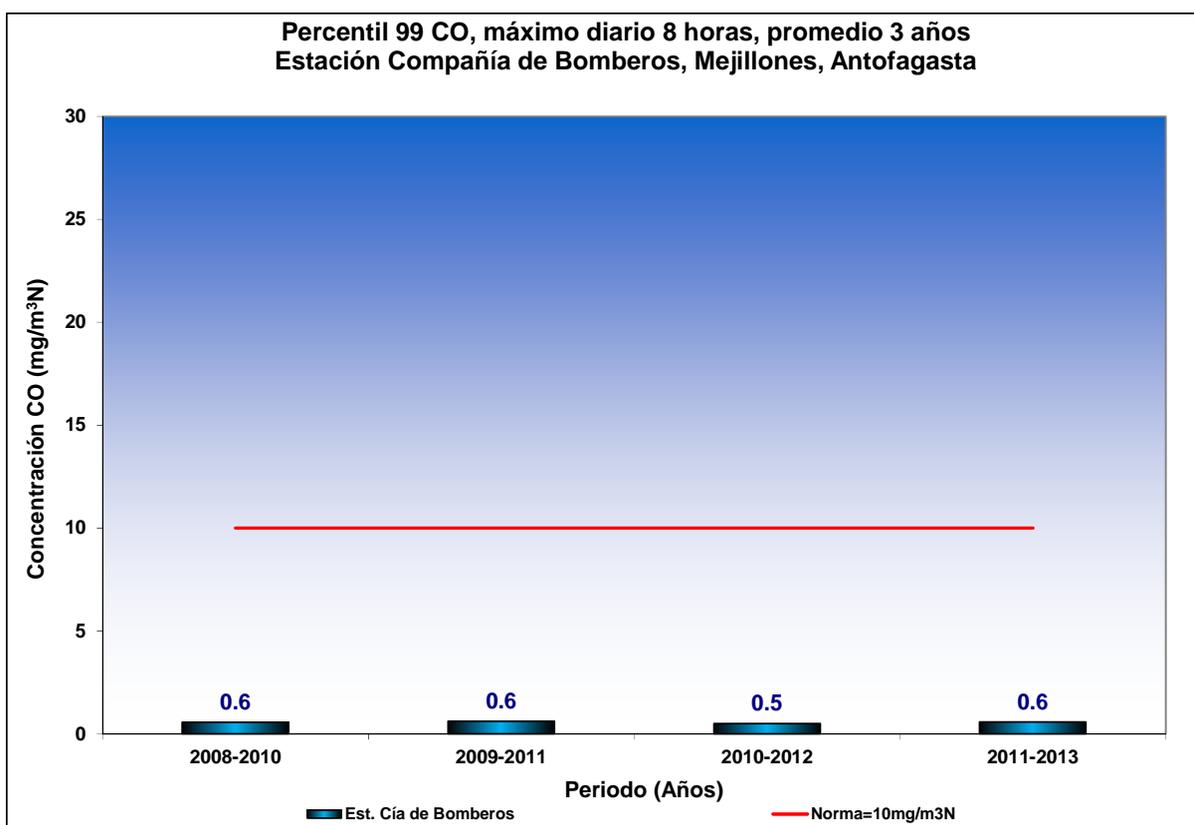


Gráfico N° 75: Percentil 99 CO, máximo diario 8 horas, promedio 3 años, Estación Compañía de Bomberos, Mejillones, Región de Antofagasta.

6.7. Comuna Tocopilla

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

- Estación Supersite (Ex Escuela E-10), autorizada EMRP para MP10 y EMRPG (NO₂, SO₂), el 11 de septiembre del año 2000, a cargo de E-CL S.A. (Ex Electroandina) Adicionalmente, mide MP2.5, O₃, CO, Carbono Elemental, caracterización química en MP10 (Níquel, Vanadio y Arsénico) y MP2.5 (sulfatos, nitratos, Níquel, Vanadio y Mercurio) (cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si los contaminantes MP2.5, O₃ y CO están incorporados dentro de la representatividad).
- Estación Gobernación, autorizada EMRP para MP10, el 06 de septiembre del año 2004 y EMRPG (SO₂) a partir del mes de abril del año 2006, a cargo de Norgener S.A.
- Estación Gendarmería, esta estación monitorea MP10 y MP2.5, caracterización química en MP10 y MP2.5 (Mercurio, Níquel, Vanadio, sulfatos y nitratos), a cargo de Norgener S.A. (cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si el contaminante MP2.5 están incorporado dentro de la representatividad).
- Estación Bomberos, esta estación monitorea MP2.5, a cargo de Norgener S.A. (cabe señalar, que la resolución de representatividad poblacional para esta estación, no especifica claramente si el contaminante MP2.5 están incorporado dentro de la representatividad).
- Estación Lipesed, de la compañía Lipesed S.A., monitorea MP10 y MP2.5 en forma discreta desde el 4 de Julio de 2013, a cargo de Lipesed S.A. Esta estación se mantendrá en funcionamiento durante un año, con la finalidad de obtener un valor background.

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.
- Estación Escuela Gabriela Mistral, autorizada EMRP el 06 de septiembre del año 2004, sin embargo, no monitoreó MP10, pero si monitoreó SO₂. Finalizó la entrega de mediciones en el mes de Octubre 2011, a cargo de Norgener S.A.
- Estación Villa Covadonga, autorizada EMRP y EMRPG (SO₂) el 19 de octubre del año 2004. El equipo de MP10 de esta estación fue trasladado a la estación Villa las Rocas, durante el mes de diciembre del año 2005. Actualmente no monitorea, estuvo a cargo de E CL S.A.
- 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. Actualmente no monitorea, estuvo a cargo de E CL S.A.
- Estación Gabriela Mistral, autorizada EMRP el 19 de octubre del año 2004. Actualmente no monitorea, estuvo a cargo de E CL 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 E-CL S.A., ésta no utiliza petcoke desde el mes de abril del año 2007.

Para la estación Supersite, 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. 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. Finalmente para el año 2013, el valor del percentil 98 fue de 77 µg/m³N, valor bajo la norma diaria. **(Ver gráfico N°76).**

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 µg/m³N, valor bajo la norma. El año 2010, presentó un valor de percentil 98 de 78 µg/m³N, dato bajo la norma. Para los años 2011 y 2012, el valor de percentil 98 fue 84 y 79 µg/m³N respectivamente, ambos valores bajo la norma.

Finalmente, para el año 2013, el valor del percentil 98 fue de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. **(Ver gráfico N°76).**

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 para MP10 desde enero de 2012 (se corrige información con respecto a lo indicado en el informe 2013), siendo para ese año, el valor del percentil 98 de 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Para el año 2013, el valor del percentil 98 fue de 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. **(Ver gráfico N°76).**

Para la estación Lipesed, el valor del percentil 98 para el año 2013 fue de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor referencial debido a que la estación cuenta con información desde el 04 de Julio de 2013 y no es EMRP. **(Ver gráfico N°76)**

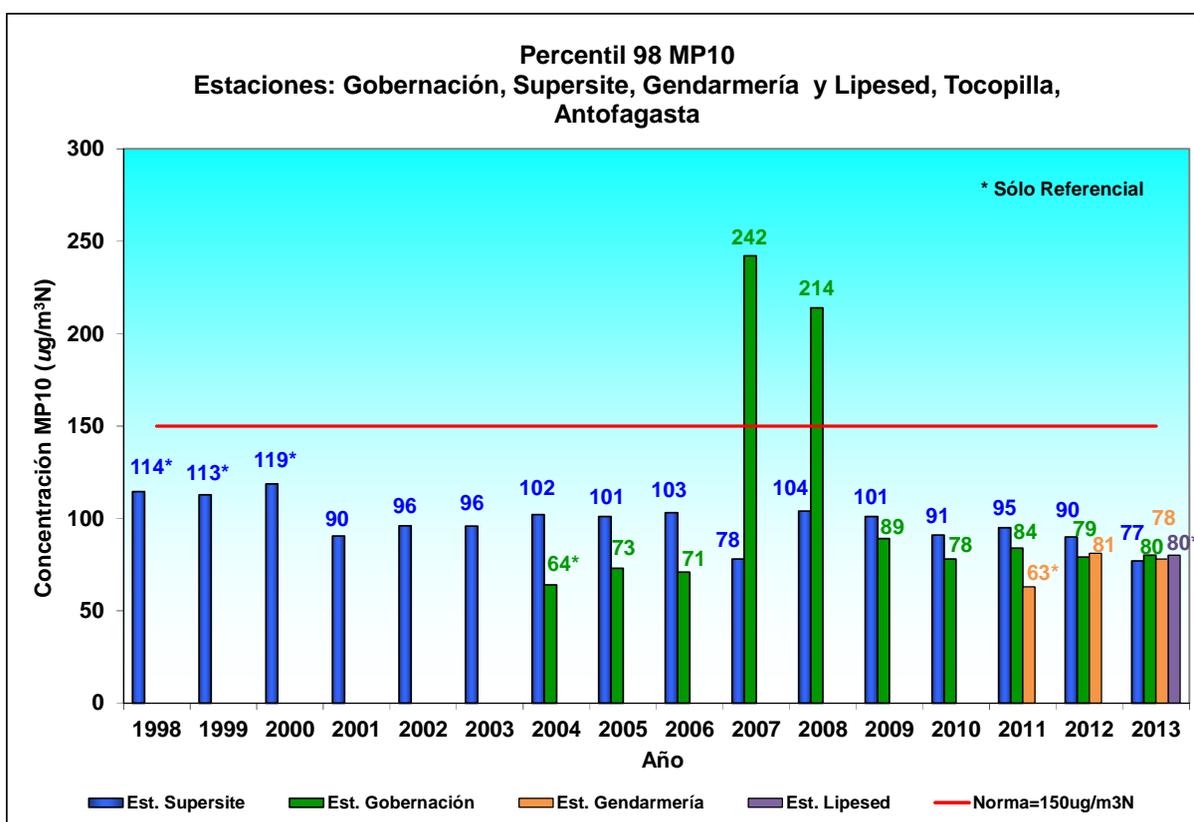


Gráfico N° 76: Percentil 98 MP10, Estación Gobernación, Estación Supersite, Gendarmería y Lipesed, Tocopilla, Región de Antofagasta.

a.2. Norma Anual

Con relación a la norma anual de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en la estación Supersite, 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. Finalmente el periodo 2011-2013 se mantiene en situación de saturación con un valor de 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. **(Ver gráfico N°77).**

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. Finalmente, para el periodo 2011-2013, el valor fue de 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, manteniendo la situación de latencia para esta estación. **(Ver gráfico N°77).**

Para la estación Gendarmería, el valor promedio para el periodo 2011-2013 fue de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, sin embargo, este valor es sólo referencial, debido a que no posee la cantidad de datos requeridos por la norma, y es EMRP para MP10 a partir de enero de 2012 **(Ver gráfico N°77)**

Para la estación Lipesed no fue posible evaluar esta norma por no contar con los años suficientes de monitoreo y no es EMRP. El valor referencial promedio de concentraciones para el año 2013 fue de 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

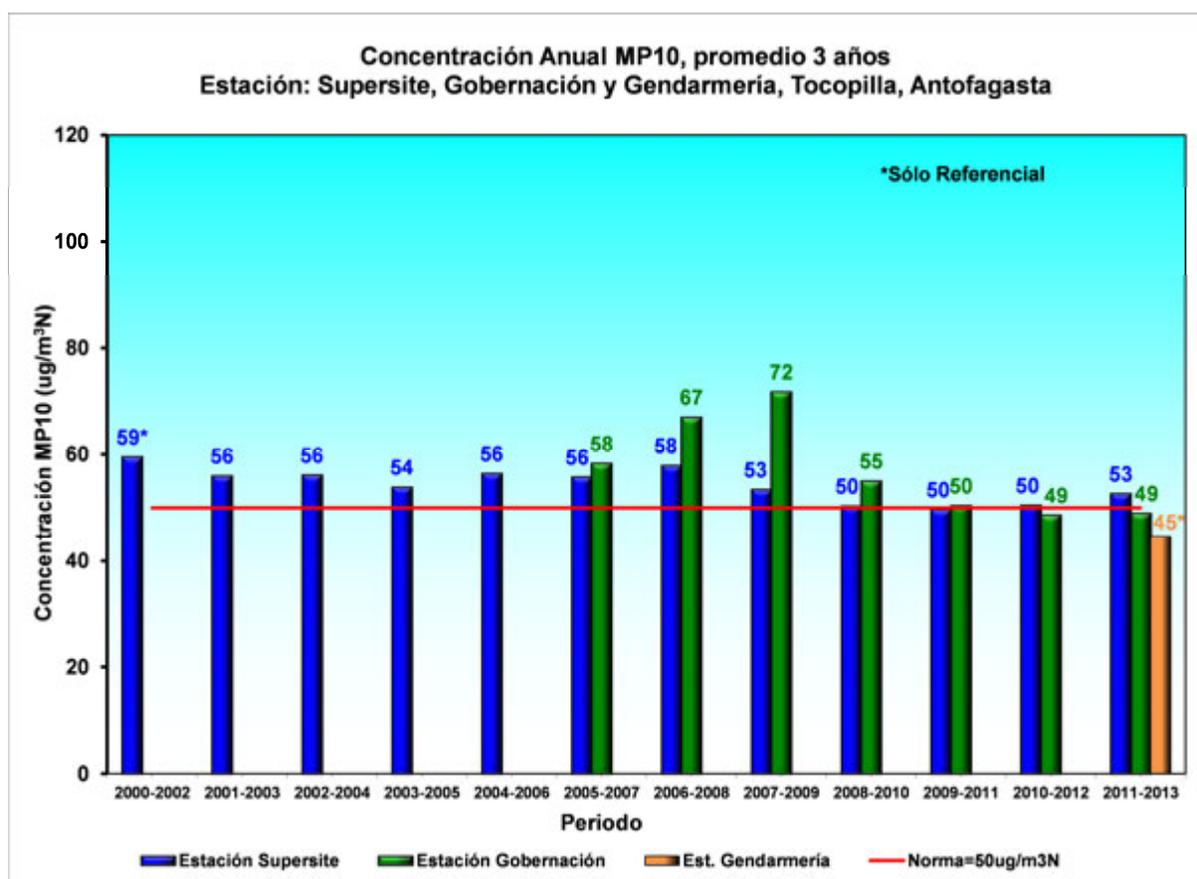


Gráfico N° 77: Concentración Anual MP10, promedio 3 años, Estación Supersite, Gobernación y Gendarmería, Tocopilla, Región de Antofagasta.

b) Material Particulado Respirable MP2.5

Las empresas a cargo de las estaciones: Supersite, envía datos sin normalizar a partir de Diciembre de 2012, y para las estaciones Bomberos y Gendarmería, envían datos sin normalizar a partir de Febrero de 2013. La evaluación para este contaminante se ha realizado considerando que los datos remitidos son todos sin normalizar, como lo establece la norma respectiva. Adicionalmente, la resolución de representatividad poblacional para estas estaciones, no especifica claramente si el contaminantes MP2.5 está incorporado dentro de la representatividad. Por lo anterior, los resultados se indican a modo referencial.

b.1. Norma Diaria

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

La estación Supersite monitorea este contaminante desde el mes de Febrero de 2012. El percentil 98 para el año 2012 fue de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bajo la norma, pero en situación de latencia. Para el año 2013 el valor del percentil 98 fue de 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bajo la norma, pero al igual que el año anterior, en situación de latencia. **(Ver gráfico N°78).**

La estación Bomberos sólo monitorea de forma continua MP2.5 desde el año 2011. El valor del percentil 98 MP2.5 para el año 2011 fue de 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bajo la norma diaria. Para el año 2013, el valor del percentil 98 MP2.5 fue de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor en situación de saturación. **(Ver gráfico N°78).**

La estación Gendarmería monitorea este contaminante desde el año 2011. El percentil 98 MP2.5 para el año 2011 fue de 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bajo la norma. El valor del percentil 98 MP2.5 para el año 2012 fue de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bajo la norma diaria. Finalmente, para el año 2013, el valor del percentil 98 fue de 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor sobre la norma diaria. **(Ver gráfico N°78).**

La estación Lipesed cuenta con datos de MP2.5 desde julio de 2013. A partir de dicho mes los datos se envían sin normalizar. El valor del percentil 98 MP2.5 para el año 2013 fue de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ **(Ver gráfico N°78).**

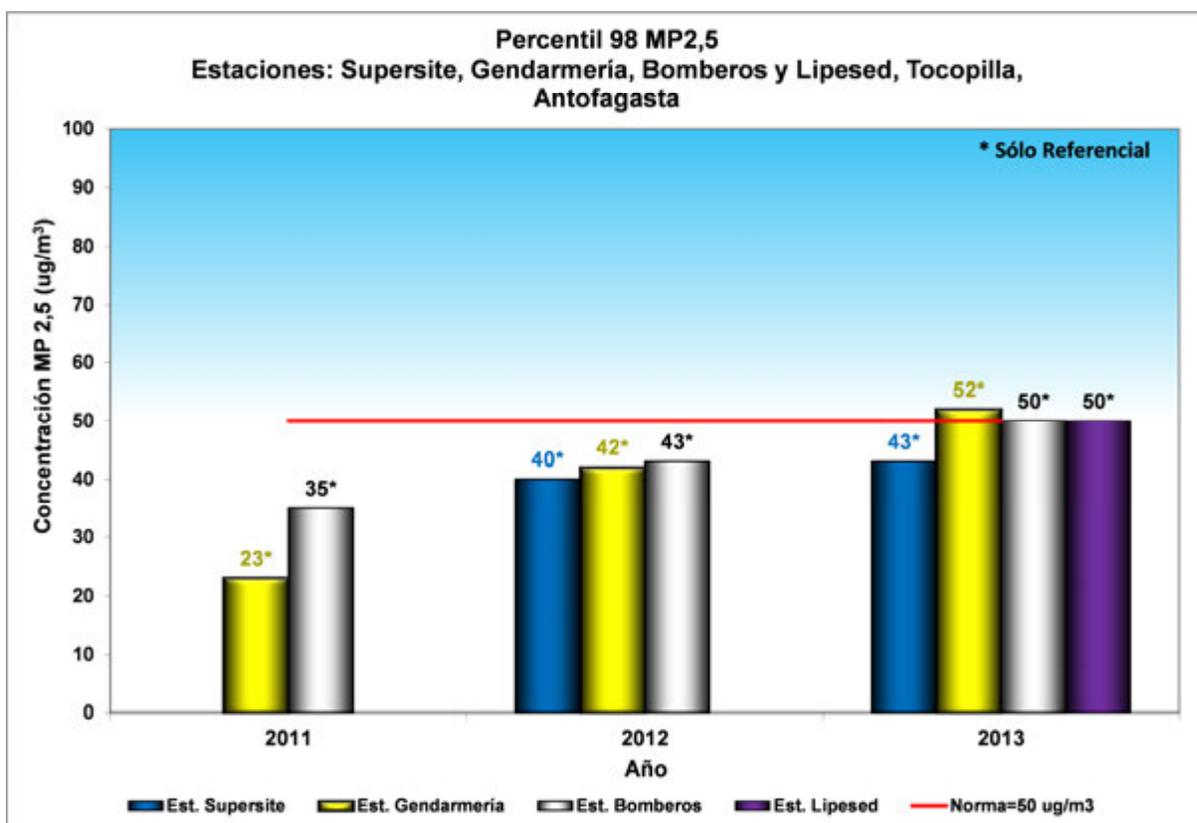


Gráfico N° 78: Percentil 98 MP2.5, Estación Supersite, Gendarmería, Bomberos y Lipesed, Tocopilla, Región de Antofagasta.

b.2. Norma Anual

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

Para el periodo 2011-2013, en la estación Gendarmería, la concentración de MP2.5 fue de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor sobre la norma (información referencial por lo indicado anteriormente y además no se cuenta con la cantidad de datos requeridos por la norma) **(Ver gráfico N°79).**

Para el periodo 2011-2013, en la estación Bomberos, la concentración de MP2.5 fue de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor sobre la norma (información referencial por lo indicado anteriormente y además no se cuenta con la cantidad de datos requeridos por la norma) **(Ver gráfico N°79).**

Para la estación Lipesed no fue posible evaluar esta norma por no contar con los años suficientes de monitoreo. El valor referencial promedio de concentraciones para el año 2013 fue de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

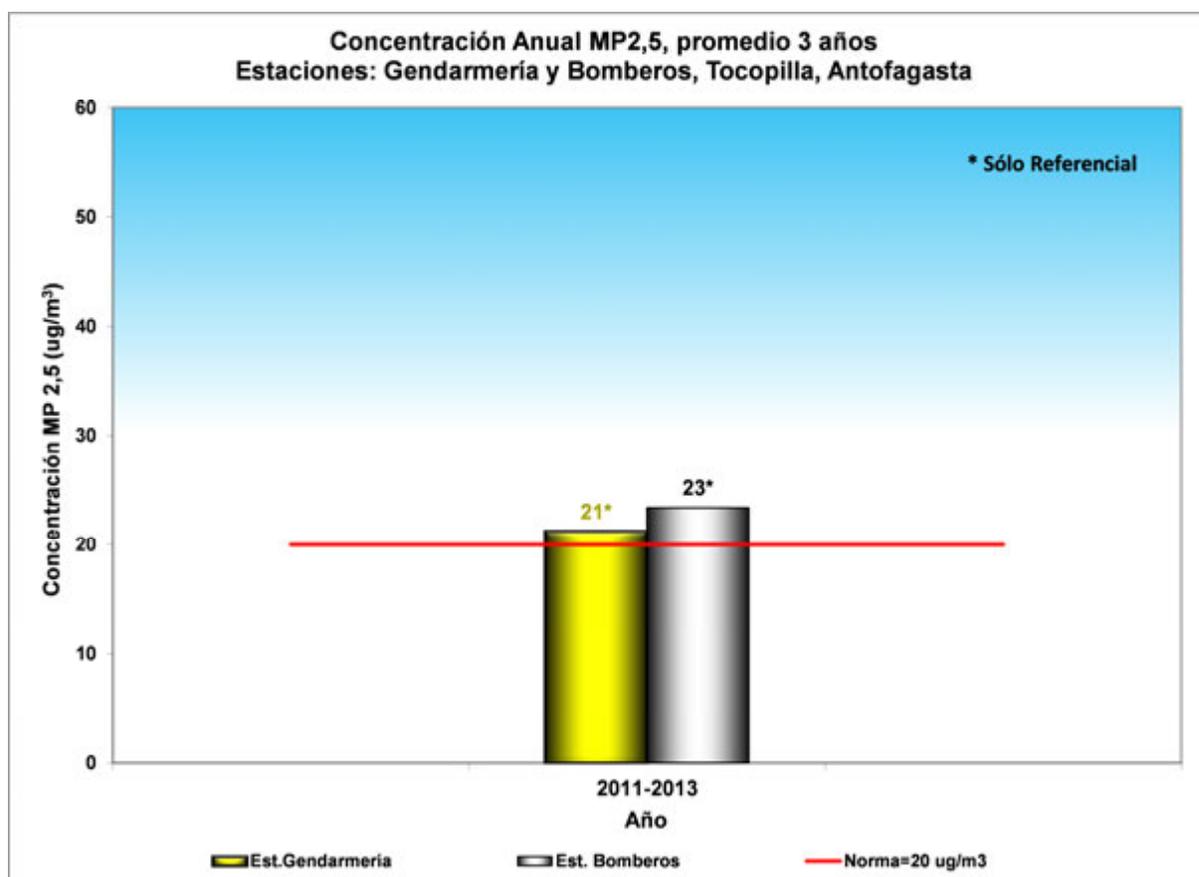


Gráfico N° 79: Concentración anual de MP2.5, promedio 3 años, Estaciones Gendarmería y Bomberos, Tocopilla, Región de Antofagasta.

En la estación Supersite, el valor de promedio para el año 2012 fue de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Para el año 2013, el valor promedio fue de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ **(Ver tabla N°21).**

Tabla N°21: Promedio Anual de Material Particulado MP2.5 Estación Escuela E-10, Tocopilla.

Año	2012	2013
Promedio anual de concentración MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	17
Días evaluados	108	122
Año válido	Sí	Sí

c) Dióxido de Azufre (SO₂)

c.1. Norma Diaria

En la estación Supersite (ex 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 µg/m³N, respectivamente. Todos los valores bajo la norma. Para el periodo 2005-2007, el percentil 99 correspondió a 105 µg/m³N, valor bajo la norma, mientras que para los periodos 2006-2008 y 2007-2009 fue de 135 y 139 µg/m³N, respectivamente, ambos valores bajo la norma. El periodo 2008-2010, el valor del percentil 99 fue de 140 µg/m³N, valor bajo la norma. Para el periodo 2009-2011, el valor de percentil 99 fue de 119 µg/m³N, disminuyendo la concentración en comparación al periodo anterior. Para el periodo 2010-2012, el percentil 99 se incrementa nuevamente alcanzando un valor de 155 µg/m³N, ambos periodos se encuentran bajo la norma diaria. Finalmente, para el periodo 2011-2013, el valor del percentil 99 se incrementa a 208 µg/m³N, bajo la norma. **(Ver gráfico N°80).**

Para la estación Gobernación, el percentil 99 para periodo 2005-2007 fue de 53 µg/m³N, valor bajo la norma, mientras que para el periodo 2006-2008, fue de 83 µg/m³N, valor nuevamente bajo la norma (los valores mencionados anteriormente son referenciales, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) 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 µg/m³N, respectivamente, valor bajo la norma. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 el valor del percentil 99 fue de 83 y 63 µg/m³N respectivamente, ambos valores bajo la norma diaria. Por último, para el periodo 2011-2013 el valor del percentil 99 fue de 41 µg/m³N, valor bajo la norma. **(Ver gráfico N°80).**

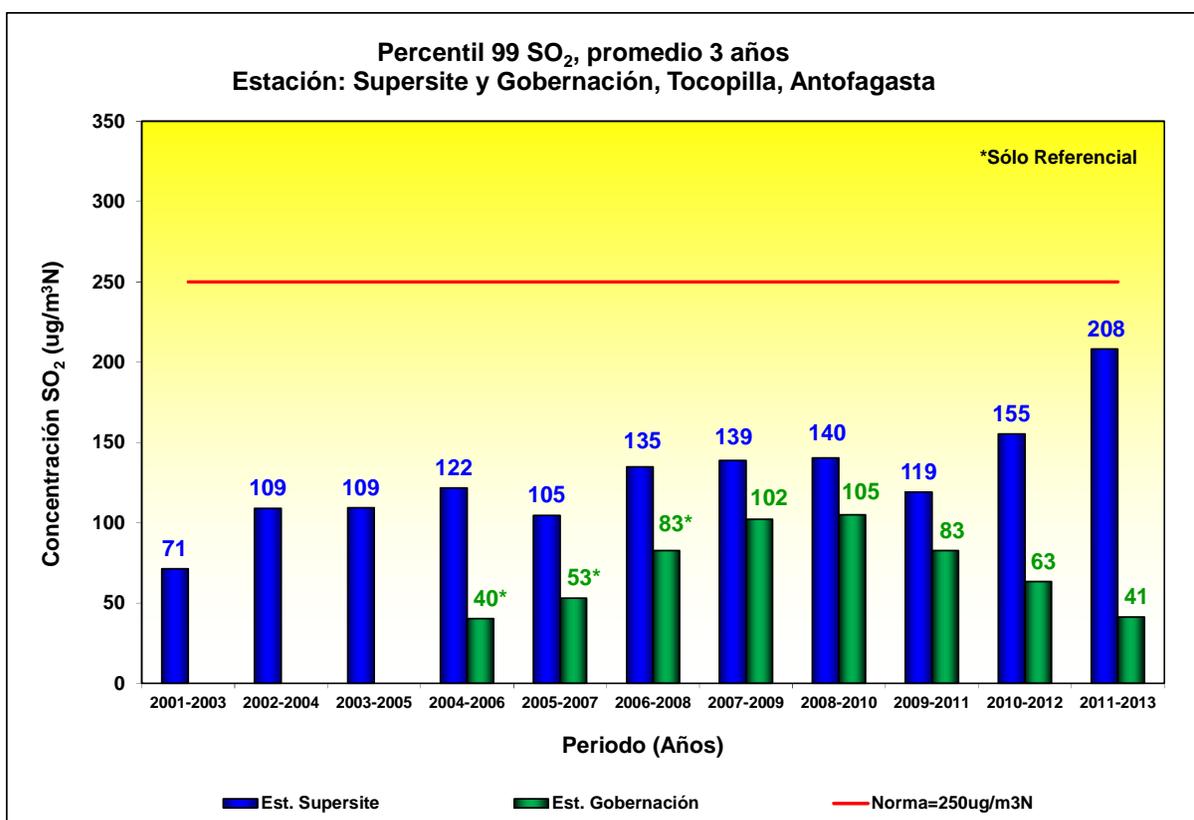


Gráfico N° 80: Percentil 99 SO₂, promedio 3 años, Estación Supersite y Gobernación, Tocopilla, Región de Antofagasta.

c.2. Norma Anual

La concentración de SO₂, para la estación Supersite, para los periodos 2002-2004 y 2003-2005 fue de 27 y 31 µg/m³N, respectivamente, mientras que para los periodos 2004-2006, 2005-2007 y 2006-2008 fue de 32, 29 y 34 µg/m³N, 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 µg/m³N, respectivamente. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 la estación E-10 estuvo bajo la norma con valores de 35 y 44 µg/m³N, ambos periodos bajo la norma anual. Para el periodo final, 2011-2013, el valor de concentración fue de 87 µg/m³N, valor sobre la norma. **(Ver gráfico N°81).**

Para la estación Gobernación, la concentración para los periodos 2004-2006, 2005-2007 y 2006-2008 fue de 11, 13 y 19 µg/m³N, respectivamente, para cada periodo. Todos los valores bajo la norma (información referencial, debido a que esta estación fue declarada EMRPG (SO₂) en el mes de abril del año 2006). 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 µg/m³N, respectivamente. Para los periodos 2009-2011 y 2010-2012 la concentración estuvo bajo la norma con un valor de 27 y 20 µg/m³N respectivamente. Finalmente, para el periodo 2011-2013, el valor de concentración fue de 12 µg/m³N, valor bajo la norma. **(Ver gráfico N°81).**

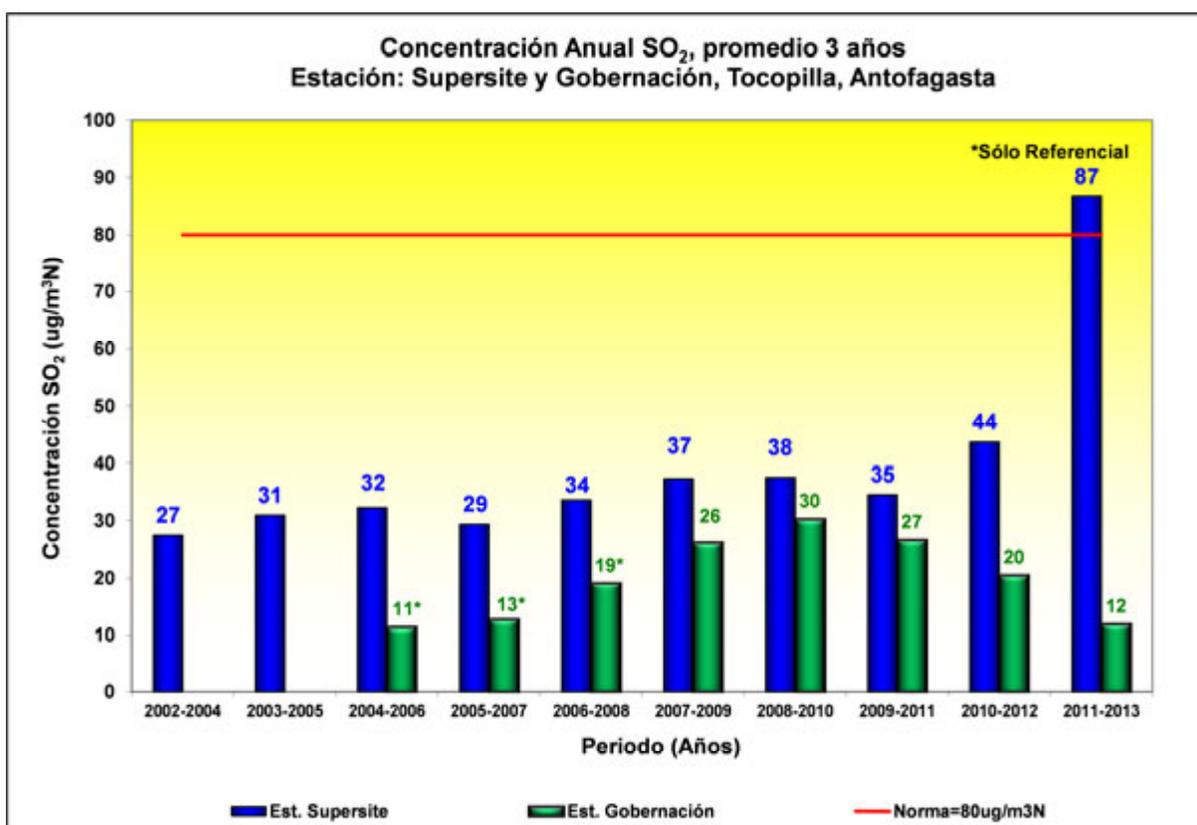


Gráfico N° 81: Concentración Anual SO₂, promedio 3 años, Estación Supersite y Gobernación, Tocopilla, Región de Antofagasta.

d) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

d.1. Norma Horaria

Este parámetro sólo se mide en la estación Supersite. El percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para el periodo 2005-2007 correspondió a 53 µg/m³N, valor bajo la norma, mientras que para los periodos 2006-2008 y 2007-2009 fue de 80 y 96 µg/m³N, 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. Finalmente para el periodo 2011-2013 la concentración alcanzó un valor de 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. **(Ver gráfico N°82).**

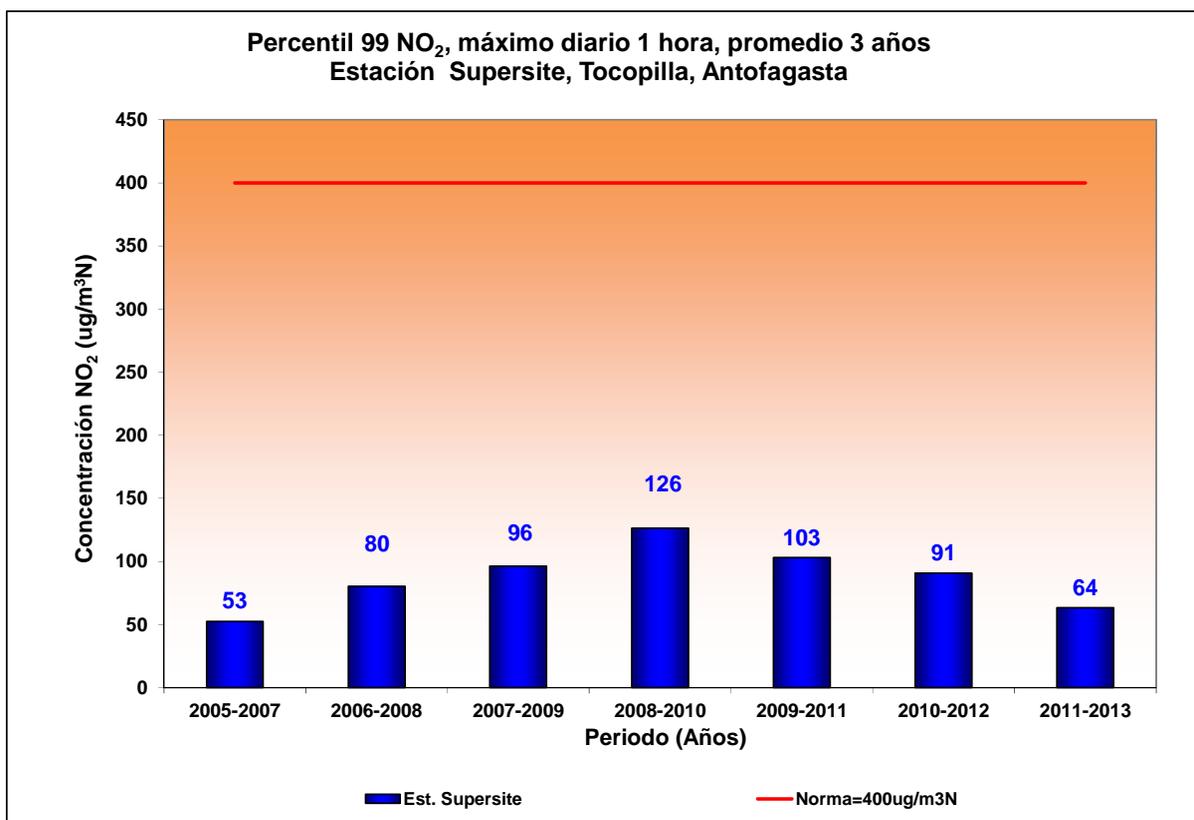


Gráfico N° 82: Percentil 99 NO₂, máximo diario 1 hora, promedio 3 años, Estación Supersite, Tocopilla, Región de Antofagasta.

d.2. Norma Anual

La norma anual de NO₂ no fue sobrepasada para los periodos analizados. El periodo 2005-2007, presentó una concentración de 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que el periodo 2006-2008 y 2007-2009 la concentración fue de 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en ambos periodos. Para el periodo 2008-2010, la concentración anual tuvo un valor de 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. Para los periodos 2009-2011 y 2010 y 2012, la concentración anual alcanzó valores de 16 y 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, ambos valores bajo la norma anual. Finalmente, para el periodo 2011-2013, el valor de concentración fue de 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, valor bajo la norma. **(Ver gráfico N°83).**

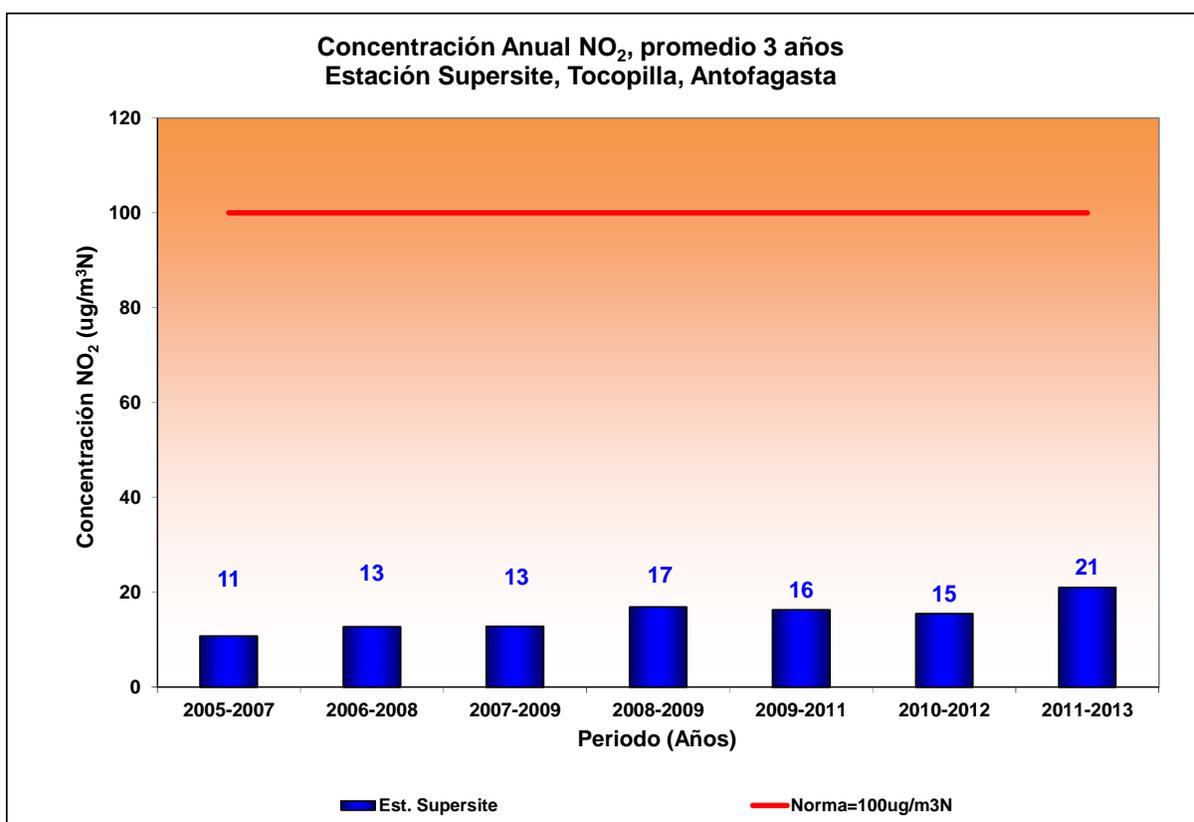


Gráfico N° 83: Concentración Anual NO₂, promedio 3 años, Estación Supersite, Tocopilla, Región de Antofagasta.

e) Ozono (O₃)

e1. Norma horaria como concentración 8 horas

No es posible verificar el cumplimiento de esta normativa, debido a que se debe calcular el promedio aritmético de 3 años sucesivos y sólo se cuenta con monitoreo desde Febrero del año 2012 en la estación Supersite. Sin embargo, a modo de referencia, se calcula el percentil 99 de las máximas concentraciones de 8 horas para el año 2012 y 2013, cuyo valor es de 56 y 51 µg/m³N respectivamente.

f) Monóxido de Carbono (CO)

f.1. Norma horaria como concentración 1 hora

No es posible verificar el cumplimiento de esta normativa, debido a que se debe calcular el promedio aritmético de 3 años sucesivos y sólo se cuenta con monitoreo desde Febrero del año 2012 en la estación Supersite. Sin embargo, a modo de referencia, se calcula el percentil 99 de las máximas concentraciones de 1 hora para el año 2012 y 2013, cuyo valor es de 0,7 y 0,8 mg/m³N respectivamente.

f.2. Norma horaria como concentración 8 horas

Para la norma horaria como concentración de 8 horas, también se calcula de modo referencial el percentil 99 para el año 2012 y 2013, cuyo valor es 0,4 mg/m³N para ambos años.

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°19.300/1994 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 AukaHuasi 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 Nº 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 saturada y/o latente, en lo que respecta al año 2013, se observa lo siguiente:

En la **comuna de Antofagasta**, el valor medido en la estación Caleta Coloso, se encontraría en situación de latencia para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10 con una concentración de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

El valor medido en la estación La Negra, se encontraría en situación de latencia para la norma diaria de Material Particulado Respirable MP10, con una concentración de 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10, el valor medido se encontraría en situación de saturación con 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, para el periodo 2011-2013.

El valor medido en la estación Inacesa, se encontraría en situación de saturación para la norma diaria de Material Particulado Respirable MP10, con una concentración de 235 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. El valor medido para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10, también se encontraría en situación de saturación con una concentración de 138 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para el periodo 2011-2013.

En la estación Rendic, el valor medido se encontraría en situación de latencia para la norma anual de Material Particulado Respirable, con una concentración de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ para el periodo 2011-2013.

En la **comuna de Calama**, con respecto a la norma diaria de MP10, el valor de percentil 98 se encontraría en situación de latencia, para la estación Servicio Médico Legal, con un valor de 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10, la estación Servicio Médico Legal, se encontraría en situación de saturación con una concentración de 74 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y la estación Chiuchiu estaría en condición de latencia con un valor de 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (se aprecia una tendencia a la disminución en este contaminante en ambos sectores).

En la **comuna de María Elena**, las mediciones de la estación Iglesia y Sur se encontrarían en situación de saturación para la norma anual de MP10 para el periodo 2011-2013 con un valor de 54 y 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, mientras que la estación Hospital se encontraría en situación de latencia con un valor de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En la **comuna de Sierra Gorda**, con respecto a la norma diaria de MP10, la estación Sierra Gorda (Spence) se encontraría en situación de saturación con un valor de 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que para la norma anual de MP10, los valores medidos en la estación Sierra Gorda (Spence) se encontrarían en situación de saturación con un valor de 52

$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y en la estación Poblado de Sierra Gorda el valor se encontraría en situación de latencia, alcanzando $44 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En la **comuna de Mejillones**, la estación Juan José Latorre (Enaex) se encontraría en situación de latencia para la norma diaria de MP10, el valor de percentil 98 fue de $122 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En la **comuna de Tocopilla**, el valor medido en la estación Supersite, se encontraría en situación de saturación para la norma anual de Material Particulado Respirable MP10 para el periodo 2011-2013 con un valor de $53 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mientras que la estación Gobernación estaría en condición de latencia para este mismo contaminante, con un valor de $49 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Para el contaminante SO_2 , la estación supersite se encontraría en condición de latencia para la norma diaria con un valor de $208 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y en saturación para la norma anual con un valor de $87 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones que a continuación se indican están referidas al año 2013.

Comuna de Antofagasta

En el sector Coloso: Se cumplió con la norma diaria de MP10, sin embargo, la norma anual se encontraría en situación de latencia.

En el Sector Coviefi: Se cumplió la norma diaria y anual de MP10. Se cumplió la norma diaria de MP2.5 (referencial). La estación monitorea MP2.5 desde el año 2013. Con respecto al SO₂, tanto la norma diaria como la norma anual se cumplieron. Con respecto a NO₂, se comenzó a medir este contaminante a partir del año 2013. En cuanto al parámetro As, la concentración no varió significativamente con respecto al año 2012.

En el Sector La Negra: Se cumplió la norma diaria de MP10 en la estación Sur, sin embargo, la estación La Negra se encontraría en situación de latencia y la estación Inacesa sobrepasaría dicha norma. Con respecto a la norma anual de MP10, la estación La Negra, Inacesa y Sur presentarían valores sobre la norma (información referencial para la estación Sur, debido a que esta estación no está declarada EMRP).

En cuanto a la norma diaria de MP2.5, la estación Inacesa se encontraría sobre la norma diaria y la estación La Negra en situación de latencia. Con respecto a la norma anual de MP2.5 estaría en saturación en la estación Inacesa (información referencial, dado que ambas estaciones no están declaradas EMRP para dicho contaminante y además, para la estación La Negra sólo se dispone de información del año 2013).

Con respecto a la norma diaria y anual de SO₂, las estaciones La Negra e Inacesa cumplieron con la norma, excepto la estación Sur, la cual sobrepasaría la norma diaria y estaría en latencia para la norma anual (información referencial, debido a que la estación Sur no está declarada EMRPG).

Con respecto a la norma horaria y anual de NO₂, se cumplieron en la estación Inacesa, (referencial, debido a que no está autorizada como EMRPG para este contaminante). Para la estación la negra sólo se dispone de información de NO₂ del año 2013.

Para el O₃, la estación Inacesa cumplió la norma horaria (información referencial, ya que no está declarada EMRPG para dicho contaminante).

La estación Inacesa cumplió la norma anual de plomo (información referencial, dado que dicha estación no está declarada EMPB).

En lo que respecta al As, las estaciones La Negra, Sur e Inacesa, para el año 2013, presentó un leve aumento con respecto al año 2012.

En el Sector centro de la ciudad de Antofagasta: las estaciones Oncológico, Rendic y Liceo Industrial cumplieron con la norma diaria de MP10 (información referencial para la estación Liceo Industrial, debido a que no es EMRP). Con respecto a la norma anual de MP10, la estación Oncológico cumplió con la norma, sin embargo, la estación Rendic se encontraría en condición de latencia. La estación Liceo Industrial sólo posee información del año 2013.

Con respecto a la norma diaria de MP2.5, la estación Liceo Industrial estaría en situación de latencia (valor referencial debido a que la estación no es EMRP). La estación Liceo Industrial sólo posee información del año 2013.

Con respecto al Pb, sólo hasta el año 2012 se verificó el cumplimiento de la norma, ya que fue el último año calendario en que se monitoreo dicho contaminante.

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

- **Mantener la vigilancia de la calidad del aire en la estación Inacesa y La Negra para MP10 y MP2.5 debido a que:**
 - **Se observan valores que estarían en condición de latencia para la norma diaria de MP10 y saturación para la norma anual en la estación La Negra. Además, para la estación Inacesa, ambas normas se encontrarían superadas para este contaminante.**
 - **Se observan valores que estarían sobre la norma diaria y anual de MP2.5 (estación Inacesa) y latencia norma diaria (estación La Negra). Adicionalmente, se debería evaluar con la Superintendencia del Medio Ambiente la condición de EMRP para MP2.5, EMPB y EMRPG de la estación Inacesa y La Negra, según corresponda.**
- **Mantener la vigilancia de la calidad del aire en la estación Liceo Industrial, dado los altos valores de MP2.5 para la norma diaria. Adicionalmente, determinar acciones que permitan identificar fuentes locales responsables de los valores registrados en dicha estación para este contaminante. Finalmente, se debería evaluar con la Superintendencia del Medio Ambiente la condición de EMRP para MP10 y MP2.5 de la estación Liceo Industrial**
- **Mantener la vigilancia de la calidad del aire en las estaciones Rendic Y Caleta Coloso, debido a que se encontrarían en situación de latencia para la norma anual de MP10. Adicionalmente, determinar acciones que permitan identificar fuentes locales responsables de los valores registrados en ambas estaciones.**
- **Continuar con la implementación del Plan de Gestión de Calidad del Aire del sector la Negra.**

Comuna de Taltal

En el sector de Paposo: Las estaciones Escuela Paposo y Punto de Máximo Impacto, cumplieron con la norma diaria y anual de MP10, excepto la estación Escuela Paposo que estaría en condición de latencia para la norma anual. Con respecto al SO₂, ambas estaciones cumplieron tanto la norma diaria como anual. En cuanto al NO₂, se cumplió con la norma horaria y anual en ambas estaciones. Finalmente, para el O₃, la norma horaria (8 horas) también se cumplió en ambas estaciones.

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

- **Determinar acciones que permitan identificar fuentes locales responsables de los valores registrados en la estación Paposo (latencia norma anual).**
- **Evaluar con la Superintendencia del Medio Ambiente la condición de EMRP para MP10 de la estación Escuela Paposo.**

Comuna de Calama

En la ciudad de Calama: las estaciones Hospital del Cobre, PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro cumplieron con la norma diaria de MP10, sin embargo, la estación

Servicio Médico Legal presentó valores en nivel de latencia (información referencial para PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro).

Con respecto a la norma anual de MP10, la estación Hospital del Cobre cumplió con la norma y la estación Servicio Médico Legal se encontraría en situación de saturación.

Con respecto al MP2.5, se cumpliría con la norma diaria en todas las estaciones, sin embargo la norma anual estaría en latencia para la estación Servicio Médico Legal.

Con respecto al parámetro SO_2 , las estaciones Hospital del Cobre y Servicio Médico Legal cumplieron con la norma diaria y anual.

Con respecto a la norma anual de Pb y horaria CO, la estación Escuela D-126 cumplió con dicha normativa (sólo realiza campañas). La estación Centro monitorea CO desde el año 2013.

Con respecto al As en MP10, la estación Servicio Médico Legal presentó una tendencia a la disminución con respecto al año 2012.

Las estaciones PVK, Club Deportivo 23 de Marzo y Centro sólo poseen información desde el año 2013, para los contaminantes MP10, MP2.5, Pb y As (ambos en MP10 y MP2.5), SO_2 , NO_2 , CO, O_3 , según corresponda .

En la localidad de Chuquicamata: En la estación Auka Huasi se sobrepasó la norma diaria y anual de MP10 (información referencial, debido a que esta estación no es EMRP). Con respecto al parámetro SO_2 , se sobrepasó la norma diaria y para la norma anual se encontraría en situación de latencia (información referencial, debido a que esta estación no es EMRPG). Con respecto al As en MP10, se observó un aumento con respecto al año 2012.

En el Sector El Abra: La estación Conchi Viejo cumplió con la norma diaria y anual de MP10.

En el sector Chiu Chiu: Se cumplió la norma diaria para MP10, sin embargo, la norma anual se encontraría en situación de latencia. En cuanto al contaminante MP2.5, la norma diaria estaría en situación de latencia y bajo la norma anual (información referencial, debida a que esta estación no es EMRP para MP2.5). Con respecto al SO_2 , las normas diaria y anual se cumplieron. Los valores del As disminuyeron levemente con respecto al año 2012.

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

- ***Mantener la vigilancia de la calidad del aire en la ciudad de Calama, debido a que la estación Servicio Médico Legal se encontraría en condición de latencia para la norma diaria de MP10 y saturación para la norma anual. Adicionalmente, dicha estación se encontraría en situación de latencia para la norma anual de MP2.5.***
- ***Determinar acciones que permitan identificar fuentes locales responsables de los valores registrados para la norma anual de MP10 y MP 2.5 en la estación Servicio Médico Legal.***
- ***Realizar las acciones que permitan verificar que las concentraciones de As en MP10 obtenidas en las estaciones PVK, Complejo Deportivo 23 de Marzo y Centro sean correctas, dado las diferencias observadas en el año 2013.***
- ***Mantener la vigilancia de la calidad del aire en el sector Chiuchiu, debido a que la estación Chiuchiu se encontraría en situación de***

latencia para la norma anual de MP10 y para la norma diaria de MP2.5 (ésta última sólo referencial).

- **Evaluar con la Superintendencia del Medio Ambiente la condición de EMRP para MP2.5 y EMRPG en todas las estaciones a cargo de CODELCO Chile, División Chuquicamata.**

Comuna de María Elena

Sector localidad de María Elena: La norma diaria de MP10 se cumplió en las estaciones Hospital, Iglesia y Sur. En cuanto a la norma anual, las estaciones Iglesia y Sur se encontrarían sobre dicha norma y la estación Hospital en situación de latencia.

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

- **Mantener la vigilancia de la calidad del aire en la localidad de María Elena, debido a que las estaciones Iglesia y Sur se encontrarían en situación de saturación para la norma anual de MP10, y la estación Hospital estaría en condición de latencia para dicha norma.**
- **Determinar acciones que permitan identificar otras fuentes locales responsables de los valores registrados para la norma anual de MP10 en la estación Iglesia, Hospital y Sur, debido a que la fuente principal no estaría operando.**

Comuna de Sierra Gorda

Sector Sierra Gorda: en las estaciones Poblado Sierra Gorda y Sierra Gorda (SCM), se cumplió la norma diaria de MP10 (referencial para la estación Sierra Gorda (SCM)), sin embargo, la estación Sierra Gorda (a cargo de Spence) se encontraría sobre dicha norma. Respecto a la norma anual, la estación Sierra Gorda (a cargo de Spence), se encontraría en saturación, mientras que la estación Poblado Sierra Gorda se encontraría en situación de latencia. La estación Sierra Gorda (SCM), monitorea desde el año 2012

Para el MP2.5, la norma diaria se cumplió en la estación Sierra Gorda (SCM) (referencial).

Para el As, se observó un aumento en las concentraciones con respecto al año 2012.

Con respecto al Pb, se observó el cumplimiento de la norma anual (referencial)

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

- **Mantener la vigilancia del contaminante de MP10 para la norma diaria y anual, dada la condición de superación de ambas norma en la estación Sierra Gorda (a cargo de Spence). Adicionalmente, la estación Poblado Sierra Gorda se encontraría en latencia para la norma anual de dicho contaminante.**
- **Gestionar el diseño óptimo de la red de calidad del aire de la localidad de Sierra Gorda.**

Comuna de Mejillones

Sector Michilla: Se cumplió la norma diaria para MP10 en la estación Michilla, sin embargo para la norma anual, estaría en situación de latencia (información referencial debido a que la estación no está autorizada EMRP).

Sector ciudad de Mejillones: Se cumplió la norma diaria de MP10 para todas las estaciones que miden este contaminante, excepto para la estación Juan José Latorre (Enaex) que se encontraría en situación de latencia. Respecto a la norma anual se cumplió en todas las estaciones.

Para el caso del MP2.5, la estación Liceo Juan José Latorre (E-CL) estaría en situación de latencia para la norma diaria y anual.

Para el caso del SO₂, tanto la norma diaria como anual se cumplieron en las estaciones Ferrocarriles, Molynor, Liceo Juan José Latorre y Subestación Eléctrica (información referencial para todas las estaciones excepto Ferrocarriles).

Para el NO₂ también se cumplió con la norma diaria y anual en todas las estaciones de monitoreo que miden este contaminante.

Con respecto al O₃ se cumpliría con la norma horaria. Finalmente, también se cumpliría con las normas horarias para el CO.

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

- ***Mantener la vigilancia de la calidad del aire en la estación Michilla debido a que se encontraría en situación de latencia para la norma anual de MP10. Adicionalmente, evaluar con la Superintendencia del Medio Ambiente la condición de EMRP para dicho contaminante.***
- ***Mantener la vigilancia de la calidad del aire en la estación J. J. Latorre (Enaex), debido a que se encontraría en situación de latencia para la norma diaria de MP10.***
- ***Mantener la vigilancia de la calidad del aire en la estación Liceo J. J. Latorre (E-CL), debido a que se encontraría en situación de latencia para la norma diaria y anual de MP2.5. Adicionalmente, evaluar con la Superintendencia del Medio Ambiente la condición de EMRP para dicho contaminante.***
- ***Gestionar el diseño óptimo de la red de calidad del aire de la ciudad Mejillones.***

Comuna de Tocopilla

En la ciudad de Tocopilla: Se cumplió la norma diaria de MP10 en todas las estaciones. Respecto a la norma anual se sobrepasaría en la estación Supersite, mientras que para las estaciones Gobernación y Gendarmería se encontraría en situación de latencia (esta última sólo de forma referencial).

En cuanto a la norma diaria de MP2.5, la estación Gendarmería, Bomberos y Lipesed sobrepasarían la norma (información referencial), mientras que la estación Supersite se encontraría en situación de latencia. Respecto a la norma anual, las estaciones Gendarmería y Bomberos sobrepasarían dicha norma (referencial).

La norma diaria de SO₂ se encontraría en situación de latencia en la estación Supersite, y se encontraría en condición de saturación para la norma anual.

La norma diaria y anual de NO₂ se cumplió en la estación Supersite.

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

- **Mantener la vigilancia de la calidad del aire en la estación Supersite, Gobernación y Gendarmería, debido a que la estación Supersite se encontraría en situación de saturación, y las demás en condición de latencia para la norma anual de MP10.**
- **Mantener la vigilancia en las estaciones Supersite, Bomberos y Gendarmería, debido a que la estación Supersite se encontraría en situación de latencia, y las demás en condición de saturación para la norma diaria de MP2.5. Respecto a la norma anual, las estaciones Bomberos y Gendarmería se encontrarían en condición de saturación (información referencial para las tres estaciones). Adicionalmente, evaluar con la Superintendencia del Medio Ambiente la condición de EMRP para dicho contaminante.**
- **Mantener la vigilancia en la estación Supersite, debido a que se encontraría en situación de latencia para la norma diaria de SO₂ y en condición de saturación para la norma anual.**

ANEXO I
**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

