Contaminación Puchuncaví – Quintero
Enfoque del Ministerio de Salud

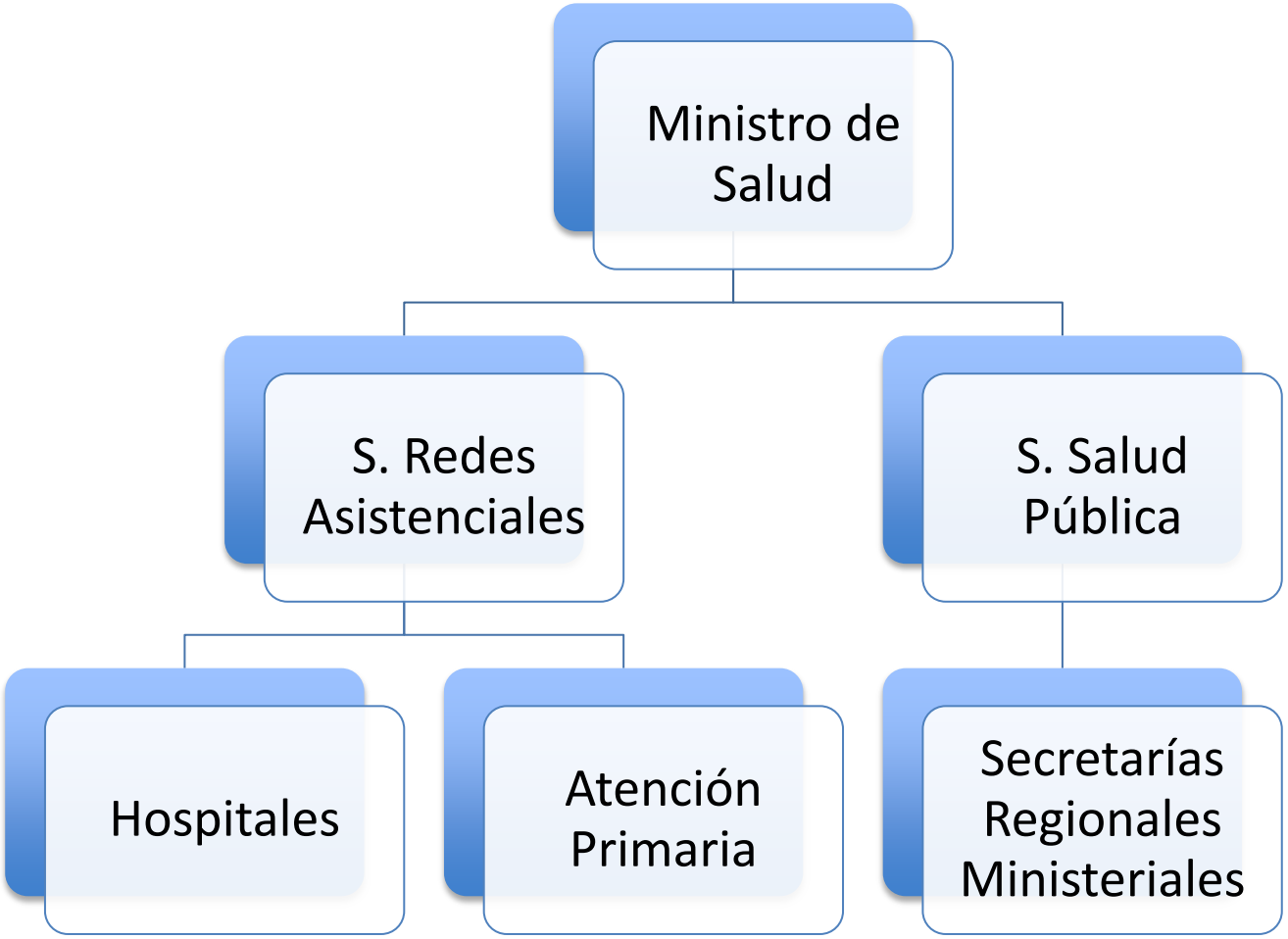
Gobierno
de Chile

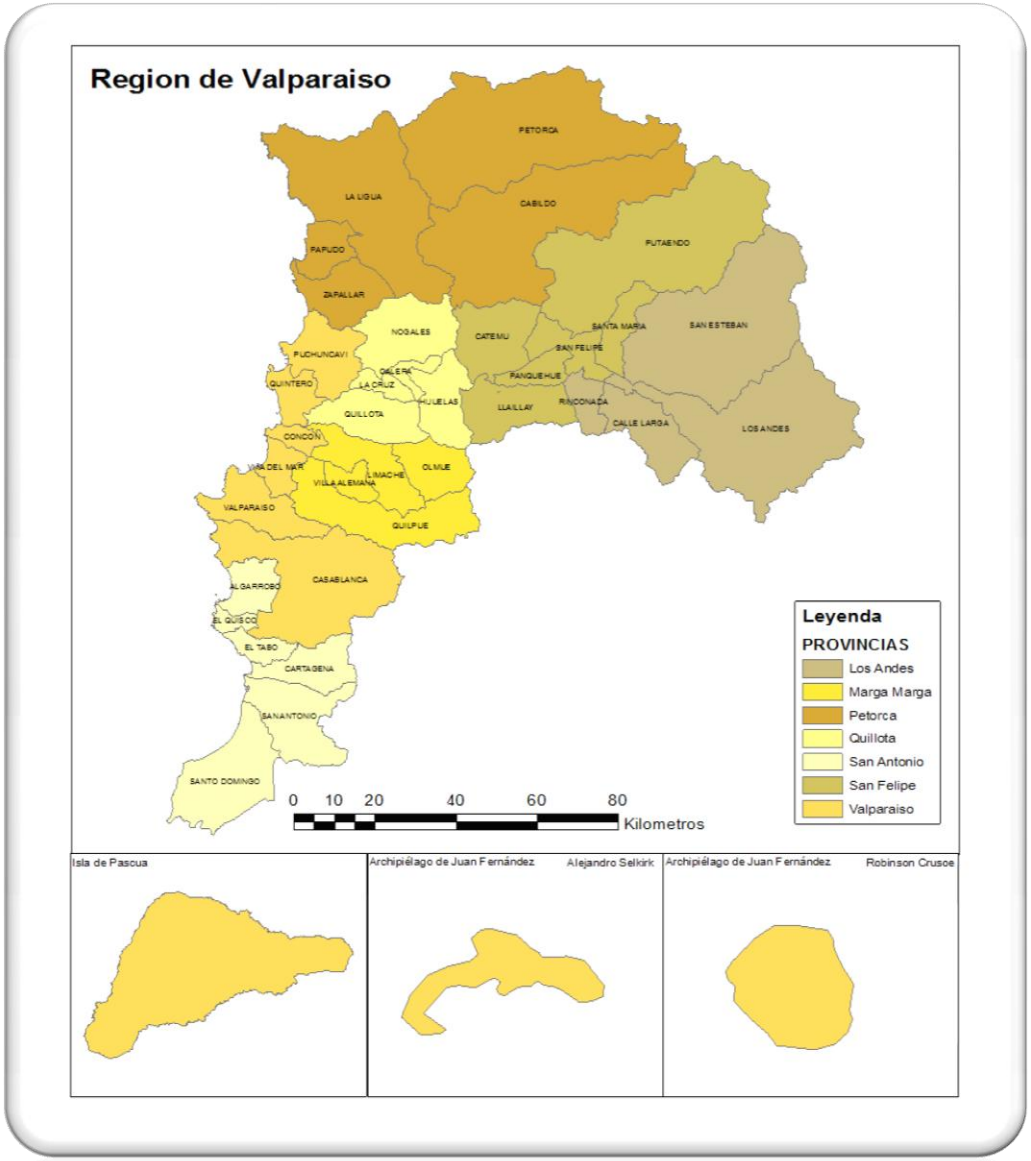
Dr. Jaime Jamett Rojas

Secretario Regional Ministerial de Salud
Región de Valparaíso

29 de Marzo de 2012

Ministerio de Salud





Región de Valparaíso

- **Tercera región más poblada del país.**
- **1.739.876 habitantes**
- **8 provincias y 38 comunas**
- **56% población, se concentra en las Provincias de Valparaíso y Marga Marga.**
- **Población varía de: 817 personas en Juan Fernández a 291.760 en Viña del Mar**

Región de Valparaíso

DATOS POBLACIONALES	
Superficie (kms^2) (IGM)	16.396,1
Población proyectada año 2009	1.739.876
Densidad año 2009 (habt/km^2)	106,1
% Población del país año 2009	10,3
% Hombres 2009	49,2
% Mujeres 2009	50,8
% 0 a 14 años 2009	21,6
% 15 a 64 años 2009	68,0
% 65 años y más 2009	10,4
Índice de masculinidad 2009	97,0
Índice de dependencia 2009	47,1
Índice de vejez o renovación 2009	48,4
% Ruralidad 2009	8,5
% Población étnica 2006 (CASEN)	2,1
Tasa de natalidad 2007 (por 1.000 habt.)	13,3
Crecimiento natural 2005-2010 (por 1.000 habitantes)	7,89
Crecimiento exponencial 2005-2010 (por 1.000 habitantes)	11,30
Población proyectada año 2020	1.934.895

- **Actualmente representa el 10,3% de la población del país.**
- **Región eminentemente urbana, sólo un 8,5% de la población vive en áreas rurales.**
- **49,2% población son hombres y 50,8% mujeres, es decir, por cada 100 mujeres hay 97 hombres.**
- **Presenta la población más envejecida del país: Índice vejez 48,4, superior en 9,8 puntos al índice nacional (38,6)**
- **Tasa Crecimiento Natural ocupa segundo lugar más bajo del país**
- **Tasa Natalidad más baja del país**
- **Tasa de crecimiento exponencial ocupa 5º lugar más alto**

La Bahía de Quintero y Puchuncaví

Gobierno de Chile

Perfil de las Comunas de Puchuncaví y Quintero

Puchuncaví y Quintero

Puchuncaví

- Puchuncaví fue fundado el 6 de marzo de 1875 como Villa de Puchuncaví. Su historia y la de sus alrededores se remonta a más de 500 años, siendo Puchuncaví una de las localidades más antiguas de Chile. Su nombre deriva del araucano "Puchuncahuin", que significa “donde abundan las fiestas” (fuente: SUBDERE).
- Cuenta con una superficie de 300 Km^2 y una población de **12.934 habitantes**, de los cuales son 6.311 mujeres y son 6.643 hombres. Acoge al 0,84% de la población total de la región. Un 14,32% de sus habitantes corresponde a población rural y un 85,68%, a población urbana.

Quintero

- El nombre de la comuna viene de su descubridor. No fue hasta el 24 de noviembre de 1865 que nació formalmente, cuando el Presidente José Joaquín Pérez dictó el decreto que señaló la creación de Quintero como puerto mayor en la bahía que lleva su nombre.
- Tiene una superficie de 148 km^2 y una población de **21.144 habitantes**, de los cuales 10.784 son mujeres y 10.390, hombres. Quintero acoge al 1,38% de la población total de la región. Un 11,59% corresponde a población rural y un 88,41% a población urbana.

Bahía de Quintero - Puchuncaví

Clima:

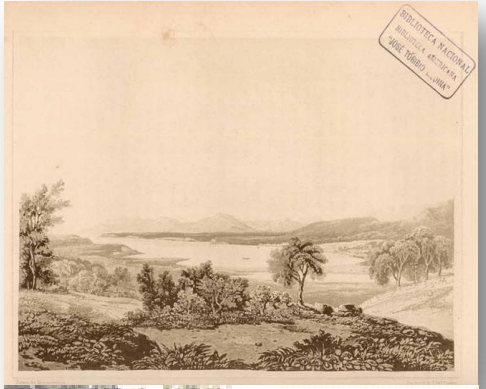
- Templado, cálido, lluvioso, dada la ubicación costera cuenta con vientos predominantes mar – valle durante el día y en sentido opuesto durante la noche. De acuerdo a estudios del Centro Nacional del Medio Ambiente (U. Chile), los factores con mayor influencia en la ocurrencia de los episodios ambientales es la Meteorología en Altura, que comprende los fenómenos de inversión térmica y de vaguada costera, entre otros. En segundo lugar de importancia, los eventos de meteorología en superficie (dirección y magnitud del viento, temperatura en superficie, humedad relativa, entre otros), también influyen en la ocurrencia de los eventos señalados.

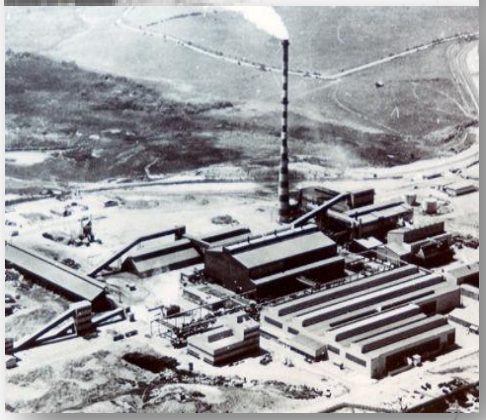
Perfil Industrial:

- Hoy existen 19 empresas operando en la Bahía. 14 de ellas (73,6%) se encuentran emplazadas en la Comuna de Puchuncaví y 5 de ellas en la Comuna de Quintero (26,4%). De ellas, las 3 centrales termoeléctricas que se encuentran funcionando, aportan 28,6% de la capacidad energética instalada en la Región y 5,8% respecto de la capacidad nacional.

La Historia. El cambio del perfil productivo

- **Antes de 1964**
  - La bahía de Quintero y Puchuncaví tiene un perfil productivo marcado fundamentalmente por la actividad agrícola y pesca artesanal.
- **1964 - 1992**
  - Desde 1964 se comienza a consolidar un parque industrial muy cercano a las áreas pobladas.
  - Luego de varias décadas de impacto ambiental no regulado, en 1992 se inicia un plan de descontaminación en la zona, la que es declarada saturada para SO_2 y $PM_{10.}$ (DS 346/93 del Ministerio de Agricultura).
  - Las principales empresas (ENAMI – CHILGENER) inician la operación de un plan de descontaminación para SO_2 y PM_{10}, estratificado por metas anuales (aplicación DS 185/91 Ministerio de Minería).
  - Evidencia publicada entre 1985 y 1995, indican presencia de contaminantes en la bahía de Quintero – Puchuncaví, señalando tanto riesgo y potenciales efectos sobre la salud de las personas.
- **1992 - 2009**
  - Diferentes eventos de derrames y accidentes en la bahía afectan la actividad pesquera del borde costero.
  - La evaluación de los planes de descontaminación demuestran una reducción sistemática de los volúmenes anuales de SO_2 y $PM_{10.}$ (aplicación del DS 252/1992).





El parque industrial hoy

- Hoy existen 19 empresas operando en la Bahía. 14 de ellas (73,6%) se encuentran emplazadas en la Comuna de Puchuncaví y 5 de ellas en la Comuna de Quintero (26,4%).
- Existe una amplia diversificación de las actividades industriales, desde las empresas energéticas, de combustibles, de productos químicos, cementeras, fundiciones, entre otras.
- La calificación industrial de las empresas señaladas indica que 37% de ellas (7/19) están calificadas como Peligrosas y 15,8% (3/19) como contaminantes.
- Desde sus inicios, el parque industrial se ha consolidado en una relación geográfica estrecha con los sectores poblados.
- Igualmente, un porcentaje importante de la población residente trabaja en algunas de las fuentes productivas. Datos entregados por los sindicatos de CODELCO en la H. Cámara de Diputados indican que el 46% de sus trabajadores contratados y 72% de sus contratistas reside en las Comunas de Quintero o Puchuncaví.
- Existen 3 centrales termoeléctricas funcionando, que aportan 28,6% de la capacidad energética instalada en la Región y 5,8% respecto de la capacidad nacional.

Emisiones y Normativas

Gobierno de Chile

Contaminantes Primarios Normados en Chile

Contaminante	Valor máximo 24 horas	Promedio 1 hora	Promedio 8 horas	Promedio Anual
Material Particulado (MP_{10})	150 µg/m³ OMS 50 µg/m³			50 µg/m³ OMS 20 µg/m³
Monóxido de Carbono (CO)		26 ppm 30 mg/m³	9 ppm 10 mg/m³	
Dióxido de azufre (SO_2)	(96 ppb) 250 µg/m³ OMS 20 µg/m³	*Nivel 1: 1.962 – 2.615 ug/m3N Nivel 2: 2.616 - 3.923 ug/m3N Nivel 3: 3.924ug/m3N o superior		(31 ppb) 80 µg/m³
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)		(213 ppb) 400 µg/m³ OMS 200 µg/m³		(53 ppb) 100 µg/m³ OMS 40 µg/m³
Ozono		160 µg/m³	(61 ppb) 120 µg/m³ OMS 100 µg/m³	
Plomo				0.5 µg/m³

*OMS: promedio concentración 10 minutos: 500 µg/m³N

Normas de Calidad de Aire de SO_2 Vigentes Contenidas en el D.S. 113/02 y D.S. 185/91.

Tipo de Norma	Valor	Período de Evaluación	Condición de Verificación	Decreto
Primaria	80 µg/m3N 250 µg/m3N	Anual 24 horas	Promedio de 3 años Promedio 3 años percentil 99 de los promedios de 24 horas	D.S. Nº113/02
Secundaria	80 µg/m3N 360 µg/m3N 1000 µg/m3N	Anual 24 horas 1 hora	Promedio Anual Promedio 24 horas Promedio de 1Hora	D.S. Nº185/91

Evolución de emisiones de AES GENER S.A. y CODELCO División Ventanas (Minsal, 1993 – 2010)

Año	Material Particulado		Anhídrido Sulfuros (SO_2)		Emisión Total	
	GENER Ton/año	CODELCO Ton/año	GENER(1) Ton/año	CODELCO Ton/año	Material Particulado Ton/año	SO_2 Ton/año
1993	-	-	-	117.298	-	-
1994	23.404	3.301	-	123.052	26.705	-
1995	8.330	2.746	-	118.436	11.076	-
1996	542	3.328	8.951	117.322	3.870	126.273
1997	464	1.616	10.020	85.378	2.080	95.398
1998	1.183	1.231	9.224	44.808	2.414	54.032
1999	1.277	305	10.529	30.732	1.582	41.261
2000	1.242	125	8.229	30.220	1.367	38.449
2001	685	127	2.767	31.910	812	34.677
2002	144	55	538	30.882	199	31.420
2003	425	92	2.774	24.352	517	27.126
2004	1.016	202	9.498	22.534	1.218	32.032
2005	606	414	5.869	31.496	1.020	37.365
2006	336	332	8.309	27.454	668	35.763
2007	444	452	11.820	23.014	896	34.834
2008	605	532	10.955	21.344	1.137	32.299
2009	512	514	14.850	20.314	1.029	35.164
2010	156	410	4.511	15.590	566	20.101

Fuente: AES GENER S.A. y ENAMI

•No se tienen datos de emisión antes del año 1996 pues los sensores de SO_2 en chimenea se instalaron en dicho año.

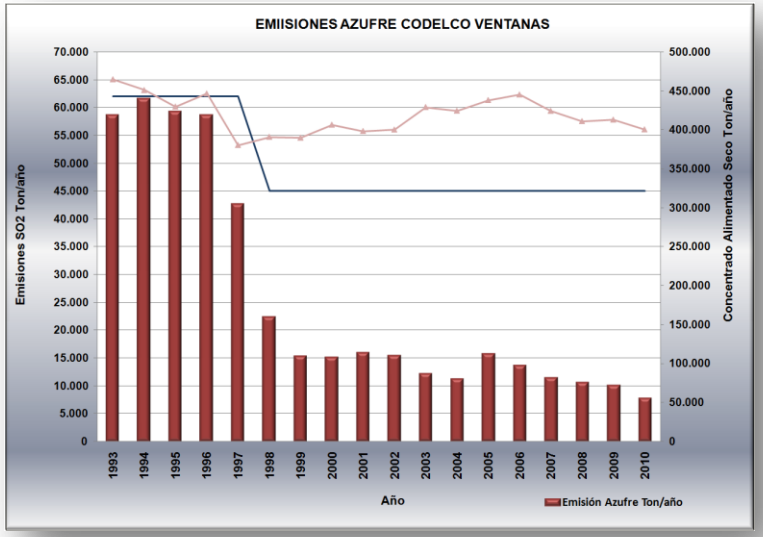
Evaluación del Plan de descontaminación (1993 – 2010)

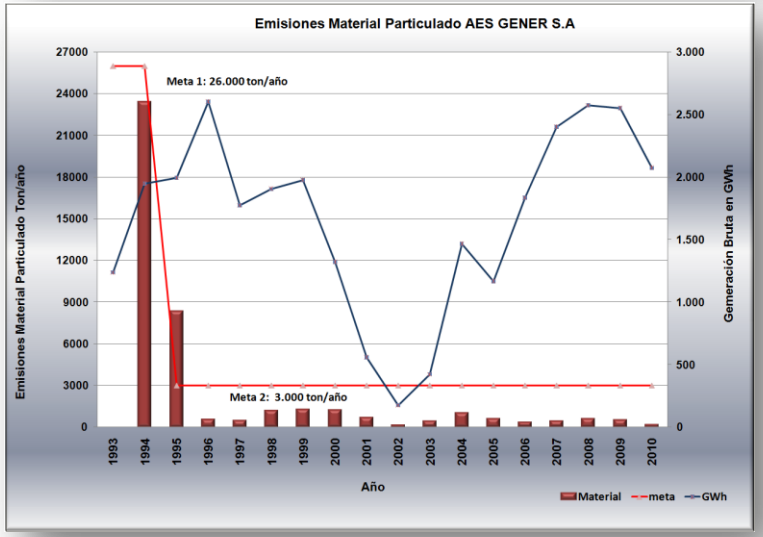
- La evaluación del plan de descontaminación demuestra una reducción total de emisiones de SO_2 de 97,4% respecto de 1993 (91.109 ton/año) y de 75,05% de PM_{10} respecto de 1996 (25.676 ton/año).

- La inversión estimada – sin considerar gastos operacionales adicionales- para las empresas afectas al plan de descontaminación es superior a los 74 millones de U$D (1995 – 2009).

- Las emisiones de $PM_{10.}$ representan hoy, cerca del 30% de las metas establecidas como máximas anuales en el plan, mientras que para SO_2, representan 53% respecto de la meta anual.

- Lo anterior indica que las empresas afectas podrían triplicar sus emisiones de PM_{10} y duplicar las emisiones de SO_2, manteniéndose aún dentro del marco regulatorio vigente.





Episodios Críticos (Minsal, 1993 – 2009)

Niveles de Concentración Horaria que Generan Emergencia Ambiental

DECRETO	ALERTA	ADVERTENCIA	EMERGENCIA
Nº185/91	1963 ug/m³N (0.75ppm)	2618 ug/m³N (1.0 ppm)	3927 ug/m³N (1.5 ppm)
N°113/02	1.962 - 2.615 µg/m³N (0,75 – 0,99 ppm)	2.616 – 3.923 µg/m³N (1,0 – 1,499 ppm)	3.924 µg/m³N o más (1,5 ppm o más)

Fuente: D.S. 185/91 Ministerio de Minería.
D.S. 113/02 MINSEGEPRES. Este Decreto redefinió los episodios críticos como emergencias ambientales, catalogándolos como nivel 1, nivel 2 y nivel 3.

Decreto	Red	Año	Tipo de Episodio			Total
			Alerta	Advertencia	Emergencias	
D.S. 185/91	Ventanas	1993	69	25	5	**99**
		1994	117	58	15	**190**
		1995	196	130	48	**374**
		1996	258	158	67	**483**
		1997	75	41	17	**133**
		1998	21	21	6	**48**
		1999	5	1	1	**7**
		2000	10	3	0	**13**
		2001	21	12	3	**36**
D.S. 113/02		2002	0	0	0	**0**
		2003	0	0	0	**0**
		2004	0	0	2	**2**
		2005	0	1	0	**1**
		2006	0	0	0	**0**
		2007	1	0	0	**1**
		2008	1	0	0	**1**
		2009	1	1	0	**2**

Información Base: Información SAG V Región, SEREMI de Salud V Región, CONAMA V Región

Perfil de Contaminación (Inventario de Emisiones)

- El cumplimiento del Plan de descontaminación en el caso de ENAMI (CODELCO), significó una reducción de 74% de emisiones de SO_2 respecto de 1996 (a una razón de 43.500 ton/año), mientras que la reducción de PM_{10}, representó una reducción de 96% respecto del mismo año (a una razón de 3.200 ton/año). Aún así, para PM_{10} algunas estaciones de monitoreo (La Greda), registra concentraciones sobre nivel de latencia desde 1993 hasta 2006, alcanzando en 2010, valores cercanos a la saturación (95%). Para el SO_2 desde 2003, las estaciones registran niveles bajo el límite de latencia.
- Los inventarios de emisiones Regionales (2008) indican que para el SO_2, las fuentes con mayor aporte son las fundiciones de cobre (64%) y las termoeléctricas (30%). Para el caso de PM_{10}, las centrales termoeléctricas aportan el 46%, seguidas de las fundiciones de cobre con 23% y las refinerías de combustible con 20%. Para el $PM_{2.5}$, las termoeléctricas aportan el 45%, las refinerías de combustibles 20% y 19% las fundiciones de cobre.
- De las fundiciones primarias de cobre, CODELCO División Ventanas representa el 64,6 % de las emisiones de SO_2, 56,4% del PM $_{2.5}$ y 31,3% del PM_{10}.
- Respecto de la Comuna de Puchuncaví, CODELCO División Ventanas representa el 68,1% de las emisiones comunales de SO_2, 80,8% del PM $_{2.5}$ y 43,5% del PM_{10}
- Finalmente, CODELCO División Ventanas representa el 38,1% de SO_2, 6,5% del PM $_{2.5}$ y 4,6% del PM_{10}, respecto del total de emisiones de la Región de Valparaíso.

Año	Material Particulado		Anhídrido Sulfuros (SO_2)		Emisión Total	
	GENER Ton/año	CODELCO Ton/año	GENER(1) Ton/año	CODELCO Ton/año	Material Particulado Ton/año	SO_2 Ton/año
1993	-	-	-	117.298	-	-
1994	23.404	3.301	-	123.052	26.705	-
1995	8.330	2.746	-	118.436	11.076	-
1996	542	3.328	8.951	117.322	3.870	126.273
1997	464	1.616	10.020	85.378	2.080	95.398
1998	1.183	1.231	9.224	44.808	2.414	54.032
1999	1.277	305	10.529	30.732	1.582	41.261
2000	1.242	125	8.229	30.220	1.367	38.449
2001	685	127	2.767	31.910	812	34.677
2002	144	55	538	30.882	199	31.420
2003	425	92	2.774	24.352	517	27.126
2004	1.016	202	9.498	22.534	1.218	32.032
2005	606	414	5.869	31.496	1.020	37.365
2006	336	332	8.309	27.454	668	35.763
2007	444	452	11.820	23.014	896	34.834
2008	605	532	10.955	21.344	1.137	32.299
2009	512	514	14.850	20.314	1.029	35.164
2010	156	410	4.511	15.590	566	20.101

EMISIONES (ref. año 2008)	PM10		PM2.5		SO2		
	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	
REGION VALPARAISO	**11.459**		**9.377**		**56.052**		
REGION FUENTES FIJAS	10.408	**90,83%**	8.393	**89,51%**	51.779	**92,38%**	SOBRE EL TOTAL REGIONAL DE EMISIONES
COMUNA PUCHUNCAVI	1.224	10,68% 11,76%	749	7,99% 8,92%	31.341	55,91% 60,53%	SOBRE EL TOTAL REGIONAL DE EMISIONES SOBRE LAS FUENTES FIJAS
COMUNA DE QUINTERO	33	0,29% 0,32%	27	0,29% 0,32%	18	0,03% 0,03%	SOBRE EL TOTAL REGIONAL DE EMISIONES SOBRE LAS FUENTES FIJAS
FUNDICIONES PRIMARIAS COBRE (2*)	1.700	14,84% 16,33%	1.073	11,44% 12,78%	33.016	58,90% 63,76%	SOBRE EL TOTAL REGIONAL DE EMISIONES RESPECTO DE LAS FUENTES FIJAS
CODELCO	532	4,64% 5,11% 43,46% 6,20% 31,29%	605	6,45% 7,21% 80,77% 4,46% 56,38%	21.344	38,08% 41,22% 68,10% 0,08% 64,65%	SOBRE EL TOTAL REGIONAL DE EMISIONES SOBRE TOTAL FUENTES FIJAS RESPECTO DE PUCHUNCAVI RESPECTO DE QUINTERO SOBRE FUNDICIONES PRIMARIAS

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. Inventario de emsiones(informe final)

* Respresentadas por Fundición Chagres (Catemu) y Codelco - División Ventanas (Puchuncaví)

Episodios Críticos, norma vigente y recomendaciones OMS.

- De acuerdo a los datos evaluados, entre 1993 a 1997, ocurrían en promedio 256 episodios críticos/año (DS. 185/91 Min. Minería y DS 113/2002 MINSEGPRES).
- Los episodios de 2011, que implicaron la evacuación de colegios y la intoxicación de 120 personas (80% menores de edad), nunca alcanzaron los niveles basales de "alerta" establecidos en el D.S. 113/2002.
- La OMS ha recomendado como niveles máximos de PM_{10} 20 µg/m3 en promedio anual, mientras que la norma chilena permite un máximo anual de 50 µg/m3.
- Igualmente, para el SO_2, la OMS recomienda como máximo en una media de 24 horas 20 µg/m3, mientras que la norma chilena acepta un máximo de 250 µg/m3 en el mismo período.
- Para el caso de la exposición de corta duración, la OMS recomienda un máximo de 500 µg/m3, mientras que la norma vigente acepta tres niveles incrementales de exposición en promedios de una hora, que comienzan en 1.962 µg/m3 como nivel de "alerta".

Niveles de Concentración Horaria que Generan Emergencia Ambiental

DECRETO	ALERTA	ADVERTENCIA	EMERGENCIA
N°185/91	1963 ug/m³N (0.75ppm)	2618 ug/m³N (1.0 ppm)	3927 ug/m³N (1.5 ppm)
N°113/02	1.962 - 2.615 µg/m³N (0,75 – 0,99 ppm)	2.616 – 3.923 µg/m³N (1,0 – 1,499 ppm)	3.924 µg/m³N o más (1,5 ppm o más)

Fuente: D.S. 185/91 Ministerio de Minería.
D.S. 113/02 MINSEGEPRES. Este Decreto redefinió los episodios críticos como emergencias ambientales, catalogándolos como nivel 1, nivel 2 y nivel 3.

Decreto	Red	Año	Tipo de Episodio			Total
			Alerta	Advertencia	Emergencias	
D.S. 185/91	Ventanas	1993	69	25	5	**99**
		1994	117	58	15	**190**
		1995	196	130	48	**374**
		1996	258	158	67	**483**
		1997	75	41	17	**133**
		1998	21	21	6	**48**
		1999	5	1	1	**7**
		2000	10	3	0	**13**
		2001	21	12	3	**36**
D.S. 113/02		2002	0	0	0	**0**
		2003	0	0	0	**0**
		2004	0	0	2	**2**
		2005	0	1	0	**1**
		2006	0	0	0	**0**
		2007	1	0	0	**1**
		2008	1	0	0	**1**
		2009	1	1	0	**2**

Información Base: Información SAG V Región, SEREMI de Salud V Región, CONAMA V Región

La nueva forma de mirar la Bahía

Gobierno
de Chile

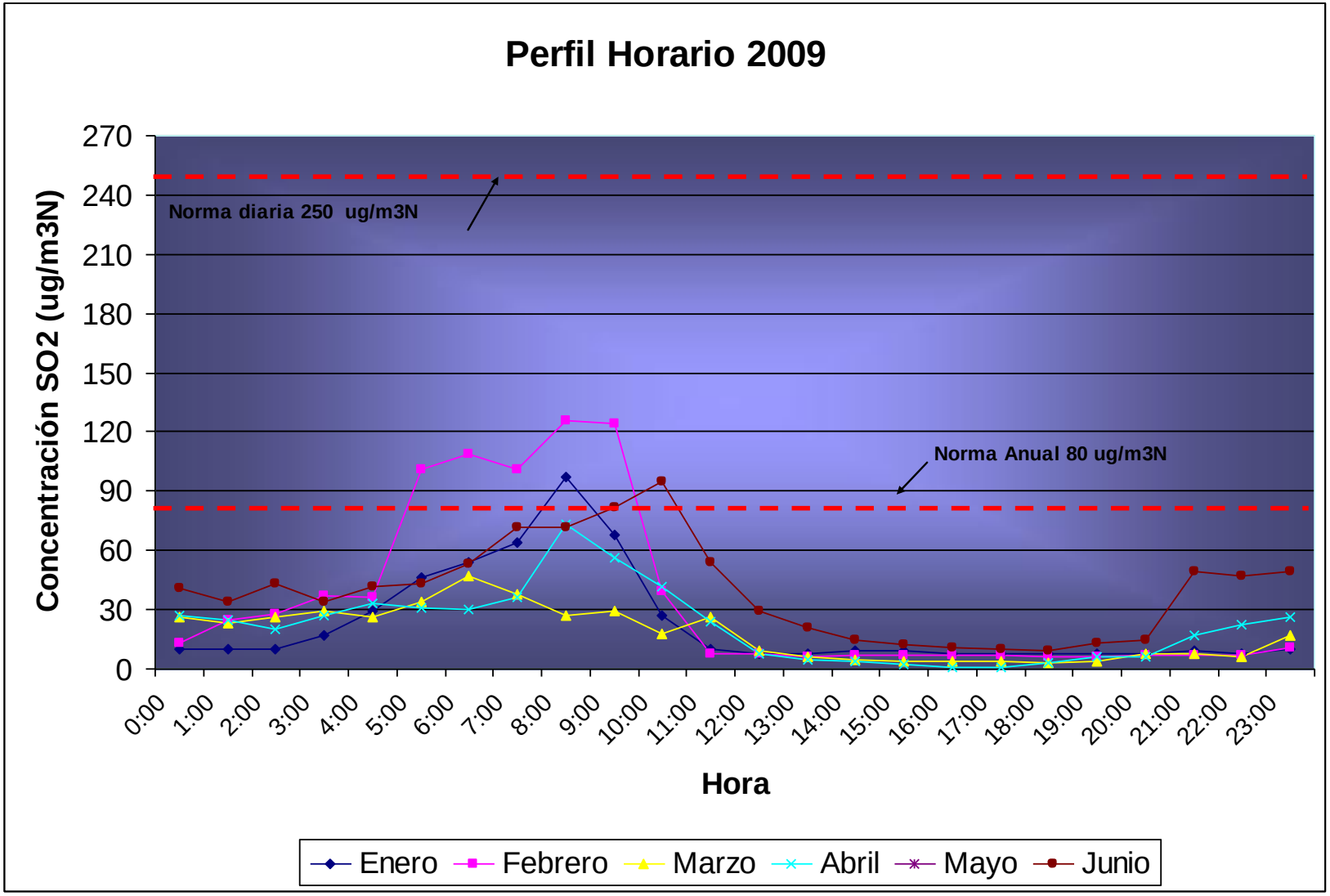
260000
270000
280000
6370000
6360000
N
La Greda
AES GENER
Los Maitenes
CODELCO
VENTANAS
GNL
Ventanas Sur

Análisis de Vientos predominantes 31-08-2011
Pluma de SO_2

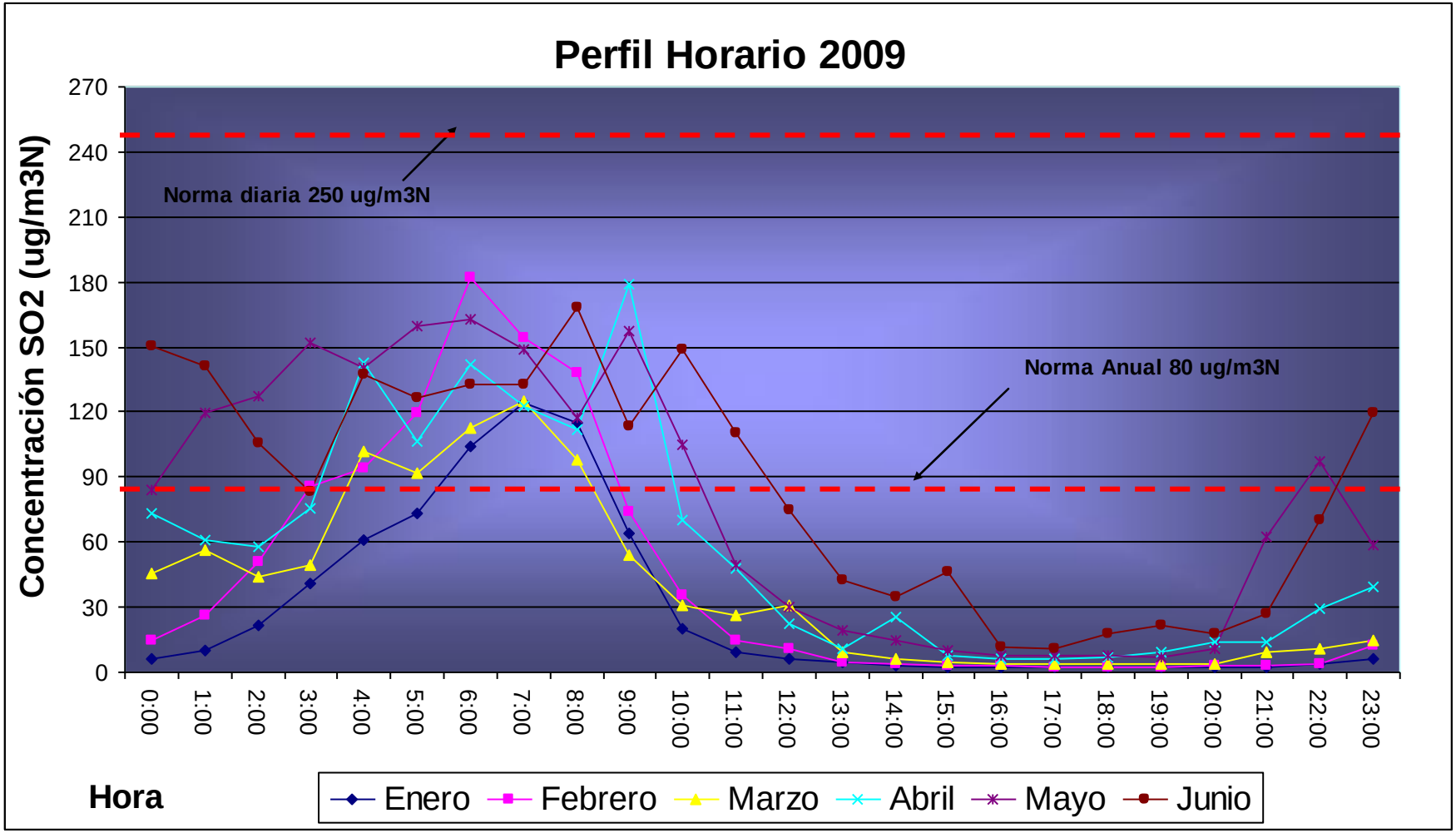
Velocidad del viento: 1 a 2 m/seg (3,5 a 7 Km/H)

Dirección del viento: E
Hora: Entre las 06:00 y 08:00 Hrs AM

Perfil horario Estación Codelco – Gener Quintero (Minsal, enero – junio 2009)

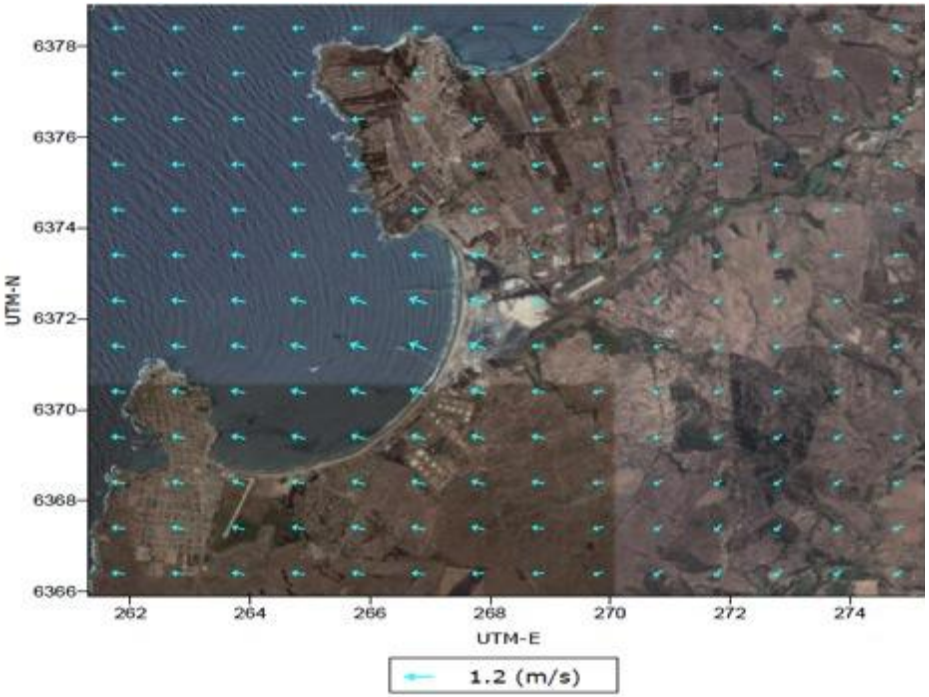


Perfil Horario Estación GNL Quintero (Minsal, enero – junio 2009)

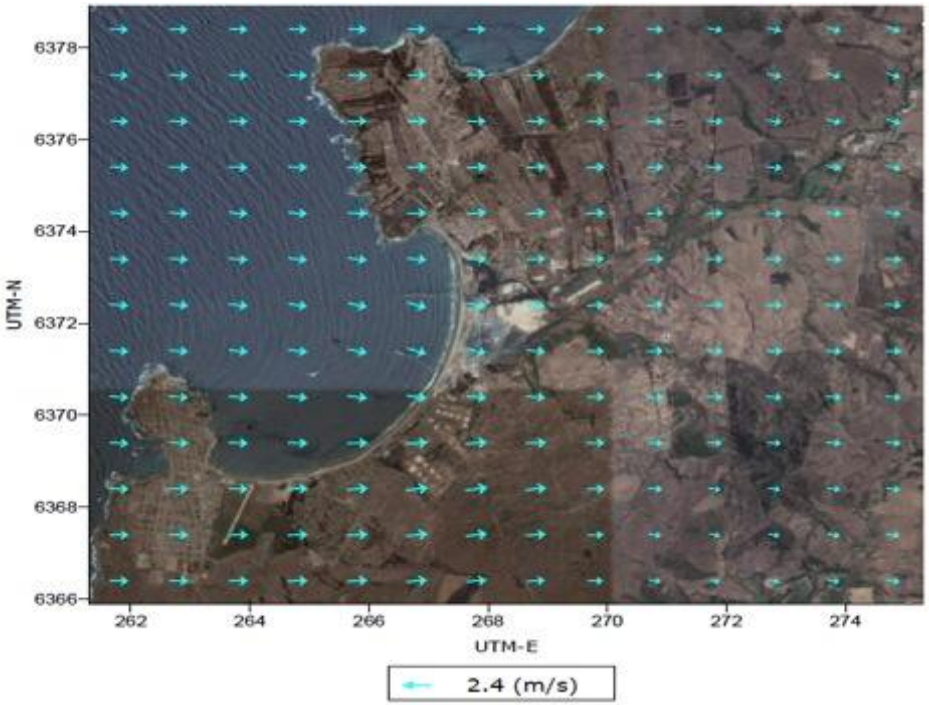


Análisis de Campos de Vientos Invierno (Minsal, 2009 – 2010)

06:00 AM

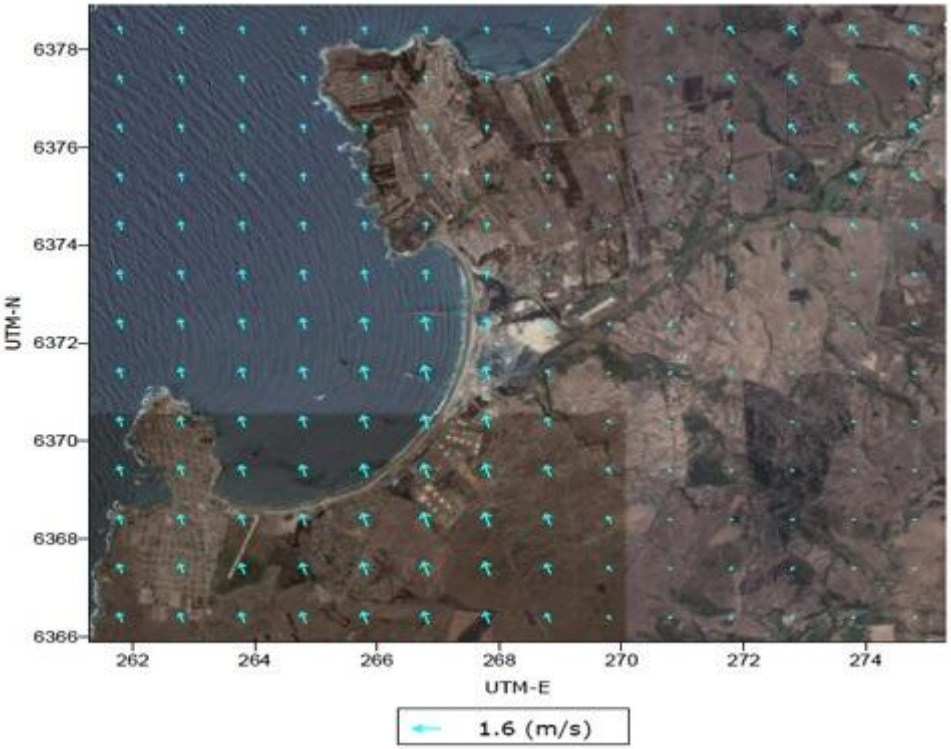


12:00 PM

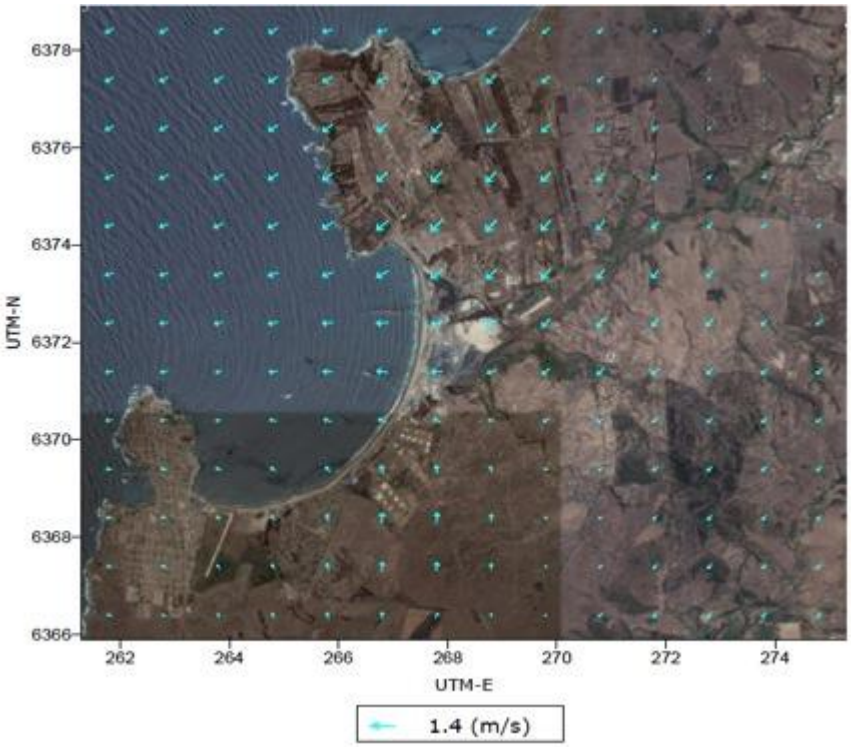


Análisis de Campos de Vientos Invierno (Minsal, 2009 – 2010)

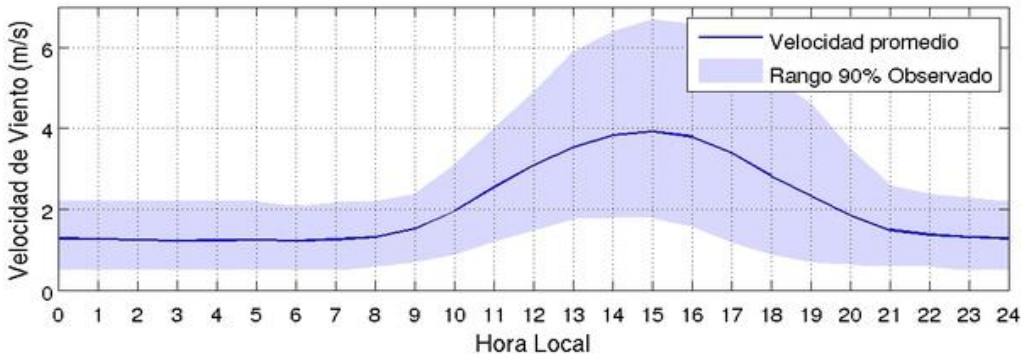
18:00 PM

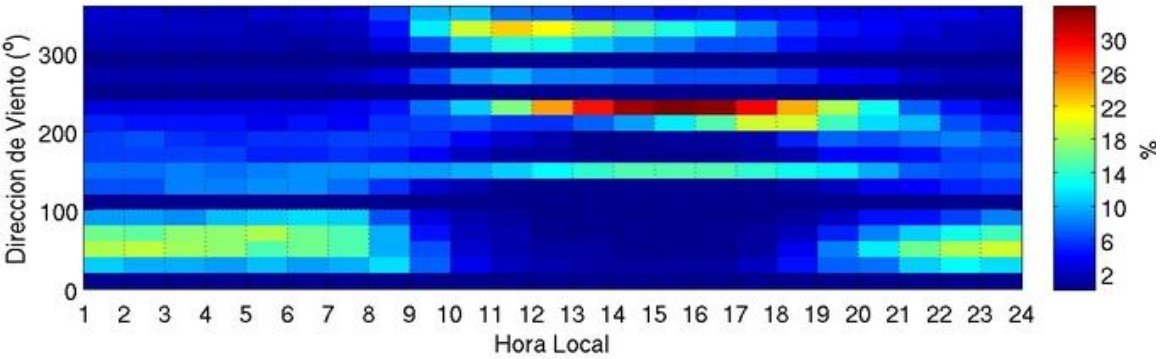


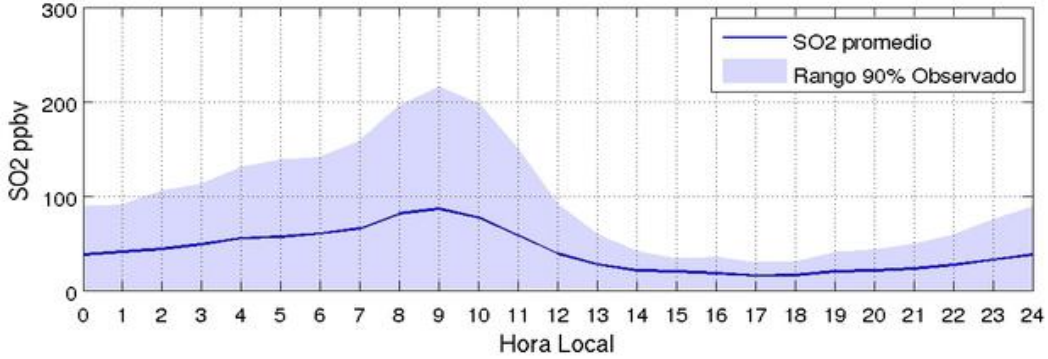
00:00 AM



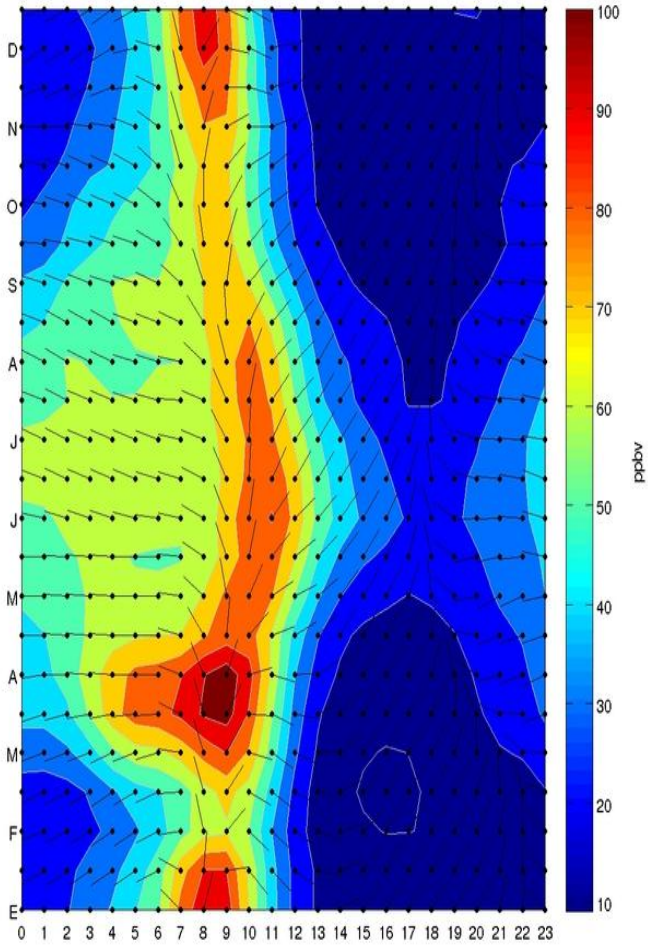
Estación Sur





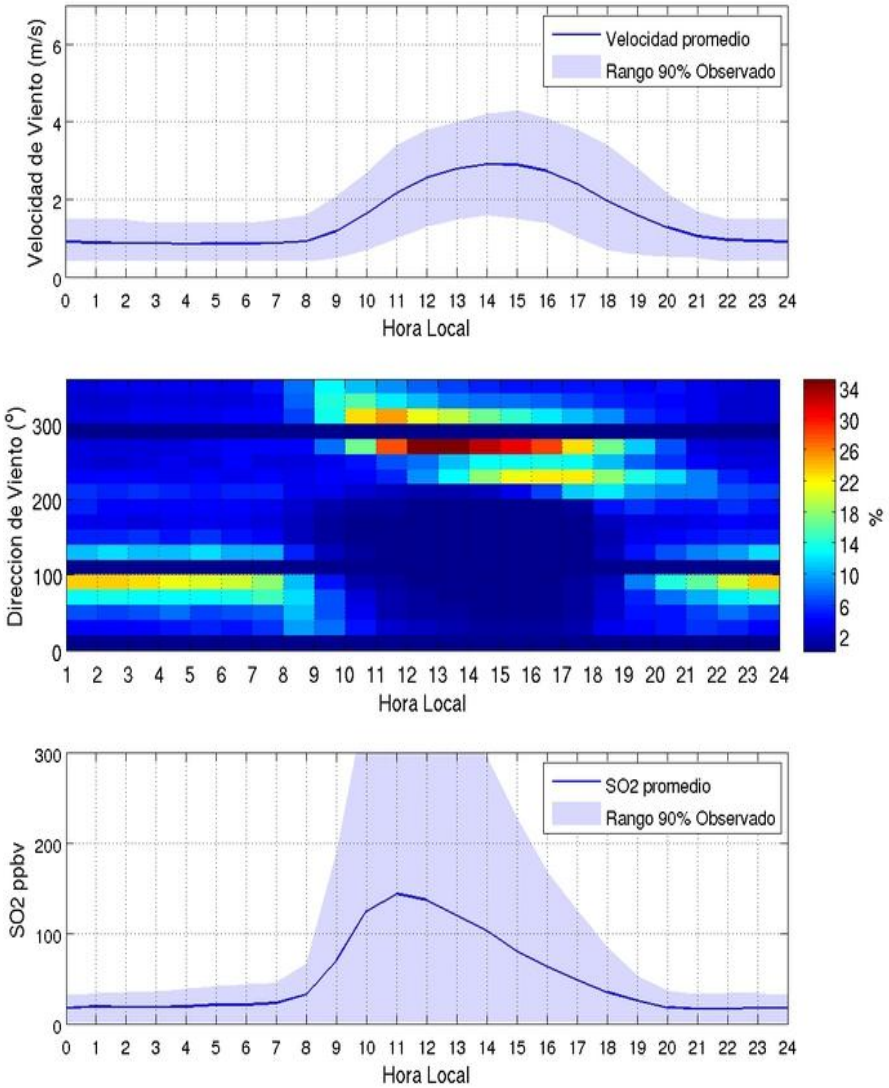


ciclo diario

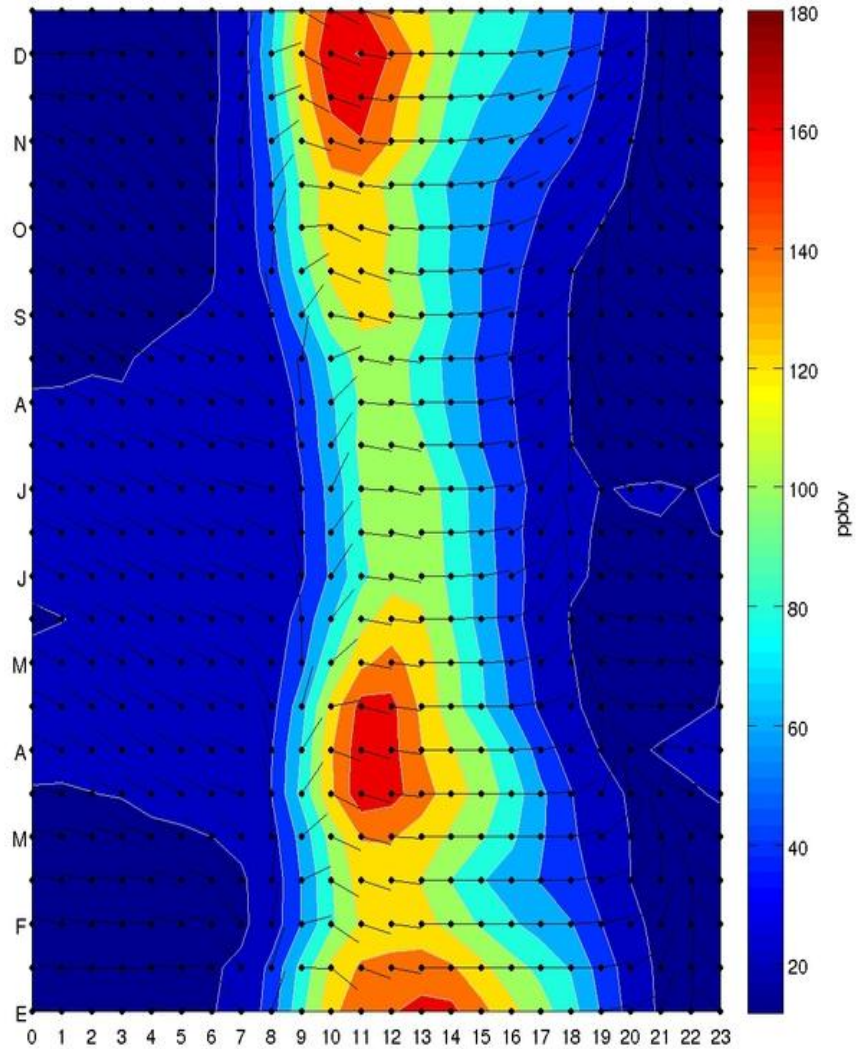


ciclo estacional

Estación Los Maitenes

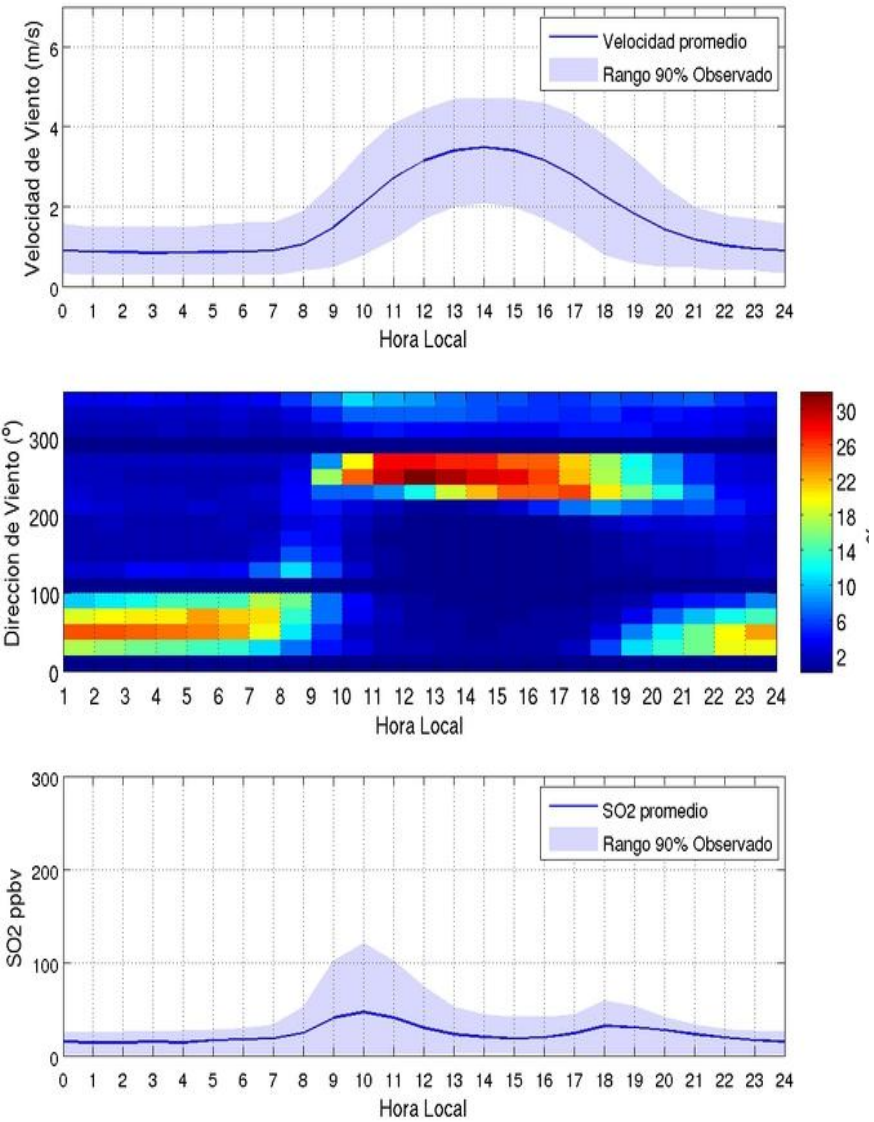


ciclo diario

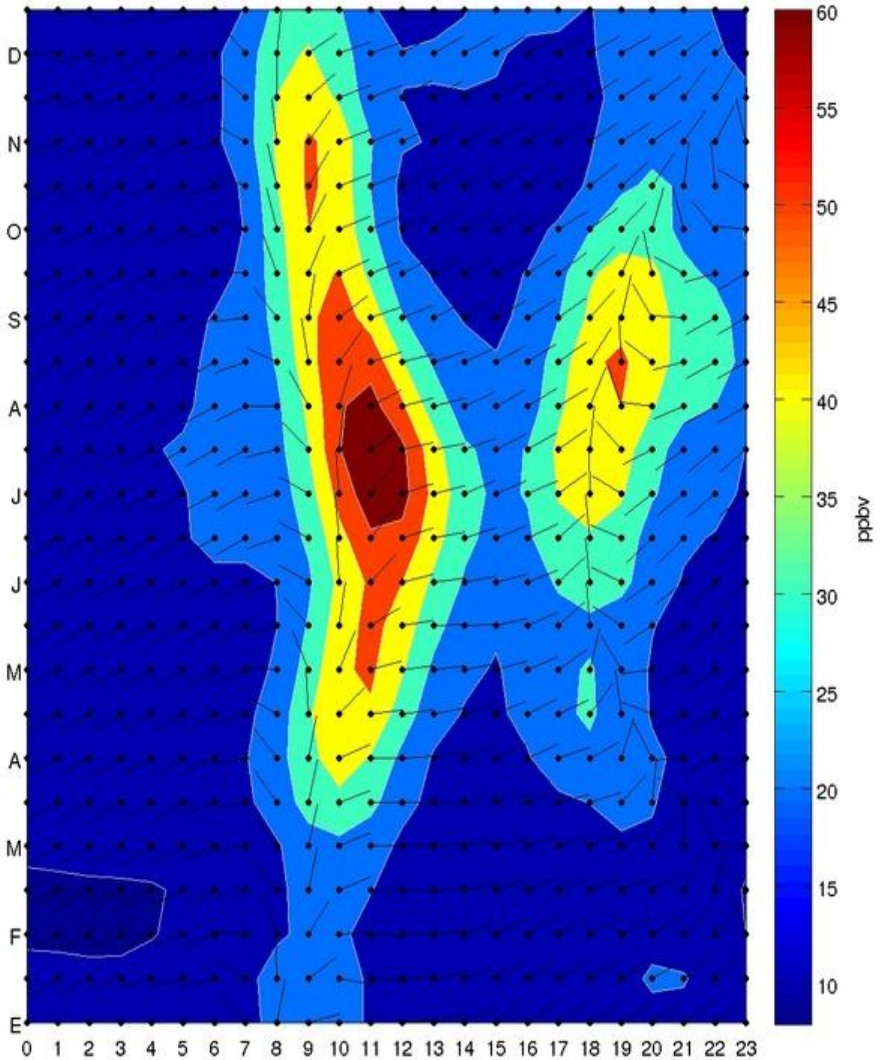


ciclo estacional

Estación la Greda

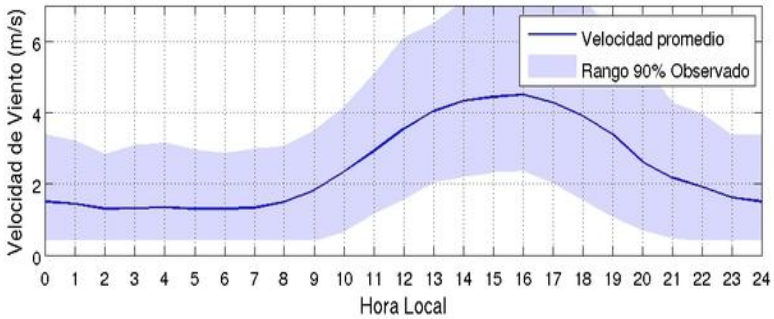


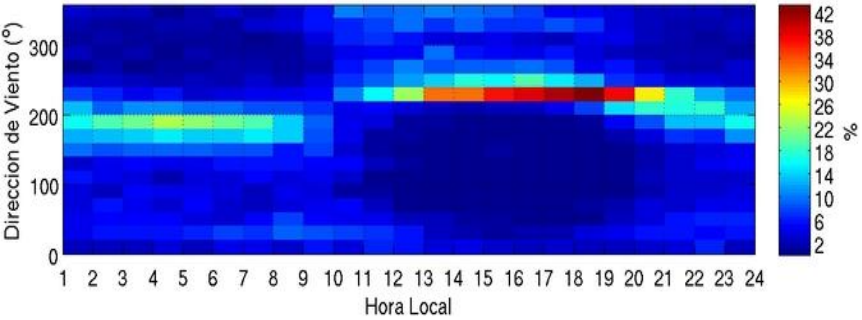
ciclo diario

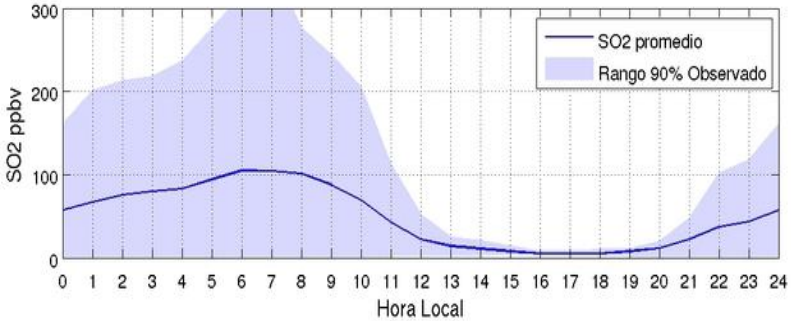


ciclo estacional

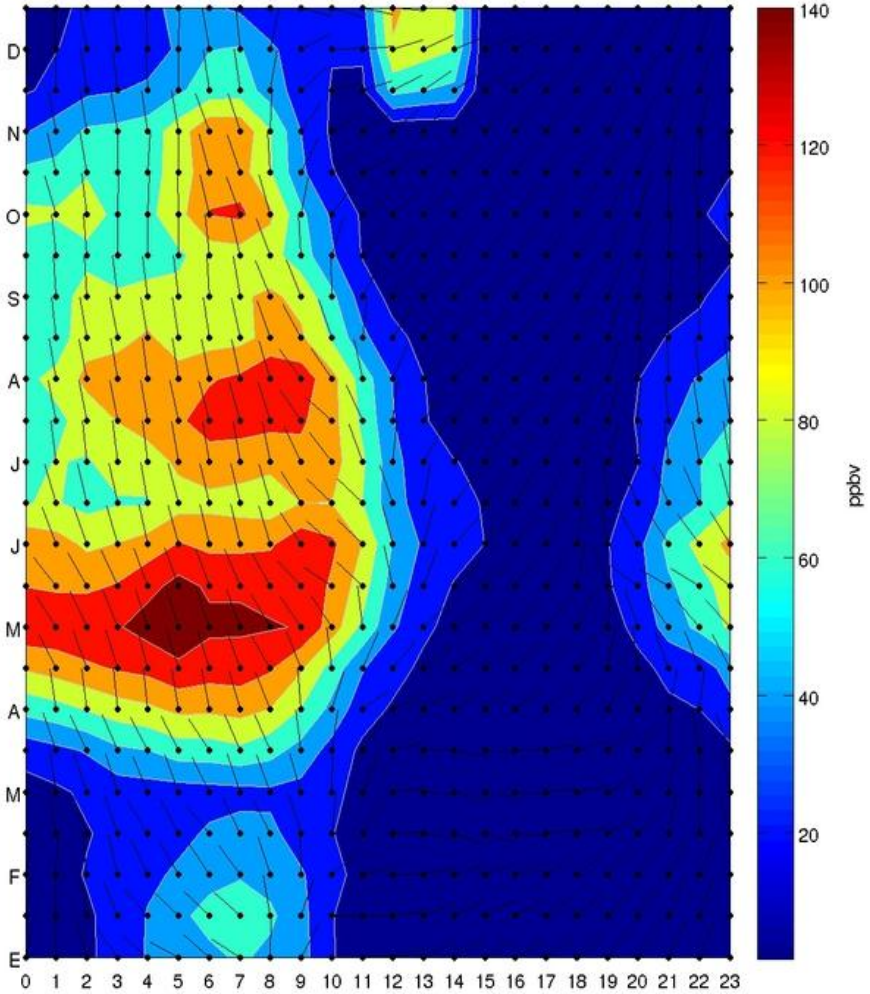
Estación GNL





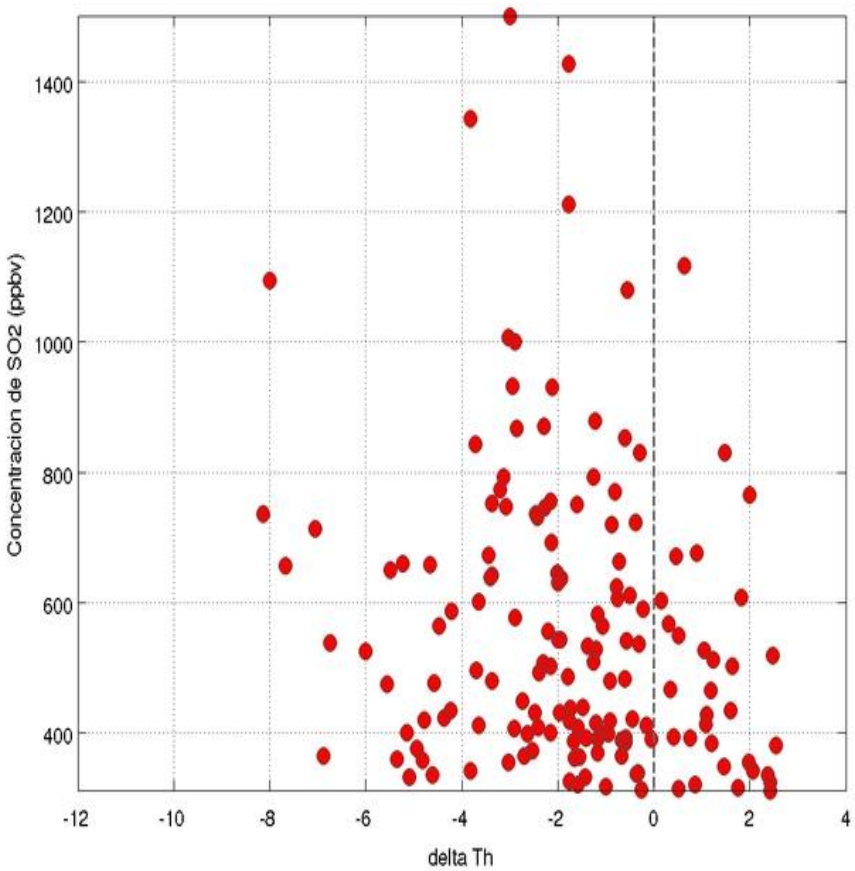


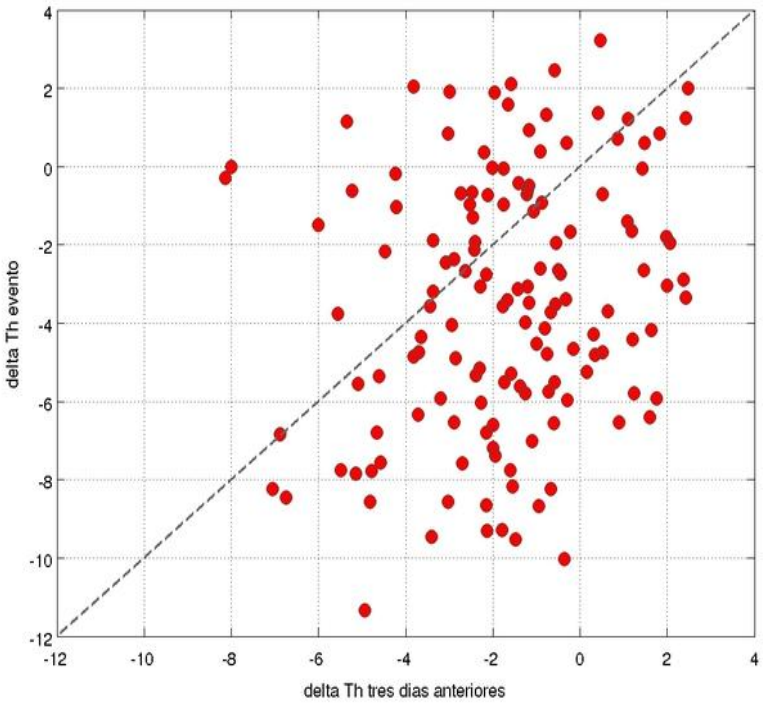
ciclo diario



ciclo estacional

Estabilidad atmosférica durante eventos de concentraciones altas de SO_2 de la Estación La Greda

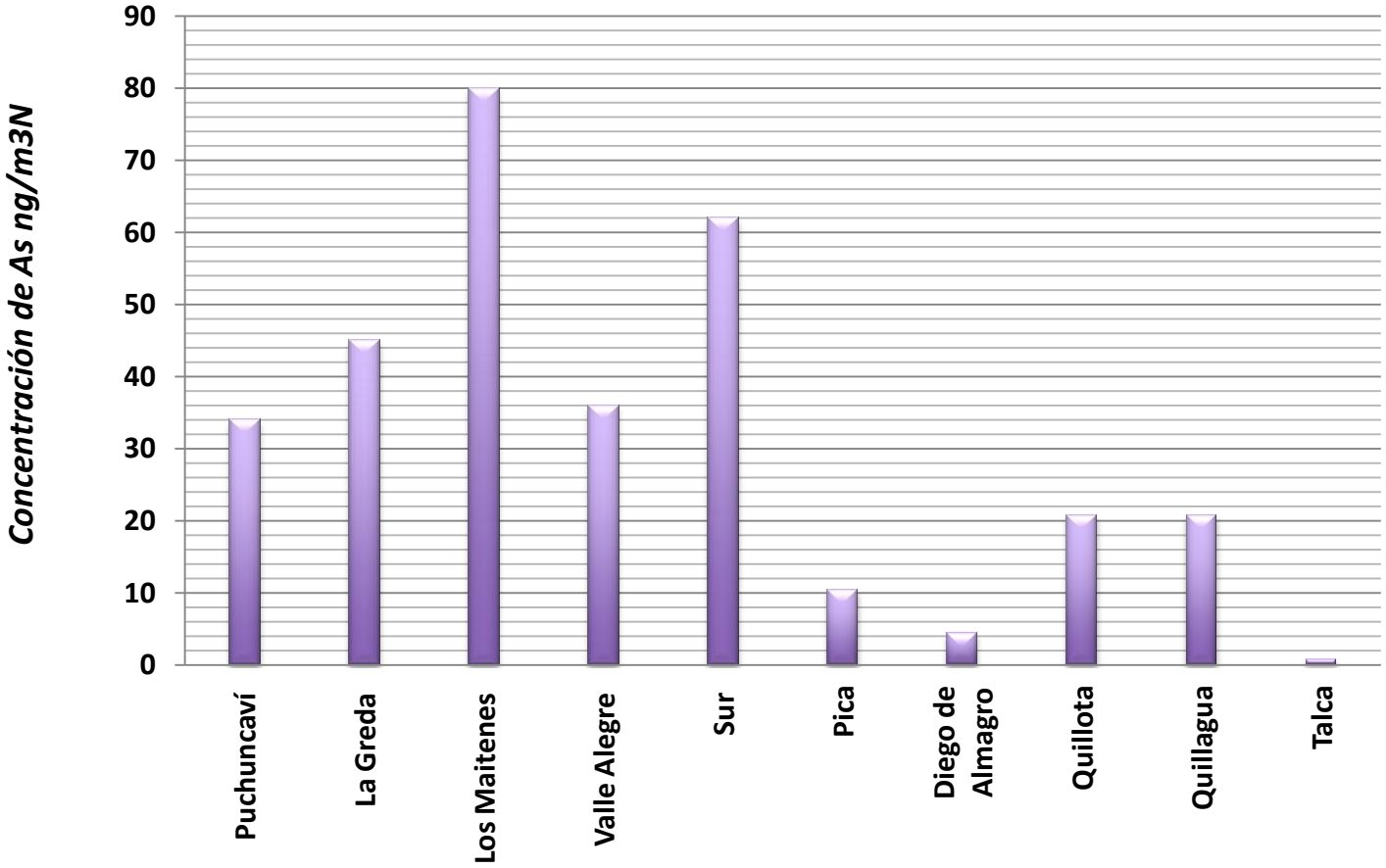




La evidencia

Gobierno de Chile

El año 2000 Conama encargó un estudio llamado Determinación de Línea Base Nacional de contenido de Arsénico en material particulado respirable a la consultora SMHI de Suecia. Uno de los objetivos del estudio fue determinar los niveles base de arsénico en material particulado respirable en diferentes ciudades de Chile: Pica, Toconao, Diego de Almagro, Vallenar, Quillota y Talca.



Valores medios Material Particulado Respirable (estaciones de Monitoreo) (SGS, 2008 – 2010) (ng/m3N)

Puchuncaví		La Greda	Los Maitenes	Valle Alegre	Sur
Elemento	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.
As [1]	34	45	80	36	62
Pb [2]	36	51	85	39	59
Cu	139	564	409	127	230
V	21	19	17	14	23
Cd	1,3	1,7	1,2	1,1	1,2
Ni	32	42	31	12	13
Cr	29	30	22	22	26
Mo	2	4	4	2	3

[1] Valor de referencia Unión Europea 6 ng/m3N
[2] Valor según Norma en Chile D.S 136/02 500 ng/m3N, 136/02.

Contenido totales promedio de Cu, Pb, Zn, As, Mn, Mo, S y Cr (mg/kg) en los estratos superficiales de los suelos en las Regiones I a XV.

Valle (Región)	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Mn	Mb	S	Cr
Punta Norte (XV)[4]	-	9,37	68,56	<0,5	20,31	-	-	-	14,5
Pica (I)[2]	64	29	144	0,32	51	-	9,407	9.407	-
Quillagua(II)[2]	55	18	103	0,94	291	-	-	21.264	-
Tocoano (II)[2]	356	36	165	0,47	60	-	-	1.594	-
Huasco (III)[1]	31	15	81	<2,5	-	739	<10	-	-
Diego de Almagro (III)[2]	2.053	51	216	0,51	49	-	-	2.559	-
Vallenar (III)[2]	169	49	154	0,36	26	-	-	655	-
Elqui (IV)[1]	87	31	179	<2,5	-	876	<10	-	-
Limarí (IV)[1]	65	33	92	<2,5	-	-	<10	-	-
Ligua (V)[1]	72	8	81	0,19	8,2	-	-	-	-
Aconcagua (V)[1]	128	56	29	0,3	-	-	-	-	-
Quillota (V)[2]	190	38	185	0,4	16	-	-	946	-
Puchincaví (V)[1]	543	53	95	0,91	43,3	-	-	-	-
Maitenes (V)[3]	530,58	90,42	213,25	-	30	-	-	-	-
Mapocho (RM)[1]	197	29	150	1,02	-	-	<10	-	-
Maipo (RM)[1]	72	24	107	0,45	-	921	<10	-	-
Cachapoal (VI)[1]	427	26	136	<5	-	678(rib, N) 726(rib, S)	<10	-	-
Tinguiririca (VI)[1]	54	20	95	<3	-	687	<10	-	-
Linares (VII)[2]	49	21	121	0,28	13	-	-	466	-
Mataquito (VII)[1]	38	18	82	<1	-	696	<10	-	-
Maule (VII)[1]	28	21	65	<1	-	688(rib, N) 702(rib, S)	<10	-	-
Bíobío[1]	31	16	67	<1	-	957	<10	-	-
IX Región[1]	50	23	67	<1	-	2019	<5	-	-
X Región[1]	35	20	46	<1	-	999	<5	-	-
Simpson (XI)[1]	13	-	50	<1	-	888	<5	-	-

Fuente: (1) Instituto de Asuntos Públicos (2008). (2) Gidhagen et al. (2000). (3) Ávila et al. (2009). (4) SEA (2008)

Muestreo Polvo Interior Sala de Clases (mg/Kg)

Resultado consolidado de concentraciones de polvo al interior de la sala de clases (Enero – Abril 2011)

Polvo Int. Escuela	As	Cd	Pb	Cr	Cu	Hg	Zn	Ni
Nº muestras	34	34	23	12	34	22	22	22
Promedio	325,88	15,40	833,57	51,70	37690,85	3,05	4944,27	60,73
Rango	743,00	44,38	1850,00	33,20	86443,00	7,19	15977,00	83,90
Desv. Stand.	185,92	10,93	492,62	9,58	22572,25	1,88	3880,98	24,57
max	835,00	44,40	2065,00	73,10	96370,00	7,21	17613,00	117,00
min	92,00	0,02	215,00	39,90	9927,00	0,02	1636,00	33,10
Percentiles								
10	157,6	0,0193	425,6	42,57	13894,8	1,054	2354,5	38,41
20	194,8	8,292	551,6	45,1	21845,4	1,534	2876,8	40,62
30	222	11,09	577,8	45,77	25320,4	1,803	3029,8	43,56
40	239	13,8	619,8	47	29208,8	2,19	3367,6	46,34
50	251,5	14,45	640	49,25	31876	2,745	3648,5	51,6
60	294,2	15,4	680,2	51,92	34055	3,178	4087,8	60,08
70	383,6	16,81	819,4	55,32	41998,5	3,854	4466,7	72,77
75	407	18,85	974	56,425	43500,75	3,8975	4837,5	75,35
80	411,4	21,64	1069,8	56,48	48817,2	4,374	5579,6	79,8
90	600,9	31,08	1655,2	63,25	75518,4	5,699	7826,2	90,4
95	**714,3**	**34,915**	**1877,1**	**68,095**	**85578,7**	**6,3865**	**13821,8**	**113,815**

Fuente: ISP Chile, 2011

Evidencias de Exposición a metales y metaloides .

- Entre febrero y abril de 2011, el Ministerio de Salud, mediante estudios de suelos y polvo sedimentable, determinó la presencia de metales pesados al interior de la Escuela La Greda. Los resultados del muestreo de metales pesados y metaloides al interior de las salas de clases indican altos niveles de concentración de arsénico en polvo sedimentable: (714 mg/Kg); plomo (1.877 mg/Kg); cobre (85.578 mg/Kg); cromo (68 mg/Kg); níquel (114 mg/Kg) y mercurio (6,4 mg/Kg). Los niveles más altos de arsénico y plomo se encontraron en las salas pertenecientes a los párvulos (salas 10 y 11).

- Luego de esta evidencia, se implementó un plan de limpieza y mitigación en la Escuela de La Greda (Resolución exenta Nº 956 del 28 de febrero de 2011), previo a que los alumnos iniciaran sus actividades regulares. Dicho plan se mantuvo sin modificaciones hasta el 31-12-2011, fecha programada para el término del funcionamiento de la Escuela en mérito del riesgo observado.

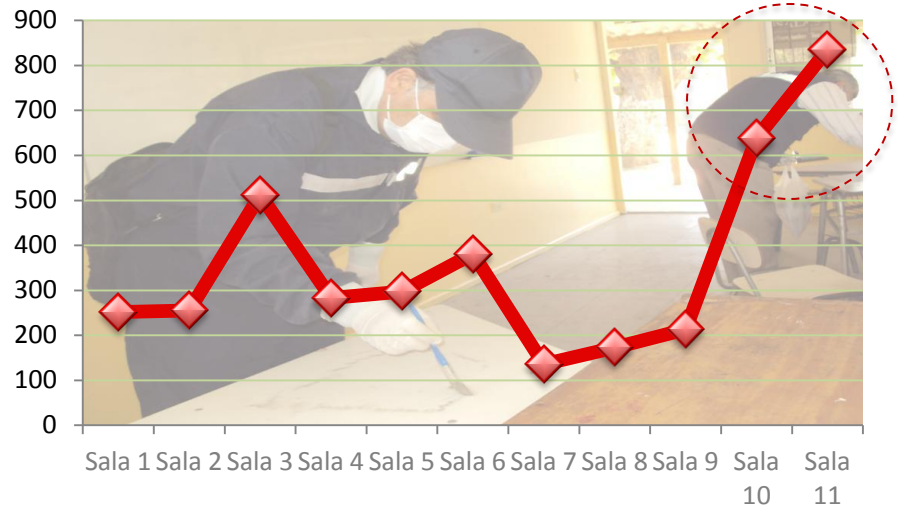
- En octubre de 2011 (Ordinario 1448/2011), por solicitud del MINEDUC, se estudia la situación de riesgo de exposición a metales y metaloides en 14 establecimientos educacionales de la Comuna de Puchuncaví. De acuerdo con ello, se pudo concluir que todos los colegios presentan niveles de contaminación por metales pesados. El establecimiento con mayor nivel de exposición a riesgo para la salud resultó ser la Escuela de La Greda.

Nueva Evidencia: Análisis de Suelos y precipitables (polvo residencial)

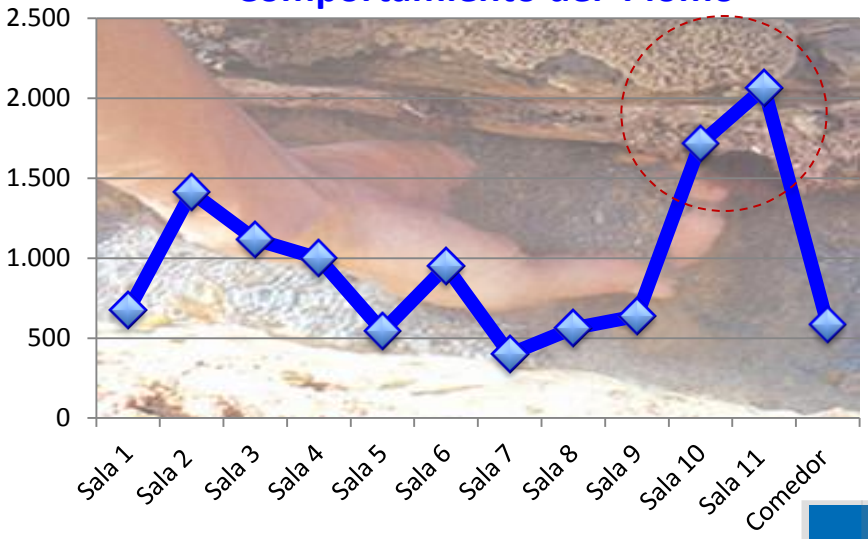
La Escuela: (febrero a abril 2011)

- Los resultados del muestreo de metales pesados y metaloides al interior de las salas de clases indican altos niveles de concentración de arsénico (714 mg/Kg); plomo (1.877 mg/Kg); cobre (85.578 mg/Kg); cromo (68 mg/Kg); níquel (114 mg/Kg) y mercurio (6,4 mg/Kg).
- Los niveles más altos de arsénico y plomo se encontraron en las salas pertenecientes a los párvulos.

Comportamiento de Arsénico



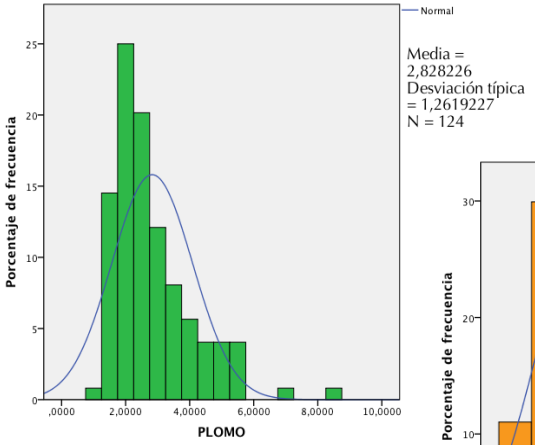
Comportamiento del Plomo

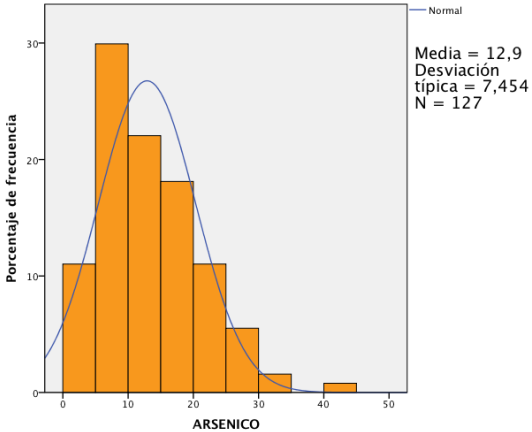


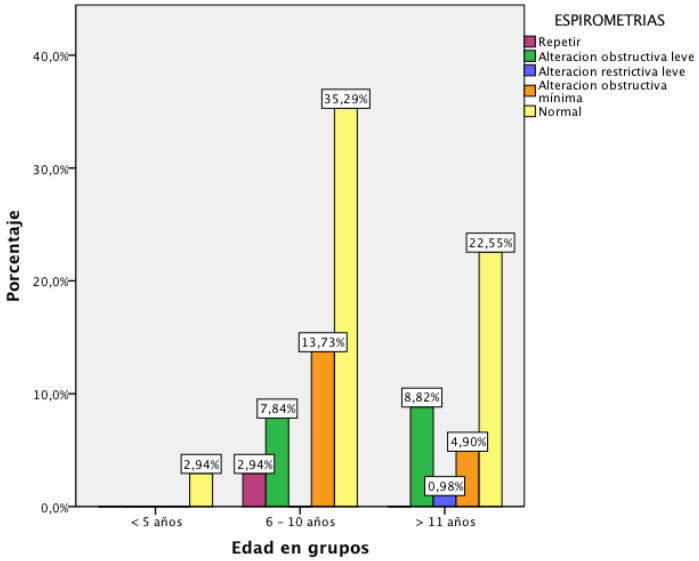
Nueva Evidencia: Resultados de exposición escolar (preliminares)

Alumnos (mayo – julio 2011):

- Los resultados preliminares del estudio de exposición de alumnos indican que sobre un total de 131 niños, con un promedio de edad de 8,9 años, el nivel de plomo en sangre alcanza un promedio de 2,82 µg/dl (±1,26), mientras que el arsénico , alcanza 12,9 µg/L (±7,54).
- Los resultados del estudio neurológico indican sospecha de alteración en 35% de los niños, lo cual se encuentra en etapa de confirmación médica. De las hipótesis diagnósticas de derivación se señalan principalmente la sospecha de cefalea crónica y la sospecha de déficit atencional.
- Los resultados de análisis de capacidad respiratoria indican sospecha de alteraciones en 38,8% de los niños. De ellas, 18,6% corresponde a alteración obstructiva mínima; 16,7% alteración obstructiva leve y 0,9% alteración restrictiva leve.





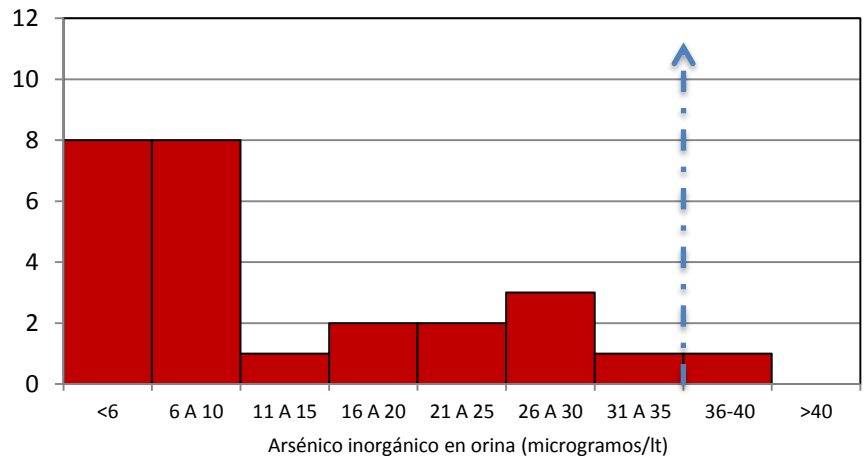


Nueva Evidencia: Resultados de exposición ocupacional

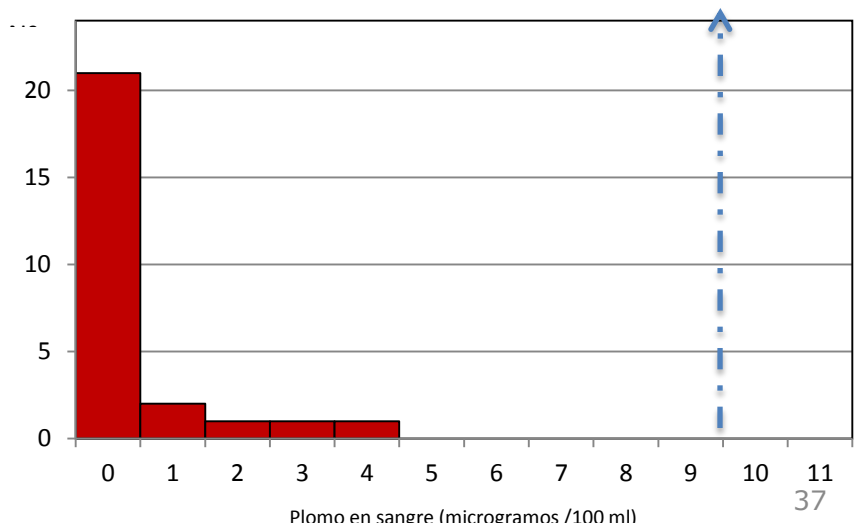
Profesores (julio – agosto 2011):

- Perfil del grupo: 26 personas, con un promedio de edad de 42,9 años (81% sexo femenino y 19% masculino):
  - 66% con dedicación docente.
  - 77% de los funcionarios residentes de las Comunas de Puchuncaví y Quintero.
  - 62% nunca han fumado.
  - 77% de las personas no tiene antecedentes de patología de base.
  - 69% del grupo ha presentado licencia médica en los últimos 2 años.
  - 50% de ellos por patología respiratoria aguda.
- El nivel de plomo en sangre alcanza un promedio de 0,42 µg/dl, mientras que el arsénico , alcanza 14µg/L.
- En ambos casos, los niveles indican exposición pero se encuentran lejos de los límites de referencia (10 µg/dl para plomo y 35 µg/L para arsénico inorgánico).

Nivel de arsénico Inorgánico en Orina (microgr/lt).
Personal de Escuela Básica La Greda, Julio 2011



Nivel de Plomo en Sangre Venosa (microgr/100 ml)
Personal de Escuela Básica La Greda, Julio 2011



Evaluación de Riesgo (ATSDR)

- **Critero No Carcinógenos:** HQ > 1 Probabilidad de Riesgo

Critero Carcinógenos:

Indice de Probabilidad de Riesgo	Salud Pública Riesgo de Cáncer	Medidas de gestión
Alto	$> 10^{-4}$	Eliminación de las fuentes contaminantes
Moderado	10^{-5} - 10^{-4}	Rango de toma de decisiones de riesgo
Bajo	10^{-6} – 10^{-5}	Rango de toma de decisiones de riesgo
Despreciable	$< 10^{-6}$	No se interviene

Factores de riesgo

Niños:

HQ	As_no_carc.	As_carc.	Ní_no_carc.	Ni_carc.	Cu	Pb	Suma (HQnc)	Suma (HQc)
Suelo La Greda	8,03E-01	1,10E-03	1,12E-02	5,96E-09	2,54E-01	1,24E-01	1,19	**1,10E-03**
Suelo Escuela	3,45E-01	4,73E-04	6,41E-02	3,41E-08	6,27E-01	2,21E-02	1,06	**4,73E-04**
Polvo escuela	8,74E+00	1,20E-02	1,02E-01	5,43E-08	1,43E+01	1,76E+00	24,95	**1,20E-02**
Filtros PM10 (*)	1,55E+01	6,10E-03	4,93E-02	2,63E-08	6,90E-01	2,82E-01	16,52	**6,10E-03**

Adultos:

HQ	As_no_carc.	As_carc.	Ní_no_carc.	Ni_carc.	Cu	Pb	Suma (HQnc)	Suma (HQc)
Suelo La Greda	1,21E-01	9,43E-05	5,80E-03	5,11E-10	9,46E-02	1,59E-02	0,24	**9,43E-05**
Suelo Escuela	6,18E-02	4,05E-05	8,18E-03	7,20E-10	2,33E-01	6,76E-03	0,31	**4,05E-05**
Polvo escuela	2,57E+00	1,03E-03	5,29E-02	4,66E-09	5,34E+00	2,27E-01	8,19	**1,03E-03**
Filtros PM10 (*)	7,98E-01	6,60E-04	3,87E-04	2,25E-09	2,57E-01	3,63E-02	1,09	**6,60E-04**

Estudios Biológicos.

Población mayor de 15 años. Comuna de Puchuncaví. (ISP, Chile)

- El total de sujetos estudiados por el Instituto de Salud Pública de Chile fue de 361 en la zona control y 394 en la zona de exposición, que representan a una población de 22.678 y 12.925, respectivamente. Los resultados muestran que los niveles de concentración de plomo en sangre en la población de Puchuncaví son significativamente mayores que en la población de Algarrobo y El Quisco (zona control). Las medias geométricas fueron de 2,7 y 1,8 ug/100 ml, respectivamente. Este efecto no se modifica al ajustar por sexo, edad y tiempo de residencia en cada zona. En el caso del plomo, tan sólo un 1% de la población control tuvo valores por sobre los niveles de referencia, a diferencia de la zona de exposición en que el 4% de la población tuvo valores superiores a esos. Los riesgos, medidos como Odds Ratios (OR), de presentar niveles por sobre la referencia en la población residente en Puchuncaví. Los p-values indican un sobreriesgo de casi 3 para plomo y 2 para arsénico.

Población Escolar de la Greda, Comuna de Puchuncaví. (P.U.C. Chile)

- Los resultados indican que en cuanto al promedio de plomo en sangre, éste resultó significativamente mayor en los niños de la Escuela Básica "La Greda" ($p<0.001$) respecto del grupo control (Algarrobo). El nivel promedio de arsénico inorgánico en orina fue similar en ambos grupos, tanto en la escala aritmética ($p=0.327$) como en la logarítmica ($p=0.993$), ubicándose en torno a los 13 ug/L en expuestos y 12 ug/L en controles. Los resultados de las comparaciones estadísticas descritas se mantuvieron al comparar los promedios ajustados por edad.

  Uno de los resultados relevantes es que los estudios orientados a medir la función pulmonar demuestran que en los niños de La Greda, presentan alteración obstructiva mínima significativamente mayor que en la zona control(12,5%, V/S 1,3%, y un Odds Ratio de 11,8 (IC 95% 1,5-250).

Se puede concluir que los estudios en adultos y niños confirman que existen diferencias significativas de concentraciones de plomo en la población expuesta (toda el área de Puchuncaví y escuela La Greda, respectivamente), en relación con la población no expuesta o de control.

Los estudios conducidos dan cuenta de una permanente exposición a sustancias contaminantes de efectos crónicos y agudos.

Gobierno de Chile

Gobierno de Chile | Ministerio de Salud

Subsecretaría de Salud Pública

Seremi de Salud Región de Valparaíso

29 de marzo de 2012