



INT. Nº277/2014

M^aGAB/ABOG. *KBE/jvm*

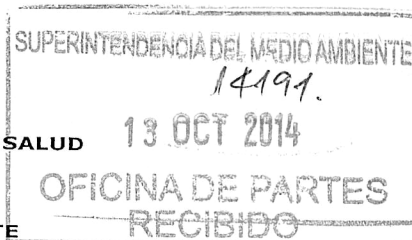
ORDINARIO Nº 1486

MAT.: Informe de Evaluación de empresa TECNOREC.

VALPARAÍSO, 10 OCT 2014

DE : M^a GRACIELA ASTUDILLO BIANCHI
SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGIÓN VALPARAÍSO

A : SR. CRISTIAN FRANZ THORUD
SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE



Por la presente junto con saludarle, de conformidad a lo dispuesto en la Resolución Exenta Nº 461 de 22 de Agosto de 2014 y Resolución Exenta Nº528 de 12 de Septiembre de 2014, ambas emitidas por vuestra institución, adjunto a la presente, Primer Informe de Investigación Epidemiológica de Grado de Exposición Ambiental de Plomo en Población de Niños y Niñas Menores de 15 años, del Sector de Agua Buena, comuna de San Antonio realizado por esta Autoridad Sanitaria en el período julio-octubre 2014, para su conocimiento y fines que estime pertinente.

Saluda atentamente a UD.



M^a GRACIELA ASTUDILLO BIANCHI
SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGIÓN VALPARAÍSO

DISTRIBUCIÓN

- Sr. Superintendente del Medio Ambiente.
- Sr. Intendente Región de Valparaíso.
- SEREMI del Medio Ambiente.
- Sra. Gobernadora Provincia de San Antonio.
- Sr. Alcalde I. Municipalidad de San Antonio.
- Seremi de Salud.
- Oficina Provincial San Antonio.
- Asesoría Jurídica.
- OIRS
- Of. Partes



INFORME

INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA Y AMBIENTAL DE EXPOSICIÓN A PLOMO EN EL SECTOR DE AGUA BUENA, COMUNA DE SAN ANTONIO JULIO-OCTUBRE 2014

I.- INTRODUCCIÓN

Los metales pesados se han convertido en un tema actual tanto en el campo ambiental como el de salud pública, los daños pueden llegar a ser muy severos y en ocasiones ausentes de síntomas, y las autoridades de salud y ambientales ponen especial énfasis en minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil.

En la variada literatura se describe al plomo como una sustancia tóxica que se va acumulando en el organismo afectando a diferentes sistemas, con efectos principalmente dañinos en los niños de corta edad.

Las tasas más altas de exposición a plomo se encuentra en países en desarrollo y se ha visto que al año causa más de 600.000 nuevos casos de discapacidad intelectual (OMS, 2014).

La distribución del plomo en niños es a nivel de todo el organismo, a corta edad son especialmente vulnerables, afectando en particular el desarrollo del cerebro y sistema nervioso, donde además llegan a absorber una cantidad de plomo entre 4 a 5 veces mayor que en los adultos. La curiosidad de los menores y las conductas propias de la edad, son un factor de riesgo adicional dado que tienden a llevarse las cosas a la boca pudiendo chupar y tragar objetos que contiene plomo (suelo, juguetes, etc.). Otro factor que se suma la desnutrición, pues su organismo tiende a absorber mayor cantidad de este metal provocando carencia de nutrientes como el calcio. (OMS, 2014)

Una de las principales determinantes sociales es la pobreza.

La exposición a plomo en niños puede afectar el desarrollo normal del cerebro, reducir el cociente intelectual, producir cambios en el comportamiento y menor rendimiento escolar. Se suman otros efectos como anemia, hipertensión, disfunción renal, inmunotoxicidad y toxicidad reproductiva.



Dentro de las fuentes de exposición mencionadas en estudios realizados a nivel internacional se encuentra la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje de baterías y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo, este material también puede ser usado como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidriera, vajillas de cristal, municiones, esmaltes, cerámicos, artículos de joyería y juguetes. Así también como productos cosméticos.

Otra fuente también se cuenta el agua a través de tuberías de plomo o con soldadura a base de este metal.

Este metal no es biodegradable y persiste en el suelo, aire, agua y hogares, nunca desaparece sino que se acumula en los sitios en los que se deposita puede llegar a intoxicar a generaciones a menos que sea retirado.

No se ha demostrado en la evidencia un nivel determinado de concentración de plomo donde exista riesgo, pero si se ha confirmado que cuanto mayor es el nivel de exposición a este metal, más aumenta la diversidad y la gravedad de los síntomas y efectos a él asociados. (OMS, 2014)

El presente informe pretende entregar una descripción clara del nivel de concentración de plomo en una población infantil del sector Agua Buena, comuna de San Antonio.

II.- ANTECEDENTES

Este informe se realiza en el marco de la Investigación Epidemiológica realizada por la Seremi de Salud de Valparaíso, en el sector de Agua Buena de la comuna de San Antonio, por denuncia de sus habitantes por presunta exposición a contaminación ambiental por Plomo provocada por la "Industria Recicladora de Baterías TECNOREC", emplazada en el sector desde el año 2008. La comunidad organizada del sector, con apoyo de un medio de comunicación deciden tomar muestras de concentración de plomo en sangre a 10 menores de 15 años en un laboratorio privado donde se utilizó la técnica electroquímica (Anodic Stripping Voltammetry, ASV); técnica recomendada para screening (14 julio 2014).

Una vez recibida la denuncia se realiza un nuevo examen de concentración de plomo en sangre a los 10 niños(as) que fueron parte de la investigación periodística, comprometiéndonos a realizar una investigación mayor si los resultados de estos 10 niños y niñas mostraban altas concentraciones de plomo, la investigación, desde el punto de vista de las



personas, se inicia el día 26 de julio 2014 con la toma de muestras para conocer la presencia de plomo en sangre y su concentración en los 10 menores del sector que habían sido estudiados previamente en forma privada. Las muestras tomadas por la Seremi de Salud fueron derivadas al laboratorio de referencia nacional, Instituto de Salud Pública (ISP), donde se utilizó el método de espectrofotometría de absorción atómica, horno de grafito, técnica recomendada para este tipo de estudios. Con fecha 30 de Julio el ISP confirma 6 muestras con valor de plumbemia iguales o superiores a 5 microgramos por 100 ml, y de estas 2 plumbemias con valores iguales o por sobre los 10 microgramos por 100 ml (ug/100 ml). Frente a estos resultados, la SEREMI de Salud se compromete a realizar una investigación epidemiológica, desde los puntos de vista de las personas y el ambiente.

En base a estos antecedentes se resuelve realizar plumbemia a toda la población menor de 15 años que habita o estudia en la localidad de Agua Buena.

Desde el punto de vista de Salud Ocupacional, la revisión de los análisis de muestreo de plomo en sangre a trabajadores de empresa Tecnorec realizados por la Asociación Chilena de Seguridad (organismo administrador de la ley) en el período julio de 2010 a noviembre de 2013 informan que el 90% de los trabajadores tiene a lo menos un valor alterado (44 de 49 trabajadores).

Fiscalizaciones realizadas a la empresa por parte de profesionales de la salud de la oficina provincial de San Antonio, dan cuenta que la empresa desde sus comienzos ha presentado deficiencias en sus procesos productivos y en el otorgamiento de equipos de protección personal (EPP) a sus trabajadores.

La empresa Tecnorec, ha sido fiscalizada por la oficina provincial de San Antonio de la SEREMI de Salud, en conjunto con la Superintendencia de Medio ambiente, dando como resultado 3 sumarios sanitarios, con exigencia de mejoras en sus instalaciones y de hacer seguimiento de los niveles de plomo en sus trabajadores por el organismo administrador (Mutual Asociación Chilena de Seguridad) donde existen antecedentes previos (julio 2013) de 3 trabajadores con niveles de plumbemia por sobre la norma nacional 40 ug/100ml (2 de Fundición y 1 de Trituración).

III.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

a) OBJETIVO GENERAL:

Determinar la exposición ambiental a plomo de la población menor de 15 años que habita o estudia en la localidad de Agua Buena, comuna de San Antonio.



b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer los niveles de plumbemia en población menor de 15 años que habita o estudia en la localidad de Agua Buena, comuna de San Antonio.
- Conocer aspectos del entorno Biopsicosocial y ambiental de las familias de los menores con niveles de concentración de Plomo en sangre iguales o mayores a 5 ug/100 ml.
- Conocer el resultado de las plumbemias en los familiares adultos de los niños con concentraciones iguales o mayores a 5 ug/100 ml.
- Establecer un programa de seguimiento y control, de acuerdo a las medidas sugeridas en la guía clínica de vigilancia biológica de la población expuesta a plomo articulando la atención de estos niños con la red asistencial de la comuna (Atención Primaria de Salud y Hospital provincial).
- Evaluar el aporte antrópico de plomo en la matriz suelo, agua y aire en el sector Agua Buena.

IV.- INVESTIGACIÓN EN NIÑOS

1. Metodología

Se da inicio a investigación epidemiológica considerando a la población menor de 15 años que habita o estudia en la localidad de Agua Buena, comuna de San Antonio.

Población en estudio: Niños y niñas menores de 15 años que viven en Agua Buena y/o son alumnos de la Escuela del sector.

Definición de caso: Se estableció como caso a aquellos menores de 15 años con plumbemias iguales o superiores a 5 ug/100 ml.

Definición de expuestos: Personas de cualquier edad que vivan en el sector de Agua Buena o asistan a Escuela Eduardo Fernando de Asturias.

Técnicas e instrumentos de vigilancia epidemiológica:

Para la identificación de casos se realizó:

- Estudio de plumbemia a toda la población menor de 15 años que viven en Agua Buena y/o son alumnos de la escuela del sector.
- Entrevista a familias de población susceptible a través de encuesta Evaluación del estado de salud de los niños y niñas de Agua Buena.
- Entrevista en profundidad a familias de casos (plumbemias iguales o superiores a 5 ug/100 ml) a través de visita epidemiológica con aplicación de "Encuesta de atención Integral" (adaptado de encuesta centro de Salud Ambiental, Arica).
- Observación de ambientes eco-epidemiológicos, mediante el trabajo en terreno: visitas domiciliarias a las familias de los casos,



a la escuela del sector y a la empresa implicada como probable fuente contaminante.

- Georreferenciación de la población en estudio de Agua Buena, puntos relevantes como fuentes de exposición y familias con plumbemias iguales o superiores a 5 ug/100 ml.
- Consentimiento informado y asentimiento.

Fuentes de información:

- Denuncia ciudadana a través de medios de comunicación.
- Informantes claves (personal de salud, dirigentes de la comunidad, docentes, personal de Seremi de Salud de oficina provincial de San Antonio, Gobernación de San Antonio)
- Pobladores de la comunidad de Agua Buena.

Toma de muestras:

- Muestras clínicas: Plumbemia a niños y niñas menores de 15 años que viven en Agua Buena y/o son alumnos de la Escuela del sector.
- Muestras de suelo.
- Muestras de agua.
- Muestras de aire

2. Resultados

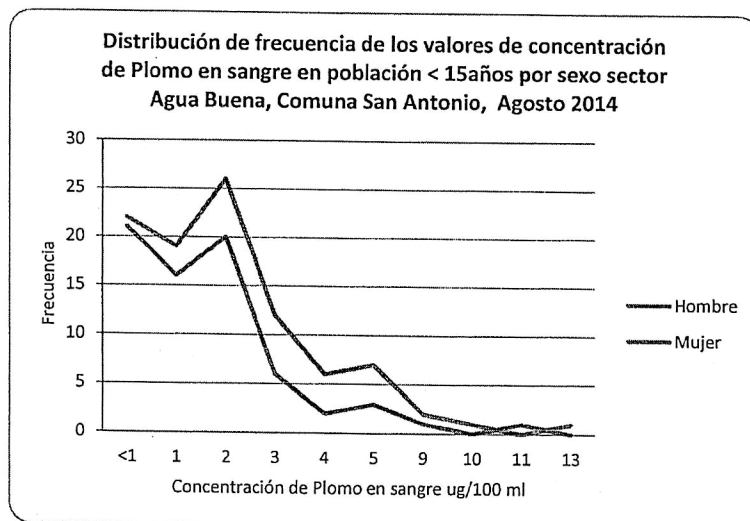
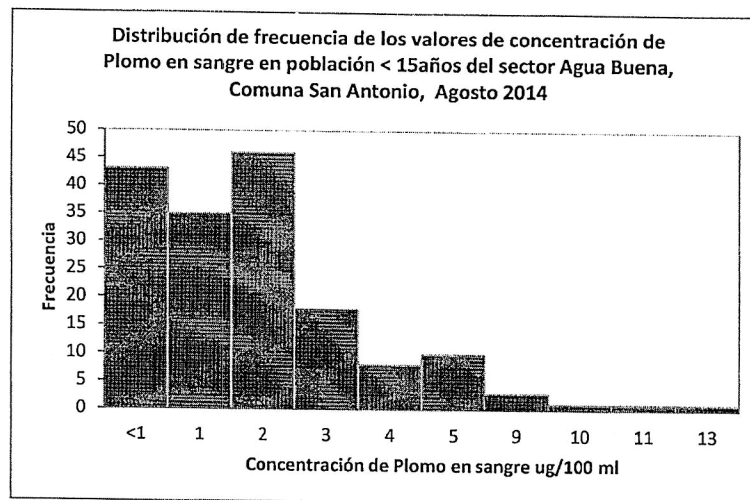
Identificación de casos:

A través de la medición de la concentración de plomo en sangre tomada a un total de 166 niños en el sector, de los cuales 96 corresponden a sexo masculino (57.8%) y 70 a sexo femenino (42.2%).

Plumbemia en sangre	Total general	Sexo	
		Hombre	Mujer
<1	43	22	21
1	35	19	16
2	46	26	20
3	18	12	6
4	8	6	2
5	10	7	3
9	3	2	1
10	1	1	0
11	1	0	1
13	1	1	0
Total general	166	96	70



Dentro de los 166 menores de 15 años evaluados con plumbemia, 16 de ellos arrojan valores igual o mayor a 5 ug/100 ml, que representa el 9.6% de la población estudiada y dentro de éstos, 3 presentan valores iguales o superiores a 10 ug/100 ml equivalente a un 1.8%, 3 niños con valores de 9 ug/100 ml que se consideran dentro del grupo de mayor riesgo del estudio y 10 niños con 5 ug/100 ml considerados también de riesgo. Cabe destacar, que los valores que existen por sobre 5 ug/ 100 ml según su distribución por sexo y concentración de plomo en sangre tienen una tendencia similar con predominio en varones.





Dentro de los rangos de edad un 39.8% se encuentra en el grupo de 6-10 años (66 personas), un 36.1% se encuentra dentro del rango entre los 11 a 15 años (60 personas), un 20.5% entre los 2 -5 años (35 personas), y un 3.6% menores de 2 años (5 personas). Los menores con plumbemias en valores iguales o superiores a 5 ug/100 ml están distribuidos en los grupos de edad de 2 a 15 años.

Distribución de frecuencia de los valores de concentración de Plomo en sangre en población < 15 años por grupos de edad sector Agua Buena, Comuna de San Antonio, 2014						
Plumbemia en sangre	Total general	Grupos de edad				
		< 2 años	2 a 5 años	6 a 10 años	11 a 15 años	
<1	43	1	3	21	18	
1	35	1	6	13	15	
2	46	0	11	18	17	
3	18	0	7	7	4	
4	8	2	3	2	1	
5	10	1	4	3	2	
9	3	0	1	1	1	
10	1	0	0	0	1	
11	1	0	0	1	0	
13	1	0	0	0	1	
Total general	166	5	35	66	60	

El 34.8 % de los menores de 15 años en estudio vive a menos de 500 metros de la empresa TECNOREC y el 64.4 % vive a menos de 1000 metros.

Distancia en metros de la vivienda de los <15 años en estudio a la empresa Tecnorec, Agua Buena, Comuna San Antonio		
Distancia (en metros)	Nº	%
<500	57	34,8
501-1000	50	30,5
1001-1500	5	3,0
1501-2000	4	2,4
>2000	50	30,5
	166	100,0

Se realizaron pruebas para evaluar la existencia de asociación entre variables sexo, hábito de fumar, cambio de conducta, tipo de agua para consumo y diferentes distancias y concentración de plomo en sangre y se encontró una asociación estadísticamente significativa ($p=0.009$) entre una concentración de plomo alta en sangre (igual o superior a 5ug/100 ml) y vivir a menos de 500 metros de la empresa



TECNOREC, es decir es mayor el riesgo de plumbemia elevada si viven a 500 metros o menos de la empresa.

En cuanto a las medidas de tendencia central se aprecia una moda de 2, una mediana de 2 y un promedio de 2.5, con una dispersión entre <1 y 13 ug/100 ml.

Plumbemias personas mayores de 15 años			
Valor Plumbemia Ug/100 ml	Nº personas	Porcentaje	Observación
-1	1	2,9	
1	3	8,8	
2	11	32,4	
3	10	29,4	
4	5	14,7	
5	1	2,9	
6	2	5,9	
15	1	2,9	Trabajador de TECNOREC con Lic. Medica
Total	34	100	

En las muestras tomadas en familiares de niños con valores de plumbemias igual o mayor 5 ug/100 ml se muestra que un 32.4% se encuentra de una concentración de plomo en sangre de 2 ug/100 ml, un 29.4% se encuentra en 3 ug/100 ml y un 14.7% está en la concentración de plomo de 4 ug/100ml. Destaca que un trabajador de la empresa Tecnorec presenta un valor de concentración de plomo en sangre de 15 ug/100ml, y un menor de 3 años inserto dentro de una familia que presentó el valor más alto de plomo en sangre con 17 ug/100ml. Respecto a este caso la investigación preliminar arrojaría como fuente de exposición la presencia de materiales empleados en el transporte y embalaje de batería o borras de plomo, consistente en pallets y restos de alusa films rotulados con la simbología "corrosivo" y partes de baterías.

3. Hipótesis:

En relación a los antecedentes obtenidos en la investigación epidemiológica a fecha 9 de octubre de 2014 se puede establecer que hay presencia de contaminación ambiental de plomo en sector Agua Buena de la comuna de San Antonio, dado los niveles de concentración de plomo en sangre con valores iguales o sobre 5 ug/100 ml, en el 9.63% de la población estudiada (n=166).

4. Medidas de control a población de menores de 15 años con niveles de plomo en sangre mayor o igual a 5 ug/100 ml.



- Ingreso a un programa de vigilancia, control y seguimiento integral con un equipo multidisciplinario (psicólogo, neurólogo, pediatra, nutricionista) de todos los menores con concentraciones de plomo iguales o superiores a 5 ug/100 ml basado en guía clínica "Vigilancia biológica de la población expuesta a plomo", MINSAL 2014.
- Visita domiciliaria integral y aplicación de encuesta a todos los integrantes del grupo familiar de los menores con concentraciones de plomo iguales o superiores a 5 ug/100 ml.
- Comunicación de riesgos a la comunidad afectada.

V Investigación de plomo en matriz suelo, agua y aire en sector Agua Buena

1. Metodología

1.1. Catastro de posibles fuentes de plomo en el área en estudio

A través de imágenes satelitales se identificó las actividades de mayor superficie existentes en el área. Luego se realizó un recorrido por el sector y se aplicó la encuesta "Evaluación de actividades económicas" a aquellas de las que no se tenía información, las que en general correspondían a las de menor superficie, y se inspeccionó las de mayor envergadura. Esto fue complementado con información previa que se manejaba en la SEREMI de Salud.

1.2. Matriz suelo

Se realizó un estudio exploratorio para evaluar el contenido de plomo presente en el suelo de la localidad de Agua Buena mediante un analizador portátil XRF¹⁻² marca Olympus modelo Delta que emplea para la detección de plomo la técnica de espectrometría por fluorescencia de rayos X.

1.2.1. Zonas de muestreo del estudio exploratorio ambiental de la matriz suelo

Para la matriz suelo se definió cuatro tipos de zonas a explorar según los siguientes objetivos:

¹ Método 6200, EPA, revisión 0 versión febrero del 2007.

² Informe sobre XRF: Technologies for Measuring Trace Elements in Soil and Sediment. Innovative Technology Verification Report, 2006



Zona basal: evaluar el nivel basal de plomo en una zona de similares características a la zona en estudio, para este caso se eligió el sector Leyda, ubicado a 12 Km aprox. al noreste de la zona en estudio.

Zona poblacional: evaluar las concentraciones de plomo existentes en el área habitada más cercana a TECNOREC y con mayor densidad poblacional, en dirección hacia los vientos predominantes, sector al noreste de la industria TECNOREC.

Macrozona: evaluar la distribución de plomo para determinar el aporte de otras fuentes, en un área más amplia, utilizando un modelo geoestadístico.

Escuela: evaluar los niveles de plomo presentes en la matriz suelo. Ubicada al norponiente de TECNOREC.

Para la definición de la zona poblacional se utilizó los siguientes criterios:

- Juicio experto.
- Resultados de muestreo de rastreo exploratorio.
- Dirección predominante de los vientos.
- Modelación de la pluma de contaminantes presentada en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de la empresa TECNOREC.
- Concentración de viviendas en el área de influencia del estudio.

1.1.1. Método de muestreo del estudio exploratorio ambiental de la matriz suelo

El método de muestreo seleccionado para el análisis exploratorio de suelos potencialmente contaminados, fue muestreo simple, con distribución regular sistemática, que se encuentra descrito en la "Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes del Ministerio de Medio Ambiente". Para la definición del número de muestras y toma de muestra, se utilizaron los siguientes criterios:

1) Puntos de muestreo y número de muestras

Para la definición del número de muestra se utilizó la siguiente ecuación, dado que se contaba con poca información y de regular calidad, por lo que de acuerdo a la metodología utilizada, se escogió el escenario más conservador:

$$N = 10 + 10 * A$$

N: Número de muestras

A: Superficie a explorar en hectáreas



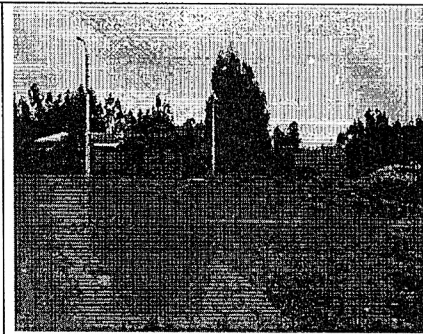
En concordancia con lo anterior, se calculó el número de muestras de las zonas basal, poblacional y la escuela que corresponden a 24, 75 y 14, respectivamente.

Para el muestreo de la Macrozona considerando las dimensiones del sector (1,5 x 1,5 km) se colectaron un total de 30 muestras.

Imagen 1. Ubicación de zonas de muestreo consideradas en la investigación



ZONA AGUA BUENA



ZONA AGUA BUENA

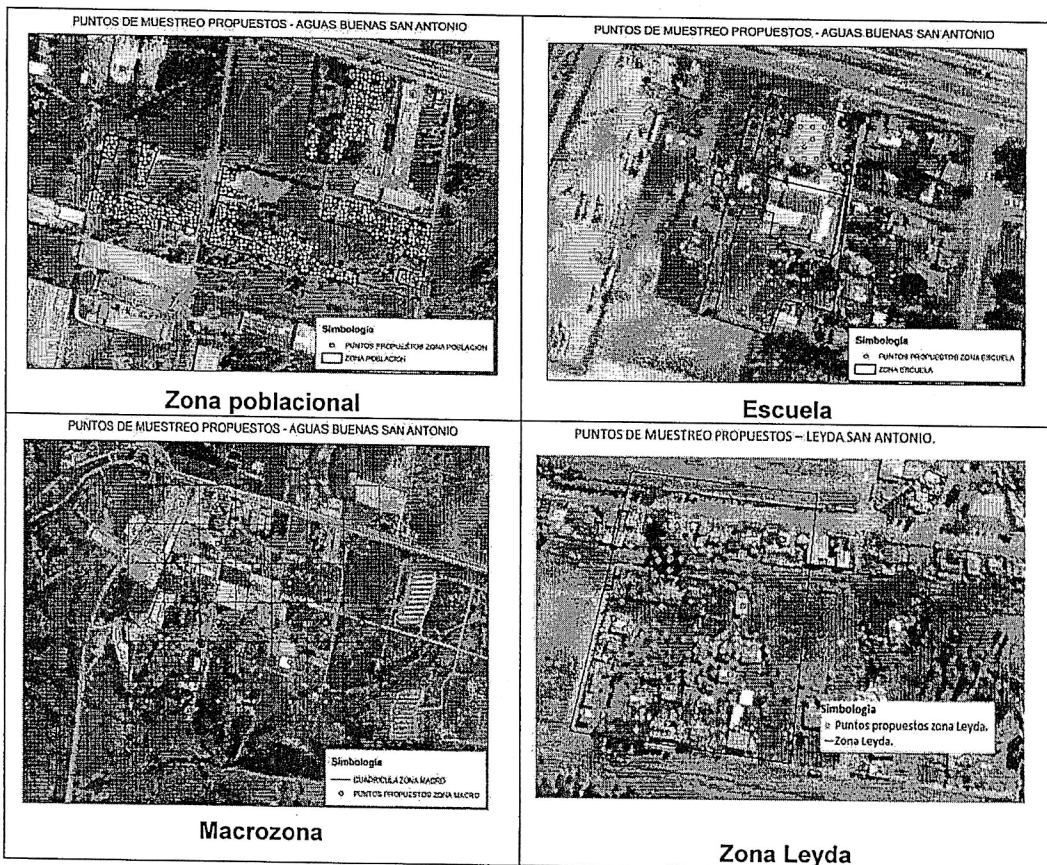


ZONA LEYDA



ZONA LEYDA

Imagen 2. Puntos de muestreo propuestos para las cuatro zonas



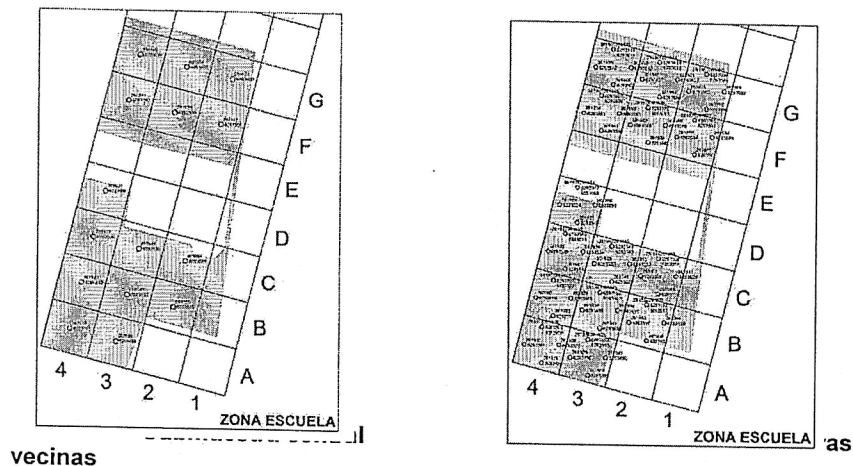


b) Toma de muestra

Para cada cuadrante que componen la grilla de muestreo, se realizó un muestreo compuesto, con 5 submuestras por cuadrante a una distancia de aproximadamente 7 metros entre cada submuestra.

Los valores obtenidos por cada cuadrante fueron promediados, de manera de obtener un valor representativo por cada punto de muestreo.

Imagen 3. Metodología para la definición de los puntos a muestrear



Si una submuestra no pudo ser tomada en el lugar seleccionado por algún impedimento u obstáculo, se eligió el punto más cercano donde era posible tomarla.

De acuerdo a lo consignado para la realización de una evaluación de riesgos en el Manual de Sitios Residenciales con suelos contaminados por plomo de la US EPA (2013), cada submuestra fue tomada a una profundidad no superior a 5 cm. de suelo, dado que se busca definir el contenido de plomo que podría estar en contacto con la población, a través, de esta matriz ambiental (EPA, 1996c).

Las muestras fueron tomadas conforme al instructivo indicado por el fabricante y por personal capacitado y autorizado para operar equipos de Rx.

2.3.- Matriz agua

Se estudió los resultados de evaluaciones previas realizadas por la SEREMI de Salud en el sector y se tomó nuevas muestras a las fuentes utilizadas por los habitantes del sector.



2.4.- Matriz aire

Se revisó las Emisiones Atmosféricas generadas por parte del establecimiento y la Calidad del Aire del sector impactado.

La fuente de información de las emisiones fue la Declaración de Emisiones realizada a través de la plataforma F138 y la Resolución de Calificación Ambiental asociada al funcionamiento de la Instalación (RCA N° 1033/2008). Para la calidad del aire las fuentes de información fueron los Informes mensuales que reporta la empresa CESMEC como operadora de la Estación de Monitoreo existente en el área de estudio.

3.- Resultados

3.1 Catastro de fuentes

En la tabla indicada en el anexo 1 se mencionan las actividades registradas en el sector, junto a su ubicación y rubro. De ella se concluye que existen 40 instalaciones. En ellas se desarrollan 61 actividades económicas.

De las 40 empresas y/o actividades económicas mencionadas, descartando una bodega con autorización para almacenamiento transitorio de residuos peligrosos, (entre ellos baterías usadas y borras de plomo, por no haber operado a la fecha), existen tres que podrían ser consideradas como potenciales fuentes de plomo en el sector y por tanto, industrias de interés, las cuales se detallan a continuación:

TECNOREC. Su rubro es la recuperación de plomo de baterías usadas de ácido-plomo, con proceso de fundición de plomo para obtener lingotes. Se encuentra inserta en el centro de Agua Buena (ver imagen 4), cercana a la zona con mayor densidad poblacional del sector; su proceso consiste básicamente en:

- 1) Recepción de baterías.
- 2) Triturado de baterías.
- 3) Separación de la pasta de plomo, aguas ácidas o electrolito y los chips de polipropileno.
- 4) Neutralización de electrolito y filtrado de la pasta de yeso obtenida del proceso.
- 5) Mezclado de materiales de fundición y pasta.
- 6) Fundición de pasta y obtención de lingotes de plomo.

En estas etapas del proceso existen emisiones atmosféricas a través de la chimenea; emisiones fugitivas a través del arrastre de material con plomo en las ruedas de las grúas que se utilizan para el traslado de materiales de un galpón a otro; emisiones fugitivas producto del lavado de



polipropileno en piscinas y el posterior uso de esta agua para el riego de las áreas expuestas a la acción del viento. Por otra parte en inspecciones previas se ha constatado que el sistema de abatimiento de gases estaba fuera de funcionamiento y que el sistema de control de las emisiones de los hornos, que debería ser independiente, es común a ambos.

Sociedad Recuperadora Chile Metal. Se dedica a recuperar plomo de baterías usadas de ácido-plomo, para obtener pasta de plomo como producto, que posteriormente es vendida a TECNOREC. Se encuentra a 2 km app. de Agua Buena, en la localidad de Malvilla (ver imagen 4); su proceso consiste básicamente en:

- 1) Recepción de baterías.
- 2) Triturado de baterías.
- 3) Separación de la pasta de plomo, aguas ácidas o electrolito y los chips de polipropileno.
- 4) Neutralización de electrolito y filtrado de la pasta de yeso obtenida del proceso.

Este proceso es más húmedo que el proceso de TECNOREC, por no contar con fundición y su ciclo se hace en un galpón en línea. Las potenciales emisiones son las fugitivas a través del arrastre de material con plomo hacia el exterior del galpón; emisiones fugitivas producto del lavado de polipropileno en piscinas y el posterior uso de esta agua para el riego de las diferentes áreas de la planta y posterior traslado al exterior, expuestas a la acción del viento.

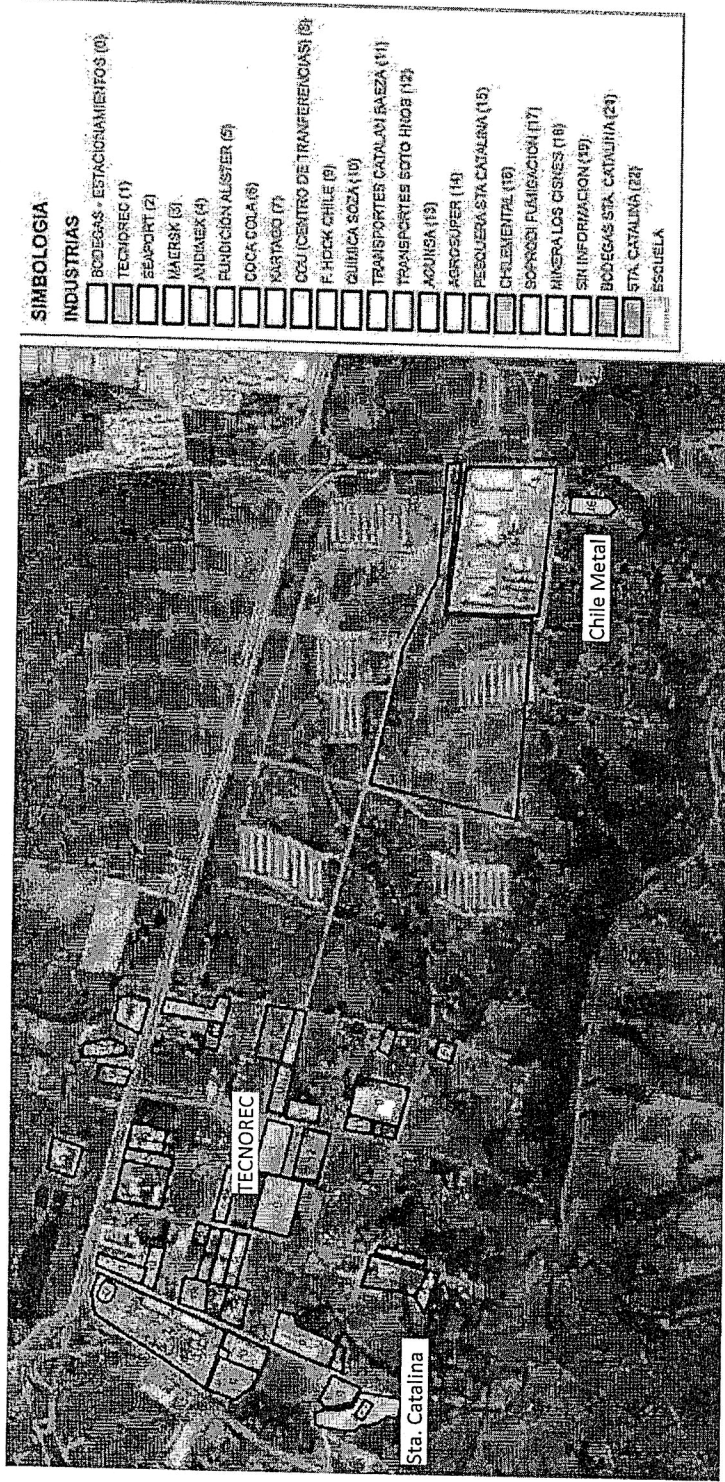
Depósito Santa Catalina: cuenta con dos galpones donde almacenan Concentrado de Zinc. Está ubicada en el extremo Sur-Este de Agua Buena, a una distancia de 1 km app de la zona más poblada, en un desnivel a 12 m app más abajo del nivel de Agua Buena, contiguo a un escarpe de la ladera o murallón de 11 m de altura app. (ver imagen 4). Este depósito consiste en dos galpones cerrados, donde se recepciona y se acumula el concentrado de zinc, cuya composición podría contener entre un 10 y un 12% de Galena (PbS) y un porcentaje de humedad entre 6 y 7%, según la información entregada por la empresa; luego de la recepción de los camiones, el concentrado de zinc es depositado a granel sobre el piso de la bodegas, en diferentes pilas; una vez que se requiere el embarque, se cargan los camiones con el concentrado envuelto en manga plástica y sellado con cinta de embalaje, para ser despachado a puerto; todo este proceso se desarrolla dentro de los galpones.

Este proceso podría generar emisiones fugitivas a través del arrastre de concentrado en las ruedas de los camiones hacia el exterior del galpón donde quedaría expuesta a la acción del viento. La empresa en su reciente solicitud de Calificación Industrial, refiere que han comenzado a almacenar el concentrado desde Abril del presente año.

A continuación se presenta una imagen satelital donde se ubican las zonas con mayor densidad poblacional y las empresas catastradas.



Imagen 4. Actividades económicas realizadas en el sector Agua Buena





3.2. Matriz suelo

Se utiliza como referencia la norma Canadiense que establece una concentración máxima de plomo de en suelo de 140 mg/kg dado que esta norma se construyó evaluando los niveles de riesgo aceptable para la población infantil, considerando la ingesta de suelo en la zona de residencia y áreas de juegos infantiles. En términos generales las normas internacionales de plomo en suelo tienen dos objetivos: definir un valor de riesgo aceptable para proteger la salud de la población infantil o un valor que defina el inicio de una intervención de carácter ambiental, principalmente medidas de remediación de un lugar.

Para este estudio no se aplica la norma Holandesa, definida por la empresa Tecnorec como valor de intervención, por dos razones:

- 1) Este valor es un instrumento que permite estimar el riesgo específico de sitios contaminados, definido para comenzar con procedimiento de intervención ambiental.
- 2) Esta norma no permite establecer factores de exposición ambiental a la población.

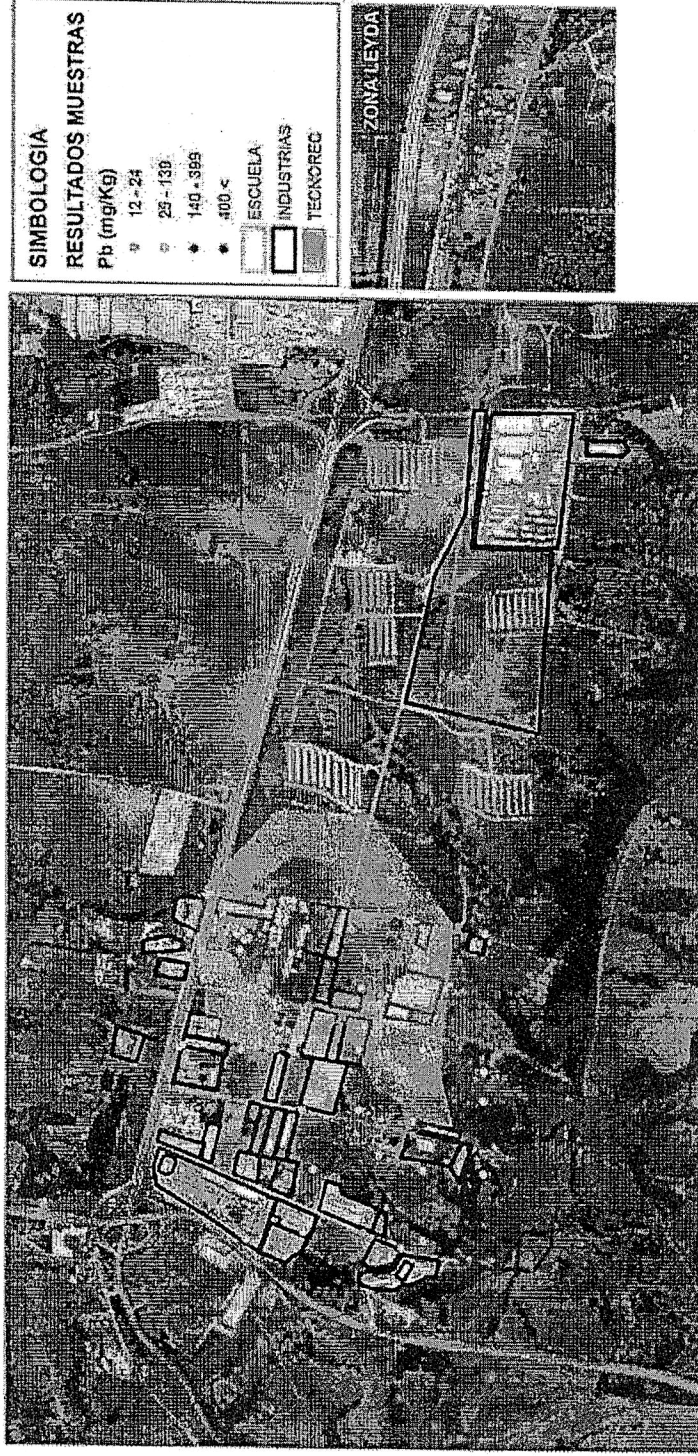
La siguiente imagen muestra las concentraciones medidas en los distintos puntos de muestreo. Se observa una coincidencia entre la zona de máximo impacto de la pluma modelada en la DIA y la concentración de plomo en el suelo. También se observa que los niveles de plomo son mayores en el sector de Agua Buena que los medidos en la zona basal de Leyda, donde las concentraciones de plomo en suelo se encuentran en la mayoría de los casos en el rango de 12 a 24 mg/kg.

Por otra parte si bien las concentraciones en la Escuela son más altas que en la zona basal, no superan el nivel de referencia de 140 mg/Kg. Lo mismo ocurre en general con los puntos de la Macrozona ubicados en las cercanías de las otras dos posibles fuentes identificadas, es decir Sta. Catalina y Chile Metal. Se exceptúa el punto ubicado en las cercanías de la Empresa AGUNSA donde funciona una bodega que almacena Sulfato de Sodio.

Las concentraciones más altas que se observan en la imagen, es decir sobre 400 mg/kg se encuentran en los cuadrantes C4 (1349 mg/kg) y B4 (764 mg/kg) de la Macrozona, lo que coincide con la zona de máximo impacto que predice el modelo.



Imagen 5: Resultados plomo en suelo sector Agua Buena





En la tabla siguiente se describen las variables estudiadas y se puede observar que la zona basal presenta el promedio más bajo y la zona poblacional el más alto. También se evidencian concentraciones promedio altas en la Macrozona, con una alta variabilidad. De acuerdo a lo que se describe en el apartado anterior, las mayores concentraciones de la Macrozona se presentan en la zona de máximo impacto de la pluma y por lo tanto, el promedio está fuertemente influenciado por estos valores.

Análisis descriptivo de los resultados de cada una de las zonas en estudio

Zona	N° Muestras	Pb mg/Kg			
		Promedio	Des est	Min	Máx
Leyda	24,0	15,2	4,7	10,2	28,8
Población	75,0	114,4	78,0	20,6	424,0
Colegio	14,0	29,0	10,4	17,0	50,0
Macrozona	37,0	109,5	246,9	12,0	1349,0

Como se observa en la siguiente tabla, las pruebas de significancia estadística demostraron que los promedios de la zona escuela y la poblacional son superiores a los encontrados en la zona basal.

Zona	Obs	Pb mg/Kg		Intervalo de confianza 95%		p
		Promedio	Des. est			
Población	75	114,4	78,0	96,4	132,3	0.0000
Leyda	24	15,2	4,7	13,2	17,2	
Colegio	14	29,0	10,4	23,0	35,00	0.0000
Leyda	24	15,2	4,70	13,2	17,2	
Macrozona	37	109,5	246,9	27,2	191,8	0.0670
Leyda	24	15,2	4,7	13,2	17,2	

Por otra parte se calculó el riesgo de exposición del suelo a plomo en función de la una distancia. El test mostró, con un nivel de confianza del 95% que existe 9,6 veces más riesgo de presentar valores sobre 140 mg/Kg si el lugar se encuentra a menos de 300 metros de TECNOREC, respecto a los suelos muestreados ubicados más allá de esa distancia.



La tabla siguiente se observa que para la zona poblacional, las concentraciones de plomo en suelo disminuyen en función de la distancia a TECNOREC.

Concentración de distintas distancias			Pb en suelo a en zona poblacional
Distancia	n	Promedio Pb mg/kg	
100-200	13	106.2	
200-300	17	172.1	
300-400	10	152.2	
400-500	13	86.0	
500 a 600 más	18	79.7	
600 y más	4	48.9	
Total	75	114,4	

3.3. Matriz Agua

La localidad no dispone de agua potable por lo que se abastece a través de camiones aljibes. Además existen 3 pozos, 1 en la escuela y dos en el sector habitacional.

Las muestras tomadas en los pozos del sector entre los años 2009 y 2014 revelan que las concentraciones no superan el máximo permisible, establecido en el DS 735/69.

3.4 . Matriz Aire

Evaluación de emisiones

Comparación de emisiones de plomo respecto a lo comprometido en la RCA

Contaminante	RCA 1033/2008 (kg/día)	Emisiones		
		2012 (factores de emisión) (kg/día)	2013 (mediciones en chimenea) (kg/día)	Incremento 2013 respecto a RCA (%)
Plomo (Pb)	4,24	7,36	15,12	256,6
Dióxido de Azufre (SO ₂)	318	---	438,96	120,9
Monóxido Carbono (CO)	21,2	---	215,52	194,3

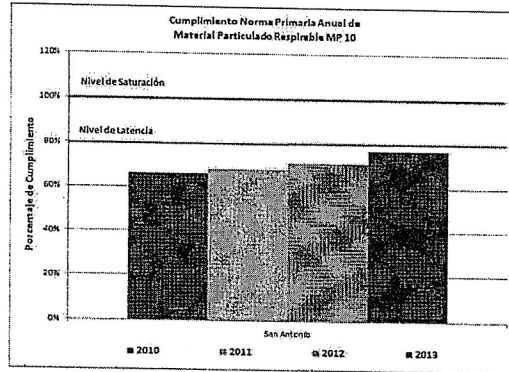
Fuente: Plataforma para la declaración de emisiones F138 y RCA 1033/2008

Por lo tanto, las emisiones de plomo y de gases (SO₂ y CO) de la empresa sobrepasan los máximos comprometidos en la RCA.

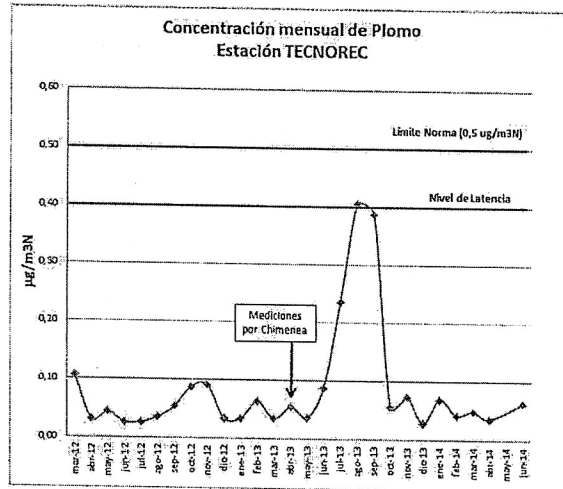


Evaluación de la Calidad del aire

En el siguiente gráfico se observa un aumento sostenido en los trienios 2010 al 2013 a la fecha, en la concentración anual de MP10 en la zona de impacto de la planta, conforme los datos de la Estación Monitora aproximándose al nivel de latencia.



Del análisis de plomo en filtros de MP10 se aprecia durante el año 2013 un incremento sostenido durante los meses de junio y octubre, respecto a su concentración mensual, sobrepasando el nivel de latencia respecto a la norma llegando en agosto a un valor de 0,41 ug/m³N, es decir 82% de la norma (Límite máximo mensual 0,5 ug/m³N - D.S. 136/2000 Norma Calidad Primaria para Plomo en Aire).



Como una forma de realizar un chequeo cruzado de los resultados que dieron origen al incremento antes indicado, se está analizando nuevamente



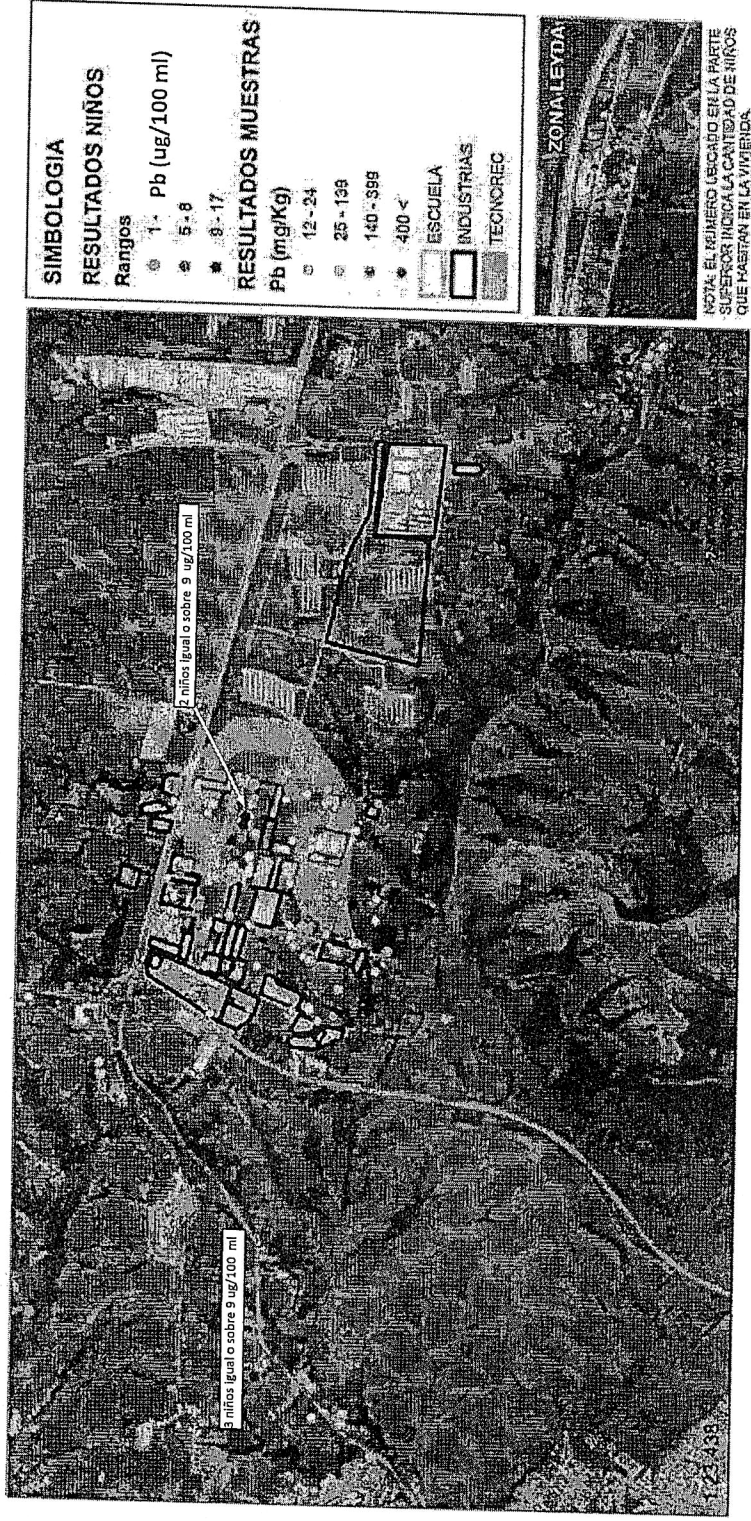
el plomo de 6 muestras de MP10 a través de sus contramuestras, con otro Laboratorio, en esta caso SGS (Acreditado INN NCh 17025).

6. Ubicación espacial de los niños muestreados y de los lugares de muestreo y las concentraciones de plomo medidas.

En la lámina siguiente se muestran los resultados de plomo en los niños investigados y en la matriz suelo. Se observa que los casos con 5 y más $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ de plomo en sangre se ubican en su mayoría en las cercanías de la industria TECNOREC y que tres de estos niños presentan niveles sobre $9\ \mu\text{g}/100\text{ ml}$. De los otros 4 niños, 3 viven en el sector de Villa Mharanata. La investigación preliminar reveló que en este caso la potencial fuente de exposición es la acumulación de material de desecho en las inmediaciones de la vivienda utilizado en el transporte y embalaje de baterías o borras de plomo (pallets, restos de alusa films rotulados con la simbología "corrosivo") y partes de baterías. Las mediciones en esa vivienda arrojaron un promedio de plomo en suelo de $193\ \text{mg}/\text{kg}$. Este material provendría del sector de Agua Buena. Se está realizando la investigación de este caso.



Imagen 6. Resultados plomo en suelo y plomo en niños sector Agua Buena y domicilios de los niños estudiados





Modelación de las concentraciones de plomo en suelo en suelo a través del método de Kriging, ubicación de niños evaluados y sus respectivos niveles de plomo en sangre







VII.- Conclusiones

La información de esta investigación permite concluir hasta el momento que:

1. De acuerdo a la norma de referencia de suelos utilizada, los resultados del muestreo de suelos de la zona poblacional indican que un 20 % de las muestras son iguales o superiores a 140 mg/kg, las que se encuentran distribuidas a una distancia promedio de 250 m de la Empresa TECNOREC, existe 9,6 veces más riesgo de presentar valores sobre 140 mg/Kg si el lugar se encuentra a menos de 300 metros de TECNOREC, respecto a los suelos muestreados ubicados más allá de esa distancia.
2. Existe evidencia que indica un aporte antrópico de plomo a la matriz suelo, entendiendo que al comparar los valores de plomo encontrados en el sector de Agua Buena con el nivel basal, se presenta un aumento en la concentración promedio de plomo en suelo 15,2 a 114,7 mg/kg. Además al evaluar de manera espacial se identifica un aporte de la actividad productiva TECNOREC.
3. La distribución que presenta la presencia de plomo en el suelo tal como se muestra en esta investigación, revela que es debida a emisiones de aire. Considerando que la principal fuente que genera emisiones de plomo al aire, es la fundición de plomo de la Empresa TECNOREC, existe una alta probabilidad que sea ésta la que ha generado el aumento de concentración de plomo en el suelo de la zona poblacional, de la localidad de Agua Buena.
4. El estudio de exposición a plomo en niños que residen o estudian en la localidad de Agua Buena, muestra un 9.6% (16 niños) de la población infantil con presencia de plomo en sangre sobre los valores recomendados por la OMS (10 ug/100 ml).
5. Lo importante de destacar es la proximidad de los niños estudiados con valores iguales o sobre 5 ug/100 ml en relación a la cercanía de TECNOREC. Los test estadísticos demostraron que existe una asociación estadísticamente significativa ($p=0.009$) entre una concentración de plomo alta en sangre (igual o superior a 5ug/100 ml) y vivir a menos de 500 metros de la empresa TECNOREC, es decir es mayor el riesgo de plumbemia elevada si viven a 500 metros o menos de la empresa.
6. De acuerdo, a lo indicado en el punto 3, es posible inferir que las emisiones de plomo al aire de la Empresa TECNOREC contribuyan a este aumento de plumbemia en los niños, no descartándose totalmente la existencia de otras posibles fuentes que no pudieron ser detectadas y que pudieran estar aportando a los niveles detectados.



VIII. Recomendaciones

1. Considerando que la empresa solo lleva 5 años de funcionamiento, se hace necesario que las autoridades competentes tomen las medidas ambientales necesarias para evaluar y mitigar el impacto ambiental, actual y futuro, producido por la Empresa TECNOREC. En este sentido, es necesario que se adopten medidas inmediatas para evitar el aumento de la concentración de plomo en el ambiente y minimizar los riesgos asociados a la exposición a plomo en la población.
2. Con la finalidad de evaluar el real impacto que esta actividad productiva genera en el sector de Agua Buena, se recomienda que dicha empresa se someta a un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.
3. Considerando las recomendaciones de la OMS para enfrentar la exposición a plomo en la población infantil, se deben tomar las acciones necesarias para mitigar la o las fuentes de exposición al plomo de esta población.

IX. Bibliografía

- "Guía Clínica Vigilancia Epidemiológica de la población expuesta a plomo". Series de guías clínicas MINSAL 2014.
- "Intoxicación por Plomo y Salud_OMS2, Sept 2013. Nota descriptiva n° 379.
- "Algo no está a plomo", salud publica México, vol. 52, n° 2, Cuernavaca mar./abr.2010.



ANEXO 1

Actividades comerciales en Agua Buena y sus cercanías

№	EMPRESA	RUBRO	CALLE	COMUNA
1	SEAPORT	Almacenaje y Bodegaje, fumigación con bromuro de metilo	Nvo. Acceso al Puerto	San Antonio
2	Química Soza	Recuperadora de productos químicos	Los Eucaliptos	San Antonio
3	COCA COLA	Centro de Transferencia	Los Aromos	San Antonio
4	CCU	Centro de Transferencia CCU	Los Eucaliptos	San Antonio
5	FRIGORÍFICO HOOK CHILE	Almacenamiento y distribución de productos congelados	Los Aromos	San Antonio
6	MOSAIC	Almacenamiento , envasado y distribución de fertilizantes	Los Eucaliptos	San Antonio
7	EST. CAMIONES 1, SERT CHILE	Estacionamiento	Los Eucaliptos	San Antonio
8	EST. CAMIONES 2, MOSAIC	Estacionamiento	Los Eucaliptos	San Antonio
9	EST. CAMIONES 3	Pequeño sitio	Los Aromos	San Antonio
10	STA. CATALINA	BODEGAS	Nvo. Acceso al Puerto	San Antonio
11	KARTAGO	BODEGAS	Los Aromos	San Antonio
12	ALM. AUTOMOVILES	Estacionamiento	Los Aromos	San Antonio
13	AGUNSA 1	Bodegas de Sulfato de Sodio	Los Aromos	San Antonio
14	TALLERES Y BODEGAS	Arenado y Soldadura	Los Aromos	San Antonio
15	BODEGA, FERTILIZANTES Y HARINA DE PESCADO	Almac. de Fertilizantes y harina de pescado	Los Aromos	San Antonio
16	EST. CAMIONES 4	Estacionamiento		San Antonio
17	ANDIMEX	Elaboración y envasados de aditivos y Almac. Sustancias químicas peligrosas	Los Molles	San Antonio
18	TECNOREC	Reciclaje de Baterías	Las Acacias	San



				Antonio
19	AGUNSA2	Bodegas	Las Acacias	San Antonio
20	BODEGA 2	Bodega	Las Acacias	San Antonio
21	EST. CAMIONES 5, TRANSPORTES SOTO	Estacionamiento		San Antonio
22	EST. CAMIONES 6, TRANSPORTES CATALAN BAEZA	Estacionamiento	Las Acacias	San Antonio
23	PLANTA SECADO ARENAS 1	Áridos	Las Acacias	San Antonio
24	LAS ARAÑAS	Fabrica Briquetas de Carbón	Los Pinos	San Antonio
25	TALLER MECANICO	Taller mecánico de camiones	Los Aromos	San Antonio
26	PLANTA SECADO ARENAS 2	Planta secado de arenas silíceas	Los Molles	San Antonio

Tabla N°1: Actividades comerciales en Aguas Buenas y sus cercanías (continuación)

N°	EMPRESA	RUBRO	CALLE	COMUNA
27	EST. CAMIONES 7, TRANSPORTES	Estacionamiento	Nvo. Acceso al Puerto	San Antonio
28	EST. CAMIONES 8, TRANSPORTES	Estacionamiento	Nvo. Acceso al Puerto	San Antonio
29	EST. CAMIONES 9	Estacionamiento	Ruta 78	San Antonio
30	EST. CAMIONES 10	Estacionamiento	Los Molles	San Antonio
31	FUNDICION ALISTER	Fundición de hierro fundido	Los Molles	San Antonio
32	PLANTELES DE AVE ARIZTIA, FUNDO MALVILLA	Planteles de ave carne	Ruta 78	San Antonio
33	SRCM CHILE METAL	Reciclaje de Baterías	Las Factorías	San Antonio
34	MAERSK CONTAINERS	Fábrica de Contenedores	Las Factorías	San