



**INFORME DE RESULTADOS
MUESTREO DE POLVO SEDIMENTADO
COMUNA DE SIERRA GORDA
LOCALIDADES DE:
SIERRA GORDA- BAQUEDANO**

LÍNEA MEDIO AMBIENTE

OCTUBRE 2023

www.cicitem.cl

Tipo de documento: Reporte

Título: "MUESTREO DE POLVO SEDIMENTADO COMUNA DE SIERRA GORDA, LOCALIDADES DE SIERRA GORDA Y BAQUEDANO"

Elaborado por:



Dr.(c) Franko Arenas
Ingeniero Civil Ambiental -CICITEM

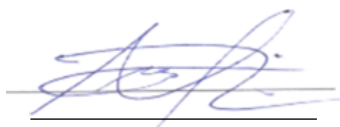


Mgs. Elsa Flores
Jefa de laboratorio - CICITEM



Dra. Lorena Escudero
Investigadora Línea de Medio ambiente-CICITEM

Aprobado por:



Dr. Pedro Galleguillos
Director Científico CICITEM

Validado por:

Rubén Rojo Maturana

Gerente - Director CICITEM

Objetivo

Mediante la solicitud de la Municipalidad de Sierra Gorda-Baquedano, se realizó un trabajo colaborativo de investigación sobre la posible contaminación atmosférica presente en estas localidades, para ello se realizó un muestreo de polvo en los techos de ambas localidades. El objetivo del trabajo fue realizar una evaluación de la información obtenida por medio de análisis químicos que pueda justificar o apoyar la presentación de una iniciativa que permita el monitoreo de calidad del aire, en la zona de estudio.

Descripción

Se realizó la toma de 15 muestras de polvo en diferentes puntos residenciales de las localidades de Sierra Gorda y Baquedano, los cuales fueron definidos por la municipalidad, esto para determinar la presencia y concentración de diferentes metales pesados presente en estas muestras.

Metodología

Muestreo

Los puntos de muestreo corresponden a los que se indican en las Figuras 1 y 2, los cuales representan la ubicación de diferentes residencias, donde se presenta el polvo acumulado, ya sea en cantos de ventanas externas, techos, muebles abandonados en los patios, entre otros.

Las muestras fueron tomadas utilizando espátulas plásticas y brochas, las cuales se limpiaron para cada toma de muestra. Las muestras se almacenaron en bolsas plástica previamente rotuladas.

Las muestras fueron analizadas en los laboratorios de CICITEM, las cuales se sometieron a digestión ácida en un horno digestor, para luego realizar la detección y cuantificación de metales y no metales en el polvo recolectado, mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica (AAS).

Localización de los puntos de muestreo

En la Tabla 1, se muestran las coordenadas de los puntos de muestreos ubicadas en Sierra Gorda y Baquedano.

Tabla1.Ubicación Sierra Gorda y Baquedano.

Sierra Gorda	Muestras	Este	Norte
	SG 4.1	467012	7468403
	SG 4.2	467049	7468475
	SG 4.3	467092	7468523
	SG 5.2	467313	7468318
	SG 5.3	467181	7468282
	SG 6.1	467422	7468634
	SG 6.1 M	467422	7468634
	SG 6.3	467188	7468472
	SG 6,3 *	467188	7468472

Baquedano	Muestras	Este	Norte
	BAQ 1.1	413139	7418851
	BAQ 1.2	413055	7418828
	BAQ 1.3	413088	7418858
	BAQ 2.1	413758	7419235
	BAQ 2.2	413960	7419375
	BAQ 3.1	413654	7419275

* muestra tomada en superficie plástica
M muestra tomada en superficie metálica



Figura 1. Puntos de muestreos Sierra Gorda.



Figura 2. Puntos de muestreos Baquedano.

Resultados

En las Tablas 2 y 3, se presentan los resultados obtenidos de concentración total de metales en las muestras de polvo de los distintos sectores de Sierra Gorda y Baquedano, junto con determinaciones de línea base de unidades geológicas de la localidad de Sierra Gorda (columna Background U.G).

Tabla 2. Composición química muestras de Sierra Gorda.

Elemento	Unidad	SG 4.1	SG 4.2	SG 4.3	SG 5.2	SG 5.3	SG 6.1	SG 6.1 M	SG 6.3	SG 6.3 *	Background (U.G)
Cobre (Cu)	mg/Kg	4.128,9	3.596,6	3.362,5	309,2	1.430,7	1.492,3	1.706,9	3.021,4	2.366,3	37,1
Hierro (Fe)	mg/Kg	33.621,7	28.509,0	26.903,5	11.551,3	28.936,5	44.777,6	39.111,0	30.368,3	31.196,8	19.881,5
Arsénico (As)	mg/Kg	172,2	143,5	119,1	40,5	88,4	82,3	97,0	109,6	133,1	29,8
Cobalto (Co)	mg/Kg	17,5	14,5	15,0	7,7	16,5	16,2	17,6	17,4	18,4	7,2
Cadmio (Cd)	mg/Kg	14,5	5,5	5,1	< L.C.	2,3	2,2	2,3	8,9	284,7	0,9
Bismuto (Bi)	mg/Kg	32,5	31,4	32,7	23,0	32,5	27,3	24,5	21,2	23,9	8,0
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	81,2	57,0	67,8	12,6	51,8	43,0	45,9	54,0	60,7	3,5
Zinc (Zn)	mg/Kg	8.334,7	1.616,4	1.490,0	195,0	1.096,4	1.236,1	20.837,9	1.419,9	1.729,9	53,2
Níquel (Ni)	mg/Kg	49,2	47,6	46,6	34,0	53,4	58,1	60,3	57,9	60,4	7,6
Aluminio (Al)	mg/Kg	51.244,5	40.778,9	48.460,6	45.120,2	48.825,5	45.010,0	49.342,7	50.039,4	49.378,1	9.572,7
Plata (Ag)	mg/Kg	3,7	5,7	3,6	0,7	3,0	2,9	3,0	4,3	3,8	2,7
Plomo (Pb)	mg/Kg	251,5	487,9	273,6	84,4	268,3	229,3	251,6	297,2	387,4	15,4
Cromo (Cr)	mg/Kg	42,0	17,6	15,7	9,8	25,3	32,8	38,6	38,0	40,9	11,9
Manganeso (Mn)	mg/Kg	599,3	545,3	623,2	341,8	658,6	847,1	827,8	724,9	773,9	420,8
Bario (Ba)	mg/Kg	409,5	629,1	810,3	1.128,0	370,7	570,8	530,3	470,3	558,8	-

* muestra tomada en superficie plástica
M muestra tomada en superficie metálica
<L.C. bajo el límite de cuantificación
U.G: Unidad Geológica

Tabla 3. Composición química muestras de Baquedano.

Elemento	Unidad	BAQ 1.1	BAQ 1.2	BAQ 1.3	BAQ 2.1	BAQ 2.2	BAQ 3.1
Cobre (Cu)	mg/Kg	1749,10	1667,96	2659,15	2375,93	2226,99	2409,02
Hierro (Fe)	mg/Kg	20658,38	21893,63	25778,64	42742,14	32165,09	25461,61
Arsénico (As)	mg/Kg	42,18	42,79	66,93	60,07	69,51	52,40
Cobalto (Co)	mg/Kg	11,54	12,04	14,96	15,14	14,71	16,18
Cadmio (Cd)	mg/Kg	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	2,4	< L.C.
Bismuto (Bi)	mg/Kg	39,30	39,90	45,67	27,72	28,14	30,89
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	7,26	9,15	10,93	10,91	9,08	7,50
Zinc (Zn)	mg/Kg	251,79	184,26	330,51	804,15	3433,82	422,83
Níquel (Ni)	mg/Kg	36,98	36,44	41,88	66,83	42,02	47,14
Aluminio (Al)	mg/Kg	48450,06	44967,16	52251,97	44893,83	43437,99	46741,66
Plata (Ag)	mg/Kg	2,59	3,37	2,56	2,96	2,70	2,88
Plomo (Pb)	mg/Kg	56,82	48,81	67,99	120,43	307,85	81,94
Cromo (Cr)	mg/Kg	15,55	18,42	26,31	29,81	40,83	29,63
Manganeso (Mn)	mg/Kg	494,82	579,60	566,61	836,03	511,98	514,82
Bario (Ba)	mg/Kg	468,90	1067,72	527,59	233,27	525,05	498,61

<L.C. bajo el límite de cuantificación

Con el fin de comparar los resultados de los análisis químicos de las muestras, en la Tabla 4 se presentan los valores de las concentraciones límites permitidos de normas internacionales para suelos residenciales. Chile no cuenta con este tipo de normativas por los cuales se deben usar referencias internacionales.

Tabla 4. Normativas internacionales residencial de calidad de suelos.

Elemento	Unidad	IHOBE ⁱ	NEPC ⁱⁱ	USEPA ⁱⁱⁱ	MÉXICO ^{iv}	CANADÁ ^v
Aluminio (Al)	mg/Kg			77.000		
Antimonio (Sb)	mg/Kg			31		
Arsénico (As)	mg/Kg	30	100	0,68	22	12
Cadmio (Cd)	mg/Kg	8	20	71	37	22
Cobalto (Co)	mg/Kg		100	23		
Cobre (Cu)	mg/Kg	10.000	6.000	3.100		100
Cromo (Cr)	mg/Kg	200	100	0,30	280	75
Estaño (Sn)	mg/Kg			47.000		300
Estroncio (Sr)	mg/Kg			47.000		
Hierro (Fe)	mg/Kg			55.000		
Manganeso (Mn)	mg/Kg		3.800	1.800		
Mercurio (Hg)	mg/Kg	4	40	11	23	50
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	75		390		
Níquel (Ni)	mg/Kg	150	400	840	1600	100
Plata (Ag)	mg/Kg				390	
Plomo (Pb)	mg/Kg	150	300	300	400	200
Selenio (Se)	mg/Kg		200	290	390	
Titanio (Ti)	mg/Kg			0,78		
Uranio (U)	mg/Kg			16		
Vanadio (V)	mg/Kg			390	78	
Zinc (Zn)	mg/Kg			23.000		400

ⁱ Norma IHOBE para uso residencial. IHOBE, S.A. (2002) Manual práctico para la investigación de la contaminación de suelo. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medioambiente. Gobierno Vasco, España.

ⁱⁱ Norma NEPC para uso residencial. Naidu, R., Oliver, D., McConnell, S. (2003). Heavy metals phytotoxicity in soils. In: A. Landey., M. Gilbey., y B. Kennedy. (Eds). Proceedings of the fifth national workshop on the assessment of the site contamination (pp. 235-241). Australia: National Environment Protection Council (NEPC).

ⁱⁱⁱ Norma USEPA para uso residencial. U.S Environmental Protection Agency (EPA). (1993). Standards for use or disposal of sewage sludge. Final rule, 40 CFR Part 503. Federal Register. 58(32), 9248-92415.

^{iv} Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004

^v Norma Canadiense - CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1991. Interim Canadian environmental quality criteria for contaminated sites. CCME, Winnipeg.

A continuación (Figs. 4 y 5), se presentan de forma gráfica la comparación con las diferentes normativas de los metales que exceden al menos una de las normas residenciales. Además, las muestras de Sierra Gorda fueron comparadas con la concentración basal de metales pesado de la zona, respecto a su unidad geológica. La información basal para la localidad de Baquedano no se encuentra disponible.

Localidad de Sierra Gorda.

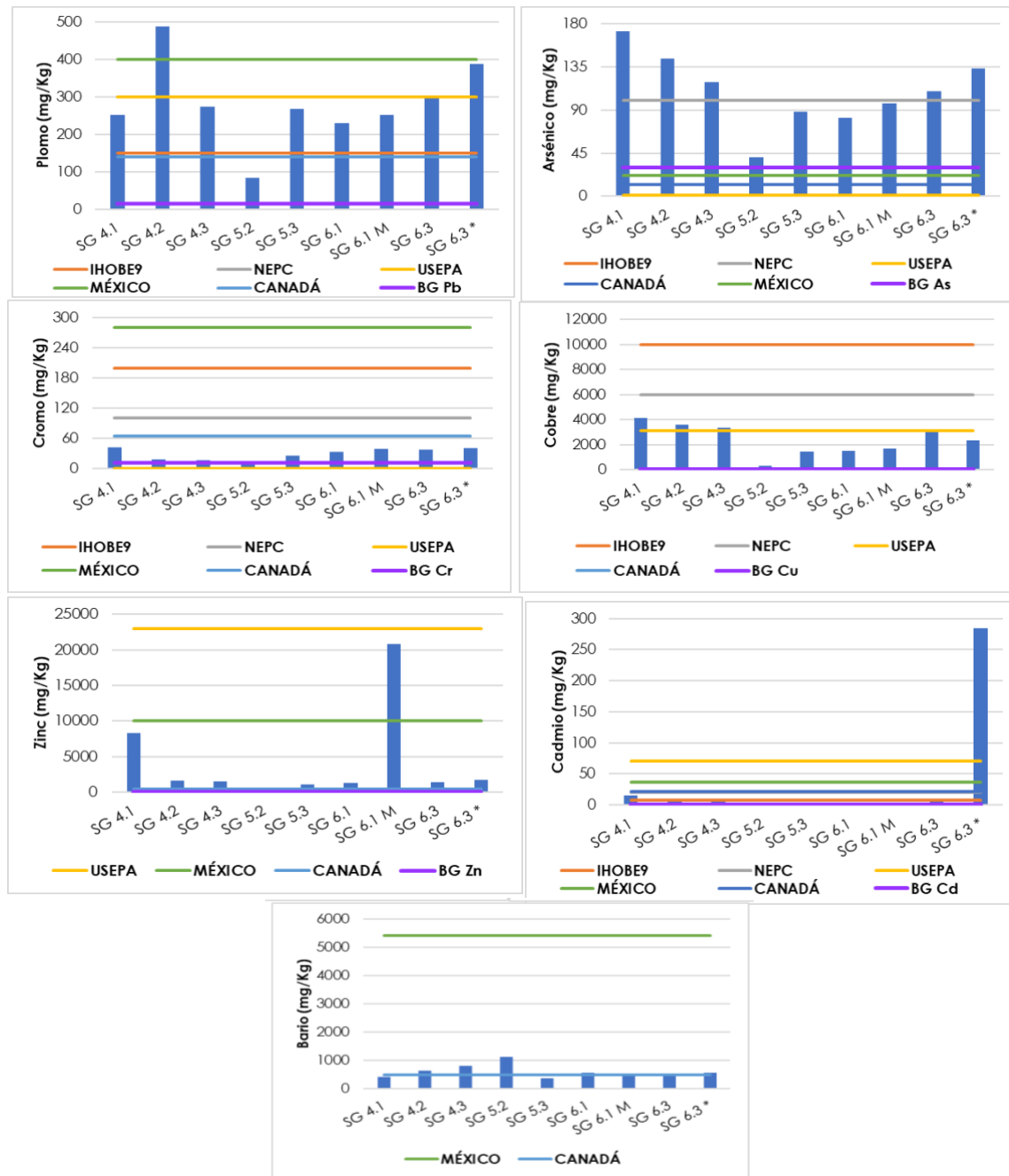


Figura 4. Gráfico comparativo de Normas residenciales versus composición de polvo sector Sierra Gorda.

Localidad de Baquedano.

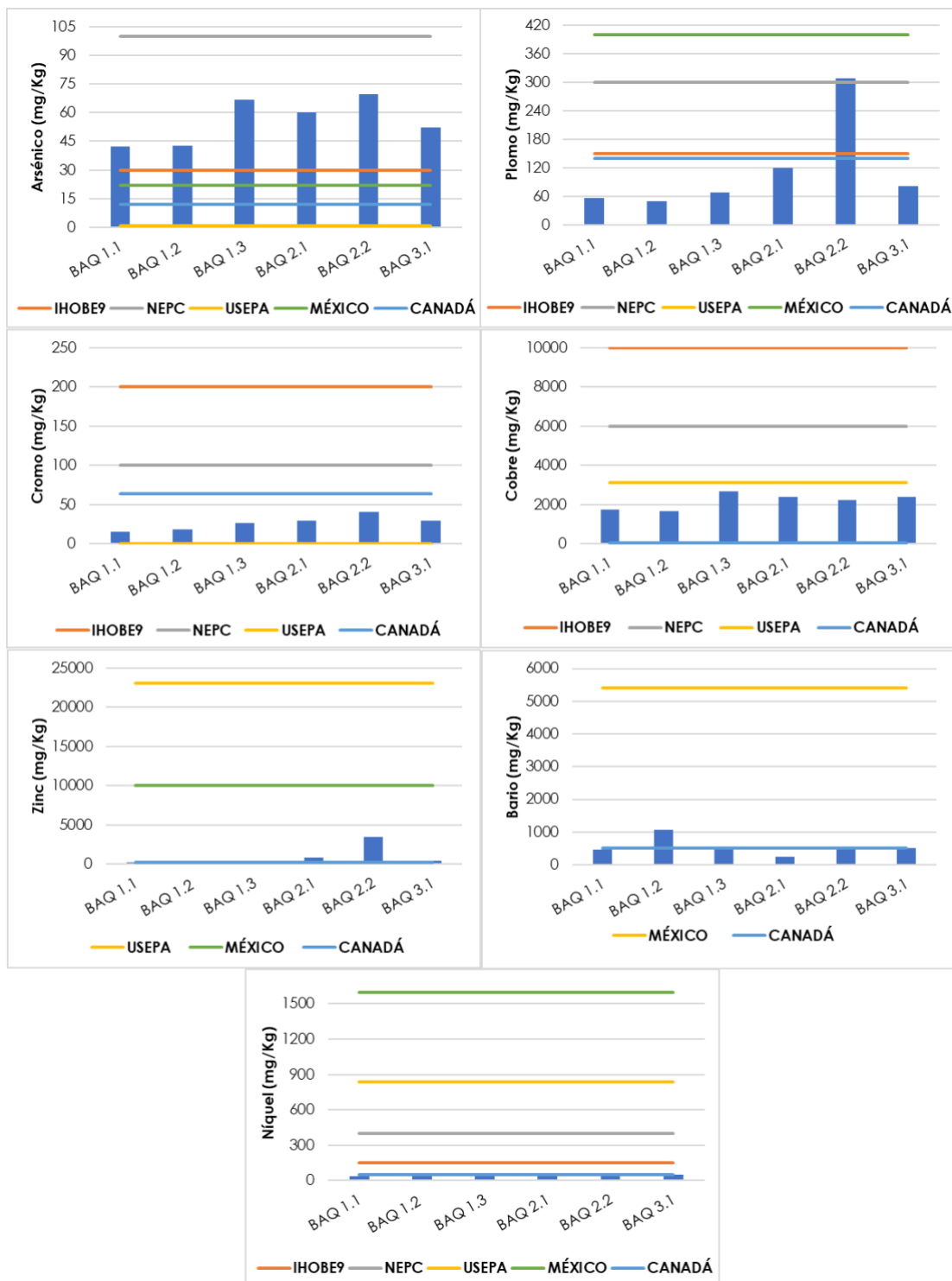


Figura 5. Gráfico comparativo de Normas residenciales versus composición polvo sector Baquedano.

Conclusiones

- Las muestras tomadas para las localidades de Baquedano y Sierra Gorda presentan concentraciones de arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), bario (Ba), níquel (Ni) y zinc (Zn) que exceden el límite permitido de al menos una de las normativas para suelos residenciales.
- La concentración de **arsénico (As)** superan los límites permitidos de las normas de suelo residenciales internacionales en todas las muestras de los diferentes sectores de Sierra Gorda y de Baquedano.
- En cuanto a la concentración de **plomo (Pb)**, las muestras de Sierra Gorda superan al menos con 4 normas de suelos residenciales internacionales. En cuanto al plomo encontrado en las muestras de Baquedano solo un sector excede al menos 3 normativas.
- El contenido de **cadmio (Cd)** solo en tres muestras de Sierra Gorda exceden una de las normativas de suelos residenciales.
- El **cromo (Cr)** en todas las muestras de Sierra Gorda excede solo la norma de la USEPA, lo mismo ocurre con el contenido de cromo en Baquedano.
- La concentración de **cobre** en las muestras de Sierra Gorda para todos los sectores excede solo en la normativa de Canadá y tres sectores exceden la norma de la USEPA, en cuanto a las muestras de Baquedano todas exceden la normativa de canadiense
- La concentración de **bario** en la mayoría de las muestras de Sierra Gorda excede la norma canadiense, y en Baquedano solo tres sectores exceden la misma norma.
- En cuanto a las concentraciones de **níquel** obtenidas, solo en Baquedano las muestras excedieron noma canadiense.
- Las concentraciones de **zinc** encontradas en Sierra Gorda exceden la norma de Canadá solo en tres muestras y en un sector excede la norma mexicana. En Baquedano dos muestras exceden la norma canadiense.
- En cuanto, a la comparación con la concentración basal de metales pesados, con respecto a la unidad geológica de la localidad de Sierra Gorda, se observó que la concentración de todas las muestras es mayor a la concentración basal de todos los metales pesados analizados.
- Todos los elementos analizados en este informe, son en general tóxicos para los seres humanos. Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse. La bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico en un cierto plazo, comparada a la concentración del producto químico en el ambiente. A pesar que la geología del sector se caracteriza por la presencia de muchos de estos metales como el Cu (zona minera) la acción antropogénica debido al efecto minería ha llevado a superar los límites permitidos de estos metales en zonas residenciales.

Recomendaciones

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el presente reporte, se recomienda realizar un estudio de monitoreo de calidad de aire y suelo, de acuerdo con las actuales normativas nacionales e internacionales.

El monitoreo del aire debe incluir periódicamente la medición de gases, cuantificación y muestreo del material particulado $MP_{2,5}$ y MP_{10} que permita determinar e identificar por medio de análisis químicos los metales pesados o elementos tóxicos que se encuentran en el polvo suspendido en estas localidades y su dinámica o cinética de acumulación. Actualmente, existe una red de monitoreo solo para la cuantificación (no caracterización) de $MP_{2,5}$ y 10 , en la localidad de Sierra Gorda, pero no en Baquedano.

Por otra parte, para el monitoreo del suelo es necesario realizar un muestreo exhaustivo que asegure la representatividad de los resultados en ambas localidades, que incluya análisis químicos elementales, distribución de tamaño de partículas y análisis de lixiviación característica de toxicidad (TCLP), el cual permitirá determinar la movilidad de los contaminantes inorgánicos (metales y metaloides) presentes en los suelos.