

AMICUS CURIAE

INFORME AMICUS CURIAE SOBRE EL PLAN  
DE DESCONTAMINACIÓN DE VENTANAS

Yuri Carvajal Bañados  
Médico-Cirujano, Universidad de Valparaíso  
Doctor en Salud Pública, Universidad de Chile

# Índice general

1.	Resumen ejecutivo	2
2.	Informe	3
2.1.	Introducción	3
2.2.	Experiencia y motivación	3
2.2.1.	Experiencia	3
2.2.2.	Motivación	4
2.3.	Validación de datos y la presencia ciudadana en las cuestiones ambientales	4
2.4.	Condición anómala de Ventanas, Quintero y Puchuncaví respecto de Dióxido de azufre	10
2.5.	Antecedentes respecto de otros contaminantes	13
2.6.	Conclusiones	13
2.7.	Recomendaciones	13
3.	Anexos	16

# Capítulo I

## Resumen ejecutivo

El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví (D.S. N 105/2018 del Ministerio de Medio Ambiente), ha sido aprobado sin una clara comprensión de los sucesos ocurridos en agosto septiembre del año pasado, con un fallo de la Corte Suprema que cuestiona profundamente el trabajo de las agencias responsables y con una serie de episodios críticos en los meses de junio y julio, con cifras elevadas de dióxido de azufre, que han obligado a declarar alerta ambiental.

Estos hechos señalan la debilidad del mismo para resolver una situación prolongada y dar cuenta de crisis repetitivas en el bienestar y salud de personas y comunidades.

Este informe busca señalar tres aspectos cuyo abordaje podría colaborar a una solución de más largo aliento.

Se trata de

- El trabajo de publicidad de los datos, esto es la validación de los mismos y la participación de la comunidad debe considerar la confianza pública en la veracidad de los mismos. Los métodos de validación poseen sesgos e inconsistencias que no ayudan en ese sentido. Una definición respecto de esta materia en extremo técnica, puede aportar a desarrollar la inquietud ciudadana en una perspectiva de interés e involucramiento en el Plan.
- La condición extrema de las comunas mencionadas respecto a las concentraciones de Dióxido de Azufre en el aire en este momento, asimismo como en los meses de Agosto-Septiembre pasado. Es posible evitar una repetición de los desafortunados sucesos ocurridos en esos meses, si una acción precisa respecto de este contaminante, se incluye en el plan.
- Los antecedentes de larga data respecto de esta situación y la presencia de otros polutantes, también requieren explicitar medidas locales de reducción de emisiones.

# Capítulo 2

## Informe

### 2.1. Introducción

Este informe quiere ilustrar tres ausencias en el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví (D.S. N 105/2018 del Ministerio de Medio Ambiente), cuya consideración puede ser de valor para producir una inflexión en una zona caracterizada por una larga persistencia de problemas ambientales y agudizaciones dramáticas, como las ocurridas en agosto-septiembre del 2018, sin precisión casual, con un abordaje poco iluminado por la salud pública y el conocimiento técnico.

### 2.2. Experiencia y motivación

#### 2.2.1. Experiencia

Soy médico hace más de 32 años, trabajando con personas más de 5 años en una población populosa de Santiago (La Victoria) y viviendo todos los inviernos crisis de consultas desencadenadas por problemas de calidad del aire. Inicié en 1996 estudios de postgrado en salud pública, tomando la mención ambiental, graduándome como magister en 1998. Inicié mis trabajos en las materias de mi posgrado en el Servicio de Salud Llanquihue Chiloé y Palena en 1997, conociendo el impacto de las salmoneras sobre el agua dulce, los suelos y fondos marinos. Esta experiencia la condensé en un manual de toxicología ocupacional y ambiental publicado por el Ministerio de Salud el año 2002 (Carvajal, 2002). Trabajé luego en el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (2001-2003), como jefe del Subdepartamento de Salud Ocupacional y como Jefe del Departamento del Ambiente, haciéndome cargo de la multiplicidad de problemas metropolitanos: aire, ruidos, residuos, sustancias químicas peligrosas, almacenamientos, alimentos, zoonosis.

Desde mayo del 2003 asumí la dirección del Servicio de Salud Llanquihue Chiloé y Palena, en una práctica que integraba la administración de Hospitales públicos, con el manejo de todos los temas ambientales, en ese momento en manos de los Servicios de Salud.

En el año 2008 ingresé al Programa de Doctorado de Salud Pública de la Universidad de Chile y me gradué como Doctor en Salud Pública. Obtuve un Fondecyt Postdoctoral que ejecuté entre el 2012 y el 2015, produciendo dos libros publicados por la editorial universitaria. Soy asimismo especialista en Salud Ambiental por CONACEM.

Respecto del trabajo con datos, mi rol como profesor asistente de la Universidad de Chile, lo

ejerzo en el magister de bioestadística de la Escuela de Salud Pública, en la Universidad de Chile y he publicado un libro sobre la materia (Carvajal and Henríquez, 2014).

### 2.2.2. Motivación

Publiqué en Folios de Salud Pública en el año 2016 un texto sobre las implicancias del Antropoceno para la bioética (Carvajal, 2016). Una de las cuestiones que de esa reflexión se desprenden son el análisis de las zonas críticas, problema tocado en un libro editado y presentado por mí (Latour, 2017). Justamente la zona involucrada por el Plan de descontaminación expresa con agudeza esta característica y ha sido parte de mi preocupación editorial en [www.antropoceno-zc.cl](http://www.antropoceno-zc.cl).

Como parte de mi interés por la práctica concreta de salud he dedicado mi trabajo como editor jefe de Cuadernos Médico Sociales, que este año ha cumplido 60 años de trabajo en Salud Pública, a un número publicado en mayo de este año, cuyo tema es la condición de Ventanas, Quintero y Puchuncaví (Carvajal and Pey, 2019)

Desde el mes de junio soy el coordinador del grupo de tarea organizado por el Colegio Médico Nacional para estudiar la condición ambiental y de salud de esta zona. Como tal expuse en el seminario sobre cambio climático el día 11 de julio pasado, organizado por el Departamento de Medio Ambiente de mi colegio profesional (<http://www.colegiomedico.cl/con-gran-asistencia-se-realizo-seminario-sobre-contaminacion-del-aire/>)

### 2.3. Validación de datos y la presencia ciudadana en las cuestiones ambientales

El 4 de enero del presente año la mesa de trabajo formada por Colegio Médico, Colegio de Abogados y Colegio de Ingenieros, recibió archivos obtenidos por ley de transparencia correspondientes a 11 estaciones fijas de muestreo, con mediciones horarias de contaminantes clásicos, emplazados en las zonas de Concón, Quintero, Puchuncaví y Ventanas. Estos archivos en formato excel correspondían a cada una de las estaciones de monitoreo del área de Ventanas y Concón, con una hoja para cada parámetro, con mediciones horarias. En cada hoja aparecen datos no validados y datos validados, en una condición extraordinaria, puesto que lo que se publica son datos preliminares o validados, pero siempre intervenidos.

En el área de Ventanas siete estaciones monitorean 8 parámetros básicos: Óxidos de nitrógeno (3), monóxido de carbono, ozono, dióxido de azufre y material particulado DAE 10 y 2,5.

Dado que se obtuvieron registros en paralelo de nula manipulación y datos validados, es posible contrastar valores horarios sin validar respecto de aquellos validados para 2 óxidos de nitrógeno y los otros 5 contaminantes medidos.

La validación de datos es un procedimiento necesario en la administración de datos, ya que los sistemas de registro son afectados por eventos externos o por el diseño mismo del equipo. Para el caso de estas cifras, existe el D.S. 61/2008 que regula la validación y especifica la causas por las cuales se realiza el proceso. La validación busca mejorar la calidad de los datos, reducir la presencia de señales de otros procesos sobre el componente objeto de medición y producir resultados más aproximados a lo que realmente ocurre.

Llevando los datos del formato excel a los de un software estadístico especializado como Stata, es posible responder un par de preguntas ¿La validación de datos es un proceso que corrige distor-

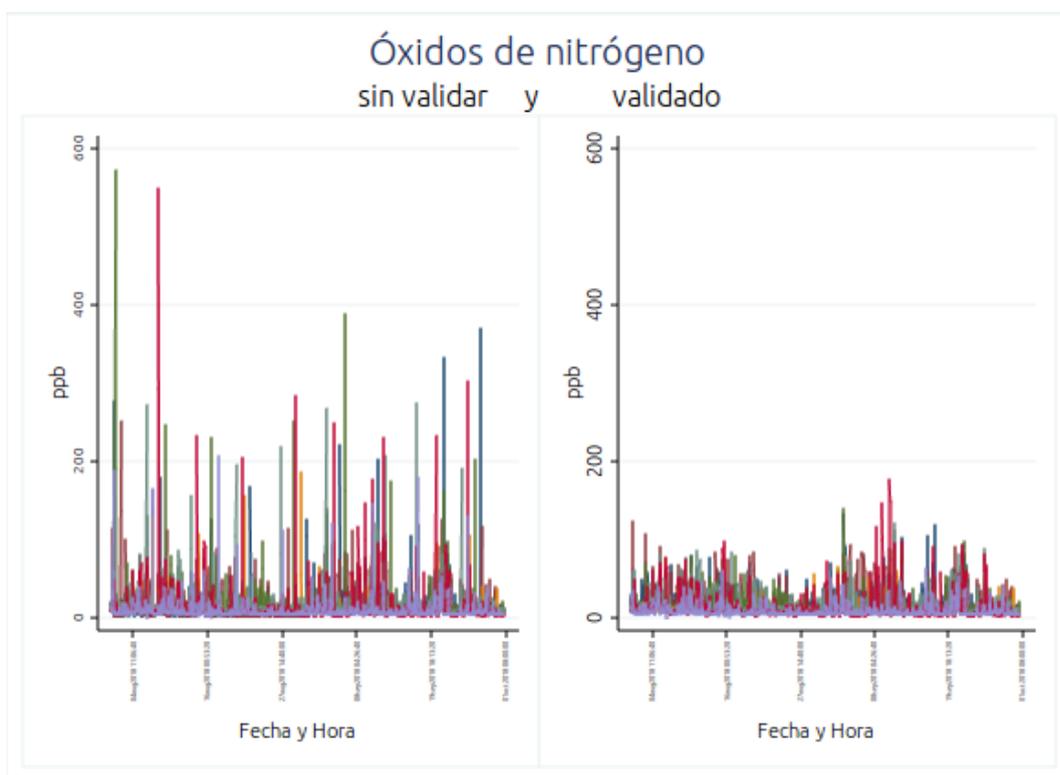


Figura 2.1: NOx

siones de los datos y los hace más exactos, minimizando el sesgo? y del mismo modo, ¿contribuye la validación de datos a la colaboración ciudadana en el cuidado de la calidad del aire?

Al contrastar los datos para los componentes ya especificados de acuerdo a la calidad de datos sin validar y validados, en las 7 estaciones en agosto septiembre del 2018, observamos lo que sigue:

Con la excepción de material particulado 2.5, en todos los restantes casos la validación de datos ha eliminado valores extremos superiores, produciendo un sesgo de los resultados. La causa por la cual los datos fueron suprimidos, se describen en la tabla 2.1. Los días y horas de los datos

Causa	Descripción	Datos suprimidos agosto-sept 2018
.e 572	Por mantención en terreno	572
.b 227	Por falla de equipo	227
.c 8	Fuera de rango de temperatura de operación	8
.a	Por falla de energía	14
.s	Código inexistente en la norma	2
.	sin especificar	40

Cuadro 2.1: Causas de supresión de datos en el mecanismo de validación. Cifras agosto septiembre 2018

suprimidos por mantención en terreno ocurren a veces en horarios nocturnos. Para Óxidos de nitrógeno, ozono, dióxido de azufre, material particulado durante esos dos meses, en la estación

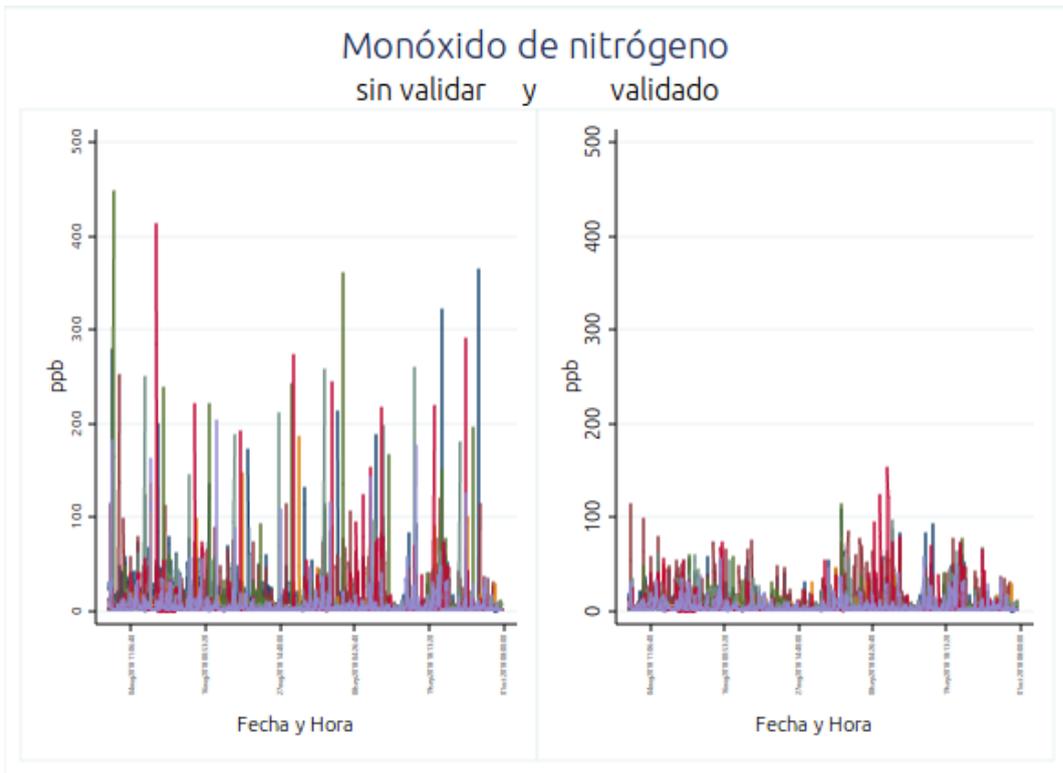


Figura 2.2: NO

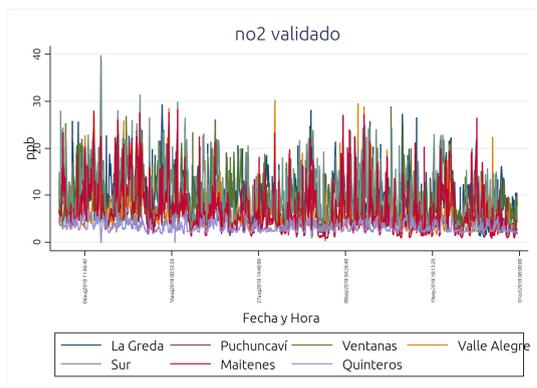


Figura 2.3: NO<sub>2</sub> Validado

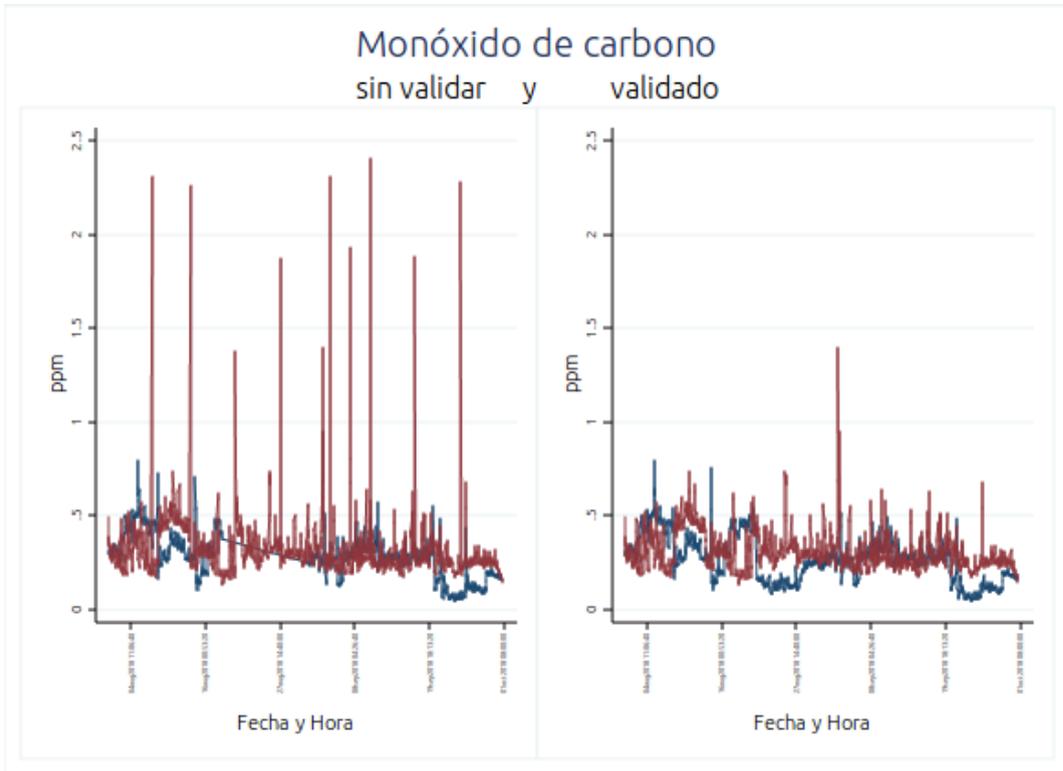


Figura 2.4: CO

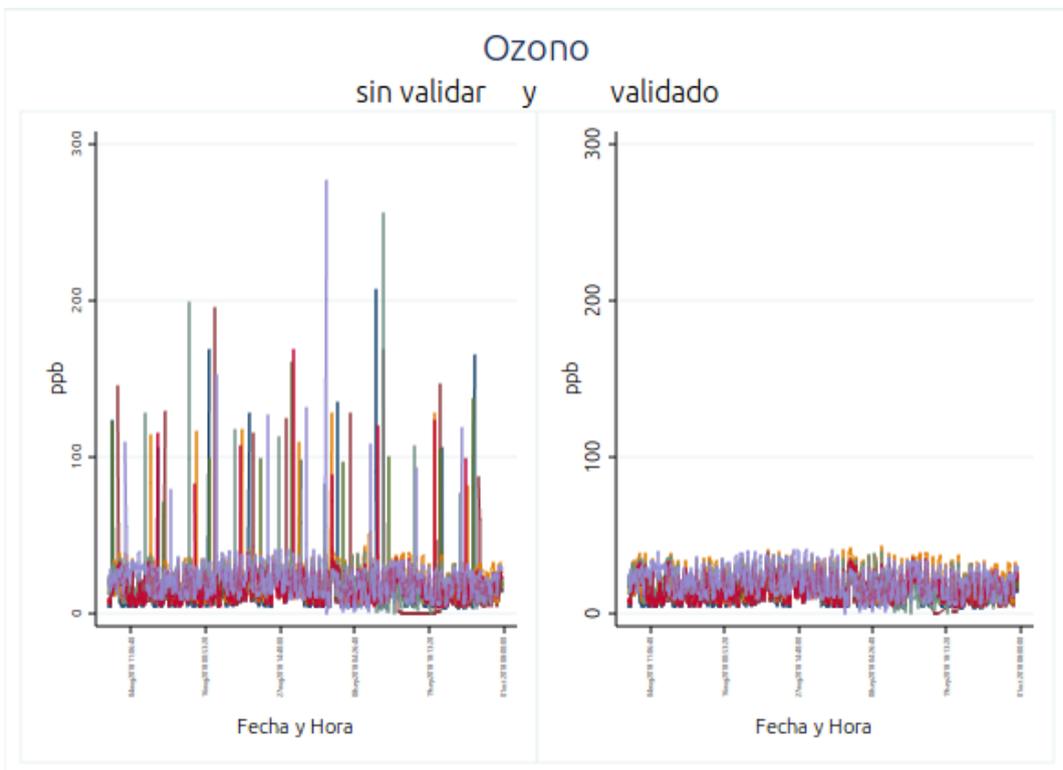


Figura 2.5: O<sub>3</sub>

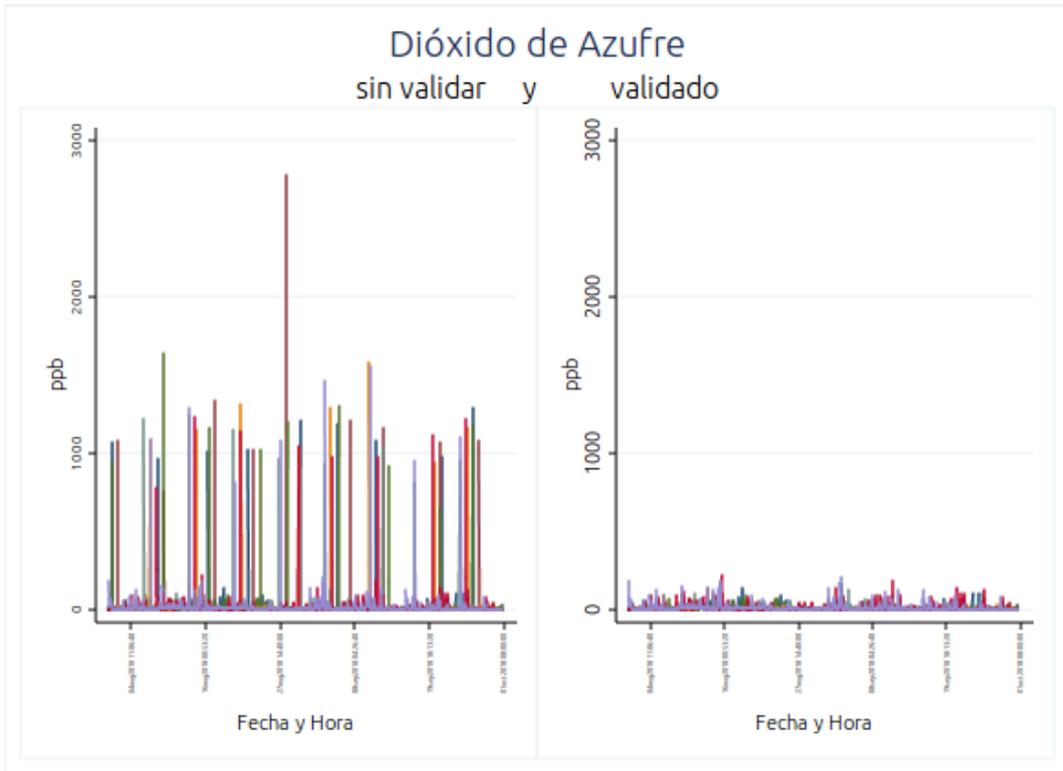


Figura 2.6: SO<sub>2</sub>

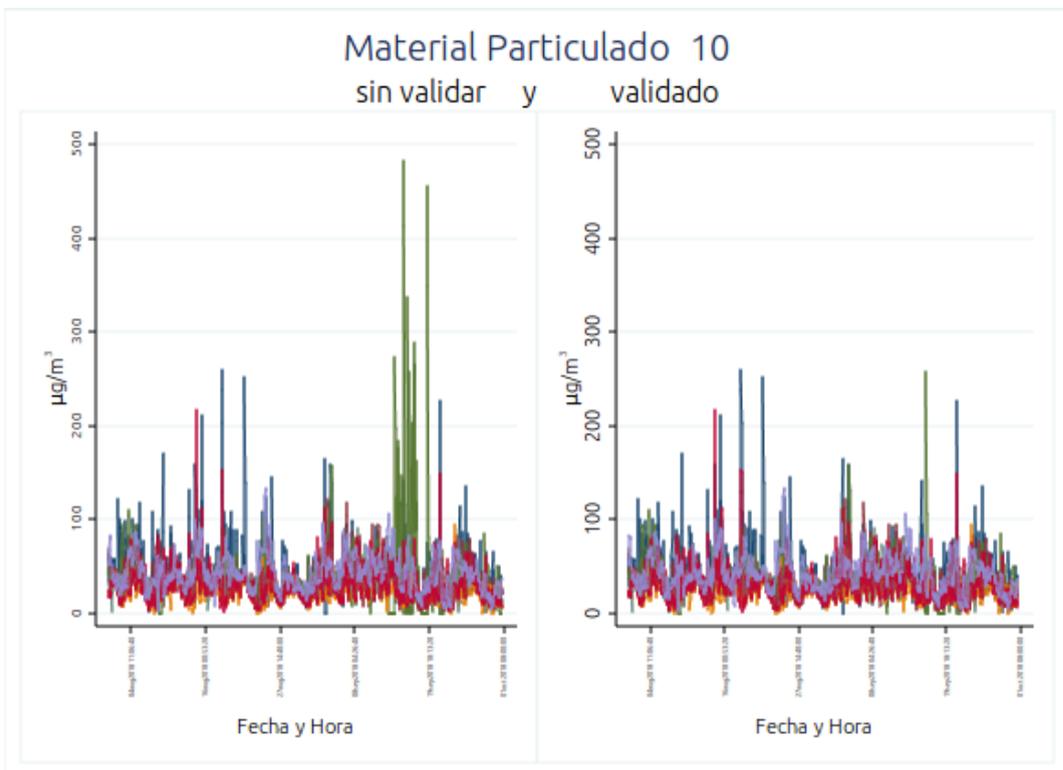


Figura 2.7: MP<sub>10</sub>

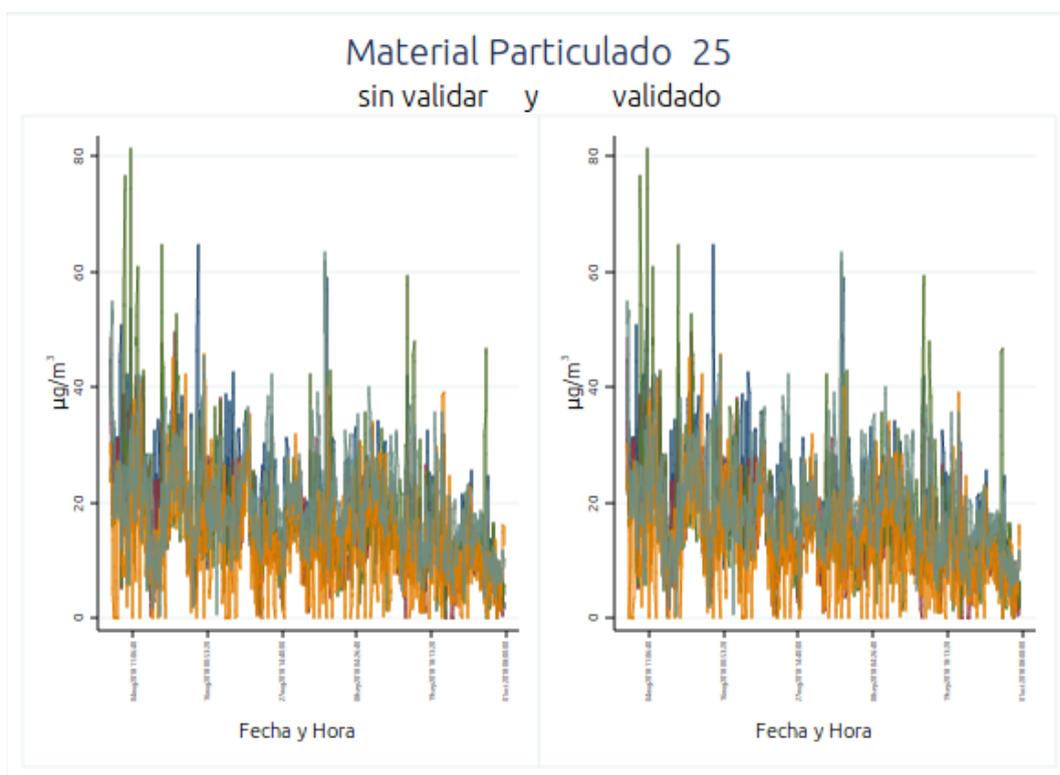


Figura 2.8: MP 2.5

Ventanas se suprimen 8 datos por mantención después de las 17.00. Es decir los datos suprimidos no sólo corresponden a los más altos, sino también en horarios extraordinarios.

La validación de datos así practicada produce un sesgo hacia la media, aplacando los valores extremos superiores. Su asignación a una actividad de mantención en terreno no es evidente. A todo esto debe agregarse que esta consideración sólo ha sido posible porque hemos podido contrastar los datos con y sin validación, como resultado de una acción especial de transparencia. Asimismo este proceso requiere conocimiento técnico, experticia en programación y el uso de programas estadísticos (en mi caso he usado Stata v.14). Todo mi procesamiento está documentado y puedo hacerlo público si es necesario. Pero los ciudadanos no sólo acceden a datos sesgados, sino que desconocen un proceso que para mí es técnicamente opaco.

Estas tres dimensiones: sesgo en la validación, opacidad cotidiana del proceso y asignación a causas poco creíbles, cuestionan la confianza del lego y el experto en las cifras. Durante el mes pasado de junio en las redes de los vecinos han circulado imágenes como las que acompañamos en la figura 2.3 que expresan una creciente desconfianza ciudadana sobre la coherencia de los datos.

El plan de descontaminación debe resolver esta cuestión y garantizar no sólo una validación de datos ajustada al sentido técnico y estadístico de los datos, sino también la visibilidad de los procesos que subyacen a la producción de los mismos, a la trazabilidad de la decisiones tomadas en ese sentido, permitiendo restituir la confianza pública en las mediciones.

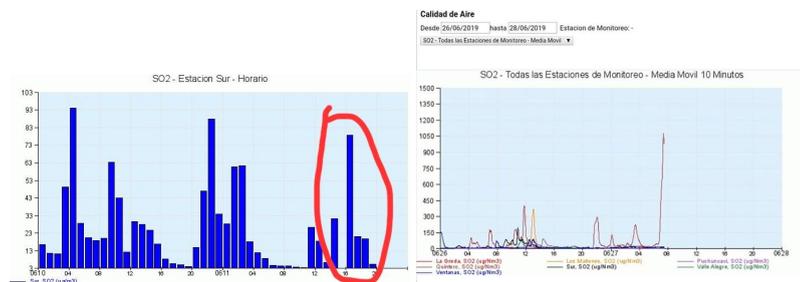


Figura 2.9: Imágenes provistas por vecinos provenientes de sus whatsapp que marcan datos suprimidos

## 2.4. Condición anómala de Ventanas, Quintero y Puchuncaví respecto de Dióxido de azufre

Cuando se revisan los datos del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (<https://sinca.mma.gob.cl/#>) se pueden comparar las cifras de Dióxido de Azufre de un año, desde junio del 2018 a junio del presente, en todas las estaciones nacionales que monitorean este contaminante.

Al hacerlo se verifican dos condiciones extraordinarias: los datos más elevados pertenecen a las estaciones vecinas a Ventanas, sólo superadas por una estación de Calama como aparece en la imagen 2.4.

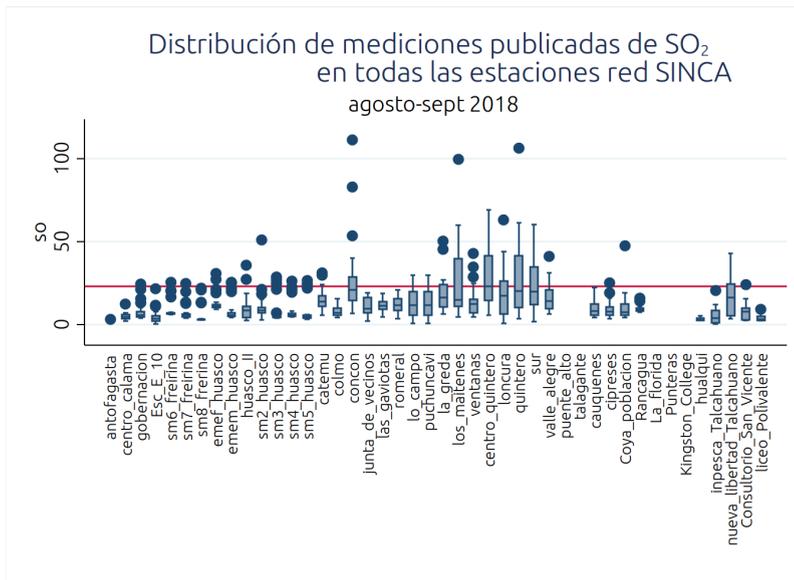
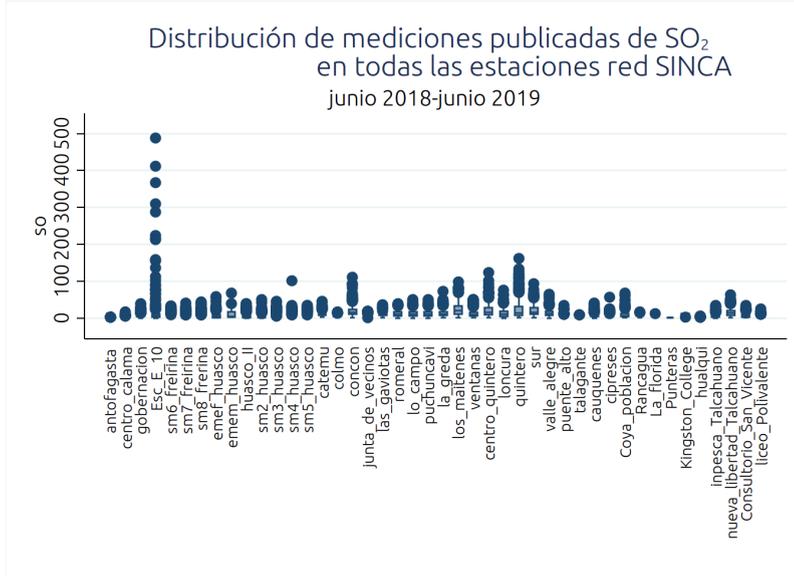
El mes con peores cifras es el de agosto del 2018 (mes 703 en el código estadístico, cuya mediana se ha dibujado en rojo) en la figura 2.4. Las medianas de todo Chile para los meses de junio julio y agosto se han graficado en la figura 2.4

Estas representaciones muestran que Quintero es una condición extrema para este contaminante y que además posee una variación de acuerdo a las estaciones del año, es decir es una serie de tiempo con ciclo o estacionalidad, según mostramos en 2.4. Ambas consideraciones deberían estar incorporadas en el plan, especificando una especial preocupación por las cifras de invierno, en que las condiciones de ventilación son malas, así como las medidas a tomar a partir de ellas, que no pueden limitarse a reducir la actividad de las personas, sino que deben considerar la reducción de las emisiones en ese momento.

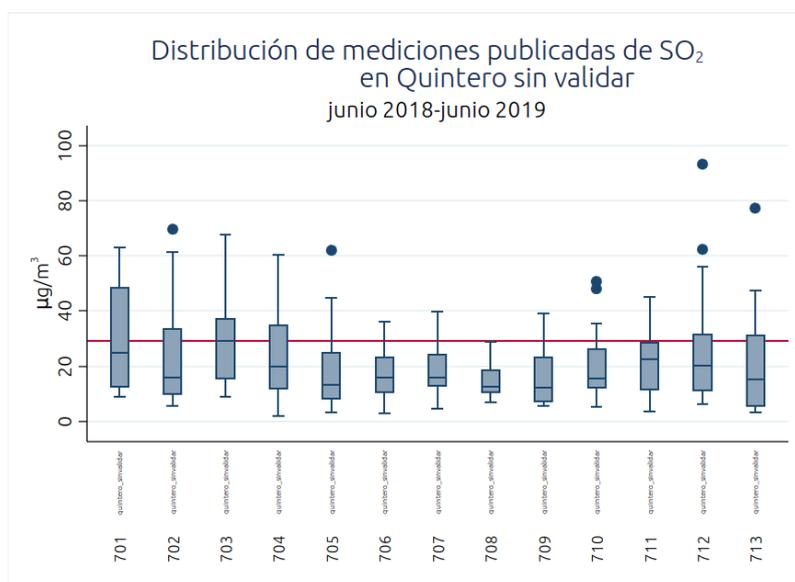
## 2.5. Antecedentes respecto de otros contaminantes

Desde el punto de vista de documentación de la situación de Ventanas, Quintero y Puchuncaví, desde la década de los 60 el dióxido de azufre ha sido identificado como un contaminante masivo en la zona. Dos grandes procesos lo generan: fundición de cobre y generación termoeléctrica. Junto a él, por supuesto hay polución por los contaminantes ya señalados y una amplia gama de metales pesados. Respecto de estos último los trabajos del Dr. Jaime Chiang en 1985 (Chiang et al., 1985) y 1989 (Chiang, 1989) fueron categóricos respecto de esas presencias en el suelo en magnitudes sistemáticamente elevadas respecto de un sitio control com Peñuelas. Las cifras medidas por el estado en el 2011 en escuelas del sector sólo han confirmado que esas cifras son peores tras casi tres décadas (Jammet, 2011), citepSer12. Trabajos del 2014 y 2015 han sostenido estos hallazgos (Parra et al., 2014, 2015).

Esta condición también es extraordinaria y revela la necesidad de aplicar localmente medidas se-







veras.

Desde la década del sesenta las personas de ese territorio reportan percepciones de efectos sobre salud, que llevaron a un Plan de descontaminación ya en 1992. En 1979, las personas pidieron al Dr. Jaime Chiang evaluaciones técnicas sobre el problema, ya mencionadas.

Desde esa fecha han ocurrido varios episodios agudos asociados a Dióxido de azufre (2011, 2018) y existen mediciones de efectos sobre las personas (Sánchez et al., 1999). Durante los meses de junio y julio del presente año, las cifras se han situado por sobre la norma, en valores de alerta, emergencia e incluso emergencia. Expresiones de un plan que no ha logrado garantizar niveles de exposición semejantes al resto de las personas del país ni preservar la indemnidad de la salud de las personas. El reciente fallo de la Corte Suprema avala mis palabras, aunque sus expresiones sean aún más categóricas.

Se trata de una zona saturada no en el sentido de un contaminante cuyas cifras exceden valores especificados en una norma. Es una zona con sus ecosistemas destruidos, con su biodiversidad reducida, con sus suelos, aguas, seres vivos impregnados de metales pesados, que no forman parte de su composición originaria.

Por esa razón, creo que a las personas que allí viven se les debe ofrecer un horizonte de restauración de esas condiciones previas. Como a un enfermo, buscamos rehabilitar, recuperar su movilidad, sus capacidades.

El plan debe considerar que las personas son parte de una comunidad biótica y que junto a ella pueden recuperar la salud.

## 2.6. Conclusiones

Los antecedentes antes expuestos permiten concluir que:

- La validación de datos es un proceso que debe mejorarse para procurar una confianza ciudadana en las mediciones de calidad de aire
- La condición respecto de dióxido de azufre en estas dos comunas es extrema y el plan de descontaminación debe tener un especial cuidado en los meses de invierno para no

exponer a los ciudadanos a concentraciones que afectan su salud. La presencia de otras fuentes y de otros contaminantes en la zona, hace aún más delicada la situación y obligan a considerar durante las crisis no sólo la restricción de la actividad humana, sino también de las emisiones.

- La limpieza de los sitios contaminados, la restauración de ecosistemas, debe ser considerada en el Plan. La vida y salud humana está asociada al destino de la comunidad biótica.

## 2.7. Recomendaciones

Desde el sentido común de la medicina, pacientes muy grave requieren un sistema de cuidado conocido como cuidados críticos. Es parte del entrenamiento clínico poder identificar rápidamente y con unos pocos parámetros vitales, a los consultantes de un sistema de urgencia, para saber a quién se debe hospitalizar y qué tipo de cama requiere: básica, intermedia o crítica. Asimismo el manejo de las crisis siempre está exactamente protocolizado, para poder ser manejado en forma sumaria por cualquier profesional de entrenamiento medio.

En este caso, Ventanas es un paciente para cuidados críticos y su plan terapéutico –en este caso su plan de descontaminación– requiere estar especialmente adaptado a ese propósito.

La recomendación es un plan que considere estas tres cuestiones aquí mencionadas, y dado que dióxido de azufre está en el centro de sus crisis causadas por supuesto por un espectro de polutantes, que van desde los clásicos cuyas mediciones realizan las estaciones de monitoreo, metales pesados, compuestos orgánicos volátiles, agentes físicos, y también dos dimensiones graves, aunque no vigiladas por las agencias públicas: pérdida de biodiversidad y destrucción de paisajes/ecosistemas.

Esa centralidad de este compuesto azufrado es un buen punto de partida para imponer reglas locales y medidas de acción.

En ningún caso me atrevería a sugerir que las personas sean erradicadas, sino que al contrario se busquen reglas que avancen en la reducción de las emisiones y la restauración de esos ecosistemas como lugares dignos y sanos para la vida.

# Bibliografía

- Carvajal, Y. (2002). *Manual de Toxicología Ocupacional y Ambiental*. Santiago.
- Carvajal, Y. (2016). Antropoceno. *Nuevos folios de Bioética*, (19):23–30. Disponible en <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/NFB>.
- Carvajal, Y. and Henríquez, C. (2014). *Administración y exploración de datos en Salud Pública*. Santiago de Chile.
- Carvajal, Y. and Pey, D. (2019). Abrir Ventanas: aire, aguas, lugares. *Cuadernos Médico Sociales*, 59(1):5–6.
- Chiang, J. (1989). Desarrollo industrial y contaminación. *Amb. y Des.*, v(2):45–60.
- Chiang, J., Cornejo, P., López, J., Romano, S., Pascual, J., and Cea, M. (1985). Determinación de cadmio, cobre, manganeso, plomo, hierro, cinc y arsénico en sedimento atmosférico en la zona de Quintero, V Región, Valparaíso, Chile. *Bol. Soc. Chil. Quím.*, 30(1):139–158.
- Jammet, J. (2011). Ord 1448/07 octubre 2011. informa análisis de metales en polvo y suelos a suelos a colegios en Puchuncaví.
- Latour, B. (2017). *¿Es la geo-logía el nuevo paraguas para todas las ciencias...? Sugerencias para una universidad neo-Humboldtiana*. Humus-editores, Chamiza.
- Parra, S., and Quiroz, M. B., Querol, X., and Paipa, C. (2015). Distribution and pollutions in marine sediments in the Quintero Bay. *Marine Pollution Bulletin*, 99:256–26.
- Parra, S., Bravo, M., Quiroz, W., Moreno, T., Karanosiou, A., Font, O., Vidal, V., and Cereceda, F. (2014). Distribution of trace elements in particle size fractions for contaminated soils by a copper smelting from different zones of the Puchuncaví Valley (Chile). *Chemosphere.*, 11:513–521.
- Sánchez, J., Romieu, I., Ruiz, S., Pino, P., and Gutiérrez, M. (1999). Efectos agudos de las partículas respirables y el dióxido de azufre sobre la salud respiratoria en niños del área industrial de puchuncaví, Chile. *Rev Panam Salud Pública*, 6(6):384–391.

## Capítulo 3

### Anexos

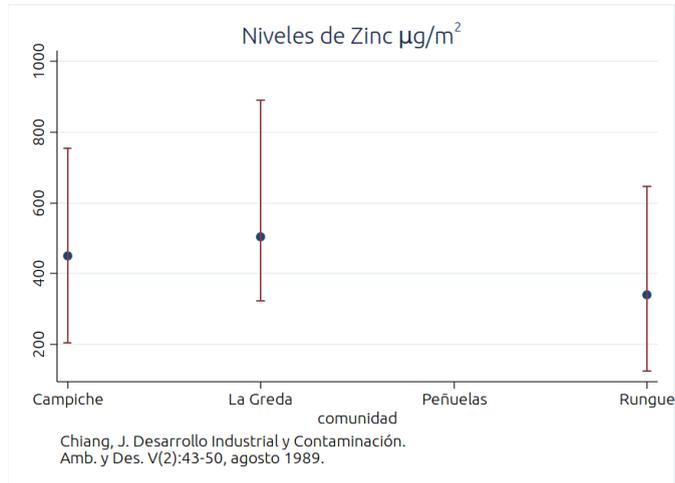


Figura 3.1: Mediciones de zinc realizadas por Dr Jaime Chiang

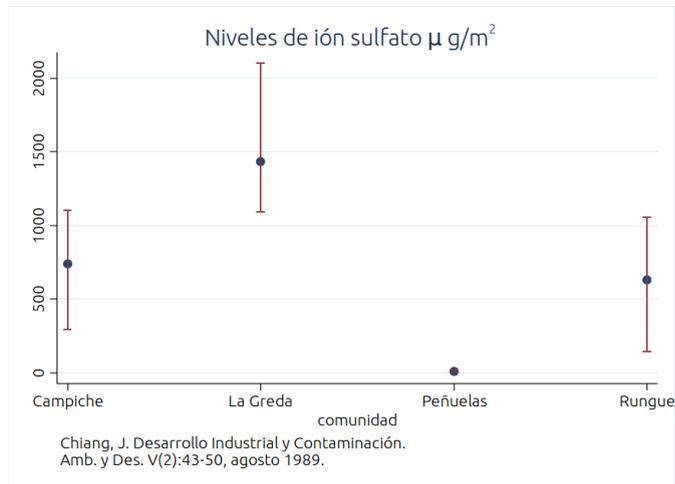


Figura 3.2: Mediciones de óxido de azufre realizadas por Dr Jaime Chiang

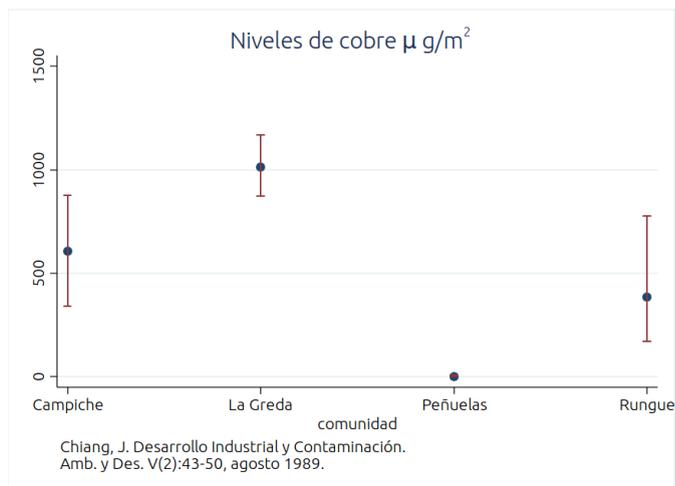


Figura 3.3: Mediciones de cobre realizadas por Dr Jaime Chiang

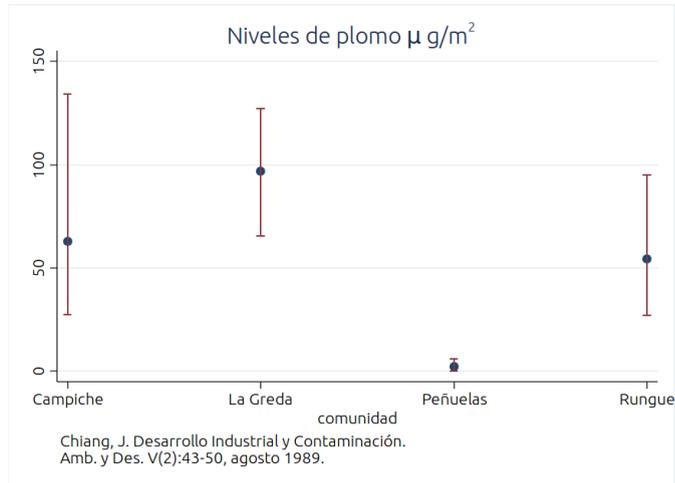


Figura 3.4: Mediciones de plomo realizadas por Dr Jaime Chiang

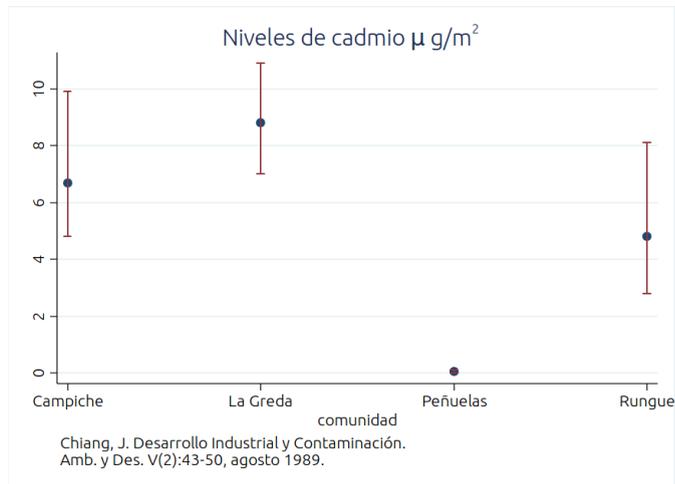


Figura 3.5: Mediciones de cadmio realizadas por Dr Jaime Chiang

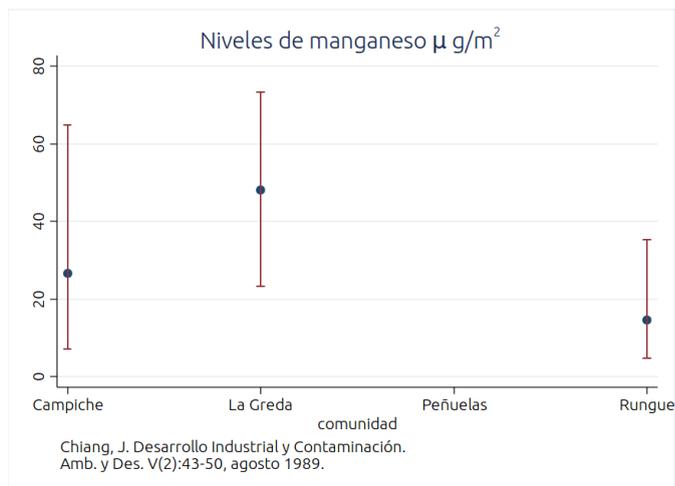


Figura 3.6: Mediciones de manganeso realizadas por Dr Jaime Chiang

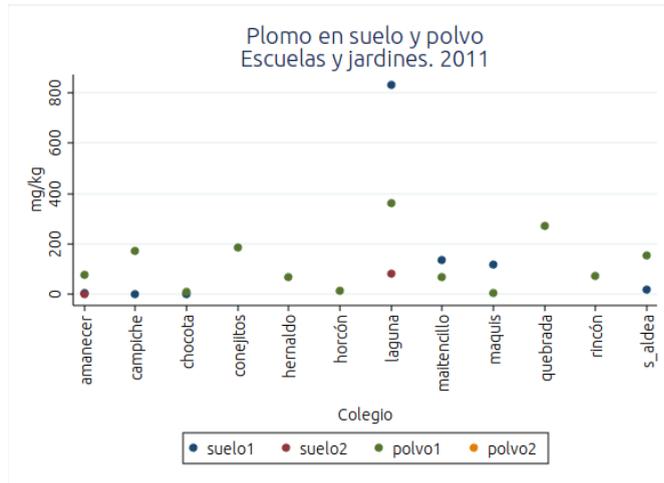


Figura 3.7: Mediciones de plomo en escuelas de la zona 2011

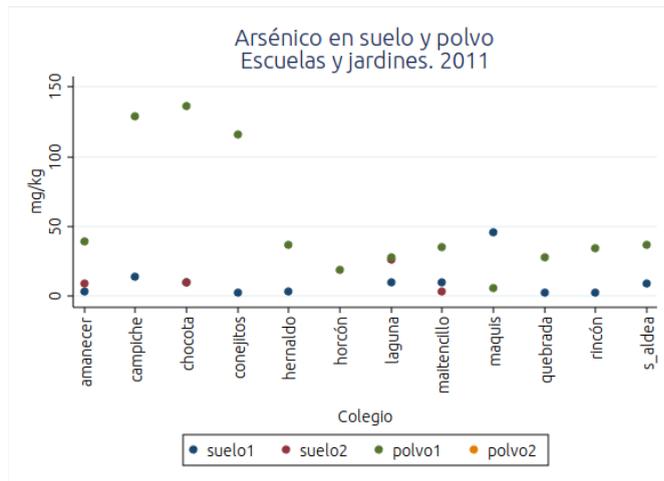


Figura 3.8: Mediciones de arsénico en escuelas de la zona 2011

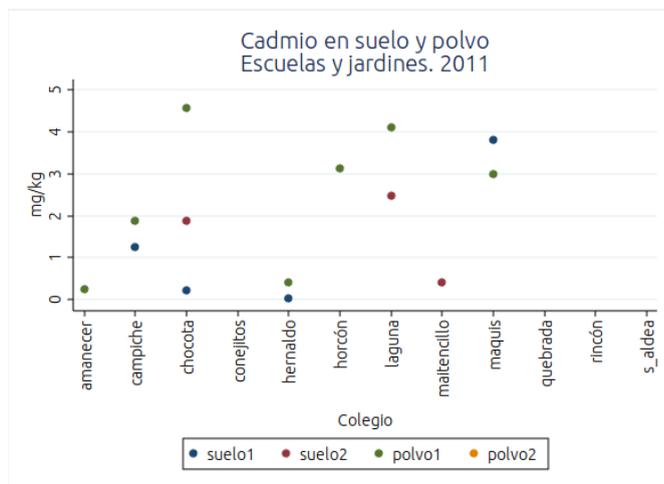


Figura 3.9: Mediciones de cadmio en escuelas de la zona 2011

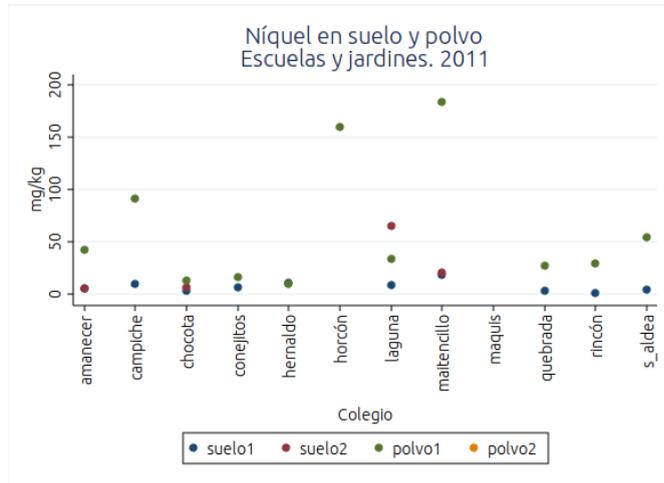


Figura 3.10: Mediciones de níquel en escuelas de la zona 2011

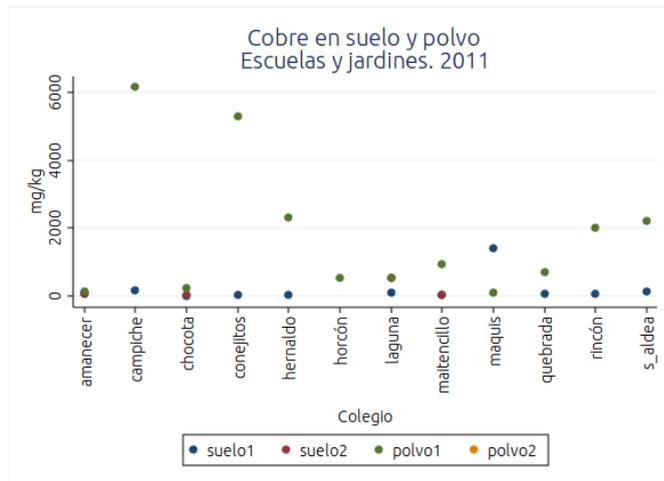


Figura 3.11: Mediciones de cobre en escuelas de la zona 2011

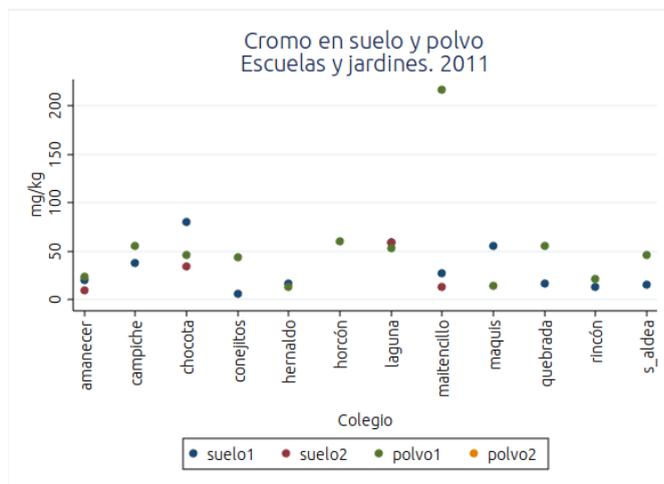


Figura 3.12: Mediciones de cromo en escuelas de la zona 2011

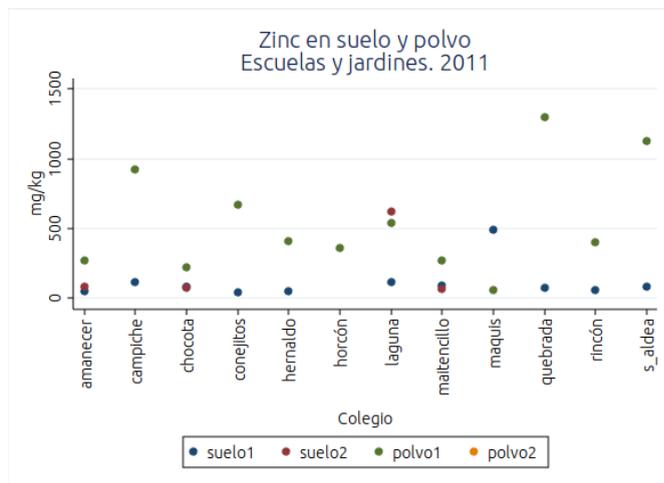


Figura 3.13: Mediciones de zinc en escuelas de la zona 2011