

# Contaminación del suelo, un problema de Salud Pública de interés geológico

Carlos Rodríguez Font  
Geólogo e Ingeniero Civil Industrial  
[calros.rodriguez@pgschile.com](mailto:calros.rodriguez@pgschile.com)

El lunes 3 de junio se realizó el “Seminario Ley General de Suelos- Chile”, con una asistencia aproximada de 300 personas que incluyó autoridades universitarias, académicos, políticos y profesionales, en el marco de una Sesión de la Comisión de Agricultura del Senado de la República de Chile. Con el objetivo de avanzar en una ley que permita regular el recurso suelo desde sus distintas aristas. En este seminario patrocinado representantes del Colegio de Geólogos y la Sociedad Geológica de Chile.

## Introducción

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre, originado de la degradación física y química de las rocas, además de los procesos naturales de metabolización de los organismos que residen sobre él. Sustenta un sinnúmero procesos o servicios ecosistémicos beneficiosos para el ser humano, además de servir como recurso para la agricultura y ganadería. Constituye el medio para el desarrollo de millones de especies de plantas y animales, sustentando la base de la biodiversidad del planeta. Sin embargo, este no cuenta con un sistema de protección real, ni tampoco un sistema concreto que permita salvaguardar la salud de las personas y ambientes que se benefician de él.

La Constitución Política de la República de Chile en el artículo N°19, sobre los “Derechos y Deberes Constitucionales”, establece que es deber del Estado velar para que no sea afectado “*el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación*”, así mismo establece “*el derecho a la protección de la salud*”.

A pesar de lo anterior, todavía existen grandes deudas en materia medioambiental en nuestro país. En ciertos casos el abandono del deber del Estado en relación a la protección del ambiente y la salud de las personas es crítico. Tal como ocurre con las denominadas “Zonas de Sacrificio”, término acuñado por una ONG de corte medioambiental, que se refiere a sitios en donde la intensa actividad industrial y la contaminación asociada ha generado estragos en el medioambiente y la salud de las

personas. Por otro lado, el Estado otorga la denominación de “Zonas Saturadas”, a los sitios en donde una o más normas de calidad ambiental son sobrepasadas.

## El suelo y riesgo a la salud

Los riesgos a la salud asociados al suelo, implícitamente, implican la comprensión de los factores que inciden en el incremento o disminución de estos riesgos, además del trasfondo estadístico y matemático que necesariamente debe ser evaluado.

Existen diversos estudios que han abordado la relación entre la geoquímica del suelo y la existencia de distintas enfermedades y afecciones en la población que habita determinado territorio. Esto corresponde a un área de investigación relativamente nueva conocida como Geología Médica, cuyo objetivo es desentrañar la relevancia de las sustancias presentes naturalmente en el medio ambiente respecto de la generación de efectos en la salud de las personas. Elaborar este tipo de estudios resulta complejo principalmente por la dificultad de recopilación de datos relevantes, ya que, por un lado, cada individuo presenta características y hábitos distintos, mientras que, por otro lado, existe una movilidad geográfica de las personas a lo largo de su vida, lo que dificulta aún más el análisis. Tal es el caso del estudio realizado por investigadores en Italia [1], que no mostró una correlación significativa entre cáncer y los suelos en el lugar de residencia en Italia, pero si para los suelos en el lugar de nacimiento.

Por otro lado, como es sabido, la actividad antrópica puede generar la acumulación de elementos peligrosos para el ser humano en los suelos. Las concentraciones de estos elementos, en algunos casos, pueden llegar a superar en varios órdenes de magnitud la concentración natural, incrementando el riesgo de generación de enfermedades. Los efectos tóxicos de gran parte de las sustancias que pueden acumularse en los suelos han sido exhaustivamente estudiados. Varias organizaciones como la OMS, ATSDR<sup>1</sup> y organismos estatales de otros países, han desarrollado listados con valores de toxicidad de un tremendo número de elementos, orgánicos e inorgánicos, bióticos y abióticos, naturales y artificiales. En este sentido, es ampliamente conocido el efecto tóxico en la salud de algunos elementos metálicos como cadmio, arsénico, plomo o mercurio.

---

<sup>1</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry, EEUU

Establecer una relación entre la concentración de contaminantes en el suelo y sus efectos en la salud de las personas, normalmente, resulta mucho menos directo y evidente que otras matrices de exposición mucho más fáciles de evaluar como son, por ejemplo, agua o aire. Estas matrices pueden incidir directamente en el organismo de los receptores, generando efectos que pueden ser percibidos en el corto plazo, a diferencia del suelo, cuya incidencia es menos directa o en concentraciones más bajas.

Por otro lado, los contaminantes del suelo pueden: 1) migrar a las napas subterráneas y contaminar los acuíferos de donde gran parte de la población extrae agua para el consumo y riego, 2) bioacumularse en los vegetales y ser consumidos directamente por las personas, o bien, entrar a la cadena trófica, 3) ingresar directamente al organismo de los receptores mediante ingestión o inhalación de pequeñas cantidades, por parte de personas y, principalmente, por los niños pequeños que juegan en el suelo y se encuentran en mayor contacto con él.

## Contaminación del suelo en Chile

Geológicamente Chile es un país que se encuentra ubicado en un margen convergente, donde hay subducción de la corteza oceánica bajo la corteza continental. Esta característica influye en varios aspectos como el clima del territorio, la existencia de volcanismo activo, la abundancia de yacimientos mineralógicos y, por supuesto, en la geoquímica del suelo. De esta manera, existen zonas en Chile que presentan naturalmente altas concentraciones de elementos peligrosos, como es el caso del arsénico en algunos sectores al norte del país. Por esta razón, evaluar la procedencia de algunos contaminantes en los suelos no es un problema simple, sin embargo, mediante estudios geológicos y geoquímicos es posible determinar si la fuente de un elemento es de origen natural o antrópico.

En Chile la Ley 19.300 define contaminación como *“la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente”*. Dado lo anterior, al no existir una norma oficial de calidad de suelo que establezca un límite o rango para la presencia de sustancias contaminantes, no es posible, llamar “suelos contaminados” a los suelos que presenten concentraciones anormalmente altas de contaminantes de origen antrópico.

Por otro lado, una sentencia del Tribunal Constitucional [2] indica que *“no corresponde hablar de contaminación, a menos que se acredite inequívocamente la presencia en el ambiente de un contaminante, en términos tales que constituya un riesgo cierto a la vida, a la salud de la población, a la conservación del ambiente o la preservación de la naturaleza, o bien que exista una situación de pública e indiscutida notoriedad de la presencia gravemente nociva en el ambiente de un contaminante”*. De esta manera, resulta fundamental realizar estudios que permitan evaluar el origen del contaminante, para identificar responsables, y por otro lado, evaluar los riesgos a la salud de la población afectada, para tomar las medidas correspondientes. Muchas veces los estudios no son concluyentes y son desestimados por las autoridades o empresas afectadas, sin embargo, existen casos que no pueden descartarse.

Este es el caso un estudio de suelos realizado el 2015 en las comunas de Puchuncaví y Quintero, ejecutado por la consultora PGS y encargado por Ministerio del Medio Ambiente [3], se comprobó mediante el análisis de 582 muestras de suelo la presencia de altas concentraciones de metales pesados en los suelos en torno al Complejo Industrial de Ventanas, que lleva más de 50 años en operación desde su apertura. Entre las industrias que componen el complejo se puede mencionar las termoeléctrica, refinerías de petróleo y por supuesto, la fundición de Ventanas perteneciente a Codelco. Los resultados indican un enriquecimiento inequívoco de algunos elementos en los suelos más próximos al complejo industrial, destacan entre estos las altas concentraciones de cobre y arsénico, los que se asocian principalmente al proceso de refinación de cobre realizado en la fundición.

El estudio de suelos de Puchuncaví y Quintero, demostró la proveniencia y las altas concentraciones de contaminantes en los suelos, sin embargo, la evaluación de riesgo a la salud correspondiente nunca se concretó. Es más, el plan de descontaminación asociado a la emisión de gases por la industria y propuesto por la Subsecretaría del Medio Ambiente fue rechazado por Contraloría ya que no cumplía los objetivos de descontaminación [4].

Tal como es el caso de las comunas de Puchuncaví y Quintero, declaradas Zona Saturada por Contaminación, existen otras zonas que posiblemente presentan graves problemas asociados a la presencia de contaminantes en el suelo. En el caso de Coronel se realizó un estudio de suelo que recolectó 94 muestras y detectó altas concentraciones de vanadio en torno a la zona industrial [5]. El vanadio es un metal pesado asociado al proceso de las termoeléctricas. En Huasco y Tocopilla, otras zonas en conflicto ambiental, no se han realizado los estudios correspondientes que permitan

determinar las concentraciones de contaminantes en el suelo ni tampoco el riesgo asociado a la población afectada.

Sin embargo, existe un caso que podría ser considerado emblemático pero poco conocido, en lo que se refiere a gestión de sitios con presencia de contaminantes, donde se movilizaron recursos y se promulgó una ley especial para tomar acción y resguardar la salud de las personas en torno a una zona contaminada, este es el caso de la conocida “Ley Arica”. En este caso, producto de la contaminación asociada al acopio de concertados de minerales de propiedad de la empresa PROMEL, el año 2014 se constituyó un equipo de expertos con el propósito de elaborar una propuesta de trabajo para la comuna de Arica, propuesta en torno a la que los ministerios de Medio Ambiente y Salud acordaron tomar una decisión en conjunto respecto del nivel aceptable de riesgo. En mayo del mismo año se logró establecer una concentración máxima de arsénico inorgánico en el suelo de 29 mg/kg, basado en el nivel de riesgo aceptable para efectos carcinogénicos de 10 a la potencia de -6.

El “factor de riesgo aceptable”, o factor de riesgo objetivo, para las sustancias cancerígenas corresponde a un valor que estima la ocurrencia de cáncer en la población expuesta al riesgo. En el caso de Arica, el valor es  $10^{-6}$  y equivale al riesgo aceptable de que 1 persona desarrolle cáncer una población de 1.000.000 expuestos. Este es un parámetro que se origina en una decisión política, más que matemático.

## Cómo se regula la calidad de suelo en el mundo

Los países que han desarrollado o adaptado una metodología para determinar niveles críticos de concentración de contaminantes en el suelo, lo han realizado desde un enfoque basado en el riesgo. Los niveles críticos se basan en estimaciones del riesgo asociado a distintas vías de exposición, y para las distintas características propias de cada país. Estas metodologías se enmarcan dentro de programas de acción a nivel nacional y son utilizadas para la toma de decisiones en gestión territorial, sobre la contaminación del suelo y las posibles acciones a ejecutar. Entre los países que han desarrollado métodos con valores guía se destacan Australia, Nueva Zelanda, Canadá, Estados Unidos, China, Holanda, Reino Unido y España, entre otros.

De esta manera, los valores guías corresponden a valores que alertan a las autoridades sobre el posible riesgo al que podría estar expuesta la población, dando paso a sucesivas medidas de acción

que pueden ir desde investigaciones confirmatorias y evaluaciones de riesgo, remediación de los suelos afectados o la movilización de la población afectada a sitios sin riesgo. El ordenamiento territorial también es una medida frecuente del uso de los valores de alerta, para evitar, por ejemplo, que se le dé un uso residencial a suelos contaminados.

Posiblemente, uno de las experiencias más reconocidas en el mundo sea la de Estados Unidos. En este país, a mediados de los 70's, luego de la ocurrencia de varios de intoxicaciones masivas debido a la falta de políticas medioambientales adecuadas, se crea la Agencia de Protección Ambiental, conocida como EPA, por sus siglas en inglés. Posteriormente, a comienzos de los años 80's, impulsados por la premisa lógica "el que contamina debe pagar" y sustentado por un impuesto a las empresas petroleras y de la industria química, las autoridades crean un fondo fiduciario conocido popularmente como "Superfund", cuyo objetivo sería remediar los sitios contaminados. El impuesto opero durante 15 años antes de ser revocado por las autoridades, sin embargo, este logró recaudar billones de dólares que serían utilizados para cumplir los objetivos de la EPA. Cabe mencionar que la visión del sistema Superfund consiste en realizar acciones de remediación y reparación ambiental, dependiendo del caso, pero al mismo tiempo gestionar la recuperación del fondo y los recursos gastados, ya sea mediante acuerdos voluntarios con los responsables de la contaminación o de manera judicial mediante demandas a las empresas contaminantes y responsables del deterioro ambiental.

## Conclusiones

En Chile no podemos hablar de "suelos contaminados" a no ser que, tal como lo indica la sentencia [2], exista un riesgo cierto a la vida y a la salud de la población. Es decir, mientras los efectos en la salud no sean catastróficos, no se podrá utilizar el concepto ni tomar medidas concretas en los sitios afectados. Lo anterior es tan absurdo como esperar que un conductor provoque a un accidente por exceso de velocidad para, recién entonces, aplicar la sanción correspondiente.

Lamentablemente, los efectos cancerígenos de muchas contaminantes no son notorios inmediatamente sino que son percibidos hasta decenas de años después de la exposición, por lo que posiblemente muchas de las personas afectadas mueran antes de que se pueda siquiera llegar a realizar una evaluación de riesgo.

Un estudio de la Comisión Lancet [6] estimó que la contaminación (combinada entre aire, agua y suelo) fue responsable de la muerte prematura de 9 millones de personas en el 2015 (un 16% de las muertes totales en el mundo ese año), tres veces más muertes que el SIDA, tuberculosis y malaria combinados, y 15 veces más que todas las guerras actuales y otras formas de violencia juntas.

Entonces, es imperativo que se concreten avances en la problemática. Resulta nefasto notar como durante años se ha vulnerado la salud de las personas y el medioambiente, amparados en la noción errónea de que los países deben contaminar para alcanzar el desarrollo. En la actualidad existen tecnologías industriales mucho más eficientes, las que pueden reducir al mínimo las emisiones y contaminación, sin embargo, los tomadores de decisiones casi siempre optan por la tecnología más barata, sin considerar el costo social, costo en salud pública y el desmedro en la salud y la calidad de vida de las personas. Sin ir más lejos, Codelco que es una empresa Estatal, todavía opera fundiciones construida hace más de 50 años que liberan altas concentraciones de dióxido de azufre y otras sustancias peligrosas a la atmosfera, aun cuando en el mundo actualmente existen tecnologías mucho menos contaminantes y amigables con el medio ambiente.

Pareciera ser que la tendencia es evitar que las empresas incurran en costos “innecesarios” para evitar que disminuya la inversión del producto interno bruto, lamentablemente los costos los terminan asumiendo las personas y consecuentemente el Estado. La situación pareciera no presentar mejorías en el futuro próximo, no existe voluntad política para mejorar la situación, ni siquiera en un contexto actual de cambio climático. Las leyes son laxas para las empresas y no existen herramientas que permitan abordar el problema de manera eficiente.

## Referencias

1. Montella, M., Franceschi, S., Geddes, M., Arniani, S. & Cocchiarella, G. 1996. Classic Kaposi's sarcoma and volcanic soil in southern Italy. *Lancet*, 347, 905.
2. Sentencia del Tribunal Constitucional Rol N° 577 de 2006.
3. PGS, 2015. Muestreo de suelos para las comunas de Quintero y Puchuncaví, Región de Valparaíso. Informe Editado por el Ministerio del Medio Ambiente.
4. Ideambiente, 2017. Identificación de fuentes contaminantes y caracterización de suelos en la comuna de Coronel. Informe Editado por el Ministerio del Medio Ambiente.
5. Dictamen nº 44528 de Contraloría General de la República, de 26 de Diciembre de 2017.