

## ARTÍCULOS SOBRE VALPARAISO

# Desarrollo industrial y contaminación

Dr. J. JAIME CHIANG ACOSTA, Ph.D.\*

**RESUMEN.** Se ha estudiado en la V Región de Chile, zona de Puchuncaví, el impacto contaminante que se materializa a través de grandes cantidades de sustancias de reconocida toxicidad que son dispersadas desde fuentes fijas propias de la región. Se ha podido comprobar que tal dispersión provoca un fuerte impacto contaminante. Los niveles de contaminación detectados permiten a su vez concluir que existe riesgo toxicológico que puede afectara la población que allí habita. Estos resultados también conducen a afirmar que las medidas, hasta ahora tomadas, para evitar este riesgo, son escasas e insuficientes.

**ABSTRACT.** A study of contamination in the Puchuncaví area, located in Region V in Chile, caused by large quantities of substances of recognized toxicity which are spread from fixed sources in the region. There is proof that the dissemination of these substances has a major

contaminating impact. The levels of contamination detected indicate conclusively that the population in the area is subject to toxicological risk. These results also indicate that the risk-preventing measures adopted to date are meager and insufficient.

## Introducción

Hay dos aspectos de status y tendencias en la problemática que presenta la contaminación de origen industrial y su eventual relación con el desarrollo social y económico de los países. Uno es de carácter sociopolítico; el otro es tecnológico.

En épocas pasadas el que las fábricas emitieran por sus chimeneas enormes cantidades de humo y vapores, era considerado

\* Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.



como positivo, pues aquello era una demostración evidente de su permanente actividad y de su importante papel como generadoras de empleos productivos y, por lo tanto, de trabajo para muchas personas. Al revés, o dicho lo mismo pero de otra manera, era común oír la afirmación de que cuando las chimeneas no emitían humo, el espectro de la cesantía había aparecido con sus secuelas de hambre y desesperanza.

Otro ejemplo clásico era el de la locomotora a vapor, desplazándose veloz por los campos y ciudades, lanzando por su chimenea negro humo y vapor, constituyendo toda una imagen de fuerza, movimiento y desarrollo.

Estos símbolos eran expresión de una realidad no sólo aceptable en aquella época, sino que, en muchos casos, fuertemente promovida.

Es verdad también que ya por aquellos años se hicieron oír voces, aunque aisladas, que advertían de los posibles peligros que encerraba un desarrollo industrial sin considerar los efectos deletéreos que pudiera provocar sobre la calidad del medio ambiente. Sin embargo, era tal la fuerza de las imágenes y tan pujante el desarrollo industrial y tecnológico, que hasta se llegó a plantear como verdad a ser aceptada sin discusión alguna que para alcanzar el desarrollo había un precio que pagar, y ese precio era el de la contaminación y la consiguiente degradación del medio ambiente.

Hoy, la situación, con fuerza creciente en los países desarrollados, con dificultades en países como el nuestro, está cambiando. En los primeros, el contraste es evidente. A ninguna firma se le ocurriría hoy promover sus actividades y productos mostrando una chimenea emitiendo negros humos y sus aguas servidas cargadas de contaminantes. La imagen es muy distinta, lo que se muestra es precisamente la limpieza y pulcritud de sus actividades. Las emisiones contaminantes (polutantes), particularmente si son organolépticamente detectadas, no son ya ni política ni socialmente toleradas. Pareciera haberse producido en esos pueblos un vuelco profundo en sus

valores culturales que los impulsa no sólo a exigir sino que a comportarse de manera tal que una adecuada calidad del medio ambiente en que viven sea debidamente preservada. Y la razón es simple, se ha comprobado que el desarrollo industrial no tiene, de manera alguna, que significar una necesaria degradación de la calidad del medio ambiente.

Los ejemplos de este proceso evolutivo son numerosos. Ciudades como Pittsburgh en USA, centro siderúrgico de gran importancia que en una época fue llamada "smoky city", donde era necesario encender las luces durante el día para poder caminar o desplazarse por sus calles, hoy es una ciudad empeñada en limpiar su atmósfera y recuperar la belleza de sus monumentos y edificios. Ya en 1953 (hace más de 35 años) había conseguido reducir su problema de contaminación en un 70%. Londres, en Inglaterra, donde en 1952 se produjo la llamada "London smog" que condujo a la muerte a más de 4.000 personas, es otro caso. Hoy es evidente el cambio que ya desde 1952 comenzó a producirse. Sus numerosas y clásicas chimeneas, otrora fuentes de contaminación, ya no funcionan, salvo para servir de nidos de pacíficas cigüeñas pasajeras. Los medios de calefacción que se usan ya no son contaminantes. El río Rhin, hace algunos años tan fuertemente contaminado por los residuos que numerosas industrias arrojaban a sus aguas, hasta el punto de prohibirse no sólo la pesca sino que también bañarse en ellas, hoy, como consecuencia de convenios internacionales y de una política de no contaminación, vuelve a recuperar la calidad de sus aguas y se puede observar cómo la vida en ellas se multiplica y diversifica. Tokio y Yokohama en Japón, Trail en la Columbia Británica en Canadá, St. Louis, Missouri, USA, son otros tantos ejemplos, donde una real voluntad política ha conducido a una disminución substancial de los problemas de contaminación ambiental que en épocas pasadas los afectarían.

Desafortunadamente, en países en desarrollo como el nuestro la situación no parece, ni lejos, haber conducido a un

grado de madurez y de rechazo del deterioro de medio ambiente que frecuentemente nos toca observar. Son muy numerosas aún las chimeneas y los ductos con aguas servidas que nos muestran cómo el medio ambiente en que vivimos, progresivamente, se va deteriorando hasta límites en que indudablemente se pone en peligro la calidad de nuestra vida.

Desde un punto de vista tecnológico, el control de la contaminación de origen industrial (fuentes fijas) ha tomado principalmente tres formas:

- Uso de métodos de dispersión de tal manera de diluir el contaminante (chimeneas de altura, difusores o dispersores submarinos, etc.), hasta tal punto que su concentración no alcance niveles que pudieran hacerlos peligrosos.
- Uso de métodos de control para disminuir o eliminar el contaminante antes de ser emitido.
- Cambios en el proceso de fabricación o de las materias primas a fin de disminuir o eliminar la producción de contaminación.

Todas estas medidas suelen aplicarse por separado o en conjunto, de tal manera que la resultante se exprese en una actividad industrial limpia que no degrade la calidad del medio ambiente.

Una de las formas de contaminación ambiental de origen industrial más común es aquella de la contaminación atmosférica. Cinco son los efectos más comunes que la caracterizan: reducción de la visibilidad, daño económico a la propiedad, malestar a la vista, olfato y vías respiratorias, daño en general a la salud humana, animal y vegetal y cambios sustantivos en la ecología del medio ambiente natural.

La reducción de la visibilidad es causada por efecto de la dispersión de la luz producida por pequeños partículas sólidas o líquidas (aerosoles) de un tamaño que varía entre 0,4 hasta 0,9 $\mu$ . Humos, neblinas y vapores de origen industrial contienen altas concentraciones de partículas de este tamaño, restringiendo la visibilidad en proporción a su número. Por otro lado, gases como el anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ) puede

ser oxidado en la atmósfera hasta  $\text{SO}_3$  y luego condensar con la humedad ambiente y producir pequeñas gotitas de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

El daño económico a la propiedad incluye daño a los materiales, vegetación y animales, como también interferencia con la producción y los servicios. El daño a los materiales se expresa a través de la corrosión de metales especialmente producida por sustancias ácidas como el  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{F}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ , etc. El efecto oxidante de ciertos contaminantes como el ozono y en general de per-oxi compuestos (por ej. el P.A.N.) producen daño a las gomas (neumáticos, aislantes eléctricos y telefónicos, etc.). Daño a la pintura por efecto del  $\text{H}_2\text{S}$  y otros contaminantes; a los textiles debido a gotitas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , etc.

Muchos de los más comunes y conocidos contaminantes atmosféricos son fuertes fitotóxicos. Entre ellos tenemos al  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HC}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ , etc. La naturaleza y la extensión del daño que éstos pueden hacer a los vegetales depende del tipo de contaminante, la multiplicidad en que se encuentren (fenómenos de sinergismo o antagonismo), tipo de suelo, humedad relativa, tipo de vegetación, tiempo de exposición, concentración del polutante, cantidad de luz, etc.

El daño más común que afecta a los animales se produce cuando áreas usadas para el pastoreo son contaminadas, por sedimentación atmosférica, con derivados de flúor (fluorosis), óxidos de metales pesados como  $\text{Cu}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Pb}$ , compuestos arsenicales, pesticidas, etc., todos de reconocida toxicidad. Por vía digestiva los animales captan estas sustancias tóxicas, las que además de producirles diversas enfermedades pueden incluso provocarles la muerte. Adicionalmente, cuando los animales afectados son a su vez alimento para seres humanos (aves o ganado vacuno, ovejuno o porcino), pueden, a través de la cadena alimentaria, poner en peligro la propia salud humana, toda vez que estos animales son capaces, a través de fenómenos de bioconcentración, acumular

en las partes blandas de su organismo altas concentraciones de estos elementos tóxicos.

Las molestias que producen a los sentidos de las personas se pueden dividir en dos clases: irritación de los ojos y aparato respiratorio y olores. En qué momento estas molestias pueden transformarse en un peligro real para la salud, es difícil detectarlo; sin embargo, todos concuerdan que éstas pueden comenzar por dolores de cabeza, alergias, náuseas, para continuar con pérdida de conocimiento, asfixias parciales y terminar incluso con la muerte.

Aun cuando, por razones obvias, los estudios hechos con seres humanos para relacionar enfermedades específicas con determinados contaminantes a concentraciones variables aún son muy incompletos, existe consenso en aceptar, entre otras, las siguientes relaciones:

- Concentraciones suficientemente altas de  $\text{SO}_2$  ( $\text{SO}_3$ ),  $\text{NO}_2$ , material particulado y smog fotoquímico agravan las enfermedades pulmonares crónicas (bronquitis, asma, enfisema, etc.).
- Ciertos contaminantes de carácter particulado como  $\text{SiO}_2$ , silicatos (asbesto), son capaces de producir enfermedades pulmonares de carácter irreversible (silicosis, asbestosis), existiendo otros que conducen, en función de una razonable evidencia, a diversas formas de cáncer pulmonar, especialmente algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), especialmente el benzo-a-pireno. Existe además una relación convincente y comprobada entre el hábito de fumar cigarrillos y el cáncer pulmonar.
- Las enfermedades cardiovasculares están relacionadas con la contaminación atmosférica, ya que cualquier contaminante, que de alguna manera pueda interferir la función pulmonar, afecta el corazón.
- El monóxido de carbono al unirse a la hemoglobina de la sangre y desplazar al oxígeno necesario para la vida, afecta fuertemente a todo ser vivo, especialmente a aquellos que sufren de enfermedades pulmonares o cardiovasculares.
- Una gran cantidad de sustancias de carácter particulado, especialmente el polen, son capaces de provocar ataques de asma.
- Gases como el  $\text{H}_2\text{S}$ , mercaptanos, amoníaco y otros, no sólo producen molestias en función de sus malos olores, sino que pueden ocasionar lesiones graves al reaccionar con elementos indispensables para el metabolismo humano.
- Metales pesados como el plomo, cobre, cadmio, mercurio, cinc o cromo (Pb, Cu, Cd, Hg, Zn, Cr), etc., y metaloides como arsénico o selenio (As, Se) en forma de alguno de sus compuestos, pueden ingresar al organismo humano por la vía respiratoria o digestiva, ser asimilados y posteriormente acumularse en tejidos (especialmente hígado, riñón o cerebro), conduciendo a intoxicaciones de carácter crónico.

## Realidad regional

En la V Región de Chile, en parte importante, debido a su escaso desarrollo industrial, no se observa un fenómeno de contaminación ambiental generalizado como el que es posible comprobar en regiones como la Metropolitana. Sin embargo, son numerosas las expresiones de contaminación de aguas, tanto marítimas como continentales, y de atmósfera, de carácter puntual que diariamente es posible observar. Así, es evidente la contaminación que se produce como consecuencia de actividades en el campo de la agroindustria, de la industria manufacturera, industria de productos químicos, industria de alimentos y bebidas, industria metalúrgica y plantas de energía que existen en la V Región.

En el análisis de nuestra realidad regional no nos referiremos a cada una de las formas en que el problema de la contaminación ambiental se da entre nosotros. Hemos optado más bien por referirnos, en particular, a una zona que hemos estudiado preferentemente y que constituye, a nuestro parecer, un caso clásico de contami-

nación atmosférica provocada por actividades industriales (fuentes fijas).

A más o menos 50 km al norte de Valparaíso se encuentra la comuna de Puchuncaví. En dicha área existe, entre las actividades industriales más importantes, una refinería de cobre y una planta termoeléctrica.

La refinería de cobre recupera el metal rojo principalmente a partir de un concentrado de cobre sulfurado que responde a un análisis tipo aproximado, caracterizado por los siguientes valores: Cu, 30%;  $Al_2O_3$ , 4%; FeO, 25%; CaO, 1,5%; S, 15%; S, 25%, además de apreciables cantidades de As y de otros metales pesados como Zn, Cd, etc., que se encuentran en cantidades menores.

Desde el punto de vista de la contaminación atmosférica, la refinación de cobre puede constituirse en una fuente de contaminantes entre los cuales son especialmente importantes el anhídrido sulfuroso y el material particulado. Ambos tipos de materiales son emitidos desde los tostadores, hornos de reverbero y convertidores propios del proceso de refinación.

Generalmente las refinerías de cobre están equipadas con elementos que ayudan a eliminar o minimizar el impacto contaminante que pueden producir como precipitadores electrostáticos (así recuperan parte importante del material particulado que de otra manera se pierde), y plantas de ácido sulfúrico para recuperar el  $SO_2$ .

En el caso de la planta de Ventana, ésta cuenta con un equipo precipitador electrostático y desde hace algún tiempo ha anunciado la construcción de una planta de ácido sulfúrico. Un rápido cálculo, a partir de la composición del concentrado para determinar aproximadamente la cantidad de  $SO_2$  que diariamente podría emerger de la chimenea de esta refinería, arroja un resultado que se encuentra alrededor de unas 300 tons, diarias expresadas como  $H_2SO_4$ .

Sin embargo, en el impacto contaminante que se observa en esta localidad se debe asimismo tener presente el aporte que es propio de la planta termoeléctrica que

también allí existe. Esta planta puede consumir anualmente más de un millón de toneladas de carbón. El carbón como todos los combustibles fósiles contiene variables concentraciones de azufre, el que durante la combustión genera también  $SO_2$ . Cálculos estimativos permiten ubicar la emisión diaria, además del material particulado, en unas 300 ton al día, expresada como  $H_2SO_4$ .

El impacto contaminante que comentamos no sólo se reduce a  $SO_2$  o eventualmente  $H_2SO_4$ , según sea el grado de oxidación que alcanza el compuesto sulfurado que nos preocupa. Hay dos aspectos adicionales que es necesario tener en consideración. En primer lugar tenemos la gran cantidad de material particulado que es dispersado desde las chimeneas y que contiene numerosos compuestos de metales pesados, de cuya acción toxicológica se tiene comprobada constancia. Metales como plomo, cadmio, cinc, manganeso, cobre y otros muestran una alta toxicidad y el daño que pueden ocasionar a los organismos vivos, entre los cuales naturalmente se incluye al ser humano, se expresa a través de diversas sintomatologías, daño que incluso puede llegar a ser irreversible.

En segundo lugar no podemos olvidar al arsénico y sus derivados. Desde antiguo se sabe de su alta toxicidad, y no cabe dudas acerca de las altas concentraciones en que se encuentra. El arsénico es un elemento que normalmente acompaña al cobre en minerales sulfurados y que en forma de  $As_2O_3$  escapa fácilmente durante el proceso de refinación. El  $As_2O_3$  tiene una temperatura de sublimación relativamente baja, de manera que es fácil que escape en forma de gas.

Los estudios efectuados en el Laboratorio de Contaminación Ambiental de la Escuela de Química y Farmacia de la Universidad de Valparaíso han confirmado, a través de una adecuada cuantificación, el impacto contaminante que se observa en el área de Ventana, tanto con metales pesados como con  $SO_2$  y derivados de arsénico (1).

Algunos de los resultados experimentales obtenidos se muestran en las tablas

1-4. Los valores que se muestran ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día) corresponden a niveles en sedimentación atmosférica de algunos metales pesados, ion sulfato y arsénico. El sedimentado atmosférico ha sido recolectado en muestreadores ubicados en los pueblos que se mencionan y que se encuentran al noreste

del centro industrial de Ventana. A fin de tener un patrón de comparación, en forma simultánea, se han efectuado muestreos similares en un punto que se ha estimado no contaminado o, al menos, escasamente contaminado, como es el Lago Peñuelas.

**Tabla 1**

Cinc y ion sulfato recolectados en la región de Ventana ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día)

Pueblo	Cinc (rango)	$\bar{x}$	Ion sulfato (rango)	$\bar{x}$
La Greda	323,4 - 890,0	504,95	1.094,1 - 2.100,0	1.435,6
Campiche	204,5 - 754,9	450,46	293,3 - 1.103,3	740,0
Rungue	124,4 - 647,2	340,07	143,0 - 1.057,2	631,8
Peñuelas	C.N.D.		5,9 - 21,5	12,6

C.N.D. = cantidad bajo el límite de detección.

**Tabla 2**

Cobre y plomo recolectados en la región de Ventana ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día)

Pueblo	Cobre (rango)	$\bar{x}$	Plomo (rango)	$\bar{x}$
La Greda	874,3 - 1.167,9	1.012,45	65,5 - 127,0	96,85
Campiche	341,2 - 876,7	606,66	27,3 - 134,3	62,9
Rungue	171,4 - 775,8	386,64	27,1 - 95,0	54,27
Peñuelas	0,55 - 7,0	2,22	0,16 - 5,85	2,22

**Tabla 3**

Cadmio y manganeso recolectados en la región de Ventana ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día)

Pueblo	Cadmio (rango)	$\bar{x}$	Manganeso (rango)	$\bar{x}$
La Greda	7,0 - 10,9	8,8	23,2 - 73,4	48,05
Campiche	4,8 - 9,9	6,7	7,1 - 64,8	26,57
Rungue	2,8 - 8,1	4,8	4,8 - 35,4	14,67
Peñuelas	0,04 - 0,11	0,07	C.N.D.	

**Tabla 4**

Arsénico recolectado en la región de Ventana ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día)

Pueblo	Arsénico (rango)	$\bar{x}$
La Greda	203,5 - 319,4	266,55
Campiche	115,3 - 357,3	196,34
Rungue	63,1 - 177,2	109,7
Peñuelas	0,38 - 0,83	0,63

De los resultados experimentales entregados en las tablas 1-4, puede concluirse que la región bajo estudio sufre un fuerte impacto contaminante, representado tanto por metales de reconocida toxicidad como por anhídrido sulfuroso y derivados de arsénico. Adicionalmente parece necesario hacer comparaciones de carácter relativo que ayudan a mejor valorar la importancia del problema.

Al comparar los resultados experimentales obtenidos en los lugares bajo estudio con aquellos obtenidos en el punto de referencia, se encuentra que en cobre, La Greda, Campiche y Rungue reciben un impacto contaminante 456,6, 273 y 174 veces mayor que Peñuelas, respectivamente.

En plomo, La Greda recibe 43,6 veces, Campiche 28,3 veces y Rungue 24,4 veces más que Peñuelas.

En cadmio, La Greda recibe 125,7 veces, Campiche 95,6 veces y Rungue 68,6 veces más que Peñuelas.

Y, finalmente, en arsénico, La Greda recibe un impacto contaminante que es 423 veces, Campiche 311,7 veces y Rungue 182,8 veces mayor que Peñuelas.

A consecuencia de estos últimos resultados, durante 1988 se ha efectuado un estudio (2) destinado a la determinación de arsénico en pelo y orina provenientes de individuos que habitan los mismos pueblos mencionados en las tablas 1-4.

El objeto de este estudio no sólo pretende cuantificar los niveles de arsénico en muestras de pelo y orina en individuos expuestos a una atmósfera contaminada con este tóxico, sino que también evaluar los niveles respecto de una zona de control (Valparaíso-Viña del Mar) y detectar con base estadística el eventual riesgo toxicológico existente y los probables factores que pudieran modificar o influir en los resultados experimentales encontrados en la zona de estudio.

Los resultados experimentales encontrados muestran diferencias significativas para el nivel de arsénico en pelo entre la zona en estudio respecto de la zona de control. El grado de anormalidad observado para arsénico en pelo alcanza a un 60%.

Esto es, el 60% de los individuos muestreados (muestra estadísticamente representativa) tienen un contenido de arsénico en pelo por sobre el máximo permitido por la norma tanto nacional como internacional (1,0 ppm).

El análisis, para variables estratificadoras y no estratificadoras, en la zona en estudio mostró diferencias significativas para las variables: arsénico en pelo según sexo, arsénico en pelo según labor y arsénico en orina según tipo de alimentación ingerida en el día de la recolección de la muestra. En cuanto a la variable sexo, se encontró que niveles por sobre el máximo permitido es más común en hombres que en mujeres (80% para los hombres y 40% para las mujeres). En lo que a tipo de labor se refiere, se pudo determinar que son más frecuentes niveles altos de arsénico en el pelo en individuos que trabajan en la minería y en la agricultura.

Una conclusión importante que se desprende de este trabajo nos lleva a afirmar que existe riesgo toxicológico por arsénico en la zona estudiada.

## Conclusiones y recomendaciones

Tres conclusiones, al menos, parecen evidentes al tenor de los antecedentes entregados:

1. Existe un fuerte impacto contaminante en la zona de Puchuncaví, V Región de Chile, que se materializa a través de grandes cantidades de contaminantes de reconocida toxicidad que son dispersados desde fuentes fijas propias de la región.
2. Considerando los niveles de contaminación detectados, se puede concluir que existe riesgo toxicológico que puede afectar a la población allí existente.
3. Las medidas hasta ahora tomadas para evitar tal riesgo aparecen como escasas e insuficientes.

Las recomendaciones que se podrían hacer para llegar a una solución adecuada del problema que nos preocupa, podrían ubicarse en tres planos distintos, pero complementarios. En el plano de los valo-

res, las actitudes y las acciones concretas.

En primer lugar, parece necesario insistir que una solución adecuada al problema de la contaminación ambiental sólo se alcanzará en la medida que su urgencia e importancia alcance nuestra escala de valores y pase a formar parte de nuestra cultura.

De esta manera, el mayor interés hasta ahora observado por los problemas del medio ambiente se traducirá en nuevas actitudes, exigencias y acciones concretas.

Un primer cambio de actitud debe partir del convencimiento de que mucho más allá de nuestros personales intereses existe un bien, que es la naturaleza, que no sólo nos fue entregada para nuestro gozo y perfeccionamiento, sino que es un patrimonio que pertenece a todos y que debe ser preservado y mejorado para las futuras generaciones.

De allí que son totalmente inaceptables actitudes que, con sentido egoísta, tienden a crear condiciones que de hecho conducen a negar, minimizar o ignorar la existencia de fuentes contaminantes y el peligro que ellas representan.

Parece también indispensable el crear una conciencia de que los problemas existen, de que las medidas de protección tomadas son frecuentemente escasas, insuficientes y pobres, y que es necesario aumentarlas y mejorarlas.

En esto último tienen un papel de gran relevancia los medios de comunicación social (periódicos, revistas, cine, televisión, etc.), la educación impartida tanto en el hogar como en la escuela, sea ésta básica, media o universitaria. No se puede olvidar la responsabilidad que le cabe a la justicia en cuanto a garantizar a cada cual lo que le corresponde, a los partidos políticos, agrupaciones gremiales, juntas vecinales y, por último, al Estado en el cumplimiento de su labor fundamental de garante del bien común.

Finalmente, está el ciudadano común en cuyas manos está el promover y exigir organizada e individualmente, con sentido solidario, todas aquellas acciones que conduzcan a garantizar que el medio ambiente en que viva sea sano y limpio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CHIANG, J.; P. CORNEJO, J. LOPEZ, S. ROMANO, J. PASCUAL y M. CEA. (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. Vol. 30, Nº 3, 139-158.
2. CHIANG, J.; A. HERMOSILLA, H. ROJAS y C. HENRIQUEZ. "Determinación de arsénico en individuos expuestos a altos niveles de contaminación". En prensa.