CENTRO DE ESTUDIOS PUBLICOS

Gastó

MEDIO AMBIENTE: ¿REALIDAD O MODA?

Juan Gastó
Eduardo Schmidt
Mario Trivelli

Nº 143 - Noviembre 1990

Serie Documentos de Trabajo

El Centro de Estudios Públicos, CEP, es una fundación de derecho privado, sin fines de lucro y de naturaleza académica, que se ocupa del cultivo, análisis y difusión de los valores, principios e instituciones que sirven de base a un orden social libre. La institución se propone cumplir funciones orientadoras de la opinión pública a partir de la adhesión a las libertades personales y públicas, al derecho de propiedad privada concebido como resguardo a esas mismas libertades y a la democracia como forma pacífica y estable de gobierno.

La Serie *Documentos de Trabajo* del Centro de Estudios Públicos (ISSN 716-1123) es de responsabilidad de sus autores y no refleja necesariamente la opinión de los editores. Toda colaboración, comentario y correspondencia debe dirigirse al Centro de Estudios Públicos, Monseñor Sótero Sanz 175, Santiago 9, Chile.

Esta publicación cuenta con el apoyo de la Fundación Hanns-Seidel.

Impreso en los Talleres Gráficos del Centro de Estudios Públicos.

CENTRO DE ESTUDIOS PUBLICOS

MONSEÑOR SOTERO SANZ 175
TELEFONOS: 2315324 - 2315325

SANTIAGO - CHILE

MEDIO AMBIENTE: ¿REALIDAD O MODA?*

Juan Gastó**
Eduardo Schmidt***
Mario Trivelli****

Documento de Trabajo Nº 143

Noviembre 1990

*Documento preparado en el marco de la Comisión de Ecología y Medio Ambiente del Centro de Estudios Públicos.

**Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile. Director Departamento de Zootécnica, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

***Médico Veterinario, Universidad de Chile. Profesor e Investigador, Facultad de Ciencias.

****Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile. Ayudante de Investigación del Departamento de Zootécnica de dicha Universidad.

MEDIO AMBIENTE: ¿Realidad o Moda?

Resumen

Se analiza y discute la problemática ambiental desde una perspectiva objetiva del fenómeno o realidad y se contrasta con la ponderación que se le asigna actualmente, lo cual en ocasiones se transforma en moda. En la primera parte del estudio se definen los conceptos de medio ambiente y de realidad y moda, y se relacionan con los conflictos ambientales más destacados ocurridos en los últimos años en el país. La problemática ambiental se localiza en el espacio y tiempo y en relación a la calidad de vida.

Desde una perspectiva ambiental, la calidad de vida de la población se relaciona con: la salud, los recursos naturales e ingreso y con la información ambiental. Se discuten además las particularidades y el uso del espacio chileno y los conflictos de uso que actualmente se presentan.

En los últimos acápites del estudio se relaciona ecología y economía desde una perspectiva de los objetos económicos, del abastecimiento de recursos para la población y de la crematística. Finalmente, se discute la problemática ambiental en el contexto de la política.

I. Introducción

Definición de Medio Ambiente

El programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ha definido Medio Ambiente como un conjunto de variables no pertenecientes al sistema bajo consideración, que interactúan con elementos de dicho sistema o con el sistema en su totalidad (PNUD, 1988). En esta definición resalta la existencia de dos elementos, uno de los cuales pertenece al sistema, que representa el objeto de referencia, y otro representado por un conjunto de variables que interactúan con este elemento, lo cual corresponde a su entorno. También resalta en esta definición la interrelación que debe existir entre el elemento y su entorno.

El elemento puede ser cualquier objeto viviente del universo, el cual existe en un ambiente dado que difiere, necesariamente, en sus atributos de acuerdo a su posición espacio-temporal y que se rige, además, por las leyes del universo y se define como el conjunto de condiciones exteriores en las cuales se desarrolla la vida de los organismos (Sopena, 1945). En este contexto, el ambiente no es algo nuevo ni circunstancial, pues siempre existe un ambiente, el cual afecta al elemento localizado en ese ambiente.

No sólo los seres vivos son objeto de estudio desde una perspectiva ambiental, sino también lo son los objetos inanimados tales como una roca o un compuesto químico, los cuales se desarrollan y modifican de acuerdo a las características de su entorno. Un cristal se forma y desarrolla de acuerdo a las condicionantes de entorno: temperatura, presión y humedad. Eventualmente puede descomponerse o transformarse y llegar a integrar sistemas tan diversos como el perfil de un suelo o el cuerpo de un insecto. Todo depende del entorno en que se encuentre y del tiempo requerido para la ocurrencia del proceso.

La problemática ambiental de la sociedad actual define el ambiente en relación a un elemento preciso: el hombre, el cual interactúa con las variables de su entorno. De acuerdo con Sánchez (1982), ambiente es el conjunto de condiciones externas que influyen sobre el hombre y que emanan fundamentalmente de las relaciones sociales (PNUMA, 1989).

Childe (1954) sugiere que la prehistoria es una continuación de la historia natural y que existe una analogía entre la evolución orgánica y el progreso de la cultura. La historia universal relata y analiza la aparición de especies y adaptaciones que permiten una mejor sobrevivencia y acomodación para obtener alimentos y protección, lo cual incide en su capacidad de vivir y de multiplicarse. A su vez, la historia del hombre, luego de un proceso evolutivo en el medio ambiente natural, muestra a éste modificando su entorno al crear nuevas industrias, tecnologías y economías que han promovido el incremento de la especie y vindicado el mejoramiento de su aptitud.

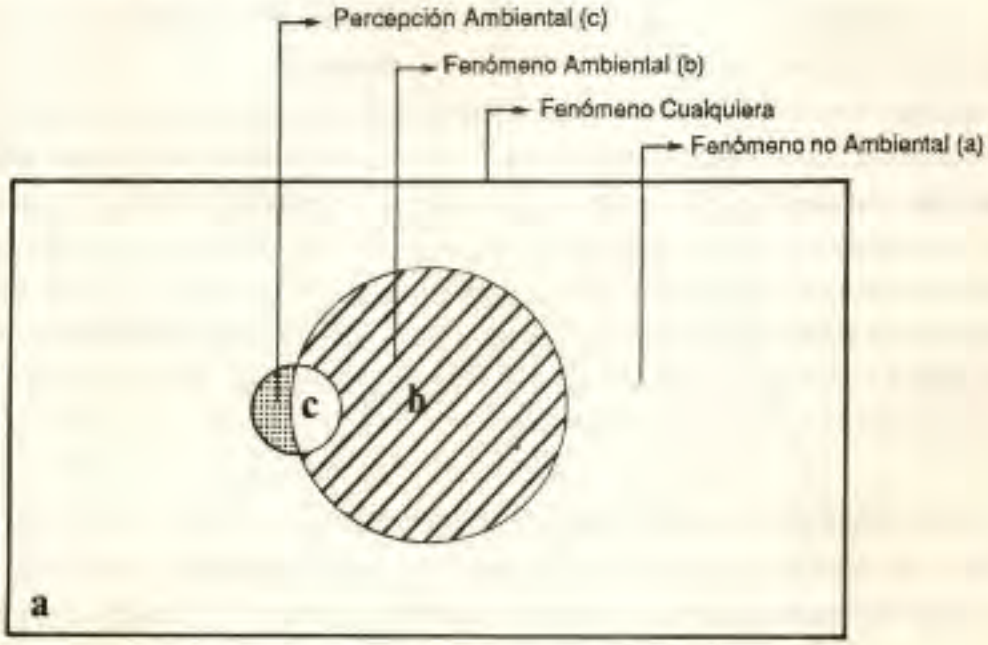
En la historia humana los vestidos, herramientas, armas y tradiciones son equivalentes a las garras, colmillos, pieles e instintos de los animales en la búsqueda de sus alimentos y protección. Las costumbres, normas y prohibiciones condensan la experiencia humana acumulada en relación a su entorno, la cual es transmitida a través de los siglos por la tradición social, ocupando el lugar de los instintos heredados, lo cual facilita la supervivencia de la especie en el escenario natural donde evolucionó.

Desde una perspectiva tanto ecológica como del desarrollo de la civilización el medio ambiente significa el conjunto de la situación en la cual tiene que vivir una criatura (Childe, 1954). No abarca únicamente el hábitat de un entorno: viento, calor, frío y humedad, condicionantes fisiográficas de montañas, lagos, ríos o pantanos, sino también factores tales como la provisión de alimentos y los enemigos naturales. En el caso del hombre también se incluyen la posición económica, las creencias religiosas, las tradiciones y costumbres y la tecnología, como asimismo a otros hombres.

Desde mediados de la década de 1960, en que se desarrolla en geografía la llamada *behavioural revolution*, los estudios se han enfocado en la forma en que se adquiere la información medio-ambiental y en la forma en que ésta se utiliza en la toma de decisiones. Según Heathcote (1980), como resultado de ello han aparecido dos corrientes de pensamiento y acción. Una de ellas es la prolongación de la revolución cuantitativa anterior que intenta explicar la ocupación espacial a base de modelos físicos y matemáticos (Abler, Adams y Gould, 1971; Charley y Haggett, 1967). Esta hipótesis plantea que la ocupación del espacio y el comportamiento antrópico en relación a su entorno obedece a una causalidad física y matemática en relación a la vida y no a una percepción o distorsión de la realidad originada en el conjunto de variables que constituyen su entorno. La otra corriente de pensamiento ha enfatizado en el estudio de la percepción ambiental localizando el comportamiento humano en el conocimiento, actitudes prejuiciadas y en motivaciones interiores la clave para comprender la actividad y reacción del hombre en su entorno (Saavinen, 1974; Brookfield, 1969). En este caso, la interacción entre las variables del entorno con el elemento afectado, el hombre, puede originarse en una percepción distorsionada por circunstancias del momento más bien que a una causalidad biológica o ecológica del entorno real (Figura Nº 1.1).

FIGURA Nº 1.1

Esquema de los Componentes de la Realidad y de
la Moda en los Fenómenos Relacionados con la Calidad de Vida.



En esta figura el componente "c" es la percepción ambiental que puede corresponder a un fenómeno no ambiental en intersecto con "a" o a un fenómeno ambiental en su intersecto con "b". La moda se refiere tanto a ignorar componentes ambientales como a considerar elementos no ambientales.

Esta corriente percepcionista del ambiente ha motivado a los sicólogos a salir de sus laboratorios y buscar en el complejo ambiental la realidad del mundo exterior, en una escala más amplia, lo cual se conoce como psicología ambiental. En este contexto la evolución y el comportamiento ambientales basados en una percepción que quizá esté distorsionada por motivaciones y prejuicios ajenos a la realidad ambiental puede ser la resultante de actitudes circunstanciales débilmente relacionadas con el medio ambiente. Las distorsiones pueden tener su origen en información emanada de los medios de comunicación o en costumbres y tradiciones originadas en otros lugares o experiencias más bien que en la realidad del mundo fenomenológico circundante.

El diccionario Sopena (1945) define realidad como existencia afectiva y real de una cosa; agregando que es la cantidad que verdaderamente existe en contraposición a la imaginaria. Los sentidos relacionan al hombre normal o sano con su entorno y le permiten percibir las variables ambientales en su verdadera magnitud. La moda es el uso, modo o costumbre que está en boga durante un cierto tiempo. Los sentidos son mecanismos biológicos capaces de detectar información originada en las variables del complejo ambiental que, en un hombre sano corporal y mentalmente, reciben e interpretan la información aproximándose a la realidad.

El ambiente, en el contexto de la ciencia, debe ser considerado como un hecho que caracteriza a los elementos del entorno humano. Se define como todo aquello que se sabe o se supone, con algún fundamento, que pertenece a la realidad. Se denomina hecho a cualquier acontecimiento ambiental que se produce en un espacio y en un tiempo dados, por ejemplo, un relámpago, un sonido o una humareda. También se denomina hecho a un proceso ambiental, es decir, a una secuencia temporalmente ordenada de acontecimientos, de tal manera que cada elemento de esta secuencia ayuda a determinar a los que siguen, como la producción de monóxido de carbono producido por el motor de un automóvil. Un sistema concreto, tal como una planta o un lago, también es un hecho pues es un ser físico cuyas partes están estructuradas formando una unidad.

Un fenómeno es un hecho captado o percibido por los sentidos. Todo aquello que forma parte de la realidad ambiental: acontecimiento, procesos y sistema real es un hecho, y en el momento en que es conocido por alguien se llama fenómeno. Las distorsiones originadas en la

percepción de los hechos pueden tener su origen en alguna moda. Los conceptos, razonamientos, fórmulas y estructuras lógicas derivadas de ellos no son hechos. Las desviaciones entre las variables del entorno y la interpretación del elemento receptor pueden deberse tanto a una percepción distanciada por los sentidos o a estructuras lógicas de razonamiento que obedecen a una moda (Jurén, 1979).

La resultante de este proceso es que a través del desarrollo gnoseológico del hecho ambiental se elaboran imágenes o modelos que lo representan. La imagen ambiental es una representación más o menos fiel de la realidad (Bunge, 1976). La imagen que se desarrolla del problema ambiental puede no corresponder a ésta por errores de percepción, de razonamiento o de moda.

Calidad de Vida

El concepto de calidad de vida integra el bienestar físico, mental y social de la persona y de su grupo (Zumer-Linder, 1979) y lo relaciona con su medio ambiente. Los problemas ambientales de la sociedad actual deben analizarse en relación a un sistema de referencia en cuyo centro se localiza al hombre y enmarcarse en un contexto más amplio de problemas y metaproblemas de acuerdo al teorema de Gödel.

El teorema de la indecibilidad de Gödel establece que cada modelo se explica dentro de un modelo más amplio y más general. En versión apropiada al problema ambiental se puede enunciar en el sentido de que es imposible dar una descripción completa del ecosistema sin más referencia que el propio ecosistema (Margalef,1974).

Se establece en esta forma una relación entre los problemas del hombre relacionados con su calidad de vida y el medio ambiente antrópico que se constituye en su metaproblema. El medio ambiente afecta la calidad de vida y a su vez es afectado por ésta como un subproducto de más actividades.

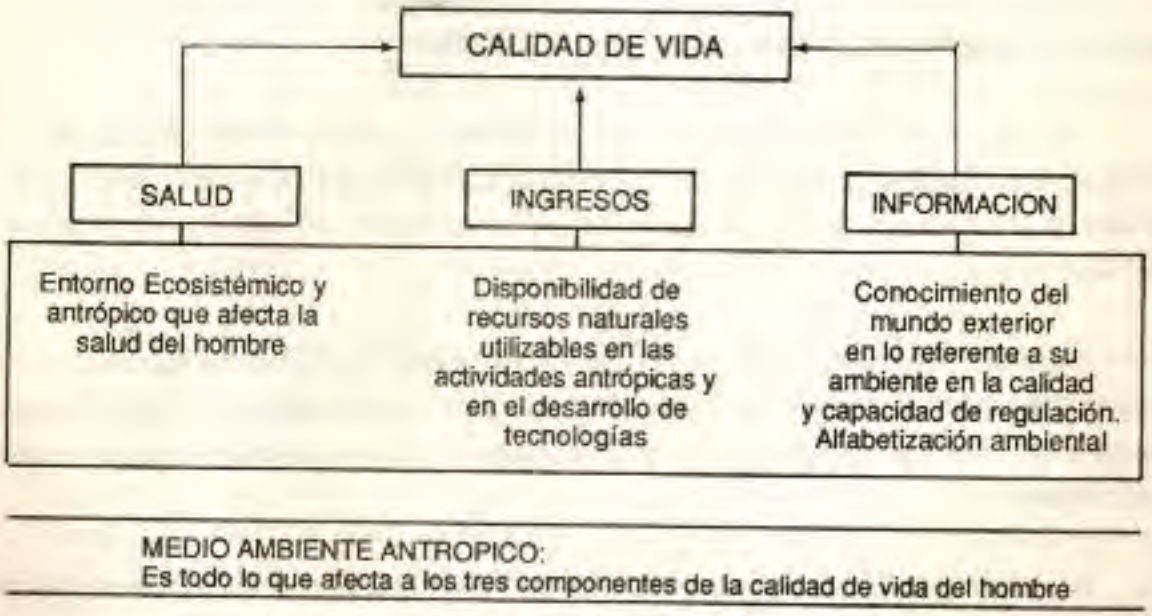
La calidad de vida puede definirse como el grado en que los miembros de una sociedad humana están satisfaciendo sus necesidades y ejercitando sus potencialidades (CONICYT, 1988). El medio ambiente es un condicionante fundamental de la calidad de vida. Se requiere, por lo tanto, formalizar y darles una estructura sistemática a los conceptos de calidad de vida y calidad ambiental, de manera de establecer relaciones objetivas entre las variables medioambientales y las variables indicadoras de la calidad de vida.

En la actualidad se sostiene que los cambios en la sociedad han desencadenado una problemática ambiental debido al deterioro de los ecosistemas y del incremento de las tecnologías, lo cual no sólo está atentando contra la calidad de vida, sino que en forma creciente contra la vida misma (Gligo, 1987). En otro contexto, el desarrollo tecnológico y la transformación del ecosistema, como consecuencia de la actividad humana, han sido positivos para su sobrevivencia y adaptación. Esta dualidad de efectos positivos y negativos es lo que debe evaluar cualquier análisis que se haga de la calidad de vida.

El programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha confeccionado un Indice de Desarrollo de las Condiciones de Vida Humana (I.D.C.V.) el cual combina tres variables para su determinación: el poder de compra, la esperanza de vida y el grado de alfabetismo de la población (Figura Nº 1.2).

FIGURA Nº 1.2

Componentes de la Calidad de Vida y su Relación Ambiental



El poder de compra se relaciona con la productividad de los recursos naturales renovables, lo cual se mantiene a través de un uso sostenido sometido a prácticas adecuadas de conservación y manejo. Desde esta perspectiva las enfermedades ecosistémicas tales como

desertificación, erosión, salinización, fertilización, contaminación, incendios y otras, reducen sus capacidad productiva por lo cual afectan la calidad de vida del hombre. En este contexto el deterioro de los bosques, praderas, cultivos, ríos, lagos y mares incide en la calidad de vida de la población, al afectar su poder de compra (Peralta, 1986; López, 1989).

La salud afecta tanto la esperanza de vida como las condiciones para la vida, lo cual se expresa tanto en molestias del diario vivir como en la longevidad. La dimensión ambiental de la vida se origina tanto en el entorno del hombre, especialmente aire y agua, como en su alimentación, tanto en lo referente a la cantidad del alimento como en su calidad.

El grado de alfabetismo de la población en su dimensión ambiental se refiere a la capacidad de percibir la información de un entorno en su parametrización relacionada tanto con salud como con el ingreso. Usualmente la población no está capacitada para evaluar e interpretar los signos indicadores de la calidad ambiental, desconociendo unos, exagerando otros e ignorando numerosos otros.

Los componentes ambientales de la calidad de vida deben pertenecer al recurso natural: agua, aire, tierra, vegetación, fauna o mar. Los elementos puramente tecnológicos no son ambientales, pero si lo son cuando afectan a los componentes indicados anteriormente. El arreglo topológico de los componentes ambientales debe ser también considerado, pues el mismo componente y magnitud, localizado en otro espacio o tiempo, puede no afectar la calidad de vida.

Espacio y Tiempo

En el contexto ambiental espacio y tiempo juegan un papel importante en el análisis del problema, el cual no ha sido considerado formalmente en los estudios relacionados con esta temática. La percepción del espacio y del tiempo es uno de los hechos que permiten comprender la evolución y el ritmo de una sociedad. Los elementos que existen actualmente en la ecosfera son, esencialmente, los mismos que existían en épocas pasadas aunque localizados en un contexto diferente del hombre, del universo y de la ciencia.

La variable ambiental de los diversos elementos que componen el entorno del hombre debe ser referida al espacio del hombre y al lugar donde éste habita. Descartes distinguió entre lo que es ocupar un lugar y lo que es estar en un lugar. La envergadura de un cuerpo ocupa un lugar. En cambio, en relación a otros cuerpos está en un lugar de manera que la espacialidad no depende de la estructura misma del cuerpo sino de sus modalidades en relación

a otros cuerpos. Esta modalidad debe entenderse como un acto de pensamiento o de percepción de las relaciones (Vial, 1982).

La descripción del espacio que ocupa y del lugar donde está el objeto se hace en modelos representados en escalas espaciales que varían de acuerdo a la naturaleza del problema. Podría entenderse que el orden espacial es un orden empírico establecido por sensaciones, quedando en esta forma constituido o acotado por puntos visibles o tangibles, a lo cual agrega Vial (1982) que puede idealizarse el espacio y concebirse como algo que no existe sin el espíritu (Berkeley) o como una pura forma de exterioridad inmediata (Hegel) o como un orden de coexistencias (Leibnitz).

El medio ambiente del hombre y la calidad ambiental es el lugar donde está, pues debe ser referido a algunos de los elementos de su entorno, los que dimensionan su calidad de vida. La problemática ambiental debe, por lo tanto, ser referida al ambiente antrópico, y representado en imágenes o modelos a escala que describan el lugar de entorno en relación a los elementos y relaciones.

La vida del hombre y sus actividades se perciben en espacios que varían en su tamaño por lo cual se describen en escalas espaciales diferentes. La humanidad, representada por la población humana que habita el planeta se representa en escalas mundiales pequeñas tal como 1:50.000.000. Algunos problemas ambientales deben plantearse en esta escala, pues en escalas mayores o menores dejan de ser relevantes, tal como el problema del ozono, la deforestación de la Amazonía y la caza de ballenas, los cuales deben referirse al mundo y no a alguna localidad pequeña definida ni a instancias mayores como el sistema solar o a una galaxia. Algunos problemas deben referirse a escalas regionales intermedias tal como la desertificación del Sahel o la salinización de los suelos del Valle del Indo en Pakistán; la lluvia ácida en Europa, que abarca una extensa área en algunos continentes y que cubre a varios países, los cuales deben ser tratados en escalas continentales de aproximadamente 1:10.000.000 o mayores.

Los problemas ambientales nacionales tales como la desertificación del Norte Chico, la erosión en la Cordillera de la Costa, la destrucción del bosque nativo o la contaminación atmosférica de la Región Metropolitana y sus alrededores deben ser planteados en las escalas de países, mientras que la contaminación en la zona de Puchancaví, el smog en Santiago, el lago Ranco o el Chungará y la contaminación de Chañaral deben ser referidos a escalas más detalladas de 1:250.000 o mayores. Los problemas locales muy específicos y que requieran mayor detalle, tal como el de la contaminación en la desembocadura del rio Aconcagua, el estiércol del ganado en un fundo, la mortandad de peces en el embalse del río Rapel o el de la

contaminación por la locomoción de los autobuses de Santiago deben plantearse en escalas de 1:10.000 o mayores, pues requieren de gran detalle.

El tema ambiental a nivel personal o familiar requiere de mayor detalle, el que corresponde normalmente al de la vivienda y que se da en escalas de 1:100 o 1:1.000. Numerosos problemas ambientales del hombre han sido resueltos en esta escala y de allí el gran desarrollo alcanzado por la arquitectura ambientalista. La escala representacional puede ser aún mayor, por ejemplo cuando se trata de espacios definidos de una vivienda o industria donde el problema ambiental se resuelve por decoración interior y por acondicionamiento de la atmosfera.

No es válido referirse a un problema ambiental en una escala diferente que la dada por la naturaleza del problema. Cada problema ambiental se presenta en una escala espacial y la solución y magnitud deben corresponder a la de la escala. Al mismo tiempo, cuanto más definido es el problema, mayor importancia tiene el lugar que ocupa, por lo cual no puede ser referido a una posición espacial cualquiera.

El espacio se presenta en diversas escalas de acuerdo a su perspectiva, ya sea física (Saavedra, 1982), biológica (Gunther, 1982), histórica (Góngora, 1982), sociológica (Scherz, 1982) y geográfica (Riesco, 1982). La ecología, que necesariamente incluye todas estas perspectivas ambientales, debe condicionar la escala espacial al sistema de referencia y a la problemática del fenómeno que analice y describa.

La percepción y la concepción del tiempo tienen una larga historia y aparecen unidas a la imagen del espacio y movimiento. La experiencia humana en todas sus formas ha marchado en relación con el tiempo. Su comprensión es esencial para la estimación e intangibilidad de la propia época, del entorno y de los caminos posibles que depara el porvenir y de la eficacia en los cambios fenomenológicos inducidos en un espacio definido del entorno (Gómez, 1981).

La concepción que tienen del tiempo las diversas disciplinas científicas y la filosofía representa un componente fundamental del marco conceptual de referencia del problema ambiental del hombre actual. El tiempo, al igual que el espacio, se representa en escalas diferentes en la física (Saavedra, 1981), biología (Mardones, 1981), historia (Krebs, 1981) y sociología (Gyarmati, 1981). En el presente la dificultad mayor emana de las complicaciones de establecer una correspondencia entre el tiempo en la economía y en el derecho con el tiempo en la ecología, lo cual establece las bases estructurales de los procesos ecosistémicos que regulan el ambiente antrópico.

El hombre es un ser en el tiempo, cuya existencia es efímera. El tiempo tiene una sola dirección sin que se pueda detener, por lo cual no hay momento que se perpetúe. Los momentos de mayor deterioro ambiental o aquellos de mayor bonanza avanzan hacia estados diferentes. El ambiente cambia constantemente y lo que ocurre en un instante, deja de ocurrir al siguiente (Krebs, 1981).

El ambiente definido por sus variables de estado que establecen una determninada calidad ambiental en relación a criterios antrópicos, también es efímero y se modifica constantemente. El hombre trata de comprender su pasado ambiental y articula los siglos precedentes, incorpora los hechos presentes a un contexto general de la evolución histórica del sistema, y al interpretar su sentido y significado ambiental los transforma en acontecimientos ambientales (Krebs, 1981). En los restos devastados o en los desechos ambientales están las marcas de la actividad humana, los cuales se presentan en el hiperespacio n-dimensional del ecosistema donde su actividad se desarrolla.

La sucesión temporal de los acontecimientos y sus proyectos se encadenan en un sistema lógico con o sin determinismo causal, para construir nuevos acontecimientos, algunos de los cuales tienen una dimensión ambiental. Lo que se sabe del mundo que nos rodea es aquello que los científicos de la naturaleza explican (Gómez, 1981).

Los fenómenos ambientales se deben vivir históricamente, lo cual significa tener conciencia de que el hombre tiene su responsabilidad frente al transcurso del tiempo. El tiempo histórico no es el tiempo eterno de los astros ni el tiempo biológico de los instintos, sino que es el tiempo durante el cual el hombre se realiza como ser humano y construye su mundo. En la temática ambiental, para cumplir con nuestra responsabilidad no debemos renegar de la historia y refugiarnos en un cómodo ahistoricismo y aceptar el desafío de nuestra obra histórica-ambiental (Krebs, 1981).

Los fenómenos ambientales normalmente son tratados en forma ahistórica y se pretende resolver los problemas en forma instantánea, ajeno a su dimensión evolutiva propia de la ecosfera y del desarrollo del hombre.

El tiempo, al igual que el espacio, debe ser representado en el modelo en la escala que corresponda. El tiempo geológico se representa en Eras y Períodos que corresponden a lapsos de millones de años en los cuales han ocurrido los grandes cambios en la corteza terráquea y en el clima de la ecosfera. El origen y evolución biológica de las especies se representan en miles de años y la historia en siglos y décadas. La vida de las personas y los problemas ecológicos se presentan en décadas, años, estaciones, meses, semanas, días y fracciones de

días. Los procesos económicos y sociales ocurren diariamente, en escalas que no coinciden con las escalas ecológicas, lo cual desencadena el conflicto economía-ecología-sociología. Cada evento debe ser representado en modelos referidos a la escala temporal que corresponda. El efecto invernadero, por ejemplo, se presenta en escalas de décadas y siglos; en cambio las variaciones climáticas de las precipitaciones ocurren anualmente y estacionalmente, como procesos no direccionales. La comunidad, a través de las noticias de la prensa, percibe ambos fenómenos en la misma escala temporal, lo cual le crea una confusión de deterioro ambiental que no corresponde a la realidad.

La conexión entre tiempo y espacio se manifiesta en los procesos ecológicos de modificación ambiental y su relación con el hombre que se presenta como actor y receptor del impacto. La actividad del hombre en la transformación de la naturaleza tiene un impacto directo en un periodo breve y en un espacio próximo, lo cual corresponde a la internalidad de la acción. El impacto, distante en el tiempo y en el espacio, que a menudo no se percibe como efecto del fenómeno, corresponde a las externalidades. La suma acumulada de las externalidades relativas a las actividades humanas expresadas en desechos de procesos y en la degradación de los recursos naturales, durante un período prolongado es lo que genera el fenómeno del deterioro ambiental. En algunos idiomas la distancia espacio-temporal se expresa simultáneamente con vocablos que indican proximidad o distancia, tal como ocurre en el antiguo idioma de los indios cunza con el elemento formativo "ma", que se añade a la raíz verbal y significa acción presente en el tiempo y en el espacio y la partícula "na", que se refiere a lo distante (Gómez, 1981; Mostny, 1954; Meadows, et al, 1972).

Conflictos Ambientales

Durante los últimos años se han presentado una serie de conflictos ambientales que han atraído la atención pública y recibido una amplia cobertura en la prensa nacional (Grau).

Los derrames de petróleo en el estrecho de Magallanes por el mercante "Métula" atrajeron la atención nacional por el supuesto daño provocado a la flora y fauna locales y por el deterioro de las aguas en la zona de derrame. La comunidad observó el acontecimiento y vio con beneplácito la corrección del problema. Posteriormente otro caso que atrajo la atención fue el del islote Pájaro Niño, en Algarrobo, debido a la construcción de un molo que uniría la isla con el continente con el fin de construir una bahía para la protección de las embarcaciones del club de yates. La presencia del molo permitiría el fácil acceso de personas y de animales, especialmente perros y gatos, que devastarían la fauna que anida y reposa en la isla. La obra pudo haberse construido en otros lugares, si previamente se hubiera hecho una

evaluación del daño ambiental. Finalmente el molo se construyó, pero se tomaron precauciones para evitar el daño a la fauna.

El lago Chungará, situado en el Altiplano de Arica, alberga abundante y hermosa fauna acuática y constituye una reserva de la biosfera, por lo cual la comunidad nacional siente un especial afecto y deseo de preservación. Las necesidades de agua para regar los valles costeros estimuló el desarrollo de tuberías y bombas para la extracción del líquido, lo cual habría afectado la fauna. El problema fue llevado a los tribunales y se impidió en esta forma hacer uso del líquido, aunque las estructuras permanecen allí, a la espera de una nueva oportunidad.

La refinería de Ventanas y la planta termoeléctrica fueron construidas en una zona agrícola y turística con el beneplácito de la población y de las autoridades locales, en una época en que el impacto ambiental era de escasa importancia. Tampoco se tomaron precauciones ambientalistas en su construcción de manera de no deteriorar el entorno más de lo estrictamente necesario, lo cual pudo haberse hecho con un costo moderado. Por razones económicas, de negligencia, de ignorancia y de arrogancia, el problema continúa. Las plantas, además pudieron haberse construido en lugares donde el impacto a la agricultura y a la población hubiera sido insignificante.

La construcción del estadio de la Universidad Católica en terrenos del Parque Metropolitano del Cerro San Cristóbal produjo malestar a la población, a tal grado que finalmente debió desistirse de la idea. Posteriormente el proyecto se trasladó a San Carlos de Apoquindo, donde también fue resistido por la población vecina. Finalmente se construyó, aunque con las reticencias y resistencia de los vecinos y con el apoyo de los usuarios.

La tala de alerces y araucarias ha provocado confrontaciones entre los partidarios de su conservación y los grupos que opinan que todo recurso debe explotarse. Finalmente, se ha prohibido su corta con la aprobación de muchos, el malestar de otros y la indiferencia e ignorancia de la mayoría.

Los conflictos ambientales han ido en aumento durante la última década y posiblemente serán mayores en el futuro. Abarcan una amplia gama de soluciones desde contaminación del aire, agua, suelo, hasta la protección de los recursos naturales de la fauna, flora, agua, aire y suelo. Incluye, además, la ocupación del espacio por ciudades e industrias y la regionalización del país. Algunos de estos conflictos son reales o tienen una base objetiva sólida; otros, en cambio, son sólo el producto de emociones de la población estimulada por los medios de información. Algunos de estos conflictos no debieran haberse presentado nunca, si

se hubieran tomado las medidas correspondientes y se hubiera hecho una evaluación del impacto ambiental. En todos ellos las decisiones se hicieron por razones económicas, políticas o sociales. La perspectiva ecológica estuvo ausente y no se hizo previamente una evaluación objetiva del impacto ambiental.

II. Calidad de Vida

Salud

Para dilucidar si la problemática ambiental es una percepción, es decir, algo que impresiona los sentidos o si por el contrario constituye una realidad, nos referiremos a la calidad de vida y dentro de ésta a la salud, como elemento del Medio Ambiente Humano.

Como elementos de análisis estudiaremos dos situaciones contemporáneas en Chile y luego ciertos parámetros de salud en países desarrollados y del Tercer Mundo, así como el desarrollo de la Medicina Ambiental en EE. UU.

El caso de Puchuncaví

La zona en referencia corresponde a la Comuna de Puchuncaví, ubicada aproximadamente a 50 km al norte de Valparaiso. Esta zona cuenta con un complejo industrial constituido por una refinería de cobre y una central termoeléctrica, ubicado geográficamente en la bahía de Quintero, cuyos focos contaminantes posibles son la refinería de cobre de ENAMI y la Central termoeléctrica de Chilectra, cuyo funcionamiento ha causado severos daños al entorno productivo agropecuario (Hermosilla, 1988; González, 1986; González 1987) por efecto de la emisión de metales pesados y por sedimento atmosférico que supera en 90 veces a los encontrados en una zona control (Cornejo, 1985).

Los efectos que la contaminación tiene sobre la salud de los residentes en las áreas afectadas han sido estudiados por la Universidad de Valparaíso, Facultad de Medicina, y por los médicos del Consultorio de Puchuncaví (Hermosilla, 1988; Muñoz, 1989; Municipalidad Puchuncaví, 1989).

El primero tuvo como objetivo determinar los niveles de arsénico en pelo y orina de individuos expuestos a altos índices de contaminación y evaluar el probable riesgo toxicológico. Los niveles de As obtenidos en la zona de Puchuncaví, considerada como de alto

riesgo, fueron comparados con los niveles obtenidos en la zona de Valparaíso y Viña del Mar, considerada de bajo riesgo.

El arsénico se puede recuperar como subproducto de la fundición primaria del cobre y esto puede producir la liberación de As al medio ambiente (Nelson, 1977).

El As tiene efectos tóxicos sobre los diversos sistemas orgánicos: sistema cardiovascular, tracto gastrointestinal, riñones, piel, sistema nervioso central e hígado. Además, se ha comprobado una correlación entre niveles laborales y ambientales de As con diferentes tipos de cáncer (Welch, 1982) encontrándose abundantes referencias en la literatura internacional. [Tacona (EE. UU.); Saganodetti (Japón); Pershagen, Elinder y Bolander, 1977; Milham, 1977; Tsuchiya, 1977).]

El As tiene gran afinidad por el pelo y es un buen indicador biológico de la exposición crónica. La O.M.S. considera como límite la cantidad de 1 mg/Kg y los niveles mayores son considerados anormales (OMS, 1981; Ministerio de Salud Chile, 1979).

La investigación se centró en obtener pelo de personas que viven en las localidades Las Ventanas, La Greda, Campiche, Puchuncaví y el Rungue, que reúnen una población de 8.458 personas (Censo, 1982).

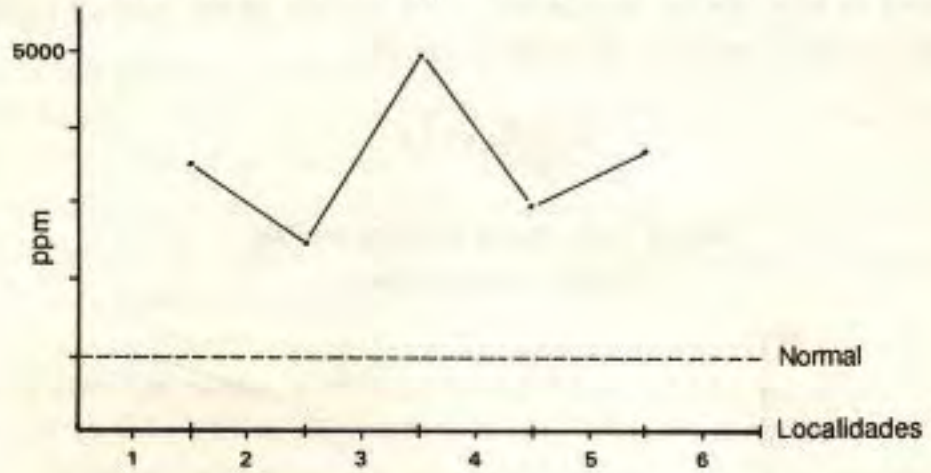
La investigación consideró variables estratificadoras como el sexo de los individuos y la distancia de la vivienda al foco contaminante. Otras variables consideradas fueron: labor, hábito alimentario, signos y síntomas de enfermedad atribuibles a arsénico.

Las conclusiones señalan que el nivel de anormalidad de As en el pelo en la zona en estudio es del 62,9%.

La Figura Nº 2.1 muestra los resultados, solamente en hombres, en ambas zonas (en estudio y control) y considera las variables estratificadoras de localidad expresadas en valores promedio (ppm). La Figura Nº 2.2 muestra los porcentajes de anormalidad en ambas zonas (estudio y control). (Véase Figuras Nºs 2.1 y 2.2.)

FIGURA Nº 2.1

Resultados en Ambas Zonas (estudio y control)
Considera las Variables Estratificadas de Localidad
(expresadas en valores promedio [Hermosilla y Rojas, 1988])

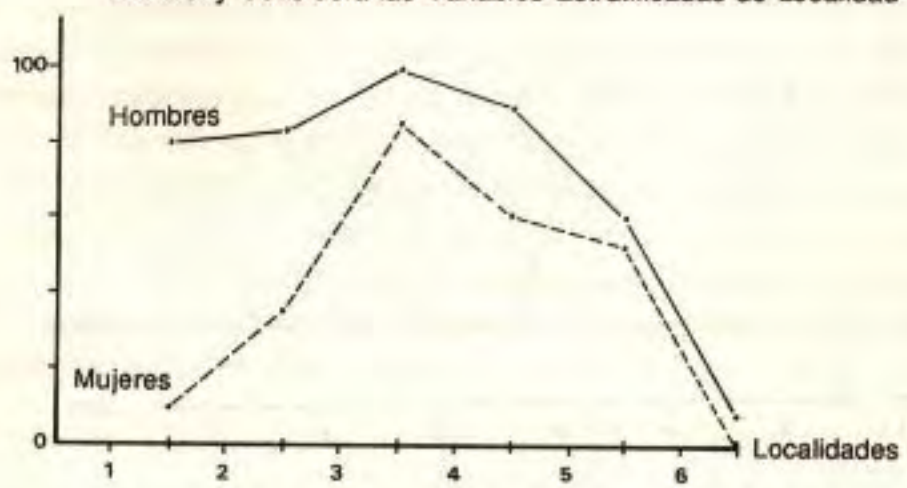


Localidades

1. Las Ventanas
2. La Greda
3. Campiche
4. Puchuncaví
5. El Rungue
6. Control Valparaíso-Viña.

FIGURA Nº 2.2

Porcentajes Anormalidad en Ambas Zonas, Estudio y
Control y Considera las Variables Estratificadas de Localidad

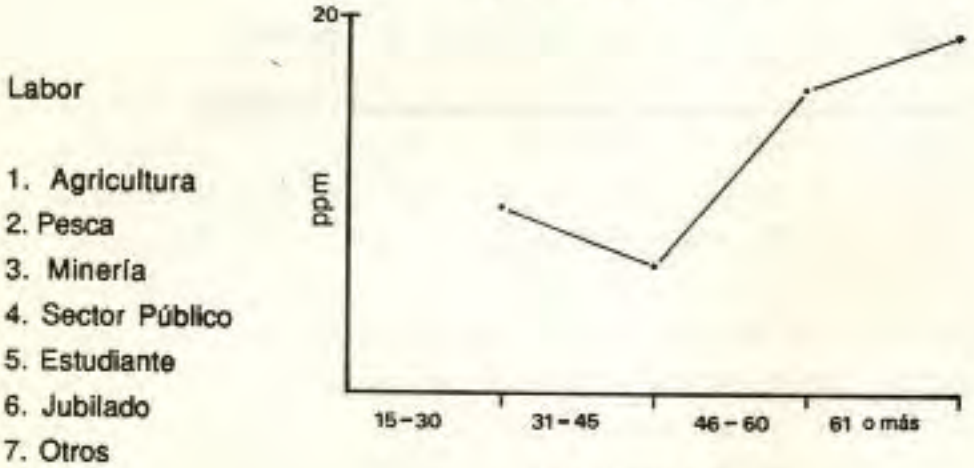


Se destaca que en la localidad de Campiche el 100% de los hombres y el 88% de las mujeres presentan índices anormales de As.

La Figura Nº 2.3 muestra los valores promedio de arsénico en pelo según rango de edad. La Figura Nº 2.4 muestra los valores promedio de arsénico en pelo según labor. Los valores indicados en estàs figuras corresponden a los estudios de Hermosilla y Rojas (1988), siendo las figuras mismas originales del presente estudio.

FIGURA Nº 2.3

Valores Promedio de Arsénico en Pelo
(según rango de edad)

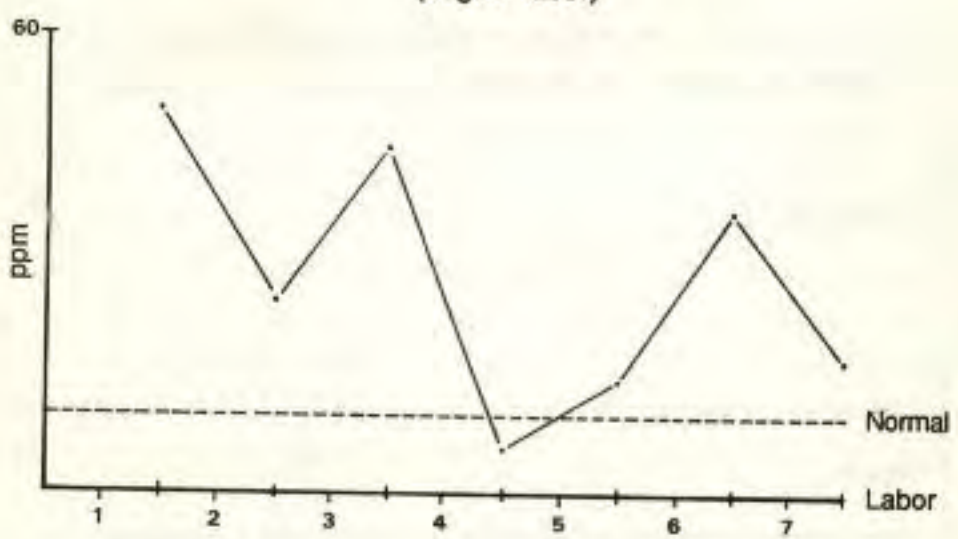


Labor

1. Agricultura
2. Pesca
3. Minería
4. Sector Público
5. Estudiante
6. Jubilado
7. Otros

FIGURA Nº 2.4

Valores Promedio de Arsénico en Pelo
(según labor)



En consecuencia, el sexo masculino es el que presenta mayores concentraciones de As en pelo. Este hecho puede estar influenciado por la labor y otras actividades que predisponen a una mayor exposición (agricultura, minería).

Un segundo aspecto del "Caso de Puchuncaví" lo constituyen las enfermedades respiratorias en niños y la mortalidad infantil. La información (Muñoz, 1989) se refiere a un estudio retrospectivo para determinar si hay mayor frecuencia de presentación de enfermedades respiratorias agudas en pacientes menores de 15 años, como consecuencia del funcionamiento de las empresas del grupo industrial Ventanas (Chilectra, Enami), ambas consideradas entre los procesos emisores de contaminantes más importantes a nivel nacional. Los contaminantes más riesgosos producidos por estas empresas son el Dióxido de Azufre y el Arsénico. (Municipalidad Puchuncaví, 1989.)

La literatura señala a las fuentes industriales y a la generación eléctrica como emisores de altos niveles de SO_2. Los estudios epidemiológicos indican claramente una asociación entre contaminación del aire, concentración del SO_2, materia particulada y humedad como causas determinantes de mortalidad. En esta situación está la zona de Puchuncaví, donde coexisten dos importantes emisores de SO_2 y humo.

El Departamento de Salud de la Municipalidad de Puchuncaví expresa que de un total de 3.455 consultas (1989) del grupo infantil, 1.468 corresponden a enfermedad respiratoria y que la mortalidad infantil alcanzó al 27,7 x 1.000 nacidos, en circunstancias que la tasa nacional es de 18,9 x 1.000 nacidos. (Depto. Salud, 1989.)

El caso de Aplicación de Hormonas en Aves y Mamíferos

Diversos medios de prensa han informado de daños producidos en la salud de los niños por el consumo de carnes de aves y animales los cuales reciben diversos tipos de hormonas para promover un crecimiento más acelerado. Dichas publicaciones se fundamentaron en las informaciones proporcionadas por el Dr. A. Tchernichen, catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (*Caras*, 1990). Dicho profesional afirma en un artículo publicado en la Revista *Nutrición*, que a partir de 1950 los compuestos hormonales usados en producción animal alcanzaron gran auge en la ganadería mundial y que el uso de dichos productos fue prohibido, desde 1970, en muchos países, debido al descubrimiento que mujeres embarazadas tratadas con dietilbestrol, producía en las hijas transtornos que determinaban infertilidad. Señala además que en varios países de Europa, en la década de

1980, fue prohibida la carne de animales tratados con cualquier estrógeno, por las posibilidades de riesgos aún no determinados por la medicina.

Dentro de estos riesgos se han relacionado los signos clínicos de pubertad precoz o de telarquia en niños menores de un año, como consecuencia de la ingesta de carne de pollos tratados con hormonas. Añade referencias bibliográficas sobre los efectos psicológicos de la exposición a dosis bajas de andrógenos y estrógenos durante la vida intrauterina o posnatal. Se señala, además, que la exposición prenatal a hormonas sexuales, en concentraciones diferentes a la normal, determina alteraciones en la conducta sexual normal de los individuos, que perduran toda la vida y que este tipo de exposición produce alteraciones en la conducta humana, citando que se han descrito niveles aumentados de andrógenos circulantes en criminales violentos. Revela, además, que existe abundante evidencia respecto del uso de hormonas en la producción pecuaria en el Tercer Mundo, incluyendo Chile, en el cual no hay legislación que se conozca sobre del uso de hormonas en ganadería y avicultura, no existiendo un organismo fiscalizador que controle la distribución, comercio y modo de empleo.

Luego de experiencias de inoculación de hormonas en ratas gestantes, en las cuales se observa algunas alteraciones, llega a conclusiones y recomendaciones, en que alerta respecto de secuelas aún no detectadas de exposición del útero grávido a hormonas, recalcando la necesidad de controlar la contaminación de los productos cárneos con hormonas u otros agentes y a base de estos antecedentes propone la creación de un Ministerio de Asuntos Ecológicos y de Contaminación Ambiental.

Sin embargo, en el "caso de las hormonas" ajeno al acuerdo generalizado de que todo producto para la alimentación debe estar sujeto a reglamentación y control, no es menos cierto que el "caso" mismo tiene, desde el punto de vista de la metodología, algunos aspectos significativos respecto de las conclusiones y recomendaciones. En efecto, para llegar a conclusiones en cualquier estudio se requiere establecer claramente la relación causa-efecto y de antecedentes-resultado.

El "Caso de las Hormonas" fue publicado en la Revista *Nutrición* (agosto de 1989). No aparece en el artículo ni en las referencias bibliográficas dos importantes publicaciones para la discusión del estudio. En efecto, en la Revista *Nutrición* de abril de 1989, en la sección Cartas al Editor, aparece una carta de la agrupación de Médicos Veterinarios Especialistas en Patología Aviar y Avicultura, que en su parte medular dice: "en los últimos tiempos se ha reiterado en diversos medios de comunicación la relación entre el empleo de productos hormonales en aves y la presentación de patologías en niños púberes debido al consumo de carne de ave o huevo. AMEVEA, ante la gravedad de tales afirmaciones, encargó la

redacción de un informe a cuatro especialistas en Genética Pecuaria, Fisiología Animal, Producción Avícola y Patología Aviar, referente a Factores Biológicos involucrados en la producción avícola.

El informe de los especialistas, todos académicos de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile, señala lo siguiente: el mejoramiento genético y avances en la nutrición avícola han permitido un desarrollo de pollos broiler cada vez más eficiente. En tanto en la década del 60 estas líneas lograban 2 Kg de peso vivo a los 90 días, hoy alcanzan el mismo peso corporal a los 45 días. El avance fue logrado mediante un trabajo de selección en grandes poblaciones, gran selección y de líneas paternas y maternas en diferentes condiciones ambientales.

Son entonces los avances en genética, en fisiología y en nutrición los que han permitido la explotación de aves de carne de gran desarrollo corporal y no el uso de hormonas, las cuales se dejaron de emplear en aves a nivel mundial hace más de 30 años. Y recalcan que las investigaciones realizadas con el uso de estradiol en pollos de entre 5 y 45 días, determinan una reducción del crecimiento y un deterioro en la eficiencia alimentaria (Facultad de Ciencias Pecuarias. U. de Chile, Nutrición,1989).

Analizando el "caso de las hormonas", pero enfocado en su uso como promotor del desarrollo en bovinos, encontramos que el autor (Tchernichin, 1989) toca ampliamente este tema en su artículo, pero las referencias bibliográficas del mismo no incluyen el 32º Informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios sobre Evaluación de Ciertos Residuos de Fármacos de Uso Veterinario en los Alimentos (OMS, 1980). Dicho informe se refiere específicamente a los siguientes productos:

El estradiol 17-B no debiera ser causa de preocupación ya que la contribución de la aplicación a las carnes de los animales tratados está muy por debajo de la producción endógena. El estradiol 17-B existe naturalmente en todos los mamíferos, por lo tanto la hormona se encuentra en los productos comestibles de mamíferos aún no tratados y las mayores concentraciones se hallan en hembras gestantes. Señalan además que niveles adecuados de Progesterona y Testosterona presentan pocas posibilidades de peligro a la salud humana, y el Comité concluyó que no era necesario establecer una concentración admisible a las carnes de animales tratados.

El Caso de los Abortos

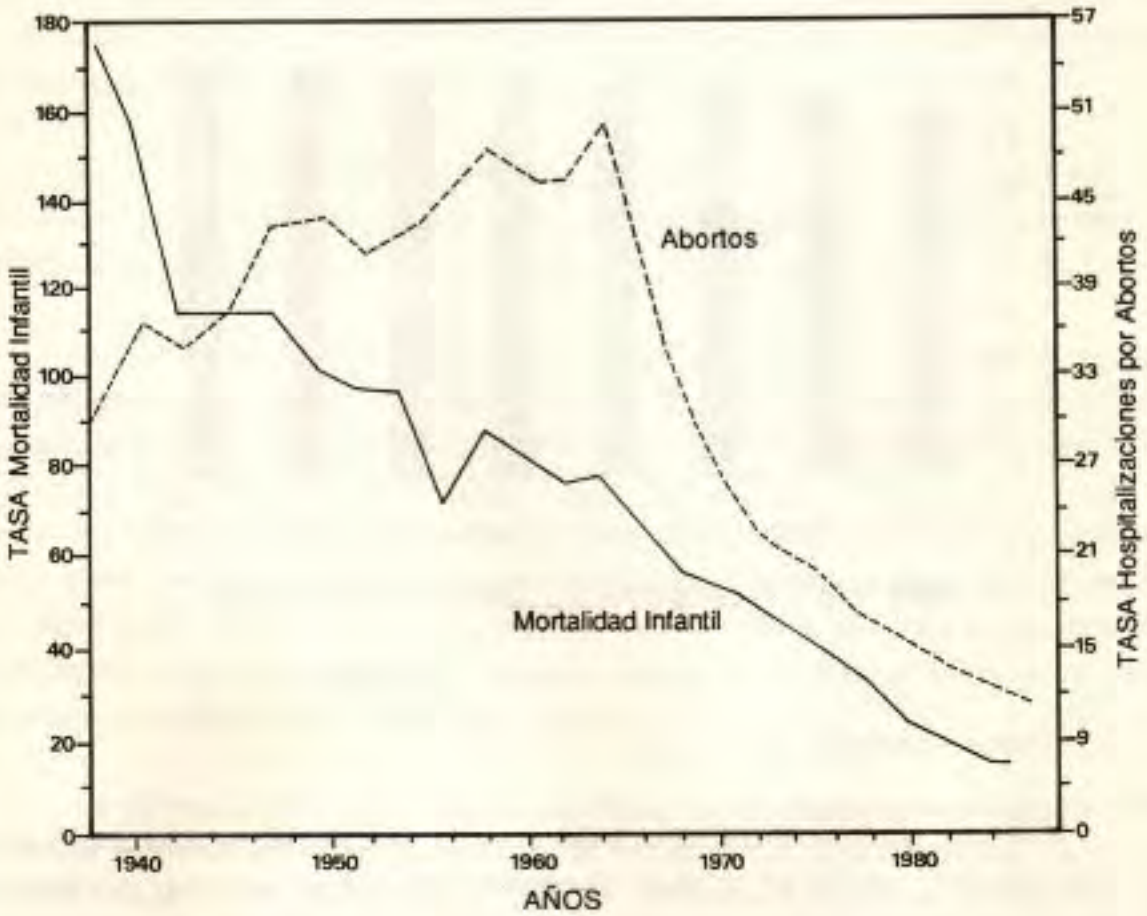
Es importante señalar cómo la calidad de vida y la salud pueden tener múltiples interacciones y consecuencias que van generando nuevas necesidades de soluciones.

Un ejemplo en este sentido fue el análisis hecho por el Dr. Benjamín Viel (1985) en su Conferencia "Crecimiento de la Población y Dignidad Humana" y en la cual examina la mortalidad infantil y la tasa de abortos hospitalizados por mil mujeres en edad fértil en Chile, entre 1940 y 1984. Relata que siendo Ministro de Salud don Eduardo Cruz-Coke se dictó la ley por la cual el Estado chileno le proporciona a todo recién nacido leche en polvo como alimento suplementario hasta los dos años (hoy hasta los seis). Esta ley ha sido un elemento importante en la brusca caída de la mortalidad infantil. (Véase Figura Nº 2.5.)

Resultó obvio que al disminuir la mortalidad infantil, un mayor número de individuos llegó a la edad de reproducción. Las mujeres, las madres, no vieron crecer su habitación ni aumentar el salario del jefe de hogar. Vieron en cambio, y como consecuencia de lo anterior, aumentar el tamaño de la familia. Se produjo, según Viel, entre ellas una respuesta frente a los nacidos; una tendencia natural a regular el tamaño de la familia mediante lo único que era conocido, el aborto. Ellas tenían, siendo pobres, que recurrir a los medios alcanzables para su situación, vale decir, pagar por el aborto a una abortera que no sabía hacerlo o intentar la más peligrosa de las maniobras —el aborto autoinducido— introduciéndose ellas mismas un tallo vegetal o una sonda. En la Figura Nº 2.5 también se observan, en línea punteada, los abortos. A consecuencia de ellos, los hospitales fueron testigos de un incremento extraordinario del número de abortos hospitalizados producto de septisemias y hemorragias uterinas, derivando finalmente en muertes maternales que fueron paulatinamente llegando a ser la mitad de la causa de muerte en mujeres. Este drama fue presentado al Ministerio de Salud, en una propuesta que sugería proponerle a las mujeres que no deseaban embarazarse, algún medio protector. El gobierno entendió la idea y en 1964 se creó el Programa Materno Infantil, la educación y servicios anticonceptivos con el objeto de prevenir el aborto inducido. ¿Cuáles han sido las consecuencias? El número de abortos inducidos ha decrecido de 51 por mil a sólo 12 por mil en 1984.

FIGURA Nº 2.5

Mortalidad Infantil y Tasa de Abortos Hospitalizados
(por 1.000 mujeres en edad fértil)

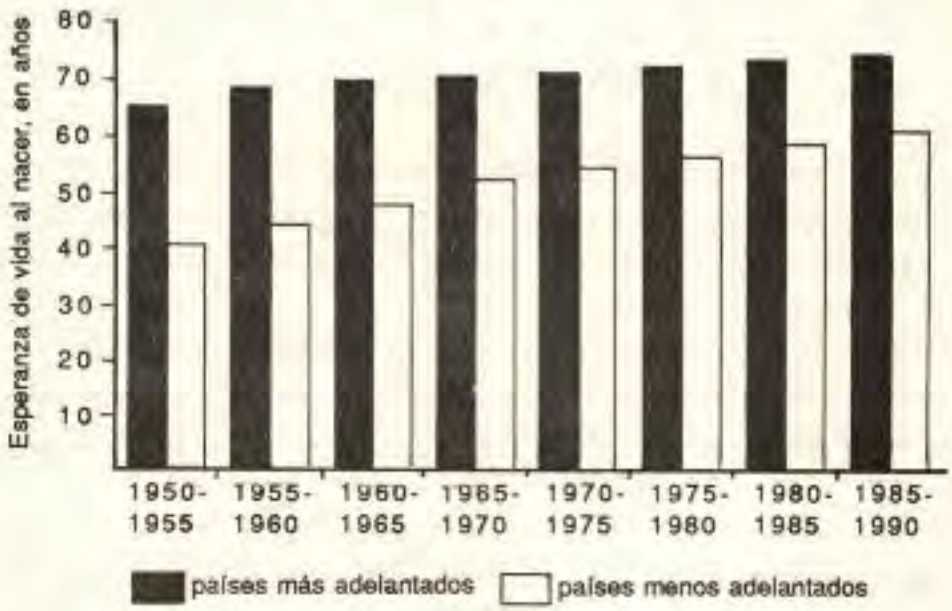


La Esperanza de Vida

Un aspecto importante de la calidad de vida es la protección y prevención de la salud en determinados grupos de población; por ejemplo, la salud de las personas de edad que constituye un grupo cada vez más numeroso, en términos relativos y absolutos, en casi todos los países. (Véase Figura Nº 2.6.) Las personas de edad tienen una esperanza de vida diferente, según si habitan en un país desarrollado o del Tercer Mundo (OMS, 1990).

FIGURA Nº 2.6

Protección y Promoción de la Salud en
Determinados Grupos de Población



Medicina Ambiental

El término Medicina Ambiental es usado en la actualidad para referirse a todo lo que signifique estudio y manejo de la salud relacionado con factores externos, con particular referencia a los agentes físicos y químicos. La Medicina Ambiental ha comprobado que los agentes causantes de enfermedades infecciosas como bacterias, virus y hongos y sus respectivas respuestas inmunológicas pueden ser influenciadas por factores externos.

Las enfermedades infecciosas que dominaron la investigación en la Medicina han sido reemplazadas en su importancia como causa de muerte, por las enfermedades degenerativas crónicas y por el cáncer, las cuales tienen estrecha relación con agresiones de carácter químico o físico provenientes del medio ambiente (Upton, 1990).

Este tipo de agresión puede llegar por el aire en forma de severos episodios de gran polución que determinan incrementos en la tasa de mortalidad, especialmente en personas con problemas cardiopulmonares. El más conocido de todos es el efecto de la exposición crónica al humo del cigarrillo cuya relación con el cáncer pulmonar, cáncer en otros órganos,

enfermedades cardiacas y enfermedades respiratorias depende de la cantidad de tabaco consumido.

Otro tipo de contaminadores del aire son los alérgenos de diversos tipos, a los cuales la población actual puede enfrentarse en las más diversas formas del diario vivir ya sea tanto en el trabajo como en el hogar, resultante de la agresión de residuos contaminantes (Department of Health, Education and Welfare, 1990).

La contaminación microbiana del agua bebible es todavía un importante factor de mortalidad en el Tercer Mundo, no así en los países desarrollados en donde, sin embargo, la contaminación química del agua de bebida tiene una importancia creciente.

En numerosas áreas de los EE. UU. los suministros de agua están contaminados por metales, desechos tóxicos, pesticidas, productos agrícolas y productos clorados, cuyas implicancias en la salud humana están requiriendo de considerable investigación.

En materia de alimentación existe gran conocimiento sobre los requerimientos nutricionales óptimos para un buen desarrollo físico, pero ya se tiene conocimiento de cómo esta dieta puede afectar las probabilidades de cáncer, materia que está siendo objeto de investigación (National Academy of Science, 1982). Esta misma situación está siendo investigada en la génesis de enfermedades cardiacas.

La etiología de varias enfermedades laborales ha sido relacionada con agentes físicos y químicos en los lugares de trabajo. Este tipo de enfermedades, cuya relación causa-efecto es relativamente fácil de determinar y las personas implicadas susceptibles de controlar, está siendo objeto de gran atención no sólo por los aspectos puramente médicos sino también éticos y legales, relacionados con derechos de los trabajadores afectados (Levy y Wegman, 1988).

Otro aspecto de gran importancia en la Medicina Ambiental es el que dice relación con la disposición final de productos tóxicos tanto químicos como radiactivos, cuyo manejo ha sido altamente controvertido a nivel internacional, sobre todo porque no existe todavía claridad respecto de los riesgos que implica su enterramiento.

Este problema se complica por dos aspectos fundamentales. Uno, por la lentitud con que los efectos tóxicos pueden presentarse en el hombre y por la interacción de las mezclas tóxicas enterradas que pueden aumentar los riesgos en el futuro (Upton, 1989). Otro aspecto que interesa a la Medicina Ambiental es lo que dice relación con los niveles social y educacional, que repercuten en los rangos de mortalidad de muchas enfermedades, en los

estratos sociales pobres. Estos problemas se ejemplifican en mala nutrición, condiciones de vida estresantes por la densidad y cohabitación, por las enfermedades parasitarias, por la exposición crónica al polvo y otros contaminantes del aire, así como la drogadicción y el alcoholismo.

Otros aspectos que quedan por descifrar son los efectos subclínicos de los factores de riesgo ambiental cuyos efectos son detectables en el largo plazo. Un ejemplo es el daño que el plomo contenido en la bencina acarrea a los niños de corta edad. Debido al tiempo transcurrido desde que este tóxico ha sido utilizado, es presumible que todos los nacidos en los EE. UU. en las últimas décadas, hayan sufrido una eventual pérdida de inteligencia por este efecto (Ballinger et. al.,1987).

El mejor conocimiento de los riesgos que implica para la salud humana un ambiente contaminado, ha determinado la organización de la salud pública y de la legislación respectiva.

En los EE. UU., por ejemplo, existe una preocupación creciente respecto de las acciones negativas que los agentes químicos y físicos tienen acerca del medio ambiente. En los últimos años esta preocupación se ha traducido en una importante voluntad política, que ha generado la creación de nuevas agencias federales y una multiplicidad de leyes que afectan la vida diaria y que ha significado el gasto de billones de dólares en el control de la contaminación ambiental. Este tipo de legislación se apoya en el convencimiento público de los efectos adversos en la salud de los agentes físicos y químicos contaminantes.

El público, en general, ha sido alertado por algunas investigaciones médicas como el descubrimiento de la relación entre el angiosarcoma del hígado y el clorovinyl (Wu,1989) y la mortalidad producida por las fibras de asbestos, utilizadas en los aislamientos de habitaciones (Selikoff, 1979).

Los médicos en EE. UU. ponen cada vez mayor atención en los problemas de la Medicina Ambiental ante la frecuencia de los llamados para diagnosticar, tratar y prevenir las enfermedades causadas por los contaminantes ambientales físicos y químicos, para lo cual los médicos cuentan en ese país con el apoyo de una amplia gama de laboratorios, oficinas y agencias que abarcan además el registro de las sustancias tóxicas (Centros de Control de Enfermedades, Sociedades Médicas y del National Institute of Enviroment Health Science).

Aire

Composición

El aire se puede caracterizar por atributos tales como su composición, olor, color, visibilidad, contenido de humedad de intercepción de la luz. En un aire normal estas variables experimentan cambios entre rangos definidos cuantitativa y analíticamente, en el espacio y en el tiempo.

La composición del aire normal es:

Vapor de agua y gotas de agua	Muy variable
N_2	78%
O_2	21%
Ar	0,93%
CO_2	340 ppm
O_3	12 ppm

Posee además Neón Cripton, Xenon, Helio en cantidades pequeñas que se expresan en ppm. Otros componentes son el polvo atmosférico proveniente de erupciones volcánicas, tormentas, ventiscas de arena e incendios. Entre los agregados orgánicos se tienen virus, bacterias, esporas, polen y hongos. También contiene aerosoles, es decir, partículas físicas de determinados tamaños y gotas de ácidos producidos por erupciones volcánicas (DeFina y Ravelo, 1979).

Indices de Calidad

Los índices de calidad del aire más utilizados (Lagos, 1989) son:

— Impurezas gaseosas y gases:
CO_x (CO_2-CO) SO_x (SO_2) NO_x
Gases con alto contenido de arsénico
— Olores y aromas
— Virus, bacterias, hongos y otros patógenos

— Partículas:
Polvo atmosférico
Aerosoles
Gotas de ácido

— Visibilidad:
Intercepción de la luz

— Climáticos:
Temperatura
Humedad
Brumosidad

La calidad del aire debe referirse a algún elemento que la afecte:

— Vida Humana:
Salud (afecciones respiratorias, cáncer, enfermedades infecciosas)
Vista
Olfato

— Vida Vegetal y Animal

— Elementos tecnológicos:
Motores, edificios, ropa.

El deterioro de la calidad puede clasificarse en tres tipos:

— Contaminación de gases y de partículas en suspensión

— Malos olores

— Contaminación sanitaria de polen, virus, bacterias, ácaros, hongos y otros patógenos.

Tipos de Deterioro

Los mayores problemas de deterioro de la calidad del aire se localizan en el Gran Santiago, que es además el más complejo y difícil de resolver. También hay problemas en

lugares puntuales del medio rural, normalmente asociados a refinerías de metales, plantas mineras y termoeléctricas (Puchuncavi, Chagres, Paipote, Chuquicamata, Calera y Caletones). Hay problemas de contaminación atmosférica por malos olores (Arica, Lo Errázuriz).

En general, el problema de la contaminación se caracteriza por su localización en zonas determinadas y por su efecto en la población o en otras actividades, especialmente la agricultura y el turismo. Se establecen dos tipos de situaciones. Una de ellas ocurre cuando se establece primero el asentamiento humano y posteriormente se instala la fuente contaminante, por ejemplo, el desarrollo de industrias contaminantes en la ciudad de Santiago, las cuales pudieron haberse instalado con múltiples ventajas económicas, ambientales y políticas en otros lugares del país, pero que no se hizo por ignorancia y arrogancia de quienes planearon y estudiaron los proyectos. Según Brown (1989), la contaminación atmosférica de Santiago afecta la salud del 40% de la población del país, su flora, fauna, bienes públicos y privados de la región metropolitana. Otros ejemplos son la Celulosa de Constitución y las Pesqueras en Arica.

El otro tipo de situación ocurre cuando se establece primero la fuente contaminante y posteriormente se establece, colindante a ésta, un asentamiento humano que resulta afectado por ella. En este caso la población valoró las ventajas de establecerse junto a la fuente contaminante en relación al efecto ambiental que desde un comienzo conocían. En este caso están los poblados circundantes a Chuquicamata, atraídos por las actividades mineras, y las poblaciones periféricas al aeropuerto de Tobalaba, las cuales estaban en conocimiento del ruido provocado por los aviones.

Causalidad

El principal contaminante atmosférico proveniente de la minería es el SO_2, originado en los procesos de fundición de cobre, tostadores de concentrados, altos hornos de fabricación de acero y plantas termoeléctricas operadas con carbón (Lagos, 1989).

Estas plantas se localizan en lugares definidos del país y producen un efecto intensivo en espacios pequeños y delimitados. En la zona norte destacan las fundiciones de cobre de Chuquicamata, Potrerillos y Paipote; la planta termoeléctrica de Tocopilla y el tostador de El Indio. En la zona central destacan las fundiciones de Ventanas, Caletones, Chagres, las plantas termoeléctricas de Ventanas, Bocamina y Renca, y los tostaderos de REFIMET y MOLYMET. En la zona sur se tiene el Alto Horno de Huachipato.

El caso más destacado es posiblemente el de Ventanas cuyas emisiones de SO_2 y otros contaminantes (arsénico) sobre una extensa área rural han ocasionado la pérdida de la capacidad productiva de los cultivos y ganadería y han afectado la vida y salud de toda la región. En cuanto al caso de El Teniente, los vientos llevan usualmente los gases hacia la cordillera donde se diluyen y disipan y, aparentemente, se localizan sobre las capas de inversión térmica, por lo cual serían de escaso efecto sobre la región metropolitana (Lagos, 1989), lo cual no está comprobado debido a la política seguida por la empresa de ocultar información a la opinión pública.

Las centrales termoeléctricas son fuentes importantes de contaminación. La de Tocopilla supera las 70 toneladas diarias de SO_2. Las emisiones de Ventanas son escasas en relación a las de la fundición vecina.

El arsénico emitido a la atmosfera por Chuquicamata como As_2O_3 polvo, correspondió en 1987 a 30 y 35 toneladas diarias, lo cual alarmó a la población vecina de Calama y ha significado la casi total evacuación de la población residente en Chuquicamata. La producción de arsénico en el tostador de El Indio y REFIMET es también alta. La de Ventanas supera las siete toneladas diarias.

Medidas Correctivas

Las fundiciones de Chuquicamata, Chagres, Paipote y El Teniente cuentan actualmente con plantas de ácido sulfúrico, las cuales permiten transformar parcialmente los gases sulfurosos. En el caso de Chuquicamata, el gas tratado por la planta de ácido constituye el 28,5% del total producido, de modo que se emite a la atmosfera una cantidad estimada en un millón de ton de SO_2. Se estima que en 1990 operarán tres plantas de ácido, lo que elevará la capacidad de tratamiento de gases a una cantidad estimada en 70% del total de emisiones. Otros proyectos en marcha para tratar los gases sulfurosos son los de Ventanas, que operará en 1991 y tratará un porcentaje estimado de 55% a 60% de los gases, y el de El Teniente, que tiene una segunda planta de ácido, lo cual elevará su capacidad de tratamiento de SO_2 desde un 33% actual a más del 50%.

La minería del cobre en Chile produce cerca de 2,6 millones de ton de SO_2, de los cuales trata, mediante plantas de ácido, 0,47 millones de toneladas. Esto corresponde a un 18%, por lo tanto, se estarían emitiendo anualmente a la atmosfera 2,13 millones de ton de SO_2.

Con las ampliaciones descritas la capacidad de tratamiento se incrementaría a 1,69 millones de ton de SO_2 anuales, lo que representará más del 60% de la producción total. Así, la minería del cobre solamente estará emitiendo un millon de ton de SO_2 a la atmosfera a partir de 1991 (Lagos, 1989).

La ampliación del sistema interconectado del Norte Grande a 565 MW en 1990, significará un 60% adicional de uso de carbón en centrales termoeléctricas, reemplazando paulatinamente al petróleo. De todas formas, el contenido de azufre del carbón que se produce en Chile es bajo, entre 1% y 3%, por lo cual el impacto global de su uso en el país tiende a ser de otro orden de magnitud que el de la contaminación producida por la minería. Si se tiene un total de tres millones de ton de carbón quemadas en distintos tipos de hornos, la cantidad de azufre que podría emitirse a principios de la década del 90 es de 120.000 ton SO_2 equivalentes.

En Ventanas se proyecta la instalación de una planta de tecnología sueca en 1990 para tratar casi la totalidad del arsénico. Chuquicamata y MOLYMET aplican tecnología nacional para reducir la emisión de arsénico, consistente en transformar concentrados de arsénico a productos altamente estables e insolubles en agua.

Los costos estimados en los cuales se debería incurrir para reducir las emisiones de gases a niveles que fueran adecuados incluso para el desarrollo de las regiones adyacentes a las fundiciones de cobre, incluyendo los tostadores, es del orden de los 250 millones de dólares, cifra que está al alcance del país (Lagos, 1989). La mayor parte deberá realizarse adquiriendo tecnología extranjera ya probada.

Por último, si se demostrara que el ácido sulfúrico equivalente al total de las emisiones sulfurosas de las fundiciones no tiene mercado en el país, puede recurrirse a la producción de azufre, el cual tiene un buen precio de venta, es fácil de transportar y Chile importa actualmente una parte de lo que requiere para su uso interno (Lagos, 1989).

Emisiones y lugares

— Pesqueras:
Malos olores por industrias de harina de pescado en Arica, Iquique, Antofagasta, Chañaral, Coquimbo, Talcahuano.

— Plantas Termoeléctricas:
Utilización de carbón y emisión de SO_2.

En el norte: Tocopilla;
En el centro: Ventanas, Bocamina y Renca.

— Fundiciones de Cobre:
En el norte: Chuquicamata, Potrerillos y Paipote, Chagres, El Teniente, Ventanas.

— Tostadores con Arsénico:
El Indio, Chuquicamata, Refimet y Ventanas.

— En Santiago:
Vehículos particulares y autobuses;

27 industrias contaminantes, chimeneas caseras, calderas a leña de pequeñas industrias, planta termoeléctrica de Renca.

Variaciones en Santiago

En Santiago se verifican variaciones en la calidad entre las diversas localidades, lo cual se detecta a través de las estaciones de muestreo que existen en la capital: Lorenzo Gotuzzo, Parque O'Higgins, Seminario y Avda. la Paz (Cuadro Nº 2.1).

Las variaciones entre estaciones del año, como asimismo de un año a otro, son también importantes (Figura Nº 2.7). Durante la temporada invernal de 1990 se tomaron medidas preventivas y correctivas, lo cual se refleja en las cifras de los indicadores atmosféricos que se redujeron levemente con respecto a los valores de la temporada anterior (Figura Nº 2.8), a pesar de que el consumo de energía creció en un 8%, la producción industrial en un 9% y el parque automotriz en un 15% (Katz, 1990).

CUADRO Nº 2.1

Indices Medios de Calidad del Aire de Santiago Entre el 1 de mayo y el 30 de junio, en Cuatro Estaciones de Muestreo (comisión de descontaminación)

Estación	1989	1990	Diferencia %
Lorenzo Gotuzzo	145	173	+28
Seminario	168	156	-12
Avda. La Paz	240	171	-69
Parque O'Higgins	305	197	-108

FIGURA Nº 2.7

Variación de la Calidad del Aire en Diferentes Lugares de la Ciudad

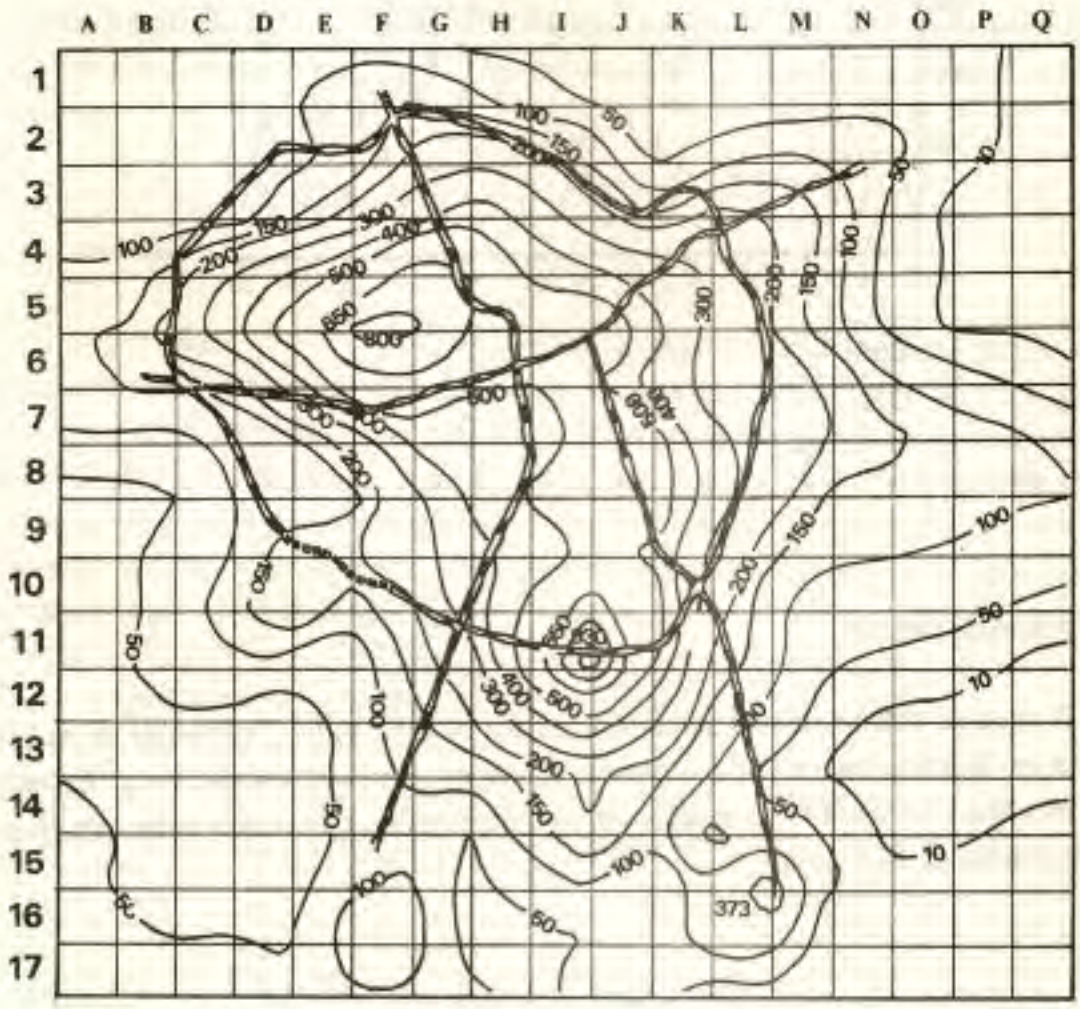
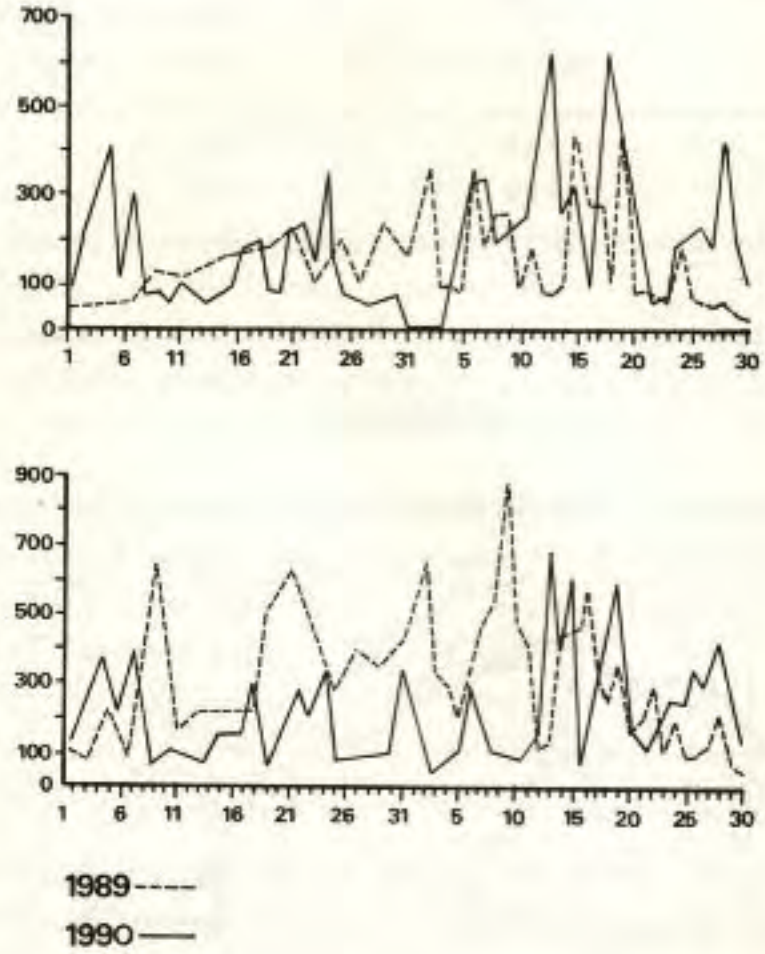


FIGURA Nº 2.8

Variación de los Indices de *Smog* en Dos Estaciones de Monitoreo de Santiago en los Años 1989 y al Año Siguiente, luego de Tomar Medidas más Drásticas de Control



Agua

Indices de Calidad

El agua de calidad normal se caracteriza por su temperatura, contenido de oxígeno, sustancias en suspensión, materia orgánica, sales minerales disueltas, virus, bacterias, hongos, semillas, olor y color, las cuales varían en condiciones naturales entre rangos muy amplios, lo que les da su cualidad.

Los índices más utilizados para determinar la calidad del agua son, entre otros:

Ph - Temperatura
Contenido de sales disueltas
Sustancias en suspensión
Contenido de materia orgánica
Residuos de pesticidas
Contenido de patógenos: virus, bacterias, hongos
Color
Olor

Contenido de metales pesados: molibdeno, plata, cadmio, cobalto, manganeso, cobre, arsénico, cinc, plomo, fierro, níquel, cromo.

La calidad de las aguas varía en el tiempo y en el espacio, ya que influye la época de producción y el territorio donde se encuentran ubicados los lagos y ríos.

La calidad del agua debe referirse al tipo de uso que se le quiere dar, si es para uso doméstico, industrial, agrícola o para la recreación. Un agua cuya calidad sea aceptable para un tipo de uso determinado puede resultar no apta para otro tipo de uso; vale decir, inaceptable en cuanto a la calidad.

Causalidad

Según Lagos (1989), la mayor parte de las cuencas del norte y del centro de Chile están altamente contaminadas por la presencia de metales pesados, producto de la lixiviación natural, pero, principalmente, como consecuencia de operaciones mineras y metalúrgicas. En la Región Metropolitana, donde se concentra la mayor parte de la industria manufacturera nacional, la minería tiene mayor incidencia en la contaminación de las aguas y por ende, de los suelos; en las regiones en que prácticamente la única industria es la minería, la incidencia de ésta debe de ser aún mayor. Todas las formas de contaminación pueden influir sobre los suelos; luego, cualquier excedente, por pequeño que sea, contaminará acumulativamente los suelos de las regiones circundantes.

La minería del cobre incide en las presencia de metales pesados en las aguas utilizadas en los procesos de extracción, transporte y elaboración del producto final

(Intendencia Metropolitana, 1989), lo que no significa que necesariamente exista exceso de esos elementos:

		%
Molibdeno	El Teniente	99,0
Plata	Disputada	99,8
Cadmio	El Teniente	99,7
Cobalto	Disputada	97,7
Manganeso	El Teniente	56,9
	Disputada	76,4
Cobre	Disputada	74,6
	El Teniente	10,3
Arsénico	El Teniente	78,7
Cinc	Disputada	52,0
Plomo	El Teniente	52,0
Fierro	El Teniente	28,6

En el mismo estudio se determinó que las existencias mayores que la norma de riego en diversos puntos de muestreo, expresado a base de un índice, cuyo valor I=1 es lo máximo permitido cuando se trata de un elemento e I=2 cuando se trata de dos elementos, fueron producidas por:

Lixivación natural, Manganeso I=11,32 que afecta todo el trayecto del estero Carén antes del relave El Teniente.

La ciudad de Santiago, con toda su red industrial, aporta cobre, cromo, manganeso y aluminio, I=7,89.

Disputada, I = 4,8.

El Teniente aporta molibdeno y manganeso, después del estero Carén o del relave El Teniente, en las aguas que desembocan en el lago Rapel. La concentración del molibdeno es aquí 3,46 ppm, excediendo en tres veces la norma de riego.

La norma chilena de agua potable está excedida mayormente por:

Disputada en Mn y Cu, I=11,22 Lixiviación natural en la Cordillera de: Fierro, Plomo, Manganeso y Aluminio, I= 45,43.

El Teniente, en Molibdeno y Manganeso, I=12,7, después del estero Carén.

En la región estudiada la minería no produce contaminantes de residuos industriales sólidos (RIS).

En las aguas subterráneas sólo se encontró un alto contenido de nitratos, pero ningún metal pesado.

En relación a los residuos industriales líquidos (RIL), la minería también estuvo presente. El Teniente aporta el 78,2% de los sulfatos concentrados y 56,2% de los fenoles (derivado orgánico). Disputada aporta el 28,1% de los fenoles. Es posible que las actividades domésticas de la Región Metropolitana generen un RIL mayor que las industrias.

En los suelos se encuentra una alta acumulación de metales pesados producidos por causas naturales y antrópicas y a pesar de ello, aparentemente los rendimientos de los cultivos no han sido afectados mayormente, pero se piensa que pueden reducirse en el largo plazo.

La acumulación de metales pesados es alarmante, ya que su remoción posterior es prácticamente imposible, luego sus efectos serían irreversibles sobre la agricultura y la fauna. Las formas de contaminación de los suelos son por vía aérea, tal como lluvia y aire poludido, por vía de las aguas superficiales y por las aguas subterráneas (Lagos, 1981). En el caso de la industria, es posible que la calidad ambiental para la agricultura se deteriore en los sectores altamente industrializados. En este respecto cabe destacarse el pH de agua de lluvia que en algunos casos alcanza un valor de 4,0, con lo cual la productividad se deprime sustancialmente.

El problema de la diversidad poblacional en las cercanías de las industrias hace difícil la productividad agrícola. Tal es el caso de San Felipe (González, 1984) y Puchuncaví (González y Berquist, 1984), que se ven afectados por actividades industriales acidificando tierras y encontrándose metales pesados en sus aguas de riego, lo cual produce efectos económicos y sociales (Schmidt, 1989).

La contaminación de las aguas de riego por actividades mineras es importante en la región mediterránea. El peligro puede ser considerable si se contaminan gradualmente las aguas subterráneas. Al respecto deben destacarse las del Mapocho-Maipo, el Aconcagua y el Cachapoal en la zona central y el río Loa y Salado en el Norte.

La contaminación por aguas servidas ocurre en todos los ríos del país donde existen poblaciones ribereñas importantes, o donde los caudales son escasos. Tal es el caso de los ríos Loa y Salado en la Segunda Región y de los ríos Copiapó y Huasco en la Tercera Región. Los ríos Elqui, Limarí y Choapa, en la Cuarta Región, también son afectados. Los ríos Maipo, Cachapoal y Aconcagua presentan cauces mayores, pero debido a las densidades poblacionales y al volumen de aguas servidas evacuadas, presentan alta contaminación biológica.

El uso del agua contaminada de estos ríos, en la producción de hortalizas, agudiza el problema, especialmente por el riego con aguas del Zanjón de la Aguada y de los ríos Mapocho y Maipo. La entroficación de la laguna de Aculeo provoca mortandad de peces y contaminación por desechos provenientes de las actividades domésticas, industriales y turísticas.

En la región Centro-Sur los desechos domésticos contaminan los ríos Maule y Bío-Bío, en la VII y VIII región. Los Lagos Colico, Calafquén y Villarrica también están contaminados, como asimismo los ríos Traiguén y Toltén, por la aguas servidas de las ciudades. También se destaca la contaminación bacteriológica de los ríos Valdivia, Damas y Pudeto, y los lagos Panguipulli, Llanquihue y Ranco, en la Décima Región. El lago General Carrera y el río Aysén reciben desechos domésticos no tratados (Brown, 1989).

Santiago utiliza anualmente 224.896.000 m^3 y devuelve contaminadas 179.917.000 m^3 de agua (Sánchez y Assar, 1982). En el sector de Maipú y Pudahuel se riega un total de 11.394 ha con aguas servidas de Santiago, correspondiendo un 46,64 a hortalizas; 24,1% cereales; 5,3% chacras, 3,9% frutales y 20,1% a pastizales (INE, 1986). En términos generales, los ríos más contaminados por patógenos son el Aconcagua, Maipo, Mapocho, Maule y Bío-Bío. En Santiago se produce el 55% de los casos de tifus, paratifus y hepatitis del país (Borcosque, 1987).

Entre los efectos secundarios de los pesticidas se tiene el daño a los organismos benéficos, la selección de razas resistentes y los daños a la producción. Numerosos pesticidas utilizados en el país producen daño a la fauna silvestre, al ganado y al hombre, e incluso están prohibidas en otros países, tal como ocurre con los organoclorados.

Entre los ríos contaminados por pesticidas están el Loa en el Norte; El Aconcagua, Maipo, Cachapoal y el Mataquito en el Centro; el Bío-Bío con altas dosis de D.D.T. en la VII región. En los suelos agrícolas de la X región se han detectado altos niveles de DDT; análisis de carnes bovinas han mostrado contenidos de 89,7% de residuos de este pesticida (Brown, 1989).

Los problemas de salinización se presentan localmente en el Norte del país. Se ubican en el curso inferior de los ríos donde el agua es intensamente utilizada, tal como la de los ríos Loa, Lluta, Azapa, Copiapó y Elqui.

Es posible que el mejoramiento de la eficiencia de riego, con técnicas como el riego por goteo, los sistemas de captación de aguas subterráneas y la plantación de árboles frutales con sistemas radicales profundos, que se nutren de dichas aguas subterráneas, agraven el problema produciendo migración de sales desde las profundidades hacia la superficie, con los consecuentes efectos de disminución de la productividad agrícola a causa de la salinización del suelo así ocasionada.

Medidas Correctivas

En cuanto a la contaminación de aguas y suelos, el problema es más complejo que la contaminación atmosférica, está más distribuido a nivel nacional y se conoce menos de él. El examen de las normas de construcción y operación de los tranques de relaves parece ser una prioridad ya que la mayor parte de la contaminación hídrica producida por la minería proviene de dichas instalaciones. Pero la medida de mayor importancia que puede tomarse en este aspecto es que el Estado desarrolle un programa nacional de inventario, análisis y elaboración de soluciones alternativas al problema de la contaminación de aguas y suelos (Lagos, 1989).

En Chile existen plantas tratadoras de aguas contaminadas, antiguas, ineficientes y sobrecargadas. Sólo dos plantas se encuentran en buen estado, una en Melipilla y la otra en Antofagasta. En el área Metropolitana se necesitan dos plantas nuevas.

Suelo

Composición

La calidad de un suelo se caracteriza por sus atributos, los que se agrupan en tres categorías:

Químicas, tales como reacción (pH), conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico; físicas, tales como textura, estructura y profundidad, y nutritivas, tal como fertilidad.

El contenido de materia orgánica influye positivamente sobre los atributos físicos, químicos y nutritivos del suelo. Estos atributos a su vez afectan su potencial productivo y su capacidad de uso.

Tipos de Deterioro

El deterioro químico del suelo puede afectar sus cualidades de forma diversa tales como: salinización, alcalinización, contaminación por agroquímicos, pesticidas, desechos de origen industrial y desechos mineros.

El deterioro físico se expresa por su compactación, erosión y sedimentación. Las propiedades nutritivas se asocian a la pérdida de fertilidad por extracción de nutrientes minerales y por sus interacciones con el deterioro químico y físico.

Causalidad y Medidas Correctivas

El deterioro originado en la pérdida de propiedades físicas del suelo tuvo su mayor expresión en Chile desde mediados del siglo pasado cuando se inicia la expansión de la frontera horizontal a terrenos frágiles de la Cordillera de la Costa y del Norte Chico, concluyendo a mediados del presente siglo cuando se consolida la Revolución Verde, lo cual permite elevar la producción a través del incremento de la productividad. Actualmente el proceso erosivo está reducido a una expresión mínima, e incluso en algunos sectores se está revertiendo.

El mayor deterioro actual del suelo es el relacionado con las propiedades químicas, específicamente, contaminación por agroquímicos. Entre los mecanismos correctores del deterioro se tiene:

— Técnicas de conservación de suelos, tanto naturales como artificiales Reforestación con árboles, arbustos y pastizales.
— Manejo de pastizales.
— Fertilización.
— Utilización del suelo de acuerdo a su capacidad de uso.
— Mejoramiento de su capacidad de uso introduciendo nuevas tecnologías.
— Tecnologías más intensivas tales como riego por goteo y agua de pozos.

La erosión es el proceso de pérdida de suelo por el efecto combinado de algún agente de transporte de material tal como el agua de escurrimiento (erosión hídrica) o el viento

(erosión eólica), y el uso de la tierra con prácticas que dejan al sistema sin protección. La tala de vegetación leñosa, el sobrepastoreo y el cultivo de cereales en el secano costero mediterráneo y en el Norte Chico, con prácticas de barbecho, ha sido el mecanismo más importante desencadenador del proceso erosivo.

En la VI región antaño se explotó trigo con barbecho descubierto. El 80% de los suelos eran de clase VI y VII, éstas se araron y se dejaron expuestas a la precipitación y erosión.

Actualmente presentan el horizonte C en la superficie. Las praderas residentes sustentan una oveja por há (Valenzuela, 1984). La única solución para su recuperación es la tecnología, como, por ejemplo, introducción de forrajeras mejoradas y fertilizantes.

Por otro lado, la sobreexplotación durante el siglo pasado de trigo para exportarlo a California dejó 3 millones de há erosionadas a lo largo de 600 km al sur de Santiago (Valenzuela,1984).

El área más erosionada del país se localiza en el sector costero entre Valparaíso y Concepción.

Estudios de erosión del suelo efectuados por IREN-CORFO entre 1965 y 1966 arrojaron los siguientes resultados:

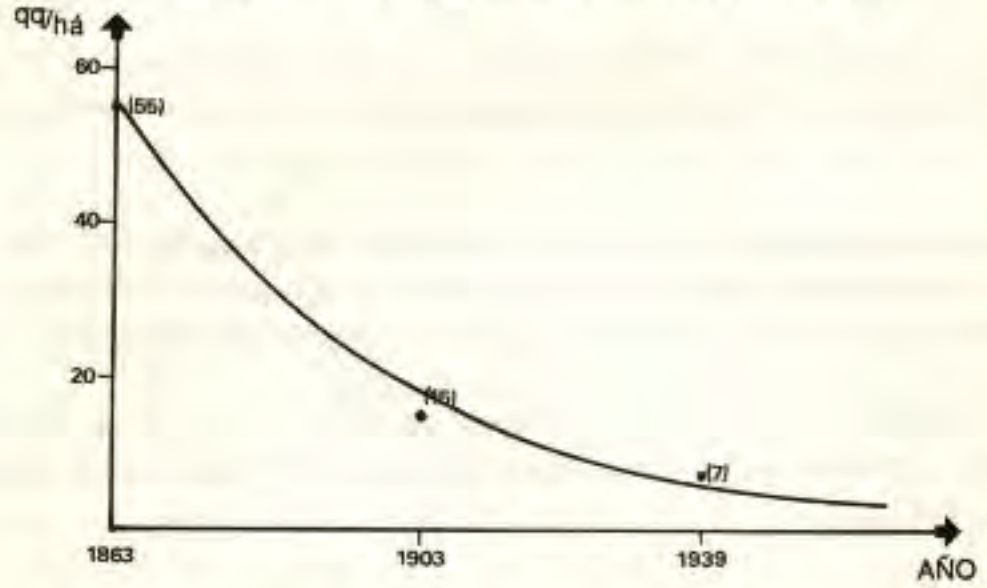
— Erosión moderada a muy severa entre Valparaíso y Cautín: afecta al 59% de un total de 4.840.700 há estudiadas, esto corresponde a 101.877 há (véase Figura Nº 2.9).

— Erosión moderada a muy severa entre Valparaíso (V región) y Bío-Bío (VIII región): afecta a 72,5% de un total de 2.541.000 há estudiadas, esto es, 1.835.400 hectárea.

— Erosión severa a muy severa entre Valparaíso (V región) y Bío-Bío (VIII región): Afecta al 29,03% de los mismos suelos señalados en el párrafo anterior.

FIGURA Nº 2.9

Reducción de los Rendimientos del Trigo como
Consecuencia de la Erosión en Malleco (Elizalde, 1970)



El problema de la sedimentación fue importante en el período en que la erosión también lo fue. A fines del siglo pasado se comenzaron a controlar las nuevas dunas que se formaron en la costa como consecuencia del arrastre de las partículas por los ríos hasta su desembocadura (Elizalde, 1970). Actualmente el problema está parcialmente estabilizado y su magnitud es secundaria en relación a otros problemas ambientales. El embanque de los ríos perdió relevancia con el término de la navegación fluvial.

Por otra parte, las dunas costeras cubren 131.000 há que van desde Coquimbo a Chiloé, de éstas el 57% son dunas litorales y 43% son dunas interiores con cubierta vegetal, siendo 47.000 há dunas activas (Chile Forestal, 1984).

La desertificación es el proceso de pérdida de información de los ecosistemas de las regiones áridas o semiáridas como consecuencia de la cosecha indiscrimninada de la vegetación, faunación y suelo. El estado final del proceso es el de *Agri deserti* o desierto agrícola derivado de prácticas degradativas del manejo y utilización del recurso. Según Peralta (1986), el 50% de la superficie del país está afectado por procesos de desertificación.

El proceso se inicia con la introducción de tecnologías agrícolas europeas, durante el siglo XVI y siguientes en las cuales destaca la quema de bosques y matorrales para la

incorporación de tierras a la agricultura, la introducción del ganado ovino y caprino que sobrepastorean dejando el suelo desprotegido, la cosecha indiscriminada de leña y el uso intermitente de cultivos de secano sin el apoyo de prácticas de conservación de suelos (Contreras et al, 1986; Gastó y Contreras, 1979).

En un estudio se determinó que de 300.000 há cartografiadas en la zona del norte, 12.000 son desierto total, 47% terreno afectado por desertificación, 40,3% con algún grado de desertificación y sólo 0,7% sin degradación (Gálvez et al, 1988; Azócar, 1985).

La capacidad de uso de la tierra está relacionada con la capacidad productiva del recurso y con su fragilidad frente a la intervención de las labores agrícolas y eliminación de la cubierta protectora. El tipo de tecnología empleado permite modificar la capacidad de uso del suelo. La tecnología del plástico, especialmente de riego por goteo, ha permitido modificar suelos de capacidad VI y VII, cubiertos de matorral de baja productividad en terrenos de capacidad de uso I y II, actualmente cubiertos de plantaciones frutales de alto potencial productivo, destacando huertos de cítricos, paltos, chirimoyos y lúcumos entre otros. Si esta tendencia continúa, es posible que inmensos sectores de suelos planos, actualmente con frutales, sean abandonados y destinados a cultivos de hortalizas, chacras o cereales, simultáneamente con la ocupación frutícola de terrenos ondulados o cerranos. No existen estadísticas de superficie y productividades en estos ambientes.

Según Lagos (1989), todas las formas de contaminación pueden influir sobre los suelos, por lo cual es preciso señalar que cualquier exceso, por pequeño que sea, de las normas de contaminación atmosférica o de las aguas, contamina acumulativamente los suelos de las regiones circundantes.

Vegetación

Bosques

El área forestal se divide en 7.616.500 há de bosques nativos con valor maderero, 13.604.880 há de monte de protección de escaso valor maderero y de alrededor de 1.300.000 há de cultivos forestales (Chile Forestal, 1988) especialmente de *Pinus radiata*. Los bosques nativos se presentan usualmente en terrenos de capacidad de uso VII, los cuales deben destinarse necesariamente a este propósito. Algunos se presentan en capacidad de uso VI, los cuales son parcialmente conflictivos con el uso ganadero. También hay terrenos parcialmente desmontados y mediocramente habilitados utilizados con cultivos o ganadería,

usualmente en condiciones deficientes. En estos usos se requiere intensificar la transformación, implementando mayor nivel tecnológico. La situación opuesta ocurre con terrenos forestales de capacidad de uso VII o incluso VI, cuya cubierta vegetal fue destruida total o parcialmente en circunstancias en que el uso potencial sea forestal. Se trata de una situación generalizada de conflictos entre bosques, ganadería y cultivos (Gastó, Trivelli y Contzen, 1989).

La situación contraria sucede con los cultivos forestales de *Pinus radiata,* que usualmente se localiza en terrenos de capacidad de uso II o IV y raramente en capacidades forestales, esto se da entre la VII y la X región, especialmente (Zara, 1986). En los terrenos arables, el conflicto es con los cultivos y la ganadería, lo cual afecta a la mano de obra y la rentabilidad. Sin embargo, en cuanto a balanza de pago, el cultivo forestal genera mayores divisas (Gastó, Trivelli y Contzen, 1989).

Según Caviedes y Lara (1983) la reforestación de más de un millón de hectáreas plantadas con pino insigne, ha promovido la destrucción de bosques nativos, tales como 4.900.000 há de renovales de roble y raulí, fácilmente manejables y de alta productividad. Además, que este monocultivo ha sido plantado en terrenos aptos para la ganadería y cultivos, desde la VII hasta la X región, contraviniendo la idea original de ocupar áreas con suelos desnudos, erosionados, sin otras opciones de manejo, lo cual no se ha hecho allí por la baja rentabilidad.

Lara (1986) sostiene que de mantenerse la tasa actual de destrucción de bosques nativos, debido a la expansión de pino insigne, en 15 ó 20 años más los bosques naturales potencialmente productivos de las regiones VII, VIII y IX habrán desaparecido.

Praderas

La región de Aysén ha estado expuesta a una explotación histórica indiscriminada de los bosques nativos y estepas de coirono. Entre las causas se puede citar: la falta de conocimiento sobre recursos naturales, el carácter temporal de las sociedades ganaderas, el bajo nivel socioeconómico, la inestabilidad y la fragilidad de los ecosistemas, todo lo cual ha tenido impactos en la fauna, flora, suelo, agua y geomorfología.

El ciclo destructivo esquematizado es el siguiente:

Bosque nativo → deforestación → praderas → sobrepastoreo
→ deterioro → agente hídrico → suelo erosionado.

De un total de 1.378.995 há estudiadas en la zona de la Patagonia se obtuvieron los siguientes resultados:

— Erosión no aparente: 23 % superficie.
— Erosión moderada a muy severa: 50% superficie.

Placas, zanjas o mantos cubren hasta un 75% de la superficie, especialmente en pendientes acentuadas en zona de Pampa. En la región estepárica el suelo se encuentra descubierto en más de un 30% de su superficie (IREN, CORFO, 1979).

De 1.400.000 há de aptitud forestal en erosión avanzada se han reforestado solamente 18.000 há.

Incendio

El fuego ha sido la principal arma deforestadora. En los últimos 60 años se han quemado 3 millones de há; anteriormente se habían quemado 1,7 millón de há (IREN, CORFO, 1979).

La acumulación de fitomasa en los bosques y matorrales ubicados en las cercanías de las ciudades y pueblos, es una consecuencia de la menor presión de cosecha del recurso debido a la oferta de combustibles tales como kerosene y gas licuado, en condiciones más ventajosas que la cosecha de leña por la población. De manera análoga, las praderas marginales de cerros y montañas no son normalmente utilizadas por el ganado. Las altas tasas de interés no permiten, por razones económicas, dilatar el crecimiento del animal, utilizando pastos de bajo volumen y digestibilidad, tal como ocurre con esas praderas.

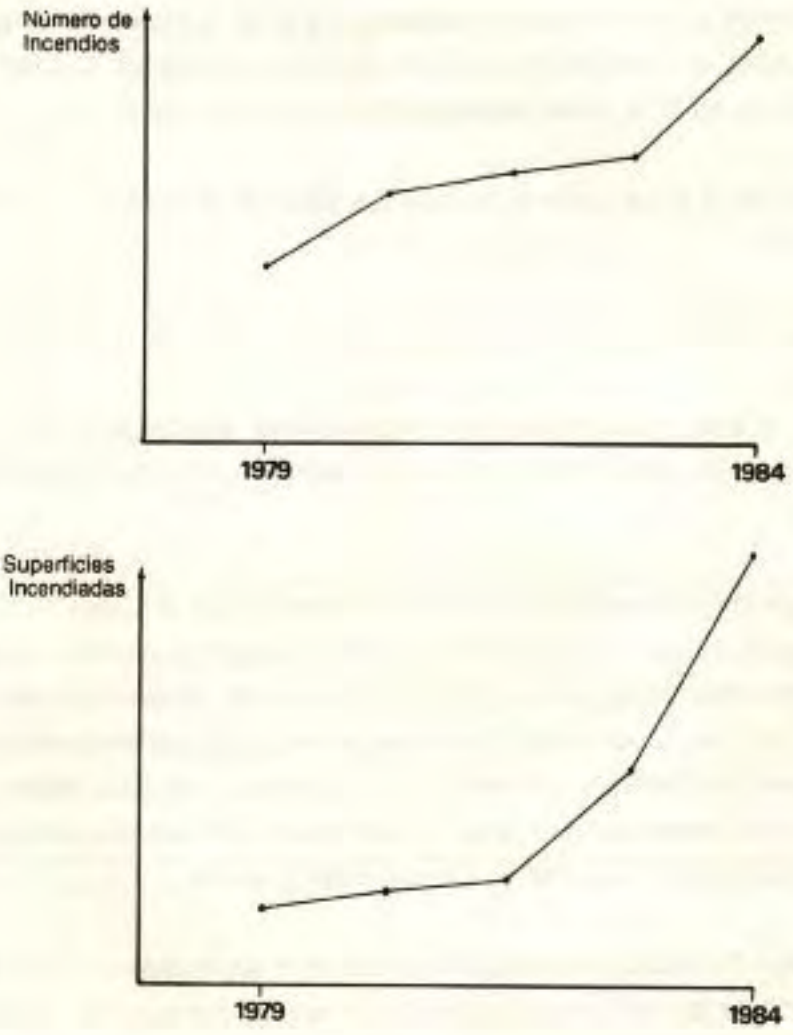
En el secano Templado Secoestival el combustible acumulado como leña y como pasto seco, durante los meses del estío mediterráneo, es altamente combustible, en días calurosos y secos. La presencia de la población y el uso que hace del fuego desencadena incendios forestales que año a año se incrementan tanto en número como en superficie afectada (Figura Nº 2.10).

El mecanismo erosivo del incendio es el siguiente (Bustos, 1985):

1. Plantación con especies no resistentes al fuego,
2. Incendio natural o artificial,
3. Suelo descubierto y agente erosivo,
4. Erosión.

FIGURA Nº 2.10

Incendios Forestales Ocurridos entre los Años 1979 y 1984
(guerra, 1986)



Leña

En Chile las poblaciones de las áreas rurales que viven en condiciones de pobreza satisfacen el 98% de sus requerimientos energéticos con leña y carbón (De la Jara, 1987). El aumento de los precios de fuentes energéticas alternativas incrementa el consumo urbano y rural de leña (véase Cuadro Nº 2.2).

Como consecuencia se tiene que: la tala de la vegetación leñosa erosiona los suelos donde se practica agricultura de subsistencia, incrementándose la dificultad para recolectarla y disminuyendo la calidad de vida por su agotamiento. El acelerado uso de madera como combustible se explica por su bajo costo para producir una similar cantidad de calor. Es imperioso impedir deforestación, especialmente en zonas próximas a centros urbanos y llevar a cabo programas de arborización y protección, y de explotar racionalmente el bosque y los matorrales para producir y comercializar la leña.

CUADRO Nº 2.2

Fuentes de Energía y Precio
(en pesos por Kwh)

Fuente energt.	$/Kf^{-1} equivalente electricidad	KcalEquivalente $KwhKg^{-1}$	Precio Kwh	Rendimiento (%)	Precio en Kwh equivalente*
Leña	3	4.500	5,21	0,57	60	0,95
Leña(Stgo)	8	4.500	5,21	1,54	60	2.56
Kerosene	69	11.100	12,73	5,42	50	10,84
Gas Lic	100	11.800	13,66	7,32	60	12,20
Electric	-	-	-	21.00	76	27,63

*Base precios Talca, 1987.

Fauna

Numerosas especies de mamíferos chilenos se encuentran en peligro de extinción. Benioit (1986) ha señalado a las siguientes: huemul, chinchilla, chinchilla cordillerana, nutria y lobo marino; y entre los vulnerables: vicuña, huemul del norte y guanaco. Las raras son: gato montés y zorro chilote.

Las aves en peligro de extinción son: picaflor y fardelas negra y blanca de Juan Fernández. Entre las especies vulnerables están: torcazo, tagua, parina, flamenco, perdiz y tricahue.

Causas

Las causas de la erosión genética de la fauna chilena son numerosas, destacándose entre éstas la captura indiscriminada y la caza excesiva. Numerosas especies capturadas han evolucionado en sistemas estables, por lo cual no han desarrollado mecanismos de recuperación de la población luego de las catástrofes originadas en su extracción. El objetivo de esta captura ha sido la venta del animal vivo como "pet", tal como ha ocurrido con el loro tricahue y las lagartijas; la obtención de pieles, tal como en la chinchilla, vicuña, guanaco, nutria y lobo marino; la obtención de carne de guanaco, huemul, vicuña, cetáceos, y la obtención de lana y huevos como en la vicuña y el ñandú.

Tan generalizado como lo anterior ha sido la destrucción del hábitat donde la especie se desarrolla, lo cual se manifiesta en el desecamiento de bofedales y lagunas en el altiplano, la tala del bosque nativo y la quema del matorral. La transformación de bosques y matorrales en cultivos y pastizales originó un cambio de hábitat y el reemplazo de la fauna nativa por ganado doméstico y especies vegetales cultivadas.

Existe competencia entre el ganado doméstico con las especies nativas, tal como el caprino con la chinchilla, ganado mayor con el huemul y ovinos con guanacos. El ganado doméstico afecta a través del parasitismo al huemul, el cual no posee mecanismos de defensa, El coatí, especie introducida, depreda fardelas en Juan Fernández, como asimismo la rata doméstica a los picaflores.

Conservación y Manejo

Algunos programas de conservación han sido exitosos, entre los cuales cabe destacar el de la Vicuña en el Parque Lauca, en la Primera Región, donde en 1977 se contabilizaron 1.093 ejemplares y en 1988, luego de un cuidadoso programa de manejo, su número ascendió a 18.114. El guanaco también ha aumentado su número, luego de una reducción abrupta en los últimos siglos, cuando alcanzaba a cerca de 1.000.000 de ejemplares. Actualmente existen menos de 25.000 ejemplares, llevándose a cabo un programa de manejo que ha permitido incrementar su población, especialmente en la región austral.

En 1983 se creó la Reserva Nacional de la Chinchilla, en Aucó, IV región, donde se protege la población, a pesar de lo cual su número se mantiene estable. Existen además otros programas de conservación con un éxito relativo: en flamencos, tricahues y huemules.

Contaminación

Las playas del litoral del país son receptorio de elementos contaminantes provenientes de diversas fuentes tales como (Brown, 1989):

— Residuos de las industrias pesqueras y de la actividad portuaria.

— Vaciado de aguas servidas sin tratamiento (alcantarrillas) con alto contenido de patógenos.

— Vaciado de aguas servidas sin tratamiento con desechos industriales, líquidos y sólidos.

— Vaciado de afluentes mineros, con contenido de metales pesados (relaves mineros).

— Derrame de hidrocarburos y petróleo proveniente de refinerías de petróleo y desde naves (barcos que transportan petróleo) (Figura 2.11).

Los efectos de la contaminación marina se expresan en:

— Disminución de las especies hidrobiológicas marinas por efecto del deterioro de la calidad del agua.

— Contaminación bacteriana de las playas, lo cual atenta contra la salud de la población y disminuye la aptitud de las playas para la recreación.

— Contaminación de especies hidrobiológicas comestibles con metales pesados y patógenos que afectan la salud humana.

Algunos casos relevantes de contaminación marina ilustran la inquietud de la población acerca de esta temática:

— Contaminación de afluentes mineros, con alto contenido de metales pesados en la III región, Bahía Chapaco, en Valparaíso y San Antonio, detectado en especies piscícolas comestibles.

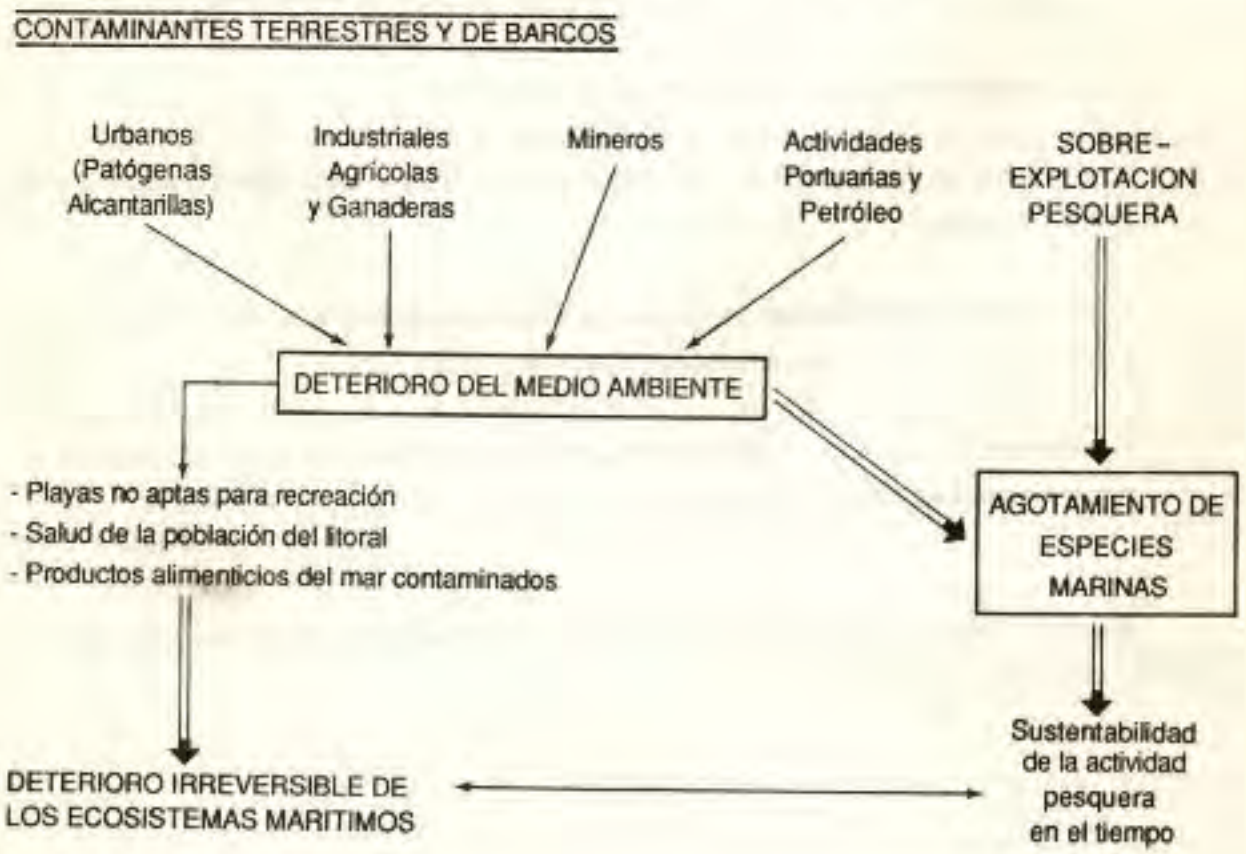
— Contaminación con hidrocarburos, derrame de petróleo en Mejillones (II región), y en Con-Con, provenientes de la refinería de petróleo, lo mismo que en el Estrecho de Magallanes.

— Nueve playas de la V región declaradas no aptas para la salud por su elevada contaminación bacterial proveniente de aguas servidas e industriales sin tratamiento.

— Grave contaminación en Valparaíso y bahías de Concepción, San Vicente y Golfo de Arauco por residuos industriales, pesticidas, actividad portuaria y pesquera, incluyendo derrame de petróleo por tráfico naviero.

FIGURA Nº 2.11

Esquema de las Relaciones Ambientales del Mar



Captura

La actividad pesquera se efectúa a lo largo de todo el litoral de más de 4.200 km desde Arica a Tierra del Fuego y dentro de un área de 200 millas.

Su importancia se ha incrementado desde hace 15 años, cuando la captura era de 0,6 millones de toneladas de desembarque, a 5,37 millones en 1988, ocupando el cuarto lugar a nivel mundial (Banco Central, 1989).

Su aporte al P.G.B. es de aproximadamente el 3,5% (1988) y representó exportaciones por 835 millones de dólares contra 21 millones de US$ en 1973, lo que hace que sea el tercer rubro de exportación nacional (Banco Central, 1989).

Esta actividad es desarrollada por dos subsectores: el industrial y el artesanal.

El sector industrial efectúa la captura con embarcaciones propias de mayor envergadura y desarrolla el procesamiento en plantas de tierra, destinando principalmente estos recursos hacia la harina y aceite de pescado (Cuadro Nº 2.3).

El volumen de captura representa aproximadamente el 91% del total. La inversión existente en flota se estima en 600 millones de dólares.

Este subsector ocupa alrededor de 15.000 trabajadores (Pro-Chile, 1989).

CUADRO Nº 2.3

Caracterización de los Sectores Artesanal e Industrial de la Pesca

	Industrial	Artesanal
Porcentaje Capturas	91	9
Trabajadores	15.000	58.000
Inversión flota	600 millones US$	Embarcaciones pequeñas
Destino Producto	Industrial (harina-aceite)	Consumo fresco, congelado, conservas

El subsector artesanal, operando con embarcaciones menores, aporta para el consumo humano:

— El 85% de los mariscos
— El 100% de las algas marinas

Y aunque su volumen es del 9% del total de capturas, su valor llega al 30% del valor total de capturas.

En las labores de captura actúan más de 50.000 personas y en las industrias de procesamiento (congelado, conservas) más de 8.000 (Pro-Chile, 1989).

Las 5.374.722 ton de desembarque de productos hidrobiológicos generados en 1988 constituyen el tercer rubro más importante de las exportaciones nacionales, y ubican a nuestro país como la cuarta mayor pesquería del planeta, la primera en latinoamérica, el primer exportador mundial de harina de pescado, el quinto exportador de algas secas y el tercer país en desarrollo de acuacultura (Cuadros Nºs 2.4, 2.5 y 2.6).

CUADRO Nº 2.4
Datos comparativos de las Pesquerías Chilenas,
Expresados en Miles de Toneladas de Captura
(Bahamondes, 1989)

Desembarques	Años	
	1987	1988
Algas	117.175	166.139
Peces	4.647.066	5.027.667
Moluscos	107.967	120.803
Crustáceos	30.506	33.357
Otras especies	-	26.756
Gran Total	**4.931.535**	**5.374.722**
Acuacultura		
Algas (Pelipillo)	9.178	23.109
Peces	2.755	5.575
- Salmón plateado	1.769	4.040
- Trucha arco iris	945	3.764
Moluscos	2.003	3.764
- Chorito	1.410	2.226

CUADRO Nº 2.5

Evolución del Sector Pesquero Entre 1973 y 1988

Descripción	Año 1973	1988
Aporte al P.G.B.	0,4 %	3,5 %
Captura (Millones US$ para exportación)	21	835
Captura (Millones de toneladas)	0,6	5,37

CUADRO Nº 2.6

Exportaciones del Sector Pesquero

(Pro-Chile,1989)

Producto	1985		1986		1987		1988	
	Ton	Mill. US$	Ton	Mill US$	Ton	Mill US$	Ton	Mill US$
Harina Pescado	109.000	232,1	1.089.000	314,9	1.095.800	358,6	926.200	458,8
Pescado congelado	39.900	6,7	44,400	68,2	58,700	110,0	77.000	163,4
Moluscos conserva	2.900	13,9	4.000	19,4	7.400	49,2	9.200	48,9
Moluscos congelados	6.500	21,8	2,100	17,9	5.000	2,4	8.700	37,2
Pescados conserva	13.900	10,4	35.300	26,0	37.200	28,5	39.900	32,1
Crustáceos congelados	3.700	19,5	1.800	18,4	4.906	31,4	5.000	24,8
Aceite pescado	135.000	35,7	116.000	18,3	91.800	16,7	74.90	23,3
Agar y Colagar	800	10,1	980	14,1	900	13,61	200	19,2
Otros	2.400	7,8	1.400	8,1	2.000	6,2	4.300	13,1
Algas	20.600	12,9	17,800	8,9	19.200	9,5	24.500	9,9
Crustáceos conservas.	150	2,0	240	1,2	260	4,4	450	6,5
TOTAL	1.334.650	462,8	1.313.000	515,7	1.323.000	652,5	172.100	837,2

A pesar de los espectaculares aumentos de capturas, el consumo de productos hidrobiológicos de la población chilena presenta una tendencia decreciente. El consumo interno, que en 1973 era de 6,3 kg de peso comestible por habitante/año, disminuyó a 4,4 Kg en 1986 (Cárdenas, 1989).

Consecuencias de la sobreexplotación

Bahamonde (1989) plantea las siguientes interrogantes, entre otras:

— El monto de los desembarques, ¿es excesivo o está de acuerdo con la abundancia de los recursos y su capacidad de renovación?

— Los métodos de captura actualmente en uso ¿son los más adecuados o se desaprovechan recursos como consecuencia de capturas indiscriminadas?

— Los métodos actuales de explotación pesquera ¿permiten mantener el monto de los actuales desembarques indefinidamente?

— ¿Existen los conocimientos científicos y tecnológicos que permitan responder, objetivamente, a esta interrogante?

— ¿Qué métodos se pueden adoptar para evitar fenómenos de sobrepesca o de contaminación marina que alteren irreversiblemente el medio marino?

— ¿Con qué desfase llega el progreso científico y tecnológico a incorporarse a nuestras pesquerías?

— ¿Cómo ha contribuido el ritmo creciente de los desembarques y su valorización a mejorar la calidad de vida de los pescadores y de Chile en general? ¿Es posible hacer un esfuerzo por acrecentarlo?

Está establecido y reconocido que la actividad pesquera se ha concentrado en aquellos recursos de mayor precio o de más fácil colocación en los mercados externos llegando en el caso de varias especies al borde del colapso: locos, langostinos y algas gracilarias, o en otras especies o niveles de sobreexplotación: sardina española, anchoveta, jurel, bacalao y merluza del sur.

Base de Datos

Desde la década de 1960, en que se inicia la revolución del comportamiento ambiental, la información ambiental ha llegado a ser un elemento valioso para la toma de decisiones. Según Heathcote (1980) existen dos corrientes de pensamiento y acción, las cuales, con diversos matices, se presentan en el país y se reflejan en los eventos ambientales más destacados que han ocurrido durante los últimos años, suscitando numerosas polémicas.

Desde mediados del siglo XVI, en que se inicia el descubrimiento y conquista de Chile por los europeos, se logra desarrollar una información geográfica cada vez más acuciosa que intenta describir en cartas temáticas y en documentos los recursos naturales y el medio ambiente del país. Las cartas enviadas por el primer gobernador del país, Pedro de Valdivia, al emperador Carlos V, tienen una fuerte inclinación ambientalista. Las numerosas expediciones botánicas y geográficas llevadas a cabo durante la Colonia y los estudios realizados luego de la Independencia, permitieron acumular la información geográfica necesaria para tener una cabal descripción del país. El proceso de agrupar y sistematizar la información del país y de sus recursos se logró con los trabajos acuciosos del Instituto Geográfico Militar y del Instituto Oceanográfico de la Armada. Desde una perspectiva del uso de los recursos y de la ocupación del territorio, la Geografía Económica de Chile (CORFO) logró reunir y sistematizar la información anterior en un solo trabajo de los recursos naturales del país. Otros trabajos posteriores complementan y detallan esta información, tal como la Geografía Agrícola de Chile de Rodríguez (1989). El proyecto aerofotogramétrico de 1956 y los posteriores vuelos realizados, mantienen actualizada la información primaria de los recursos naturales chilenos y de su evolución.

Durante los últimos años la temática ambiental ha sido de mayor interés para la comunidad que la perspectiva geográfica tradicional, por lo cual se han hecho numerosos estudios acerca del tema. Entre los trabajos globalizadores deben destacarse los de Martínez (1982) y Aguilera, Guzmán y Rutman (1984). El trabajo de Soler intenta sintetizar los temas más relevantes del medio ambiente nacional en los diversos capítulos donde los especialistas de cada tema presentan la información más relevante, desde su perspectiva. El objetivo del estudio de Martínez es la educación ambiental para el desarrollo de una conducta ecológica, lo cual lo logra plenamente a través de los diversos capítulos de la obra, que analizan cada uno de los componentes ambientales y al hombre.

Todos estos trabajos contienen una débil base objetiva de información ambiental relevante. Usualmente están presentados en escalas espacio-temporales del país o del mundo, en perspectivas amplias de tiempo. En la actualidad se requiere de una información más detallada de las variables ambientales.

La información ambiental disponible en el país es en general escasa y desorganizada. No existen bases de datos nacionales que agrupen la información ambiental y la parametricen de acuerdo a una sistemática que pondere su relevancia y capture en ubicaciones representativas a los problemas geográficos y con la periodicidad requerida. Salvo en escasas ocasiones, no existen indicadores ambientales confiables y de fácil acceso al público que le permita contar con información objetiva de la calidad del entorno inmediato o de cualquier lugar del país. Uno de los pocos indicadores que hace excepción a lo anterior es el de la calidad del aire de cuatro sectores de Santiago, en lo referente a partículas y a gases. Existe una marcada diferencia entre los indicadores económicos y metereológicos del país, los cuales caracterizan la evolución económica y climática de éste, con información regular, objetiva y accesible fácilmente a cualquier persona.

La información ambiental en algunos casos es abundante, tal como ocurre con el entorno de las refinerías de metales, de los ríos que se utilizan en el tratamiento y evacuación de los desechos mineros, de los alrededores de plantas termoeléctricas y de numerosas industrias que contaminan las aguas, el aire y el suelo. Esta información se maneja normalmente en forma secreta a nivel de gobierno, de las municipalidades y de las empresas, en circunstancias que el público general no tiene acceso a ella. Existe al respecto una confabulación total en torno a mantener desinformada a la población en relación a la calidad ambiental. En otros casos, tal como en la degradación de suelos y destrucción de la flora y fauna, el desorden informativo es tan grande que ni las autoridades ni el público ni los responsables disponen de la información pertinente.

Un hecho generalizado grave en relación a esto es que con frecuencia, en empresas mineras e industriales, el emisor de contaminantes y devastador de los recursos naturales es el que mide, evalúa y autocontrola sus emisiones, sin que el receptor, que pueden ser los agricultores o el público en general, tenga acceso a ello. Las municipalidades en algunos casos delegan la función fiscalizadora en la propia empresa emisora, sin que la comunidad tenga participación. En este aspecto no se puede ser juez y parte.

Una comunidad desinformada no está capacitada para hacer contribuciones positivas y realistas al problema ambiental. La información acerca de la materia que requiere la población debe incluir todos los aspectos relacionados con la calidad de vida, en especial su

relación con la salud y el ingreso derivado de los recursos naturales y del deterioro ambiental. ¿Qué relación existe entre la contaminación atmosférica y las muertes ocurridas por enfermedades respiratorias? Durante los últimos días la prensa indica informaciones contradictorias. Algunos temas son ignorados completamente, tal como el contenido de coliformes en las aguas de los ríos y los canales de riego, el contenido de metales pesados y de sustancias en disolución en las plantas de tratamientos de minerales, el contenido de pesticidas en los alimentos de consumo diario, el contenido de microorganismos patógenos en el agua de bebida y en las hortalizas, el incremento anual en la devastación de bosques nativos y en la superficie erosionada.

De manera análoga la comunidad desconoce también los aparentes efectos positivos del deterioro ambiental tal como la cantidad y calidad del empleo generado por las actividades que contaminan y devastan los recursos naturales y el entorno antrópico. Con frecuencia las actividades de mayor impacto ambiental son las que generan mayor cantidad de empleo y en numerosas circunstancias son, también, las que producen mayores ingresos y oferta de bienes exportables. La comunidad debería estar informada de las relaciones cuantitativas de las actividades que deterioran y mejoran el medio ambiente, desde una perspectiva de sus costos y beneficios.

Frente a un desconocimiento objetivo de la realidad ambiental del entorno y en concomitancia con fuentes abundantes de información periodística y televisiva de naturaleza emocional, aunque con una débil base objetiva, la perspectiva ambiental de la población se distorsiona. Ello obedece a la otra corriente de pensamiento planteada por Heathcote (1980) que localiza el comportamiento humano en actitudes prejuiciadas y en motivaciones interiores como la clave para comprender las reacciones del hombre con su entorno. Durante los últimos meses la prensa ha destacado numerosas noticias, especialmente relacionadas con la contaminación atmosférica de Santiago y con la pesca, en las cuales lo que predomina son las opiniones desinformadas en lugar de las soluciones informadas.

Cibernética

La cibernética concierne con el control y la comunicación en sistemas formados por organismos vivos y otros artefactos. La cibernética debe ser considerada como otra forma de plantear un problema (Margalef, 1968; Ashby, 1956).

Los problemas ambientales deben ser referidos y planteados en un contexto de la cibernética.

La cibernética es la ciencia de los principios generales de regulación y control, de los medios de control y de su utilización en ingeniería, organismos vivos y en la sociedad humana.

Los procesos de control involucran siempre la transmisión, acumulación, almacenamiento y procesamiento de la información acerca del objeto controlado, procesos, condiciones ambientales, programa de trabajo, etc. Obviamente, la naturaleza del transportador de la información varía ampliamente de un sistema a otro a través de señales de sonido, luz, mecánicos, eléctricas o químicas. Lo importante es que independientemente del transportador, la información obedece a ciertas leyes cuantitativas (Pekelis, 1974).

En el trabajo de Shannon se planteó un modelo esquemático de un sistema de comunicación caracterizado por su simpleza, claridad y generalidad, siendo útil para multiplicidad de disciplinas, a través de un estudio titulado "La teoría matemática de la comunicación" (Shannon, 1948; Shannon y Weaver, 1949). El modelo contiene seis elementos: fuente de información, codificador, mensaje, canal, decodificador y receptor.

La información contenida en la naturaleza, el porqué es así y no en otra forma, permite una reconstrucción parcial del pasado. Sólo un universo hipotético compuesto solamente de energía no tendría pasado. El desarrollo de meandros en un río y el aumento de la complejidad de la corteza terrestre a través de diferentes épocas de orogenesis son instrumentos de almacenamiento de energía al igual que lo son los sistemas de autoorganización. La información se expresa por un mecanismo y el almacenamiento de información significa un aumento en la complejidad del mecanismo. El éxito de la vida emerge de la miniaturización. Depende del embalaje, en un espacio pequeño de numerosos mecanismos que se sobreponen maravillosamente y que persisten en virtud de circuitos reguladores internos y suficientemente amplios que permiten llevar internamente promesas de un desarrollo futuro (Margalef, 1968).

En sistemas cibernéticos, cualquiera que éste sea, se requiere que contengan una capacidad de permanecer como tales. Finalidad se iguala con persistencia, y ésta es más aparente si su forma exterior se mantiene. En esta forma, se tiene que el conservacionismo se presenta como una ley de la naturaleza y los sistemas que presentan la mayor estabilidad de la forma, en los cuales no se adicionan otras propiedades no incluidas, pueden ser considerados como los mejores canales de información. Se puede deducir de la teoría cibernética general que cualquier sistema que puede adoptar diversos estados, automáticamente permanece o adapta el más estable. En ello se basa la teoría de la selección natural.

Una de las propiedades básicas de la naturaleza, desde el punto de vista de la cibernética, establece que el intercambio de información entre dos sistemas que difieren en su contenido no resulta en la ecualización de ambos, sino en un aumento de la diferencia. El sistema con mayor contenido se hace aún más rico, como consecuencia de este intercambio. Cualquier intercambio incrementa el contenido de información del componente mejor informado. Los sistemas mejor informados son capaces de seleccionar la información, de manera de asimilar y retener la información pertinente y rechazar la impertinente (Margalef, 1968).

En el manejo y mejoramiento de la calidad ambiental se requiere organizar el sistema como un mecanismo cibernético capacitado de asimilar, almacenar y elaborar información de manera que, a través de la selección natural y de la toma de decisiones, el sistema evolucione cada vez hacia estados mejor informados y con mayor capacidad de sobrevivencia.

La información no es ni materia ni energía. En ecología, información se puede definir como una función del cuociente de las probabilidades (Margalef, 1958; Brillouin, 1956). Esto indica que la utilización de ella no siempre conduce a resoluciones acertadas ya que, en gran medida, sólo está suponiendo una presunción lógica de la realidad.

A medida que la humanidad y las civilizaciones han ido progresando, los instrumentos de captura, medición y procesamiento de la información se han ido haciendo cada vez más precisos, mejorando la calidad de los datos extraídos. A su vez, el desarrollo tecnológico del hombre se debe, en gran parte, a los elementos científicos que puede utilizar, por ejemplo, la aplicación de las matemáticas en estadística y probabilística y a la utilización de la física, química y otras ciencias básicas como fundamentos del crecimiento y progreso. Esto ha permitido que las estructuras tecnológicas o tecnoestructura, sean cada vez más eficientes, aunque a veces, mal utilizadas, producen graves catástrofes y deterioro del ambiente.

Una característica esencial de los sistemas cibernéticos es la retroalimentación. A través de ello, el sistema recibe información de los efectos o resultados de sus operaciones de control.

Retroalimentación es la acción ejercida por la señal de salida de un sistema en el control del ingreso al sistema. La retroalimentación opera en áreas muy diferentes tales como la ingeniería, la biología o en cualquier ecosistema, incluyendo por lo tanto el ecosistema urbano, el mar y los cultivos, conservación de recursos, eficiencia de trabajo,

comercialización, o cualquier otra, está regulado por mecanismos cibernéticos de retroalimentación. El comportamiento ambiental, la conservación de los recursos y la emisión de desperdicios al entorno antrópico deben estar controlados por mecanismos cibernéticos de regulación y control.

La retroalimentación permite a los científicos de la cibernética plantear lo universal, el carácter general del concepto e insistir que opera en cualquier situación donde se interconectan equipo y sistemas para formar una nueva combinación. Estas combinaciones, estos nuevos sistemas deben ser armónicos y retener algunas características propias de las partes que lo integran, al mismo tiempo que generar nuevos atributos emergentes (Pekelis, 1974).

La retroalimentación que permite que el sistema que genera algún proceso se mantenga en un valor central se denomina retroalimentación negativa. Este es el tipo de retroalimentación que se produce en los sistemas de regulación automática, tal como ocurre con las poblaciones animales, rendimiento de los cultivos o el comportamiento de una ciudad. El proceso opuesto que tiende a alejar el sistema del valor original, haciéndolo cada vez mayor o menor, se denomina retroalimentación positiva. Numerosos procesos ecosistémicos son de retroalimentación positiva, tal como ocurre con la desertificación y con la aplicación descontrolada de pesticidas para el control de plagas.

Un sistema regulador es un arreglo de componentes físicos y biológicos conectados o relacionados, de tal manera de comandar, dirigir o regularse a sí mismo o a algún otro sistema (Distefano, Stuberud y Williams, 1969). En un ecosistema urbano, terrestre o marino, al igual que en cualquier otro sistema, existen sistemas controlados y sistemas controladores (Figura 2.12). Algunos de ellos operan en forma natural, como ocurre con las poblaciones de predadores y presas y otros interactúan con el hombre, tal como ocurre con el rendimiento de los cultivos a través de mecanismos naturales y de controles o decisiones administrativas y de manejo que regulan la productividad.

El *input* del sistema es el estímulo o excitación aplicado al sistema controlado desde una fuente externa de aportes, usualmente con el propósito de producir una respuesta específica del sistema controlado, que puede o no ser igual a la respuesta específica implicada en el *input*.

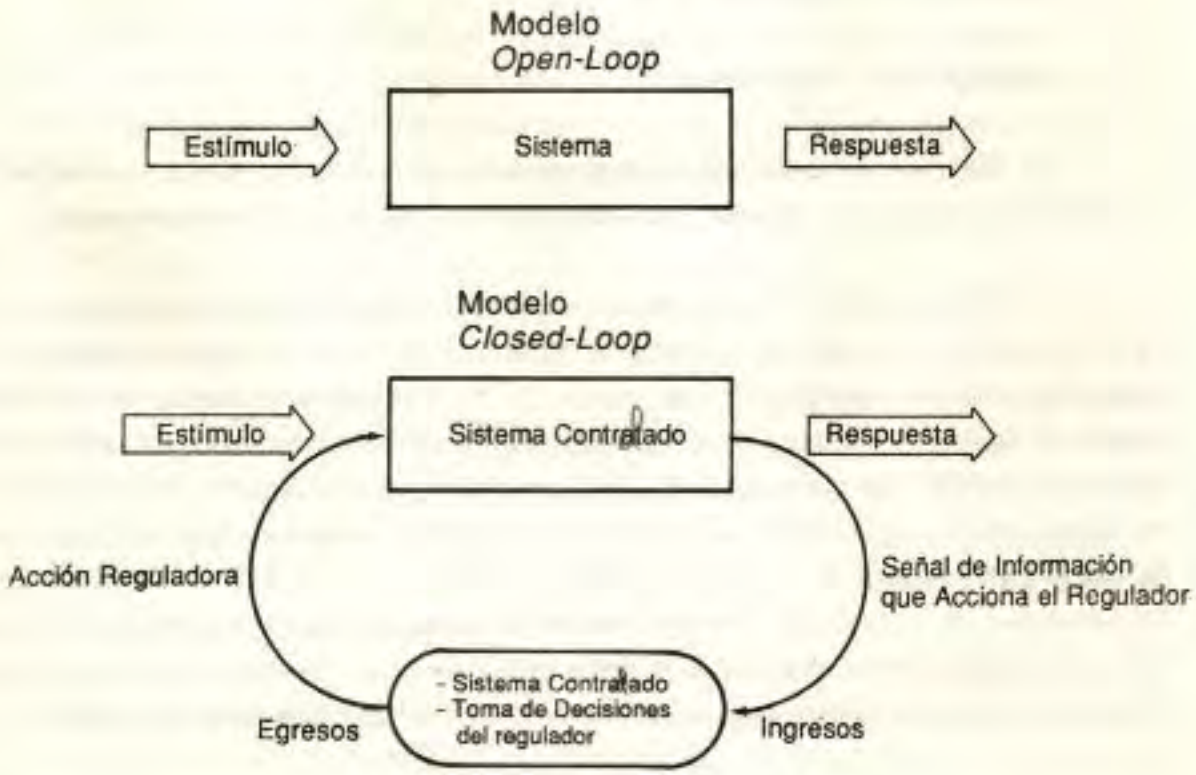
En un sistema cibernético existen por lo tanto cuatro elementos sustantivos:

Sistema controlado
Estímulos
Respuestas
Sistema controlador.

Las respuestas entre ellos se producen a través del flujo de información entre los elementos y de mecanismos automáticos que reciben u ordenan esta información y emiten otra nueva, que regula o controla al sistema.

FIGURA Nº 2.12

Esquema de un Sistema del Tipo *Open Loop* y Uno de Retroalimentación



El propósito del sistema de control usualmente es identificar o definir el estímulo y la respuesta. Dado un determinado estímulo y respuesta de un sistema o parte de un sistema es posible identificar o definir la naturaleza de sus componentes. Los sistemas cibernéticos

pueden tener más de un estímulo y respuesta. Con frecuencia todos los estímulos y las respuestas están bien definidos en la descripción del sistema, pero algunas veces no lo están (Distefano, Stuberud y Williams, 1967).

Existen, según estos autores, tres tipos principales de sistemas cibernéticos:

Sistemas antrópicos de control

Sistemas naturales, incluyendo los sistemas biológicos, y

Sistemas de control cuyos componentes son una combinación de natural y antrópicos. Este último caso es el que corresponde al ecosistema predial y al urbano.

Los sistemas cibernéticos se clasifican en dos categorías principales:

anillo-abierto (*open-loop*)

anillo-cerrado (*closed-loop*).

La distinción entre ambos se determina por la acción de control, que es aquella cantidad responsable de la activación del sistema para producir un determinado *output.*

El sistema urbano y su entorno ambiental desinformado puede ser considerado como un sistema cibernético del tipo *open-loop,* en el cual no existe un sistema regulador que reciba una señal de información que lo accione. Un sistema urbano moderno, bien diseñado y organizado debe ser un sistema de retroalimentación negativa donde la señal de salida activa el sistema controlador que ejerce en esta forma una acción reguladora sobre el estímulo, lo cual no ocurre casi en ningún caso en el país. Las mediciones de la calidad del aire a través de sus índices de partículas y de gases son la señal de información que acciona el mecanismo regulador que en el caso de Santiago son la restricción vehicular y la paralización de las industrias contaminantes, hasta que la señal deje de actuar. Se trata en este caso de un sistema de control cuyos componentes son una combinación de naturales y antrópicos.

Particularidades del Espacio Chileno

Las características ambientales de los ecosistemas del país presentan diferencias marcadas de un lugar a otro del territorio. Estas características generan condicionantes que afectan el uso de los espacios y los estilos de desarrollo, que los hacen diferentes de otros países de la Tierra.

Las estadísticas indican que existe una ínfima proporción del territorio de clase de capacidad de uso I, la cual corresponde a los suelos de mejor calidad, siendo de sólo 0,12%, equivalente a 90.800 há, de capacidad de uso II, que representa características casi tan favorables como la anterior que alcanza a 0,94%; es decir, 712.000 há. Las clases III y IV que son más limitantes, aunque también son arables, representan en conjunto 5,9%. El total de suelos arables es de 5.268.000 há, lo cual equivale al 6,96% (Gastó y Gastó, 1970).

Las tierras de capacidad de uso VIII, es decir, sin uso agrícola, son el 65,1% de la superficie y corresponden a desiertos, cordilleras, glaciares, playas y roqueríos, los cuales difícilmente pueden ser transformadas en tierras de cultivos de alta productividad. Las posibilidades de aplicar alta tecnología para modificar su capacidad de uso son remotas. El resto de las capacidades de uso V, VI y VII abarcan el 27,9% del país y son en general de bajo potencial productivo.

De manera análoga se tiene la capacidad de uso de la atmosfera y de la hidrosfera. Se podría plantear que la atmosfera que cubre un territorio o cuenca atmosférica tiene también una capacidad de uso de acuerdo a su composición química, densidad, temperatura, contenido de humedad y fases de renovación por el viento y por las inversiones térmicas. La capacidad de uso de la atmosfera no ha sido nunca considerada en la asignación de uso de un territorio ni en los planes de desarrollo del país. La hidrosfera, expresada a través de las cuencas hidrográficas, lagos y ríos que atraviesan el territorio, también tienen una capacidad de uso de acuerdo a su composición química, partículas en suspensión, temperatura, pendiente, velocidad, contenido de materia orgánica, variaciones estacionales y contenido de oxígeno. Al igual que con la atmosfera, la capacidad de uso de las aguas continentales tampoco ha sido considerada en la asignación del uso que se le ha dado.

El clima templado secoestival o mediterráneo del centro del país, donde se conjugan las noches frías, los cielos luminosos, semiáridos o subhúmedos, presenta las condiciones ideales para la producción agrícola y para los asentamientos humanos.

Las condiciones climáticas del país varían entre rangos muy amplios que incluyen los dominios Desértico, Estepárico, Templado Secoestival, Templado Húmedo, Boreal Húmedo, Tundra y Nival. Las capacidades de uso de la atmosfera en cada caso son muy diferentes.

La cordillera de los Andes, que se localiza en el costado oriente del país, a pesar de su baja productividad vegetal y animal se comporta como una cuenca de captación de agua que da origen a numerosos ríos que permiten el riego de los valles y el desarrollo de industrias, ciudades, generadores eléctricos y minería que comparten el uso de este recurso. Cada río presenta sus particularidades que lo hacen distinto de los demás, en su magnitud y comportamiento.

La distancia y aislación del país respecto de las naciones más desarrolladas del mundo, que son a la vez las que más contaminan, no afectan al medio ambiente del país, pues las masas de aire provienen de sectores no contaminados. Tampoco se tienen sistemas fluviales internacionales que lleguen al país desde zonas industriales o demasiado pobladas. Se puede afirmar, entonces, que los niveles de contaminación del país son generados internamente, salvo los que puedan llegar en alimentos o como consecuencia de los ensayos nucleares practicados en el Pacífico Sur.

En lo referente a los recursos vegetales y animales del país, se encuentran localizados en lugares geográficos definidos y obedecen a condicionantes ambientales de suelo, atmosfera, agua y clima. La composición taxonómica y la estructura de la biocenosis le da, al igual que en los casos anteriores, particularidades de producción, calidad, fragilidad que condicionan su manejo y utilización, de acuerdo al tipo de recurso y región del país.

Uso del Espacio

El hombre organizado social, cultural y laboralmente destina la tierra para diversos usos, a saber: residencial, industrial, cultivos, ganadería, forestal, minero, protección y sin uso. El desarrollo regional y la ocupación del espacio se explica por la interacción entre los factores naturales del medio que representa el escenario ecológico del país, los procesos sociales de organización antrópica y el desarrollo tecnológico, todo lo cual se expresa en la organización espacio-temporal de ocupación del territorio.

Durante las últimas décadas, la tendencia de la población a agruparse en centros urbanos es notable, lo cual se expresa en la existencia de un 83% urbano y 17% rural, en oposición a lo que ocurría originalmente, como, por ejemplo, a comienzos del siglo pasado,

que era casi exclusivamente rural. Anteriormente, en 1703, el Rey ordenó en una Real Cédula que todos los campesinos habitaran en aldeas so pena de ser desterrados o enviados a presidio (INE, 1988; Gay, 1865). Esta tendencia posiblemente continuará por un tiempo prolongado, siendo difícil revertirla. Las ciudades y pueblos donde se concentra la población se sitúan en los mejores suelos, climas y aguas del país. Son escasos los poblados que no se localizan en suelos arables de alto potencial entre los cuales cabe destacar Valparaíso, Puerto Montt, Valdivia e Iquique, en oposición a las de mayor población que se ubican en los lugares más favorables tal como Arica, Santiago, San Felipe, Rancagua, Talca, Chillán, Temuco y Osorno.

Las ciudades del país se caracterizan por utilizar agua de excelente calidad química y sanitaria y de devolverla a los cauces sin tratar, contaminando y deteriorando el ecosistema acuático en su curso posterior. Lo mismo ocurre con el aire, el cual también se contamina sin restricción. En ocasiones, los desechos atmosféricos no se evacuan en forma natural y se mantienen afectando al propio emisor, tal como ocurre en Santiago.

El uso industrial del espacio en el país ha obedecido durante las últimas décadas a condicionantes políticas, sociales y económicas sin ninguna restricción ecológica. Las cien industrias más contaminantes de Santiago, en general, no tienen ventajas materiales ni económicas de estar ubicadas en Santiago, salvo razones sociales de usufructuar de los beneficios que ofrece la ciudad para vivir, especialmente para el estamento técnico y directivo. Numerosas industrias que originalmente se ubicaban en Valdivia, en condiciones atmosféricas favorables, en lugar de continuar con su ritmo de desarrollo, se trasladaron hacia Santiago en condiciones ambientales desfavorables, por lo cual deben cesar sus actividades cuando la calidad atmosférica se hace crítica, además de afectar permanentemente a la población.

El uso de la tierra en cultivos agrícolas se centra en los valles y llanos más productivos de la zona central, en las mismas ubicaciones donde se localizan las ciudades y las industrias. Existe en este caso sólo un conflicto de uso de la tierra y del agua, pues desde una perspectiva ambientalista, los cultivos no generan problemas ambientales de la atmosfera y del agua. En ocasiones, en ecosistemas montañosos, han generado problemas de erosión (Elizalde, 1970) y de desertificación (Peralta,1986; Contreras, et al, 1986), en este último caso combinado con la ganadería.

El uso ganadero ha desencadenado el deterioro de las praderas de extensas áreas del país en sectores del Altiplano, Veranadas de la cordillera y estepa patagónica, donde luego de un siglo de utilización se encuentran en condición regular a pobre (López, 1988). En otros

casos, especialmente la zona templada secoestival y templada húmeda, la ganadería ha estimulado el desarrollo y conservación de los suelos, complementándolos con los cultivos y bosques.

El área forestal, por otra parte, se divide en 1.300.000 há de cultivos forestales, especialmente *Pinus radiata,* 7.616.500 há de bosques nativos con valor maderero y 13.604.880 há de montes de protección y monte abierto-pradera, de escaso valor maderero (Chile Forestal, 1988). Los bosques nativos usualmente se presentan en terrenos de capacidad de uso VII, los cuales deben necesariamente ser destinados a este propósito. Algunos se presentan en capacidad de uso VI, los cuales son parcialmente conflictivos con el uso ganadero. También hay terrenos parcialmente devastados y mediocremente habilitados, utilizados con cultivos o ganadería, generalmente en condiciones deficientes. En estos casos se requiere intensificar la transformación implementando mayor nivel tecnológico. La situación opuesta ocurre con terrenos forestales de capacidad de uso VII o incluso VI, cuya cubierta forestal fue destruida total o parcialmente, en circunstancias que su uso potencial es forestal. Se trata de una situación generalizada de conflictos entre cultivos, ganadería y forestal.

La situación contraria sucede con los cultivos forestales de *Pinus radiata* y Eucalipto, que corrientemente se localizan en terrenos de capacidad de uso II a IV y raramente en capacidades forestales, esto se da entre la VII y la X región, especialmente (Renares, 1986). En los terrenos arables, el conflicto es con los cultivos y la ganadería, lo cual afecta a la mano de obra y la rentabilidad. Sin embargo, en cuanto a balanza de pago, el cultivo forestal genera mayores divisas.

La actividad minera se localiza normalmente en terrenos de montaña o en terrenos ondulados, donde la actividad agrícola, urbana e industrial es insignificante. La superficie ocupada por minas, tranques de relave y refinerías son en general pequeñas, por lo cual los conflictos intersectoriales no son significativos. Además, la minería se ha localizado principalmente en la zona norte, donde la agricultura, las ciudades y las industrias son escasas.

Los conflictos intersectoriales con la minería no son por espacio sino de naturaleza hídrica y atmosférica. En el Norte Grande la minería utiliza recursos hídricos que podrían ser aprovechados en agricultura, tal como ha ocurrido con la desecación de bofedales en la cordillera septentrional. En este caso, razones de rentabilidad y de empleo hacen difícil argumentar en defensa del uso agrícola del recurso.

La contaminación de las aguas de riego por las actividades mineras es de importancia en la región mediterránea. Los volúmenes de agua utilizados en los procesos de extracción y tratamiento esterilizan los ríos para la vida acuática y adicionan elementos que deterioran la calidad para ser utilizada en el riego de cultivos. El peligro de este tipo de deterioro ambiental puede, en el largo plazo, ser considerable al contaminar gradualmente las aguas subterráneas. En este concepto debe destacarse las cuencas del Mapocho-Maipo, Aconcagua y Cachapoal en la zona central y del Loa y Salado en el extremo norte.

En este sentido existen esfuerzos incipientes por desarrollar estructuras tecnológicas que protejan el ambiente, especialmente en lo referente a tranques de relave y a mejorar los procesos ambientales en las minas (Sanhueza, 1988; Anónimo,1986).

La contaminación atmosférica en los terrenos circundantes a las refinerías mineras ha provocado grandes daños a la agricultura a través de las emanaciones de gases de los mismos (González y Berquist, 1984). En un alto grado se ha debido a situaciones de descuido y arrogancia de las refinerías que no han sido implementadas para purificar adecuadamente las emanaciones gaseosas. Dado el tamaño de sus actividades y la importancia económica han contado con asesoría legal que les ha permitido tener éxito en la defensa de causas injustas, que pudieron haberse resuelto relativamente bien con un costo moderado. A este respecto debe mencionarse como ejemplo de lo anterior la refinería de Ventanas en Quintero.

Complementariamente a lo anterior, debe destacarse la ubicación de las refinerías en zonas agrícolas, sin considerar el movimiento de las masas de aire.

Existe, finalmente, un conflicto originado en la destrucción de la cubierta vegetal de los recursos mineros y de sus alrededores, especialmente la pequeña y mediana minería. Al término de las operaciones, extensas áreas quedan desprotegidas, sin la cubierta vegetal original, la cual no se reemplaza una vez concluida la faena. En los alrededores de las minas, se produce a menudo un daño generalizado originado en la cosecha indiscriminada de los recursos, especialmente de leña y por la acumulación de desperdicios mineros y humanos. El sector queda completamente desertificado.

Las áreas de protección incluyen un total de 13.604.880 há destinadas a Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales, junto con áreas complementarias de Santuarios de la Naturaleza, lugares de Interés Científico y Reservas Genéticas (Chile Forestal, 1988). El área destinada a este uso es una alta proporción del territorio nacional, alcanzando al 17,5% de la superficie continental del país que cubre 75.662.000 há (Hormazábal, 1987). Anualmente una amplia superficie de tierras originalmente de cultivos

de secano, ganaderas y forestales, localizadas en ambientes marginales, por razones de costos y de rentabilidad son abandonadas y en la práctica ingresan a esta misma categoría.

Conflictos de Uso

Algunos ecosistemas presentan condiciones ideales para ser usados simultáneamente para más de un uso. Los conflictos más relevantes son los siguientes:

cultivo - residencia
urbano - minero
cultivo - minero
forestal - cultivo
ganadero - forestal
protección - forestal
urbano(recreación) - protección
industrial - residencial
protección - cultivo.

El conflicto de uso de las aguas del lago Chungará en el Valle de Azapa es un caso relevante de las relaciones protección-cultivo. La expansión de las ciudades de Santiago, Arica, Rancagua y Quillota son ejemplos de conflictos cultivo-residencial. La contaminación de las aguas del Cachapoal, Alhué y San Francisco generan el conflicto minero-cultivo. La eliminación de las aguas servidas al Mapocho desencadena un conflicto urbano-cultivo-urbano, luego que las hortalizas regadas con aguas servidas afectan la salud de la población.

El uso de tierras de cultivos agrícolas por cultivos forestales reduce la superficie agrícola y afecta las posibilidades y características del empleo. Recientemente se ha hecho obvio el conflicto industrial-residencial al alcanzar niveles de contaminación atmosférica proveniente de una proporción de las industrias contaminantes que rebasan la capacidad de evacuación de contaminantes por la atmosfera que rodea a Santiago y otras localidades del país tal como Puchancaví. Otro conflicto reciente es entre protección forestal, el cual se ejemplifica en la protección de la Araucaria, del Alerce y del bosque nativo en general.

Los problemas de conflictos en el uso de recursos y de los espacios en general, son una situación nueva en el país que han alcanzado magnitudes preocupantes durante el último tiempo. En algunos casos el asunto afecta tanto a la dimensión social como a la económica y a la

política, como es el caso del aire de Santiago. Algunos días el aire se asigna sólo para respirar y otros para las industrias y otros para la locomoción, en forma combinada con respirar.

Uso Múltiple

Los conflictos de uso se resuelven en el mundo moderno a través de la asignación de usos y combinaciones de uso a cada recurso, de acuerdo a procedimientos objetivos bien reglamentados. A raíz de conflictos en el uso de las tierras forestales, en EE. UU. se dictó, en el año 1959, una ley de Uso Múltiple en la cual se establecían mecanismos para seleccionar opciones independientes o combinadas a dos o más usos.

Los usos considerados en esa legislación y en las prácticas incluían: producción de madera, de agua, praderas, fauna silvestre, recreación, protección y minería. Se consideró en la época que esa ley, fue una de las más importantes dictadas durante ese año por el Congreso de los Estados Unidos.

El uso de un recurso obedece a las necesidades prioritarias de la población por ese recurso de acuerdo a una escala de valores preestablecida y a las necesidades de la población. Los conflictos de esta naturaleza se resuelven por teoría de juegos y teoría de valores a través de la aplicación de técnicas de programación bien conocidas, tal como la programación de metas y la programación matemática en general (Alvariño, 1987; Bell, 1976; Barney y Rudolph, 1981). La legislación actual de los EE. UU. está avanzada en esta materia, lo cual ha permitido mitigar la tendencia creciente de deterioro ambiental. En Chile se requiere también establecer mecanismos más objetivos de asignar el uso combinado de los recursos en situaciones conflictivas de interés y opciones.

IV. Economía y Ecología

Economía y Crematística

Existe una diferencia sustantiva entre economía y crematística que fue explicada por Aristóteles en su libro *Política*. Economía es el estudio del abastecimiento del *oikos* o de la *polis*, es decir, de la casa familiar o de la ciudad. Crematística en cambio es el estudio de la formación de los precios en los mercados (Martínez, 1987). El abastecimiento del *oikos* o de la *polis*, según Aristóteles, no debía ser regulado por los precios. El abastecimiento considera

no sólo las materias primas y los alimentos, sino también el aire, el agua, la flora, la fauna y el espacio.

La raíz de los términos economía y ecología es la misma, aunque esta última se introdujo en el siglo pasado. La diferencia entre economía y crematística es igual a la que actualmente se traza entre ecología humana y economía, tal como el estudio del uso de la energía y de otros recursos en ecosistemas donde vive el hombre y el estudio de las transacciones en el mercado (Martínez, 1987). En sentido aristotélico, economía es análoga a la que actualmente se denomina ecología humana.

En esta diferencia entre economía y crematística resaltan dos procesos que afectan al medio ambiente del hombre y su calidad de vida: la extracción de recursos energéticos y materiales agotables o lentamente renovables y las inserciones de elementos extraños en el medio ambiente. En los dos casos se trata de bienes comunes de la humanidad o de las naciones cuyo uso debe ser regulado por la sociedad y en algunos casos asignados a usuarios. En el caso de la asignación de recursos de una generación a otra se hace sin que exista transacción alguna.

Los economistas han desarrollado el concepto de externalidades para referirse tanto a la extracción de recursos como a la inserción de elementos en los sistemas externos no considerados en su estudio de caso. En ecosistemas sometidos a procesos de baja artificialización los mecanismos ecológicos regulares de ciclos biogeoquímicos y de resiliencia dan cuenta de estas alteraciones y el sistema vuelve a un estado normal por mecanismos endógenos de estabilidad y homeotasis que lo localizan nuevamente en un estado de equifinalidad. Cortar un árbol o tirar un papel al suelo en una selva virgen no afecta mayormente al sistema y en un breve lapso retorna a su estado inicial, haciendo uso de los mecanismos naturales de regulación endógena del sistema. El caso contrario se produce cuando las tasas de inserción y de extracción rebasan la capacidad de resiliencia del ecosistema, tal como ocurre con el *smog* de Santiago o con la tala indiscriminada de los bosques de araucaria. En ambos casos se trata de un problema cuantitativo y no cualitativo.

Es cosa conocida que el pensamiento científico acostumbra a aislar mentalmente de su entorno determinados campos de estudio para teorizar sobre ellos. Cada vez que se clasifica y sistematiza un objeto de estudio se genera un entorno o medio ambiente inestudiado, que al encajar a la red analítica aparece como algo difuso, desordenado y asistemático (Naredo, 1987).

Las internalidades obedecen a procesos económicos acotados y controlables, al contrario de las externalidades que se localizan en el entorno generalizado, por lo cual no son ni controlables ni se acotan en un tiempo y espacio definidos. Las internalidades se generan como acontecimientos que necesariamente son de signo positivo para el usuario que desencadena la acción, tal como la producción de una industria o la cosecha de un bosque para la venta de madera. Las externalidades, en cambio, normalmente aunque no necesariamente, son de signo positivo para el usuario que desencadena la acción, tal como la producción de una industria o la cosecha de un bosque para la venta de madera. Las externalidades, en cambio, normalmente aunque no necesariamente son de signo negativo, deterioran el entorno donde la actividad se desarrolla, tal como la producción de desechos que van a la atmosfera y a los ríos del entorno o a procesos erosivos o de desertificación luego de la cosecha indiscriminada del recurso natural renovable.

El ecosistema en su estado natural normalmente no es del máximo interés antrópico pues su canalización hacia bienes de consumo del *oikos* y *polis*, no es óptima, por lo cual se requiere artificializarlos, lo que se hace a través de la agricultura, industria, minería y urbanización. Es en este proceso donde nacen las externalidades e internalidades. Los análisis económicos convencionales han ignorado sistemáticamente las externalidades, lo que actualmente se considera como incompleto. En economía deben internalizarse las externalidades a través de modelos más completos que consideren esta dimensión del problema (Coase, 1960).

Los problemas más complejos rebasan las posibilidades de internalizar las externalidades, de acuerdo a lo propuesto por Coase y se extienden a ecosistemas lejanos o se acumulan en el tiempo. Las tecnologías modernas provocan impactos que se propagan en el espacio y tiempo muy lejos de sus fuentes de origen y pueden alcanzar dimensiones planetarias. Cada día aparecen nuevas externalidades cuyo tratamiento resulta difícil de arbitrar dentro de la propiedad asignada y de los valores de cambio.

Desde una perspectiva económica y ecológica, el uso óptimo del recurso puede ser el no uso. Algunos recursos se utilizan como protección, tal como los monumentos naturales, los parques nacionales o las reservas de la biosfera, lo cual indica que su asignación de uso es el no uso. La economía moderna, desde una perspectiva ecológica, plantea utilizar los recursos naturales de aire, agua, suelo, flora, fauna y espacio de acuerdo a su capacidad de uso, lo cual combina lo ecológico con lo económico y las externalidades con las internalidades.

La economía cremastística falla conceptual y prácticamente cuando los efectos externos en el mercado son de larga duración. Las extracciones de recursos y las inserciones de elementos extraños al sistema pueden tener efecto prolongado, tal como la tala indiscriminada del bosque nativo, la devastación de los mares, la contaminación con desechos radiactivos o la ocupación de tierras fértiles para viviendas de hormigón. Lo que se hace es infravalorar o descartar el valor actual de los beneficios y perjuicios futuros. La razón que hay para este descuento no existe en la ciencia económica actual, lo cual genera uno de los conflictos más fundamentales entre ecología y economía (Martínez, 1987).

La crítica del valor de los recursos tiene repercusiones en la macroeconomía a través del Producto Total, de la Inversión y del Consumo (Hueting, 1987, Leipert, 1986). La modificación y eventualmente la destrucción de la Contabilidad Nacional por parte de la crítica ecológica es una cuestión de gran importancia política. La economía ecológica trata de explicar el uso de energía y materiales en ecosistemas humanos.

Los análisis económicos del uso de los recursos y de su rentabilidad y valor se hacen a través de la aplicación de mecanismos de cálculo que infravaloran el tiempo distante, resaltando el valor o beneficios presentes de la acción. En el contexto de la teoría del crecimiento, los economistas no descuentan el disfrute lejano en comparación con el inmediato, práctica que es insostenible y que es consecuencia simplemente de la pobreza de la imaginación (Ramsay, 1928; Georgescu-Roegen, 1975).

El sacrificio actual del consenso que posibilita un aumento de la inversión se compara con el valor actual descontado del consumo futuro atribuido a la inversión suplementaria del período actual. Se supone a la vez un futuro radiante y se descuenta su valor actual. Si se cambia de la economía del crecimiento y se refiere a la economía de recursos agotables, no se puede saber si el futuro será más o menos próspero que el presente. Una mayor tasa de descuento llevará a un mayor ritmo de agotamiento y por tanto a un futuro menos próspero, lo cual revela el grado de preferencia de los agentes económicos por el presente respecto al futuro (Martínez, 1987).

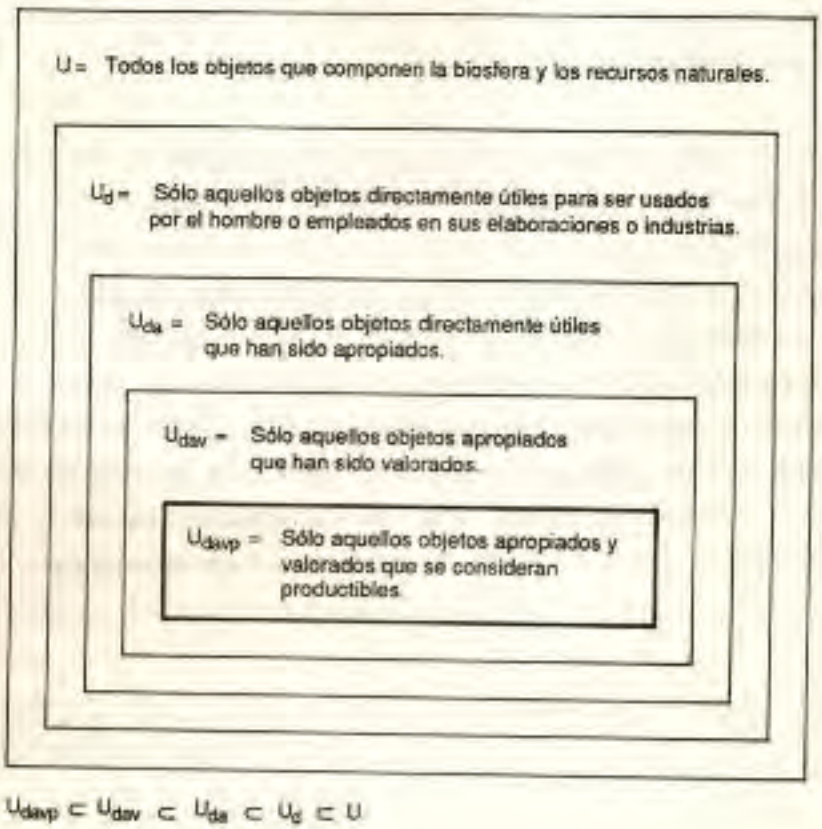
Objetos Económicos

Resulta infructuoso caracterizar a los objetos económicos en contraposición a los objetos libres o no económicos mediante definiciones relativas a sus cualidades intrínsecas

(Naredo, 1987). Los objetos económicos no pueden ser definidos en relación a las sustancias de que se componen, a un valor vital, a su escasez, al esfuerzo que comporta su obtención, cuando estas características no son privativas de ellos. Las nociones de escasez, utilidad y esfuerzo que se aplican a los recursos desde la época de Malthus para delimitar los objetos económicos resultan ambiguos como criterio delimitativo de la economía ecológica.

La versión habitual del sistema económico considera lo útil como objeto de estudio. En la época de Linneo, la economía de la naturaleza consideraba como útil a las necesidades a todo lo creado, considerándose como tales hasta las criaturas más modestas. Los fisiócratas, como consecuencia de ello trataron de conciliar la crematología con la economía de la naturaleza. El sistema económico cifrado en las contabilidades nacionales pasa desde lo útil a los objetos económicos. Se establecen así subconjuntos de todos los objetos que componen la biosfera y los recursos naturales (U) pasando a aquellos objetos directamente útiles para el hombre (Ud) (Figura Nº 4.1). El segundo subconjunto retiene solamente los objetos que tienen una apropiación efectiva de los agentes económicos (Uda), de los que además tienen un valor de cambio (Udau). El tercer subconjunto es el de los que se considera producible, además de ser apropiable y valorable (Naredo, 1987).

FIGURA Nº 4.1
Objetos Utiles y su Relación con el Sistema Económico
(Naredo, 1987)



$U_{davp} \subset U_{dav} \subset U_{da} \subset U_d \subset U$

V. Política y Ambiente

La Asamblea General de las Naciones Unidas ha convocado, para 1992, a una Conferencia Mundial para el Desarrollo y Medio Ambiente, para lo cual cada región debe definir su posición desde su entorno económico, político y científico. Las decisiones políticas son el instrumento que desencadena las modificaciones en la calidad ambiental, pero están subordinados por jerarquías superiores que regulan la organización de la naturaleza. (Nava et al, 1979).

El escenario del hombre es la ecosfera, como resultante de la integración de la atmosfera, hidrosfera, litosfera y biosfera, lo cual se rige por leyes ecológicas de organización y funcionamiento. Las decisiones ambientales están regidas por la normativa ecológica, cuya jerarquía es superior a la de la variedad. Las bases que regulan la organización del medio ambiente y su mejoramiento con algún propósito antrópico está en la ecología y, específicamente, en el ecosistema.

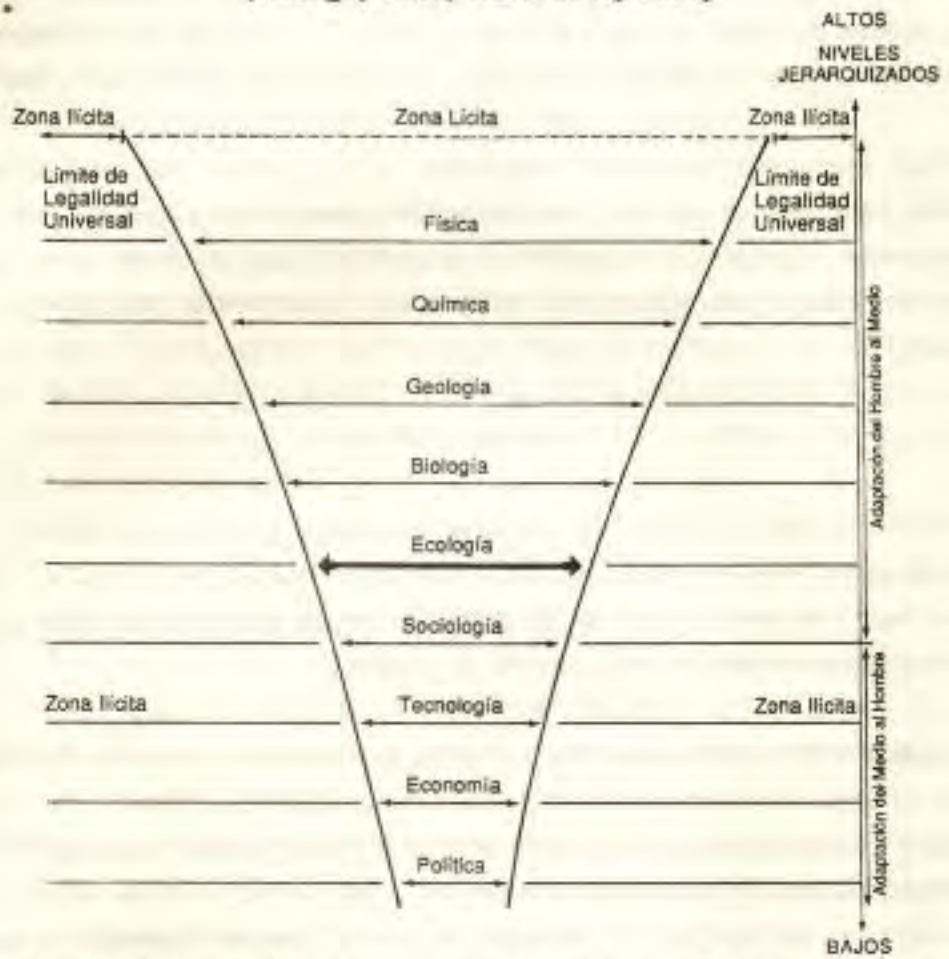
El ecosistema, a la vez, se subordina a las leyes de la biología, de la geomorfología, de la química y en último término de la física. Los acontecimientos ambientales tienen una base física referida a un sistema ecológico. La sociedad se subordina a la ecología y al ecosistema utilizando los recursos existentes y los modifica extrayendo algunos e insertando otros. La calidad ambiental está dada por las condicionantes del recurso en su expresión ecosistémica y por la definición que establezca la sociedad de los parámetros ideales para la calidad de vida de la población humana. (Véase Figura Nº 5.1.)

La tecnología es el producto de la transformación de los recursos naturales en instrumentos que tienen como fin el mejoramiento de la calidad de vida de la población, transformación que no ocurre sin la participación del hombre. Tecnología o Techné es, según Aristóteles, una virtud; es un medio para alcanzar un fin y ese fin es el mejoramiento de la calidad de vida. La phronesis o prudencia también es una virtud que tiende a establecer la armonía entre las partes, que en el contexto actual está dado por la normativa ecológica de la extracción de recursos y de la infusión de elementos extraños al sistema en magnitudes que no rebasen su normal funcionamiento ni determinen la calidad de vida de la población. La tecnología, en este contexto, no es sólo una actividad relacionada con la construcción de instrumentos y herramientas, sino una virtud que busca el mejoramiento de la calidad de vida (Vial, 1986).

FIGURA Nº 5.1

Niveles de Jerarquía de los Componentes Ambientales del Hombre

(Rodrigo, 1980, Nava et al, 1979)



La tecnología es el elemento que articula las necesidades y funciones del hombre organizado social, cultural y laboralmente, con el ecosistema como entorno natural con sus limitantes de recursos y hábitat. La praxis es el hacer mismo que concluye en instrumentos tecnológicos que pueden resultar en un deterioro del entorno, pues no se trata en este caso de una virtud (Gastó et al, 1987).

La economía es la administración de *oikos* o casa del hombre. Es una ciencia creada por él y que se rige por leyes que en alguna medida afectan los recursos del entorno, la tecnología y la asignación de ellos.

La política es la jerarquía inferior de organización del hombre, aunque no por eso deja de ser importante. Las decisiones políticas en lo relativo a la organización social, ocupación del espacio, desarrollo tecnológico y relaciones económicas son el mecanismo que desencadena las modificaciones ambientales.

La solución de los problemas ambientales es en último término de naturaleza política. Las decisiones políticas afectan la estructura económica, el desarrollo tecnológico y la organización social, los cuales deben estar necesariamente subordinados al ecosistema con todas sus normas de organización y funcionamiento, que obviamente son superiores a la jerarquía humana, a los cuales debe el hombre someterse y adaptarse (Gorz, 1980).

Aislar la cuestión ambiental negándole su rol político es desconocer la base fundamental para que pueda ser realmente incorporada a la política de desarrollo. Considerando que la problemática ambiental es cada día más un objeto de la política será necesario confrontar los planteamientos retóricos con la concreción de estrategias políticas (Gligó, 1987).

Reflexiones Finales

Moda o realidad, la dimensión ambiental ha sido destacada en la historia del hombre desde los orígenes de la civilización, expresándose a través del vestuario, el fuego, la vivienda, el humo, el viento, la lluvia, la ubicación de las ciudades. El tema ambiental es importante en la actualidad y lo será también en el futuro.

Los problemas ambientales más relevantes van cambiando a través de la historia. Las cuestiones actuales de derrames de petróleo, smog, ozono, expansión de las ciudades, radiactividad y devastación de la selva no existían en el pasado porque no se tenía la tecnología para desencadenarlos. Los problemas eran otros: el paludismo, la rabia, humo del brasero, las pestes agrícolas, el tifus, falta de movilización, inundaciones de Santiago, los asaltantes de caminos y la falta de demanda de madera y de productos del mar. Algunos de estos problemas se resolvieron y dejaron de serlo; otros, que no existían, comenzaron a presentarse.

La calidad ambiental está dada tanto por los problemas ambientales como por elementos que le dan mayor categoría al ambiente. Durante el último tiempo ha estado de moda enfatizar los problemas ambientales e ignorar las soluciones ambientales que han mejorado su calidad. Las plantaciones forestales han permitido recuperar extensas áreas de arenales y erosionadas en el pasado. Las centrales hidroeléctricas han dado energía a las ciudades, los automóviles y autobuses han permitido desplazarse cómodamente de un lugar a otro y la agricultura ha permitido disponer de alimento abundante y barato.

En la naturaleza nada es gratis. No pueden esperarse beneficios sin incurrir en costos. Esto está dado desde una perspectiva ambiental por las leyes de la termodinámica. Cualquier proceso tecnológico que involucre transformación de la naturaleza o de los recursos

naturales, genera, necesariamente como subproducto, elementos degradados tal como la emisión de gases por un automóvil que al acumularse en el entorno en tasas superiores a la capacidad de resiliencia del ecosistema genera procesos de acumulación que eventualmente deterioran la calidad ambiental. La tecnología, a la vez, permite elaborar los utensilios requeridos para el desarrollo y progreso, los cuales al quedar obsoletos y acumularse como desechos, van deteriorando también el entorno antrópico.

La naturaleza se rige por leyes físicas, biológicas y ecológicas superiores a la jerarquía humana, las cuales no pueden ser modificadas a su antojo por el hombre, el que debe comprenderlas y someterse a ellas. Durante muchos siglos así ocurrió y las modificaciones ambientales del hombre fueron orientadas a adecuarse a la naturaleza. Con el advenimiento de la revolución industrial se pensó que la tecnología podía hacer cualquier cosa, por lo cual las transformaciones dejaron de tener una base ambiental, dándose mayor jerarquía a la dimensión tecnológica.

El mejoramiento de la calidad de vida de la población es lo que persigue el desarrollo y progreso humanos. Durante las últimas décadas se pensó que el nivel de ingreso monetario *per capita* era la variable que establecía la relación más fiel con la calidad de vida. Ultimamente se ha generalizado la tendencia que establece que la calidad de vida está dada por tres componentes fundamentales: la salud, el ingreso y el conocimiento del mundo exterior.

El avance de la farmacología, microbiología, bioquímica y cirugía ha permitido controlar las enfermedades tradicionales, las cuales han sido reemplazadas en importancia por otras desencadenadas por agentes ambientales tales como cáncer, alergias, psicológicas y cardiovasculares.

El ingreso *per capita* permite adquirir los utensilios requeridos para satisfacer las necesidades y funciones del hombre, las cuales necesariamente contienen recursos naturales como sus componentes fundamentales. En este proceso se requiere extraer de los ecosistemas naturales los elementos necesarios para la elaboración de los instrumentos tecnológicos relativos al ingreso, lo cual genera como subproducto la devastación del ecosistema y la introducción de desechos que concluyen por degradar el entorno antrópico.

El conocimiento del entorno se logra a través de los sentidos. Durante las últimas décadas se ha visto que no basta con los sentidos para lograr una cabal percepción del entorno. Se requiere de información adicional generada en los laboratorios e instrumentos de laboratorio, todo lo cual corresponde a una acepción más global y profunda del concepto de alfabetismo. En esta forma, la calidad de vida está estrechamente relacionada con el

conocimiento que se tiene del entorno, a través de la información proveniente del análisis por medio de laboratorio, de los componentes ambientales. Son estos componentes los agentes generadores de las enfermedades modernas, que tienen su origen en el ambiente.

El problema ambiental se localiza en el escenario ecológico, por lo cual debe ser tratado en un contexto ecosistémico, que tiene derivaciones sociales. Los problemas ecosistémicos se plantean y resuelven actualmente en un contexto cibernético de modelos de retroalimentación (del tipo *closed-loop*) en el cual existe un mecanismo controlado y otro controlador. El primero es el ecosistema y el controlador se centra en el hombre organizado que establece normativas y restricciones para provocar los cambios de estado relativos a sus intereses. Los sistemas cibernéticos requieren de señales de información que accionen los mecanismos reguladores de retroalimentación. Hasta ahora los problemas ambientales han sido planteados y tratados como modelos cibernéticos del tipo *open-loop*, por lo cual la información no era importante.

El problema ambiental se centra en las modalidades de ocupación del espacio por el hombre y por los agentes deterioradores del entorno. Durante las últimas décadas, se ha hecho un esfuerzo especial en el país por concentrar los problemas ambientales en los mismos espacios donde se concentran la actividad humana y la vida. Los problemas ambientales del país son en general puntuales y se localizan en pequeños espacios muy definidos, donde el deterioro ambiental puede ser mayúsculo. En estos mismos lugares es donde se obstina en vivir la población. Es conveniente concentrar los lugares para la vida del hombre en los mejores entornos de clima y de ambiente en general, haciendo uso de la tecnología y de la información existentes.

Durante las últimas décadas, especialmente el último medio siglo, han ocurrido los mayores cambios tecnológicos en el país, los cuales han venido acompañados de la mayor producción de contaminantes y de degradación de los recursos naturales. El mayor agente causante del deterioro ambiental ha sido el propio Estado de Chile, a través del estímulo de un desarrollo industrial, minero y agrícola, sin prácticamente ninguna restricción ambiental ni de conservación de los recursos naturales. Ninguno de los grandes proyectos llevados a cabo por el Estado ha tenido una evaluación del impacto ambiental, ni tampoco se han impuesto restricciones a los particulares para llevar a cabo proyectos con algún impacto ambiental. El estilo de desarrollo implantado ha sido el de construir una estructura gigante de contaminación ambiental y de desertificación del país.

En este proceso y estilo de desarrollo es natural que así haya ocurrido. Se dio mayor valorización al ingreso económico de la población, al intentarse salir del subdesarrollo, sin

llegar a comprender que en el mundo moderno desarrollado la calidad ambiental juega un rol importante en la calidad de vida. Los esquemas universitarios tendieron a formar profesionales sin una visión del ambiente. En este lapso, lo más característico de la actividad profesional desde una perspectiva ambiental es la conducta ignorante y arrogante de quienes planearon, evaluaron y llevaron a cabo las grandes transformaciones ocurridas en el país. Siempre hubo, sin embargo, personas más refinadas, capaces de percibir la dimensión ambiental, las cuales fueron sistemáticamente ignoradas.

Tres dimensiones se han mantenido tradicionalmente al margen del problema ambiental, sin los cuales no es posible llevar a cabo estilos de desarrollo congruentes con la dimensión ambiental: tecnología, economía y política. Recientemente se ha estado intentando introducir formal y sistemáticamente estas dimensiones, lo cual obligará a modificar los estilos de desarrollo y a introducir un nuevo costo social.

La teoría económica no ha logrado introducir elementos ambientales que compatibilicen el suministro de los recursos requeridos para la vida con su valor de cambio o precio, por lo cual deben buscarse otras opciones para obtenerlo. Las ciencias políticas tampoco han logrado incorporar la dimensión ambiental y formalizar las relaciones entre la calidad ambiental, la economía y la política. A este respecto cabe destacarse la diferencia entre la voluntad política y la intencionalidad política, los cuales en la actualidad se vislumbran como elementos antagónicos.

La cultura y grado de civilización del país han estado tradicionalmente ajenos a la temática ambiental. Repentinamente, descubren y valoran sus relaciones con la calidad de vida y pretenden enmendar rumbos sin evaluar el costo asociado para la población. La escala de tiempo elegida para evaluar el impacto social del deterioro ambiental generado en un lapso superior al medio siglo no corresponde a un año, meses o días. La solución tampoco puede ser instantánea, a no ser que se pretenda provocar otros transtornos sociales de mayor envergadura.

Nos encontramos en un momento crucial del desarrollo, donde la dimensión ambiental debe ser considerada conjuntamente con el desarrollo social, tecnológico y económico, con una voluntad política coherente en el tiempo y en el espacio, con las características inherentes del país y de la armonía que debe existir en la totalidad de los agentes que intervienen. Exagerar la magnitud del problema ambiental o acelerar su solución en relación a los demás sólo nos conduciría a un abismo. Se requiere enmendar rumbos más bien que destruir completamente un pasado en muchos aspectos positivo y requeriría comenzar nuevamente de la nada.

BIBLIOGRAFIA

Abler, R., J. S. Adams y P. Gould. 1971. *Spatial organization: The geographer's view of the world.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J.

Aguilera, J. A.; J. A. Guzmán y M. Rutman. 1984. *Recursos Renovables Chilenos.* Ed. Universidad Católica de Chile.

Alvariño, F. 1987. *Metodología general para el diagnóstico y resolución de problemas de optimización predial.* Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr.

Anónimo. 1986. "Mapuches, los hombres sin su tierra". Revista *Naturaleza* (17): pp. 30-33.

Anónimo. 1986. "Un millón de hectáreas reforestadas miradas con espíritu crítico". RENARES.

Ashby, W. R. 1956. *Introduction to cybernetics.* Chapman and Hall. University Paperbados. Londres. 295 p.

Aranda, R.; A. Bergquist y S. González. 1985. "Intoxicación crónica por cobre de origen industrial en bovinos de carne". Archivos de Medicina Veterinaria V. 17 (1).

Azócar, P. 1985. "Relaciones entre la explotación del caprino en zonas áridas de Chile y España". Simiente (55): pp. 3-4.

Actividades de la OMS. 1988-1989. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. 1990.

Bahamonde, N. 1989. "Posible contribución de la ciencia y de la tecnología a desarrollar en Chile para el sector pesquero, con miras a un desarrollo ambiental sustentable". En: Tercer encuentro científico sobre el Medio Ambiente. Concepción. Agosto 1989. Ponencias centrales II (2): pp. 5-34.

Barney, R. J. y T. Rudolph, 1981. *Pattern. A system for land management planning*. U. S. Dep. Agric. Forest Service. Intermountain Forest and Range Exper. Sta. Res. Note INT p. 318.

Bell, E. 1976. *Goal programming for land use planning.* U. S. Department Agriculture, Forest Service. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Portland, Oregon.

Bellinger D, A. Leviton, y C. Waternaux et al. 1987. "Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development". New Engl. *J. Med.* 316: pp. 1037-1047.

Benoit, 1986. *La Fauna Silvestre Chilena. Estado actual, políticas, conservación y aprovechamiento.* Flora, fauna y áreas silvestres. FAO PNUMA (2): pp. 30-35.

Borcosque, 1987. "Proyecto de reducción de riesgos e impacto ambiental del Zanjón de la Aguada". Univ. de Chile.

Bunge, M. 1976. *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía.* Ariel. Barcelona.

Bustos, M. 1985. "Vulnerabilidad de sitios geográficos frente a incendios forestales". Tesis de Grado. Lic. en Geografía. U. Católica. Stgo. 162 p.

Brookfield, H. C. 1969. "On environment as perceived". En: C. Board et al., eds. *Progress in Geography* 1:51-80. Arnold, Londres.

Brown, G. 1989. "Medio Ambiente en Chile. Proyecto subregional educacional no formal sobre medio ambiente y desarrollo social". MADS KAS-SECAB. La Serena. 56 pp.

Cárdenas, 1989. "Comunicación personal". Dr. Juan Carlos Cárdenas. Comisión de Investigación en recursos marinos de CODEFF.

Caviedes, A. y A. Lara. 1983. "La destrucción del bosque nativo para efectuar plantaciones de pino insigne en la cuenca del Río Cañicura, Prov. Bio-

Bío. VIII Región". Comisión de Investigación Forestal. Informe Técnico Nº 1.

Charley, R. J. y P. Maggett. *Models in geography*. Methuen. Londres.

Childe, U. G. 1954. *Los orígenes de la civilización*. Fondo de Cultura Económica, Breviarios. México.

Chile Forestal. 1988. "Recursos forestales de Chile". Edición especial. Centro de Documentación. Revista *Chile Forestal:* 4.

Chile Forestal, 1984. Revista *Chile Forestal* 104: pp. 10-11.

Coase, R. 1960. "The problem of social cost". *Youn of Law and Economics.*

Contreras, D., J. Gastó y F. Cosio. 1986. "Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida de Chile. I. Estudio de las comunidades agrícolas de Carquindaño y Yerba Loca del Secano Costero de la Región de Coquimbo". UNESCO- MAB y Comité MAB-3 Chile. Montevideo-Uruguay.

Cornejo, R., I. López; S. Romero, 1985. "Determinación de contaminantes de origen industrial en sedimento atmosférico en la zona de Quintero". V. Región U. Valparaíso. Tesis de Químico Farmacéutico.

Cosio, F. y R. Demanet. 1984. "Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida y semiárida de Chile. I. Análisis de los sistemas caprinos". Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Agronomía. Quillota.

Department of Health, Education and Welfare: Third Task Force for Research planning in Environment Health Science: Human Helth and Environment-Some Research Needs. DHE W Pub. Nº NIH86-1277. Washington, D. C. U. S. Government Printing Office, 1986.

Departamento de Salud. 1989. "Informe de Salud. 1989". Municipalidad de Puchuncaví. Puchuncaví.

De Fina, A. y A. Ravelo. 1979. *Climatología y Fenología Agrícola*. Ed. EUDEBA. Buenos Aires, 351 pp.

De la Jara, J. F. 1987. "Leña: Un nuevo problema para los pobres". *RENARES* 3: pp. 5-6.

Díaz, P. y R. Abeliuk, 1984. "Calidad del Agua y del Aire". Universidad Católica de Chile. Escuela de Ingeniería. Santiago.

Distefano, J. J., A. R. Steubberud e I. J. Williams. 1967. *Feedback and control systems*. Schaum Publishing Co., N. Y.

Elizalde, R. 1970. "La Sobrevivencia de Chile". Ministerio de Agricultura. SAG. Santiago. 493 p.

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 19 U. de Chile. "Contaminación: Las aguas servidas. Tratamiento". Centro Experimental Melipilla.

Fierro, M. 1988. "Lluvia ácida: muerte con progreso". CODEFF (20): p.3.

Gálvez, J., O. Mondaca, G. Veloso y G. Covarrubias. 1988. "La adaptación del ganado a los recursos forrajeros de la zona árida". *Simiente* 58: pp. 1-2.

Gastó, J.; M. Trivelli y C. Contzen. 1989. "Ciencia y tecnología para un desarrollo sostenible en la agricultura desde una perspectiva ambiental". En Tercer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente, Concepción. Agosto 1989. CIPMA. Ponencias centrales 1: pp. 127-167.

Gastó, J. y D. Contreras. 1977. Un caso de desertificación en el norte de Chile. El ecosistema y su fitocenosis. Universidad de Chile. Fac. Agronomía. Bol. Tecn. 42.

Gastó, J. y J. Gastó. 1979. "Uso de la tierra". *Revista El Campesino* 4: pp. 34-39.

Gay, C. 1965. *Historia física y política de Chile. Agricultura Chilena.* Edición de ICIRA, 1973, Santiago-Chile.

Georgescu-Roegen, N. 1975. "Energía y mitos económicos". *El Trimestre Económico* 168.

Gligó, N. 1987. "Política, sustentabilidad ambiental y evaluación patrimonial". *Revista Pensamiento Iberoamericano*: 23-39 ICI-CEPAL. Madrid.

González, S. y E. Bergquist, 1984. "Metales pesados, indicadores de contaminación ambiental en Puchuncaví, V Región". *Simiente* (54) pp. 1-2.

González, S. y E. Bergquist, 1984. "Alteraciones cuantitativas y cualitativas en especies vegetales cultivadas en suelos contaminados". *Simiente* 54: pp. 1-2.

González, S.; Bergovist, E. 1986. "Evidencias de contaminación con metales pesados en un sector del secano costero de la V Región". *Agricultura Técnica* (Jul-Set).

González, S. 1987. "El impacto de fundiciones de minerales sobre las actividades agropecuarias". *La Platina* Nº 39.

Gorz, A. 1980. *Ecology as politics*. Pluto Press. Londres.

Guerra, G. 1986. "Los incendios forestales: Catástrofes artificiales periódicas". *Renares* (6): pp. 16-17.

Gutman, P. 1985. "Interacciones entre productores rurales y ambiente natural: Apuntes para una tipología". En CEPAL/PNUMA. *Avances en la interpretación ambiental del desarrollo agrícola de América Latina*. Publicación de las Naciones Unidas. Santiago, Chile.

Gyarmati, G. 1981. "El tiempo en la sociología". En Gómez, J. (ed). *El tiempo en las ciencias*. Universitaria. Santiago.

Gómez, J. 1981 (ed) *El tiempo en las ciencias*. Universitaria, Santiago.

Gómez, J. (ed). 1982. *El espacio en las ciencias*. Universitaria. Santiago.

Góngora, M. 1982. "Un mito histórico: la marcha de la historia de oriente a occidente". En Gómez, J. (ed). *El espacio en las ciencias*. Universitaria. Santiago.

Gunther, B. 1982. "El espacio en biología". En Gomez, J. (ed). *El espacio en las ciencias*. Universitaria. Santiago.

Hermosilla, A. y H. Rojas, 1988. "Cuantificación de niveles de arsénico en individuos expuestos a altos índices de contaminación". Universidad de Valparaíso. Escuela de Química y Farmacia. Valparaíso.

Heathcote, R. L. 1980. "The context of studies into the perception of desertification" 1-3. En Heathcote (ed). *Perception of desertification*. United Nations University. Tokio.

Hidalgo, H. y J. M. Correa. 1990. "Circular a los Médicos Veterinarios". Asociación de Médicos Veterinarios especialistas en Avicultura y Patología Aviar. Santiago.

Hormazábal, C. 1987. "¿Qué representan nuestros parques nacionales?". *Chile Forestal* (137): pp. 16-17.

Hueting, R. 1987. "Economic aspects of environmental accocenting". Conferencia Internacional de Ecología y Economía. Barcelona, 1987.

Informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios.

Intendencia Metropolitana. 1989. "Estudio para la definición de un programa de control de la contaminación hídrica". Intendencia Región Metropolitana, Santiago.

IREN-CORFO. 1979. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región de Aysén. Informe Final.

Jurén, M. T. 1979. *Leyes, teorías y modelos*. Trillas. México.

Krebs, R. 1981. "El tiempo en las ciencias". En Gómez, J. (ed). *El tiempo en las ciencias*. Universitaria. Santiago.

Lagos, G. 1989. "Preservación de un equilibrio ambiental en la explotación de los recursos no renovables". En *Ponencias Centrales II*. Chile Piensa en

Chile. Tercer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente. CIPMA. Concepción. Agosto, 1989. pp. 35-54.

Lara, A. 1986. "Los ecosistemas forestales en el desarrollo de Chile". *Ambiente y Desarrollo* (1): p. 3.

Leifert, C. 1986. "Social costs of economic growth" *Jour. Economic. Issues.*

Levy, B. S. y D. H. Wegmann (eds). 1988. *Occupational Health. Recognizing and Preventing work related disease.* Little. Brown, Boston Brown. 1988.

López, C. 1990. "Pollos y hormonas. Volaron plumas". *Caras* 3 (58): pp. 50-59.

López, I. 1989. "Caracterización de distintos sitios y pastizales de la estepa fría. Estancia Baño Nuevo, Coyhaique". Tesis. U. Católica de Valparaíso.

Mardones, J. 1981. "El tiempo en la biología". En Gómez, J. (ed). *El tiempo en las ciencias.* Universitaria. Santiago.

Martínez, J. 1987. "Economía y ecología: cuestiones fundamentales". *Revista Pensamiento Iberoamericano*: 41-60. Instituto Iberoamericano de Cooperación (ICI) y Comisión Económica para América Latina CEPAL, Madrid.

Margalef, R. 1974. *Ecología.* Editorial Omega-Barcelona. 976 p.

Max-Neef, M. 1986. "Economía, política y salud: una síntesis ineludible". *Revista Universitaria* Nº 16. Publicación de la P. Universidad Católica de Chile.

Meadows, D. et al. 1972. *Los límites del crecimiento.* Fondo de Cultura Económica. México.

Milham, S. 1977. "Studies of morbidity near a copper smelter". *Enviromental Health Prospect.* 19: pp. 131-132.

Ministerio de Salud. 1979. "Manual de Toxicología Ocupacional". Min. de Salud. 1979. Santiago, Chile.

Mostny, G. 1954. "Apuntes sobre el cunza en Peine, un pueblo atacameño". Publicación 4, Instituto de Geografía. Facultad de Filosofía. Universidad de Chile. Santiago.

Municipalidad de Puchuncaví. 1989. "Diagnóstico Local de Salud". Departamento de Salud. Puchuncaví.

Muñoz, E. y E. Pizarro. 1989. "Estudio de incidencia de enfermedades respiratorias agudas en la comuna de Puchuncaví". Médicos del Consultorio de Puchuncaví. Comunicación personal.

Naredo, J. 1987. "¿Qué pueden hacer los economistas para ocuparse de los recursos naturales? Desde el sistema económico a la economía de sistemas". *Revista Pensamiento Iberoamericano*: 61-74. ICI-CEPAL. Madrid.

National Academy of Sciences-Commitee on Diet, Nutrition, and Cancer. 1982. "Diet nutrition and Cancer". National Academy of Science. Wash; D. C.

Nava, R., R. Armijo y J. Gastó. 1979. *Ecosistema. La unidad de la naturaleza y el hombre*. México.

Nelson, H. 1977. "Industrial contribution of Arsenic to the environment". *Environmental Health Perspect.* 19: pp. 31-34.

Neumann, J. von y O. Morgenstern. 1944. *"The theory of games and economic behavior*. Princeton, Univ. Press.

ODEPLAN-1989. "Informe Social 1987-1989. Evaluación y desafíos". Presidencia de la República. Santiago-Chile.

O.M.S. 1981. Environment Health Criteria: Arsenic.: 27-135. Ginebra.

O.M.S. 1990. Actividades de la OMS 1988-1989. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.

Peralta, M., 1986. "El avance de los desiertos". *Revista Naturaleza*. 18: pp. 4-6.

Pershagen, G., C. Elinder, y A. Bolander. 1977. "Mortality in a region surraunding an arsenic emitting plant". *Environmental Health Perspect.* 19: pp. 135-137.

Ramsay, F. P. 1928. "A mathematical theory of saving". *Economic Journal.*

República de Chile, Ministerio de Salud. 1979. "Manual de toxicología ocupacional": pp. 9-25. Santiago.

Revista Chil. Nut. Vol. 17, Nº 1, abril 1989.

Rodrigo, P. 1980. "Desarrollo de un planteamiento metodológico clínico de ecosistemas para el decodesasarrollo". Tesis Magíster. Sc., Universidad Católica de Chile.

Sancha, A. y C. Assar. 1982. "Proyecto: Calidad de las aguas del Zanjón de Aguada y su impacto en el ambiente; Antecedentes y parámetros de contaminación orgánica". U. de Chile. Ing. Sanitaria.

Saarinen, T. F., 1974. "Environmental perception". En: I. R. Manners y M. W. Mikesell (eds). *Perspective on environment*: pp. 252-289. Assocn. Amer. Geogrs. Washington, D. C.

Saavedra, I. 1982. "El espacio en la física". En Gómez, J. (ed). *El espacio en las ciencias.* Universitaria. Santiago.

Saavedra, I. 1981. "El tiempo en la física". En: Gómez, J. (ed) *El tiempo en las ciencias.* Universitaria. Santiago.

Scherz, L. 1982. "El espacio sociocultural: de la ideología a la utopía". En: Gómez, J. (ed). *El espacio en las ciencias.* Universitaria. Santiago.

Schmidt, E. 1989. "Los efectos económicos y sociales producidos por la contaminación ambiental en las zonas agrícolas". Conferencia Rotary Internacional, Antofagasta. Abril 1989.

Silikoff J., E. C. Hammond y H. Seidman H. 1979. "Mortality experience of insulation in worker in the United States and Canada". 1943-1976. *Ann N.Y. Acad. Sci* 330: pp. 91-116.

Tsuchiya, K. 1977. "Various effects of arsenic in Japan depending on type of exposure". *Environmental Health Perspec* 19: pp. 35-42.

Tchernichin A., M. Mara, C. Arriaza, C. Unda, M. Vega-Petrinovich, M. Carmona y M. Agurto. 1989. "Uso de hormonas en la producción animal: efectos colaterales en la salud humana". *Nutrición*. Vol. 17: pp. 87-95.

Upton, A. 1990. "Environment Medicine. Introduction and Overview". *Medical Clinics of North America*. Vol. 74, Nº 2, March 1990.

Upton, A. C., T. Kneip y P. Toniolo 1989. "Public health aspect of toxic chemical disposed sites". *Annu. Rev. Public. Health* 10: p. 25.

Viel, B. 1985. "Crecimiento de la población y dignidad humana". III Seminario Nacional. Acchipec. Aprofa. Viña del Mar 1985.

Welch, H., I. Higgins, y M. Burchfield. 19??. "Arsenic exposure, smotting, and respiratory cancer en copper smelter worker". Archives of Environmental Health. 37: pp. 325-335.