

Áreas protegidas y conservación *in situ* de la biodiversidad en México

Jorge Soberón*
Exequiel Ezcurra**
Jorge Larson***

Los autores describen las transformaciones que, principalmente en nuestro siglo, ha tenido la concepción y la práctica en torno a las áreas naturales protegidas en nuestro país.

* Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO. Correo electrónico: jsoberon@conabio.xolo.gob.mx

**Investigador del Centro de Ecología de la UNAM. Tel.(52-5)573-7955 Faxes:(52-5)622-8995 / 616-1976
Correo electrónico: eezcurra@servidor.unam.mx

***Investigador, Comisión Nacional Para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad, CONABIO. Correo electrónico: jlarson@conabio.xolo.gob.mx

Introducción

La conservación *in situ* de la naturaleza se realiza sobre dos ejes de acción: el primero es el relacionado con la creación y manejo de áreas protegidas en sus diferentes modalidades. Y el segundo es el manejo sustentable y diversificado de las zonas productivas o no protegidas formalmente. Entre estos dos ejes hay una gradación amplia de propuestas de conservación y uso, que van desde la protección total, hasta las áreas habitadas y productivas, utilizadas de manera racional sustentable y diversificada.

Es innegable que existen procesos y fenómenos naturales especialmente delicados o susceptibles que justifican plenamente su protección estricta, ya que es imposible mantener su viabilidad de otra manera (por ejemplo, poblaciones de aves en ciertas islas o de plantas raras como *lacandonia schismatica*). Por otro lado, en un país como el nuestro en el que la heterogeneidad del paisaje provoca que la diversidad biológica se encuentre dispersa en todo el territorio y, por tanto, en estrecha coexistencia con las actividades productivas, existen formas de aprovechamiento que utilizan los recursos biológicos de manera diversificada y sostenible. La relación que se establece entre estos dos ejes define los enfoques y estrategias para la conservación biológica *in situ* que adoptan diferentes países.

En esta nota se describe el proceso de cambio en la concepción y práctica de las áreas protegidas que en México ha derivado en el desplazamiento paradigmático de las estrategias de conservación. En un principio, la conservación se concebía como el establecimiento de áreas excluidas de las actividades productivas, y decretadas con el fin de proteger zonas con valor paisajístico, recreativo e hidrológico, o bien para decretar vedas sobre recursos maderables. De

manera implícita se pensaba en las áreas protegidas como zonas deshabitadas, aisladas de procesos productivos y, en esencia, pasivas. Lo que ocurría fuera de éstas no se integraba a un pensamiento conservacionista y sólo se consideraba la renovabilidad de los "recursos" forestales en un sentido (mantener la producción de madera), de algunas especies de mamíferos y aves de importancia, y los peces comerciales.

La noción de biodiversidad ha sido introducida recientemente en nuestro vocabulario y es un término que engloba tres niveles que interactúan en la naturaleza: ecosistemas, especies y genes. Una perspectiva conservacionista del uso de los recursos biológicos debe considerar a los tres. Muchas de las propuestas de uso racional de los recursos que se han dado en México, sobre todo antes de los años setenta, adolecen en sus perspectivas de la consideración de uno u otro de estos tres niveles (por ejemplo, la visión de don Miguel Ángel de Quevedo era correcta desde la perspectiva de priorizar la importancia de la reforestación, pero era frágil desde el punto de vista genético y de integraciones ecológicas con la introducción masiva de eucapiltos).

En nuestro país se han conservado grandes zonas, al mismo tiempo productivas y diversas gracias a la riqueza cultural y al predominio de la agricultura "campesina o tradicional". La acelerada transformación y destrucción del paisaje mexicano es, en gran parte, resultado de la sustitución de las áreas aún no habitadas y aquellas manejadas bajo modelos agrícolas tradicionales (agroecosistemas), por unas dominadas por un modelo agroindustrial homogéneo.

La riqueza cultural que aún existe en México es uno de los elementos clave en el proceso encaminado a complementar el paradigma de la protección estricta en la conservación biológica, con otro que reconozca explícitamente la relación que hay entre las áreas protegidas con diversos niveles de protección y uso, la ordenación ecológica del territorio y el incentivo de prácticas agrícolas y forestales diversificadas y sustentables. Este también debe contemplar, como ya se ha estado haciendo en México, el papel activo que juegan los múltiples actores interesados (comunidades locales, organizaciones no gubernamentales, academia y sectores público y privado) y no sólo la autoridad federal y/o estatal.

Metodología

Se elaboró una base de datos que incluye el nombre del área, su tipo, superficie y año de decreto con base en las siguientes fuentes: el "Compendio de Información sobre Áreas Naturales Protegidas" elaborado por la Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre de SARH en 1992, el folleto de *Información Básica sobre las Áreas Naturales Protegidas de México* de la SEDUE en 1989 y un anexo de actualización a éste último, elaborado en diciembre de 1993 por el Instituto Nacional de Ecología.

De acuerdo con esta información existían hasta diciembre de 1993, 299 áreas protegidas. Diez se eliminaron del análisis por carecer de datos sobre su superficie, sin embargo, corresponden a áreas forestales de la SARH, por lo que consideramos que su exclusión no afecta el análisis general que se realizó con un total de 289 registros.

Para los fines de este trabajo las áreas protegidas se agruparon temáticamente en las categorías: forestales, recreativas, insulares-marinas y de conservación (cuadro 1), por las siguientes razones:

i) *Nomenclatura*: existen en México doce diferentes nombres para referirse a las áreas protegidas. Utilizar las doce oscurecería patrones que bajo este esquema resaltan claramente.

ii) *Áreas insulares y marinas*: las islas y el mar son incompatibles con análisis que estiman porcentajes de protección de la superficie continental.

iii) *Administración*: en lo general, la clasificación corresponde a la responsabilidad de administración de las áreas.

Además de la información de la base de datos, se utilizaron diversas fuentes de información para documentar aspectos administrativos y legales en la historia de las áreas protegidas de México. Se usaron las bibliografías generadas por el Instituto Mexicano de Recursos Naturales que incluyen fichas referentes a la perspectiva legal e institucional de la fauna silvestre y las áreas protegidas. El libro de Vargas-Márquez, *Parques Nacionales de México y reservas equivalentes* del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM también fue una referencia valiosa. El documento se estructuró en cinco etapas que de alguna manera permiten visualizar el desarrollo de procesos administrativos y jurídicos, de los conceptos sobre la conservación, así como el crecimiento en número y superficie de las áreas protegidas del país.

Antecedentes (Siglo XIX y primeras dos décadas del siglo XX)

La preocupación por aislar legalmente algunas zonas de la actividad humana, surge frente a la preocupación por la degradación de los ambientes naturales y la conciencia de los riesgos que ésta implica. En muchas culturas, las actividades conservacionistas hacia la naturaleza alcanzan niveles filosóficos e incluso religiosos. Sin embargo, la conservación no es sólo un acto desinteresado, altruista y ético, sino también una actividad conciente y enfocada a la sobrevivencia de la especie humana y su calidad de vida. Es por esto que los primeros antecedentes de protección de áreas "naturales" los encontramos en sitios con una larga historia de ocupación humana del territorio, aunada a altas densidades poblacionales (por ejemplo, Europa e India). No existen referencias claras de que en el México prehispánico existieran áreas protegidas. Los primeros antecedentes mexicanos en este sentido se encuentran en las últimas décadas del siglo pasado, por lo que es ahí donde iniciamos este recuento. Para entonces la transformación y degradación del paisaje mexicano ya

tenía cartas de presentación y la ampliación de la frontera agrícola y el desarrollo industrial en este siglo sólo han aumentado las preocupaciones ambientales.

Antes del inicio del siglo XX se habían decretado dos áreas protegidas en México. En 1876 el Desierto de los Leones y en 1898 el Monte Velado del Mineral del Chico. El Desierto de los Leones fue protegido para conservar el ojo de agua que entonces alimentaba a una parte de la Ciudad de México. De esta forma, la primer área protegida en México surgió de la necesidad de mantener la calidad de vida de la población, y no como una actividad conservacionista desinteresada, como lo fue el parque de Yellowstone en Estados Unidos.

El Reglamento de Bosques de 1894 contenía algunas disposiciones relativas a caza y pesca, y también, en ese entonces, existían un cierto número de circulares y acuerdos sobre aves consideradas útiles, así como a la fauna cinegética. En 1909 se decreta la primera Ley Forestal que sólo tenía efecto en el Distrito Federal. Las incipientes instituciones mexicanas realizaban actividades de administración de bosques, arbolado, caza y pesca dentro de la Secretaría de Fomento.

Hasta esa fecha, los derechos de áreas protegidas se justificaban sobre la base de conservar servicios ambientales (por ejemplo, el agua del bosque) sin otras consideraciones de tipo ecológico y/o evolutivo, o bien con la intención de regular formas de uso de poblaciones silvestres que podrían agotar determinado recurso.

Aunque no existía una visión integral de la conservación, y las áreas protegidas decretadas eran muy pequeñas (quizá la dimensión de las amenazas no se perfilaba aún tan grande), existía cierta atención al problema dada la existencia de una Junta Central de Bosques y Arbolado (1904-1910) y un Departamento de Bosques, Caza y Pesca.

Años veinte y treinta

Con la promulgación de la Constitución de 1917 como base, en estas dos décadas inicia la institucionalización gradual de la Revolución Mexicana. Esta se expresó básicamente en leyes y procesos administrativos. En 1926 se decreta la Primera Ley Forestal de carácter nacional. Esta actividad normativa y de administración no resultó en decretos específicos de áreas protegidas hasta mediados de los años treinta.

El sexenio de Lázaro Cárdenas marca el despegue, tanto en número como en superficie, de las áreas protegidas del país (ver figura 1). Se creó la Sección de Reservas y Parques Nacionales dentro del Servicio de Caza y Pesca, que ascendería a la categoría de Dirección General. De hecho, para 1940 ya se habían decretado más del 30% de las áreas protegidas del país y el 25% de la superficie que a la fecha se encuentra decretada. El tipo de áreas que se protegieron corresponden a zonas forestales y de recreación. Las justificaciones invocadas para su creación se encontraban

estrechamente ligadas a la idea general de conservación, pero la protección específica de la fauna y flora, y la conservación en su sentido integral no existían en el lenguaje oficial. Es en 1940 cuando se expide la primera Ley de Caza. En este mismo sexenio se realizó el mayor reparto agrario en la historia del país (20 millones de hectáreas) por lo que las áreas protegidas eran apenas un paliativo frente al avance de la frontera agrícola. Aunque las cifras muestran que para 1940 había más de 20 millones de hectáreas protegidas, éstas eran áreas forestales cuya protección es meramente administrativa y corresponden en muchos casos a superficies de tierras ya perturbadas, sistemas de riego, cuencas de presas y algunas áreas boscosas en torno a las ciudades.

Un antecedente interesante al uso de recursos dentro de áreas protegidas se da con el decreto, en 1939, de la Reserva Forestal y Refugio de Fauna Silvestres Papigochic en el estado de Chihuahua; y con la formación de sociedades cooperativas forestales de participación estatal para la explotación de dicha reserva, un año después. Cuando menos en el papel, estos dos decretos asumen que la conservación y el uso de los recursos son compatibles, aunque la experiencia real no necesariamente haya sido positiva.

La propia SARH reconoció en 1981 que las áreas forestales son "...formas jurídicas sin trascendencia alguna". Su objetivo era proteger el suelo, mantener los recursos forestales, los ciclos hidrológicos y la salud pública. Lamentablemente, estas áreas no trascendieron más allá de su decreto y fueron realmente irrelevantes e inconsistentes. Veamos, como muestra extrema de este tipo de protección, la situación del estado de Aguascalientes: este cuenta con cinco zonas protectoras forestales (ZPF) que suman un total de 1,175,600 hectáreas, mientras que la superficie estatal es de 558,900. Es decir, legalmente está protegido en un 210% de su superficie. Esta entidad como tal tiene decreto de 1940 como ZPF, la Presa Presidente Calles tiene decreto de 1949, y el sistema nacional de riego del mismo nombre en 1937. Estas tres áreas más las ZPF de dos ciudades (Aguascalientes y Calvillo) forman estas superficies. Evidentemente estamos frente a cinco decretos superpuestos. Por estas razones, a partir de este punto excluirémos del análisis las ZPF y nos restringiremos a las áreas recreativas, insulares y marinas y de conservación.

Hasta 1940 existían ya 40 parques nacionales (considerados como recreativos) con una superficie aproximada de 700,000 hectáreas que representaban la totalidad de las áreas protegidas del país. Es importante hacer notar que estos parques fueron decretados ignorando, en buena medida, la presencia de habitantes o usuarios. Tal es el caso de el Parque Nacional Cumbres del Ajusco, decretado en 1936 y del cual aún no se paga la expropiación.

Años cuarenta, cincuenta y sesenta

En esta época, la Secretaría de Agricultura y Fomento se transforma en Secretaría de Agricultura y Ganadería y se mantendrá así hasta 1976. La Dirección General Forestal y de Caza asciende a

Subsecretaría de Recursos Forestales. Dentro de la Dirección General de Conservación de Bosques y Repoblación Forestales se crea el Departamento de Zonas Protectoras, Vedas, Reservas Forestales y Parques Nacionales. En la década de 1940 se publican la segunda (1942) y tercera (1948) Ley Forestal, así como sus respectivos reglamentos (1944 y 1950).

Durante estos treinta años el crecimiento en número y superficie de áreas protegidas no forestales es mínimo. Para 1969 la cantidad apenas llegaba a 50 (incremento de 25%) aunque el crecimiento en términos de superficie era aún menor.

La primera Ley de Caza fue publicada en 1940 y la segunda en 1952, y tenían por objetivo "orientar y garantizar la conservación restauración y fomento de la fauna silvestre que subsiste libremente en el territorio nacional, regulando su aprovechamiento". Huelga decir que por "fauna silvestre" se entendía únicamente la de interés cinegético. Para 1959 se había creado la Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza, y posteriormente (1964) la Subsecretaría Forestal y de la Fauna.

En 1952 se crea el Instituto Mexicano de Recursos Naturales, primera organización no gubernamental mexicana orientada al estudio y solución de problemas de conservación y uso de los recursos biológicos. En varias publicaciones de esta institución se mencionan con gran detalle todos los decretos, acuerdos y estudios que en el país se realizaron durante el período.

También es interesante recordar que en 1940 México firmó (junto con otros 18 países) la Convención sobre la Protección de la Naturaleza y Conservación de la Vida Silvestre del Hemisferio Oeste (Washington) que, como la mayor parte de los decretos nacionales, quedó en letra muerta.

Este periodo de treinta años fue muy activo desde otros puntos de vista: la frontera agrícola siguió avanzando, la industrialización se consolidó y el proceso de urbanización se vió acelerado. Tales actividades tuvieron impactos directos e indirectos muy marcados sobre las áreas naturales; como respuesta, en términos de áreas protegidas, encontramos una duplicación de las áreas forestales a finales de los años cuarentas. En 1994 se decretaron 112 zonas protegidas forestales ligadas en un 90% a presas probablemente construidas durante la década. Esto quiere decir que tales áreas fueron creadas con la intención de proteger la inversión que representó la construcción de cientos de obras hidráulicas en el centro y norte del país. Lamentablemente, como ya vimos, estas áreas son sólo decretos sin impacto real sobre la conservación biológica y el ordenamiento del uso del suelo.

Años setenta

Esta década se caracteriza por el ascenso de las actividades de conservación dentro de la administración gubernamental. Esto se manifiesta en la creación de la Comisión Nacional de Obras en Parques Naturales (CONOPAN) que es un antecedente directo a la conformación de la Dirección General de Organización y Obras en Parques Nacionales y de Recreación, así como en el decreto de

9 Parques Nacionales y 20 Reservas pertenecientes a nuestra categoría de áreas de conservación. Entre estas resaltan la de Mapimí, la Michilía y Montes Azules.

Los años setentas representan un parteaguas en la historia nacional de protección ambiental y de conservación. En 1970 se emite la primera ley ambiental específica (Ley Federal de Protección al Ambiente) que lamentablemente sólo se refería a la problemática de la contaminación. En 1972 surge la SAHOP que sería el antecedente inmediato para la creación de la SEDUE. Un fenómeno que se inicia en esta época, y que culminó hacia fines de los ochentas, es aquél que igualaba lo ambiental con lo urbano, es decir, la ecología con el cuidado ambiental de las ciudades. Institucionalmente, esto se manifiesta por la paulatina inclusión de secretarías de Estado diferentes a la SARH en la normatividad y operación sobre asuntos ligados a la ecología (Salubridad y Asentamientos Humanos y Obras Públicas).

Otra tendencia de esta época es la aparición de actores no gubernamentales en la operación y planificación de las áreas naturales protegidas. En efecto, hasta 1977 se mantiene estable el número y superficie de estas áreas, pero en 1978 se decreta la primera Reserva de la Biósfera de México, Montes Azules en la Selva Lacandona de Chiapas con 331,200 ha, con la que se inicia un proceso que hacia 1993 habría multiplicado por veinte esta superficie.

En 1979 se decretan las reservas de la biósfera de la Michilía y Mapimí, las primeras en las que se involucra explícitamente a instituciones académicas (el Instituto de Ecología, A.C.), y se crean las reservas universitarias de Los Tuxtlas y de Chamela, a cargo del Instituto de Biología de la UNAM. También en esta década nace la segunda ONG del país, Pronatura A.C., misma que se ha convertido en la más grande y una de las más influyentes.

Década de 1980 y principios de los noventa

Los años ochenta son la década de la institucionalización de lo ambiental y de la generación de posturas ciudadanas al respecto. Con la emisión de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988) se establecen los instrumentos legales necesarios para introducir la dimensión ambiental en el desarrollo. A la fecha, la existencia de estos instrumentos jurídicos no implica que exista la autoridad, capacidad técnica y vigilancia necesarias para hacer efectivos los ordenamientos que de ella emanan, aún falta dar un verdadero reconocimiento legal a la existencia e importancia de la biodiversidad, de preferencia a nivel constitucional. Sin embargo, la legislación actual representa un avance significativo en la materia.

Asimismo, se da una explosión de la conciencia ciudadana, con el inicio de un crecimiento geométrico de grupos y asociaciones ecologistas que se han documentado en diversas publicaciones.

Desde 1982 tanto áreas forestales como recreativas se mantuvieron relativamente estables. Sin embargo, respecto a áreas de conservación e insularmarina, de 1985 a la fecha ha habido un incremento anual, tanto en número de áreas como en su superficie, lo que refleja una actividad constante. En términos de superficie protegida tenemos cambios sustanciales en 1988, 1989, 1992, 1993 y por último en 1994 (año no documentado en la gráfica o en la base de datos). Hasta diciembre de 1993 tenemos 6,441,451 de hectáreas de superficie terrestre (el 3.26% de la superficie del país) dedicada a la conservación. Además, existían para esta misma fecha casi 1,300.000 hectáreas de áreas protegidas insulares y/o marinas.

En la década de 1990, México inicia pasos hacia el reconocimiento pleno de la complejidad de las tareas de la conservación. Esto se manifiesta tanto en aspectos legislativos e institucionales, como en una mucho más amplia participación social en las labores de la conservación.

En lo que se refiere a áreas protegidas, podemos mencionar que la creación de las reservas de la biósfera recientes ha incluido una mayor y más clara participación de las poblaciones locales, (por ejemplo, Calakmul en Campeche y Yum Balam en Chiapas). Se empieza a dar el caso de Reservas creadas e incluso apoyadas económicamente por particulares (Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala en 1993) y crece la conciencia de que existen labores productivas compatibles con la conservación y en muchos casos el gobierno empieza a apoyarlas . Tal es el caso, por ejemplo, del Plan Piloto Forestal de Quintana Roo).

México empieza a participar activamente en convenciones internacionales como CITES, RAMSAR y, en particular, la Convención sobre la Diversidad Biológica firmada por el presidente Salinas en 1992, y ratificada por el Senado en 1993. A diferencia de la Convención del Western Hemisphere, en la actualidad, nuestro país participa con mucho mayor interés y seriedad en estos convenios internacionales, por la triple razón de una presión social sostenida de los grupos ecologistas, una cada vez más formal participación de México en foros internacionales en el área, y un aparato gubernamental con un compromiso creciente con las tareas de la salvaguarda del medio ambiente.

La importancia de que nuestro país haya firmado y ratificado la Convención sobre Diversidad Biológica es enorme, más si se considera que la Convención reconoce los derechos soberanos de los países sobre los recursos genéticos de las especies que los habitan. Este punto es de trascendencia estratégica para un país como México, que contiene probablemente un 10% de la flora y fauna mundiales, y posiblemente entre un 10% y 20% en promedio de especies endémicas. Aún antes de la firma de la Convención sobre Diversidad Biológica, en 1992 se creó la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), que es la primera acción del Gobierno Federal que destina presupuesto para realizar tareas de inventario de flora y fauna sin hacer distinciones utilitarias. Es también la primera vez que el Gobierno Federal asume explícitamente el carácter multisectorial del problema de la riqueza biológica del país, al incluir a nueve secretarías de Estado en dicha Comisión.

Cuadro 1
Correspondencia entre categorías temáticas y categorías de decreto

Agrupación por tema	Nombre del tipo de área incluida
Forestal	Parque forestal, reserva de repoblación forestal, reserva forestal, reserva forestal nacional, zona forestal de repoblamiento y zona protectora forestal.
Recreativo	Monumento nacional y parque nacional
Conservación	Área de protección de flora y fauna silvestre u acuática, reserva de la biósfera y reserva especial de la biósfera.
Insular y marino	Parque marino nacional. Además existen áreas insulares y marinas de los siguientes tipos: áreas de protección de flora y fauna silvestre y acuática, reserva de la biósfera y reserva especial de la biósfera.

Gráficas (4) Incluir las

Conclusión

En este breve esbozo hemos tratado de mostrar cómo el gobierno y la sociedad mexicana han transitado desde una fase en la que la conservación significaba decretar reservas, ignorando la problemática de tenencia de la tierra, prácticas locales, apoyo técnico y financiero, etcétera, y dónde los recursos naturales eran las pocas docenas de especies de fauna cinegética y maderable, a una fase en donde se empieza a asumir legal, institucional y financieramente el hecho de que la conservación de los recursos es un asunto íntimamente ligado al desarrollo y la producción. Es importante asumir que nuestros recursos biológicos son mucho más que las especies de pelo, pluma y escama con potencial deportivo, y que una parte fundamental de la conservación de la biodiversidad se va a realizar fuera de las áreas protegidas.

Este nuevo paradigma presenta retos aún mayores que el anterior. Si cuando la conservación era solamente asunto de decretar parques y controlar el uso de unas pocas docenas de especies, los resultados fueron terriblemente pobres, en la actualidad, el panorama es mucho más complejo. Se trata de integrar la perspectiva del desarrollo sustentable y diversificado en todos los ámbitos de la vida pública y privada del país. Apostar a esta propuesta es un asunto estratégico y de sobrevivencia para México.

Una estrategia balanceada entre las áreas protegidas estrictas, las de uso restringido y el paisaje utilizado de manera diversificada y sustentable, basada en las necesidades nacionales y locales, será siempre preferible a un proyecto de área de conservación estricta rodeadas de paisajes homogéneos. En efecto, son muchos los biólogos y ecólogos que han dicho esto desde hace muchos años (Enrique Beltrán, Arturo Gómez Pompa, Gonzalo Halffter y José Sarukhán, para mencionar sólo algunos), la mayor parte de la riqueza biológica de México se conservará y utilizará, o se perderá, por el manejo que se haga de las zonas dedicadas a la producción en una perspectiva integrada con las áreas protegidas.

Addendum

Este trabajo fue realizado por los autores en 1993, como parte de un proceso de evaluación de la eficacia de las áreas protegidas en la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad. En los tres años que han transcurrido desde la realización de este estudio, han aparecido varios elementos de singular importancia en el campo de la conservación. Por un lado, se creó la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), un hito que marca un cambio radical en la manera cómo el Poder Ejecutivo Federal concibe los problemas del ambiente, y en la prioridad que les asigna. Por otro lado, el Reglamento Interno de la SEMARNAP creó la Coordinación de Áreas Naturales Protegidas, lo que da a la conservación *in situ* una destacada importancia dentro de las tareas de la nueva Secretaría. Un tercer elemento de inmensa trascendencia es la finalización del brillante estudio de Arturo Gómez-Pompa y Rodolfo Dirzo sobre las áreas naturales protegidas en México. Parte de este estudio acaba de ser publicado por la SEMARNAP y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO, bajo el título de *Reservas de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México*, y constituye un texto de referencia obligada para entender los problemas de las dichas áreas de México.

Finalmente, la SEMARNAP avanza rápidamente para lograr el objetivo de que los fondos del donativo del Fondo Ambiental Global (GEF) sean depositados en su totalidad en el país, bajo el esquema de un fideicomiso privado. De lograrse exitosamente esta propuesta, los fondos para la conservación serán manejados de manera directa para la operación de las áreas naturales protegidas a través de un mecanismo auditable, transparente, descentralizado, y de decisiones abiertas y democráticas. Este fondo cristalizará los sueños de muchos conservacionistas mexicanos que han visto con preocupación el crecimiento de las ANP decretadas, sin que se dé un crecimiento paralelo de los presupuestos públicos asignados a esta importante tarea que permitan asegurar el futuro y la sustentabilidad natural y financiera de aquellos proyectos y de esquemas de manejo que buscan la conservación *in situ* de la diversidad.

Referencias

Alcérreca C., J.J. Consejo, O. Flores, D. Gutiérrez, E. Hentschel, M. Herzing, R. Pérez-Gil, J.M. Reues y V. Sánchez Cordero, 1988. *Fauna silvestre y áreas naturales protegidas*. Fundación Universo Veintiuno, México.

Azuela A., J. Carabias, E. Provencio & G. Quadri (Coords.), 1983. *Desarrollo sustentable: Hacia una política ambiental*. Coordinación de Humanidades UNAM.

Gómez-Pompa A., 1985. *Los recursos bióticos de México: Reflexiones*. INIREB/Ed. Alhambra, México.

Remamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.), 1983. *Biological Diversity of México: Origins and Distribution*. Oxford University Press.

Sánchez-León V.M., 1969. *Los recursos naturales de México*. IV. Estado Actual de las Investigaciones de Fauna Silvestre y Zoología Cinegética. IMRNR, México.

SARH, 1992. *Compendio de Información sobre áreas naturales protegidas*. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, México.

SEDESOL, 1993. *Anexo de Actualización sobre áreas naturales protegidas de México*. México.

SEDUE, 1989. *Información Básica sobre las áreas naturales protegidas de México*. México.

Vargas-Márquez, F., 1984. *Parques nacionales de México y reservas equivalentes*. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. México.

World Conservación Monitoring Center, 1992. *Global Biodiversity: Status of the Earth' s Living Resources*. Chapman & Hall, Londres.

La Malinche: una visión retrospectiva de su deterioro y conservación

Adelina Espejel Rodríguez*

En este artículo se analiza la situación del volcán La Malinche, desde distintos ángulos: cultural, geográfico, histórico para llegar a situar su importancia como elemento clave para la conservación de la biodiversidad del país.

* Investigadores del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias sobre Desarrollo Regional (CIISDER-MAR), Universidad Autónoma de Tlaxcala. Blvd. del Maestro 902, Col. La Loma Xicohténcatl, Tlaxcala, Tlax. C.P. 90000. Tel.: (246) 2-73-80. Correo electrónico: ciisder@noc.pue.udlap.mx

La Malinche es uno de los volcanes más importantes de México desde diversos puntos de vista: por su altitud ocupa el quinto lugar de las montañas más elevadas del país; de acuerdo a una perspectiva geomorfológica se trata de un cono volcánico perfectamente aislado, circunstancia que raramente ocurre en los grandes aparatos plutónicos; por su edad se le considera una de las más viejas montañas de la cordillera neovolcánica, pues parece nació en las postrimerías del Mioceno; asimismo funciona como regulador del clima, surtidor de agua y hábitat de múltiples especies animales y vegetales. Sin embargo, es una de las zonas naturales más deforestadas en el estado de Tlaxcala.

Por ello, el presente artículo pretende dar un panorama general de cómo se han dado los diferentes aspectos de su deterioro y las acciones para su conservación a lo largo del tiempo.

La Malinche

Localización geográfica

El volcán La Malinche, Malintzi o Matlacuéyatl se localiza entre los 19° 05' y 19° 22' de latitud norte y los 97° 53' y 98° 12' de longitud oeste, en la porción sureste de Tlaxcala. Abarca poco más de 30 km de diámetro, y se eleva de los 2,300 a los 4,461 msnm. Político-administrativamente queda comprendida en 4/5 partes de la superficie dentro de la entidad tlaxcalteca, el resto corresponde al estado de Puebla (Hernández, 1992:7).

Por el occidente ofrece un perfil uniforme y majestuoso con su diadema de rocas y sus picachos secundarios, la " tetilla" y el " Xaltonale", por el rumbo oriental parece desgarrarse materialmente en un obra gigantesca: la Cañada de la Concha, que llega hasta el corazón de la montaña y que parece ser un vestigio del verdadero cráter (Sánchez de Tagle, 1978:9)

Origen del nombre del Volcán La Malinche

Los antiguos tlaxcaltecas dieron al volcán el nombre de Matlacuéyatl, que algunas leyendas presentan como una diosa que fuera esposa de Tláloc; en náhuatl este nombre se deriva de Matlalin, azul verdoso o red y Cuetitl, falda: " la de faldas azules", o la diosa de la falda de jade, que en su cosmogonía significaba una profunda unidad de agua con la tierra, la que da vida, pero también los desastres. A Matlacuéyatl se le pedía agua, ya sea la rodada por sus laderas, misma que venía a desaguar en manantiales en sus faldas bajas o bien el agua

de lluvia que la montaña, entonces Diosa, atraía en forma de nubes. Actualmente se le sigue exigiendo agua, la cual se extrae de escurrimientos o pozos localizados en sus faldas en el valle de Huamantla, beneficiando a esa ciudad, a Ixtenco y a Zitlaltepec (Ramos, 1995:40).

A la llegada de los españoles, el volcán cambia su nombre por estar identificado con el de una diosa. En las descripciones de crónicas y frailes se le conoce con el nombre de La Sierra de Tlaxcala, el cual se usó en cartografías, descripciones e incluso en juicios de lo civil. No se sabe con exactitud cuándo este apelativo se dejó de usar y se sustituye por el de Malintzin; lo que sí se sabe es que hacia el primer tercio del siglo XVIII se usan ambas denominaciones para referirse a este volcán (Ramos, 1995:40).

El nombre de Malintzin parece generalizarse a mediados del siglo XVII. Los conquistadores españoles la llamaron así, refiriéndose a la mujer del mismo nombre que ayudaba a Hernán Cortés, capitán conquistador, a traducir la lengua de los indígenas. Actualmente se le dice Malintzi o Malinche y su anterior nombre poco a poco está cayendo en el olvido (INEA, 1995:13).

Deterioro y conservación de la región de la Malinche a través del tiempo

Revisión histórica

Como se mencionó, la Malinche representa un gran interés para el estado de Tlaxcala, no sólo por los múltiples beneficios ecológicos que proporciona, sino también por la importancia socioeconómica que tiene para los habitantes de la región, ya que la montaña ha sido fuente de diversos recursos tales como la madera empleada en la construcción o para la fabricación de muebles y herramientas, plantas medicinales, usadas en la actualidad en la terapéutica tradicional, plantas comestibles, ornamentales y religiosas, resinas, animales y combustible, tanto en forma de leña como de carbón.

Esto ha ocasionado un deterioro a los recursos del volcán, ya que el hombre ha aprovechado su riqueza sin tomar en cuenta que la naturaleza opera como la base material de la sociedad a través de los procesos de producción, de tal suerte que toda acción que atente contra dicho sustrato, estará amenazando la existencia del propio organismo social (Toledo, 1994:159).

Las crónicas de la conquista relatan que todas las regiones montañosas y escabrosas de Tlaxcala estaban cubiertas por un tupido bosque. Se puede en consecuencia estimar que 2,600 de los 4,000 km² del estado estaban ocupados por bosques de muy buena calidad, como aún se aprecia en aquellos lugares que por su extraordinaria fragosidad no han sido visitados por el hachero (Anónimo, 1933:4).

La Malinche antes de llegar los colonizadores se dice que contaba, en lo que corresponde al actual estado de Tlaxcala, con unas 75 000 hectáreas arboladas; actualmente con unas 15 000, lo que significa que a partir de la colonia hasta la fecha se han perdido 60 000 hectáreas de zona boscosa (INEA, 1995:52).

Esta pérdida de recursos forestales de la Malinche empezó desde la época prehispánica ya que, por ejemplo, la gran Tenochtitlán y otras ciudades de la triple Alianza del Valle de México, como Texcoco y Nonoalco, requerían mucha madera de buena calidad y vigas de grandes dimensiones, para sus techumbres y pilotes de templos, para obras hidráulicas y para construcciones defensivas, por lo que importaban esa madera, acelerándose la pérdida en la época colonial ya que los primeros en abastecerse de madera de una manera irracional fueron los españoles, que derribaron centenares de árboles con el fin de

transportarlos a la ciudad Tenochtitlán para construir sus barcos o bergantines, con los cuales sitiaron y rindieron a esta ciudad (González, 1992:4).

A finales del periodo colonial se intensificó la explotación de la madera como efecto del incremento demográfico, la multiplicación de nuevos pueblos y la erección de haciendas y ranchos. Aldeanos y finqueros utilizaron los montes propios y ajenos para extraer la madera que requerían en la construcción y en la combustión, además de las cantidades que destinaban al comercio. Cabe mencionar que también se empezó a observar un paisaje agrícola en las cuencas y llanuras alrededor de la Malintzi, sobre todo cultivos de maíz y trigo, siguiéndole cebada y leguminosas como frijol, el arvejón y las lentejas.

Durante el Porfiriato, el consumo de la madera fue aún más elevado, pues a las anteriores causas se sumaron las necesidades impuestas por dos sectores de la economía en plena expansión: una, la periódica construcción de vías ferroviarias, por ejemplo la construcción del ramal Apizaco-Puebla del ferrocarril mexicano, generalizando la destrucción del bosque por el uso de la madera para los durmientes; la otra, la instalación de diversas fábricas textiles en la zona norte de la Malinche, como la de San Manuel, La Trinidad, San Bernabé y posteriormente San Carlos, con la que se identifica la quema de leña como combustible, aún cuando estas también hayan echado mano de la energía hidráulica.

Se explotaban principalmente árboles de oyamel, ocote, sabino, encino y pino con los cuales elaboraban una infinidad de productos: vigas para la construcción, tejamaniles para techos, durmientes para las vías ferroviarias, cabezas de arado, yugos, bieldos, utensilios de labranza, de carrocería, tablas y como combustible utilizaban leña y carbón.

La insuficiencia de ingresos obliga generalmente a los pobladores de esta área a sobreexplotar sus recursos naturales, por lo que la venta de los utensilios anejos mencionados representaba siempre un importante ingreso complementario a la economía de grandes y pequeños propietarios y también a la de los pueblos, en especial en los tiempos de malas cosechas. Y dado que la venta de madera era frecuente, se afirma que la explotación de los bosques fue intensa, ejemplo de ello es lo que reporta el historiador Marciano Netzahualcoyotzin (citado por Gob. del Edo. de Tlaxcala 1991:3), quien señala que en diversos patrones municipales de habitantes de entre 1882 y 1892 se encontraban profesionales tales como carboneros, morilleros, corteños, tableros, resineros y raiceros; así cerca del 50% de la población ocupada en actividades primarias vivía directamente del bosque. Los resultados no podrían ser otros más que la incesante destrucción del ecosistema.

Por tal motivo, el 19 de diciembre de 1894 se decreta que toda la comercialización de productos de madera debía pagar una contribución fiscal del 2% sobre el precio de la venta. Además a este impuesto se añadía la contribución federal correspondiente. Este decreto estuvo vigente el resto del Proserpato (Rendón, 1993:144).

Una serie de conflictos surgieron por la sobreexplotación de los bosques. Por ejemplo, en 1896 el presidente municipal de Chiautempan había mandado suspender la tala que los vecinos hacían del monte perteneciente a ese pueblo; asimismo, en Zitlatepec se prohibió la extracción de madera que no fuera para beneficio exclusivo y personal, ya que se había descubierto que muchos vecinos extraían del monte de la Malinche leña, carbón tejamanil y vigas para su venta fuera del pueblo.

Como se puede ver, el problema de la sobreexplotación de los bosques se agudizó hacia finales del siglo pasado y principios del presente y se estabiliza hasta los años 30 cuando se establecen los logros de la Revolución Mexicana y se da el reparto agrario en la región.

Debido que a principios del presente siglo se agudiza la deforestación no sólo en Tlaxcala sino a nivel nacional, el gobierno federal trata de poner algún remedio, en 1904 la junta central de bosques propuso crear en cada uno de los estados de la República una junta local para la conservación, repoblación y sistemática explotación de los bosques. A ciencia cierta no se sabe que tan eficaz fue la creación de la junta local, sin embargo si se sabe que después de cuatro años aparentemente la producción de madera del estado era más baja que los volúmenes generados a principios de esa década (Rendón, 1993:147).

Posteriormente la magnitud de la tala a nivel nacional, obligó en 1926 a que México contara con su primera Ley Forestal, en la que se tomó en cuenta la decisión de establecer parques nacionales con la finalidad de conservar recursos naturales y proveer al pueblo de lugares de sano esparcimiento.

Aún cuando se había logrado una estabilización en la década de los treinta, posteriormente y debido al reparto de los predios de las haciendas a los campesinos, se observa un aumento en la tala, ya que estos convierten grandes extensiones de bosques en parcelas para el uso agrícola por la falta de la tierra que les había sido prometida. Lo anterior provoca una erosión acelerada de los suelos de la montaña (Werner, 1994:8).

La rápida destrucción de la Malinche provocó que Lázaro Cárdenas en 1938 declarara que el volcán como Parque Nacional, sin definir con exactitud los límites de la zona de la reserva. Cabe hacer notar que en ese año se contaba con 30,000 ha forestales.

A pesar de haber sido declarada Parque Nacional, la deforestación continuó con la tala inmoderada de todas clases, con la quema de vegetación herbácea, con el uso indebido de las tierras forestales para el cultivo, con la destrucción de renuevos para obtener carbón, con la explotación del zacatón para utilizar su raíz, y con el pastoreo, provocando con todo esto que la erosión que actuaba en forma normal, se acrecentara.

Esto se da al no poder ejercerse la restricción con el rigor pronosticado por no cumplirse el decreto en su última instancia, en los que corresponde a la indemnización de las áreas afectadas, quedando estas en " posesión `provisional" de quienes hasta la fecha pueden ser considerados como propietarios (Gob. del Edo. de Tlaxcala, 1980:1).

Con la deforestación que se venía dando, el gobernador de Taxcala, Manuel Santillán en 1943 propone a la Secretaría de Agricultura y Fomento decretar una veda general y especial, con el fin de conservar las especies existentes y elaborar de acuerdo con la secretaría un plan general de reforestación(Santillán 1943:16)El 6 de junio de 1945 se establece una veda forestal por veinte años en el estado (Gob. del Edo. de Tlaxcala, 1980:40).

En 1946 se crea el distrito de conservación de suelos de la Malinche, a través del cual, y con la cooperación voluntaria de los campesinos de Teolochoico, Acxotla del Monte y Tetlanohcan, se realizan trabajos para detener el desgajamiento de la Malinche y disminuir el número de torrenteras, por lo que comienzan en ese año a sembrar y cultivar diversas especies de pastos seleccionados (Ávila, 1946:25). A la vez plantan miles de árboles, principalmente nogales, para que los campesinos disfruten de los beneficios económicos de su producción y siembran 200 ha con semilla de raíz de zacatón industrial.

En el periodo sexenal de Joaquín Cisneros (1956-1962) se formaron huertos familiares, con manzano, peral, durazno, higuera, nogal, tejocote y capulín; asimismo se hicieron plantaciones para proteger los suelos de la erosión, se formaron cortinas protectoras con 175,000 árboles, se plantaron magueyes y, en los terrenos en los que la erosión había

avanzado y el tepetate aflorado, se establecieron nopaleras protegiéndose así aproximadamente 600 ha.

En este mismo periodo, existen brigadas de orientación y adiestramiento que recorren los pueblos dando información de diversos tópicos: técnicas sobre la manera de combatir la erosión mediante trabajos de conservación de suelo y agua, rotación de cultivos e importancia del maguey como planta protectora del suelo (Cisneros 1959:27). Se combaten los incendios por organismos creados en los municipios, se evita el pastoreo que destruye los renuevos y se reglamenta la explotación del zacatón que provoca la erosión del suelo (Cisneros, 1960:29).

Para evitar la destrucción y agotamiento de los recursos naturales renovables en la entidad, el ejecutivo federal pone en vigor el Plan Tlaxcala para el combate de la erosión, considerando que gran parte de los problemas económicos, sociales y demográficos que afectan los poblados de Tlaxcala y Puebla, tiene su origen en la degradación de los suelos de la Malinche, ocasionando pérdidas de cosechas y arenando los terrenos de labor.

El 18 de abril de 1962 el Ejecutivo Federal expidió el decreto en el que se constituye con carácter permanente la Comisión de la Malinche que realiza una serie de obras, beneficiando principalmente a los habitantes de las localidades aledañas a la montaña. Así, se fomenta la avicultura y la cunicultura, se crean huertos familiares y se establecen pequeñas artesanías como medios para mejorar sus condiciones económicas y sociales, y de este modo que la explotación del bosque dejará de ser su única actividad (Cisneros, 1961:31).

Asimismo, la comisión realiza también trabajos de conservación en el área de su influencia, mediante terrazas de formación paulatina, construcción de presas filtrantes para el control de azolves en las torrenteras, terrazas banales para contener la erosión de la montaña, camino de acceso y promoción de actividades productivas en las faldas más erosionadas y deforestadas de la Malintzi.

Durante el periodo de Emilio Sánchez Piedras, destacan en cuanto a obras en la Malinche, las plantaciones realizadas en las estribaciones de la Montaña, en cuyas faldas se llegaron a plantar tres millones de árboles; se combate la tala clandestina, que es muy común que se dé en la Malinche, por lo que se refuerza el personal de vigilancia; se crea el corredor industrial Malinche, paralelo a la carretera Santa Ana Chiautempan-Puebla que precisamente colinda con las faldas de la Malinche en la parte más deteriorada de sus bosques (Sánchez, 1980).

El corredor se crea, para aquellos campesinos que sólo han tenido como opción de vida a subir a la montaña para extraer de ella sus productos. Sin embargo, a pesar de una serie de esfuerzos que se han hecho y de que la composición de la población económicamente activa observa un cambio hacia el sector secundario, la Malinche continúa siendo el problema ecológico más grave del estado.

Hacia los años 80 se continúan las acciones de reforestación, alcanzándose cifras récord en el número de árboles plantados, con 4 millones en el año de 1988. También se prosigue con las obras de conservación de suelo y agua, tales como las presas filtrantes y las terrazas.

Situación actual

En los 90 se menciona que la Malinche sigue padeciendo el deterioro originado por múltiples causas, a pesar de la atención institucional que se la ha dado para coadyuvar a su protección, sin alcanzar los resultados deseados.

A causa de esto, se pone en marcha el programa integral de cuidado, protección y promoción de la Malinche, donde concurren los tres niveles de gobierno, la comunidad y los pobladores, con el fin de realizar acciones de protección, recreación y promoción, acciones determinantes para el control de la erosión, sobrepastoreo y tala inmoderada. Este programa da origen nuevamente, a una serie de obras como la construcción de cuatro casetas con equipo de radio comunicación para reforzar la vigilancia forestal, entre otras (Paredes, 1991:51).

Este programa no sólo contempla el aspecto físico de la montaña, sino también pretende elevar el nivel de vida de los pobladores de las localidades ubicadas en las inmediaciones de la Malinche, por lo que se realizan acciones para el mejoramiento de la vivienda, se amplían y rehabilitan alcantarillados y se dota a más tlaxcaltecas aledañas a la Malinche de energía eléctrica y se rehabilitan puentes y caminos.

En 1992 se anuncia el Programa Agrosilvícola y Pastoril, con el que se pretende realizar una reforestación combinada con árboles maderables y frutales, así como la sustitución de ganado caprino por ovino. Para este programa se tenían 10 millones de árboles forestales más 800 mil frutales.

En 1993, de acuerdo con las cifras oficiales, las metas del programa de reforestación en la montaña fueron superadas, se plantaron en ese año 328 mil frutales y un millón 132 mil forestales, en una superficie de 1,100 hectáreas. Para 1994 se plantan 350 mil frutales y un millón de forestales, en ese año las actividades de reforestación en la Malinche fueron asignadas mediante concurso a una empresa particular, con el compromiso de entregar el 90% de los ejemplares en buen estado al término de un año. En 1995 se plantan 625 mil árboles en áreas de la montaña que habían sido afectadas por incendios, ampliación de la frontera agrícola y pastoreo, asimismo se continúa con el programa de agrofruticultura, al considerar las autoridades que es el programa más viable.

La acción más reciente que se da en esta década, es la oficialización de la transferencia de la administración del parque Nacional La Malinche a los gobiernos de Tlaxcala y Puebla a partir del 28 de febrero de 1996, con el objetivo de redimensionar los límites del Parque Nacional ubicado por encima de los 2800 msnm y, a partir de esto, establecer en forma realista, programas de restauración y saneamiento forestal, vigilancia adecuada y zonas de recreación ecológica, así como el coordinar actividades de investigación científica, monitoreo ambiental, capacitación rural, educación y asesoría técnica.

Para la realización de estas actividades se plantea la formación de un Comité Técnico Estatal integrado de manera permanente, en algunos casos, y transitoria en otros, por dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, así como de instituciones dedicadas a la investigación y a la educación superior, representantes de las comunidades asentadas en el área e integrantes de organizaciones no gubernamentales dedicadas a la ecología y protección al ambiente.

A manera de conclusión

Podemos decir que, en diversa medida, los gobiernos del estado de Tlaxcala han tomado conciencia de los problemas ecológicos que enfrenta el volcán La Malinche, y han realizado como se menciona anteriormente todo tipo de obras para combatirlos. Sin embargo, no siempre se han podido obtener los resultados deseados, pues no se ha logrado que los

habitantes de la Malinche formen parte activa del cuidado de los árboles producto de las reforestaciones, ejemplo de ello es el caso de Tetlanohcan, en donde la gente aceptó el pago por realizar la plantación de 400 árboles en sus terrenos, pero no se comprometieron a cuidar los retoños como se les pidió.

Por otra parte, no se ha logrado un programa real de subsistencia para esos pobladores con el cual se evite que continúe el daño hacia la montaña. En las localidades cercanas a la Malinche la tala sigue siendo la principal fuente de ingresos para muchas familias, sin embargo, no consideran que su actividad repercuta en la deforestación, ya que al preguntárseles, siempre mencionan que la mayor tala la realizan personas de otras localidades u otros estados, a manera de ejemplo tenemos lo que dice un habitante de San Miguel Canoa en el estado de Puebla, en una nota periodística "...Canoa sobrevive vendiendo carbón, leña, no confundirse con la madera, esa se obtiene del lado de Tlaxcala, aquí se respetan los árboles" (García, 1996).

Otro aspecto importante, frecuentemente mencionado por los vecinos de la Malinche, es la presencia de grandes taladores quienes "por la noche completamente armados irrumpen en la montaña, para que sólo en algunas horas arrasen con una importante extensión de bosques" (Jarillo, 1996).

Aunado a lo anterior, existen también las restricciones presupuestales y los cambios de gobierno, con el consecuente cambio de prioridades y pérdida de continuidad en las obras, hasta problemas político-sociales tales como el establecimiento de límites territoriales, que hacen que el proceso de restauración y preservación del volcán la Malinche sea más lento.

A pesar de esto, esperamos que con la transferencia de la Malinche a los gobiernos de Tlaxcala y Puebla se alcancen las metas establecidas y se obtengan resultados satisfactorios que beneficien a todos los habitantes de la región.

Bibliografía

Avila Rafael, 1946. *Primer informe del gobierno del estado de Tlaxcala*. Talleres Gráficos del Estado de Tlaxcala.

Cisneros, Joaquín, 1957. *Primer informe del estado de Tlaxcala*, Talleres Gráficos del Estado de Tlaxcala.

Cisneros, Joaquín, 1959. *Tercer informe del gobierno del estado de Tlaxcala*. Talleres Gráficos del Estado de Tlaxcala.

Cisneros, Joaquín, 1960. *Cuarto informe del gobierno del estado de Tlaxcala*. Talleres Gráficos del Estado de Tlaxcala.

Cisneros, Joaquín, 1961. *Quinto informe de gobierno del estado de Tlaxcala*. Talleres Gráficos del estado de Tlaxcala.

Gobierno del estado de Tlaxcala, 1991. *Programa Integral de la Malintzi*. Inédito.

González Martínez, A., 1992. "Los bosques de las tierras mexicanas: la gran tendencia" en *El Cotidiano* (México), junio de 1992, no. 48, pp. 3-6.

Hernández, L., R. Acosta y G. Galindo, 1992. *Los muérdagos enanos (Arceuthobium spp) en los bosques de los pinos del volcán de la Malinche, estado de Tlaxcala*, Jardín Botánico Tlalapan-Gobierno del estado de Tlaxcala, no. 15, Tlaxcala, 55 pp.

INEA, 1995. *Ecología del Estado de Tlaxcala, región Malinche*. SEP. Tlaxcala.

Paredes Rangel, Beatriz, 1991. *Quinto informe de gobierno del estado de Tlaxcala*. Gobierno del Estado.

Rendón Garcini, R., 1993. *El Prosperado, Tlaxcala de 1985 a 1991*. Universidad Iberoamericana.

Sánchez de Tagle, G. C., 1978. *Contribución al conocimiento de la fauna herpetológica del Parque Nacional la Malinche*. Tesis de la Facultad de Ciencias, UNAM, México. 91 pp.

Sánchez Piedras, Emilio, 1980. *Quinto informe de Gobierno del estado de Tlaxcala*. Talleres Gráficos del Estado de Tlaxcala.

Santillán, Manuel, 1943. *Cuarto informe de Gobierno del estado de Tlaxcala*. Talleres Gráficos del Estado de Tlaxcala.

Secretaría de la Economía Nacional, 1933. *Bosquejo geográfico-económico del estado de Tlaxcala*. Talleres Gráficos de la Nación. México.

Toledo, V. M., 1944. "Tres problemas en el estudio de la apropiación de los recursos naturales y sus repercusiones en la educación" en Enrique Leff (comp.) *Ciencias sociales y formación ambiental*. Editorial Gedisa, Barcelona.

Werner, G., 1994. "La Malinche el desastre del Parque Nacional" en *Universidad y sociedad*, no. 7, mayo-junio. Universidad Autónoma de Tlaxcala. pp. 6-10.

***Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural
1997-2000***

Instituto Nacional de Ecología

Dirección General de Vida Silvestre*

Se dan los lineamientos generales que toman en cuenta diversos factores para la conservación de la vida silvestre: el territorial, las condiciones sociales, y las relaciones internacionales en el campo, en un afán por promover nuevas generaciones de ingreso, empleo, y de divisas

Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de vida silvestre. Av. Revolución 1425, nivel 20. Tel-
624-33-06

La singular riqueza biológica de México, cada vez más apreciada y reconocida, significa responsabilidades extraordinarias para nuestra sociedad, que deben expresarse en compromisos e iniciativas viables y efectivas para su conservación.

Esta riqueza también ofrece oportunidades día con día más evidentes, tanto para el país en su conjunto, como para distintos sectores económicos, comunidades rurales, propietarios y organizaciones sociales. La documentación disponible ahora nos habla de mercados y preferencias crecientes que tienen por contenido elementos derivados del formidable entramado vital que ofrece la biodiversidad mexicana.

Responsabilidad y oportunidad crean una fórmula que justifica y substancia los alcances de este Programa. No sólo como objetivos simultáneos, sino como pesas de una balanza lógica e inevitable, que al mantenerse en equilibrio permite opciones realistas y verdaderamente eficaces para conservar nuestro invaluable patrimonio natural.

Conservar la vida silvestre y la biodiversidad en general, no puede ser, como todo el mundo sabe, un propósito caprichoso y ajeno a una racionalidad practicable. Se conserva sólo lo que es apreciado y valorado, lo que forma parte de las complejas preferencias de individuos, de productores, de organizaciones y de instituciones. Las voluntades y los recursos necesarios para ésta pueden fluir desde el ámbito privado, o desde el sector público o fuentes internacionales, sólo cuando hay información compartida, hay beneficios identificables para los actores involucrados o una fuerza de opinión suficientemente densa y amplia que otorga valores patrimoniales o existenciales a los elementos más conspicuos del maravilloso acervo natural mexicano.

Conjugando una decidida responsabilidad conservacionista con oportunidades instrumentales, derivadas del poder del interés público y de la fuerza de los legítimos intereses de individuos, comunidades y propietarios, este Programa intenta ofrecer herramientas y espacios para el quehacer de la sociedad y del gobierno.

Vida silvestre y biodiversidad no pueden abstraerse de una clara referencia territorial. No tiene sentido escindir a los elementos del todo, a las especies de su hábitat, y a éste, de los ecosistemas inherentemente asociados a ámbitos territoriales definidos. De ahí, la necesidad y el empeño de pensar y aplicar instrumentos que incidan en el tema de la propiedad (ejidal, privada o comunal).

El plano territorial o espacial se cruza aquí con diferentes planos sectoriales, dadas las dimensiones múltiples del tema y de los procesos que lo significan. La conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento de oportunidades económicas en un ensamble de refuerzo mutuo, requiere de una concurrencia ordenada de diferentes instituciones gubernamentales y sectores de la sociedad, y de distintos marcos normativos.

Es bien sabida la relevancia creciente que el tema ha adquirido en las agendas y en las relaciones internacionales. Más allá de su posible uso directo, o su apreciación indirecta por el importante caudal de servicios ambientales que ofrece la biodiversidad, y en particular la vida silvestre, ahora se comparte globalmente un sistema de valores y una moral de donde emanan preferencias y solidaridades cada vez más acentuadas hacia las múltiples manifestaciones de la vida. De tal manera, se ha construido un complejo tejido institucional entre países y entidades públicas y privadas de alcance planetario, que plantean para México un número importante de compromisos y opciones de cooperación que no es posible dejar de lado.

Así, el ***Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural*** se ofrece como la primera iniciativa en su género en México. Tiene como propósitos generales establecer incentivos para la configuración de intereses privados y públicos en favor de la conservación, y abrir nuevas oportunidades de generación de ingresos, de empleo y de divisas en las áreas rurales de manera entrelazada con la conservación de grandes extensiones de hábitat para la vida silvestre. De esta manera, se pretende contribuir a la disminución de las probabilidades de extinción de especies de alto significado, fomentando su recuperación al propiciar la continuidad de procesos naturales en todos los ecosistemas, con la participación más amplia de la sociedad, y una

renovada eficiencia administrativa, además de una sólida y cada vez más extensa información económica, técnica y científica.

El Programa parte de un diagnóstico minucioso que evalúa la diversidad biológica de México en un contexto mundial con referencia al número de especies, ecosistemas y endemismos, tanto terrestres como acuáticos. Se analiza el desarrollo institucional y jurídico del país durante el siglo XX en materia de vida silvestre hasta llegar al marco normativo y organizativo que rige en la actualidad, reconociendo sus avances y limitaciones.

Se hace una referencia explícita a las prácticas ilegales o no reguladas y a sus causas, las cuales han inducido junto con fallas institucionales, normativas y de mercado, un proceso de deterioro que pone en riesgo la riqueza biológica de México. En ello se resaltan la ausencia de políticas públicas coherentes en la materia, la carencia de programas, el bajo nivel jerárquico y variabilidad de las unidades administrativas a cargo del tema y sus limitaciones extremas en términos de personal, presupuesto y estructura.

Se destaca la pluralidad de actores involucrados en los procesos de conservación y manejo de vida silvestre como son los productores rurales, prestadores de servicios, organizaciones civiles, centros de investigación e instituciones gubernamentales, haciendo un recuento de las iniciativas registradas en lo que respecta a viveros, criaderos y sistemas de manejo de fauna.

El Programa contiene una evaluación detallada de los atributos, funciones y valores de la vida silvestre, de las ventajas comparativas de nuestro país y de las oportunidades económicas que ésta ofrece en diferentes circuitos de mercado asociados con actividades cinegéticas, insumos industriales, aprovechamiento de especies de flora y viveros, criaderos extensivos e intensivos, producción forestal no maderable, ecoturismo y prospección farmacoquímica. A pesar de no haberse desarrollado de manera explícita y de la inexistencia de políticas diseñadas para su promoción, las estimaciones realizadas arrojan un volumen total del mercado del orden de los 2,400 millones de pesos por los conceptos anteriores. Otros países, sin las enormes ventajas comparativas del nuestro,

han generado oportunidades económicas muy superiores en beneficio de sus poblaciones rurales y de su diversidad biológica.

En esta primera parte de diagnóstico se hace también un inventario de las relaciones y compromisos internacionales asumidos por nuestro país en la forma de convenios, acuerdos y oportunidades de cooperación.

Enseguida se definen con claridad los instrumentos disponibles, tanto para el gobierno como para la sociedad, y que pueden utilizarse en aras de los objetivos del Programa, como son la normatividad, información, el financiamiento, la coordinación intergubernamental, la concertación social, la vigilancia, el monitoreo, el establecimiento de santuarios, y la integración de unidades de producción de vida silvestre.

Estos instrumentos permiten integrar de manera lógica y práctica una serie de estrategias que constituyen el contenido propositivo del Programa. Sobresale en primer lugar, la **conservación y recuperación de especies prioritarias** a través de proyectos individualizados para un conjunto de plantas y animales seleccionado por ostentar una categoría de riesgo reconocida internacionalmente, por la factibilidad de recuperarlas y manejarlas, por producir un efecto de protección indirecta que permita conservar a otras especies y a sus hábitats, por ser especies carismáticas y poseer un alto grado de interés cultural o económico. Estos proyectos, si bien asumen un diseño particular para cada especie, tienen ciertos elementos comunes, como son el decreto de santuarios, la formación de comités técnicos, la repoblación, búsqueda de participación privada y social y de financiamiento.

Una segunda estrategia se proyecta en el **Sistema de Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre**, el cual estará constituido por propiedades o conjuntos de propiedades privadas, ejidales o comunales, o bien empresas sujetas a registro, manejo de hábitat, monitoreo poblacional, procesos sustentables de aprovechamiento, planes de manejo y certificación de la producción. En este sistema, operará el binomio lógico conservación/aprovechamiento, y dado su énfasis en el manejo adecuado del hábitat, podrá

constituirse en un elemento complementario al Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas, que incrementará significativamente la proporción del territorio nacional objeto de un proceso real de conservación. En este esfuerzo se contempla también la renovación y descentralización de la infraestructura física existente, que incluye cerca de veinte instalaciones a lo largo del territorio nacional abandonadas o que han sido operadas sólo parcialmente durante los últimos años y que tienen una importante función en la propagación, recuperación, generación de pies de cria, educación, y reintegración al hábitat natural de especies silvestres, y también, en el cumplimiento de compromisos internacionales por parte de nuestro país.

Como es obvio, el **financiamiento** es en sí mismo una estrategia crítica para este Programa. Aquí se plantea la recuperación de recursos fiscales en la forma de derechos con destino específico para proyectos de conservación y uso sustentable de la vida silvestre; la promoción de la inversión privada en unidades de conservación, manejo y aprovechamiento; captación de financiamiento internacional; donativos; concertación de financiamiento vía banca de segundo piso con un nuevo esquema de garantías en predios destinados a su manejo; y, la creación de un fideicomiso nacional donde puedan captarse de manera diáfana y eficiente recursos provenientes de distintos orígenes y ser aplicados oportunamente hacia la conservación de especies y sus hábitats.

La **modernización administrativa** queda recogida como otra estrategia fundamental, que implica actualizar la infraestructura en materia de equipos de cómputo, centros regionales de trámite y sistemas electrónicos de control de saldos en el comercio exterior. Se buscará aquí una gestión eficiente unificando registros de identificación cinegética, prestación de servicios, unidades de conservación y aprovechamiento, exhibición, posesión y de actividades científicas y recreativas. Se establecerá el *número único INE* para los usuarios de servicios administrativos y se reemplazarán los antiguos permisos de caza por estampillas fiscales. Se instrumentará un sistema nacional de marcaje y certificación de origen que favorecerá los mercados legales y el control de calidad, así como sistemas de control para puestos aduanales en cumplimiento de los acuerdos CITES. Se promoverá la descentralización hacia gobiernos estatales, otorgando flexibilidad y eficiencia en

procedimientos que no requieren el control directo del gobierno federal, como pueden ser autorizaciones para posesión, registros y refrendos, trámites y dictámenes, y distribución de permisos cinegéticos que no correspondan a especies prioritarias. De la misma forma, se multiplicarán los esfuerzos de capacitación del personal técnico y se diseñarán manuales de procedimientos que permitan un desempeño más eficiente de la administración pública.

Otra estrategia fundamental en el Programa es **la adecuación de instrumentos jurídicos**, en el marco de las recientes modificaciones a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Se plantea la necesidad de desarrollar el Reglamento de la Ley en Materia de Vida Silvestre, la abrogación de la Ley Federal de Caza, y la modificación de la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y del Código Penal para el Distrito Federal en Materia del Fuero Común y para toda la República en Materia del Fuero Federal. Asimismo, se reconoce la necesidad de actualizar la normatividad, particularmente la NOM-ECOL-059 y de elaborar nuevas NOM para colecta científica, importación y exportación de productos no incluidos en CITES, operación de unidades de manejo y aprovechamiento, trato humanitario a los animales mantenidos en cautiverio, y establecimiento y operación de zoológicos.

El aprovechamiento de las oportunidades económicas ofrecidas por la vida silvestre requiere de la **creación y consolidación de mercados** como otra estrategia explícita contenida en este Programa. Particularmente, se plantea el desarrollo de mercados en el circuito de actividades cinegéticas y aprovechamiento de aves canoras, en actividades industriales (incluye criaderos intensivos, viveros, producción forestal no maderable y prospección farmacocómica) y ecoturismo. Se estima que estos mercados podrían generar para el año 2000 ingresos potenciales cercanos a los 4 mil millones de pesos anuales.

El **fortalecimiento de las capacidades de vigilancia** es otra estrategia prioritaria que implica el combate sistemático al tráfico ilegal a través de la inspección y control permanente de mercados, locales establecidos y venta ambulante, así como sitios de comercialización ilegal tradicionalmente reconocidos; la coordinación para la inspección en puertos, aeropuertos y fronteras; y, campañas de

educación al público. La vigilancia requiere también de un enfoque participativo a través de comités mixtos de verificación de los recursos naturales a nivel estatal y municipal.

Es obvio que la más amplia **participación social** debe de ser un componente obligado de este Programa. Esta, se formalizará en una estrategia que incluye la creación de Comités Técnicos Consultivos de Conservación de Vida Silvestre en temas de interés cinegético, comercial, en lo referente a unidades de producción, de conservación, especies en riesgo, biotecnología, usos tradicionales, CITES y ecoturismo, con la participación de académicos, entidades gubernamentales, organizaciones de productores y ONG's. El Programa avanzará también con la creación de Consejos Técnicos Consultivos Estatales de Vida Silvestre, los cuales contribuirán a una toma de decisiones de mayor legitimidad y eficiencia en lo que respecta a los temas de gran interés local.

La **información y la difusión** se asumen como otro elemento estratégico en lo que se refiere a aspectos científicos básicos de la vida silvestre, nuevas tecnologías y mercados, prospecciones y estadísticas, mapas, tasas de captura, temporadas de caza, áreas de protección, poblaciones, técnicas de cultivo, actores y directorios entre otros conceptos. Se desarrollará el Sistema de Información y Difusión sobre Vida Silvestre que se entrelazará al esfuerzo de modernización y simplificación administrativa y deberá ser incorporado al Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). El sistema se integrará en red con el Sistema Nacional sobre Biodiversidad y la Red Mexicana sobre la Biodiversidad (ambos de CONABIO), y a sistemas de información de SECOFI e INEGI, y tendrá expresión a través de una página en World Wide Web (*www*). Un componente de gran interés será el subsistema de información económica que permitirá registrar y medir agregadamente la dinámica de los mercados emergentes ligados a la vida silvestre, sus principales actividades y circuitos, insumos y resultados económicos orientados a los mercados nacional e internacional. A escala microeconómica permitirá registrar y medir producción y gasto, ingresos y su asignación, capital y financiamiento, revaluación de activos y pasivos, personal ocupado, remuneraciones y valor de la producción, entre otros rubros.

El Programa se propone también como estrategia, tejer una red de **compromisos interinstitucionales a nivel nacional**. Este es el caso de SEDENA en materia de simplificación administrativa en la transportación de armas deportivas; con SECTUR para el apoyo al ecoturismo y al turismo cinegético; con SHCP para la aplicación de derechos con destino específico; y, con SECOFI para la reclasificación de fracciones arancelarias, entre otros. Igualmente se plantean convenios con centros de educación superior e investigación, con organizaciones de productores, ONG's, banca de segundo piso e iniciativa privada.

Por último, el Programa asume explícitamente los **compromisos internacionales** de nuestro país en materia de vida silvestre y biodiversidad, con el objeto de lograr una participación destacada de México en foros internacionales, y de hacer un uso eficaz y creciente de las oportunidades de cooperación externa. Aquí sobresale el Comité Trilateral México-Estados Unidos-Canadá, la Convención de Diversidad Biológica, la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte, la Convención Relativa a la Conservación de Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR), Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (CITES), Plan de Manejo de Aves Acuáticas de Norteamérica (NAWMP) y, la Convención México-Estados Unidos de América para la Protección de las Aves Migratorias y Mamíferos de Interés Cinegético. En su alcance internacional el Programa ofrece también diversificar las contrapartes de cooperación, enfatizándose el papel potencial del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), del Programa para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y del Programa de Medio Ambiente de la Unión Europea. Se destaca también la necesidad de estrechar relaciones de cooperación con Belice y Guatemala dados sus intereses y necesidades comunes con México.

En suma, el **Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural** intenta ser una respuesta de vanguardia, viable y comprometida, a la responsabilidad

que significan el cuidado y manejo de la formidable biodiversidad del territorio mexicano, como *reto* de conservación y *oportunidad* de desarrollo sustentable.

Desarrollo sostenible, empresa privada y sentido común en América Latina

Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable de América Latina

ITESM. Edificio CEDES, Sexto piso. Av, Eugenio Garza Sada 2501 Sur Monterrey N.L. 64849, México. Tel. 328-41-86; telfax: 3284185. Correo electrónico: bcsdla@campus.mtg.itesm.mx

1. La visión en la que creemos

Quienes integramos el Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible de América Latina (CEDSAL) creemos en los valores básicos para el desarrollo sostenible, tal y como fueron plasmados en los documentos clave de la Cumbre de la Tierra (UNCED), celebrada en 1992 y a la que asistieron más de cien jefes de Estado. Hemos desplegado estos mismos valores en nuestro propio libro: Cambiando el rumbo: una perspectiva global del empresariado para el desarrollo y el medio ambiente.

A pesar de las múltiples reformas económicas implantadas en nuestra región en los últimos años, nuestro sentido común nos dice que América Latina aún tiene que encontrar el camino hacia formas de progreso que podamos sostener, y que satisfagan las necesidades de su gente, sus empresas y sus gobiernos a través del tiempo. Han habido, sin duda, muchas salidas en falso y promesas no cumplidas en torno a nuevas eras en la historia de nuestra región.

Por eso, mientras continuamos esforzándonos por reformar nuestras compañías e instituciones, debemos seguir buscando respuestas a la pregunta de fondo: ¿Cómo afianzar formas de crecimiento económico sostenible que ofrezcan más oportunidades para todos y permitan, al mismo tiempo, mantener nuestros recursos naturales, base de todo progreso?

El sentido común también nos dice que debemos cambiar nuestras ambiciones; en lugar de consumir más, debemos ahorrar e invertir más, producir y comercializar de manera más eficiente, al tiempo que utilizamos menos recursos. Todo esto debe ir acompañado de una reforma amplia y profunda de nuestras instituciones.

A estas transformaciones las motivan nuestro deseo personal por forjar una sociedad más sostenible para nuestros hijos, y la necesidad inmediata de seguir el ritmo de los cambios en los indicadores de competitividad global, que alteran nuestras ventajas comparativas de producción y comercio. El poder adquisitivo de los mercados mundiales y la influencia emergente de la sociedad civil nos obligan a avanzar hacia formas de producción, consumo y comercio ambiental y socialmente sólidas.

El sentido común nos dice que sólo podremos encontrar e implementar soluciones cooperando con otros, esto sin eludir nuestro compromiso de liderazgo. Tenemos una visión y pretendemos comunicarla, construir nuevas alianzas en torno a ella, trabajar con otros para afinarla y convertirla en una realidad.

Esta visión parte de algunas observaciones del sentido común:

. Primero. La competitividad y la eficiencia son elementos clave para el éxito empresarial en una economía mundial en integración. Los mercados abiertos demandan mejores relaciones entre calidad y precio, más rapidez en el servicio y en la innovación. La competitividad implica eficiencia en el uso de todos los recursos: naturales, humanos, sociales, institucionales y financieros. El *know-how*, la motivación, las habilidades de los empleados y su nivel de educación, así como el acceso a información e ideas, adquieren cada vez mayor importancia. El uso racional de los recursos es aún más importante que la disponibilidad de recursos naturales a bajo costo; y la generación de valor

agregado en la producción de bienes y servicios es más importante que la sola exportación de materias primas.

. Segundo. El crecimiento económico no es sostenible sin progreso social y protección ambiental. Como líderes empresariales, sabemos que la pobreza es inaceptable moral y económicamente; por un lado se lesiona la dignidad humana, y por el otro, en condiciones de pobreza se produce y se consume poco. Muchos de nuestros mercados formales, frecuentemente ineficientes y caros, ponen una barrera a las personas que intentan salir de la pobreza; las fuerzan a permanecer en los amplios mercados informales de la región. Reducir la pobreza, por lo tanto, es una necesidad económica y social, así como una prioridad ambiental, dada la estrecha relación que existe entre la pobreza y el uso ineficiente de recursos, y entre la pobreza y la migración a las ciudades. El progreso social debe convertirse en un elemento de peso a la hora de juzgar el desempeño general de compañías, comunidades y países. Sin embargo, tanto el sentido común como las experiencias difíciles nos han enseñado que el progreso social no se logra dependiendo de la absoluta provisión de bienes y servicios básicos por parte del gobierno, sino que debe estar basado en políticas públicas que permitan que la gente logre para sí misma el acceso a oportunidades, crédito, educación y empleo.

. Tercero. El desarrollo sostenible requiere de una visión a largo plazo. La inseguridad, los cambios rápidos en las condiciones legales y políticas, las reglas poco confiables y predecibles, así como los derechos de propiedad inciertos, dificultan la confiabilidad y la predictabilidad necesarias para la inversión, y llevan, consecuentemente, al "cortoplacismo". Nuestras reformas institucionales deben, por tanto, fomentar la confianza en las reglas del juego, la credibilidad en las instituciones, la aplicación de las leyes y la justicia para todos; esto implica instituciones públicas y privadas independientes, eficientes y responsables.

2. Los caminos para la acción

2.1 Ecoeficiencia en las empresas y en la infraestructura

La ecoeficiencia es el principal medio a través del cual las empresas ayudan a las naciones a avanzar hacia el desarrollo sostenible, al tiempo que mejoran su propia competitividad. Este concepto significa agregar cada vez un mayor valor a los productos y servicios, consumiendo menos materiales, y generando cada vez menos contaminación. La ecoeficiencia encaja perfectamente dentro de la meta de la Administración de Calidad Total, crucial para la competitividad.

Para lograr mayores niveles de ecoeficiencia, es fundamental:

- . Mantener limpias y sistemáticas las operaciones empresariales;
- . Aplicar sistemas de gestión ambiental, calidad, seguridad y salud ocupacional, preferiblemente certificados;
- . Reducir la intensidad del material utilizado en la producción de bienes y servicios;
- . Reducir la intensidad en el uso de energía para la producción de bienes y servicios;
- . Incrementar el reciclaje de los materiales;
- . Maximizar el uso sostenible de los recursos renovables;
- . Aumentar la durabilidad del producto; y
- . Disponer del desecho de manera eficiente y ambientalmente aceptable.

Las empresas que sigan estos caminos serán más innovadoras, más productivas, y más competitivas. Es en nuestro propio interés que debemos fomentar la ecoeficiencia entre nuestros socios, proveedores y clientes.

Los mismos principios listados son compartidos por las pequeñas empresas, que constituyen cerca del 90 por ciento del total en América Latina y operan, muchas de ellas, en el sector informal. Aunque por su tamaño cada unidad de producción es capaz de generar un daño relativamente pequeño al

medio ambiente, los efectos acumulados de tantas pequeñas unidades resultan serios y costosos. Muchas de estas empresas están aprendiendo que la ecoeficiencia se relaciona más con ahorros en materia prima y producción eficiente que con el medio ambiente.

El concepto de ecoeficiencia debe aplicarse asimismo a la planificación, construcción, mantenimiento y administración de infraestructura: agua, energía, transporte (carreteras, vías férreas), comunicación, puertos, urbanización y disposición de desechos. Este asunto compete tanto a las empresas como a los gobiernos, ya que la globalización lleva a una mayor privatización de la infraestructura. Sin embargo, es importante recordar que la creciente habilidad de las empresas para encontrar oportunidades comerciales en infraestructura también implica cada vez mayores responsabilidades ambientales y sociales.

2.2 Capital humano

El sentido común nos enseña que si los mercados internacionales florecen y las oportunidades para las grandes corporaciones aumentan, sin que los hagan los mercados locales y las oportunidades para la gente común, América Latina volverá a ser una región de políticas populistas y economías manejadas por el gobierno. Es obvio que con la creación de capital financiero deben enfatizarse otras formas de capital, incluyendo social y humano.

Lo que no es tan evidente es el papel que la empresa debe desempeñar en lo que a aspectos sociales se refiere. Mientras buscamos respuestas, algunas empresas pueden encontrar oportunidades comerciales ofreciendo, de manera privada, cuidados para la salud, educación e infraestructura; algunas otras pueden involucrarse en la educación y el cuidado de la salud de sus trabajadores, sus familias y vecinos, en aras de su propio interés; otras más han de participar a través de actos y pensamientos caritativos más tradicionales.

Sin embargo, cada vez más empresarios —incluyendo a los miembros del CEDSAL—reconocemos que si bien la labor del gobierno es establecer las condiciones para que ciudadanos, empresas y organizaciones civiles actúen, la nuestra es trabajar con él y con otros actores en la determinación de las políticas que sustentan a dichas condiciones.

Las siguientes son algunas consideraciones sobre reformas políticas:

. Estamos en favor de hacer mejoras a la educación en todos los niveles. La experiencia ha demostrado que invertir en la educación y la capacitación de las personas —especialmente las mujeres— no sólo contribuye a reducir la pobreza, sino también a mantener un crecimiento demográfico sano. La capacitación vocacional y técnica tiene importancia similar, y puede ser planificada e implantada como un programa de políticas conjuntas entre los sectores público y privado.

. Deseamos promover la actividad de la pequeña empresa, pues proporciona más de la mitad de los empleos en la región. Este sector necesita mayor acceso al crédito, *know-how* e innovaciones, así como a los mercados en un sentido amplio. No requiere de incentivos artificiales, sino de la eliminación de todo tipo de obstáculos en las áreas de regulación, impuestos, licencias y flexibilidad laboral.

. Queremos promover nuevos y más eficientes esquemas de atención a la salud y seguridad social, incluyendo pensiones y seguros médicos. Esto sólo será posible si existen programas institucionales de ahorro eficientes y privados. Son pocos los países que han encontrado la manera de promover con éxito tales esquemas. Sin embargo, los Estados latinoamericanos deben seguir en esta dirección, desarrollando sistemas con mayor orientación de mercado que permitan un cierto grado de competencia y, por ende, una mayor eficiencia y alto grado de confianza.

2.3 Condiciones del entorno

Para lograr un desarrollo sostenible se necesitan mejores condiciones legales y políticas.

La estabilidad macroeconómica es fundamental para generar confianza, misma que a su vez fomenta la inversión y el ahorro. Existe un consenso global cada vez mayor sobre la necesidad de políticas económicas que promuevan baja inflación, privatización de empresas estatales, moneda estable, deuda pública controlada, equilibrio fiscal y mayor comercio internacional.

Gran parte de los éxitos de tales políticas se aprecia mejor en las cifras agregadas, y no tanto en éxitos microeconómicos significativos; esto puede ocasionar problemas sociales y políticos. Debemos seguir firmemente con la reforma macroeconómica, y dar señales claras a los mercados durante los próximos diez años. Nuestras sociedades deben liberarse de la mentalidad que promueve la inflación y que tan desastrosos efectos ha tenido; debemos deshacernos de la ilusión de que la ayuda gubernamental o internacional acabará con nuestros problemas, debemos aceptar el hecho de que sólo podemos gastar lo que hemos ganado.

Necesitamos tener en claro cuáles son verdaderos incentivos y cuáles no lo son. Ciertos incentivos gubernamentales —como aquellos que afectan los precios de las materias primas, bienes, servicios, capital, mano de obra y tecnología— no son sino meras distorsiones de mercado que generalmente operan en contra de los principios y objetivos del desarrollo sostenible. A decir verdad, la mayor parte de los subsidios funciona en contra del desarrollo sostenible ya que fomentan el mal uso de los recursos; por tanto, deben ser eliminados. Establecer los precios adecuados es especialmente importante para todas las cuestiones ambientales, sobre todo para asegurar el pago racional por el uso de los recursos y la disposición de desechos.

Estos costos tendrán que ser internalizados por las empresas, aplicándolos a los productos y procesos, de manera que puedan ser transferidos al mercado. Las empresas han de buscar la manera de reducir los costos asociados con el uso de los recursos naturales y la energía, para lo que han de diseñar nuevos sistemas, procesos y productos que reduzcan el impacto ambiental y agreguen valor para los consumidores y la sociedad. Este proceso se fomenta mejor a través de una combinación de instrumentos económicos y autorregulación, que mediante el uso de medidas de comando y control; dicha combinación otorga mayor flexibilidad a las empresas que se encuentran dentro de un marco de objetivos claramente definidos, para elegir la forma de aumentar la productividad de los recursos, prevenir la contaminación, e impulsar la innovación tecnológica y organizacional.

Debemos hacer más confiable el marco institucional. La experiencia histórica ha demostrado que las sociedades pueden tener una visión a largo plazo y planificar el futuro sólo cuando pueden confiar en sus instituciones. Lo siguiente nos indica la necesidad de modificar ese marco institucional:

Primero. Las transacciones empresariales a menudo son costosas y complicadas. Financiar una empresa en crecimiento utilizando sus activos como garantía (procedimiento estándar en los países más industrializados) no es sólo difícil, sino imposible en la mayoría de los países de nuestra región. Los mercados financieros permanecen subdesarrollados y las tasas de interés extremadamente elevadas. Estas barreras restringen el crecimiento, impiden el desarrollo de mercados financieros competitivos, y discriminan a los pobres. Lo mismo se aplica a las licencias y a la mayoría de los registros necesarios para hacer negocios. Persisten mecanismos complicados y anacrónicos; éstos mantienen elevados los costos de transacción y obligan a que tantos empresarios permanezcan en el sector informal.

Segundo. La inseguridad de los derechos de propiedad es común en toda la región. Es difícil y costoso registrar las propiedades rurales y urbanas; esto hace que el valor de cada propiedad permanezca artificialmente bajo. La resultante ineficiencia de los mercados de propiedades degrada

las operaciones de otros mercados, especialmente el de créditos y garantías. La inversión agrícola permanece baja, lo que impulsa la migración del campo a la ciudad. Adicionalmente, la propiedad no asegurada contribuye a la incertidumbre, el "cortoplacismo" y los bajos niveles de inversión.

Tercero. Hay muchas deficiencias en el sistema legal y jurídico. Los mecanismos para la solución de conflictos no funcionan adecuadamente: en el caso de los extrajudiciales hay ineficiencia, y los judiciales son tan lentos e impredecibles que muchos miembros de la comunidad empresarial de la región los consideran inútiles, e incluso peligrosos. La falta de reglas claras del juego y de una implantación efectiva de las mismas fomenta la corrupción; eliminarla de raíz de nuestras sociedades ha de ser un objetivo de primer orden.

Las consideraciones sobre la ecoeficiencia, el capital humano y las condiciones del entorno de las que hemos hablado, son todas cruciales en los esfuerzos encaminados hacia el desarrollo sostenible. Desafortunadamente, cuestiones como la protección ambiental y la mitigación de la pobreza no representan una preocupación evidente para la mayoría de la gente, dentro y fuera de las empresas. En consecuencia, necesitamos mayor investigación económica e institucional sobre la relación existente entre las cuestiones mencionadas y la meta de un desarrollo ambiental y socialmente sostenible, para entonces entender con claridad los costos y beneficios, y darlos a conocer.

3. Nuevas alianzas para un nuevo liderazgo

Estamos convencidos de que éste es el momento de buscar, para nosotros y para nuestra sociedad, la transición hacia el desarrollo sostenible, traduciendo nuestra visión en nuevas formas de pensamiento y acción, así como en programas y proyectos concretos.

Esto implica un cambio radical en los patrones de desarrollo, y el reconocimiento de las limitaciones de muchas de las actuales políticas económicas y de mercado, junto con las suposiciones equivocadas que las sustentan. También implica una visión a largo plazo y un mayor equilibrio entre los objetivos económicos, ambientales y sociales.

Ningún individuo, grupo o profesión puede cumplir esta misión sin ayuda; debemos, pues, incrementar nuestra voluntad de cooperación. Necesitamos una nueva alianza para un liderazgo que transforme el desarrollo sostenible en una estrategia concreta de desarrollo, que favorezca de igual manera a nuestra generación y a las generaciones futuras. Así, al asignar tareas a los gobiernos y a las empresas, nos habremos de dar cuenta de que todos necesitamos del apoyo de todos para llevarlas a cabo.

Los gobiernos deben profundizar en una segunda generación de reformas institucionales, mediante incentivos y señales de mediano y largo plazos. Estas reformas han de considerar y anticipar los costos y beneficios del gasto público, y fomentar una mayor inversión, ahorro, ecoeficiencia y productividad. Con el apoyo de líderes empresariales y otros actores, los gobiernos deben poner especial atención en lo siguiente:

- . Generar marcos económicos, jurídicos e institucionales para el desarrollo sostenible, que sean consensuales, simples, transparentes y predecibles, y que definan con claridad las responsabilidades y competencias de los sectores público y privado.

- . Fomentar programas de educación y capacitación de alta calidad, acordes a las necesidades sociales y económicas de los países y de los mercados globales, teniendo en cuenta la protección del bienestar de las generaciones futuras.

. Aplicar un sistema de contabilidad nacional que mida el valor de los recursos económicos y ecológicos, para poder estimar el acervo de capital en su sentido más amplio y verdadero, y medir la depreciación de los recursos y activos fijos de los factores de capital. Todo esto nos permitirá establecer prioridades en relación a la inversión, la conservación, el consumo y el ahorro.

. Los líderes empresariales, por su parte, deben establecer principios, políticas y sistemas que definan una visión de ecoeficiencia, la apliquen y la comuniquen; todo esto contando con el apoyo de líderes políticos y otros actores. Nosotros debemos, entonces:

. Promover programas de ecoeficiencia para las empresas, y el involucramiento de las compañías en la filosofía empresarial que tiene como meta la optimización de estos tres elementos: generación de crecimiento económico, mejor desempeño ambiental y mayor participación en el desarrollo social mediante la creación de más oportunidades para todos.

. Apoyar y difundir programas de ecoeficiencia para la pequeña y mediana empresa.

. Establecer en todos los países Consejos Nacionales para el Desarrollo Sostenible u organizaciones similares, como instituciones independientes y no lucrativas con el propósito de fortalecer el liderazgo empresarial y cooperar con las autoridades en el estudio, diseño e implantación de medidas para la creación de marcos legales e institucionales propicios al desarrollo sostenible.

. Fortalecer mecanismos nacionales eficientes para el mejoramiento y certificación de la gestión ambiental, de la calidad y de salud ocupacional.

Es imposible estar en contra del desarrollo sostenible; pero también es difícil apoyar el concepto en un mundo donde existen tantas y tan grandes incertidumbres en lo económico, político, ambiental y demográfico. Con todo, el sentido común nos dice que éste es el único camino racional. Y el sentido común nos dice también que sólo creando nuevas alianzas podremos lograr rápidamente el progreso que necesitamos.

OJO: (esto va en recuadro dentro del artículo)

Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable de América Latina

Misión

El Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible de América Latina (CEDSAL) es una organización de iniciativa privada, cuya misión es promover el liderazgo para el cambio hacia el desarrollo sostenible de nuestro continente.

Para el CEDSAL, el concepto de "desarrollo sostenible" busca la optimización en forma integral de estos procesos:

- . Crecimiento económico
- . Acceso a oportunidades
- . Calidad Ambiental

Objetivos

Son dos los objetivos principales que perseguimos en el CEDSAL:

- . Adoptar la ecoeficiencia como un principio fundamental para las empresas. Esto significa producir más y mejor, con menos insumos de materia prima y energía y menos desechos, al tiempo que se mejora la productividad y la competitividad empresariales.
- . Contribuir a la mejora de las condiciones del marco político y económico, a fin de promover el crecimiento económico, un mayor acceso a las oportunidades y la mejora de la calidad ambiental de las sociedades. Para este propósito, hemos de propiciar una mejor gobernabilidad y especialmente la eficiencia y confiabilidad de las instituciones a través de reglas del juego claramente definidas y respetadas.

Funciones

El CEDSAL desempeña las siguientes funciones para el logro de sus objetivos:

- . El desarrollo y concreción de conceptos, metodologías, conocimientos y *know-how*, necesarios para estimular la ecoeficiencia y el desarrollo sostenible.
- . La promoción de la red latinoamericana de Consejos Empresariales Nacionales para el Desarrollo Sostenible.
- . La comunicación y el diálogo entre la comunidad empresarial, los gobiernos y la sociedad civil, con el fin de facilitar la cooperación en la búsqueda de la promoción del desarrollo sostenible.
- . La promoción de programas de educación y capacitación que fomenten los procesos de pensamiento y los conocimientos favorables al desarrollo sostenible.

El desarrollo de proyectos demostrativos y estudios de caso que ilustren y estimulen el desarrollo sostenible.

El problema de la falla del mercado¹

Alan Randall*

* Profesor de Economía Agrícola en la Universidad Estatal de Ohio, Columbus

Randall aborda aquí el problema de las externalidades, los bienes públicos, los recursos de propiedad común y señala los límites de la discusión sobre el paradigma de la falla de mercado.

Traducción de Daniel Ruíz Sandoval

I

El concepto de falla del mercado parece estar profundamente enraizado en el paradigma dominante de la disciplina económica, si entendemos por esto lo que los economistas respetados dicen a sus alumnos y a los funcionarios públicos. Este problema se trata típicamente de la siguiente manera: se explica el concepto del óptimo de Pareto; se desarrolla la idea de que los mercados competitivos tienden a asignar los recursos eficientemente; se introduce la noción de que, bajo ciertas condiciones prevalecientes en el mundo real, los mercados son incapaces de funcionar con eficiencia; y entonces se inicia la búsqueda de paleativos, involucrando al gobierno como legislador, recaudador de impuestos, y/o regulador. Este enfoque permea las discusiones sobre finanzas públicas, la provisión de bienes colectivos, la administración de los recursos naturales y la calidad ambiental.²

La opinión generalizada sobre este punto es casi por definición una amalgama de ideas recientes combinadas con otras que persisten desde tiempos remotos. A partir de 1960 surge un grupo destacado de economistas (aunque quizás es todavía una minoría) que rechazan el enfoque de la falla del mercado.³ Estas críticas han motivado a los mejores economistas representantes del paradigma de la falla del mercado a desarrollar un análisis más incisivo, preciso y sofisticado.⁴ Sin embargo, una gran confusión prevalece con respecto a la naturaleza de la falla del mercado, su importancia en teoría y como fenómeno observable, así como la respuesta política más apropiada que debe dársele.

La discusión contemporánea sobre la falla del mercado enuncia, por lo general, cuatro fenómenos distintos, si bien dos o más de ellos pueden presentarse juntos, y de ser así, sus efectos se refuerzan mutuamente. Estos fenómenos son: externalidades, "bienes públicos", "recursos de propiedad común" y monopolio. Para complicar más las cosas, se reconocen dos tipos de monopolio: 1) concentración extrema del mercado y 2) "monopolio natural", el cual se considera endémico a las industrias de costos decrecientes. Este ensayo aborda los problemas de externalidades, "bienes públicos", "recursos de propiedad común" y "monopolio natural". Ya se cuenta con abundantes publicaciones sobre el tema de concentración del mercado, por lo que este punto no será explorado aquí.

¹ Tomado de Robert Dorfman y Nancy S. Dorfman (1993), *Economics of the Environment*, 3a Ed. Norton. Nueva York.

² Algunos ejemplos del área de calidad ambiental serán suficientes: véase R. Dorfman, *Economics of the Environment, selected readings* (1977); Ruff, "The Economic Common Sense of Pollution", 19 *Pub. Interest* (1970); Davis y Kamien, "Externalities, Information, and Alternative Collective Action", 1 *The PPB System* (1969); y A. Freeman, R. Haveman y A. Kneese, *The Economics Of Environmental Policy* (1973).

³ El artículo clásico de Coase, "The Problem Of Social Cost", 3 *J.L. & Econ.* 1 (1960). Otros atacan más vehementemente al paradigma de la falla de mercado, por ejemplo, Demsetz, "Information and Efficiency: Another Viewpoint", 12 *J.L. & Econ.* 1 (1969).

⁴ Incluyendo la mayoría de los citados en la nota uno.

La sección II argumenta que los “recursos de propiedad común” y los “bienes públicos” son términos que causan confusión y se refieren a conceptos confusos. Esta sección ofrece una terminología más precisa, basada en las nociones de no exclusividad y no rivalidad. En la sección III se discute el problema de las externalidades en un contexto post-coasiano y se examina el “Teorema de Coase” en sus versiones “fuerte” y “débil”. La discusión muestra que la versión fuerte es un instrumento pedagógico útil con poca relevancia para el diseño de políticas, mientras que la versión débil se considera como un teorema general sobre la existencia de los mercados, más que como uno central de la economía ambiental.

El ensayo continúa examinando las condiciones en las que una externalidad *persiste* y se muestra que, en general, ésta no puede persistir. La ineficiencia, sin embargo, puede continuar, pero por razones estrechamente relacionadas con la no exclusividad y no rivalidad, y no con las externalidades. El término externalidad es, entonces, vacío y completamente inútil, por lo que puede ser reemplazado por el término más general de *ineficiencia* sin pérdida de contenido.

Por otro lado, una intrusión o invasión puede ocurrir (o, en la terminología que este artículo trata de eliminar “una externalidad puede *surgir*”), dando como resultado: 1) un cambio no consensado en la composición del producto social y 2) un cambio súbito en el bienestar de algunos agentes. Asumiendo, como lo hacen la mayoría de los autores (incluyendo a Coase y Buchanan), que los ciudadanos usaran apropiadamente los poderes del gobierno para enfrentar este tipo de eventos; ¿qué debería hacerse? En la bibliografía que aborda estas cuestiones, se pueden identificar dos tradiciones post-coasianas: la tradición Coase-Buchanan y la tradición Coase-Posner. En la sección IV se evalúan ambas, se argumenta en favor de la primera y se bosquejan algunas reformas institucionales dentro de ese marco.

En la sección V se presentan los comentarios finales y se señala lo poco que puede rescatarse del paradigma de la falla de mercado.

II

El término “recursos de propiedad común”⁵ fue popularizado por Gordon entre la generación actual de economistas. El análisis de Gordon y la mayoría de los autores subsecuentes se ha enfocado sobre los bienes mostrencos o sin dueño, *res nullius*, y es básicamente correcto en ese contexto. El problema es que los derechos sobre el recurso son *no exclusivos*.

Una confusión considerable surge cuando el análisis convencional de los “recursos de propiedad común” utilizado actualmente no es aplicable a la *res communis* o propiedad común.⁶ Si bien es poco probable que los derechos de *res communis* sean estrictamente no atenuados,⁷ muchas de las soluciones propuestas para los “recursos de propiedad común” (es decir, *res nullius*) de hecho entran en la categoría de *res communis*. La propiedad la ostenta algún tipo de colectividad y las reglas de acceso (por lo general exclusivas, de cumplimiento obligatorio en alto grado, así como transferibles bajo determinadas condiciones) se establecen para minimizar el abuso del recurso y una inversión excesiva en factores de producción destinados a su explotación.

Uno puede preguntarse por qué el problema de *res nullius* o no exclusividad se aborda en las economías del mercado mediante el establecimiento de alguna forma de *res communis* en vez de otorgar derechos de propiedad no atenuados. La respuesta se encuentra en la creencia tradicional de que la propiedad privada no es adecuada para cierto tipo de recursos. No obstante, el autor sospecha

⁵ Gordon, “*The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery*”, 62 J. Pol. Econ. 124 (1954).

⁶ Ciriac y - Wuantrup & Beshop. “*Common Property as a Concept In Natural Resources Policy*” 15 Nat. Res. J. 713 (1975).

⁷ S. M. S. Cheung define los derechos no atenuados como 1) exclusivos, 2) transferibles, 3) de cumplimiento obligatorio y 4) de ninguna manera inconsistentes con las condiciones marginales del óptimo de Pareto. Véase Cheung, “*The Estructure of a Contract and the Theory of a Nonexclusive Resource*”, 13 J.L. & Econ. 49 (1970).

que más frecuentemente la razón yace en los altos costos de exclusión. Por ejemplo, para muchas especies comerciales de pescado, los costos para especificar y hacer cumplir derechos de propiedad exclusivos son prohibitivos, en la medida en que exceden cualquier posible ganancia proveniente del intercambio voluntario que ello permitiría. Dificultades similares se observan en unidades individuales de aire atmosférico y agua, así como petróleo y acuíferos subterráneos en grandes yacimientos.

En estos casos, los costos de transacción (en su definición laxa)⁸ no son solamente tan altos como para hacer productivos los tipos de intercambio que conducirían al óptimo de Pareto, sino que también impiden el establecimiento de derechos de propiedad no atenuados, una precondition necesaria para dicho intercambio. Adicionalmente, la causa del problema no es lo numeroso de los participantes (razón que comúnmente se esgrime para explicar costos de transacción elevados), sino las peculiaridades de la naturaleza física del recurso mismo⁹. Por ejemplo, cercar el mar abierto es tecnológicamente más complejo y consecuentemente más caro que cercar un valle.

El término “bienes públicos” (o “bienes colectivos”) también genera confusiones. En la mayoría de las definiciones se encuentra involucrado por lo menos uno de dos fenómenos: no exclusividad, discutido arriba, y no rivalidad. Este último se refiere a la noción de Samuelson de un bien que puede ser disfrutado (“consumido”) por unos, sin disminuir su disponibilidad para otros.¹⁰

La confusión se presenta cuando se intenta determinar si ambos fenómenos son necesarios para hacer a un bien “público” o, si sólo uno es suficiente, ¿cuál?¹¹ No obstante, la no exclusividad y no rivalidad pueden presentarse juntas o separadas y el análisis económico de cada uno de estos fenómenos es muy diferente. Por consiguiente, el enfoque sobre las cuestiones de exclusividad y rivalidad permite realizar un análisis más preciso, mientras que el término “bienes públicos” sólo genera confusión. El debate sobre los requisitos que debe reunir un bien para ser denominado “público” parece ser no sólo inútil sino equivocado.

El gremio de los economistas podría abolir los términos “recursos de propiedad común” y “bienes públicos” sin pérdida alguna de información y una considerable ganancia en claridad. Los términos no exclusividad y no rivalidad representan un avance notable, se aplican en cualquier contexto y son relevantes, tanto para los bienes como para los recursos. Para los “bienes públicos no puros”, el término bienes saturables es totalmente adecuado. Este concepto designa a un bien que es no rival para cierto número de usuarios pero que, cuando este número rebasa cierto límite, la condición de rivalidad se presenta. Para dichos bienes, los costos iniciales de capital tienden a ser elevados, mientras que el costo marginal de agregar un usuario adicional permanece reducido mientras no se acerque al límite de la capacidad del recurso. Por lo tanto, el costo medio por usuario declina continuamente hasta que se alcanza la capacidad límite. Como ejemplos de lo anterior pueden señalarse casi todos los servicios proporcionados en un espacio finito, y todos los servicios que dan sistemas de transporte y comunicación intensivos en capital y de capacidad limitada (carreteras, puentes, vías férreas, canales, líneas de transmisión y ductos).

⁸ Como por ejemplo, en Coase, nota 2, en Crocker, “*Externalities, Property Rights and Transactions Costs: An Empirical Study*”, 14 J.L. & Econ. 451, (1971) PP. 462-4; and Dahlman, “*The Problem of Externality*”, 22 J.L. & Econ. 141, 144 (1979).

⁹ El problema del “gran número de participantes” no causa, por sí mismo, costos de transacción prohibitivos. El mercado del pan, con un sin número de compradores y vendedores, funciona tan bien como cualquier otro y mucho mejor que el mercado de aire limpio, con un número similar de compradores y vendedores potenciales.

¹⁰ Samuelson, “*The Pure Theory of Public Expenditure*” 36 Rev. Econ. & Stat. 387 (1954)

¹¹ Samuelson, *Ibid.*, se concentro en el análisis de la no rivalidad, pero también hizo mención del problema del oportunista, una manifestación de la no exclusividad. Davis and Whinston, “*On the Distinction Between Private and Public Goods*”, 57 Am. Econ. Rev. 360 (1967) analizaron la no rivalidad y discutieron sobre las propiedades económicas de los bienes públicos no exclusivos, bienes públicos exclusivos y bienes públicos no puros (es decir, saturables) exclusivos y no exclusivos. Head, “*Public Goods the Polar Case Reconsidered*” 53 Econ. Rec. 227 (1977), argumenta que un “bien público” debe reunir ambas características: no exclusividad y no rivalidad.

El sentido de estas observaciones es que el llamado problema del “monopolio natural” puede analizarse adecuadamente desde la óptica de los bienes saturables.

¿Cuáles son las consecuencias económicas de la no rivalidad? En principio, es posible que el bien no rival sea proporcionado en cantidad suficiente. Los individuos pueden expresar sus preferencias a través de un rango de niveles de oferta potenciales y de esta manera se identifica la “disposición al pago” (DAP) total y marginal. Estas preferencias se agregan verticalmente a través de los individuos. El nivel de oferta eficiente (en la solución de Samuelson¹²) será aquel en que la DAP marginal agregada iguale el costo marginal de proveer dicho bien o servicio, dado que la DAP agregada total excede al costo total. El problema, en términos de eficiencia, es que ningún sistema de precios no discriminatorio puede alcanzar esta solución. Un precio lo suficientemente alto para generar ingresos que cubran el costo de producción no lograría excluir eficientemente a algunos usuarios potenciales quienes valoran el bien positivamente; ello redundaría en una oferta del bien menor a la eficiente. Como señalan Davis y Whinston¹³, esta solución no reuniría las condiciones del óptimo de Pareto pero sería una solución cuasi-óptima. Con un mecanismo de exclusión adecuado, el sector privado sería capaz de proporcionar bienes no rivales de esta manera. En ausencia de exclusión lo más que se puede esperar es que el sector público proporcione el bien en cantidades eficientes, pero los procedimientos de financiamiento que permitirían este resultado violarían necesariamente las condiciones de fijación de los precios requeridas por el óptimo de Pareto.

La discriminación de precios permitiría una solución de tipo Lindahl, la cual proporciona la cantidad eficiente (es decir, la misma cantidad que en la solución de Samuelson) a precios acordes con el óptimo de Pareto. El precio Lindahl es, en general, diferente para cada individuo. La provisión privada (o pública) en términos del óptimo de Pareto requeriría no sólo la exclusión de los que no pagan, sino también de cada individuo que no pague su respectivo precio Lindahl. Este último tipo de exclusión es tecnológicamente mucho más complejo que la exclusión adecuada para los bienes ordinarios (rivales), y se requiere únicamente en el caso de bienes no rivales. Por carecer de un término más apropiado le llamaremos hipereclusión.

Ahora podemos proponer un sistema de clasificación basado en los conceptos de rivalidad y exclusión, diseñado para reemplazar las nociones confusas y engañosas de “recursos de propiedad común” y “bienes públicos”.

La existencia de los nueve tipos de bienes identificados en el cuadro 1 es conceptualmente posible. Los ejemplos de los tipos 1 al 6 son muy frecuentes. Las características económicas de cada tipo de bien se resumen abajo. Cada uno de los 9 tipos de bienes se diferencia de los otros y, en cada caso, el análisis económico de las posibilidades para determinar la oferta y precio eficientes es distinto.

Los tipos de bienes del 1 al 3 no pueden ser proporcionados por el sector privado ni por el sector público a partir del cobro a los usuarios. La provisión por parte del sector público es posible si ésta se financia mediante la recaudación fiscal. Un sector público omnisciente puede, en teoría, proporcionar bienes del tipo 1 en cantidades eficientes, pero no a precios eficientes. Para los tipos 2 y 3, la ausencia de exclusión resultaría en sobreexplotación. Por ello, tanto el precio como la cantidad violarían los requisitos del óptimo de Pareto. Las diferencias en el análisis apropiado para determinar la cantidad eficiente en cada caso son sutiles pero importantes.

¹²Samuelson, op.cit., nota 9 p.p. 387-389.

¹³Davis y Whinston, op.cit., nota 10 p. 363.

Cuadro 1

Clasificación de bienes basada en los conceptos de exclusividad y rivalidad.

	No exclusivo	Exclusivo	Hiperexclusivo
No rival	1	4	7
Saturable	2	5	8
Rival	3	6	9

Los tipos de bienes 4 al 5 pueden ser proporcionados por el sector público o privado mediante el cobro a los usuarios. Es posible alcanzar una solución cuasi-óptima, pero el óptimo de Pareto es inalcanzable. Davis y Whinston¹⁴ especulan sobre la naturaleza de soluciones cuasi-óptimas para cada uno de estos tipos de bienes.

El tipo 6, los “bienes privados” que la teoría microeconómica neoclásica considera típicos, pueden ser proporcionados por el sector privado de acuerdo con el óptimo de Pareto si se satisfacen todas las condiciones de dicho óptimo.

El tipo 7 representa bienes no rivales proporcionados por el sector público o privado a precios Lindahl. El óptimo de Pareto se alcanza bajo estas condiciones.

Los tipos de bienes 8 y 9 pueden, en principio, ser proporcionados en cantidades suficientes por el sector público o privado. En estos casos, la hiperexclusión requiere, entre otras cosas, que el proveedor goce de una posición monopólica. Un monopolio con discriminación perfecta de precios se apropiaría, por medio del precio Lindahl, de todo el excedente económico que, en el caso de los bienes privados típicos (tipo 6), se divide entre los productores y los consumidores. Esto implica la aparición de una ganancia pura, lo que viola las condiciones del óptimo de Pareto.

Nótese que la provisión de bienes a través del mercado, de acuerdo con las condiciones del óptimo de Pareto, sólo es posible para los tipos 6 y 7, y en este último caso se requiere de la hiperexclusión, la cual es tecnológicamente inviable.

¿Cuáles son las perspectivas de trasladar los bienes de una a otra de las categorías definidas en la tabla uno? Dado que las tres categorías relacionadas con el concepto de rivalidad se refieren fundamentalmente a las características físicas de los bienes en cuestión, la posibilidad de trasladar los bienes verticalmente dentro de la tabla sin alterar su naturaleza física son muy limitadas.

Las categorías relacionadas con el concepto de exclusión representan la interacción de factores institucionales y tecnológicos. Para hacer viable la exclusión se requiere una estructura legal e institucional que establezca y haga valer derechos de propiedad exclusivos, pero la efectividad en el ejercicio de estos derechos (y por lo tanto los derechos mismos), depende de la tecnología de exclusión disponible y de los costos de aplicación de dicha tecnología en relación con las ganancias del intercambio que ello permite. Para algunos bienes (por ejemplo abarrotes, bienes de consumo duradero, residencias y tierras de cultivo) estos costos son tolerablemente bajos. De tal manera que las sociedades basadas en la empresa privada generalmente han trasladado estos bienes horizontalmente de la categoría de no exclusividad a la de exclusividad. Para otros bienes (por ejemplo bancos de peces en mar abierto y el aire atmosférico) la exclusión estricta es muy compleja tecnológicamente y costosa en relación a las ganancias potenciales. Por lo tanto, la única solución que uno encuentra, en el mejor de los casos, son reglas de acceso del tipo *res communis*, las cuales representan ciertamente derechos atenuados pero permiten alguna mejora con respecto a la situación de *res nullius*.

Como referencia, el lugar de los términos “recursos de propiedad común” y “bienes públicos” se encuentra en la categoría 9 de la tabla uno. “Recursos de propiedad común” es un término que frecuentemente se aplica de manera equivocada a factores de producción situados en la categoría 3, pero ocasionalmente también se usa para designar bienes en las categorías 1 y 2. El término “bienes públicos” ha sido aplicado por varios autores a mercancías en alguna de las categorías 1, 4 y 7. De

¹⁴*Ibid.* p. 363.

manera similar, la denominación de “bien público no puro” se ha aplicado a las categorías 2, 5 y 8. Aquí termina nuestro argumento para sustituir la acostumbrada, pero imprecisa y confusa terminología de “recursos de propiedad común” y “bienes públicos”, por la clasificación del cuadro uno.

¿Qué implica la no rivalidad y la no exclusividad para la falla del mercado? En primer lugar ¿qué significa la falla del mercado? Algunos la han definido como el fracaso de los mercados para existir. No obstante, esta claro desde hace mucho tiempo que la no existencia de ciertos mercados es una respuesta racional a costos de transacción demasiado elevados en comparación con las ganancias potenciales del intercambio.¹⁵ Si por falla de mercado entendemos ineficiencia, ello debe referirse, en teoría, a los bienes en todas las categorías exceptuando la 6 y la 7 y, en la práctica, a todos los bienes. Sin embargo, dicho concepto no es muy útil, ya que identifica como una falla de mercado casos en los que otros mecanismos institucionales fallarán previsiblemente en mayor o menor grado. Si por falla de mercado entendemos la incapacidad de los mercados para funcionar tan bien como otros mecanismos institucionales, el concepto se diluye ante la ausencia de unanimidad sobre el significado de “funcionar tan bien como”. Se puede realizar algún progreso si nos limitamos a alguno de los varios aspectos de la eficiencia: la provisión de bienes, servicios y amenidades en cantidades eficientes. Para los bienes no rivales existe la posibilidad de que el gobierno, mediante la provisión directa, funcione mejor que el mercado. Cuando el problema es la no exclusividad, los ciudadanos eventualmente exigirán cambios en los derechos de propiedad a través de los canales gubernamentales adecuados. Dichos cambios propiciarán a su vez que el mercado provea los bienes y servicios en una cantidad cercana al óptimo. Pero estas mejoras son tan sólo posibilidades y su validez debe demostrarse caso por caso, reconociendo todos los costos e imperfecciones tanto del mercado como de las instituciones, en lugar de establecerse por mera simpatía hacia las nociones de falla del mercado. Finalmente, el análisis de la cantidad ofrecida sin referencia a la fijación de precios, así como de la división de excedentes entre productores y entre consumidores y productores, dejará insatisfechos a algunos.

III

La externalidad se define generalmente como una situación en la que la utilidad de un agente es afectada por un vector de actividades bajo su control, pero también por una o más actividades bajo el control de otros. Desde los ensayos de Coase¹⁶ y Buchanan y Stubblebine¹⁷, la mayoría de los autores se han concentrado en las externalidades relevantes desde el punto de vista del óptimo de Pareto. Es decir, aquellas que son ineficientes. Muchas de las categorías de interacciones que satisfacen la definición de externalidad las encontramos en los mercados y no son relevantes desde la óptica de Pareto si los mercados funcionan bien. Para otros tipos de interacciones (la contaminación del agua y el aire son ejemplos comúnmente citados) se ha dado un intenso debate sobre si las externalidades relevantes en términos del óptimo de Pareto persisten. Generalmente se acepta que alguna externalidad persistirá (un nivel positivo de contaminación en el agua o aire) incluso en una situación de óptimo de Pareto.

El Teorema de Coase tiene dos versiones; una fuerte y una débil. La fuerte enuncia: dada una estructura de derechos de propiedad completamente especificada y exclusiva, sin costos de transferencia ni costos de vigilancia, el intercambio voluntario eliminará todas las externalidades relevantes al óptimo de Pareto y la asignación resultante de recursos será independiente de la asignación específica de derechos de propiedad. Este teorema se fundamenta en varios supuestos restrictivos. Los más notorios son que los efectos ingreso son nulos, el establecimiento y mantenimiento de derechos de propiedad no atenuados pueden lograrse sin costo y los mercados de

¹⁵ Demsetz, “*The Exchange and the Enforcement of Property Rights*”, 7 J.L. & Econ. 11 (1964)

¹⁶ Coase, *op.cit.*, nota 2.

¹⁷ Buchanan y Stubblebine, “*Externalidad*”, 29 *Economical* 371 (1962).

bienes y derechos funcionan sin fricciones.¹⁸ Por estas razones, la versión fuerte del teorema debe considerarse como un instrumento pedagógico más que como una fuente de prescripciones de política.

La versión débil del Teorema de Coase arroja mucha más luz sobre el problema de las externalidades. Esta versión enuncia: dada una estructura de derechos de propiedad consistente con el óptimo de Pareto, el intercambio voluntario eliminará cualquier externalidad y por lo tanto establecerá una asignación eficiente de recursos. Por supuesto, se puede desarrollar la versión débil a partir de la fuerte relajando los supuestos mencionados con anterioridad. Nuestro conocimiento sobre los conceptos de externalidad y relevancia en términos de Pareto se amplía al recurrir a este proceso.

Bajo los supuestos del teorema fuerte, el intercambio voluntario resulta en el mismo nivel de equilibrio de abatimiento de una molestia (externalidad negativa), para cualquier asignación inicial de derechos de propiedad. La asignación de recursos de la solución eficiente no es afectada por la asignación específica de derechos, se alcanza la eficiencia y, por definición, se elimina la externalidad relevante en términos de Pareto mientras que permanece una molestia irrelevante en términos de Pareto (y por lo tanto eficiente).

Si se reconocen los efectos ingreso (asumiendo que sean positivos), la asignación específica de derechos sí afecta a la asignación óptima del recurso. En el caso de derechos que favorecen al receptor, la solución de equilibrio implica más abatimiento. En otras palabras, cuando los derechos favorecen al receptor, una mayor parte de la externalidad es relevante en términos de Pareto que cuando los derechos favorecen al emisor. Los costos de transacción positivos tienen un efecto similar, la diferencia entre los niveles de abatimiento de equilibrio bajo asignaciones opuestas de derechos se incrementa conforme aumentan los costos de transacción. Si los costos de transacción son suficientemente grandes como para impedir el intercambio, la asignación de recursos propiciada por la estructura inicial de derechos permanece como la solución de equilibrio. Si los derechos favorecen al receptor, se elimina toda la externalidad; si los derechos favorecen al emisor no ocurre ningún abatimiento. Aun así, asumiendo que la industria de transacciones es en sí misma eficiente, cada una de estas soluciones lo será dada la asignación de derechos que la sustenta. Esta es la importancia de la versión débil del Teorema de Coase. Cuando los derechos favorecen al receptor, la externalidad es relevante en términos de Pareto en su totalidad; cuando los derechos favorecen al emisor la externalidad no es relevante en términos de Pareto. Dada la magnitud de los costos de transacción (y, generalmente en menor grado, del efecto ingreso)¹⁹, la asignación inicial de derechos determina lo que es relevante en términos de Pareto.

¿Pero qué significa entonces el concepto de relevancia en términos de Pareto? Es un término general que no se relaciona con la noción de externalidad y significa la existencia de ganancias potenciales del intercambio no realizadas. Similarmente, en una economía con una estructura de derechos propicia para el intercambio, el concepto de irrelevancia en términos de Pareto describe cualquier situación (sin adoptar una posición normativa) que no puede cambiarse mediante el intercambio voluntario. En una economía de este tipo, el hambre de los desnutridos es irrelevante en términos de Pareto.

Con respecto a las externalidades negativas, la asignación específica de derechos de propiedad tiene dos efectos. Primero, determina la dirección del flujo de pagos resultante del intercambio. En otras palabras, determina cuál de las partes se enfrenta a una situación de "pagar o sufrir". Segundo, dada la magnitud de los costos de transacción y los efectos ingreso, la asignación de derechos de

¹⁸ Coase, *op.cit.* nota 2, reconoce el papel crucial de los costos de transacción en la versión fuerte del teorema y dedica un espacio considerable a explorar sus implicaciones.

¹⁹ Para algunas fórmulas que permiten el cálculo riguroso de los efectos ingreso véase Willig, "Consumer Surplus Without Apology" 66 Am. Rev. 587 (1976); y Randall y Stoll "Consumer's Surplus in Commodity Space" 70 Am. Econ. Rev. 449 (1980). En muchas situaciones ordinarias el efecto ingreso es muy pequeño. Sin embargo, con respecto a los derechos relacionados con bienes y amenidades elásticas al ingreso, a los que se destina una gran parte del ingreso individual, el efecto ingreso es importante empíricamente.

propiedad determina qué nivel de molestia persistirá una vez efectuado el intercambio. Es decir, cuál será el nivel de molestia que será considerado irrelevante en términos de Pareto. Asumiendo que el efecto ingreso sea pequeño, consideremos los costos de transacción. Con bajos costos de transacción, la asignación inicial de derechos tiene relativamente poca influencia sobre el nivel de molestia que persistirá. Con altos costos de transacción la influencia de la asignación de derechos es considerable. Con costos de transacción prohibitivos los derechos determinan si la molestia persiste en su totalidad o se elimina completamente. Nótese que, para cualquier asignación inicial de derechos, ambas partes, emisor y receptor, preferirían (dada la posibilidad de elegir) la situación de costos de transacción bajos en la cual el nivel de molestia se reduce pero no desaparece por completo.

¿En qué circunstancias, dada una externalidad negativa de consideración, los costos de transacción serían altos o prohibitivos? Sólo existen dos posibilidades. Primera, las instituciones están diseñadas para impedir la transferencia de derechos. Hasta ahora la discusión ha eliminado esta posibilidad debido al énfasis en una estructura de derechos no atenuados. Segunda, la exclusión y la transferencia son costosas por razones tecnológicas. Ciertas características relacionadas con la naturaleza física del bien mismo y/o los procesos técnicos necesarios para definir y mantener derechos de propiedad exclusivos, logran que la exclusión resulte demasiado cara, haciendo de la no exclusividad la norma para ese tipo de bienes. Un aspecto particular de la naturaleza física de algunos bienes es la no rivalidad, que hace necesaria la hiperexclusión (no sólo la exclusión) para alcanzar la eficiencia en términos de Pareto.

La conclusión de todo esto es que, en las economías cuyas instituciones conducen al intercambio y la eficiencia, las llamadas externalidades no pueden persistir en cantidades ineficientes a menos que sean acompañadas por la no exclusividad y/o la no rivalidad. La externalidad, por sí misma, simplemente no es persistente. En este sentido, como Cheung²⁰ y Dahlman²¹ lo han señalado ya, el término externalidad no es útil. Externalidad se refiere solamente a un desequilibrio temporal indistinguible de cualquier otro tipo de ineficiencia, resultante de la incapacidad para realizar las ganancias potenciales del intercambio.

En ausencia de exclusividad y no rivalidad, la asignación específica de derechos influye sobre la distribución del ingreso y la riqueza, así como en la asignación de recursos (dados los costos y el efecto ingreso). Esta es una influencia importante pero no tiene relación con el concepto de externalidad. Hay un número infinito de soluciones eficientes en términos de Pareto (por lo menos en teoría), cada una distinta en sus implicaciones distributivas y de asignación de recursos; y cada una asociada con una distribución inicial de recursos y derechos única.

Dado que las externalidades no son nada especial, la versión débil del Teorema de Coase no se refiere específicamente a ellas. La versión débil del Teorema de Coase es un teorema general (o quizá una tautología, frecuente en los “teoremas” económicos) sobre la existencia de los mercados, este teorema enuncia: a menos que el intercambio se obstruya, éste eliminará las ganancias del intercambio no realizadas, asegurando la eficiencia *por definición*. Si bien es cierto que esta proposición, enunciada de esta manera, resulta obvia después de una generación de análisis post-coasiano, el Teorema de Coase constituye una contribución extremadamente valiosa a la ciencia económica. Al centrar su atención de manera tan rigurosa en la lógica de los mercados, condujo a los economistas a buscarlos donde no se había sospechado su existencia y a formular las preguntas correctas sobre aquellos casos en los que no se encontraban mercados observables.

El teorema débil de Coase asegura que una “externalidad” será abatida eficientemente, pero no que los bienes no exclusivos y/o no rivales serán proporcionados en cantidades eficientes. En vista de que los mayores problemas ambientales (por ejemplo la contaminación del aire y el agua) se

²⁰ Cheung, *op. cit.* nota 7.

²¹ Dahlman, *op. cit.* , nota 7.

relacionan con bienes no exclusivos y/o no rivales, el Teorema de Coase no es un teorema central a la economía ambiental, a pesar de algunas interpretaciones iniciales en ese sentido²².

Para concluir, este Teorema debe considerarse no como uno sobre las externalidades y la calidad ambiental, sino como uno general sobre la existencia de los mercados. Este teorema llama nuestra atención hacia los imperativos del intercambio y la inestabilidad de situaciones caracterizadas por ganancias potenciales del intercambio no realizadas. Tiene una importancia en la economía, similar a la jugada en la física por el enunciado: la naturaleza aborrece el vacío.

IV

Aunque una externalidad no puede persistir por sí misma, existe la posibilidad de eventos que produzcan trastornos bruscos en un sistema previamente estable. La invasión de un campo triguero por el ganado, el famoso ejemplo de Coase²³, es uno de estos eventos puesto que, de otra manera, la expectativa de esta catástrofe hubiera impedido, en una forma u otra, el cultivo del trigo. El evento es 1) inesperado y, 2) una invasión, un ataque sobre la propiedad del productor de trigo genéricamente diferente de, por ejemplo, una caída drástica en el precio mundial del trigo.

Si bien el ejemplo del trigo y el ganado involucra solamente bienes exclusivos y rivales, es justificado concebir trastornos de este tipo que involucren bienes no exclusivos y no rivales. Para ambos tipos de eventos, la especificación de derechos de propiedad determina si será protegido el bienestar de aquellos que se han colocado en posiciones de equilibrio con respecto al ambiente estable previo. ¿Les será permitido escoger entre mantener sus posiciones previas y cambiar a otras posiciones, o serán colocados en una situación de “pagar o sufrir” que ofrezca, en el mejor de los casos, un cambio hacia una posición ligeramente mejor en la que pagarán algo y sufrirán algo?

Para los eventos que involucran sólo bienes exclusivos y rivales, la asignación específica de derechos tendrá influencia sobre la asignación de recursos posterior al trastorno. Cuando los bienes involucrados son no exclusivos y/o no rivales, el efecto sobre la asignación de recursos posterior al trastorno puede ser muy drástico, y el resultado puede divergir sustancialmente de una solución a la Samuelson (cantidad eficiente).

La posibilidad de estos tipos de eventos plantea dos preguntas distintas. Primera: ¿qué protección debe proporcionarse a los individuos ante la imposición exógena de un cambio brusco en su bienestar o su amenaza? Segunda: cuando la situación posterior al trastorno es ineficiente, ¿qué mecanismos institucionales deben utilizarse para restaurar la eficiencia en la composición agregada del consumo y la producción a un grado razonable? Aunque mucha de la bibliografía existente intenta responder a estas preguntas conjuntamente, hay algunas ventajas en considerarlas por separado.

La primera pregunta se refiere a la seguridad de las expectativas individuales. Los derechos de propiedad no atenuados fomentan (y, en un mundo perfecto, garantizan) la eficiencia pero, ¿cuáles son los mecanismos por los que cumplen esta función tan deseable? La respuesta es facilitar la reasignación de recursos, según sea necesario, en un ambiente de seguridad para los derechos de propiedad.

El individuo goza de protección personal y para su propiedad contra el ataque físico, el despojo, la invasión, allanamiento y molestias. Cualquiera que esté seguro de que podría usar los recursos de algún individuo de manera más rentable, debe comprar esos recursos mediante el intercambio voluntario, compensando por lo tanto a dicho individuo por el monto total de la pérdida percibida. El individuo, al haber invertido prudentemente en la seguridad de su propiedad (es decir pagando su parte de los costos de transacción en un mundo con fricciones) queda libre para usar sus recursos de

²² Por ejemplo, Bramhall y Mills, “A Note on the Asymmetry Between Fees and Payments”, *2 Water Resources Research* 615 (1966); Kamien, Schwrtz y Dolbear, “Asymmetry Between Bribes and Charges” *2 Water Resources Research* 157 (1966); y A. Kneese y Bower, *Managing Water Quality: Economics Technology, Institutions* (1968).

²³ Coase, *op. cit.*, nota 2.

la manera que mejor le convenga, con la seguridad de que podrá apropiarse de los beneficios de tal acción.

El bienestar individual no está garantizado. Cambios en el patrón de escasez relativa e innovaciones tecnológicas pueden amenazar al individuo. Aquellos que deseen mantener su posición de bienestar, deberán realizar ajustes exitosos, mientras que aquellos que no lo hagan quedarán en desventaja. De esta manera se mantienen los incentivos para el ajuste continuo y la asignación de recursos en un mundo donde la escasez y la tecnología son dinámicas.

El papel de la tecnología merece un examen detenido. Una nueva tecnología puede devaluar las habilidades y recursos de un individuo en la arena competitiva, pero esto no viola sus derechos personales o de propiedad mediante el ataque, la invasión o el allanamiento.

Es legítimo argüir que los derechos de propiedad deben usarse para proteger a los individuos del ataque y el despojo y a su propiedad de la invasión, el allanamiento y la degradación; y que esta protección debe ser generalizada y firme. James M. Buchanan desarrolla sistemáticamente este argumento en sus escritos y parte del énfasis puesto por Coase en la importancia de derechos de propiedad seguros para establecer la base de un intercambio tendiente a la resolución de conflictos²⁴

En su elaboración más completa, la tradición Coase-Buchanan propone un enfoque contractual-constitucional en dos etapas. Después del establecimiento inicial de derechos en una etapa constitucional generalizada, todas las reasignaciones subsecuentes se realizarían mediante el intercambio voluntario (con el cual se aplica *estrictamente* el criterio de mejoras de Pareto). La etapa dos tiene la clara ventaja de proporcionar una base segura para los derechos, promover la estabilidad social y asegurar que aquellos afectados por la invasión, el allanamiento o el despojo sean protegidos. Esta situación no conduciría al estancamiento, puesto que las invasiones deseables procederían, con una compensación completa para los afectados. La etapa uno no es realista en el aspecto del “velo de ignorancia”, pero se incluye por que la etapa dos, por sí misma, consagraría un *status quo* que no gozaría de apoyo universal.

La idea de una asignación (o reasignación) de derechos de una vez por todas, seguida por cambios de consensos encierra muchas lecciones. Sin embargo su aplicación a los bienes no exclusivos y no rivales es limitada. En las sociedades que buscan el establecimiento y mantenimiento de una estructura de derechos no atenuados, la ineficiencia persiste en casos en los que es prohibitivamente costoso alcanzar la exclusión o hiperexclusión necesaria a nivel individual.

Una alternativa a la tradición post-coasiana, aquí llamada la tradición Coase-Posner, parte del reconocimiento de la asimetría introducida por los costos de transacción positivos y sugiere asignar responsabilidades jurídicas para minimizar los costos totales o maximizar el valor neto agregado del producto²⁵. Este enfoque es, presumiblemente, adaptable a situaciones donde la no exclusividad y/o no rivalidad presentan problemas para la perspectiva Coase- Buchanan pura.

La tradición Coase-Posner favorece (y en algunos casos promueve activamente) una determinación post-shock de derechos de propiedad caso por caso sobre la base del costo beneficio. En los casos que involucran no exclusividad y/o no rivalidad, la solución Coase-Posner implicaría una combinación de reasignación de derechos de propiedad y acciones gubernamentales directas, orientada a promover el resultado que más se acerque a satisfacer las condiciones de eficiencia de Samuelson en la provisión de los bienes, al tiempo que se minimizan los costos de transacción. Se puede simpatizar con el deseo de que la ley promueva la eficiencia, idea que subyace en el pensamiento Coase-Posner. Sin embargo el problema es que las expectativas en un mundo a la Coase-Posner no son aseguradas (explícita o implícitamente) por los derechos de propiedad. Los derechos de propiedad implícitos (aquellos cuya existencia se da por sentada o en que la amenaza no se ha presentado aún) serían totalmente inseguros. Los derechos explícitos de propiedad también

²⁴ Véase J. Buchanan, *Freedom In Constitutional Contract* (1977), Buchanan, *The Limits of Liberty : Between Anarchy and Leviathan* (1975).

²⁵ Véase R. Posner, *Economic Analisis of Law* (1972); nótese que Dahlman, nota 7, se coloca firmemente en la tradición Coase-Posner en las últimas dos secciones de su ensayo.

serían inseguros, porque podrían modificarse cuando cualquier cambio en la tecnología y/o la escasez relativa inclinaran la razón costo beneficio en favor de una asignación de derechos alternativa.

Esta inseguridad en los derechos de propiedad no es deseable por varias razones. La seguridad en los derechos proporciona una base sólida para las decisiones económicas, especialmente aquellas con horizontes de tiempo más largos, como el ahorro y la inversión. De manera más general, la seguridad en los derechos de propiedad es un componente esencial en todo el proceso de legitimación. Los derechos que son “correctos” (es decir, reconocidos como legítimos) no son solamente más fáciles de mantener; proporcionan una base más sólida para la estabilidad social a largo plazo²⁶. Es poco probable que los derechos que cambian con estimaciones de costo beneficio gocen de un aura de legitimidad. Lo que es más, los derechos estables desalientan las inversiones orientadas al cambio institucional para favorecer intereses particulares, mientras que los derechos inestables las apoyan. El intercambio voluntario es un método intachable para la resolución de conflictos. No obstante, para el individuo que desea un derecho que no tiene, el intercambio voluntario es el método de último recurso²⁷. De nueva cuenta, los derechos que cambian con los números de costo-beneficio desalientan el intercambio voluntario, mientras promueven esfuerzos para generar y obtener reconocimiento para el tipo de información sobre costo-beneficio que aseguraría una reasignación de derechos en un mundo a la Coase-Posner²⁸.

Estos argumentos sugieren que las soluciones a la Coase-Posner son inaceptables cuando pueden mantenerse derechos de propiedad no atenuados. En donde la no exclusividad y la no rivalidad persisten, el enfoque Coase-Posner podría ser aceptable solamente si la tradición Coase-Buchanan es claramente inoperante para esos casos. No obstante, el hecho de que los altos costos de exclusión e hiperexclusión continúen relegando algunos recursos, bienes y amenidades a las categorías de no exclusividad y no rivalidad, no invalida *per se*, el argumento de asignar derechos estables para proveer protección contra la invasión y el ataque.

El concepto de *res communis* ofrece una solución imperfecta pero no impracticable. Cuando la exclusión individualizada no es viable, ¿por qué no instrumentar mecanismos de exclusión a nivel comunitario? Con toda seguridad esto sería mejor que abandonar los objetivos de asignación eficiente de recursos y protección contra la invasión cuando se trata de bienes no exclusivos y/o no rivales; o bien perseguir la eficiencia al costo de la inestabilidad en la asignación de derechos planteada por el enfoque Coase-Posner.

Las propuestas sobre esta línea implicarían alguna forma de asignación de derechos a nivel colectivo, en lugar de hacerlo a nivel individual. Pero para explotar a fondo los conceptos Coase-Buchanan, los individuos y las pequeñas comunidades necesitan contar con un considerable poder de veto sobre el proceso de decisión colectiva, con el objeto de protegerse de un choque de bienestar impuesto por la mayoría.

Por supuesto, los enfoques regulatorios actuales como por ejemplo los controles a la contaminación del aire y el agua, así como la alternativa propuesta más frecuentemente por los

²⁶ La importancia fundamental de este punto es reconocida por escritores tan diversos como J. Buchanan, *Freedom Incostitutional Contract* 93 (1977) y J. Commons, *The Legal Foundations of Capitalism* 325, 330 (1924)

²⁷ El individuo racional que desea un derecho que no tiene puede, en un ambiente de derechos inestables, evaluar sus alternativas como siguen: 1) solicitar a una agencia ejecutiva que le asigne el derecho deseado; 2) solicitarlo a un juez; 3) solicitarlo a la legislatura; y 4) si todo lo anterior falla, intentar comprarlo. En un ambiente estable y de derechos seguros, el intercambio voluntario se vuelve una opción inmensamente más atractiva.

²⁸ Nótese que Dahlman, nota 7, argumenta que el análisis de costo beneficio debe considerar el argumento coasiano (o, más precisamente, el argumento Coase-Posner-Dalhman) como totalmente positivo en sus implicaciones para sus propias perspectivas de empleo.

economistas oficiales, el impuesto piguviano,²⁹ involucran la dotación de derechos sobre recursos ambientales no exclusivos y no rivales a nivel colectivo. Aún así, estas opciones tienen sus problemas. El otorgar derechos colectivos a nivel nacional no proporciona ninguna garantía para comunidades invadidas por cargas de contaminación mayores al promedio y, por lo tanto, viola el espíritu de la tradición Coase-Buchanan. De hecho, el prospecto de que haya cambios frecuentes en las normas de emisiones o las tasas de impuestos piguvianos, conforme cambian las percepciones del administrador sobre los costos y beneficios marginales del abatimiento de la contaminación, tiene más en común con la tradición Coase-Posner, que con la tradición Coase-Buchanan.

Vale la pena considerar una propuesta reciente de dotación de derechos comunitarios para varios bienes no exclusivos y no rivales relacionados con “la calidad de vida”, ya que descansa firmemente en la tradición Coase-Buchanan.³⁰ Esta propuesta preserva la noción de derechos de propiedad seguros, explícitos e implícitos, así como la protección contra choques de bienestar exógenos (la tradición Coase-Buchanan), al mismo tiempo que reconoce que la acción (o la inacción) debe realizarse a nivel comunitario. Dada la “necesidad” de elegir un sitio para construir una planta de tratamiento que causará molestias a la comunidad (o igualmente viable, la “necesidad” de imponer una gran carga de contaminación en algún lugar), se organizaría una subasta de compensación y la comunidad dispuesta a aceptar el menor monto sería compensada totalmente, aceptando con agrado una fuerza invasora que de otra manera causaría resentimiento.³¹ Si ninguna comunidad está dispuesta a aceptar una compensación “suficientemente baja”, entonces la “necesidad” de construir la planta sería reevaluada. De esta manera, se establecería un mercado en el cual el número total de dichas plantas y su localización se determinaría de manera eficiente.

Todavía es necesario abordar dos detalles cruciales: 1) el proceso de decisión colectiva conducente a la determinación de la compensación aceptada por la comunidad y, 2) el mecanismo para establecerla como intra-comunitaria en caso de que varios sectores de ésta fueran impactados de distinta manera. Si bien la dotación de recursos a nivel comunitario en vez de a nivel nacional representa una iniciativa enraizada en la tradición Coase-Buchanan, aún es necesario dilucidar las relaciones entre la comunidad y los individuos que la componen.

Sin embargo, la idea del derecho a la protección contra un choque de bienestar exógeno tiene grandes ventajas. Parece tener el potencial (más que cualquier otra alternativa) de ofrecer soluciones a dos de los problemas identificados al principio de esta sección: 1) proteger a los individuos que enfrentan un choque de bienestar exógeno y, 2) se aproxima a una solución de tipo Samuelson que proporciona bienes no rivales y no exclusivos en cantidades eficientes.

V

Este artículo ha examinado la opinión dominante sobre las nociones de falla de mercado encontrándolas deficientes. No se rechaza la idea de que los mercados individualistas no proporcionan ciertos bienes eficientemente, o incluso medianamente bien. Usted dirá, “entonces la falla de mercado vive”. Pero no es así. Si los diagnósticos y análisis convencionales de la falla de

²⁹ Nótese que la discusión sobre el impuesto piguviano no recusa el concepto de externalidad. El estado del arte en lo referente a las pruebas de “optimalidad” (la eficiencia en términos de Samuelson) de dichos impuestos no descansa en el concepto de externalidad sino en la noción de la contaminación como un mal no rival. Véase W. Baumol y W. Oates, *The Theory of Environmental Policy* 33 (1975).

³⁰ Véase O’Hare, “Not on my Block, You Don’t: Facility Siting and the Strategic Importance of Compensation”, 25 *Pub. Pol.* 407 (1977).

³¹ Japón ha introducido un programa en el cual los propietarios de plantas de energía y algunos tipos de industrias químicas compensan a las comunidades afectadas por su localización, véase OCDE, *Environmental Policies in Japan* (1977).

mercado no pueden soportar los rigores de la lógica deductiva, entonces causan al menos dos tipos de problemas:

1) Proporcionan un blanco fácil para aquellos que tienden a sobrestimar, absoluta y relativamente, la capacidad de los mercados individualistas, dándoles una ventaja innecesaria en el debate y,

2) Tienden a extraviar los esfuerzos de aquellos que buscan soluciones viables a los problemas planteados por los bienes no exclusivos y no rivales.

Se rechazan las nociones de “recursos de propiedad común” y “bienes públicos” como imprecisas, confusas y, en algunas de sus aplicaciones, totalmente equivocadas. Los conceptos de no exclusividad y no rivalidad, fenómenos que pueden presentarse juntos o separados, son precisos y conducen a un análisis correcto. Se reconocen los bienes saturables como aquellos que son no rivales hasta cierto número de usuarios, pero que se tornan rivales conforme el número de éstos se aproxima a la capacidad límite. El modelo de bienes saturables puede ser útil para diagnosticar y analizar los problemas atribuidos al “monopolio natural”.

Se concluye que las externalidades no son nada especial; simplemente una situación de desequilibrio ineficiente que no puede persistir por sí misma. La ineficiencia persiste si se presentan la no exclusividad y la no rivalidad pero, en ese caso, es atribuible a la no exclusividad y no rivalidad, no a la externalidad.

La no exclusividad se atribuye a condiciones tecnológicas e institucionales. Cuando la tecnología de exclusión tiene un bajo costo, la lógica del mercado sugiere que puede promoverse la eficiencia mediante el establecimiento de instituciones exclusivas. No obstante, las propiedades físicas de algunos bienes hacen que la exclusión resulte prohibitivamente cara utilizando la tecnología disponible. Además, para los bienes no rivales la simple exclusión no asegura la eficiencia: se requiere de la hiperexclusión, la cual es técnicamente inviable. Las reformas institucionales que permiten la provisión eficiente (en términos de Pareto) de este tipo de bienes por la vía del mercado, son totalmente elusivas. Aún así, es posible aproximarse a la provisión de una cantidad eficiente (en términos de Samuelson) mediante el establecimiento de derechos del tipo *res communis* fundados en las colectividades apropiadas. La eficiencia en términos de Pareto permanecería inalcanzable, pero rechazar esta solución por esa causa equivaldría a comparar soluciones colectivas imperfectas con soluciones individualistas perfectas pero inalcanzables³².

Por lo tanto, lo único que puede rescatarse de la idea de la falla del mercado, es la posibilidad de que las instituciones colectivas sean capaces de proporcionar bienes no exclusivos y/o no rivales en cantidades próximas al óptimo (pero probablemente no a precios eficientes), mientras que los mercados individualistas son incapaces de hacerlo. Esta posibilidad no es especialmente atractiva porque: 1) la alternativa colectiva a los mercados individuales es imperfecta, 2) su desempeño superior en términos de la producción de cantidades cercanas al óptimo no puede darse por un hecho sino que debe establecerse caso por caso y, 3) es poco probable que sus aspectos coercitivos puedan eliminarse por completo. Sin embargo, la alternativa colectiva es demasiado importante para pasarse por alto.

Finalmente, pueden ocurrir eventos que amenacen con atacar a las personas, despojarlas de su propiedad, allanarla o degradarla. Dichos eventos representan la imposición de un choque de bienestar sobre los individuos afectados. Es posible una reasignación de recursos, por lo menos en algún grado, y cuando están involucrados bienes no exclusivos y no rivales, la asignación de recursos resultante puede desviarse sustancialmente de la cantidad eficiente. Dadas estas posibilidades uno se preguntaría: 1) ¿Qué protección se debe proporcionar a los individuos amenazados de esta manera? y, 2) ¿Qué mecanismo debe usarse para restablecer el monto del consumo agregado en un nivel cercano a la cantidad óptima? El autor ha etiquetado los dos enfoques generados por la bibliografía post-coasiana como las tradiciones Coase-Posner y Coase-Buchanan. La tradición Coase-Buchanan tiene un mayor mérito debido a razones vinculadas con la promoción de la estabilidad social, la seguridad de las expectativas individuales y la promoción del intercambio voluntario como un instrumento para la resolución de conflictos. Aunque es factible explorar enfoques como la regulación y la tributación sobre bienes con utilidad marginal negativa para resolver este tipo

³² Véase Demsetz *op. cit.*, nota 2.

de problemas, es más recomendable apoyar la búsqueda de mecanismos institucionales dentro de la tradición Coase-Buchanan.

La demanda de gasolinas y los instrumentos económicos en México

Luis Miguel Galindo y Enrique Salinas³³

Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Regulación Ambiental. Dirección de Economía Ambiental. Av. Revolución 1425, nivel 5. Col. Tlacopac. México, D.F. Tel.: 624-34-81.

Introducción

El alto nivel de contaminación del aire en áreas urbanas del país tales como la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) está en gran medida asociado al consumo de gasolinas por vehículos automotores. Por ejemplo, se estima que el consumo de gasolinas de vehículos automotores en la ZMVM origina alrededor del 70% del total de la contaminación atmosférica. Esta situación es similar en otros países. Así por ejemplo, los pronósticos realizados en el Reino Unido sugieren que el nivel de tráfico esperado para el año 2025 es inaceptable en términos de emisiones, ruido y desperdicio de recursos (Silbertson, 1994 y Newbury, 1995).

La teoría económica indica que existen diversas estrategias para regular el consumo de gasolinas. Pueden utilizarse, por un lado, restricciones directas al consumo tales como normas administrativas, límites cuantitativos directos o multas o, por el otro lado, puede recurrirse al uso de mecanismos de mercado para incentivar un consumo de gasolinas más racional y eficiente y desincentivar conductas nocivas para el conjunto de la sociedad.

El impuesto a las gasolinas es un instrumento económico que pertenece a este segundo conjunto de medidas. El uso de un impuesto para regular y controlar el consumo de un bien es un tema que provoca ciertamente reacciones adversas. Sin embargo, es importante resaltar que, desde el punto de vista de la teoría económica, existen argumentos relevantes para su instrumentación. La teoría económica sostiene que la contaminación ambiental puede entenderse como la consecuencia de la ausencia de mercados y precios apropiados de recursos y servicios ambientales escasos. Un impuesto adicional permite entonces que los agentes económicos internalicen el costo real de sus

³³ Agradecemos los comentarios de Francisco Giner de los Ríos, Eduardo Vega y de los otros miembros de la Dirección general de Regulación Ambiental. Desde luego la responsabilidad de los errores es exclusiva de los autores.

actividades y por tanto reduzcan sus actividades más contaminantes o externalidades negativas (Azqueta, 1994 y Cropper y Oates, 1992).

Este trabajo pretende analizar algunas de las consecuencias de un impuesto adicional a las gasolinas como instrumento económico de regulación ecológico. El trabajo se divide en tres secciones. En la primera sección se incluye el marco teórico general. En la segunda sección se incluyen los principales resultados empíricos para México. La tercera sección presenta algunas comentarios generales y posibles implicaciones.

I) MARCO TEÓRICO DE LA DEMANDA DE GASOLINAS.

Los viajes en vehículo automotor y las distancias recorridas son una función de las obligaciones profesionales, personales y sociales y no representan un fin en sí mismo. La demanda de gasolinas es entonces una demanda derivada en función de las necesidades de transporte que refleja el número de kilómetros recorridos y la eficiencia de los vehículos para realizar estos trayectos y puede por tanto especificarse como la demanda de cualquier bien o servicio (Varian, 1978, Deaton y Muellbauer, 1980, Ross, 1994, Balgati y Griffin, 1983, Berndt y Botero, 1985 y Eskeland y Feyzioglu, 1994). Así, la demanda de gasolinas es en esencia, una función del gasto aproximado por el ingreso del agente económico y los precios relativos.

Un impuesto adicional a las gasolinas conocidos en la teoría económica como del tipo Pigou tiene como objetivo que los costos ambientales generados por el consumo de este combustible aparezcan como costos explícitos para los agentes económicos. En efecto, la teoría económica indica que los agentes económicos utilizaran al máximo un recurso ambiental libre o público para obtener el mayor beneficio individual (Cropper y Oates 1991). Como consecuencia de este comportamiento individual se llega a una explotación excesiva de los recursos y servicios ambientales. Este es el caso del uso de la atmósfera para descargar, sin costo alguno, los contaminantes originados por el consumo de gasolinas. Un impuesto Pigou hace que los agentes económicos enfrenten, en vez del libre acceso a los recursos ambientales, un precio que es igual a los costos marginales producidos por la contaminación.³⁴ Así, este tipo de impuestos representan, al menos desde el punto de vista teórico, una alternativa para controlar la contaminación. Sin embargo, su uso ha sido relativamente limitado y

³⁴En estricto sentido el impuesto a la gasolina no es completamente eficiente porque se esta gravando al insumo que genera contaminación pero que en realidad no representa el nivel exacto de emisiones. Asimismo, este impuesto debe calcularse al nivel óptimo de producto y no al nivel actual de producto.

por lo general el nivel del impuesto ha estado lejos de alcanzar los niveles de equilibrio indicados por la teoría.³⁵

El aumento en el precio de la gasolina puede tener efectos regresivos sobre la distribución del ingreso. Así, por ejemplo, el ajuste en el número de kilómetros recorridos por automóvil no es simétrico. Por el contrario, el ajuste tiende a realizarse en los agentes con menores recursos económicos. Asimismo, la evidencia empírica sugiere que, si bien los diferentes tipos de automóviles son sustitutos cercanos, por el contrario existe un escaso nivel de sustitución entre los vehículos privados y el transporte público donde existe (Kahn, 1986 y Winston, 1985).³⁶ Esto indica que un impuesto a la gasolina debe estar acompañado por el establecimiento de un transporte público eficiente y seguro orientado a substituir el posible uso del automóvil privado sin olvidar sus costos ambientales.

Los efectos regresivos de un aumento en el precio de la gasolina sobre el bienestar general de la sociedad pueden compensarse relativamente considerando que el mejoramiento en el ambiente favorece normalmente más a la población de bajos ingresos (Copper y Oates, 1992) y que la modificación en los precios de los energéticos en el largo plazo no limita el crecimiento económico (Gunnin, Osterrieth y Waelbroeck, 1976).

II) EVIDENCIA EMPÍRICA.

En años recientes se han utilizado diversas especificaciones y métodos para econométricos para explicar, simular y proyectar la demanda de gasolinas. Los resultados obtenidos implican diversas formas de comportamiento y ajuste de los agentes económicos ante un cambio en el precio o un aumento del ingreso. En general se observa que los resultados obtenidos son relativamente sensibles a las especificaciones utilizadas o a los métodos econométricos utilizados. Con objeto de utilizar una forma más general que no impone ninguna restricción en los parámetros se estimó un modelo de vectores autorregresivos (VAR). Este modelo supone una determinación simultánea del conjunto de las variables endógenas que se hacen función de los valores rezagados (Sims, 1972).

El modelo inicial no incluye el precio de bienes sustitutos o complementarios atendiendo a la evidencia empírica que sugiere la escasa sustituibilidad entre el automóvil privado y otros servicios

³⁵Por ejemplo, el Royal Comision Report on Transport and the Environment propone doblar el precio relativo de las gasolinas para el año 2005 (Silbertson, 1994 y Newbury, 1994).

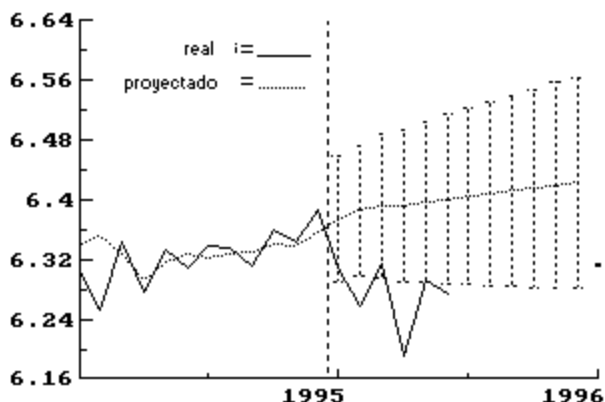
³⁶Esto se refleja por ejemplo en que los agentes económicos asignan un gran importancia a la calidad del servicio en transporte con respecto a su salario (Winston, 1985).

(Kahn, 1986 y Winston, 1985). Asimismo se excluyó los cambios en la composición del parque vehicular porque este ajuste tiende a realizarse en el largo plazo (Balgati y Griffin, 1983) y la presencia de diferentes gasolinas.

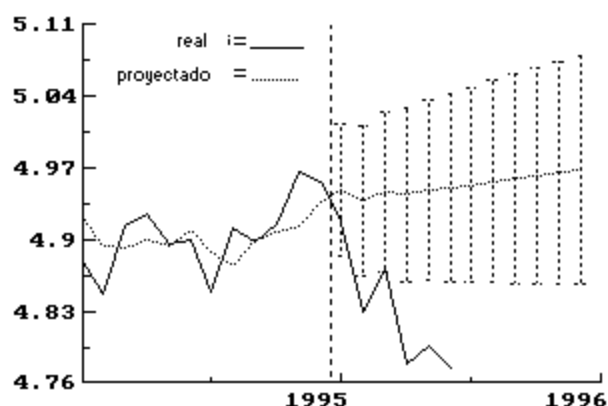
La estimación de este modelo³⁷ incluye toda la información sistemática disponible sobre el consumo de gasolinas como lo muestra la gráfica 1.a en el apéndice que indica la inexistencia de patrones sistemáticos en el comportamiento de los errores. Con base en este modelo se realizó una proyección de la demanda de gasolinas con respecto al valor real durante el primer semestre de 1995 (Gráfica 1). Esta gráfica indica el comportamiento hipotético del consumo de gasolinas en México, suponiendo que las tendencias históricas se hubieran mantenido durante 1995. Esto es, el modelo supone que la economía mexicana hubiera mantenido un ritmo de crecimiento estable y precios relativos de la gasolina constantes durante 1995 (Gráficas 2 y 3). La gráfica 1 muestra que el consumo hipotético de gasolinas totales se eleva mientras que el consumo real disminuye. Esta contracción en la demanda de gasolinas se origina por la drástica reducción del producto en 1995 (7.2% del producto interno bruto) y por una política de precios de las gasolinas más agresiva que elevó su precio relativo. Esto significa que para 1997 la recuperación del crecimiento económico en México sin una adecuada política de precios conducirá a un aumento paulatino de la demanda de gasolina con consecuencias negativas sobre el medio ambiente.

³⁷ La estimación de del VAR se realizó con datos mensuales de 1991(7) a 1995(6) para el consumo de gasolinas totales de la ZMVM, el índice de producción industrial como aproximación de la variable de gasto y se construyó un índice de precios relativos entre el precio ponderado de las gasolinas y el índice de precios al consumidor.

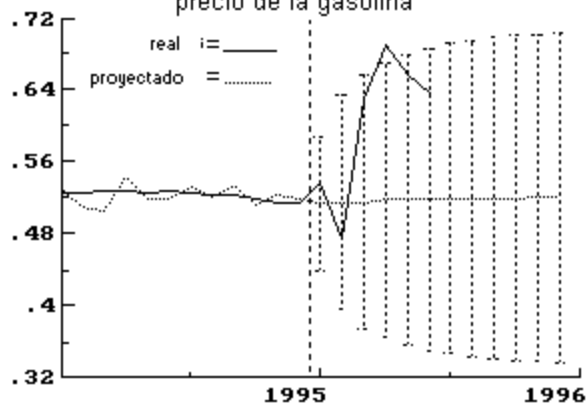
Gráfica 1: Valor real y proyectado del total de gasolina consumida en la ZMVM.



Gráfica 2: Valor real y proyectado del índice de producción industrial



Gráfica 3: Valor real y proyectado del índice de precio de la gasolina

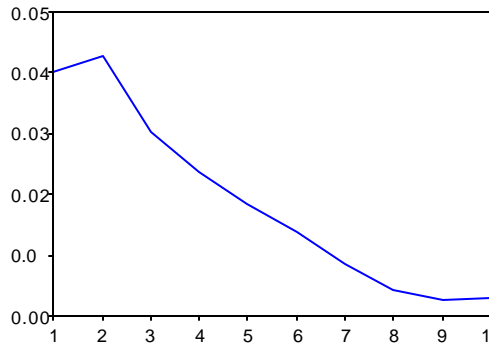


El VAR permite además utilizar dos métodos básicos de análisis (Charemenza y Deadman, 1992). El primer método se basa en las funciones de respuesta de impulso. Estas funciones estiman la respuesta de las variables endógenas a cambios en un impulso de una desviación estándar en alguno de los términos de error de las ecuaciones del modelo (Hamilton, 1994). El segundo método es la descomposición de la varianza y permite analizar la importancia relativa de las innovaciones aleatorias en la composición de la varianza de cada una de las ecuaciones. Desde luego, la varianza de la primera ecuación en el primer período corresponde en su totalidad a la desviación estándar de su término de error.

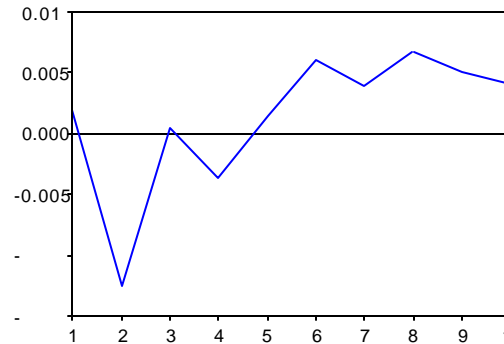
Los principales resultados de las funciones de respuesta y del análisis de varianza indican que la demanda de gasolina es sensible al movimiento en los precios relativos no obstante que este efecto es relativamente menor. Así, un impulso al alza en las innovaciones de las ecuación de precios viene acompañado de una reducción en la demanda de gasolinas. Sin embargo, este efecto se realiza fundamentalmente en los dos primeros meses y después tiende a desaparecer paulatinamente

(Gráficas 4 y 5). Esto indica que el ajuste en el número de kilómetros recorridos tiende a realizarse en los meses inmediatos al aumento en el precio relativo. Destaca asimismo, que este impulso en los precios relativos está también acompañado por un efecto negativo en el corto plazo en el ingreso (Gráfica 6).

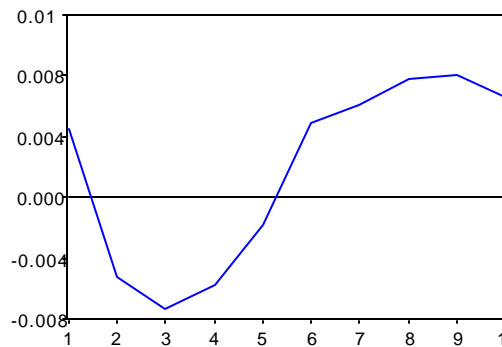
Gráfica 4: Respuesta de $[P_{gas}/P]_t$ a una D:E de $[P_{gas}/P]_t$



Gráfica 5: Respuesta de gas_t a una D.E. de $[P_{gas}/P]$



Gráfica 6: Respuesta de y_t a una D.E. de $[P_{gas}/P]_t$



Nota : DE = Desviación estándar en la innovación.

El análisis de la descomposición de las varianzas indica que la proporción de ésta, en la ecuación de demanda de gasolinas, que corresponde al efecto en los precios es casi siempre menor al 20%. Esto refleja que la variación en el consumo de las gasolinas no depende esencialmente de los movimientos en los precios relativos lo que se refleja en la baja elasticidad precio de este producto.

Simulaciones de la demanda de gasolinas.

Las estimaciones realizadas para la demanda de gasolinas en México sugieren una elasticidad ingreso de la demanda de gasolinas que oscila entre .8 y 1.2 y una elasticidad precio de entre -.2 y -.8. Estos resultados indican, mas allá de los resultados puntuales, que la demanda de gasolinas en México es sensible a movimientos en el ingreso y en el precio (Balgati y Griffin, 1983 y Berndt y Botero, 1985). Esto indica, por ejemplo, que el precio de este producto puede utilizarse para controlar el nivel del consumo pero que deben también contemplarse que los movimientos en el ingreso se traducirán inevitablemente en cambios en el monto del consumo.

Asimismo, la evidencia empírica sugiere también que el aumento en el precio de la gasolina tiene también consecuencias en los precios relativos de los automóviles que se ajusten a la eficiencia energética (Kahn, 1986) y en la reducción en el número de coches que se destruyen por obsolescencia (Berkover, 1985 y Yee, 1991). El conjunto de estos efectos han sido poco estudiados para el caso de México y no se incluyen en este trabajo.

Los valores específicos de las elasticidades son de particular relevancia para definir una estrategia clara sobre el uso de los instrumentos económicos. Así, por ejemplo, la baja elasticidad precio indica que es necesario una importante modificación en los precios relativos para obtener una reducción substancial en el consumo. Esto puede observarse considerando diversos ejercicios de simulación basándose en rangos de las elasticidades (Uri, 1995).³⁸

El cuadro (1) sintetiza las proyecciones sobre el crecimiento del consumo de gasolinas para la ZMVM a diciembre de 1997 considerando un crecimiento del 3% del ingreso y una elasticidad ingreso unitaria y diferentes elasticidades precio: -.2, -.4 y -.6. Las simulaciones realizadas proyectan el consumo de gasolinas para la ZMVM a diciembre de 1997. Desde luego estos resultados son solo indicativos del comportamiento tendencial en el consumo y deben de tomarse con precaución porque no incluyen el ajuste en la eficiencia energética y la composición de la flota vehicular.³⁹

Estos resultados indican que un aumento en el precio relativo de la gasolina del 10% no es suficiente para controlar el consumo de gasolinas y que este consumo continuará elevándose asociado al crecimiento económico. Por su parte aumentos de 40% y 60% con elasticidad precio de entre -.4 y -.6 permiten una reducción real en el consumo de las gasolinas no obstante el efecto del crecimiento

³⁸La evidencia empírica sugiere que las elasticidades precio pueden oscilar bastante considerando que el consumo de este producto representa una proporción elevada del gasto corriente del automóvil (Houthakker, Verleger y Sheehan, 1974).

³⁹Asimismo, no se incluyen otros efectos como los costos en tiempo, el riesgo o la desutilidad de los viajes en auto.

económico. Sin embargo, destaca que el efecto de un impuesto adicional sobre el consumo de gasolinas es mínimo con una elasticidad precio de -2 , incluso con un aumento del precio del 60%. En el otro extremo, una elasticidad de -6 asociada a un incremento en el precio relativo de la gasolina del 60% lleva a una reducción del 32% en el consumo de gasolinas. En todo caso el cuadro (1) indica, que bajo el supuesto de elasticidades precio de entre -4 y -6 , cualquier aumento en el precio relativo de entre 40% y 60% tiene resultados satisfactorios en la reducción del consumo de gasolinas. Estos aumentos son difícil de instrumentarse y por tanto indican que una política de precios de gasolinas adecuada debe considerar además otros aspectos como modificaciones en las elasticidades precio o ingreso a través de mejorar el transporte público o una reordenación urbana importante.

Cuadro 1: Escenarios de variación en el consumo de gasolinas bajo diferentes supuestos de incrementos en el precio y en las elasticidades precio.

Incremento en el precio relativo de la gasolina	Escenario de elasticidad precio de la gasolina		
	- 0.2	- 0.4	- 0.6
10 %	16.47%	12.12%	7.92 %
20 %	12.46 %	4.52 %	2.88 %
40 %	5.62 %	- 7.86 %	- 19.68 %
60 %	- 0.05 %	- 17.5 %	- 32.1 %

Notas: Estimaciones propias.

III) CONSIDERACIONES GENERALES.

La demanda de gasolinas es sensible al ingreso y al movimiento en los precios relativos. Las proyecciones realizadas asumiendo la tendencia histórica en el ingreso y los precios relativos antes de 1994 sugieren un aumento en el consumo de gasolinas. Esta situación es incompatible con una reducción en el nivel de contaminación de zonas urbanas como la del Valle de México.

Un impuesto adicional a las gasolinas puede ser un instrumento útil que contribuya a solucionar el problema de la contaminación ambiental en la medida en que un aumento en el precio de la gasolina se traducirá en un menor consumo y muy probablemente en un consumo más eficiente.

Sin embargo, un impuesto ecológico a las gasolinas no es una solución completa de no contemplarse otros factores tales como la magnitud de las elasticidades ingreso y precio, la capacidad de modificación de un precio relativo y la baja sustituibilidad del transporte privado por el transporte público. En efecto, la elasticidad ingreso indica que la recuperación del crecimiento económico implica un aumento en el consumo de gasolinas. En este sentido, el control del consumo de gasolinas en un escenario de crecimiento y baja elasticidad precio implica una modificación del precio relativo de la gasolina en cifras superiores al 50%. Esta política tiene costos sociales importantes y puede convertirse en un detonador de la inflación. De este modo, aumentos en el precio

de la gasolina, para ser exitosos en el control de la contaminación, deben de estar seguidos de una política de mejoramiento de las gasolinas, de una modernización del parque vehicular que mejore su eficiencia energética y reduzca su emisión de contaminantes, de una reordenación urbana que disminuya el número de viajes y los kilómetros recorridos y de un mejoramiento substancial del transporte público que eleve su grado de sustituibilidad con el transporte privado.

En este sentido, un aumento de la elasticidad precio de la gasolina a través de una política de modernización y mejoramiento del transporte público puede tener efectos más positivos que el sólo aumento de precios manteniendo elasticidades precio relativamente bajas. Por el otro lado la política de precios resulta particularmente relevante a partir de una elasticidad precio superior a -0.4.

La exclusión del ajuste de largo plazo en la flota vehicular como consecuencia del aumento en el precio relativo de la gasolina es ciertamente un factor que debe tomarse con precaución. Este ajuste implicaría, por ejemplo, una mejor eficiencia energética y posiblemente el desarrollo de formas substitutas de transporte en contraposición al vehículo privado. Sin embargo, en la actualidad desconocemos las magnitudes y ritmos de este ajuste.

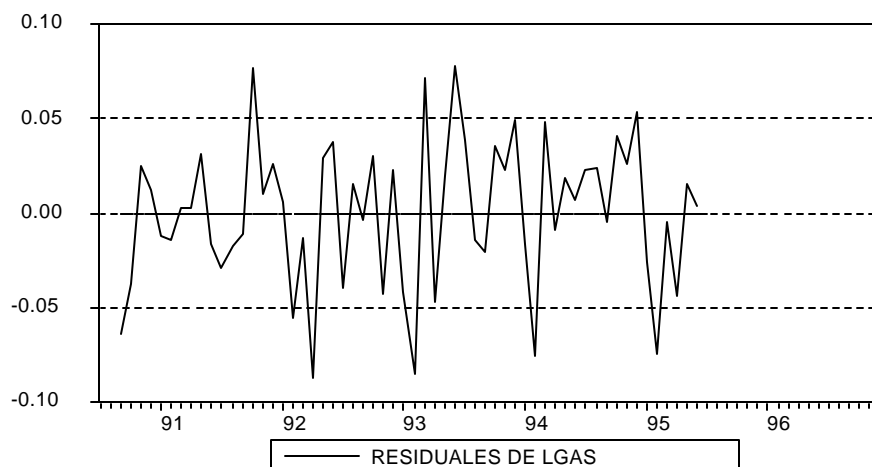
REFERENCIAS.

- Azqueta, D., 1994. *Valoración económica de la calidad ambiental*, McGraw-Hill. México.
- Balgati, B.H. y J. M. Griffin, 1983. "Gasoline Demand in the OECD: An Application of Pooling and Testing Procedures", *European Economic Review*, vol. 22, pp. 117-137.
- Baumol, W.J. y D.F. Bradford, 1972. "Detrimental Externalities and Non-convexity of the Production Set", *Economica*, vol. 39, mayo, pp. 160-176.
- Berkover, J., 1985. "New Car sales and Used Car Stocks: a Model of the Automobile Market", *Rand Journal of Economics*, vol. 16, no. 2, pp. 195-214.
- Berndt, E.R. y G. Botero, 1985. "Energy Demand in the Transportation sector in Mexico", *Journal of Development Economics*, vol. 17, pp. 219-238.
- Charemza, W.W. y D. F. Deadman, 1992. *New Directions in Econometric Practice*, Edward Elgar.
- Cropper, M.L. y Oates, W.E. (1992), "Environmental economics: A Survey", *Journal of Economic literature*, vol. XXX, junio, pp. 675-740.
- Newbury, D. M., 1995. "Royal Commission Report on Transport and The Environment-Economic Effects of Recommendations", en *The Economic Journal*, 105 (Septiembre), pp. 1258-1272.

- Deaton, A. S. y J. Muellbauer, 1980a. *Economics and Consumer Behaviour*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Eskeland, G. S. y T. N. Feyzioglu, 1994. "Is demand for Pollutions Goods Manageable? An Econometric Study of Car Ownership and Use in Mexico", Washigton, Banco Mundial.
- Gunning, J. W., m. Osterrieth, y J. Waelbroeck, 1976. "The Price Energy and Potential Growth of Development Countries: An Attempt at Quantification", en *European Economic Review*, vol. 7, pp. 35-62.
- Hamilton, J.D., 1994. *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- Houthakker, H. S., P. H. Verleger, y D. P. Sheehan, 1974. "Dynamic Demand Analysis for Gasoline and Residential Electricity", *American Journal of Agricutural Economics*, vol. 56, pp. 412-418.
- Johansen, S., 1992." Testing Weak Exogeneity and the Order of Cointegration in U.K. Money Demand Data" en *Journal of Policy Modeling*, 14, 3, 3313-334.
- Johansen, S. and K. Juselius. 1992. "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", en *Journal of Economic Dynamics and Control*, no. 12.
- Kahn, J.A., 1986. "Gasolina Prices and the Used Automobile Market: A rational Expectations Asset Price Approach" en *Quarterly Journal of Economics*, mayo, pp.323-339.
- Newbury, D. M., 1995. "Royal Comission Report on Transport and the Environmental-Economic Effects of Recomendations" en *Economic Journal*, vol. 105, septiembre, pp. 1258-1277.
- Silbertson, A., 1995. "In Defense of the Royal Comission Report of Transport and the Environment" en *Economic Journal*, vol. 105, septiembre, pp. 1273-1281.
- Sims, C.A., 1972. "Money Income and Causality" en *American Economci Review*, vol. 62, pp. 182-191.
- Ross, M., 1994. "Automobile Fuel Consumption and Emissions: Effects of Vehicle and Driving Characteristics" en *Annual Review Energy Environmental*.
- Uri, N. D., 1995. "Estimating the U.S. Demand for Sugar in the Presence of Measurement Error in the Data", *Journal of Policy Modeling*, vol. 17, num. 1, pp.59-83.
- Varian, H. R., 1984. *Microeconomic Analisys*, Norton Company.
- Wickens, M. R., 1993.) "Interpreting Cointegration Vectors and Common Stochastic Trends" en *Discussion Paper*, no. 14, Marzo, London Bussines School.
- Winston, C., 1985. "Conceptual Developments in the Economics of Transportation: An Interpretive Survey" en *Journal of Economic Literature*, vol. XXIII, no. 1, marzo, pp. 57-94.
- Yee, J., 1991. "Effect of Consumption Standards on U.S. Gasoline Consumption" en *Journal of Policy Modeling*.

Apéndice

Gráfica 1a: Residuales de la ecuación de gas_t



Cuadro 1.a: Pruebas estadísticas del VAR por ecuación

Prueba estadística	gas_t	y_t	$(pgas/p)_t$
Autocorrelación LM (1-4); F(4 - 35)	2.5041 [0.0598]	1.1693 [0.3411]	0.42974 [0.7861]
Normalidad Normality ; χ^2 (2)	1.707 [0.4259]	0.0176 [0.9912]	80.505 [0.0000] **
Heteroscedasticidad ARCH 4 F(4, 31)	0.0827 [0.9871]	0.81641 [0.5245]	0.017523 [0.9994]
Heteroscedasticidad WHITE ; (24 - 14)	0.33159 [0.9915]	0.28044 [0.9969]	0.4216 [0.9696]

Notas: ** rechazo el 1% de significancia.

LM= Prueba del multiplicador de Lagrange.

ARCH= Prueba de heteroscedasticidad autoregresiva.

Aplicación de balance de agua para el cálculo de la producción de lixiviados en sitios de disposición final de residuos sólidos y peligrosos

Jorge Sánchez Gómez*

Director General de Residuos Materiales y Riesgo. Instituto Nacional de Ecología. Nivel 14. Tel. 6-24-34-34 y 6-24-34-35

1.- Importancia de la infiltración pluvial en un sitio de disposición final de residuos sólidos y peligrosos

Es indudable que los sitios de disposición final de residuos sólidos y peligrosos, juegan un papel importante dentro de las nuevas estrategias de control, cuya característica principal es el manejo integrado de los residuos sólidos.

Estos sitios, no deben ser sólo obras de ingeniería donde se confinen adecuadamente y eficientemente, los residuos sólidos que se reciben; sino que, además, deberán contar con los sistemas de control que permitan una operación segura y confiable para eliminar o reducir, según sea el caso, la emisión de impactantes fuera de su zona de amortiguamiento, evitando que puedan afectar al ambiente y a la salud pública; como los que a continuación se señalan:

- Ruido
- Aerotransportables (hongos, levaduras y otros microorganismos)
- Partículas suspendidas totales
- Biogas
- Lixiviados

Se puede decir, por tanto, que aun cuando un sitio de disposición final de residuos sólidos y peligrosos (SIDIFI) cuente con los elementos básicos para funcionar y que además esté lo suficientemente bien operado, puede ser cuestionado y generar descontento en la población, si no está equipado con los sistemas que le permitan controlar adecuadamente y eficientemente, tales impactantes. Por ejemplo, en la actualidad el concepto de relleno sanitario es cuestionado porque en el pasado este tipo de infraestructura no contaba del todo con sistemas para el control de desechos nocivos para el ambiente; fue hasta hace poco, que se inició la tarea de establecer el marco

normativo, administrativo y socio-político, que permitirá contar con rellenos sanitarios ingenierilmente eficientes y ambientalmente confiables y seguros.

De acuerdo con lo anterior, es necesario conceptualizar al relleno sanitario como un gran reactor anaerobio, con entrada definida por los residuos y la humedad producto de la lluvia; así como con salidas, establecidas por los lixiviados y el biogás producto de la descomposición de los residuos sólidos. Esto permitirá desarrollar estrategias de control tanto para las entradas y salidas, como para el propio sistema.

Ahora bien, es evidente que los impactantes ambientales de mayor importancia que se pueden generar en cualquier SIDIFI, son los lixiviados, principalmente por los graves efectos que se pueden dar si estos líquidos llegan a contaminar los mantos acuíferos, además de que su tratamiento requiere en ocasiones de instalaciones sofisticadas y elevados costos. Es por ello que en la actualidad, la tecnología que se emplee para el diseño y la operación de cualquier relleno sanitario, debe considerar los sistemas, equipos y dispositivos que permitan eliminar cualquier posibilidad de contaminación de los cuerpos de agua

Dentro de las estrategias para el control de las entradas a un SIDIFI, las que permiten evitar el ingreso excesivo del agua de lluvia a dicha infraestructura, son de vital importancia para reducir los «problemas que los lixiviados pueden generar. Estas medidas, tendrán que estar en función del tipo de residuos a ser confinados. Para el caso de materiales no-biodegradables, sobre todo aquellos que presenten cierta peligrosidad, la prevención de la infiltración de humedad debe ser considerada como la principal estrategia de control. En cuanto a los residuos biodegradables, el ingreso de humedad al relleno sanitario, debe ser aceptado hasta que se lleve a cabo la estabilización de estos residuos. En este último caso, la infiltración de agua deberá regularse de tal forma, que solamente se permita la estrictamente necesaria para la estabilización de tales materiales. La forma más común para controlar el ingreso de humedad en un SIDIFI es el empleo de material de cubierta adecuado.

Tanto en cantidad como en calidad, para que disminuya el ingreso del agua de lluvia, puede señalarse como la más efectiva para evitar la producción de lixiviados y la única que puede establecerse racionalmente para su cumplimiento desde el diseño mismo de la infraestructura, esto como resultado de estudios e investigaciones mediante el empleo de celdas de evapotranspiración, las cuales deben ser parte fundamental del campo experimental que todo relleno sanitario debe tener. De ahí la importancia de conocer, a partir de la precipitación pluvial, la variación, que tanto la evapotranspiración real como la infiltración efectiva presentan para diferentes espesores de cubierta

de un relleno sanitario, simulados en celdas de evapotranspiración a escala real, donde el efecto de la temperatura ambiente, en cada uno de los espesores de cubierta considerados, pueda ser registrado con autenticidad y precisión, para definir el espesor de cubierta idóneo.

Esta opción puede ser la más efectiva para evitar la producción de lixiviados y la ósmosis que puede establecerse racionalmente para su cumplimiento. Debe mencionarse aquí el papel fundamental que en cualquier SIDIFI deben tener los estudios e investigaciones mediante el empleo de celdas de evapotranspiración. De allí la importancia de conocer, a partir de la precipitación pluvial, las variaciones que tanto la evapotranspiración real como la infiltración efectiva presentan para diferentes espesores de cubierta de un relleno sanitario.

Aquí, el método a seguir es la simulación, en celdas de evapotranspiración a escala real, el efecto de la temperatura ambiente en cada uno de los espesores de cubierta considerados, lo que permitirá un registro auténtico y preciso y una definición idónea del espesor de la cubierta.

2.- La producción de lixiviados

En la mayoría de los climas lluviosos, e incluso en zonas donde la precipitación se presenta en forma de nieve, puede producirse la infiltración de agua en un SIDIFI, saturando los residuos ahí confinados y generando lixiviados, que contienen altas concentraciones de materiales contaminantes. Los principales que gobiernan la formación de lixiviados son los siguientes:

Agua disponible

Precipitación pluvial, presencia de agua superficial recirculación de lixiviados e irrigación de la cobertura.

Características de la cubierta de los residuos

Tipo de suelo y vegetación, grado de compactación del material de cubierta y pendientes de las superficies finales.

Características del tipo de residuos

Compactación, composición y contenido de humedad de los residuos cuando fueron dispuestos.

Impermeabilización empleada

Tipo de material utilizado (natural o artificial), tanto en el fondo como en la cubierta final del relleno sanitario.

El cálculo de la cantidad de agua infiltrada en celdas de un SIDIFI puede hacerse aplicando un balance hidrológico en la cubierta, poniendo atención en la precipitación, escurrimientos superficiales, evapotranspiración y cambios en el contenido de humedad de la cubierta. De cualquier forma, el balance debe hacerse con el fin de identificar los periodos de máxima infiltración en el relleno sanitario.

En la figura 1 se muestran, de manera general, los componentes que conforman el balance hidrológico o de agua en un relleno sanitario.

Los residuos dispuestos en un SIDIFI, normalmente presentan una determinada capacidad de campo, por lo que se genera una cierta absorción del agua de infiltración, antes de que esta se desprenda en forma de lixiviados. La capacidad de campo de los residuos dispuestos, es muy difícil de especificar debido a su gran heterogeneidad, por lo que para conocer la cantidad de agua que pueden absorber, será necesario realizar ciertas determinaciones en laboratorio.

Por otro lado, esta característica puede cambiar en el futuro, dado que el peso volumétrico de los residuos se incrementa, mientras que la fracción orgánica domina la retención de agua.

Actualmente, la cuantificación de estos aspectos no es muy clara, debido a que todavía son componentes poco desarrollados, los del balance hidrológico en el SIDIFI.

No obstante, existen ciertas metodologías para el balance de agua en los SIDIFI, empleadas en agronomía para conocer el agua susceptible de ser consumida por los cultivos.

Estas pueden resultar herramientas eficientes para el diseño de las cubiertas superiores, con el fin de minimizar la producción de lixiviados y determinar sus flujos promedio previstos, para ser controlados convenientemente. También se ha observado que durante los meses de verano, se reduce su producción por la evapotranspiración.

Finalmente, es importante precisar que a diferencia de lo que normalmente se pensaba, dicha producción mostr— ser m̄s dependiente del espesor del material de cubierta y de las pendientes de las superficies finales del relleno, que del peso volum̄trico alcanzado al compactar los residuos.

3.- M̄todos para el c̄lculo del balance de agua

El balance de agua de un SIDIFI tiene por objeto, conocer, entre otras cosas, la cantidad de lixiviados expresados como l̄mina de agua por unidad de tiempo, que ser̄ necesario controlar a partir de la evaluaci—n de las ganancias y las p̄rdidas de agua que tendr̄ la cubierta de los residuos s—lidos compactados, principalmente por efecto de la precipitaci—n pluvial y la temperatura ambiente.

La expresi—n generalizada del balance de agua como se indica a continuaci—n, expresa la igualdad entre los aportes y las p̄rdidas de humedad.

$$P = R + E + I \dots\dots\dots(3.1)$$

donde:

- P: Precipitaci—n pluvial, en mm
- R: Escurrimiento sobre la superficie del suelo, en mm
- E: Evapotranspiraci—n real, en mm
- I: Infiltraci—n efectiva en el suelo, en mm

En balance de agua, la infiltraci—n compensa las p̄rdidas de agua en el subsuelo, debidas principalmente a la evapotranspiraci—n. La precipitaci—n (P), puede medirse directamente en una estaci—n meteorol—gica sin grandes errores; el escurrimiento (R), estimarse a partir de ciertas constantes que dependen del tipo y caracer̄sticas de la superficie del suelo; la infiltraci—n (I), aunque en ocasiones se puede medir con el empleo de lis̄metros, es normalmente la inc—gnita por determinar la evapotranspiraci—n (E), se calcula mediante diferentes f—rmulas emp̄ricas.

Con base en esto, se puede decir que el balance de agua, podría efectuarse a partir de la medición directa de la infiltración, o bien, mediante la determinación de la evapotranspiración empleando expresiones empíricas, en donde la temperatura ambiente es fundamental para el cálculo. En el primer caso, la medición de la infiltración se hace empleando lisímetros conectados a celdas o cámaras experimentales, donde el escurrimiento es cero. A través de estos dispositivos, se puede conocer la cantidad de agua que se infiltra en toda la superficie de la celda, a partir de un volumen de agua conocido que se le suministra. De hecho, con este tipo de dispositivos, es posible calcular la evapotranspiración real "auténtica", tomando como base la potencial (corregida o sin corregir), obtenida con formulaciones empíricas.

En cuanto al segundo caso, cuando se conocen las precipitaciones y la temperatura media, el balance puede efectuarse mediante la evaluación de la evapotranspiración. Para ello, un gran número de investigadores como G.W. Thornthwaite, L. Turc, L. Serra y E. Cappus, han desarrollado fórmulas empíricas del tipo $E_p = f(T)$, que permiten evaluar la evapotranspiración potencial (E_p) en función de la temperatura media (T). De todas las formulaciones empíricas desarrolladas para el cálculo de la evapotranspiración potencial, tal vez la correspondiente a G.W. Thornthwaite, sea la más aplicable a un relleno sanitario, ya que las otras fueron desarrolladas específicamente para conocer el balance hídrico en grandes cuencas hidrográficas.

A continuación se describe la aplicación del Método del balance de agua, empleando la formulación de G.W. Thornthwaite, para la determinación de la evapotranspiración potencial.

a) Determinación de las evapotranspiraciones mensuales potenciales corregidas, a partir de las temperaturas promedio mensuales; empleando para ello, la siguiente formulación:

$$EP_j = 1.6(10T_j/I)^a \dots \dots \dots (3.2)$$

$$ij = (T_j/5)^{1.514} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$I = \sum_{j=1}^{12} ij$$

$$\alpha = 0.49239 + 1792 * 10E-05 (I) - 771 * 10E-07 (I^2) + 675 * 10E-09 (I^3) \dots \dots \dots (3.5)$$

Donde:
 EP_j: Evapotranspiración potencial mensual sin corregir, en cm.
 T_j: Temperatura media mensual, en C.
 I: Sumatoria de los índices mensuales de calor, (adimensional).

ij: Índice mensual de calor (adimensional)

Coefficiente adimensional que está en función de la sumatoria de los índices mensuales de calor.
j: No. del mes considerado.

Además los valores (EPj) calculados para cada mes, se corrigen por medio de un coeficiente mensual (K), que toma en cuenta el número de días y el número real de horas entre la salida y la puesta del sol.

b) Cálculo de la humedad potencial de infiltración mensual realizando el siguiente balance para cada uno de los meses del año.

$$IP_j = (P_j - (CE_j * P_j)) - EPC_j \quad (3.6)$$

Donde:

IPj: Humedad potencial de infiltración mensual, en mm.

Pj: Precipitación media mensual, en mm.

CEj: Coeficiente de escurrimiento mensual (adimensional)

EPCj: Evapotranspiración potencial mensual corregida, en mm.

c) Realización para cada uno de los meses del año, de un balance de agua en la cubierta final del relleno sanitario, tomando en cuenta para tal fin, las siguientes consideraciones:

c.1 Cuando la precipitación mensual es igual o superior a la evapotranspiración potencial mensual, se producirá un exceso en el aporte de agua a la cubierta de suelo; exceso que al ser absorbido alimentará la reserva de agua almacenada por el mismo suelo.

c.2 Si la altura de precipitación mensual es inferior a la evapotranspiración potencial mensual, se consumirá totalmente la precipitación, generándose por tanto, un cierto déficit con respecto a la evapotranspiración, el cual puede ser cubierto con las reservas de agua del suelo, hasta su agotamiento. Si la reserva de suelo es suficiente para satisfacer dicho déficit, la evapotranspiración será igual a la potencial, por lo que se cae dentro de la consideración anterior; mientras que si por el contrario, la reserva del suelo resulta ser insuficiente, la evapotranspiración real queda ligada a las precipitaciones mensuales, agotándose las reservas del suelo y generándose por tanto, un cierto déficit en su capacidad de almacenamiento de agua.

Pie de figura

P: Precipitación

R: Escurrimientos superficiales

ET: Evapotranspiración potencial

Hs: Agua contenida en el suelo

Hr: Agua contenida en los residuos

B: Consumo de agua causado por la degradación biológica de la materia orgánica

le: Aportes de agua del subsuelo

Li: Probable infiltración de lixiviado al acuífero

Lr: Lixiviado colectado por el sistema de drenaje

Pi: $P-R-ET+\Delta Hs$

Si no hay aportes de agua del subsuelo

PL= $P-R-ET+\Delta HS+le$

Si existen aportes de agua del subsuelo

L=Li+Lr

Producción de lixiviados

L=Li+Lr

Manejo de lixiviados