PROYECTO CEPAL/PNUMA
ESTILOS DE DESARROLLO Y MEDIO
AMBIENTE EN AMERICA LATINA

E/CEPAL/PROY.2/R.39
Octubre de 1979

Seminario Regional

Santiago de Chile, 19 al 23 de noviembre de 1979

LAS VARIABLES MEDIOAMBIENTALES EN LA PLANIFICACION DEL DESARROLLO

Alvaro García Hurtado
Eduardo García D'Acuña

El presente documento es una contribución del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social al Seminario Regional del Proyecto CEPAL/PNUMA sobre Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina. Las ideas y opiniones expresadas en este estudio son de responsabilidad de sus autores y no comprometen necesariamente al ILPES.

79-10-2554

INDICE

/I. EL

I. EL MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

La discusión sobre planificación del desarrollo y medio ambiente en los países menos desarrollados debe subrayar la diferencia que existe en cuanto a este problema en estos países y en los desarrollados. Estas diferencias se manifiestan a dos niveles que, para facilitar la exposición, trataremos separadamente. La primera diferencia se encuentra en las causas u orígenes del problema medioambiental; la segunda, en las manifiestaciones físicas del problema y, en consecuencia, en las áreas prioritarias de política medioambiental.

A. Raíces originarias del problema medioambiental

Las raíces del problema medioambiental se encuentran en la interacción de los siguientes dos factores:

i) la cantidad de recursos naturales disponibles y las leyes de la naturaleza que gobiernan su preservación y crecimiento;

ii) la forma e intensidad en que la sociedad humana usa estos recursos.

Por consiguiente, para comprender las raíces del problema medioambiental se deben conocer las restricciones del entorno biofísico que colectivamente sustenta al hombre y los valores, prioridades y formas en que la sociedad decide y desarrolla los objetivos que se plantea dadas estas restricciones. La planificación del desarrollo es, o debiera ser, la expresión más concreta de este segundo aspecto y, por lo tanto, concentraremos nuestra atención en él.

Los valores, prioridades y formas en que la sociedad decide y desarrolla sus objetivos están determinados y se manifiestan fundamentalmente en tres elementos: el sistema socioeconómico, el estilo de desarrollo y el nivel de desarrollo.1/

1/ Los conceptos de sistema y estilo, en particular este último, han sido extraidos de los siguientes estudios A. Pinto (1976), J. Graciarena (1976) y R. Prebisch (1976). El tratamiento de la interacción entre estilos y medio ambiente en el contexto histórico de América Latina se encuentra en O. Sunkel (1979)

/La diferenciación

La diferenciación entre estos conceptos es puramente abstracta ya que en la realidad estos se definen conjuntamente para constituir una formación social hegemonizada por un proyecto único y definido.1/

Establecemos estas categorías para caracterizar, también en forma abstracta, las diferencias que existen entre las causas del problema medioambiental en los países más y menos desarrollados como en el interior de éstos.

El concepto de sistema define la totalidad de la realidad social al analizar la forma en que se organizan los elementos (la estructura económica, jurídica y político-ideológica) que conformen una sociedad. El sistema socioeconómico establece las leyes del desarrollo (tipos de relaciones que existirán entre y al interior de los elementos) de una sociedad y, por lo tanto, no constituye una característica del problema medioambiental en los países subdesarrollados. Aunque, como veremos más tarde, tiene una importancia fundamental en la definición de la forma que adquirirá la relación sociedad humana-medio ambiente

El concepto de estilo de desarrollo se refiere a la forma en que una sociedad concreta se moviliza y usa sus recursos físicos y humanos para lograr los objetivos que se plantea. Este concepto, al estar referido a sociedades concretas, plantea la primera distinción entre los países más y menos desarrollados. Si bien es cierto, estos países pueden compartir un modelo de sociedad o sistema socioeconómico, los estilos de desarrollo pueden ser diferentes, ya que al interior de cada sistema existe un conjunto de

---

1/ Es una formación social hegemonizada por un proyecto único y definido ya que no hay contradicciones permanentes entre el sistema, el estilo y el nivel de desarrollo. Esto no quiere decir que no existan contradicciones sociales al interior del sistema, sólo plantea que en la sociedad existe un grupo hegemónico que "armoniza" en torno a su proyecto estos elementos. Así tenemos que el sistema "viabiliza", aunque no determina un estilo. Al mismo tiempo, el nivel de desarrollo de las fuerzas productivas "viabiliza" el sistema y este determina la "dirección" del cambio tecnológico. La interacción dialéctica entre estos elementos caracteriza a una sociedad concreta y, por lo tanto, la forma de la relación sociedad humana-medio ambiente.

/alternativas o

alternativas o estilos de desarrollo potencialmente viables. El estilo que se impone está determinado por los intereses del "grupo dominante" y algunos condicionantes estructurales tales como la tecnología, los recursos naturales, la población, etc.

El concepto de nivel se refiere al grado de desarrollo de las fuerzas productivas. Este determinará la capacidad que tiene una sociedad de dañar y/o proteger el medio ambiente.1/ Este concepto es claramente específico en términos del problema medioambiental en países más y menos desarrollados.

La diferenciación, como habíamos dicho, adquiere sentido cuando analizamos sociedades concretas, ya que a partir de estas definiciones conceptuales sólo podemos distinguir las causas globales del problema medioambiental. Estas podrían ser divididas en las siguientes tres categorías:

i) El problema sistémico de aquellas sociedades cuya organización social está atomizada y se funda en individuos que compiten entre ellos para maximizar su bienestar particular. Las leyes de desarrollo de estas sociedades no contemplan la creación, engrandecimiento o preservación de bienes o valores que tengan un carácter social o público como es el medioambiente

ii) El problema del estilo de desarrollo en aquellas sociedades que por incapacidad, deliberada o inconscientemente, mantienen un desequilibrio entre la explotación y protección de su medio ambiente.2/. La destrucción

---

1/ El grado de desarrollo de las fuerzas productivas determinará la capacidad que tiene una sociedad de generar un excedente que se podría destinar a proteger el medioambiente, además - como veremos posteriormente - el problema medioambiental en algunas sociedades es producto de las condiciones de pobreza de ésta. Al mismo tiempo, un tipo de progreso tecnológico ha contribuido notablemente a copar la capacidad de asimilación y absorción de los procesos naturales, factor que constituye la esencia misma del problema medioambiental.

2/ Dada la existencia del desequilibrio entre explotación y protección del medioambiente se puede caracterizar a estos estilos como medioambientales desarticulados.

/deliberada del

deliberada del medio ambiente normalmente ocurre cuando el principal objetivo económico consiste en maximizar la tasa de crecimiento en el corto plazo (medida por el producto geográfico bruto)

iii) El problema de nivel de desarrollo que determina la magnitud y forma del impacto que un estilo de desarrollo puede tener sobre el medio ambiente.

A modo de resumen digamos que las causas originarias del problema medioambiental se encuentran en un estilo de desarrollo que no articula correctamente los objetivos y restricciones medioambientales con otros objetivos del desarrollo. Por esta razón, no compatibiliza los intereses privados con los sociales, ni el de las generaciones presentes con el de las futuras. Los estilos medioambientalmente desarticulados son más viables, aunque no se dan exclusivamente en un sistema capitalista donde el éxito del desarrollo se mide en términos de la satisfacción de intereses privados y, en particular, de los del grupo dominante. La forma que adquirirá (o debe adquirir) la articulación medioambiental dependerá del nivel de desarrollo de las fuerzas productivas, ya que esto determina la actual forma de desarticulación.

Las diferencias entre los problemas medioambientales en países más y menos desarrollados obedecen a diferencias en estilos y niveles de desarrollo.

El estilo de desarrollo capitalista dependiente ha redundado en un tipo de uso de los recursos naturales que los lleva a agotarse o deteriorarse más rápidamente. Por ejemplo, la estructura económica heterogénea que caracteriza al sector agrícola de estas sociedades deteriora más rápidamente el factor tierra.1/ El minifundista, para obtener un ingreso adecuado para sobrevivir, trata de obtener el máximo rendimiento de la tierra, realizando cultivos por sobre la aptitud natural de ésta. El sobreuso se traduce en procesos erosivos que repercuten en la productividad e impulsan a sobreusar más el recurso y a expandirse en áreas de frontera. La expansión

1/0 Para un excelente recuento de este problema, véase el trabajo de N. Gligo (1979).

/a tierras

a tierras marginales, que deben ser desforestadas resulta en inundación, erosión y degradación de la tierra transformando el proceso en un círculo vicioso. El latifundio tradicional también, aunque por razones distintas ha sobreexplotado el suelo. Esto es especialmente cierto en los grandes latifundios pecuarios, pero en general la despreocupación que el latifundio muestra por la productividad de la tierra ha redundado en técnicas inadecuadas como, por ejemplo, la falta de rotación de la tierra, que deterioran el medio ambiente.

Otra cara de este problema está dada por la presencia de grandes empresas transnacionales que explotan los distintos recursos naturales con una tecnología altamente intensiva en capital y en insumos químicos. Este hecho también ha influido en el rápido agotamiento, deterioro y contaminación de estos recursos ya que estas empresas racionalizan su actividad en función de la maximización del capital invertido, desatendiendo y desconociendo las condiciones de perdurabilidad y conservación de los recursos naturales.1/ A este tipo de empresa transnacional hay que sumarle aquellas que encuentran restricciones - prohibitivas o de costos - a su actividad contaminante en los países más desarrollados y, por lo tanto, especialmente en los últimos años, emigran hacia los países capitalistas dependientes - y menos desarrollados - donde no encuentran ningún tipo de restricción.

Como veremos en la siguiente sección, el nivel de desarrollo de las fuerzas productivas tiende a profundizar las diferencias entre países más y menos desarrollados ya que refuerza las diferencias producto de los distintos estilos y, además, crea problemas medioambientales diferentes en estos dos tipos de países.

1/ A este hecho habría que agregar la alta movilidad de las operaciones de estas empresas, las que habiendo agotado un determinado recurso, se desplazan a otras regiones y/o países para repetir su acción depredatoria.

/B. Manifestaciones

B. Manifestaciones del problema medioambiental

Las manifestaciones del problema medioambiental pueden ser agrupadas en las siguientes cinco categorías:

i) Destrucción o deterioro de los recursos naturales (minerales, forestales, etc.);

ii) Contaminación biológica (excretas humanas, pestes, etc.);

iii) Contaminación química (contaminación del aire, uso de ciertos pesticidas, detergentes, etc.);

iv) Deterioro físico (contaminación térmica, ruido, etc.);

v) Deterioro social (congestión, falta de participación, etc.).

Estas son las manifestaciones de los problemas que se generan por las razones mencionadas en el punto anterior y nos permiten establecer, con mayor claridad, las diferencias entre los problemas medioambientales de los países más y menos desarrollados. Sin embargo, antes de profundizar en esta distinción, queremos aclarar que las diversas manifestaciones no son "exclusividad" de uno u otro estilo o nivel de desarrollo.

El sistema socioeconómico y/o estilo de desarrollo determina el horizonte de la planificación económica y social o, en otras palabras, si ésta considera o no el conjunto de variables que representan el bienestar general de generaciones presentes y futuras. El no incorporar correctamente estas variables es la causa de fondo del problema medioambiental en los países más y menos desarrollados.1/ Este problema ocasiona, entre otras

---

1/ En este trabajo nos referiremos exclusivamente al problema de la planificación y no discutiremos las bondades o desventajas del mercado como mecanismos de asignación de recursos. Creemos que la literatura, sobre este tema, ha sido lo suficientemente efectiva en demostrar que el mercado no logra corregir ni detectar las externalidades de los procesos de industrialización (el problema medioambiental es uno de ellos) como para que podamos obviar este tema. Basta con recordar las dos principales razones por las cuales el mecanismo del mercado no corrige, sino genera, problemas medioambientales: a) La maximización de la tasa de ganancia privada lleva a los productores a descargar, voluntaria o involuntariamente, sobre la sociedad todos los costos de aquellos insumos y productos que no se transan en el mercado. Entre ellos, sobresalen aquellos asociados con los residuos y desechos de los procesos productivos, con la consiguiente contaminación del medio ambiente. b) El logro de la máxima rentabilidad en un horizonte privado lleva a la explotación excesiva de recursos naturales renovables y no renovables.

/cosas, la

cosas, la selección de tecnologías inadecuadas que - a su vez - se manifiestan en las categorías i), iii) y iv); una inadecuada estructura física y social de los asentamientos humanos que se manifiesta en v) y la insatisfacción de las necesidades de los grupos más débiles en la estructura de poder que redunda en ii). Si bien es cierto que la falta de planificación o el carácter restringido del horizonte de ésta explica el conjunto de las manifestaciones del problema medioambiental; no es menos ciertos que existen grandes matices en la intensidad con que se presentan estos problemas. La contaminación biológica, por ejemplo, se presenta casi exclusivamente en los países menos desarrollados y es producto de la falta de infraestructura social (alcantarillado, red de agua potable, programas de sanidad ambiental, etc.) que presentan estos países. Al contrario, las manifestaciones iii) y iv) son atributos de los países desarrollados y de los segmentos "transnacionales" 1/ de las economías menos desarrolladas.

Es en el estudio de la realidad (por ejemplo de los casos recién mencionados) que la diferenciación entre niveles de desarrollo aparece útil. Por ejemplo, aunque un país desarrollado y otro subdesarrollado pueden implementar un estilo semejante - que no considera las restricciones medio ambientales, ni pretende maximizar el bienestar social - las manifestaciones del problema medioambiental serán, en intensidad, diferentes. El primero, por el grado de desarrollo de las fuerzas productivas, produce un nivel de excedentes tal que le permite invertir en infraestructura social;2/ y, por lo tanto, minimizar la manifestación ii). Al mismo tiempo el tamaño de su sector moderno magnifica la existencia de los problemas iii), iv) y v). El caso inverso representa la realidad de los países subdesarrollados.

1/ Este concepto es de Osvaldo Sunkel y se refiere al segmento dinámico y moderno de las economías subdesarrolladas que presentan las mismas características tecnológicas a través de las naciones.

2/ Aunque no venga directamente al caso, conviene señalar que este tipo de inversión es económicamente rentable en la mayoría de los casos.

/Lo dicho

Lo dicho nos lleva a concluir que los problemas medioambientales, aunque a veces semejantes, se dan siempre en magnitudes y prioridades distintas en los países más y menos desarrollados. La razón por la cual existe "semejanza" en la problemática medioambiental es la masificación de una tecnología inadecuada en términos de las restricciones del medioambiente.1/ Por otro lado, la tecnología no es la única causa de deterioro del medio ambiente; la pobreza y un estilo de desarrollo dependiente y heterogeneizante son las causas fundamentales del problema medioambiental en los países subdesarrollados. Además, debemos recordar que la tecnología es producto de un sistema social y, por lo tanto, la dirección del avance tecnológico depende de las leyes fundamentales que gobiernan este sistema. La definición de las causas y las manifestaciones del problema medioambiental nos hace ver con claridad que éste se encuentra en las raíces mismas de la estructura económico-social.

Esta caracterización del problema medioambiental nos permite establecer dos esferas de trabajo y acción para el planificador del desarrollo, en lo que a medio ambiente se refiere.

La primera de estas se refiere al problema estructural; esto es, a la existencia de contradicciones entre estilos de desarrollos y preservación medioambiental. Este tipo de problemas requiere de la implantación de un nuevo estilo de desarrollo y, en concreto, de procesos de planificación que compatibilicen los objetivos económicos con los ecológicos. La superación del problema estructural pasa por atacar las causas originarias del problema medio ambiental y no sus manifestaciones superficiales.

La segunda está constituida por las manifestaciones externas del problema medioambiental y la búsqueda de las fórmulas adecuadas para corregir sus efectos más negativos. La solución de este problema requiere de la aplicación y adecuación del instrumental con que ya cuenta la teoría de la planificación en materia de programación global, sectorial, regional, y evaluación de proyectos de inversión, en este caso referido a la protección o rehabilitación del medio ambiente.

1/ El hecho que exista un segmento transnacional en los países subdesarrollados le plantea a estos la necesidad de enfrentar desde ya los problemas que constituyen la preocupación central de los países desarrollados.

/En la

En la sección siguiente se presenta un esquema analítico preliminar para incorporar las variables medioambientales en la definición de un nuevo estilo de desarrollo y se hace referencia a una metodología específica. En la sección subsiguiente se discute y propone la forma de incorporar dichas variables en los instrumentos existentes de planificación del desarrollo, para corregir los efectos más negativos referidos anteriormente.

II. LA PLANIFICACION DEL DESARROLLO Y EL MEDIOAMBIENTE EN LOS PAISES MENOS DESARROLLADOS

Como se dijera en la sección anterior, la planificación del desarrollo debe considerar el problema medioambiental en dos formas. La primera consiste en identificar las restricciones que la biósfera plantea para la consecución de ciertos objetivos económico-sociales y, por lo tanto, adecuar los medios y fines del desarrollo a estas restricciones. En otras palabras, se trata de implantar un estilo de desarrollo que erradique los problemas medioambientales estructurales generados por los estilos hoy predominantes.

La segunda forma en que la planificación del desarrollo considera el problema medioambiental es a través de la especificación de éste y de la evaluación económica y la aplicación de los distintos instrumentos y mecanismos que pueden ser utilizados para proteger o rehabilitar el medio ambiente. Esta forma tiene como punto de partida el estudio de las manifestaciones externas o superficiales del deterioro medioambiental.

Estos dos formas de atacar el problema medioambiental deben ser entendidas como complementarias, especialmente en una primera etapa. Ya que, si bien es cierto, la solución del problema estructural constituye la única forma permanente de enfrentar el problema medioambiental existen buenas razones para enfatizar la solución del problema superficial o externo. La primera razón es que durante la transición de un estilo a otro (que puede durar un largo tiempo) es necesario atacar las manifestaciones externas del problema medioambiental intrínseco al estilo anterior. La segunda, es que el cambio de estilo requiere de una transformación de la estructura de poder de la sociedad (ya que es el grupo dominante el que impone "su" estilo) que

/no se

no se preve como factible en el corto plazo en una gran cantidad de países. Por último, el hecho que no conozcamos en su totalidad las restricciones que plantean los distintos ecosistemas, nos lleva a pensar que el problema medioambiental, quizás en diversas formas, estará presente por largo tiempo y, por lo tanto, la búsqueda de soluciones parciales a las manifestaciones externas de éste será necesaria.

A. Planificación para "otro estilo" de desarrollo

La gran mayoría de los estilos de desarrollo que hoy se implementan en el mundo y en particular en los países subdesarrollados se inspiran en la creencia de que existe una relación directa y automática entre el crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida de toda la población. Sin embargo, a pesar del satisfactorio ritmo de crecimiento económico que ha experimentado la mayoría de los países menos desarrollados, se ha originado a un profundo escepticismo frente a este fenómeno.1/ Este escepticismo respecto a las bondades del crecimiento económico como único objetivo del desarrollo ha cundido por la persistencia y a veces recrudecimiento de dos problemas: la pobreza, que se manifiesta en que la mayoría de la población del mundo menos desarrollado sigue sin satisfacer sus necesidades básicas elementales; y el deterioro del medio ambiente físico, que afecta directamente la calidad de vida de la totalidad de la población y compromete el bienestar de las generaciones venideras.

Estos hechos han generado una amplia discusión sobre la necesidad de implementar un nuevo estilo de desarrollo.2/ Este "nuevo estilo" aun no

---

1/ América Latina durante el decenio de 1960 creció a una tasa anual promedio del 6.1 por ciento del PIB. En el mismo decenio, sin embargo, se observa que el número absoluto de pobres permaneció prácticamente inalterado en 113 millones de personas. Más información al respecto en S. Piñera (1978) y A. García (1979). El crecimiento económico, al mismo tiempo, fue acompañado de una adopción cada vez más masiva de los patrones de producción y consumo de los países desarrollados, lo que ha redundado en un creciente deterioro del medioambiente. Al respecto, véase O. Sunkel (1979).

2/ Entre muchas otras publicaciones ver: Dag Hammarskjöld (1975), OIT (1976), Fundación Bariloche (1978).

/está definido

está definido aunque existe una gran cantidad de planteamientos y acuerdos al respecto. Todos estos planteamientos tienen en común la constatación de que el mero crecimiento económico, en el contexto de las economías de merçado prevalecientes, no permite lograr un estándar de vida mínimo apropiado para toda la población en un plazo razonable. Por lo tanto, la intervención del Estado - como estamento planificador - en forma sistemática, eficiente y protagónica en la búsqueda de mejorar la calidad de vida de toda la población ha pasado a ser un requisito ineludible de este nuevo estilo.

Para que el Estado cumpla efectivamente con este nuevo rol se requiere de profundas transformaciones económicas y sociales. Ya que, como constatara C. de Mattos (1979) para el caso de América Latina, en el actual estilo de desarrollo son las fuerzas dominantes las que de hecho "planifican" de acuerdo con su propia forma de concebir los medios de fortalecer su dominio en el tipo de sociedad que desean construir. Por lo tanto, avanzar hacia un nuevo estilo de desarrollo requiere de democratizar la estructura de poder - en lo económico, político e institucional - para que este nuevo estilo se apoye y cuente con las fuerzas propias de la sociedad que lo emprende.

La transformación de la actual estructura económica, base de apoyo del actual estilo, es esencial para asegurar la permanencia de un nuevo orden institucional. Así también, el necesario cambio en el patrón de consumo exige cambios en la distribución del ingreso y en el conjunto de valores sociales incorporados al estilo prevaleciente.

El cambio institucional es necesario para que cada grupo social esté en pie de igualdad con los demás, resolviendo así los problemas que le son comunes. Este cambio debe estar orientado a conseguir que las burocracias públicas y privadas estén sometidas a formas de control social para así asegurar que el Estado, como elemento regulador de los mecanismos socioeconómicos, vele por los intereses de la sociedad en su conjunto.

/1. <u>Ecodesarrollo</u>:

1. Ecodesarrollo: un aporte a la definición del nuevo estilo de desarrollo

Las características centrales de un nuevo estilo y, por lo tanto, de la planificación del desarrollo, han sido resumidas en el concepto de ecodesarrollo, en lo que a medio ambiente se refiere.1/

Antes de enunciar las características centrales de la planificación para el ecodesarrollo queremos subrayar la idea de que los objetivos medioambientales y sociales no son en absoluto percibidos como contradictorios. Al contrario, el crecimiento económico, necesario para satisfacer las necesidades básicas de una población creciente, en el marco de una biósfera de dimensión y volumen fijo, plantea la interdependencia que existe entre el bienestar humano y el estado del medio ambiente físico. Esta interdependencia queda manifiesta en el hecho que la satisfacción de las necesidades básicas depende de la tasa de crecimiento económico y de la distribución de los frutos de este. A su vez, el crecimiento depende, en una gran medida, de la escala e intensidad con que se usan los recursos naturales. La posibilidad de mantener condiciones biológicas normales en el medio ambiente y el funcionamiento permanente de los ecosistemas depende, a su vez, de la forma en que la sociedad utiliza la naturaleza. Por lo tanto, el uso racional y científico de los recursos naturales constituye un requisito para satisfacer, en forma permanente, las necesidades básicas de la población.

Los factores económicos, sociales, tecnológicos y biológicos en el medio ambiente humano están en tal forma relacionados y presentan tal interdependencia que existe una necesidad objetiva de considerar la satisfacción de las necesidades básicas en un marco económico-ecológico; entendiendo que la estructura económica y el medio ambiente se deben complementar para lograr este objetivo.

1/ La expresión "ecodesarrollo" fue usada por M. F. Strong, Director ejecutivo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en su ponencia ante la primera reunión del Consejo de Administración del PNUMA (Ginebra, junio de 1973).

/Por lo

Por lo dicho, la planificación del ecodesarrollo se da en un marco acotado por dos restricciones fundamentales. La satisfacción de las necesidades básicas, que implica el uso de una cantidad de recursos naturales por persona y, por lo tanto, fija un límite inferior a la explotación y uso de éstos. Este objetivo puede no ser alcanzado por dos razones: a) un patrón regresivo de distribución de ingresos, y b) un ecosistema cuya productividad sea baja o con un nivel de utilización que supera su capacidad de absorción y asimilación.

El límite superior, que constituye la segunda restricción en la axplotación y uso de los recursos naturales, está dado por la preservación de las relaciones ecológicas necesarias para mantener un equilibrio en los ecosistemas, de tal forma de asegurar un nivel de productividad permanente en éstos.1/

La planificación del ecodesarrollo tiene como objetivo ubicarse entre estas dos cotas en el uso de los recursos naturales y, de tal forma, asegurar en forma permanente la satisfacción de las necesidades básicas. Las características centrales de la planificación del ecodesarrollo pueden ser resumidas por los siguientes cinco elementos:

i) El plan tiene como objetivo organizar el esfuerzo de una sociedad para usar aquellos recursos que son necesarios para satisfacer las necesidades básicas de toda su población.

ii) La explotación y manejo de los recursos naturales se planifica de tal forma que las generaciones futuras puedan gozar del mismo nivel de productividad de los ecosistemas que las presentes.2/

1/ Este "límite superior" no está exclusivamente determinado por factores naturales. Como se dijiera en la sección anterior de este trabajo, la relación sociedad humana-ecosistema determina los límites de éste. El grado de flexibilidad, elasticidad y reproducción de la mayoría de los ecosistemas es tal que es la sociedad humana, a través de la intensidad y forma de su actividad en el ecosistema, la que determina en una gran medido los límites de éste. Queremos hacer notar que este concepto de límite superior no es equivalente al de límite absoluto (outer limits) que se refiere a los límites de largo plazo: capacidad de absorción de la biósfera, efectos sinérgicos y el total de recursos naturales disponibles.

2/ Al respecto, véase Sanders y Smith (1976); estos demuestran como puede extenderse el concepto de eficiencia Paretiana para incorporar variables intertemporales e intergeneracionales.

/iii) La

iii) La producción de bienes se organiza de tal forma de maximizar el reciclaje de deshechos y complementariedad en el uso de infraestructura por las distintas unidades productivas.1/

iv) El plan maximiza el uso de fuentes de energía sustitutiva a los escasos recursos no renovables y minimiza el uso de éstos. Esto significa usar al máximo las capacidades naturales de una región y estructurar los asentamientos humanos de acuerdo a ellas. El consumo de energía, en especial la que proviene de combustibles fósiles, tiene un considerable efecto sobre el medio ambiente. En el proceso de combustión se producen varios compuestos gaseosos y partículas sólidas perjudiciales para los ecosistemas y la salud del ser humano.2/ A estos problemas hay que sumarle el hecho que este tipo de recursos no sea renovable y, por lo tanto, tienda a acabarse. Esta situación ha motivado la investigación, - que debe ser incentivada - sobre el uso de fuentes alternativas de energía. En especial se debe motivar el uso de la energía solar de la cual puede obtenerse calor, energía eléctrica y química.3/ Además se puede avanzar en la investigación de otras fuentes de energía, tales como la producción de gas o combustible líquido con recursos agrícolas y forestales, y en formas de economizar energía proveniente de combustibles fósiles, tales como la destilación del carbón.

v) Se estimula - a través de la planificación y el financiamiento - la investigación en tecnologías que simulen, en la mayor forma posible, los procesos naturales y sociales del medio ambiente en que se encuentran. La definición de la dirección del cambio tecnológico es uno de los medios fundamentales con que el planificador cuenta para compatibilizar los objetivos

---

1/ Hoel (1978) estudia la intensidad óptima de extracción y reciclaje de recursos naturales bajo diversas condiciones medioambientales.

2/ Véase CEPIS (1976)

3/ Véase U.S. Department of Energy (1978) y UNESCO-WHO (1977)

/económicos, sociales

económicos, sociales y ecológicos. El tipo específico de tecnología a adoptar en cada industria, región o país no puede ser determinado a priori. La tecnología adecuada surgirá de un estudio cuidadoso de los elementos biológicos y socioeconómicos en los cuales el problema está inmerso y de la utilización del conocimiento local, por lo tanto, de la participación de la población en el proceso de generarla.1/

La planificación del ecodesarrollo, por último, requiere, para funcionar efectivamente, de que se den las siguientes cuatro condiciones:

a) La existencia de un proceso de planificación que sea capaz de:

- plantearse metas que vayan más allá de los intereses de grupos o clases;
- tener el conocimiento y la información del conjunto de las variables del desarrollo y el medio ambiente;
- tener la capacidad de control sobre las distintas actividades que se desarrollen para asegurar su complementariedad y coherencia con las metas.2/

Esta estructura no será efectiva si no cuenta con la participación consciente de la población. Esta participación es esencial para definir las necesidades básicas y, por lo tanto, el límite inferior en el uso de recursos naturales y organizar el esfuerzo colectivo necesario para el ecodesarrollo.

b) Un requisito esencial para lograr la participación efectiva y consciente, es la educación de la población. Es esencial que esta adquiera conciencia de la dimensión medioambiental y los aspectos ecológicos del desarrollo. Sólo a través de la internalización de esta nueva dimensión y, por lo tanto, un cambio en las actitudes y valores predominantes respecto al medio ambiente, se logrará avanzar efectivamente hacia un equilibrio entre la explotación y protección del medio ambiente.3/

1/ Al respecto, véase el trabajo de A. O. Herrera (1979)

2/ R. McNamara (1973) y Documentos de United Nations Committee for the Planning of Development y UNRISD.

3/ La experiencia china demuestra cómo el ecodesarrollo no es únicamente un estilo tecnológico y como su aplicación depende del cambio institucional y en especial de la evolución de la mentalidad humana. El estudio de J.B.R. Whitney (1973) de las enseñanzas de la política ecológica en China subraya este último aspecto.

/c) Dado que

c) Dado que el ecodesarrollo requiere de soluciones particulares para los problemas de cada región, es esencial descentralizar el proceso de planificación y toma de decisiones. Esto es especialmente necesario en aquellos países o zonas donde el medioambiente físico es diverso y heterogéneo y, por lo tanto, es imposible controlar en forma centralizada los procesos y factores concretos que determinan el uso de los servicios y manejo de los recursos medioambientales.1/

d) Ante la amplitud y complejidad del problema ambiental es necesario que concurran una serie de ciencias en la búsqueda de las leyes sobre las cuales debe actuarse para promover los cambios deseados. Por lo tanto, la planificación del ecodesarrollo requiere de un esfuerzo multidisciplinario que combine los conocimientos de las ciencias físicas, biológicas y sociales.

A modo de resumen, podemos decir que este nuevo estilo y la planificación del ecodesarrollo busca establecer una adecuada relación de la sociedad con el medio ambiente físico que le rodea y/o sustenta. Por adecuada relación entendemos la compatibilización de la explotación del medio ambiente con el mantenimiento de su potencial productivo en el largo plazo; lo anterior es complementado por el objetivo de orientar el aparato productivo y la estructura distributiva a la producción y distribución de bienes y servicios que permitan realmente satisfacer las necesidades básicas de toda la población. La satisfacción de las necesidades básicas es un derecho de la presente generación como de las futuras, por lo tanto, se impone la necesidad de maximizar la eficiencia funcional de los ecosistemas en el largo plazo, haciendo uso de tecnologías adecuadas a este fin específico y apoyándose en la activa y consciente participación de la población para efectos de decidir sobre la forma que adquiriría el desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad. La dimensión medioambiental es, por lo tanto, la preocupación sistemática por el largo plazo en el desarrollo socioeconómico.

1/ Al respecto, véase Hendricks *et al* (1975)

/2. Un modelo

2. Un modelo económico-ecológico para planificar el uso de los recursos naturales

La planificación de otro estilo de desarrollo requiere integrar la dimensión medioambiental al conjunto de decisiones económicas relacionadas con el uso de recursos naturales. Por lo tanto, un modelo de planificación debe reflejar simultáneamente y en su relación mutua los procesos que ocurren en el subsistema económico y ecológico. Para este fin planteamos concebir el marco global de la planificación como un sistema compuesto por dos elementos interrelacionados: la sociedad humana y su entorno biológico y físico.

En la figura 1 se propone un modelo teórico para controlar y analizar los elementos que componen los dos subsistemas del sistema global con el fin de lograr soluciones óptimas desde ambas perspectivas.1/

La operacionalización de este proceso de planificación global requiere, como lo indica la figura, de ejecutar cuatro etapas o fases consecutivas. A continuación se definen, suscintamente, las características generales de cada una de estas fases.

Las Fases I y II pueden ser comprendidas como las de realización del diagnóstico y configuración de una estrategia global. Se diferencian, con respecto a este punto, en que la primera sólo identifica las metas globales del plan y, por lo tanto, establece las cotas máximas y mínimas para el uso y explotación de los recursos naturales. La segunda, al contrario, mediante el estudio de las conclusiones de la primera fase y la retroalimentación de cifras de proyección de resultados o de resultados efectivos, determina los objetivos, criterios, normas y estándares que definirán la ejecución del plan. Veamos cada una de estas fases por separado.

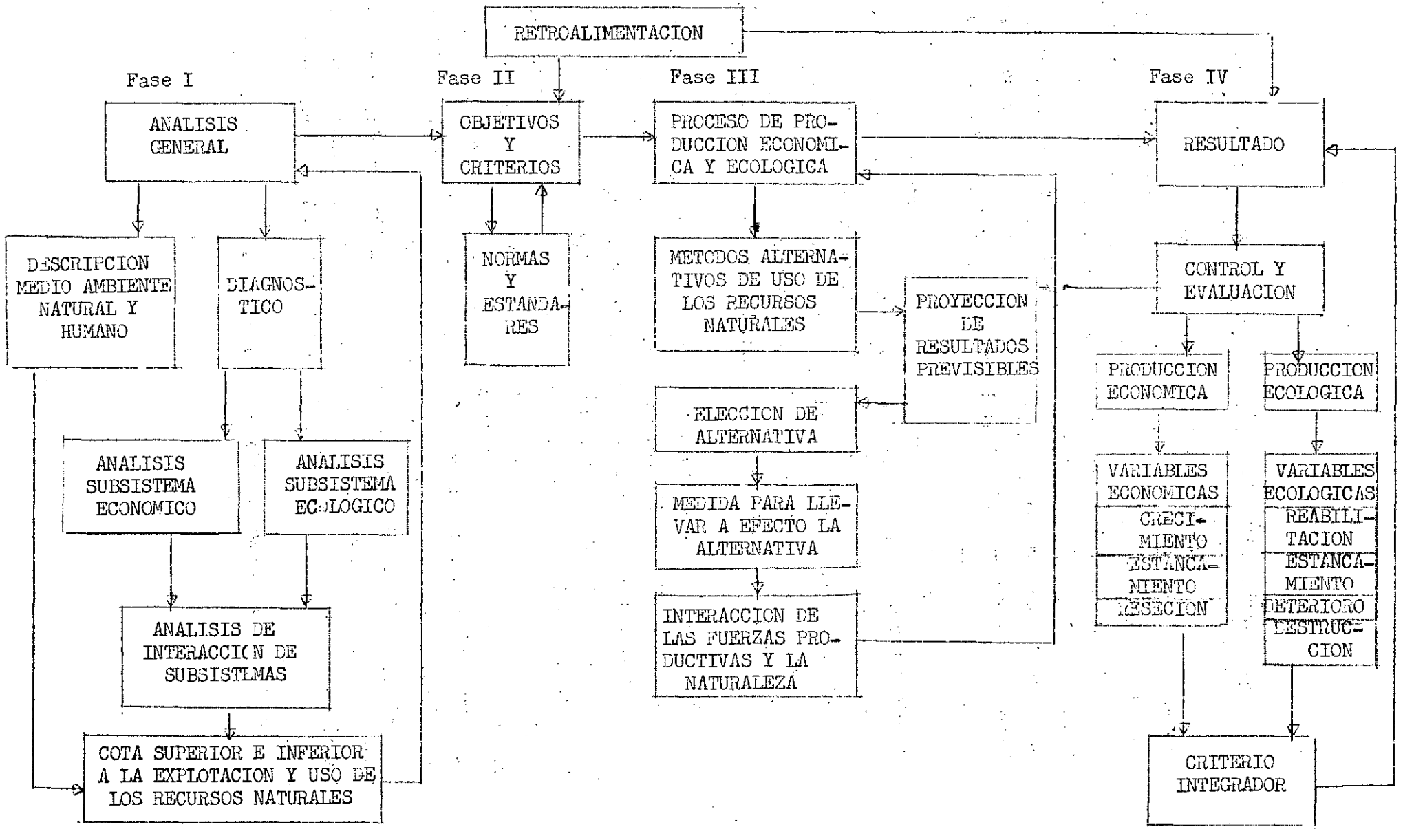
La Fase I de análisis general tiene como misión describir las necesidades generales que plantea el medioambiente natural y humano y hacer un diagnóstico de cada uno de estos subsistemas como de la interacción de ambos.

1/ Un tratamiento más acabado sobre este tema aparece en M. Lemeshev (1975)

/Figura 1

Figura 1

MODELO TEORICO PARA PLANIFICAR Y CONTROLAR EL SISTEMA GLOBAL



Tanto el diagnóstico ambiental como el humano no sólo evaluan el estado actual de estos subsistemas,1/ sino que también incluyen consideraciones tales como:

- historia de la evolución natural y social a nivel de los principales componentes de cada subsistema;

- identificación de perturbaciones que alteran el medioambiente natural y de necesidades básicas no satisfechas en el medioambiente humano;

-evaluación del potencial ambiental y humano disponible relacionándolo con las demandas existentes y las restricciones para su aprovechamiento. Especial mención se debe hacer a aquellas potencialidades desaprovechadas o mal aprovechadas.

El análisis de la interacción de los subsistemas económicos y ecológicos debe contener información sobre:

- historia de las relaciones sociedad humana-naturaleza en diferentes ecoregiones y sectores productivos

- evaluación del impacto de dichas relaciones, para así determinar las posibilidades que esta interacción (en términos de producción y productividad) tiene en el futuro.

La descripción y el diagnóstico concluyen con una identificación del límite inferior al uso de los recursos naturales determinado por la cantidad de estos que son necesarios para satisfacer, directa o indirectamente, las necesidades básicas de toda la población. Y, un límite superior, fijado por las relaciones ecológicas necesarias para mantener un equilibrio en los ecosistemas. Estos límites o cotas constituyen el insumo para la Fase II de definición de criterios y objetivos.

1/ La información sobre el subsistema económico debe contener datos tales como: propiedad y distribución de los medios de producción, sectores productivos, estructura de consumo de la población, distribución del ingreso, estudios sobre líneas de pobreza, estructura del empleo, etc. A su vez, la información ecológica debe tener datos tales como: inventario y análisis de los recursos naturales, ocupación del espacio, oferta ecológica, producción y productividad de los ecosistemas, degradación y erosión de ecosistemas, etc.

/La Fase

La Fase II tiene como finalidad identificar y definir la imagen-objetivos del plan como los criterios, normas y estándares que deben regir para que ésta sea lograda. Los objetivos del plan se referirán a la magnitud en que se superará el problema de la pobreza 1/ y, por lo tanto, los objetivos de políticas destinadas a incrementar la cantidad y la productividad de los empleos que genera la economía, a distribuir los beneficios del crecimiento hacia los grupos más pobres, a incrementar la cantidad y calidad de los activos que poseen los grupos más pobres y las políticas públicas destinadas a superar directamente la extrema pobreza.2/

La superación de la pobreza se debe entender en términos dinámicos, contemplando la población de esta generación y las futuras, por lo tanto - en términos del medioambiente natural - se debe considerar la maximización de la eficiencia funcional de los ecosistemas en el largo plazo.

Esto significa que se deben fijar criterios, normas y estándares respecto a las características de la tecnología, la calidad medioambiental, el ordenamiento de las actividades sociales y asentamientos humanos y las instituciones que regulan el proceso de toma de decisiones.

Respecto a los criterios y normas que definen el manejo, y - por lo tanto - la calidad medioambiental se sugiere el uso de estándares medioambientales. Estos se refieren a la concentración de contaminantes que se permiten en los distintos ecosistemas.

En el cuadro 1 se presenta un ejemplo, tomado de los estándares para la contaminación atmosférica existentes en Estados Unidos. El estándar primario se refiere a los efectos que un cierto nivel de contaminación pueda tener sobre la salud humana; el secundario combina requisitos ecológicos (efectos sobre la vegetación, por ejemplo) con los de bienestar humano (salud, visibilidad, etc.).3/

1/ Evidentemente esto significa fijar ciertos objetivos macroeconómicos tales como: tasa de crecimiento del ingreso nacional, tasa de crecimiento sectorial, niveles de gasto público, etc.

2/ Al respecto, véase S. Molina y S. Piñera (1979)

3/ Este tema será tratado nuevamente en la siguiente sección.

/Cuadro 1

Cuadro 1

ESTANDARES MEDIOAMBIENTALES PARA EL AIRE, ESTADOS UNIDOS

Contaminante	Tiempo Promedio	Estándar Primario	Estándar Secundario
Partículas sólidas	Anual (media geométrica)	75 ug/m^3	60 ug/m^3
Oxido de Sulfuro	Anual (media aritmética)	80 ug/m^3	-
Monóxido de Carbono	8 horas a/	10 mg/m^3	10 mg/m^3
Dióxido de Nitrógeno	Anual (media aritmética)	100 ug/m^3	100 ug/m^3
Oxidantes Fotoquímicos	1 hora a/	160 ug/m^3	160 ug/m^3
Hidrocarburos	3 horas (6 a 9 horas am) a/	160 ug/m^3	160 ug/m^3

a/ Una vez al año

FUENTE: US Council on Environmental Quality (1976) p. 215

Las normas de reordenamiento de las actividades sociales y de los asentamientos humanos deben estar guiadas a desarrollar económicamente las distintas ecoregiones para utilizar el potencial productivo máximo de ellas y configurar un habitat adecuado para el desarrollo integral de la población.

Los criterios que definen las características del desarrollo tecnológico también se deben orientar hacia los requerimientos de esta imagen-objetivos. Así tenemos que se debe incentivar el uso de tecnologías medioambientalmente adecuadas y apropiadas a la disponibilidad de factores de producción que existe en el país.

Finalmente, deben existir ciertos criterios de arreglo institucional que aseguren la participación activa y consciente de la población en las decisiones fundamentales a nivel económico-social imprimiéndole a ellas los valores culturales y deseos de la población donde se implementa el plan.

/La Fase III

La Fase III tiene como objetivo analizar los métodos alternativos de utilización de los recursos naturales, proyectar los distintos resultados previsibles frente a estas alternativas y seleccionar un proceso de acuerdo al grado en que satisface los objetivos y criterios definidos en la fase anterior.

Mediante el análisis de las distintas alternativas de uso de los recursos naturales se selecciona un plan de ordenamiento y manejo del medioambiente.

Este plan provee las medidas necesarias para compatibilizar el logro de los distintos objetivos del desarrollo con la protección y/o rehabilitación del medioambiente; por lo tanto, planifica la forma que adquirirá la interacción de las fuerzas productivas y la naturaleza.

Dada la complejidad del sistema económico, éste debe ser desagregado en diversas unidades y localidades.

Cada una de éstas tendrá sus propios objetivos y, por lo tanto, criterios de planificación y evaluación. Un ejemplo de la forma que puede adquirir esta desagregación, al interior de cada localidad, está dado por la experiencia de planificación física en Holanda,1/ que incluye las siguientes unidades:

- Unidad Urbana (áreas residencial, comercial-industrial, recreación y carreteras en el radio urbano)
- Unidad Rural (agricultura, recreación, minería, etc.)
- Unidad de Servicios Públicos (agua, energía, alcantarillado, etc.)
- Unidad de Comunicaciones (carreteras, ferrocarriles, acueductos, etc.)
- Unidad Visual (paisajes de los centros urbanos y rurales).

La selección de alternativas, por lo tanto, se hace en base a los resultados proyectados de cada alternativa de uso de los recursos naturales de acuerdo a su impacto sobre el medio ambiente y sobre las necesidades detectadas, que se ha planteado satisfacer, en cada una de estas unidades.

1/ Ver "Tercer informe de planificación física en Holanda" (1972).

/Seleccionada una

Seleccionada una alternativa, se define el método mediante en el cual esta alternativa será llevada a efecto. Evidentemente, durante el proceso de evaluación de las diversas alternativas se puede modificar ciertos criterios y objetivos que aparezcan como inviables o hayan sido superados por los hechos. En todo caso, el marco general en el cual se debe circunscribir la selección de alternativas como el método de implementación debe ser él fijado en la Fase II.

La Fase IV, de control y evaluación de resultados, estará fundamentalmente referida a constatar en qué medida se han cumplido los resultados proyectados. La evaluación económica se hará de acuerdo a las metas propuestas y resultados proyectados para las diversas unidades y localidades.

El impacto sobre el medio ambiente es evaluado de acuerdo a las funciones que este tiene en términos de mantener permanentemente un ecosistema 1/ para que a su vez éste produzca los frutos necesarios para la superviciencia y bienestar del hombre. 2/ Las funciones de los ecosistemas pueden ser resumidas en los siguientes seis elementos: 3/

- Funciones productivas: éstas incluyen la oferta de materia y energía de fuentes bióticas y abióticas (recursos naturales). En esta categoría incluimos los "productos naturales" (lana, frutas, etc.) que no son producidos agrícolamente (ya que estos incorporan elementos tecnológicos y mano de obra).

1/ Por medioambiente entendemos el conjunto de factores en el entorno de los organismos, con los cuales los organismos se relacionan. La interrelación de organismos forma el componente biótico del medioambiente. El ensamble de las comunidades bióticas en el medioambiente es un ecosistema. Un ecosistema no sólo es entendido en relación a una comunidad biótica, sino también a un conjunto de estas que pueden llegar a constituir la biósfera. Esto nos lleva al concepto de Ecoesfera o ecosistema mundial.

2/ Como hemos tratado de dejar en claro a lo largo de este trabajo el objetivo del desarrollo es mejorar la calidad de vida del ser humano. Esto significa que la evaluación del estado del medioambiente necesariamente se hace de una perspectiva subjetiva, siendo el sujeto el ser humano Además, entendemos al ser humano como un ente histórico, esto es sus necesidades evolucionan con el tiempo. Es para este ser humano que se plantea proteger, y rehabilitar si es necesario, el medioambiente físico.

3/ Estas categorías están contenidas en el trabajo de E. van der Maarel y K. Vellema (1975). En el Apéndice 1 se incluyen las variables principales que se han agregado en cada una de las funciones.

/- Funciones de

- Funciones de sustentación o apoyo: Estas incluyen los diversos usos del espacio en un medio ambiente natural para, con la ayuda de la tecnología, desarrollar algún tipo de actividad humana. La capacidad de desarrollar esta función se puede medir a través de la comparación entre producción efectiva y producción potencial de un ecosistema. La agricultua es un ejemplo de la transformación de un medio ambiente natural mediante la actividad humana.

- Funciones de almacenamiento y asimilación de desechos: incluyen aquellos usos específicos de un medio ambiente natural como elemento purificador o asimilador de los desperdicios producidos por la actividad humana.

- Funciones de protección: se refiere a diversas actividades tales como defensa de las costas o absorción de la radiación cósmica.

- Funciones de información: estas son semejantes a las funciones productivas, pero adquieren una forma especial. Se obtiene información, fundamentalmente respecto al componente biótico de los medio ambientes naturales, cuando existen pérdidas menores de materia y energía.

- Funciones de regulación: incluye la purificación biótica de ecosistemas elásticos y externamente estables, y la contribución al equilibrio de la naturaleza que hacen los ecosistemas internamente estables. Estas funciones, junto con las de información, constituyen las funciones esenciales de un medio ambiente natural.

Definidas las categorías fundamentales a ser consideradas en los parámetros económicos y ecológicos falta encontrar la forma en que estos parámetros pueden ser comparados para establecer un "criterio integrador". Antes de proponer una forma de lograr esta integración queremos aclarar que existen enormes dificultades para desarrollar este proceso y, con la información disponible sólo podemos esperar captar cuantitativamente, una parte de la "producción" de los distintos "procesos". 1/

1/ Este punto será discutido con mayor profundidad en la siguiente sección de este trabajo.

/El medio

El medio ambiente natural puede ser considerado, en términos económicos, como un bien de capital, no reproducible, que provee al hombre con un flujo de bienes y servicios. Por lo tanto, el nivel de este flujo reflejará la capacidad del medio ambiente de cumplir con las funciones que tiene en el sistema global. El deterioro o destrucción de un ecosistema se reflejará en una reducción del flujo de bienes y servicios que este provee. La eficiencia o productividad de un ecosistema 1/ reflejará la capacidad que este tiene de producir en forma permanente materia o energía que al ser extraída y/o procesada por el hombre se convierte en bienes y servicios que satisfacen las distintas necesidades humanas. Por lo tanto, de esta forma se puede "integrar" el concepto de eficiencia económica y eficiencia ecológica para constituir un criterio global de selección de los "procesos" de producción económica y ecológica.

Nótese que la teoría del crecimiento, al maximizar la tasa de crecimiento del P. G. B., plantea como criterio de evaluación la cantidad de materia y energía extraída del medio ambiente natural. En cambio, proponemos aquí, como criterio de selección de procesos productivos aquéllos que por lo menos, mantengan el nivel de eficiencia o productividad del ecosistema. En términos energéticos se trata de minimizar la producción de entropía de los procesos productivos y así asegurar un nivel de productividad de éstos que se mantiene a través del tiempo. Un estudio reciente 2/ demuestra que

---

1/ El concepto de eficiencia en las ciencias ecológicas es semejante al de productividad en las ciencias económicas. En Ecología se refiere a la eficiencia de un organismo como fuente de alimentación para el siguiente eslabón en el ecosistema. Esta es mayor cuando la fracción de energía perdida por "respiración" de este organismo es menor, y se maximiza la acumulación de energía química en su biomasa. En Términos físicos: mientras menos sea la producción primaria (insumos de materias y energía) necesaria para mantener un nivel de biomasa dado, más eficiente es el ecosistema.

2/ Rosswell (ed.) 1971.

/la preocupación

la preocupación por mantener la eficiencia de un ecosistema (en términos del uso de energía) constituye la mejor herramienta para proteger y preservar el medio ambiente natural.

Los planes que se deriven de este sistema de control global, por lo tanto, no incluirán métodos que, aunque prometan altas tasas de crecimiento económico, destruyan el medio ambiente físico. Tampoco incluirán métodos que por proteger o mejorar el estado de los ecosistemas sacrifique la eficiencia o producción económica necesaria para satisfacer las necesidades de la población.

Finalmente, los resultados de la producción económica y ecológica al final de cada período de planificación constituirán el dato inicial con que empieza la Fase I de análisis general. Al interior del período de planificación los resultados deben ser regularmente confrontados con los objetivos y criterios (retroalimentación) para que éstos se adecúen a la cambiante realidad.

Este enfoque puede ser utilizado a distintos niveles, el macroeconómico y ecológico global, o subdivisiones de éste, ya sea a nivel de ecoregiones o de sectores productivos. En el Apéndice 2 proponemos una metodología concreta para incorporar los parámetros económicos y ecológicos en la planificación del desarrollo. Para este efecto estudiamos el caso de una ecoregión definida y, al interior de ella, un sector productivo en particular.

III. LA INCORPORACION DE LAS VARIABLES MEDIOAMBIENTALES EN LAS TECNICAS DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

En esta sección discutiremos y se propondrán formas de incluir algunas variables medioambientales en las técnicas de planificación del desarrollo. Hemos ya aclarado, en la sección anterior, que el problema en su integridad puede ser resuelto a través de la definición estructural de un nuevo estilo de desarrollo que compatibiliza objetivos de desarrollo económico-social y medioambientales. Por tanto el tratamiento del problema en esta sección será de alcance más limitado, aunque no por ello menos importante. Se trata de ver en qué grado el planificador del desarrollo puede incorporar en su "caja de herramientas" algunas variables que le permitan acercarse a una visión integrada "ecodesarrollista", y a partir de sus análisis, poder generar recomendaciones que corrijan los efectos más graves que el estilo "tradicional" de desarrollo, planificado o no, puede tener sobre el medio ambiente.

La incorporación de dichas variables debe hacerse en dos niveles metodológicos distintos: a) en el nivel del diagnóstico o de la especificación del "modelo" de funcionamiento del sistema económico-social-ecológico; y b) en el nivel de la programación propiamente tal, o de evaluación de las alternativas que el modelo ofrece para alcanzar los objetivos o metas del plan.

El primer nivel exige de todas maneras un esfuerzo teórico y de investigación aplicada considerable. Se trata nada menos que de especificar en forma operacional la forma en que los procesos económicos y sociales interactúan con los ecológicos. Evidentemente, en esta primera etapa el diagnóstico debe alcanzar a los puntos críticos más importantes de dicha relación. Por ejemplo, incorporando los recursos naturales no renovables en las funciones de producción económica o examinando la forma como la tecnología daña la calidad de los recursos renovables y afecta sus tasas de crecimiento biológico.

El segundo nivel se refiere por una parte a la incorporación de variables que reflejen determinados objetivos medioambientales, como la protección de la salud o la conservación de los recursos renovables; y por

/otra, hacer

otra, hacer operacional un cálculo racional de costos y beneficios entre variables económicas, sociales y medioambientales. En otras palabras el problema de evaluar distintas alternativas de asignación de recursos, buscando aquella combinación que dé resultados satisfactorios, de acuerdo a una "función objetivo" de amplio contenido, que pondere adecuadamente metas económicas, sociales y medioambientales.

Ambos niveles deben estar presentes en las cuatro áreas en que convencionalmente se ha dividido el proceso de planificación, vale decir, global, regional, sectorial y de proyectos específicos. En lo que sigue se discutirán estas fases, con excepción de la regional.1/

A. Modelos macroeconómicos de programación global

A nivel macroeconómico interesa dilucidar dos problemas fundamentales:

- ¿Qué estándares de protección del medioambiente son compatibles con el conjunto de objetivos del desarrollo económico?

- ¿Cuál será el impacto sobre la demanda y oferta agregada de bienes y servicios - y, por lo tanto, sobre el conjunto de variables macroeconómicas - que tendrá que asignar ciertos recursos, o dejar de hacerlo, a la protección del medioambiente?

Existe una vasta literatura sobre modelos macroeconómicos que den cuenta del problema medioambiental y sobre la aplicación de éstos. En esta sección no trataremos de revisar esta bibliografía.2/ Más bien, se propondrá una manera de incorporar algunas variables medioambientales en un modelo de programación de amplio uso, derivado del modelo de crecimiento de Domar.

1/ Modelos de planificación regional que incorporan variables medioambientales pueden ser encontrados en Isard (1972) y Hasegawa e Inowe (1977).

2/ Creemos que no es necesario revisar la bibliografía ya que esto ha sido hecho, en forma bastante completa, en otras partes. En especial véase: Victor (1972), OECD (1978) y Kneese (1977).

/1. Un

1. Un modelo de programación global con variables medioambientales 1/

El objetivo central de la técnica de programación global consiste en determinar a nivel macroeconómico los requerimientos que en materia de formación de capital, ahorro interno y externo, consumo y balance externo, impone el logro de una determinada tasa de crecimiento económico.2/ Desarrollos posteriores han refinado el modelo incorporando la distribución del ingreso, el empleo y otras variables sociales en el modelo básico.3/

Nuestro propósito es aquí reseñar las consideraciones cuantitativas principales que habría que tener en cuenta al diseñar un programa global de desarrollo, a fin de incorporar adecuadamente las variables medioambientales.

La primera de ellas tiene que ver con el agotamiento de los recursos no renovables. Parte del producto bruto, como se le mide convencionalmente, es consumo de dichos recursos, especialmente en aquellos países donde el sector minero, incluyendo la producción de hidrocarburos, es importante. La lógica de la planificación indica que el agotamiento de tales recursos debe ser compensado por formas alternativas de inversión, por ejemplo, en la prospección e investigación tecnológica de sustitutos, o en el desarrollo de recursos renovables o simplemente en capital fijo, que permitan mantener la capacidad de producción de la economía. Por lo tanto, parte de los recursos de ahorro e inversión deben ser dedicados a este propósito, y sustraídos de la acumulación para el crecimiento tradicional del producto.

En segundo término, el proceso de producción puede implicar una caída del acervo de recursos renovables si la tasa anual de explotación está por encima de la de crecimiento natural de la especie, especialmente si ésta tiene las características de bien no-apropiable, como es el caso de la fauna marina. En este caso, debe nuevamente destinarse recursos de inversión para evitar la caída del stock, y de este modo compensar la diferencia entre ambas tasas manteniendo la productividad de los ecosistemas.

1/ El detalle del modelo véase en el Anexo 3.

2/ Como se deduce de la ecuación de Domar, el coeficiente de inversión S exigido por una tasa de crecimiento r, es igual a $r \cdot \alpha$, donde α es la relación capital-producto.

3/ Véase, por ejemplo, Chenery et.al. (1974).

/Por último,

Por último, el proceso de producción entraña un daño o degradamiento de los recursos renovables y del medioambiente en general. Dicho daño puede evaluarse en la cantidad de recursos que hay que destinar para volver a su estado natural al medioambiente. Casos conspicuos son por cierto, la contaminación del agua, del aire y el agotamiento o desertificación de la tierra vegetal. De nuevo, el plan deberá destinar recursos para restablecer al medioambiente sus atributos naturales.

Supóngase, como hipótesis simplificadora, que los tres fenómenos aludidos representan recursos, o costos en términos de recursos, de magnitud proporcional al producto bruto. Llamemos d_N la proporción de recursos no renovables sobre el producto bruto consumidos en el proceso productivo; d_R, la misma proporción de recursos renovables consumidos en exceso de su crecimiento natural; y d_A, la proporción del producto bruto que hay que destinar para compensar el deterioro medioambiental. En este caso, tal como se demuestra en el Anexo 3, la tasa de ahorro-inversión para alcanzar una cierta meta de crecimiento del producto real, N, y mantener los recursos naturales y medio ambiente es igual a:

$$s = \frac{\alpha N + d_R + d_N + d_A}{1 - d_K}$$

En esta relación α es la tasa capital producto y d_K, la tasa de depreciación del capital fijo respecto al producto bruto.

La tasa de crecimiento N, se refiere al producto o ingreso real, que se define como el producto bruto menos el consumo de recursos y el deterioro de éstos.

La consideración de estos tres factores medioambientales puede exigir una tasa de ahorro-inversión bastante mayor que la que se calcula sólo para atender el crecimiento. Supóngase que la suma de los tres coeficientes de consumo y daño de recursos llegara a 0.15, lo que fácilmente puede ocurrir en países primario-exportadores, y que $d_K = 0.05$. Si el país aspira a crecer a una tasa de 6% por año, en términos netos, entonces debiera alcanzar un coeficiente de ahorro cercano a 35% del producto.1/ Si no hace

1/ Suponiendo $\alpha = 3$.

/dicho esfuerzo

dicho esfuerzo sino que uno de 18%, como se deducirá de la fórmula simple de Domar, entonces estará agotando y deteriorando progresivamente sus recursos y medio ambiente.

Por último cabe señalar la conveniencia de abrir el modelo considerado para incluir los flujos de recursos renovables y no renovables que ocurren en el comercio internacional, lo cual, necesariamente pondrá en una nueva óptica la teoría convencional sobre los beneficios del intercambio, como las tesis de Prebisch y Singer ya lo han planteado.

B. Modelos multisectoriales

1. Modelos de insumo-producto

La incorporación de variables medioambientales en modelos multisectoriales ha tomado como punto de partida el modelo de insumo-producto. Existen diversas formas de aplicar la matriz de insumo-producto al análisis de problemas medioambientales. Como ya dijéramos, no se trata aquí de revisar los modelos propuestos sino de exponer, en líneas generales, cómo se construyen estos modelos. En general estos modelos le suman a la matriz tradicional de Leontief otras matrices, vectores y escalares que dan cuenta del impacto que los procesos económicos tienen en el medio ambiente y de las actividades de protección y/o rehabilitación del mismo.

La figura 2 muestra un esquema simplificado 1/ de cómo se incorporan las variables medioambientales en la matriz de insumo producto.

1/ Decimos un esquema simplificado porque en general los modelos utilizados presentan un nivel de desagregación bastante superior. Victor (1972), por ejemplo, propone un sistema formado por 17 matrices, vectores y escalares.

/Figura 2

Figura 2

MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO INCORPORANDO VARIABLES MEDIOAMBIENTALES a/

$$
\begin{array}{l}
\\
\text{Insumos Tradicionales} \\
\\
\text{Elementos contaminantes producidos en el proceso económico (insumos para las actividades de protección)}
\end{array}
\quad
\begin{array}{c}
\begin{array}{cc}
\text{Producción Tradicional*} & \text{Actividad de protección o rehabilitación}
\end{array} \\
\begin{bmatrix} I - A_{11} & - A_{12} \\ A_{21} & I - A_{22} \end{bmatrix}
\end{array}
\quad
\begin{array}{c}
\\
\\
\end{array}
\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix}
\begin{array}{l}
\text{Producción Tradicional} \\
\text{Producción de elementos de protección medioambiental}
\end{array}
\quad A \cdot X = \quad
\begin{array}{c}
\\
\\
\end{array}
\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}
\begin{array}{l}
\text{Bienes tradicionales para una demanda final} \\
\text{Elementos contaminantes que permanecen en el medio ambiente}
\end{array}
$$

Los bienes y servicios, como las industrias, son clasificados mediante los siguientes índices:

$$\underbrace{1, 2 \ldots i, j \ldots n}_{\text{bienes y servicios tradicionales}} \qquad \underbrace{M + 1 \ldots Z}_{\text{elementos contaminantes}}$$

* Por producción e insumo tradicionales entendemos aquellos que siempre estuvieron incorporados en la matriz de insumo-producto (todos menos los "bienes ecológicos").

a/ Al respecto ver W. Leontief (1970).

/Por lo

Por lo tanto, tenemos:

-n bienes tradicionales y Z-n elementos contaminantes llegando a un total de Z insumos y productos.

Cada una de las matrices A es una matriz de coeficientes de insumo-producto. Por ejemplo:

Q i k es la cantidad del insumo tradicional i necesaria para producir el elemento de protección medioambiental k (sub-matriz A_{12}).

Q j i es la cantidad del contaminante j que resulta de producir una unidad del bien tradicional i (sub-matriz A_{21}).

Así tenemos que, abreviadamente en términos de matrices, el equilibrio de insumo producto se puede escribir como $A \cdot X = Y$, donde X e Y son vectores de producción industrial y oferta de bienes finales respectivamente. La producción industrial incluye los elementos de protección y/o rehabilitación del medio ambiente y la oferta de bienes finales incorpora los elementos contaminantes.

El sistema de ecuaciones, $A \cdot X = Y$, puede ser resuelto en términos del vector X - producción industrial - al multiplicar cada lado de la ecuación por la matriz inversa A^{-1}, obteniendo $X = A^{-1} Y$. Por lo tanto, si A^{-1} ha sido calculada para una estructura industrial determinada, la producción industrial, X, que se asocia con la estructura de oferta de bienes finales, Y, puede ser calculada mediante los supuestos de todo esquema de insumo-producto.1/

El modelo presentado considera que los procesos de producción y consumo tienen un impacto medioambiental (uso del espacio, explotación de recursos naturales, desechos) que debe ser, quizás parcialmente, subsanado mediante la incorporación de elementos de protección y/o rehabilitación medioambiental. Para dar cuenta de esta situación se extiende el esquema contable normalmente utilizado. La incorporación de estos elementos, a

1/ Por lo tanto, este esquema tiene los mismos defectos y desventajas de todo análisis de insumo-productor. El más restrictivo de ellos, quizás, es que los coeficientes de insumos, Q, son fijos para cualquier nivel de producción. Además esa combinación de insumos es la única forma de producir el bien industrial determinado.

/su vez,

su vez, tendrá un impacto sobre las variables tradicionales de las cuentas de producto. La figura 3 da a conocer la dirección de los flujos de bienes en términos físicos.

Figura 3

FLUJOS EN TERMINOS FISICOS a/

Actividad / Categoría	Producción	Protección-Rehabilitación	Consumo	Acumulación de Capital	Medio Ambiente
Bienes y Servicios	+ **	- **	-	-	-
Explotación de Recursos Naturales	-	-	-	-	+
Desecho directo	+	-	+	+	+
Desecho indirecto *	-	+	-		-

a/ Para un tratamiento acabado sobre este tema véase Førsund y Strøm (1972).

* Este se refiere a los efectos indirectos en la matriz de insumo-producto.

** "+" significa producción y "-" significa insumo.

Como podemos notar el análisis presentado hasta el momento se ha limitado a la medición de los impactos en términos físicos. Antes de tratar el problema de los precios 1/ queremos mencionar las bondades del esquema presentado.

1/ Esto se hará en el punto C de esta sección.

/La importancia

La importancia y ventajas de evaluar el impacto macroeconómico (incluso en términos físicos) de las políticas de protección del medio ambiente pueden ser resumidas en los siguientes cuatro puntos:

a) Permite conocer la cantidad total de recursos que se asigna, directa o indirectamente, a la protección del medio ambiente.

b) Permite conocer el impacto - aunque en forma imperfecta - que estos programas tendrán sobre otras variables macroeconómicas: empleo, inflación, crecimiento, etc.

c) Permite analizar el problema en forma dinámica al incorporarlo a los modelos macroeconómicos tradicionales.

d) Permite hacer comparaciones inter países o regiones, lo que a su vez permite transferir y depurar experiencias de política de aquellos países que ya han empezado programas de protección del medio ambiente hacia aquellos que están en vías de hacerlo.

Podemos notar que la gran ventaja que ofrece el uso de la matriz de insumo-producto es que capta el conjunto de efectos, no-marginales, que el daño y protección del medio ambiente tienen sobre la economía. Esto, como dijéramos al principio, tiene un gran valor de especificación pero no avanza, en términos de evaluación del deterioro medioambiental.

2. Contabilidad social de los recursos naturales

La contabilidad social de los recursos naturales tiene por objeto equilibrar el uso de estos recursos de acuerdo a su disponibilidad, distribuir el uso o explotación de éstos por sectores productivos y equilibrar el sistema económico-ecológico o, en otras palabras, el balance entre explotación y preservación de los recursos naturales.

Esta contabilidad se puede entender como una alternativa simple y, además, como la necesaria acumulación de información primaria para los modelos de insumo-producto que incorporan variables medioambientales. La contabilización de los recursos naturales tiene como fin primordial equilibrar los volúmenes de producción de insumos y bienes finales con la disponibilidad de recursos naturales en cada período de planificación. Esto significa

/que podemos

que podemos distinguir entre balances anuales y perspectivas.1/ Los "balances anuales" deben equilibrar la disponibilidad total de recursos (por tipo de recursos) con los requerimientos por sector productivo, el déficit (superávit) de comercio exterior y los stocks que se preservan para períodos siguientes para cada ejercicio. Los balances de "perspectiva" se confeccionan en el contexto de la planificación de largo plazo. Estos balances se confeccionan para una nomenclatura reducida de los recursos naturales más importantes (por ejemplo, balances energéticos, minerales, forestales, etc.) para la economía nacional. Finalmente, tanto los balances anuales como los de perspectiva deben distinguir entre la disponibilidad y asignación para su uso de los recursos naturales a nivel regional.

La contabilidad social de los recursos naturales, como todo sistema contable, consta de dos partes: disponibilidad y gastos. La disponibilidad será igual a la reserva comprobada de recursos naturales no renovables y al volumen del stock conocido de los recursos naturales renovables. La producción o extracción anual de estos recursos,2/ como hemos dicho, se arregla según destino económico. Las reservas de recursos naturales a fines de cada año equivalen, por lo tanto, a la diferencia entre disponibilidad anterior y gastos.

La reserva nacional de los recursos naturales no renovables, con el crecimiento proyectado en el nivel de vida de la población, y la tasa de consumo de éstos nos permitirá conocer la evolución previsible de los stocks futuros. Al mismo tiempo, los saldos negativos o positivos de las cuentas de recursos naturales renovables nos permitirá conocer la posibilidad

---

1/ El Gosplán de la URSS distingue entre balances materiales corrientes y de perspectiva, al respecto véase Universidad de Lomonosov de Moscú (1975). Nuestro tratamiento de la contabilidad social de los recursos naturales se asemeja en una gran medida a los balances materiales (de objetos sobre el que recae el trabajo, de instrumentos de trabajo y de artículos de uso y consumo personal) del Gosplan. Sin embargo, hemos preferido llamarlo contabilidad social de los recursos naturales para que no se preste a confusiones con el concepto de balance de materiales de Ayres y Kneese (1969).

2/ A éstos se le debe sumar el saldo neto de la cuenta de comercio con el exterior de cada uno de los recursos.

/de expandir

de expandir el consumo de éstos.1/ Claramente estos niveles de consumo estarán asociados a la mantención de un flujo determinado de recursos naturales con el resto del mundo.

El proceso de contabilización perspectiva de los recursos naturales se debe hacer en tres etapas. En una primera etapa se determina la demanda global de éstos; la comparación con los recursos disponibles permite concluir si habrá déficit o excedente. En una segunda etapa, se coordina la explotación, uso y consumo de estos recursos; esto se logra mediante una redistribución de los recursos naturales que los distintos agentes económicos aparecían requiriendo en la primera etapa. Finalmente, se consolidan los balances de acuerdo a los tipos y niveles de producción. En esta etapa final, el uso, explotación y consumo de los recursos naturales se pone en correspondencia con los niveles de producción deseados para la economía nacional.

El planteamiento de políticas medioambientales requiere contar con elementos de evaluación de los costos del daño medioambiental como de las bondades de las políticas destinadas a superarlos. En la siguiente sección discutimos distintos instrumentos que pueden ser utilizados para hacer esta evaluación.

C. Técnicas de evaluación social

1. Análisis de costo-beneficio

El análisis de costo-beneficio contiene los elementos necesarios para evaluar el costo para la sociedad de los cambios en la masa o forma de los recursos naturales existentes como el beneficio de proteger, rehabilitar o reciclar estos recursos.

En términos muy simples e ideales, se trata de determinar una función de daño a los recursos naturales y una función de producción de aquellos elementos que protegen o rehabilitan el medio ambiente. Esta función de

---

1/ Evidentemente cada nivel de consumo de recursos naturales renovables estará asociado a un nivel de inversión en la protección y rehabilitación del medio ambiente natural donde éstos se producen.

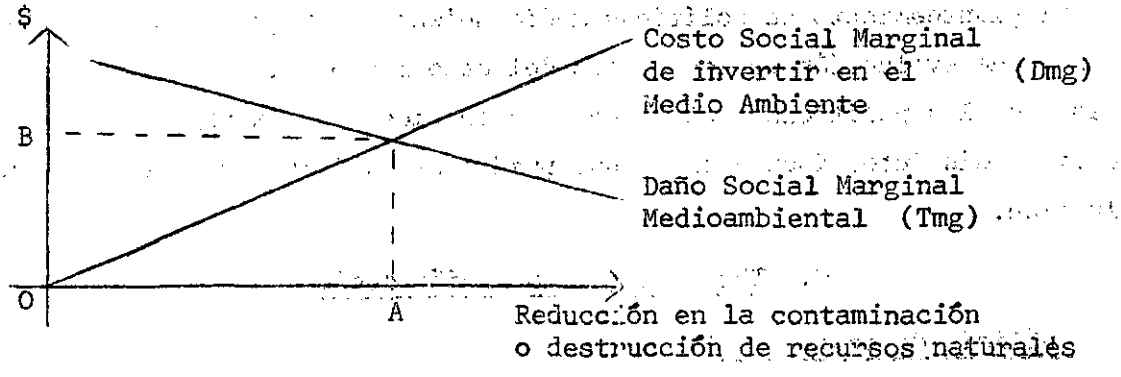
/daño medioambiental

daño medioambiental debiera darnos el costo alternativo de invertir en el medio ambiente. O, en otras palabras, el daño que se logra prevenir corresponde al beneficio de haber invertido en el medio ambiente.

Estas dos funciones nos darían los elementos necesarios para evaluar el costo y beneficio de invertir (o dejar de hacerlo) en proteger o rehabilitar el medio ambiente, como la cantidad óptima de recursos que deben ser asignados por este efecto. La figura 4 nos ayuda a entender este problema.

Figura 4

EVALUACION ECONOMICA DE LA INVERSION MEDIOAMBIENTAL a/



a/ Como se puede notar, para simplificar la presentación, se ha supuesto que estas funciones son lineales. En la práctica, sin embargo, se ha descubierto que el costo marginal (Tmg) de proteger el medio ambiente aumenta a una tasa creciente y que el daño medioambiental (y por lo tanto los beneficios de proteger el medio ambiente), también aumentan a tasas crecientes. Para un tratamiento similar véase Torres y Pearce (1979).

El segmento $\overline{OA}$ representa la cantidad en que se debe reducir el daño medioambiental a través de una inversión de OB para maximizar el beneficio social. Lo expuesto hasta el momento alternativamente puede ser visto como la desagregación del conjunto de bienes y servicios en bienes o servicios producidos (N) y bienes o servicios medioambientales (E). Dado que la

/contaminación o

contaminación o deterioro del medio ambiente reduce el estado actual de E supongamos que existe un estado natural óptimo (E*) donde no exista daño medioambiental. El daño medioambiental (D) estaría dado por la diferencia entre E* y E (E*-E). De la misma forma supongamos que en ausencia de inversión en protección o rehabilitación medioambiental la sociedad puede producir un óptimo de bienes y servicios (N*). La inversión en proteger o rehabilitar el medio ambiente (T), al usar recursos escasos, reduce el flujo de bienes y servicios producidos a N. Esto puede ser resumido en la siguiente forma:

$$\text{Bienestar} = B = N + E$$

$$B = (N^* - T) + (E^* - D) = (N^* + E^*) - (T + D)$$

Podemos notar que los cambios en el bienestar producto del problema medioambiental se refieren a: bajas en el daño medioambiental ($-\Delta D$) con una inversión medioambiental constante: una baja en la inversión medioambiental ($-\Delta T$) manteniendo el daño constante o un aumento en T que es más que compensado por la baja en D. En términos marginales, por lo tanto, se trata de aumentar T hasta el punto en que el costo marginal de invertir una unidad más es exactamente igual al daño marginal que se previene mediante dicha inversión. El punto A en la figura 4.

De lo dicho hasta el momento podría pensarse que el instrumental económico logra evaluar con relativa facilidad la problemática medioambiental. Esto no es así. Lo presentado hasta el momento ha supuesto que: i) conocemos las funciones de daño y protección, ii) que se pueden asignar precios a los bienes medioambientales y a las actividades destinadas a protegerlos o rehabilitarlos, y iii) que no existen problemas distributivos. El problema económico consiste en estimar empíricamente la función de daño y protección y, por lo tanto, en solucionar estos supuestos que nuestro modelo ideal requería para lograr una solución óptima.

Existe una gran cantidad de problemas 1/ para estimar empíricamente estas funciones. Si nos olvidamos del problema distributivo 2/ podemos

---

1/ Hay una amplia bibliografía respecto a los problemas con que se encuentra el análisis de costo-beneficio al ser utilizado para evaluar programas medioambientales. Al respecto véase el trabajo pionero de Kepp (1950) y Polanyi (1947); para trabajos más recientes véase Kepp (1970) y Henderson (1970).

2/ Más adelante mencionaremos las dificultades que una distribución desigual del ingreso crea para la evaluación de proyectos (concl.)

/distinguir cuatro

distinguir cuatro fuentes de problema en el cálculo del punto óptimo de inversión medioambiental.

a) El primero se refiere a las condiciones para lograr cualquier óptimo desde el punto de vista económico. Dado que existe una amplia bibliografía 1/ sobre este tema nos limitaremos a enumerar los elementos que son necesarios de conocer para decidir sobre el nivel de inversión medioambiental óptimo:

- Los costos y beneficios marginales en la "zona" donde se sabe el óptimo se va a situar, sólo así se puede asegurar que el nivel elegido sea el óptimo.

- Las condiciones de cambios relativos en los costos y beneficios marginales en la misma "zona" para asegurar que por lo menos se trata de un óptimo local.

- Las condiciones de relación entre costos y beneficios dadas todas las posibles variaciones de las variables que especifican las funciones, para asegurarse que el óptimo se ubica en la "zona" elegida.

- La definición del punto de origen (el valor cero). Dado que ciertas actividades tienen un alto costo fijo el mero conocimiento del punto de origen puede ser suficiente para determinar si se lleva a efecto o no.

Esta lista de elementos adquiere especial relevancia ya que las curvas de daño normalmente no son convexas y, por lo tanto, sólo permiten analizar las condiciones marginales de primer orden para lograr un óptimo.2/ Además hay que sumarle las tres restricciones que siguen.

b) La segunda fuente de problema se ubica en la definición metodológica de estas funciones. La función de protección debe reflejar la forma más

---

(Concl.) medioambientales. Además de este problema existe el hecho que la protección medioambiental, por ser un bien público (Samuelson) tiende a distribuir negativamente el ingreso. Esto porque tiende a "producirse" una cantidad mayor que el nivel de ingresos de los grupos más pobres le permite consumir. Dado que la "producción" de estos bienes se hace con recursos públicos se produce una transferencia de bienes de los grupos más pobres a los más ricos. Para un análisis detallado de este tema ver Koleda (1971) y Baumol (1972).

1/ En especial ver S.C. Kolm (1974).

2/ Al respecto véase CEPREMAP y Baumol (1972). Especialmente este último da a conocer los problemas que esto acarrea para determinar un óptimo global y no puramente local.

/barata de

barata de actuar sobre el medio ambiente. Por lo tanto, lograr un óptimo requiere conocer el conjunto de opciones tecnológicas para proteger y/o rehabilitar el medio ambiente de tal forma que se iguale el costo marginal de usar cada una de las opciones elegidas.

La función de daño, por otro lado, implícitamente supone que no existe interdependencia entre las formas de dañar el medio ambiente. Esto es, que la solución o agravamiento de una forma de daño no tiene efecto sobre otra forma de daño. Si existiera interdependencia el modelo debiera considerar estas relaciones para solucionar simultáneamente el nivel óptimo de daño medioambiental. Además supone la no existencia de sinergia entre las formas de daño, en el caso que ésta exista es prácticamente imposible calcular la función de daño. Dado que los supuestos para construir la función de daño, en la gran mayoría de los casos, no son reales y que la información necesaria para solucionarlos normalmente no está disponible el cálculo de éstas para lograr soluciones óptimas se ve enormemente dificultada.

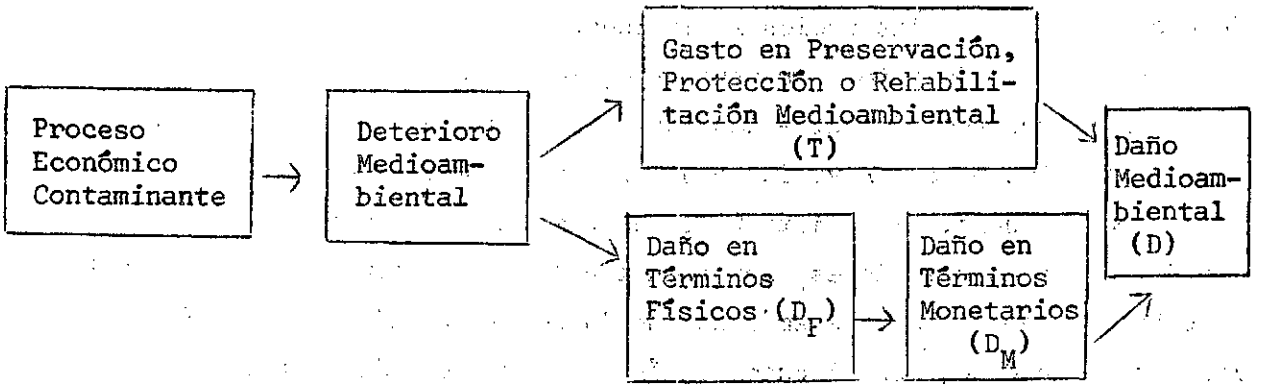
c) La tercera fuente de problemas, y quizás la más restrictiva está dada por la información que se requiere para construir estas funciones. Para calcular la función de protección se requiere estimar la relación marginal que existe entre la protección o rehabilitación del medio ambiente y el costo de hacerlo. Además se debe contar con información respecto a la capacidad de absorción de los ecosistemas para determinar la relación que existe entre actividad económica y daño medioambiental. La función de protección relaciona los costos de proteger o rehabilitar el medio ambiente con calidad medioambiental.

Finalmente, la función de daño, que sin lugar a dudas es la que presenta mayores dificultades, relaciona niveles de daño con evaluaciones monetarias de tales niveles. Por lo tanto su cálculo se encuentra con dos órdenes de dificultades: el primero consiste en estimar el daño físico que distintos procesos económicos tienen sobre el medio ambiente; el segundo, consiste en expresarlo en términos monetarios. La figura 5 resume el tipo de relaciones que deben ser identificadas para evaluar el daño medioambiental.

/Figura 5

Figura 5

EVALUACION DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL



Por lo tanto, el primer problema consiste en calcular D_F y el segundo en calcular D_M. El cálculo de D_F se encuentra con las tres siguientes restricciones:

La primera dificultad está dada por el nivel de conocimiento que se tiene de los fenómenos naturales. A esta falta de conocimiento se le suma el carácter estocástico que algunos de ellos tienen y, por consiguiente, la imposibilidad de saber qué pasará con ellos en el futuro.

La segunda restricción tiene que ver con el carácter acumulativo e irreversible que tienen los efectos asociados con el deterioramiento medioambiental. Esta situación limita ostensiblemente el uso de funciones que representan el daño medioambiental asociado a distintos procesos productivos.1/

La tercera limitación para calcular las funciones de daño (M_F) surge del carácter dinámico y secuencial de los ecosistemas. La formulación empírica de estas funciones supone un ecosistema estático en el cual estas funciones no se desplazan ni experimentan cambios discretos.

1/ Esta restricción tiende a sugerir que es imposible determinar niveles "apropiados" de daño medioambiental ya que éstos limitan las posibilidades futuras de los ecosistemas. Al respecto véase Haneman, R. H., (1974).

/A estas

A estas tres restricciones para calcular la función en términos físicos (D_F) se le suman los problemas para evaluar el daño físico en términos monetarios (D_M).

El daño medioambiental afecta al ser humano en diversas formas, que van desde bajas en la productividad de los ecosistemas que se expresan en disminuciones en la producción o aumentos en los costos hasta efectos sicológicos o físicos que afectan la salud de aquél. Evidentemente no todos los efectos presentan el mismo grado de dificultad para su cálculo monetario. Las bajas en la producción, producto del daño medioambiental, por ejemplo, pueden ser fácilmente evaluadas en términos monetarios. La pérdida en volumen de pesca producto de la contaminación de las aguas puede ser evaluada a través del costo de la pesca perdida. La misma contaminación de las aguas, sin embargo, tiene un efecto sobre el bienestar humano que con dificultad puede ser captado. Infecciones producto de la contaminación causan malestar y bajas en la productividad del trabajo. El escenario natural que constituye un río, mar o lago limpio tiene un valor que es, por lo menos, parcialmente perdido. Son los costos en salud y recreación los que presentan mayor dificultad para su evaluación monetaria y, en general, éstos se presentan conjuntamente con las pérdidas en producción.

Para solucionar este problema se ha propuesto el uso del concepto de "deseo de pagar" (willingness to pay). Este concepto propone evaluar el daño medioambiental, en términos monetarios, de acuerdo a la evaluación revelada que hace el consumidor de los bienes medioambientales. Por ejemplo, cuando está dispuesto a viajar para encontrar un río limpio, la evaluación monetaria se haría de acuerdo a los gastos en transporte, horas de viaje, etc. Desgraciadamente esta idea no es aplicable en la mayoría de los casos. Primero, porque en la mayoría de los casos el consumidor no tiene conciencia del impacto real que tiene sobre él (ella) el deterioro medioambiental y, por lo tanto, no puede expresar racionalmente cuánto estaría dispuesto a pagar para contar con los bienes medioambientales.

El segundo problema es detectar este "deseo de pagar". Una posibilidad es a través de encuestas. En este caso surge el problema de que el consumidor debe percibir que está realmente enfrentado a un precio que debe pagar para

/contar con

contar con ciertos bienes medioambientales, sólo así su respuesta del "deseo de pagar" será veraz. Si es éste el caso surge el problema del "consumidor sin costo" (free rider). Dado que los bienes medioambientales son públicos cada persona va a evitar pagar esperando que el gasto recaiga sobre otros ya que su nivel de consumo no se verá afectado.

Además de estos problemas existe el de la mala distribución del ingreso que redunda en diversas capacidades de pago para los mismos bienes en distintos consumidores. Esto significará que aquellos bienes medioambientales que los grupos más adinerados consideran más importantes tendrán un precio y, por lo tanto, reportarán un "beneficio" superior que aquellos que los grupos de menores ingresos priorizan. Esto es especialmente grave en los países menos desarrollados donde, como se dijera, el problema medioambiental está estrechamente ligado al problema de la pobreza (contaminación orgánica, por ejemplo).

d) Por último existe el problema de las tasas de descuento. Dado que los proyectos de protección o rehabilitación medioambiental tienen un impacto en el largo plazo es necesario descontar los beneficios futuros de estos proyectos para calcular el valor presente neto.

En el caso que lográramos identificar el efecto que el daño producido hoy tendrá en los ingresos futuros (en otras palabras, estimar la función monetaria de daño - D_M -), debiéramos descontar estos efectos a través del tiempo. Por lo tanto, el problema es qué tasa de descuento usar. En general la literatura parece sugerir que se debiera usar una tasa de descuento "menor" que en el resto de la economía.1/ Esto para dar cuenta del gran nivel de incertidumbre respecto a qué ocurrirá en el futuro con los ecosistemas y el carácter acumulativo y dinámico del daño medioambiental. Se puede notar que la razón para tener una tasa de descuento inferior (y no se sugiere cuánto menos) es más pragmática que teórica. La sugerencia es que dada la incertidumbre y el carácter catastrófico que puede tener el daño medioambiental se debe "ir a la segura" utilizando tasas de descuento bajas para valorar en el presente los efectos de largo plazo de los problemas medioambientales.

1/ Esta idea, originalmente propuesta por M. Lipton, es discutida con mayor amplitud en el trabajo de C.N. Cooper y R. Otto (1977).

/Además de

Además de este problema existe el de la "condición de continuidad".1/ Este estipula que el valor presente neto de un proyecto debe ser siempre mayor a cero. Esto significa, por ejemplo, que si el daño medioambiental generado en un año j es superior al valor presente de ese proyecto en el año j, respecto a los costos y beneficios hasta el año terminal, el proyecto debe ser terminado dicho año. En otras palabras, que el valor presente del flujo de costos y beneficios que queda después de j años de operación, descontado el año j, debe ser mayor o por lo menos igual a cero; si no no debiera continuar el proyecto.

Al contrario de lo que parecía ser la primera impresión ahora aparece como relativamente imposible hacer una correcta evaluación económica de los programas de protección o rehabilitación medioambiental. De hecho la búsqueda de un nivel óptimo de contaminación y protección medioambiental, con la información existente, es prácticamente imposible. Esta situación se ve reforzada en los países menos desarrollados por las enormes deficiencias de información que existe. Dado que en general se ha tratado de utilizar las técnicas de costo y beneficio para evaluar este tipo de programa (cuando se trata de hacer una evaluación) y que esta técnica lleva casi indefectiblemente a subvaluar los beneficios de la protección medioambiental hemos querido mencionar el conjunto de restricciones que el uso de costo y beneficio plantea. Con esto no queremos restar importancia a la actividad de evaluación ni al potencial que el análisis de costo-beneficio tiene, de contar con la información que requiere. Al contrario, dada la enorme importancia que tiene la evaluación económica y las restricciones que existen para llevarla a efecto en términos ideales queremos proponer algunas formas simples de aproximarse al problema. Estamos conscientes que las metodologías alternativas que proponemos presentan muchas de las deficiencias detectadas en el análisis de costo-beneficio, pero creemos que su sencilla aplicación más que compensa estas restricciones. Al fin, en el mundo del "second best" se trata de encontrar aquellas soluciones que más efectivamente ataquen el problema en cuestión.

1/ Al respecto véase Cooper (1977).

/2. Estándares

2. Estándares medioambientales y costo-efectividad

Queremos hacer dos proposiciones complementarias, una que llamaremos de "estándares medioambientales" y otra de "priorización de proyectos medioambientales". Entendemos que estas proposiciones son complementarias porque la primera sirve para determinar los niveles de contaminación "aceptables" en los procesos económicos no vinculados a la protección o recuperación del medio ambiente al mismo tiempo que le plantea objetivos a la actividad de recuperación medioambiental. La segunda, sirve para seleccionar proyectos que solucionen el problema de acumulación de estos niveles "aceptables" de daño medioambiental.

a) Estándares medioambientales

La proposición de fijar ciertos estándares medioambientales 1/ en alguna medida se asemeja a una forma simplificada de la función de daño. Se trata de una función de daño que es vertical a un nivel determinado de deterioro medioambiental, por lo tanto, una función de daño que es perfectamente inelástica. Esta proposición supone que el daño no existe hasta un cierto punto y que más allá de éste es infinita o enormemente grande.

Si bien es cierto que esta aproximación simplifica casi burdamente el problema, al mismo tiempo, lo hace prácticamente manejable.

Existen diversos estudios que demuestran que es factible determinar y mencionar ciertos niveles de concentración de contaminantes en los ecosistemas que son coherentes con la preservación de éste.2/ El uso de estas medidas globales requiere de un nivel de información considerablemente menor que el que exige la especificación de una función de daño.

Una vez que se han determinado los estándares medioambientales el problema consiste en idear una fórmula para distribuir el uso de esta capacidad limitada del medio ambiente y mecanismos que aseguren que la acumulación de estos "niveles mínimos" de daño no se acumulen perjudicando definitivamente un ecosistema.

1/ Esta proposición ha sido tratada por diversos autores entre ellos: Kneese y Bowen (1968), Ruff (1970), Baumol (1972) y Kneese (1977).

2/ Véase World Bank (1974).

/Respecto a

Respecto a la solución del primer problema conviene recordar que un nivel de concentración del daño medioambiental resulta de la cantidad y forma en que se contamina un medio ambiente. Por ejemplo, el nivel de oxígeno disuelto en el agua es producto de la descarga de desperdicio, el nivel de agua, las turbulencias y la temperatura. Diversos estudios han demostrado la posibilidad de formular matemáticamente la relación entre contaminación y calidad medioambiental. Esta relación, que se ha dado en llamar función de transferencia,1/ está calculada para diversos ecosistemas. La disponibilidad de estas funciones permite identificar, a través de modelos matemáticos, las diversas formas de lograr un estándar medioambiental.

Paralelamente a la fijación de estos estándares se implementa un sistema de impuestos a la contaminación. Este impuesto se relaciona con el costo total de lograr el estándar prefijado y se cobra de acuerdo a la participación que cada insumo o producto tiene en producir el exceso de contaminación. Por lo tanto, cada "contaminador" pagaría un impuesto relacionado con el costo de rehabilitar el ecosistema dañado por su acción contaminante.

Este sistema tiene dos grandes ventajas: requiere de muy poca información y tiende a superar automáticamente el problema. Es sabido que la forma más barata de preservar un ecosistema no es a través de la rehabilitación de éste, sino a través de prevenir que sea dañado. Por lo tanto, si el productor del efecto contaminante se comporta como maximizador de ganancias pronto se dará cuenta que le es más conveniente cambiar la forma de su proceso productivo que seguir pagando impuestos.2/ Por lo tanto, este sistema de impuestos, induce la creación de nuevas tecnologías coherentes con las restricciones medioambientales.

1/ Véase U.S. Public Health Service (1966), Kneese y Smith (1966), Water Resources Research (1967), Kneese y Bowen (1968).

2/ La teoría económica neoclásica nos dice que si se logra encontrar el impuesto indicado, el incentivo para minimizar costos va a llevar a una reducción en el nivel de contaminación tal como para lograr exactamente el estándar medioambiental. Si éste fuera el caso, evidentemente, las ventajas - en términos de costos de administración - de este sistema serían apreciables.

/El hecho

El hecho que el sistema de impuestos ocasione una mejoría automática en los ecosistemas le plantea a la autoridad reguladora el constante desafío de cambiar la estructura y quizás la magnitud de estos impuestos. De esta forma se premia a aquellos que desarrollan un esfuerzo mayor para proteger el medio ambiente.

Se debe recordar que una buena proporción del daño medioambiental en los países menos desarrollados proviene de la falta de una infraestructura física y social adecuada. Por ejemplo, la contaminación orgánica de las aguas y la tierra (fundamentalmente causada por excretas humanas, producto de la falta de alcantarillados y agua potable) es una de las principales fuentes de enfermedad en los anillos de pobreza que rodean a todas las grandes ciudades - tales como tifus, cólera, diarrea - en estos países. Igual cosa ocurre con la contaminación del aire que favorece el desarrollo de ciertas enfermedades del aparato respiratorio. El nivel de hacinamiento en que se vive en estas mismas áreas ha hecho prácticamente imposible erradicar estas enfermedades.1/

En el cuadro 2 se da a conocer el porcentaje de muertes de niños menores de 5 años producidas por este tipo de contaminación ambiental. La superación de este tipo de contaminación medioambiental requiere de inversión pública que no va a ser recuperada a través de impuestos a los contaminantes. En este caso la protección medioambiental además se convierte en una efectiva herramienta para redistribuir el ingreso.

Por el momento, sin embargo, persiste el problema de como seleccionar las diversas alternativas que existen para rehabilitar el medio ambiente. Para esto proponemos un sistema de "priorización de proyectos medioambientales".

b) "Costo-efectividad" y priorización de proyectos medioambientales

Hemos visto que los "estándares medioambientales" constituyen una forma simplificada de lograr la función de daño medioambiental. De igual manera, la técnica de "priorización de proyectos"2/ constituye una forma simplificada de lograr la función de protección. Como se dijera, construir esta función

---

1/ Estas enfermedades han desaparecido en la medida que se crean nuevas soluciones habitacionales. Al respecto véase A. García (1979).

2/ Para una aplicación de esta técnica véase Leichfield, N. (1975).

/Cuadro 2

Cuadro 2

CAUSAS DE MUERTE DE MENORES DE CINCO AÑOS

Area	Muerte causada por contaminación del		Total
	Agua y Tierra	Aire	
Chaco, Argentina, R.	40	36	76
San Juan, Argentina, U	38	32	70
San Juan, Argentina, b	34	38	72
San Juan, Argentina, R	35	42	77
Chaco Resistencia, Bolivia, R	52	27	79
La Paz, Bolivia, U	29	55	84
Viocha, Bolivia, R	25	65	90
Recife, Brasil, U	42	41	83
Ribeireo Preto, Brasil, U	49	36	85
Ribeireo Preto, Brasil, R	50	29	79
São Paulo, Brasil, U	40	33	73
Santiago, Chile, U	31	37	68
Santiago, Chile, b	33	38	71
Cali, Colombia, U	44	25	69
Cartagena, Colombia, U	38	23	61
Medellín, Colombia, U	49	22	71
San Salvador, El Salvador, U	52	28	80
San Salvador, El Salvador, R	51	22	73
Kingstón, Jamaica, U	37	21	58
Monterrey, México, U	43	35	78

Fuente: Puffer y Serrano (1971).

/requiere conocer

requiere conocer el conjunto de opciones tecnológicas para proteger y/o rehabilitar el medio ambiente de tal forma que se iguale el costo marginal de usar cada una de las elegidas. El sistema de priorización de proyectos elige entre las diversas formas de proteger o rehabilitar el medio ambiente de acuerdo al grado en que cada una de estas formas satisface los objetivos planteados. Por lo tanto, no es necesario conocer la relación marginal entre inversión monetaria y rehabilitación medioambiental.

Los objetivos que las diversas técnicas persiguen evidentemente estarán relacionados con el logro de los estándares medioambientales y el costo de estos proyectos. El costo de los proyectos será calculado a precios sociales para que así refleje situaciones tales como el uso relativo de los factores productivos, efectos distributivos y uso de divisas.1/ En el caso que esto no fuera factible de hacer se podrían incorporar otros objetivos en el proceso de toma de decisiones que den cuenta de estos efectos.

Por lo tanto, la modalidad de protección o rehabilitación del medio ambiente elegida estará referida al grado en que satisface ciertos objetivos o estándares medioambientales - que, al contrario de las funciones de daño, pueden ser cuantificadas - a un mínimo costo. Esta es la esencia del análisis de "costo-efectividad" que determina la asignación óptima de recursos para lograr ciertos objetivos predeterminados. Al contrario, el análisis de costo-beneficio mide el costo y beneficio social real de lograr tales objetivos o estándares.

Se puede notar que el problema de cuantificar los costos del daño medioambiental no ha sido solucionado. Tampoco se puede asegurar que las técnicas e intensidad elegidas para proteger o rehabilitar el medio ambiente sean óptimas. Sólo se han sugerido un par de herramientas, efectivas desde un punto de vista práctico, que sin grandes costos de información y administración puede reducir el problema medioambiental a niveles socialmente deseados.

No se trata, por lo tanto, de poner en duda la validez de la búsqueda de un óptimo social como objetivo central en el proceso de planificación sino de considerar las restricciones que existen para encontrar "el" óptimo

---

1/ Un buen marco de referencia para la forma de calcular estos costos se incluye en el apéndice 2 de este trabajo.

/con la

con la información disponible y proponer una alternativa que considere la relación dialéctica entre metas y medios, en el contexto de métodos heurísticos de la planificación para múltiples objetivos, como la forma más efectiva de aproximarnos a la planificación del desarrollo que incorpore variables medioambientales. En otras palabras, proponemos considerar el proceso de planificación, como "el intercambio iterativo de información entre agentes y el cuerpo de administración central o como la negociación entre representantes de diversos grupos sociales, negociación que se da en un marco de reglas institucionales".1/

Esto último como la fijación de los estándares y la representatividad social que éstos tengan nos llevan al problema institucional de la planificación que no es tratado en este trabajo. Sin embargo, quisiéramos aclarar que la única forma de asegurar que los estándares medioambientales realmente reflejen los niveles socialmente deseados es a través de la participación consciente de la población en el proceso de toma de decisiones. Esta participación consciente se obtiene de dos formas que se deben desarrollar conjuntamente. La primera es una intensa campaña de educación y percepción medioambiental que le permita a la población entender el marco global de la relación sociedad humana-naturaleza. La segunda, es la creación de los canales de participación democrática que le permitan al Estado convertirse efectivamente en la expresión de la comunidad organizada.

Esta forma de planificación participativa o democrática puede mostrarse como la más efectiva modalidad de incorporar las variables medioambientales al proceso de planificación. Cuando se trata de "planificar la calidad de vida", un concepto tan subjetivo, no se puede dejar de pensar que los afectados (o beneficiados) deben jugar un rol central en la decisión de métodos y objetivos.

1/ E. Malinvaud (1971) p. 97.

/REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ayres, R.V. y Kneese (1969), "Production, Consumption and Externalities", The American Economic Review, LIX, junio, pp. 282-297.

Baumol, W. (1972), "On Taxation and the Control of Externalities" en American Economic Review, 62, junio.

Baumol, W., (1972), "Environmental Protection and the Distribution of Income" en Problems of Environmental Economics, OECD, París.

BID (1978), Pilot Study on National Accounting Parameters: their estimation and use in Chile, Jamaica and Costa Rica, Washington D.C.

Bruno, M. (1977), "Planning Models, Shadow prices and Project Evaluation" en Blitzer et. al. Economy Wide Models and Development Planning.

CEPIS (1976), Centro de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud Ambiental, "Red Panamericana de muestreo de la contaminación del aire". Informe 1967-1974, Serie Técnica Nº 18, Lima, Perú.

CEPREMAP, "La non-convexité d'externalité", stencil.

Chenery, H. et.al. (1974), "Redistribution with Growth". World Bank/ University of Sussex.

Cooper, C.M. (1977), "A note on the Evaluation of Projects with long run social costs", IDS/SPRU, mimeo, julio.

Cooper, C.M. y Otto, R. (1977), "Social and Economic Evaluation of Environmental impacts in Third World countries: a methodological discussion", Primer borrador, Universidad de Sussex.

Dag Hammarskjöld (1975), "Qué hacer: otro desarrollo", Uppsala, Suecia, Nºs 1/2.

Dassman, R., Milton, J., Freeman, P. (1973), "Ecological Principles for Economic Development", IUCN, Morges, Suiza, y la Conservation Foundation, Wash. D.C.

Dassman, W.P. "A critical Review of range service methods and their applications to deer range management". California Fish and Game, 34 (4), pp. 189-207.

Førsund, F.R. y Strøm, S. (1972) "Outline of a Macro-Economic Analysis of Environmental pollution: a Multisectoral Approach" en OECD, Problems of Environmental Economics, París.

Fundación Bariloche (1978), "Catástrofe o Nueva Sociedad? Modelo Mundial latinoamericano", Bogotá, International Development Research Centre.

García, A. (1978), "Development and Environment: A Case Study for the Central Area of the Chilean Meridional Andes", Mimeo, U.C. of California at Berkeley.

García, A. (1979), "Manual de satisfacción de necesidades básicas", Mimeo, CIEPLAN, Santiago de Chile.

Gligo, N. (1979) "Estilos de desarrollo, modernización y medio ambiente en la agricultura latinoamericana", Seminario Regional Proyecto CEPAL/PNUMA "Estilos de Desarrollo y medio ambiente en América Latina", noviembre, 1979.

Graciarena, Jorge (1976), "Poder y estilos de desarrollo. Una Perspectiva heterodoxa", Revista de la CEPAL, Primer Semestre, pp. 173-191.

Hasegawa, T. e Inowé, K. (eds.) (1977) "Urban, Regional and National Planning. Environmental Aspects." Proceedings of the IFAC Workshop, Kyoto, Japón, Pergamon Press, New York.

Henderson, P.D. (1970) "Some unsettled issued in Cost-Benefit Analysis" en Streeten, P. (ed.) Unfashionable Economics: Essays in honour of Lord Balogh, Londres, pp. 257-301.

Hendricks et.al. (1975), "Environmental design and public projects". Water Publication, Fort Collins, Colorado.

Herfindahl y Kneese (1974), "Economic theory of natural resources", Henil Press.

Herrera, A.O. (1979), "Desarrollo, medio ambiente y generación de tecnologías apropiadas", Seminario Regional Proyecto CEPAL/PNUMA "Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina", noviembre, 1979.

Hoel, M. (1978), "Resource extraction and recycling with environmental costs" Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 5, N°3, sept. 1978, pp. 220-235.

Isard, W. (1972), "Ecologic-economic analysis for regional development", Free Press, New York.

Kapp, W.K. (1950), "The social cost of private enterprise".

Kapp, W.K. (1970) "Environmental disruption and social cost, a challenge to economics", Kyklos 23 (4), pp. 833-848.

Kneese, V. y Bower B. (1968), "Managing water quality: Economics, Technology, Institution", Baltimore, John Hopkins Press.

Kneese, V.A. (1977), "Economics and the Environment", Penguin Books.

Kneese, V. y Smith, S. (eds.) (1966), "Water Research", Baltimore, John Hopkins Press.

Koleda, M.S. (1971) "A public good model of Government consolidation", Urban Studies, junio, vol.8, pp. 107-109.

Kolm, S.C. (1974), "Ascertaing Environmental costs and benefits" en Environmental Damage Costs, OECD, París.

Lemeshev, M. (1975), "Ecologic-economic model for utilization of Natural Resources" en Report of the Seminar organized by the Senior Advisers to E.C.E. Governments, "Ecological aspects of economic Development Planning", Rotterdan, 7 a 11 abril, 1975.

Leontief, W. (1970) "Environmental repercussions of the economic structure: an input-output approach" Review of Economic and Statistics, Vol. III. pp. 262-71.

Liechfield, N. (et.al.) (1975) "Evaluation in the Planning Process" Pergamon Press.

Malinvaud, E. (1971), "A planning approach to the public good problem" The Swedish Journal of Economics, 73 (1).

Mattos, C.A. de (1979) "Planes versus planificación en la experiencia latinoamericana", Documento A/40, ILPES, Santiago de Chile.

McNamara, R. (1973) "Addres to the Board of Governors", Nairobi.

Molina, S. y Piñera, S. (1979) "La pobreza en América Latina, situación, evolución y orientación de políticas" Proyecto Pobreza Crítica en América Latina, CEPAL/PNUD, Chile.

OECD (1978), "Macro-economic evaluation of environmental Programmes", París.

OIT (1976), "Empleo, crecimiento y necesidades esenciales: Problema Mundial", Ginebra.

Pinto, A. (1976), "Notas sobre los estilos de desarrollo en América Latina", Revista de la CEPAL, Santiago, Chile. Primer Semestre, pp. 97-128.

Piñera, S. (1978), "¿Se benefician los pobres del crecimiento económico?" PPC/CDE/06.1, CEPAL, Santiago de Chile.

Polanyi, K. (1947), "Our obsolete market mentality" reimprimido en G. Dalton (ed.) Primitive, archaic and modern economies: essays of Karl Polanyi, Nueva York, 1968, pp. 59-67.

Prebisch, R. (1976), "Crítica al Capitalismo periférico", Revista de la CEPAL, Primer Semestre, pp. 7-74.

/Puffen y

Puffen y Serrano, (1971), citado en "Health", World Bank Publications, Washington, D.C., 1975.

Riney, T.A., "Zoo-ecological approach to the study of ecosystems that include tussock grass lands and browsing and grazing animals" New Zealand Journal of Science and Technology, 37 (4), pp. 455-72.

Rosswell, T. (ed.) (1971), "Systems analysis in northern coniferous forests" IBP workshop. Bulletins from the Ecological Research Committee, 14 NFR, Stockholm.

Ruff, L.E. (1970), "The economic common sense of pollution" Public Interest, Primavera 19, pp. 69-85.

Sandler, T. y Smith K. (1976), "Intertemporal and intergenerational Pareto Efficiency", Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 2, N°3, febrero 1975, pp. 151-159.

Sunkel, O. (1979), "La interacción entre los estilos de desarrollo y el medio ambiente en el proceso histórico reciente de América Latina". Proyecto CEPAL/PNUMA "Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina".

Third report on physical planning in the Netherlands, (1972), The Hague.

Torres, S.A. y Pearce, D.W. (1979), "Welfare economics and environmental problems", International Journal of Environmental Studies, 1979, Vol. 13, pp. 191-200.

UNESCO/WHO (1977), Symposium on Solar Energy, Ginebra, 1976, "Solar Energy", Proceedings of the Symposium, WHO, N°477, Ginebra.

Universidad de Lomonósov de Moscú (1975), "Planificación de la Economía Socialista", Editorial Orbe, La Habana, 1976.

U.S. Council on Environmental Quality, (1975), Seventh Annual Report, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.

U.S. Department of Energy (1978), "Solar Energy, a status report", Washington D.C., junio.

U.S. Public Health Service (1966), "Delaware Estuary Comprehensive Study: preliminary Report and Findings", (mimeo), Federal Water Pollution Control Administration.

Van de Maarel, E. y Vellema, K. (1975), "Towards an ecological model for physical planning in the Netherlands" en Report of the seminar organized by the Senior Advisers to E.C.E. Governments, "Ecological Aspects of Economic Development Planning", Rotterdam, 7 a 11 abril, 1975.

/Victor, P.A.

Victor, P.A. (1972) "Pollution:Economy and Environment", University of Toronto Press.

Water Resources Research (1967), Vol. 3, N°2. En especial véase "A study in the Economics of Water Quality Management" de Johnson, E.L.

Whitney, J.B.R. (1973), "Ecology and Environmental control" en China's Development Experience, editado por Oksenberg, M., Documentos de la Academia de Ciencias Políticas, Nueva York, Vol. 31, N°1, pp. 95-109.

World Bank (1974), "Environment, Health and Human Ecology considerations in Economic Development Projects", Washington, D.C.

APENDICE 1

Variables que caracterizan cada una de las funciones de un ecosistema

1. Función productiva:
   - luz
   - calor
   - oxígeno
   - agua
   - materias primas
   - energía: viento, agua, geotérmica, nuclear, combustibles
2. Función de sustentación o apoyo:
   - líneas de comunicación
   - bahías
   - vivienda
   - industria
   - entrenamiento militar
   - agricultura
   - recreación
   - investigación
3. Función de almacenamiento:
   - contención de aguas
   - almacenamiento de recursos naturales
   - almacenamiento de energía
4. Función de asimilación de desechos:
   - gases
   - líquidos
   - desechos sólidos
   - radiación
   - calor

/5. Función

5. Función de protección:
   - absorción de radiación
   - defensa de costas
6. Función de información:
   - reserva genética
   - estímulo a la percepción
   - estímulo a la investigación
   - estímulo étnico-estético
7. Función de regulación:
   - purificación biológica
   - equilibrio biológico

/APENDICE 2

APENDICE 2

Metodología para seleccionar técnicas de explotación y protección del medio ambiente natural 1/

La metodología que aquí proponemos es factible de ser usada en los distintos procesos productivos, sin embargo - para facilitar la exposición - nos referiremos a uno en particular: la producción agrícola.

Como se vió en la Sección II la configuración de un plan implica concluir una serie de etapas. En breve, estas pueden ser resumidas en las siguientes: definición de la estrategia (diagnóstico, metas y principios) y la de elaboración de un plan (áreas y variables de política, identificación y determinación de los cambios previsibles, horizonte de la planificación, puesta en marcha y continua reestructuración del plan).

Para definir la estrategia supusimos que interesaba compatibilizar los siguientes tres objetivos: crecimiento económico, satisfacción de las necesidades básicas de los grupos más pobres y eficiencia medioambiental. El diagnóstico se basa en una evaluación ecológica y social de la zona que se pretende desarrollar.

La evaluación ecológica contiene información sobre factores climáticos, suelos, vegetación, agua y productividad y estabilidad de los ecosistemas. Esta información nos permite caracterizar a la zona mediante el uso de los siguientes indicadores de condición y tendencia:2/

1/ Esta metodología aparece en el trabajo de A. García (1978) que trata sobre la forma en que se pueden incorporar y evaluar las variables medioambientales en la planificación del desarrollo del área central de los Andes Meridionales en Chile.

2/ Para un excelente estudio sobre este tema ver Dassman, Milton y Freeman (1973).

/i) Condición: este

i) Condición: este indicador corresponde a una clasificación de la productividad de un área particular respecto a su potencial.1/

ii) Tendencia: este indicador da cuenta de las evidencias de cambio en la vegetación - qué tipo de vegetación esta creciendo - y la calidad de la tierra - existe algún tipo de erosión, activa o acelerada, o si la erosión ocurrida en el pasado tiende a ser superada.

iii) Especies y áreas claves: en toda región es posible identificar áreas claves - donde se ubican algunas especies en períodos o temporadas críticas. La condición y tendencia de esta área determina la supervivencia de las especies que dependen de ella. Al interior de las áreas claves es normalmente factible ubicar especies de plantas que son esenciales para los animales que habitan en ella. La identificación de estas áreas facilita la investigación ya que limita la extensión de terreno que debe ser evaluada para determinar la condición y tendencia del ecosistema.2/

La evaluación social contiene información sobre las características socioculturales del pueblo (y, en particular, del grupo objetivo del programa de necesidades básicas) que habita en la zona y un análisis de la percepción medioambiental que este grupo tiene. Esta información puede ser resumida en los siguientes seis elementos:

1/ Diversas técnicas para clasificar esta condición aparecen en Dassman, W.P. (California Fish and Game, 34) y Riney, T.P. (New Zealand J.S.T., 37).

2/ Existe una gran cantidad de evidencias, respecto al deterioro del medio ambiente natural, que nos pueden servir como indicios de la eficiencia de éste. Cuando existe un grado de deterioro avanzado los cambios en el ecosistema se pueden desencadenar con suma rapidez y, por lo tanto, la posibilidad de actuar sobre ellos se torna más difícil y costoso. Los cuatro elementos que proponemos a continuación pueden servir como signos de deterioración que permiten actuar antes que sea muy tarde:

- Cambios en la composición de las especies de vegetación
- Cambios en la altura, vigor y salud de las plantas
- Deterioro físico de los herbivoros
- Cambios en la composición de las especies animales.

/i) Satisfacción de

i) Satisfacción de las necesidades básicas: salud, vivienda, alimentación y educación.

ii) Patrones de utilización del medio ambiente (tecnología).

iii) Necesidades básicas que son satisfechas mediante la interacción directa del hombre con el medio ambiente natural.

iv) Características culturales (valores, hábitos, creencias, organización social).

v) Percepción medioambiental (vegetación, suelos, clima e interacción entre estos factores).

La evaluación social debe estar fundamentalmente guiada a conocer la receptividad y probable respuesta de los habitantes del lugar al plan de desarrollo propuesto y a determinar la forma más efectiva de desarrollar un programa educacional destinado a la capacitación para el uso más eficiente y correcto de los recursos naturales. Estos programas de educación constituyen una de las variables de política medioambiental más efectiva.

Hecho el diagnóstico y planteados los objetivos debemos ubicar las variables de política para protejer y/o rehabilitar el medio ambiente físico para, después, concluir con la metodología de evaluación de las formas alternativas de explotar los recursos naturales. Para el caso de la explotación agrícola, en el estudio antes indicado, se proponen las siguientes variables:

i) Control de la cantidad de animales.

ii) Control y manejo de la distribución de animales.

iii) Control del tipo de vegetación.

iv) Mejoramiento de sistemas de riego y almacenamiento de agua.

v) Uso de elementos químicos.

vi) Siembra y plantación.

vii) Control de las enfermedades de las especies que habitan la zona.

Para efectos de nuestro modelo supondremos que la zona constituye un sistema homogéneo. En este sistema analizaremos el uso y distribución óptima de los recursos naturales para los distintos fines

/a que

a que pueden ser puestos.1/ El modelo que presentamos es uno de optimización lineal que puede ser resuelto en forma trivial, por enumeración completa, como dos modelos de programación lineal: uno en el "presente" y otro en el "futuro". El primero presenta el sistema en su forma actual (pre-plan), y el segundo 2/ representa el sistema en el futuro cuando se han incorporado las variables de política medioambiental. El sistema en el futuro, como se demostrará más tarde, trata de lograr (y representa) la frontera óptima de utilización de los recursos naturales, dadas las diversas alternativas que existen y las necesidades que deben ser satisfechas.3/

Este modelo tiene todas las virtudes y problemas que describe la literatura 4/ para su aplicación a los problemas de recursos naturales. Por el extenso tratamiento que se le ha dado a este problema y dado que mencionamos este punto en la III sección de este trabajo ahora sólo mencionamos lo que desde nuestro punto de vista constituye su deficiencia fundamental. Esta es, que el análisis se base en la comparación de dos escenarios (presente y futuro) ya logrados y, por lo tanto, no se considera la transición de uno al otro.

1/ En el caso del estudio en cuestión estos fines podrán ser tres: ganadería, combustibles y fertilizantes.

2/ Nótese que pueden existir un número de soluciones o proposiciones para el sistema en el futuro. Cada una de ellas representa las distintas alternativas de uso de los recursos naturales.

3/ El "dual" de este modelo de programación lineal puede ser usado como elemento de comprobación de resultados. La razón de cualquier par de precios sombras del dual debe ser igual a la tasa marginal social de sustitución de los dos bienes a lo largo de la frontera social de transformación. Al respecto ver M. Bruno (1977).

4/ Herfindahl y Kneese (1974).

/- El modelo

- El modelo presente

Las variables y parámetros que se utilizarán en el modelo presente son las siguientes:

a) Terminología

- Variables

Y_f = Hectáreas utilizadas para producir combustibles (f)

Y_l = Hectáreas utilizadas para pastoreo (l)

Y_c = Hectáreas utilizadas para la extracción de fertilizantes (c)

f = Productividad promedio por hectárea en la producción de f

l = " " " " " " " l

c = " " " " " " " c

Y_{ij} = Cambio en el uso de la tierra para producir i a j.

El subíndice i se referirá a los diferentes usos de la tierra (f, l, c); t se refiere al período de tiempo en que se incorpora una variables.

- Parámetros físicos

$\bar{Y}$ = Cantidad total de tierra disponible (ha)

W = " " " agua (m^3)

T = Indicador de tendencia (evaluación monetaria del cambio en la productividad de la tierra por m^2)

γ = % de pérdida de agua antes que llegue al predio agrícola (esta variables probablemente será expresión del resultado de otras formas de explotación de los recursos naturales en la zona)

α_i = Cantidad de agua por hectárea que requiere la actividad i.

- Parámetros económicos

B_f = Beneficios anuales netos en la producción de combustibles por ha. 1/

1/ Al final de este apéndice se presenta una forma de calcular el beneficio social neto.

/B_l = Beneficios

B_l = Beneficios anuales netos en la producción de ganado por ha.

B_c = Beneficios anuales netos en la producción de fertilizantes por ha.

C = Costo del deterioro medioambiental 1/

r = Tasa de descuento 2/

D_i = Demanda del bien i

- Formulación analítica

La función objetivo maximiza el beneficio neto (Z_p) del modelo presente.

$$\text{Max } Z_p = \sum_{i=1}^{3} \sum_{t=I}^{n} \frac{B_i^{t*} \times Y_i^t}{(i+1)^t} \qquad \text{donde } B_i^{t*} = B_i^t + \mathcal{E}_i^t - C_i^t$$

$$\mathcal{E}_i^t = \left(\frac{\text{producción}}{\text{ha}}\right)_i^{t-1} - T_i^t \times 10^4$$

sujeto a las siguientes restricciones:

a) El consumo de agua no puede ser mayor que la oferta de agua menos las pérdidas.

$$\sum_{i=1}^{3} x_i \; Y_i^t \leq \left(\frac{1}{1-\delta^t}\right) W^t \text{ para todo i y t}$$

b) El uso de tierra no puede ser superior a la disponibilidad total de esta.

1/ Una evaluación completa del daño causado requiere de identificarla en términos físicos, para después convertirlo a su costo monetario. Estos dos pasos presentan grandes dificultades, que probablemente redundarán en el no considerar el conjunto del daño causado. Para una discusión más a fondo de este tema ver la III sección de este trabajo y/o A. García (1978).

2/ En la III sección se darán a conocer las formas y problemas que presenta el cálculo de la tasa de descuento a ser aplicada en programas medioambientales.

/b.1 En caso

b.1) En caso que exista perfecta sustituibilidad para los usos alternativos de la tierra

$$\sum_{T=1}^{m} Y_i^t \leq \bar{Y}$$

b.2) Si existen ciertos tipos de tierra que sólo pueden ser usados para un tipo específico de producción se debe agregar la siguiente restricción:

$$Y_i^t \leq k_i \bar{Y} \qquad \text{Para todo i y t}$$

$$\text{donde} \sum_{i=1}^{m^3} k_i = 1$$

c) No existirá exceso de oferta del bien i. 1/

$$P_i Y_i^t \leq D_i^t \qquad \text{Para todo i y t.}$$

d) Ninguna de las variables del modelo puede adquirir valores negativos.

- Características del sistema "futuro"

Como se dijera la diferencia entre los dos escenarios es que en el sistema futuro se incorpora la mejor alternativa de protección y/o rehabilitación medioambiental. Estas variables, a través de los aumentos esperados en la producción y distribución de ésta, tendrán un efecto positivo sobre los otros objetivos; evidentemente, también aumentarán los costos de producción. Por lo tanto, en el futuro se incorporan nuevos costos y beneficios en la función objetivo.

Pasamos a listar la terminología que se incorpora al modelo presente y en el cálculo de beneficios netos.

1/ Esta restricción no existirá o puede ser superada en la medida que existan buenas condiciones para comercializar la producción.

/-Terminología

- Terminología

E = Gasto en educación y capacitación medioambiental

Ai = Gasto en el control de la cantidad y distribución de los recursos naturales utilizados

Ei = Gasto en desarrollo de recursos hidráulicos

Pi = Gasto en plantación y siembra

V = Gastos en control de enfermedades de animales

Q = Gasto en estudio, prueba y uso de elmentos químicos

N = Gasto en control de la vegetación

- Formulación analítica

La función objetivo maximiza los beneficios netos (Zx) del sistema global en el futuro. La formulación analítica de Zx es idéntica a la de Zp. Para lograr el Zx óptimo se probarán métodos alternativos y diversas tasas de inversión medioambiental (M) en C, A, E, P, V y Q. A través de este proceso de aproximaciones sucesivas podemos lograr el nivel de protección medioambiental que es coherente con los otros objetivos del desarrollo.

- Determinación de beneficios netos (B) 1/

i) El beneficio social neto (B) en cualquier año será:

$$B = E - F(B - \delta) \quad ó \quad B = E + F\delta - Fb$$

donde E = Beneficio económico neto

F = Cambio neto en consumo a precios de mercados

β = Factor de conversión del consumo a precios sombra

1/ Se distinguen tres fases en la evaluación de un proyecto, cada una de estas está determinada por el tipo de precio que se utiliza. La primera, que llamaremos financiera, utiliza precios de mercado; la segunda, que llamaremos de eficiencia, utiliza precios de insumos y productos de acuerdo al valor que estos representan para la sociedad (comunmente denominados precios sociales o sombra), la tercera etapa utiliza precios de eficiencia pero además considera los efectos sobre la distribución del ingreso del proyecto, por esto la denominamos social. Para un tratamiento más riguroso de este tema véase BID (1977).

/ = Factor

δ = Factor distributivo que convierte el consumo del sector privado - por niveles de ingreso - en ingreso del sector público.

A continuación haremos una breve explicación sobre cómo obtener las variables en la función de beneficio social neto:

ii) Beneficio económico neto

$$E = V^m A^m - \sum_j V_{jm} A_j - L\lambda$$

donde V_{jm} = costo de insumos j utilizados en la producción de m a precios de mercado

V^m = valor de producción a precios de mercado

A^m = razón de precios sombra de la producción (v^s/v^m)

V^s = valor de producción a precios sombra

A^j = razón de precios sombra de los insumos (v^s/v^m)

L = costo de la mano de obra a precios de mercado

λ = razón de costos de la mano de obra a precios sombra y de mercado

Para estimar los precios sombra se utilizaran factores de conversión que transforman precios de mercado en precios de frontera ("border prices", el precio que prima en el mercado mundial). Por lo tanto, el factor de conversión es igual a la razón de precios promedios ponderados a nivel internacional respecto a los que priman en el mercado interno.

/F.C. =

$$F.C. = \sum_{i=1}^{n} a_i \frac{P_i}{V_i}$$

donde F.C. es el factor de conversión

a_i es la proporción del insumo o producto i en el gasto final

P_i es el precio promedio a nivel internacional

V_i es el precio promedio en el mercado interno

Si el bien es importado se usa el costo CIF, si es exportado se usa el valor FOB, si no es transado se hace equivalente al valor de los insumos a precios frontera. Se puede notar la importancia de contar con una matriz insumo-producto para calcular estos factores de conversión.1/ Estos factores pueden ser calculados para un grupo seleccionado de bienes tipo al interior de cada sector productivo y ser utilizados para evaluar el conjunto de bienes producidos por ese sector.

A continuación presentamos la forma en que se pueden aplicar los factores de conversión para obtener el precio sombra de los insumos y productos que se usan y resultan del proceso productivo.

- Bienes directamente importados o exportados. Los precios sombra y de mercado coinciden en el caso que no existan derechos aduaneros (si existen se restan). Los costos de transporte serán considerados sólo si constituyen una parte significativa del costo total.

- Bienes no comerciables producidos internamente e insumos no comerciables. Para determinar el "contenido" de precio sombra se aplica la tasa de precios sombra a los precios de mercado. En esta categoría incluimos todo el gasto en protección y/o rehabilitación del medio ambiente.

1/ En el trabajo del BID (1977) se trata con mayor profundidad el uso de la matriz insumo-producto para calcular estos factores de conversión.

/- Mano de

- Mano de obra se aplicará la siguiente tasa al costo de la mano de obra a precios de mercado:

$\lambda_i = (mi/wi)$

λi = la tasa de precios sombra para el grupo i

mi = el costo alternativo (producto marginal del trabajo hecho por el grupo i) de la mano de obra o precio sombra del trabajo para el grupo i

wi = salario de mercado del grupo i

iii) Método para calcular precios sociales:

La expresión general para calcular precios sociales será:1/

$S_i = Q + C(\beta - \delta)$

donde: S = precio social del insumo, producto o factor i

Q = costo alternativo de S a precios sociales

C = cambio neto en el consumo a precios de mercado

β = factor de conversión del consumo a precios sociales

δ = efecto distributivo, transforma ingreso del sector privado a ingreso del sector público

Para hacer esta evaluación social necesitamos definir una función que transforme el consumo privado de un grupo determinado, por su nivel de ingreso, en su valor social.

1/ Se puede notar la semejanza con la expresión para el cálculo del beneficio social neto.

/El cálculo

El cálculo del valor social del consumo (Z) se hace mediante la siguiente fórmula:

$$Zi = \frac{C^{*m} \left(Ci_z^{1-m} - Ci1^{1-m}\right)}{(1 - m)\,(Ci_z - Ci1)} \qquad \text{para } m \neq 1$$

donde C^* = nivel de consumo mínimo 1/

m = elasticidad ingreso

Ci_z = nivel de consumo del grupo i después del proyecto

$Ci1$ = nivel de consumo del grupo i antes del proyecto

Zi = el valor social de aumentos en el consumo para cambio discreto de éste

En el caso que supongamos M = 1, tenemos:

$$Zi = \frac{C^* \left(\log_e Ci_z - \log Ci1\right)}{Ci_z - Ci_1}$$

1/ Véase A. García (1979) y S. Piñera (1979).

/APENDICE 3

APENDICE 3

Un modelo de programación global con variables medioambientales

1. Objetivos del modelo

El modelo que se propone a continuación incorpora explícitamente los recursos renovables, los no renovables y el deterioro del medio ambiente, a fin de determinar el volumen de inversión y ahorro que un país debe hacer para lograr una determinada tasa de crecimiento de su ingreso "real", es decir, el ingreso efectivo habida cuenta del consumo de recursos no renovables, el reemplazo de los renovables y el deterioro del medio ambiente.

El modelo exige que el consumo de recursos renovables y no renovables y el daño medio ambiental sean compensados por formas iguales o alternativas de formación de capital, de manera tal que la sociedad mantenga al menos su dotación inicial de recursos productivos en cantidad y calidad, es decir, manteniendo su productividad inicial.

2. El modelo

Las ecuaciones del modelo son las siguientes.

El producto bruto, $V(t)$, es igual al consumo, $C(t)$, más la inversión bruta, $I_b(t)$:

(1) $V(t) = C(t) + I_b(t)$.

El consumo es una función lineal del ingreso neto:

(2) $C(t) = a + b \ Y(t)$

El ingreso neto es igual al producto bruto menos la depreciación del capital fijo, $D_k(t)$:

(3) $Y(t) = V(t) - D_k(t)$

Hasta aquí el modelo refleja las definiciones convencionales, que en general excluyen los recursos naturales de la contabilidad social.1/

1/ Con la eventual excepción de recursos renovables "apropiables", como ganado y bosques, que pueden considerarse integrando el "capital fijo" de la agricultura, y cuyo consumo aparecerá en la definición convencional de depreciación.

/Definimos el

Definimos el ingreso real, $Y_R(t)$, como el ingreso neto convencional menos el consumo neto de recursos no renovables $D_N(t)$, de recursos renovables, $D_R(t)$;1/ y menos una medida del daño medioambiental, medido por el deterioro de éste producido por contaminación y desechos, $D_A(t)$:

(4) $Y_R(t) = Y(t) - D_N(t) - D_R(t) - D_A(t)$

La inversión neta, $I_n(t)$, es igual a la inversión bruta menos la depredación y menos el consumo de recursos renovables y no renovables y el daño ambiental. Esta definición supone que la sociedad destina recursos para el reemplazo y mantención de los recursos naturales y el medio ambiente:

(5) $I_n(t) = I_b(t) - D_K(t) - D_N(t) - D_R(t) - D_A(t)$

Las variables de depreciación, consumo y daño de recursos son proporcionales al producto bruto, lo cual supone una función de producción de proporciones fijas:

(6) $D_K(t) = d_K V(t)$

(7) $D_N(t) = d_N V(t)$

(8) $D_R(t) = d_R V(t)$

(9) $D_A(t) = d_A V(t)$

El coeficiente d_N, corresponde al contenido proporcional de recursos naturales no renovables en el producto bruto y como tal está afectado por la capacidad tecnológica de reciclar materiales. El coeficiente d_R estará afectado por la tasa de crecimiento biológico de los recursos renovables que permitirá que el consumo de los mismos sea parcialmente compensado por la naturaleza. El coeficiente d_A puede ser a su vez una función creciente del producto bruto, con lo cual la ecuación (9) sería exponencial. Por simplicidad, sin embargo, supondremos relaciones lineales.2/

1/ Decimos neto para descontar en el primer caso, el reciclaje de desechos, y en el segundo, el crecimiento biológico de tales recursos.

2/ Este supuesto no es tan irreal ya que trabajamos en el horizonte del actual estilo de desarrollo.

/El stock

El stock de capital requerido es proporcional al producto bruto, siendo la relación capital-producto, α, el factor de proporcionalidad:

(10) $K(t) = \alpha\ V(t)$

La inversión neta es el incremento del stock de capital:

(11) $I_n(t) = K(t+1) - K(t)$

El producto burto del año base es un dato conocido (condición inicial);

(12) $V(o) = V_o$.

El modelo contiene doce incógnitas e igual número de ecuaciones con lo cual tiene una solución.

3. Solución del modelo

Las doce ecuaciones anteriores se reducen a la siguiente ecuación en diferencias de primer orden:

$$Y_R(t+1) - (1 + r)\ Y_R(t) = \frac{(1 - d_k - d_R - d_N - d_A)\ a}{\alpha}$$

donde,

$$r = \frac{(1- d_K)\ (1- b) - d_R - d_N - d_A}{\alpha}$$

Si a = o, es decir, la propensión media al consumo es igual a la marginal, entonces r es la tasa de crecimiento del ingreso real. Nótese que esta tasa es menor que la tasa de crecimiento del modelo de Domar con depreciación e igual a:

$$r' = \frac{(1- d_K)\ (1 - b)}{\alpha}$$

/La diferencia

La diferencia está dada por la magnitud del consumo o daño de los recursos, que usa recursos de inversión para mantener su nivel y calidad, y que por lo tanto se sustraen al crecimiento.

Llamando s (= 1 - b) a la tasa de ahorro-inversión requerida para lograr un cierto ritmo de crecimiento del producto, se tiene que dicha tasa es igual a:

$$s = \frac{\alpha r + d_r + d_N + d_A}{1 - d_K}$$

El modelo supone una economía cerrada.