

# **.METODOLOGÍAS PARA EL ESTUDIO DE LOS EFECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE PLANES Y NORMAS AMBIENTALES.**

## **ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS**

### **INDICE**

Resumen Ejecutivo y Conclusiones

Presentación

I.	Antecedentes del estudio de los efectos económicos y sociales de planes y normas ambientales	2
i.	<i>Requerimientos legales</i>	2
ii.	<i>Definiciones básicas</i>	4
iii.	<i>El análisis de costos y beneficios</i>	6
iv.	<i>Fundamentos económicos del análisis de costos y beneficios</i>	9
II.	Metodología de Análisis de Costos y Beneficios	15
	Etapa 1. Definición del problema y de los alcances de la evaluación	16
	Etapa 2. Definición de la situación base	23
	Etapa 3. Definición de las opciones a evaluar	27
	Etapa 4. Identificación de los impactos	32
	Etapa 5. Análisis de los costos	35
	6. Análisis de los beneficios	46
	7. Evaluación socioeconómica	64
III.	Casos seleccionados de la experiencia de CONAMA (1996-1998)	75
IV.	Bibliografía y Literatura Recomendada	92



## RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES

---

La Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, establece que en la elaboración de los planes y normas ambientales debe considerarse una estimación de los costos y los beneficios económicos y sociales. Para desarrollar este ejercicio y considerar los antecedentes en las decisiones, se ha sugerido como esquema conceptual el uso de la metodología de Análisis Costo Beneficio (ACB). Este enfoque metodológico busca identificar y valorar la totalidad de efectos económicos resultantes de la futura aplicación de la regulación ambiental.

Este documento de difusión explica la metodología en el contexto de lo solicitado en la Ley a través de siete etapas (que a su vez se subdividen en 29 pasos). Se analizan también las ventajas y desventajas de utilizar este enfoque para resolver el análisis de los impactos de los planes y las normas.

Los pasos sugeridos para estimar los costos y los beneficios de los planes y las normas ambientales son los siguientes:

### ***Definición del problema y de los alcances de la evaluación***

1. Definir la regulación y los instrumentos que se implementarán
2. Definir la regulación, los instrumentos y el ámbito territorial en donde serán activas
3. Identificar los principales agentes involucrados
4. Definir las respuestas esperadas de los agentes afectados como consecuencia de la regulación
5. Identificación preliminar de impactos económicos, metodologías y requerimientos de información
6. Delimitar el análisis: acotar los agentes y las áreas geográficas que serán consideradas en el Análisis General del Impacto Económico y Social
7. Grado de profundidad, simplificaciones y agregaciones del estudio
8. Supuestos importantes que se utilizarán

### ***Definición de la situación base***

9. Diagnóstico de los emisores y los agentes afectados por el problema ambiental a regular
10. Definición de la situación base actual
11. Definición de la situación base proyectada
12. Análisis de sensibilidad

### ***Definición de las opciones a evaluar***

13. Definición de opciones para las fuentes
14. Definición de escenarios

### **Identificación de los impactos**

15. Identificación de los impactos ambientales
16. Identificación de impactos económicos
17. Determinación de impactos relevantes

### **Análisis de los costos**

18. Costos de cumplimiento de las firmas reguladas
19. Costos para el regulador
20. Costos indirectos

### **Análisis de los beneficios**

21. Evaluación de los beneficios en salud
22. Evaluación de beneficios en ecosistemas
23. Evaluación de otros beneficios

### **Evaluación económica.**

24. Elección del enfoque de decisión
25. Agregación de costos y beneficios
26. Elección de los indicadores relevantes
27. Elección de la tasa de descuento
28. Análisis de la incertidumbre
29. Análisis de los aspectos distributivos

La última parte del documento se dedica a revisar seis casos en los cuales se ha utilizado este enfoque para evaluar el impacto económico y social de planes y normas. Se revisan los casos de los planes de descontaminación de las fundiciones de cobre de Caletones y Potrerillos para los contaminantes SO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub>, la norma de emisión de arsénico para las fundiciones de cobre y oro, la norma de emisión de RILES a los sistemas de alcantarillado, la norma de emisión de residuos líquidos a cuerpos de aguas superficiales y la norma para regular la contaminación acústica de fuentes fijas.

A modo de conclusión el uso de el enfoque metodológico del análisis costo beneficio es una herramienta poderosa para descubrir, dimensionar y comparar las ventajas y desventajas ambientales, económicas y sociales de implementar normas de emisión y de calidad y planes de descontaminación y prevención. Las limitantes que la literatura señala y que se observan en la experiencia local, se refiere a la gran cantidad de información y recursos requeridos para valorar económicamente la totalidad de los impactos, los problemas con impactos que se manifiestan en el largo plazo y con aquellos que tienen un componente *no monetario* muy grande, como los efectos sobre aspectos culturales y sobre los valores de no uso de los bienes.

Estos antecedentes permiten señalar que el análisis costo beneficio es un buen esquema básico para el análisis de los impactos de los planes y las normas, y que en algunos casos complementado con otro tipo de análisis social, dan información útil para las decisiones en materia de regulación ambiental.

La metodología que se presenta en este documento corresponde al producto final del estudio "Análisis y Desarrollo de Metodologías de Evaluación Económica para Planes de Descontaminación y Normas de Calidad Ambiental" realizado para CONAMA por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, con fondos del proyecto CONAMA-BIRF y finalizado en el año 1997.

Este trabajo pretende servir de guía en el desarrollo de los estudios relacionados con efectos económicos y sociales de planes y normas ambientales a los equipos responsables de su elaboración al interior de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), así como a los consultores o profesionales encargados de generar la información de apoyo. No obstante la orientación específica hacia estos dos tipos de instrumentos de regulación ambiental, es una guía útil para orientar el análisis de los impactos económicos de otros tipos de instrumentos de gestión ambiental.

El modelo metodológico que se profundiza en este documento es el "Análisis de Costos y Beneficios", que se presenta a través de un procedimiento de siete etapas terminando en una comparación de los costos con los beneficios de aplicar el Plan o la Norma en estudio. Idealmente se llegará a una cuantificación completa de estos impactos económicos, pero la realidad está más cerca de obtener resultados que reflejarán sólo una parte de los costos y de los beneficios. Frente a esta carencia de información, el documento da sugerencias de cómo analizar y expresar los resultados para que sean útiles en la toma de decisiones.

Este tipo de documento es por definición general, ya que intenta ofrecer una metodología aplicable a muchos casos posibles. Sin embargo, una dificultad es que cada plan o norma es un caso particular en cuanto a los tipos de impactos que se requieren evaluar, a la relevancia de lo económico dentro de la discusión, al nivel de agregación del problema (por ejemplo un plan para una industria versus una norma que afecta a miles de fuentes) o en cuanto a disponibilidad de información. En este sentido, se intenta ayudar a pasar de lo general a lo particular, mediante la introducción de algunos ejemplos recogidos de la literatura internacional y un capítulo final que sintetiza un conjunto de casos analizados en nuestro país por la Unidad de Economía Ambiental y el Departamento de Descontaminación, Planes y Normas, ambos de CONAMA entre los años 1996 y 1998.



# I. ANTECEDENTES PARA EL ESTUDIO DE LOS EFECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE PLANES Y NORMAS AMBIENTALES

---

Antes de entrar en el estudio detallado la metodología de Análisis de Costos y Beneficios (ACB), es necesario entregar algunos antecedentes respecto de lo establecido en la legislación ambiental chilena en relación con los análisis de impactos económicos y sociales, para luego caracterizar y dar los fundamentos económicos de la metodología de Análisis Costo Beneficio.

## i. Requerimientos legales

La Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, establece que dentro del proceso de elaboración de una norma de calidad o de emisión, debe considerarse una etapa de análisis técnico y económico (artículos 32 y 40). En el caso de los planes de prevención y de descontaminación, la citada Ley señala que dichos instrumentos deberán contener “la estimación de sus costos económicos y sociales” (art.45, letra g)).

Los reglamentos que establecen los procedimientos a seguir para fijar normas y planes consideran una etapa dentro del proceso destinada a elaborar un análisis técnico y económico. En el artículo 15, inciso 2º, del Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión<sup>1</sup>, se señala las características que debe tener el *Análisis General del Impacto Económico y Social*<sup>2</sup> del anteproyecto en elaboración: “... dicho estudio deberá evaluar los costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas; los costos y beneficios a el o los emisores que deberán cumplir la norma; y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma.”

En el caso de los planes de prevención y descontaminación, el artículo 7º, letra f), del Reglamento que Fija el Procedimiento y Etapas para Establecer Planes de Prevención y Descontaminación<sup>3</sup>, señala que dentro de la etapa de estudios científicos previos a la dictación del anteproyecto, el Director Ejecutivo de la

---

<sup>1</sup> Decreto Supremo N° 93 de 1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

<sup>2</sup> Nombre que los reglamentos de Planes y Normas le dan al estudio.

<sup>3</sup> Decreto Supremo N° 94 de 1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

CONAMA encargará, entre otros antecedentes, una estimación del impacto social y económico de la utilización de los instrumentos de gestión ambiental y de estímulo al mejoramiento ambiental que pudieran utilizarse.

Luego, y una vez finalizado los estudios científicos, el artículo 8° señala que "...el Director (Ejecutivo) encargará un *análisis general del impacto económico y social del plan*, que deberá ser evacuado en un plazo de cuarenta días."

En relación con los contenidos de los planes de descontaminación, el artículo 15, letra j), señala que deberá contener "la estimación de sus costos y beneficios económicos y sociales, desde el punto de vista de la población, ecosistemas o especies protegidos; de los emisores y el Estado."

Finalmente, el artículo 17, letra g), señala la misma exigencia precedente, pero ahora referido a los contenidos de los planes de prevención.

Otras menciones en la legislación relacionadas con aspectos relativos a impactos económicos y sociales de estos instrumentos, corresponde a lo señalado en siguientes artículos:

- Art. 34, letra e), en donde se plantea que para las normas de emisión, los estudios preparatorios deben dar cuenta de "las tecnologías aplicables a cada caso y un análisis de la factibilidad técnica y económica de su implementación."
- Art. 37, en donde se expresa que la revisión de las normas vigentes "deberá sujetarse a criterios de eficacia de la norma en cuestión y de eficiencia en su aplicación". Es posible en este caso entender, que una forma de evaluar la eficiencia, puede ser a través del estudio de la efectividad y de los impactos económicos y sociales que ha significado alcanzar dichos resultados.

Según lo visto, la ley y los reglamentos dejan abierto el uso específico que se le debe dar a los estudios y antecedentes de índole económico y social, en particular los resultados del Análisis General del Impacto Económico y Social (en adelante también AGIES). No obstante, y en términos generales, se puede afirmar que para una buena decisión de política es útil contar con información relacionada con los efectos esperados o potenciales que dicha decisión produce. Lo que se plantea es incorporar información sobre impactos económicos y sociales, es decir abarcar nuevos ámbitos adicionales a los estrictamente ambientales que motiva la elaboración de las normas y los planes.

En síntesis, y en el contexto de la elaboración de una norma o plan ambiental, es posible indicar a lo menos cuatro usos generales para los estudios y antecedentes de carácter económico y social a partir de los descrito en la legislación:

- Como criterio de eficiencia para decidir los instrumentos a ser implementados dentro de un plan de prevención o descontaminación. Por ejemplo, privilegiando en las etapas iniciales de vigencia de un plan aquellos



instrumentos que se presume tendrán una alta eficacia en reducir emisiones y bajos costos de implementación y operación;

- Como criterio, entre otros, para definir las metas de un plan de prevención o descontaminación;
- Como criterio de eficiencia en la revisión de las normas ambientales;
- Como criterio de diseño en las normas de emisión, a través del análisis de la factibilidad técnica y económica.

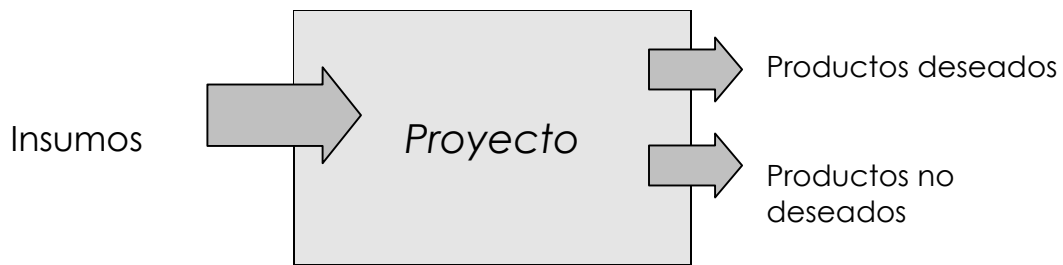
Los antecedentes que resulten de estos estudios y análisis económicos y sociales estarán orientados, en primer lugar para los responsables de la formulación de estos instrumentos, pero también, al ser este un documento de carácter público, de informar a los potencialmente afectados con dichas regulaciones de los impactos o efectos que se espera generar en el medio en que ellos se desenvuelven.

## ii. Definiciones básicas

Los reglamentos plantean el tema del análisis de los impactos económicos y sociales de planes y normas, definen el ámbito de los asuntos a considerar y usos generales dentro del contexto de la formulación de estos instrumentos. Estos cuerpos normativos también dejan abierto como realizar dichos estudios o análisis. El presente capítulo presenta una definición operativa para impacto económico e impacto social, para luego establecer los alcances que puede tener el análisis o estudio de éstos a lo largo del procedimiento de dictación de estas regulaciones.

A modo de definición operativa, **el análisis del impacto económico** se entenderá como la manera de conocer las consecuencias que genera una determinada acción (regulación, ley, invención tecnológica, instrumento económico) en la totalidad del sistema económico, concentrándose en el todo o en alguna de sus diversas partes. Los impactos económicos de un proyecto (en este caso un proyecto de norma o plan) corresponden a todos los efectos posibles de determinar que resultan de dicha acción en el sistema, y que tengan una expresión económica. De un modo sintético, los impactos incluyen el consumo de insumos o recursos requeridos para cumplir con el proyecto y los productos (deseados y no deseados) del mismo. La figura que sigue grafica lo anterior.

**Figura 1:** Impactos económicos de un proyecto



Los **costos** y **beneficios** corresponden a una expresión económica de los impactos que el proyecto traerá sobre la sociedad. Los **beneficios** corresponderán a los impactos positivos, que vienen dados por un incremento en la cantidad o en la calidad de bienes y/o servicios que generan una utilidad positiva, o por una reducción del precio de mercado de los mismos. Los **costos**, por su parte, corresponden a los impactos negativos, los que vienen dados por una reducción en la cantidad o en la calidad de los bienes y servicios que generan una utilidad positiva o por un aumento del precio de los mismos. También es un costo el uso de insumos requeridos para cumplir con la regulación.

El ejercicio de conocer los costos y beneficios de un proyecto, puede hacerse midiendo en la totalidad del sistema o en las partes que sean relevantes. En definitiva, un proyecto será preferido en términos de eficiencia económica si como consecuencia de su implementación se aumenta el bienestar de la sociedad, que en este caso corresponderá a maximizar los **beneficios netos** (beneficios menos costos).

A partir del análisis de estos efectos inmediatos es posible conocer también otros impactos económicos secundarios o indirectos, por ejemplo, intentar conocer el impacto en la tasa de crecimiento del país como resultado de una regulación ambiental, o hacer un seguimiento del efecto en determinadas variables económicas relevantes tales como la tasa de desempleo, la tasa de cambio tecnológico, el crecimiento de un sector industrial determinado, etc. En este caso, los resultados obtenidos de un análisis de los efectos directos entran como variables a otros modelos que permiten concluir en estas líneas.

Con respecto al **análisis de impacto social**, se pueden dar tres interpretaciones, que dependen de las características de los impactos esperados y del problema ambiental que se busca resolver a través del Plan o Norma:

- Que el impacto social corresponde a los impactos económicos descritos desde el punto de vista de toda la sociedad, y no solamente desde el punto de vista de los agentes privados (diferencia entre la evaluación privada y social de un proyecto);
- Que se consideren no sólo los efectos en la eficiencia analizados en el impacto económico, sino también en la equidad (efectos distributivos); y

- Que se consideren los impactos sociales propiamente tales, como efectos en el mercado laboral, pérdida de competitividad de las empresas, pérdida de tradiciones locales, el deterioro en la calidad de vida o efectos sobre la capacidad de negociación de las organizaciones comunitarias, entre muchos otros.

Cual interpretación se asuma dependerá también de la información existente y de los temas que es necesario considerar para una decisión adecuada en relación con la Norma o Plan en estudio.

### **Nivel de Agregación y Énfasis del Análisis**

Como se ha descrito, el análisis de los impactos económicos y sociales puede enfocarse desde un punto de vista agregado (o total, esto es observando los efectos totales pero no sus partes) o hacerlo estudiando sólo aquellas partes que realmente se modifican por la regulación (en este caso se asume que la suma de las partes analizadas coincide con el total). En ambos casos se debe tener claridad de los límites del proceso objeto del estudio y las dependencias ambientales y económicas de otros procesos o actividades, **ya que siempre el análisis debe ser un buen reflejo de la totalidad de los efectos para la sociedad.**

La decisión de profundizar en algunos aspectos parciales por sobre otros se entenderá como el *énfasis del análisis*, y el hecho de observar los impactos desde un punto de vista local o macro como *nivel de agregación*. Cuál énfasis se dé dependerá de la regulación que se esté elaborando, la información y los recursos disponibles. Respecto del nivel de agregación podemos estudiar el impacto económico y social considerando como unidad de análisis el país o una localidad específica, que dependerá también de los tipos de impactos que nos preocupen en cada una de las regulaciones.

En síntesis, el sentido que debe adquirir el análisis de los impactos económicos y sociales a través del enfoque, los énfasis y niveles de agregación, es que permita presentar de manera simplificada antecedentes sobre la totalidad de los impactos que genera la aplicación de la regulación en estudio, para los tomadores de decisiones y todos los que deban opinar en torno a la regulación.

### **iii. Análisis de Costos y Beneficios**

Este documento describe una metodología de **Análisis Costo Beneficio** (en adelante también ACB), que es la base que se ha sugerido para elaborar los Análisis General del Impacto Económico y Social de los planes y normas (o simplemente AGIES), como también dar un marco metodológico para responder a los diferentes requerimientos de índole económico social antes señalados. Esta

metodología se centra en el problema de los *impactos económicos directos* y en el de la *eficiencia*, a través de analizar los costos y beneficios económicos. No obstante, a partir de estos resultados se pueden obtener indicaciones de otros tipos de efectos como los distributivos, económicos indirectos o sociales.

**El ACB, como su nombre lo indica, “implica medir, adicionar y comparar todos los beneficios y todos los costos de un proyecto o programa público particular”** (Field, 1995). Esto requiere, para considerar y hacer operaciones con la totalidad de los costos y beneficios, necesariamente la cuantificación de dichos efectos.

La idea central del análisis en el contexto de los planes y normas (P&N) es determinar, antes de aplicar la regulación, si como fruto de ésta existirá una mejoría en la eficiencia económica, que en primera instancia significa que los beneficios totales superan a los costos totales, expresándolo en *Valor Presente Neto*. Este concepto, que se detalla más adelante, permite corregir el hecho que los costos y beneficios usualmente aparecerán en diferentes momentos a lo largo del periodo de la evaluación, y por lo tanto no son comparables directamente. Para hacerlo, se debe “actualizar” todas las cifras a través del uso de una *tasa de descuento*.

El análisis se hace comparando los costos y beneficios de dos situaciones hipotéticas futuras. La primera se conoce como situación *sin* proyecto o situación base, que es lo que ocurrirá sino se implementa el P&N en estudio, y la situación con proyecto regulatorio. Para realizar la comparación de estas dos situaciones futuras, se deben desarrollar las siguientes etapas:

- **Definición del problema y alcances de la evaluación.** Se establece en forma clara el problema ambiental que se aborda y las características y alcances de la regulación en elaboración. Además se debe establecer con precisión los énfasis, niveles de agregación, límites temporales o geográficos y otros supuestos relevantes del estudio de los costos y beneficios que se realiza.
- **Definición de la situación base.** Corresponde a describir el estado actual y lo que ocurrirá si no se aplica la regulación en estudio. Es un paso muy importante pues los impactos de la regulación se expresarán como “impactos incrementales” en relación con la situación aquí definida.
- **Definición de las opciones a evaluar.** En esta etapa se definen dos grandes aspectos que permiten construir la situación con regulación: precisar los aspectos específicos de la norma (por ejemplo los plazos, los valores según tipo de fuentes) o plan (por ejemplo los instrumentos que se están proponiendo o que se desea evaluar alternativamente) y las opciones o respuestas que asumirán los primariamente afectados (fundamentalmente emisores y Estado) por la regulación en evaluación.
- **Identificación de impactos.** En este paso se identifican los impactos de índole económico, social y ambiental en los diferentes actores, fundamentalmente las empresas, el Estado, las personas, los ecosistemas y recursos naturales en

general. Interesa también poder seleccionar aquellos relevantes que serán tratados en profundidad en las siguientes etapas.

- **Evaluación de los costos.** Se determinan los costos incrementales, en relación con la situación base, de las opciones propuestas para el conjunto de actores relevantes de la regulación.
- **Evaluación de los beneficios.** En esta etapa se identifican y valoran en términos económicos los cambios en el medio ambiente, actividades productivas y demás actores, que constituyen beneficios económicos desde un punto de vista social.
- **Evaluación económica.** Se desarrolla la comparación de los costos y beneficios de la aplicación del plan o norma. Se establecen indicadores de comparación, se pueden evaluar opciones y escenarios diferentes, se puede incorporar la incertidumbre, entre otras, con el objeto de informar de mejor manera los efectos de la aplicación de la política en cuestión.

El ACB entrega, en definitiva, un valor total de costos y de beneficios para el conjunto de la sociedad de aplicar una regulación. Esto permite, entre otros resultados:

- Ayudar a determinar, en conjunto con otros antecedentes, cuál es la meta que se quiere llegar con una regulación, en particular en planes y normas de emisión, fijándola por ejemplo en el punto que se igualen los costos y beneficios (para el caso que se cuantifique la totalidad de estas cifras);
- Comparar distintas acciones regulatorias o instrumentos para resolver un problema ambiental determinado, utilizando como criterio los costos y los beneficios;
- Reducir la posibilidad de error en la fijación de una regulación;
- Priorizar acciones regulatorias, por ejemplo en el contexto de los planes de descontaminación o en la priorización anual de normas, elaborando primero las de mayores beneficios netos o aquellas más costo efectivas;
- Evaluar ex post la eficiencia de una medida regulatoria, como en la revisión periódica de las normas.

La determinación de los costos y beneficios, en la práctica, no es fácil y no está exenta de controversias. La dificultad de conseguir toda la información que hable de los impactos hace que, en general, sólo se pueda aplicar el análisis parcialmente, lo que puede sesgar los resultados de la evaluación. Esta falta de información, que es natural en proyecciones de impactos, se traduce en existencia de incertidumbre y la necesidad de analizarla; así como también se requiere analizar los posibles sesgos que tengan los resultados obtenidos.

Un tema particularmente delicado se refiere a la equidad intra e intergeneracional, en donde la metodología puede sesgar el resultado beneficiando a grupos de mayores ingresos en desmedro de aquellos de menores ingresos, y a las generaciones actuales en desmedro de las futuras. Esto radica en supuestos inherentes a la valoración económica de impactos y a la aplicación de tasas de descuento para actualizar flujos futuros de costos o beneficios. No obstante, estos asuntos son posibles de explicitar en el ejercicio para facilitar la interpretación y comprensión de los resultados.

Un último tema de cuestionamiento al ACB es que, en ciertas casos, al reducir el problema ambiental a un problema de óptimos económicos, se dejan de lado consideraciones no económicas que son relevantes, como aspectos éticos asociados a la protección de los recursos.

### **Análisis Costo Efectividad**

Existe un análisis alternativo al ACB que permite soslayar la parte de valoración de beneficios, que corresponde a una de las áreas de mayor dificultad en los análisis de regulaciones ambientales, expresando la totalidad o una parte de los impactos positivos resultantes de la norma o plan sólo en términos físicos. Este enfoque, conocido como Análisis Costo Efectividad (en adelante también ACE), puede ser considerado un análisis de impacto económico y social, en la medida que describe los impactos positivos y negativos relevantes resultantes de la regulación, expresándolos tanto en términos físicos como económicos. Se considera un subconjunto del ACB dado que se utilizan los mismos criterios generales para su desarrollo, en particular lo relacionado con la valoración de los costos, y los primeros pasos de la valoración de beneficios, en particular la identificación y cuantificación de impactos físicos.

Los resultados del ACE son útiles en los casos en que se ha fijado una meta ambiental (por ejemplo un valor de norma de calidad o el plazo para el cumplimiento de un plan de descontaminación) en base a consideraciones no económicas, como argumentos científicos o técnicos, tecnológicos, políticos, sociales o éticos. En este caso, el sentido del ACE puede ser la discusión de opciones y escenarios que permitan cumplir con el objetivo con la menor pérdida de bienestar para la sociedad, que usualmente implica el menor costo monetario.

Se recomienda este enfoque cuando:

- La meta es conocida y lo que se busca es determinar las alternativas más eficientes de reducción para cumplirla.
- Todas las alternativas analizadas rinden beneficios similares.
- No es posible estimar los beneficios con algún grado aceptable de precisión.

## **iv. Fundamentos Económicos del Análisis de Costos y Beneficios (ACB)**

El análisis costo beneficio se fundamenta en la microeconomía tradicional y particularmente en la teoría del bienestar. En este capítulo se entregan algunos de los fundamentos y conceptos básicos de economía en que descansa esta evaluación.

### ***Economía y Medio Ambiente***

El funcionamiento de la actividad económica (tanto producción como consumo) impacta directamente el medio ambiente, a través de la generación de residuos o el uso de los recursos naturales. Esto trae consecuencias sobre los sistemas ecológicos y al hombre a través de los servicios directos que le presta: aire, agua, alimentos, servicios recreativos, paisaje, etc.

La reducción de los impactos pasa necesariamente por reducir la producción o el consumo, el reciclaje, evitar físicamente la generación de impactos o el mejoramiento de los atributos de los bienes y servicios desde un punto de vista ambiental.

Pero surge la inquietud social de cuáles serán los límites a la generación de impactos, y luego, de qué manera lograr los objetivos de protección del medio ambiente. La ciencia económica pasa a jugar un rol relevante que permite ayudar a responder estas preguntas, enfocándose en el hecho de que las reducciones de los impactos tienen beneficios para la sociedad, pero también importantes costos tanto en el presente como en el futuro.

Desde el punto de vista económico, el medio ambiente es un conjunto de recursos más que debe ser asignado eficientemente a través del tiempo de modo de maximizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Ello implica determinar: la calidad y cantidad de servicios ambientales que deben consumirse en el presente y aquellos que deben traspasarse hacia las futuras generaciones; el capital crítico que no puede ser sustituido y cuya utilización en exceso puede llevar a la extinción; y las reglas o normas que conduzcan al sistema económico hacia los objetivos planteados. Esto último corresponde al campo normativo de la economía y que en el área ambiental pertenece a la regulación ambiental.

### ***El Mercado***

El mercado, como sistema económico, es una forma de obtener una asignación eficiente de recursos económicos escasos. Para ello se utiliza un sistema de decisiones descentralizado donde el elemento central es el sistema de precios, el cual refleja el valor de escasez de los bienes y servicios. Por ejemplo, el equilibrio en un mercado hipotético se puede representar en la figura 2, mediante curvas de oferta y demanda.

La curva de demanda está determinada por el precio del bien, las preferencias de los consumidores y el ingreso que tienen disponible para comprarlo. Cada punto de esta curva representa la disponibilidad a pagar por distintas cantidades del bien. El área bajo esta curva es un indicador del bienestar asociado al consumo de distintas unidades. Por ejemplo para las unidades  $OX_o$  el máximo monto a pagar, dado el ingreso, es el área  $OX_oBA$ , y corresponde al bienestar de este consumidor al comprar estas unidades. La curva de oferta representa el costo económico de producir cada unidad del bien, incluyendo el concepto de costo de oportunidad<sup>4</sup> (mano de obra, intereses, arriendo de maquinarias, compra de materias primas, etc.). El costo total de producir  $OX_o$  unidades, es el área  $OX_oB$ . El precio  $P_o$  corresponde al precio donde la oferta y la demanda se equilibran y en un mercado competitivo corresponde al llamado "precio de mercado". A ese precio los consumidores demandarán  $X_o$ . Estos requerimientos serán totalmente satisfechos por los productores quienes a ese precio ( $P_o$ ) estarán dispuestos a producir  $X_o$ .

¿Cuál es el beneficio neto para la sociedad de producir  $X_o$  unidades del bien?. Este corresponde a la diferencia entre el beneficio para los consumidores (área  $OX_oBA$ ) y el costo de los productores ( $OX_oB$ ). Esta diferencia es el área  $OBA$  y se conoce como excedente social y corresponde tanto a las utilidades de productores (área  $OBP_o$ ) como al beneficio (excedente) de los consumidores ( $P_oBA$ ).<sup>5</sup>

Si los mercados funcionarían perfectamente, el sistema de mercado permitiría maximizar este excedente social neto. En la figura 2, esto ocurre a un precio  $P_o$ . Si el precio fuese mayor, como  $P_1$  en la figura se consumiría menos ( $X_1$ ), por lo que los consumidores perderían bienestar. Parte de ese bienestar sería obtenido por los productores o por el Estado ( $P_oP_1$  ac). Sin embargo existiría una pérdida social que en la figura 2b correspondería al área  $abc$ . En este sentido cualquier fijación de un precio distinto al de equilibrio (por ejemplo usando un sistema de impuestos, de racionamiento o fijación de precios) conduciría a la pérdida de bienestar de los individuos.

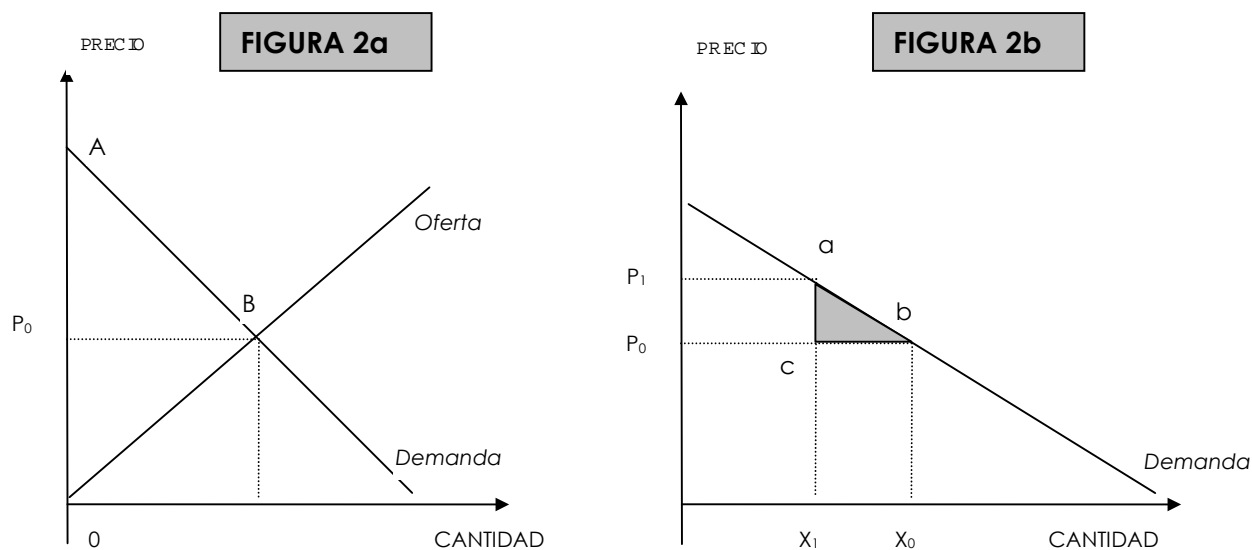
---

<sup>4</sup> El costo de oportunidad se define como el valor alternativo que tiene la utilización de los recursos escasos. Por ejemplo, el costo de oportunidad de estar leyendo estas líneas puede ser la dedicación del tiempo a otras actividades remuneradas.

<sup>5</sup> La idea es que el beneficio de tomar una bebida es mucho mayor que el precio que efectivamente se paga. Solo para el individuo que consume la última unidad (la unidad  $X_o$  en la figura) el beneficio es cero ya que lo que está dispuesto a pagar ( $P_o$ ) es igual a lo que le cobran ( $P_o$ ).



**Figura 2:** Demanda, oferta y excedente del consumidor



### **Fallas del Mercado**

El mercado no siempre asigna correctamente los recursos en una economía. Existen muchas situaciones en las cuales el mercado falla, ya sea porque las organizaciones de mercado son inadecuadas o porque los precios no reflejan los verdaderos costos y beneficios sociales de usar los recursos, o porque simplemente dada las características de los bienes no existe un mercado para ellos. Estos dos últimos puntos dan origen a las externalidades, bienes públicos y bienes de propiedad común, que son de suma relevancia en el análisis económico de los recursos naturales y el medio ambiente.

Además, la existencia de organizaciones inadecuadas como monopolios, oligopolios y monopsonios, conducen a niveles de producción distintos al óptimo y a precios que benefician a aquellos agentes que poseen el control de la producción, a costa del resto de la sociedad. Ello puede conducir a la existencia de una pérdida social equivalente al área abc de la figura 2b.

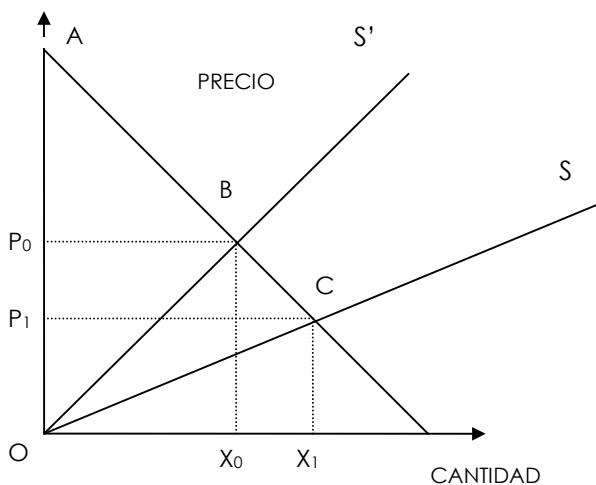
### *Externalidades*

La existencia de externalidades, impide que el precio refleje adecuadamente los costos y beneficios sociales. Se produce una externalidad cuando los agentes (consumidores o productores) no incorporan en sus decisiones los impactos (positivos o negativos) que estas pueden tener sobre otros agentes. Por ejemplo,

la congestión vehicular es una externalidad negativa, porque cuando un auto ingresa a una calle impone una demora adicional a los otros agentes que ya están en ella. Sin embargo en la decisión de entrar no se incorpora este impacto externo negativo. La contaminación provocada por la locomoción colectiva es otra externalidad, ya que el daño que ésta provoca en la salud de las personas no se incorpora en los costos de transporte. Además, la definición de externalidad requiere para que exista, que el agente afectado no reciba compensación por los daños recibidos (o inversamente pague por los beneficios recibidos, en caso que obtenga externalidades positivas).

Gráficamente, la externalidad se puede representar en la figura 3, la cual es similar a la figura 2, con la excepción que se incluyó una curva de oferta social ( $S'$ ) que incorpora tanto los costos privados de producción ( $S$ ) como los costos externos (sociales). Si se deja al mercado asignar este bien, no se incorporaría la externalidad por lo cual se producirían  $X_1$  unidades y se cobraría  $P_1$ . Si se incorporaran los costos externos la curva relevante sería  $S'$  por lo cual el equilibrio sería producir  $X_0$  a un precio de  $P_0$ . Se concluye que en presencia de una externalidad negativa asociada a un proceso de producción o consumo, en un sistema de mercado se producirá o consumirá más que lo socialmente deseable.

**Figura 3:** Representación gráfica de externalidad



¿Por qué los productores o consumidores no incorporan voluntariamente esta externalidad? Hay varias respuestas. Una de ellas se refiere a la mala definición de los derechos de propiedad. Por ejemplo supongamos que hay dos personas en una sala. Una de ellas fuma y al hacerlo provoca una externalidad negativa al otro. La esencia del problema se produce porque el aire (medio por el cual se transmite esta contaminación) es un bien público libre<sup>6</sup> y si nadie prohíbe su uso,

<sup>6</sup> Varias personas pueden consumirlo simultáneamente y no se puede impedir que alguien lo haga.

los agentes lo usarán. Si se definiera el derecho de propiedad por aire limpio, la posible víctima no dejaría que se produzca la contaminación a no ser que exista una compensación (puede recurrir a la justicia para hacer valer su derecho). Si se define el derecho de propiedad como un derecho a contaminar, aquel que quiera respirar aire limpio tendría que pagar. La definición del derecho de propiedad puede permitir que mediante la negociación las partes lleguen a acuerdos sin necesidad de la intervención pública<sup>7</sup>.

### *Bienes Públicos y Bienes de Propiedad Común*

Muchos bienes y servicios ambientales tienen la característica de bien público. Esto se produce en primer lugar porque no existe **exclusividad** en su consumo, lo que significa que cualquier persona puede usar estos bienes sin mayores limitaciones. En segundo lugar, no hay **rivalidad** en su uso ya que varios individuos pueden consumirlo simultáneamente. En la figura 4 se muestran los bienes clasificados de acuerdo a estas dos características. Por ejemplo, aquellos clasificados en el cuadrante uno, cumplen las características tanto de exclusividad como de rivalidad y por ello generalmente son transados en el mercado.

Los bienes y servicios del cuadrante II, en que no se cumple el principio de exclusión, usualmente se llaman de propiedad común y su utilización conduce generalmente a la llamada **tragedia de los comunes**, es decir, a la sobreexplotación y a la sobreinversión en el sector. Este es el caso típico de las pesquerías comerciales, las cuales estando en un régimen de propiedad común son sobreexplotadas e incluso puestas en peligro de extinción. A pesar de ello muchos de estos bienes son comercializados en el mercado, pero el libre acceso a su explotación hace que su **valor de uso** sea nulo o muy bajo.

En el cuadrante III se encuentran los bienes que pueden ser consumidos simultáneamente por varios individuos, pero sobre los cuales es posible aplicar el principio de exclusión y por lo tanto generar un mercado. Ejemplos son los servicios recreativos como una playa, una piscina o un cuerpo de agua; visita a parques y otros servicios como puentes, caminos, etc. A estos bienes o servicios se les puede aplicar el principio de exclusión, cobrando una entrada o un peaje.

En el cuadrante IV, se encuentran los bienes llamados públicos "puros", en los cuales no se cumple ninguna de las dos características. En esta categoría se encuentran una parte importante de los servicios ambientales como biodiversidad, preservación de especies escasas, aire y agua limpia, visibilidad, etc.

---

<sup>7</sup> Esto se conoce como "mercado de Coase" o "solución de negociación", en honor al premio Nobel de Economía, Ronald H. Coase quien propuso esta solución de las externalidades

Los bienes que se encuentran en los cuadrantes II y IV poseen características que hacen imposible la existencia de un mercado, ya que no se puede controlar la entrada a él. Ello hace que además no tengan un precio explícito. La no exclusividad produce el fenómeno del *free rider* (o polizón), que hace que los individuos no tengan incentivos para cuidar estos bienes y servicios, ya que no pueden recuperar los beneficios de hacer inversiones en su cuidado o como producto de la buena utilización. La consecuencia es que el conjunto de individuos los sobreutilizará, sin que se manifieste la verdadera disposición a pagar de cada uno por este bien.

Otro problema que impide al mercado asignar recursos y servicios ambientales correctamente es la existencia de alta incertidumbre. Esta se da básicamente por el desconocimiento de las funciones ambientales de tales bienes y servicios, que hace que aún con un mercado funcionando, los efectos permanezcan desconocidos y no puedan ser reflejados en los precios. Otra consecuencia de la incertidumbre es que los servicios y recursos ambientales tenderán a explotarse con una visión de corto plazo, ya que en períodos mayores de planificación las incertidumbres, producto de lo complejo del análisis de impactos en el largo plazo, aumentan significativamente haciendo más difícil la toma de decisiones.

**Figura 4:** Ejemplos de bienes según características de *rivalidad* y

	<b>EXCLUSIVIDAD</b>	<b>NO EXCLUSIVIDAD</b>
<b>RIVALIDAD</b>	TRANSADOS EN EL MERCADO (PAN, CASAS, AUTOS, PRODUCTOS AGRICOLAS Y FORESTALES ENTRE OTROS) (I)	BIENES DE PROPIEDAD COMUN TALES COMO: PECES, AVES, ANIMALES SALVAJES Y AGUAS SUBTERRANEAS. (II)
<b>NO RIVALIDAD</b>	CARRETERAS, CAMINOS, TUNELES Y PUENTES CON PEAJES; PISCINAS Y PARQUES NACIONALES. (III)	PLAZAS PUBLICAS, DEFENSA NACIONAL, CONSUMO DE AIRE, BIODIVERSIDAD, ATMOSFERA Y VISIBILIDAD. (IV)

### ***El Valor Económico de un Bien***

Cuando los bienes son asignados en el mercado, el precio indica el valor de mercado del bien. Tal como se mostró en la figura 2, este precio refleja el valor de escasez y se determina por la intersección de las curvas de demanda y oferta, las

cuales reflejan las preferencias de los consumidores y los costos de producción o extracción respectivamente. Sin embargo, el precio solo refleja una parte de su valor total, ya que el beneficio de su consumo debe incluir además el *excedente del consumidor*, que en la fig. 2a corresponde al área ABPo.

En muchos tipos de bienes el precio es la parte más pequeña del valor, mientras que en otros es la parte más importante. Por ejemplo, si se compara el valor del agua con el valor de los diamantes, se observará que, dada una unidad de medida, los diamantes son mucho más caros que el agua, es decir, tiene un precio de mercado mucho mayor. La razón de ello es que el agua es un bien abundante y por ello tiene un precio bajo, mientras que los diamantes son muy escasos, lo cuál aumenta su precio. Sin embargo, el valor que la sociedad le asigna a las primeras unidades de agua es mucho mayor que el valor asignado a los diamantes, es decir, el excedente del consumidor asociado a un número cualquiera de unidades de agua debe ser mucho mayor que el excedente asociado a ciertas unidades de diamantes.

En resumen, el precio solo refleja el *valor de escasez* asignado en el mercado, **mientras que el valor total debe incluir el concepto de excedente del consumidor**. Estos dos conceptos dan origen a la llamada *disposición a pagar*, que corresponde al área bajo la curva de demanda de la fig. 2a (área OX<sub>0</sub>BA).

La medición del valor de los bienes y servicios ambientales mediante la *disposición a pagar*, **supone que los bienes tienen valor en la medida que éste se lo dan las personas**. Esta postura, que se fundamenta en una posición *antropocéntrica* respecto de los bienes y servicios ambientales, ha sido profundamente criticada por los partidarios de una posición más *ecocéntrica*, que en su extremo, plantea que la naturaleza no humana tiene valores intrínsecos y derechos morales, y por lo tanto, no requiere que la humanidad se los asigne<sup>8</sup>.

¿Qué hay detrás de la disponibilidad a pagar?, ¿Qué tipo de beneficios le asignan las personas al medio ambiente?. Todos los beneficios que le asignan las personas a un bien o servicio, y que se refleja en la *disponibilidad a pagar* por él, se conoce como el *valor económico total*. Generalmente el mercado refleja solo el *valor de uso* del bien, es decir el beneficio obtenido por los usuarios del bien. Por ejemplo, en el caso de un bosque, uno de los beneficios se refiere al uso de la madera extraída. Serán usuarios directos quienes estén dispuestos a pagar y que participan del mercado de la madera. Este valor llamado *valor de uso directo* es el que generalmente está detrás de la curva de demanda.

Sin embargo, muchas personas valoran los bienes aún cuando no participen directamente de él. Por ejemplo, el bosque tiene beneficios indirectos derivados de sus servicios ecológicos (erosión, filtración de agua, recreación, conservación de la biodiversidad, etc.). Aún si no hay un mercado por este tipo de servicios, sí

---

<sup>8</sup> Una discusión de diversas posiciones éticas y morales sobre este tema se encuentra en capítulo 15 de Pearce y Turner (1990); capítulo 2 de Turner, Pearce y Bateman, (1993).

existe un valor que debe ser incorporado. Este valor se conoce como *valor de uso indirecto*.

Otro tipo de valor que se incluye dentro del valor de uso es el *valor de opción*. Aún cuando no se utilice actualmente un bien, algunos individuos quisieran mantener abierta la opción de utilizarlo en el futuro. Por ejemplo, una persona aún sin haber estado nunca en un parque y por lo tanto sin haberlo usado, actualmente podría querer tener la opción de usarlo en el futuro y estar dispuesta a pagar por ello.

Un tipo de valor más complejo es el llamado **valor de no uso**. Este corresponde al valor inherente del bien y que no está relacionado con el uso actual o con la opción de usarlo en el futuro. Este tipo de valor está más relacionado con un tipo de posición ecocéntrica y según algunos autores estaría representado por la existencia de muchas instituciones ecologistas que aún cuando no usen el bien, están dispuestos a valorar su existencia.

El **valor de no uso** está relacionado con el *valor de existencia*. Este valor, que no ha sido definido claramente está relacionado con:

- La posibilidad de dejar el bien en herencia a las generaciones futuras.
- El altruismo por preservar el bien o servicio ambiental (por ejemplo una especie o un ecosistema).
- Los derechos morales y éticos que podrían tener las otras formas de vida.

En resumen el valor económico total de un bien corresponde a la suma del valor de uso directo , el valor de uso indirecto, el valor de opción y el valor de existencia.

## II. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS

---

El análisis de los costos y los beneficios corresponde a una evaluación social de un proyecto regulatorio, en el cual se busca valorar económicamente los impactos económicamente significativos de la aplicación de una regulación y expresarlos idealmente de manera cuantitativa. Esta metodología es coherente con otros métodos de evaluación utilizados en el sector público chileno y posee un sustento teórico importante. La metodología se presenta a través de siete etapas, que si bien tienen un orden lógico, en algunas situaciones no necesariamente se deben seguir en forma consecutiva.

Las siete etapas son las siguientes:

- Etapa 1. Definición del problema y de los alcances de la evaluación
- Etapa 2. Definición de la situación base
- Etapa 3. Definición de las opciones a evaluar
- Etapa 4. Identificación de los impactos
- Etapa 5. Evaluación de los costos
- Etapa 6. Evaluación de los beneficios
- Etapa 7. Evaluación económica

## ETAPA 1

### **Definición del problema y de los alcances de la evaluación**

---

Para realizar el análisis del impacto económico y social es necesario tener una definición clara de la regulación que se quiere proponer. En este sentido, los reglamentos señalan que el AGIES se hace al final o con posterioridad al proceso de elaboración del anteproyecto y cuentan con un plazo igual a 50 días para su ejecución. En la mayoría de los casos, la complejidad de la evaluación hace necesario iniciar el análisis con bastante anticipación, requiriendo conocer en las etapas iniciales del proceso los objetivos y alcances y los tipos de instrumentos que se aplicarán.

Además de definir las características generales de la regulación antes señaladas, es necesario iniciar algunas tareas de mayor envergadura que tienen que ver con las etapas posteriores del análisis. Específicamente se deben identificar en términos generales los tipos de impactos económicos y sociales que se espera tendrá la norma o plan, para definir la información que será necesario recopilar para la evaluación de costos y beneficios. Con esta descripción preliminar de la regulación, impactos e información requerida se está en condiciones de diseñar el proceso completo de AGIES.

En síntesis, la presente etapa debe iniciarse definiendo con la mayor precisión posible los tipos de instrumentos que se pretende aplicar y las características de ellos. Luego, se hace una primera discusión sobre los posibles impactos de la regulación de manera tal de poder diseñar el análisis. Con estos resultados se puede, por ejemplo, especificar los términos de referencia para un consultor de apoyo y/o decidir la conformación de equipos dentro del comité operativo para desarrollar las diversas parte del análisis. Además, es recomendable iniciar, por ejemplo, la recopilación de antecedentes sobre los impactos o sobre las tecnologías existentes para reducir la emisión.

#### Subetapa 1

### **Definición y alcances de la regulación y sus instrumentos**

Al iniciar la evaluación es necesario discutir las características y los alcances de la regulación bajo análisis. Para esto se sugiere que los organismos responsables de elaborarla promuevan esta discusión y logren ciertos grados de acuerdo en cuanto a los objetivos, los tipos de instrumentos que se aplicarán, los agentes a ser regulados y las respuestas esperadas de estos agentes.



Es probable que estos temas estén bien definidos al iniciar el proceso de análisis y no sean necesarias mayores discusiones. En otros casos, esta parte del proceso debe conducirse cuidadosamente para lograr consensos tempranos entre las partes involucradas.

Los temas a discutir en esta etapa son:

- Definir la regulación y los instrumentos que se implementarán
- Delimitar la regulación, los instrumentos y el ámbito territorial en donde serán activos
- Identificar los principales agentes involucrados
- Definir las respuestas esperadas de los agentes como consecuencia de la regulación

**Paso 1.** *Definir la regulación y los instrumentos que se implementarán.* Si bien en la mayoría de los casos ya se habrá decidido por una de las cuatro opciones de *regulación* (norma de calidad, norma de emisión, plan de descontaminación, plan de prevención), estas herramientas de gestión establecidas en la Ley (en particular los planes) pueden contener otras acciones o instrumentos necesarios de definir para realizar el análisis.

Se entiende por *instrumento, medida o acción* a todos aquel aspecto de la regulación que es relativamente independientes en su definición y que permite lograr objetivos específicos o que se complementan con otros para alcanzar los de la regulación mayor (norma o plan). Estos instrumentos pueden ser: los valores de una norma de emisión o calidad; un cronograma de reducción de emisiones; un plan de control de episodios críticos; un plazo para entrada en vigencia de una norma; un sistema de monitoreo para la fuente; un sistema de fiscalización para los organismos públicos responsables de esta tarea; un sistema de compensación de emisiones; un conjunto de restricciones para el ingreso de fuentes a una zona saturada o latente; un sistema de permisos de emisión transables; un cargo a una emisión; un impuesto a un producto; restricciones horarias de circulación o producción dentro de una zona saturada o latente; etc.

La aplicación de un *instrumento o medida*, se espera que genere una respuesta en quienes son los sujetos de dicha acción. En último término, las respuestas de estos agentes son las que corregirán el problema ambiental que motiva la intervención del Estado. En principio los agentes son el o los emisores a ser regulados, los organismos fiscalizadores y responsables del seguimiento de la regulación por parte del Estado y las poblaciones y/o recursos naturales o ambientales a proteger. Generalmente las respuestas implican costos y beneficios para sí y para los demás agentes.

En el caso de la norma de emisión, comúnmente contiene como *acciones* los valores o niveles máximos permitidos de emisión (que pueden ser únicos para todo el país y todas las fuentes, o discriminar por zona o cuerpo receptor o por

tamaño o tipo de planta industrial), exigencias en monitoreo y fiscalización y exigencias diferentes a las fuentes nuevas de las existentes en cuanto a plazos o niveles permitidos de emisión. Un plan de descontaminación conlleva normalmente una o más normas de emisión, exigencias a las fuentes nuevas que ingresan al área, exigencias en monitoreo de emisión y calidad y desarrollo de modelos que relacionen estas variables, y medidas para controlar episodios críticos.

El paso 1 de la elaboración del AGIES concluye con el establecimiento de los tipos de instrumentos que se piensan aplicar en el contexto de la regulación. Es posible que no se genere un consenso en esta materia al principio, y que queden algunos instrumentos cuya decisión esté pendiente a la espera de nuevos antecedentes. Estos instrumentos o medidas potencialmente aplicables se sugiere incorporarlos en esta etapa, y eventualmente evaluarlos como escenarios regulatorios opcionales.

Del mismo modo, en este paso es necesario tener una idea general de los rangos de valores o las especificaciones generales que podrían tener dichos instrumentos o medidas. Por ejemplo, los rangos de valores que podría tomar una norma de emisión o el plazo de entrada en vigencia. En la medida que se avanza en la evaluación se requiere ir definiendo los valores y caracterizando con mayor grado de precisión los instrumentos o medidas, de manera de lograr una evaluación de los impactos lo más cercana posible a la realidad. Para la etapa de Evaluación de Costos y Beneficios (etapas 5 y 6 respectivamente) se requiere la mayor precisión, o en su defecto un rango muy estrecho de posibilidades.

**Paso 2.** *Delimitar la regulación, los instrumentos y el ámbito territorial en donde serán activas.* Complementariamente a la identificación de las acciones regulatorias contenidas en una norma o plan, es necesario especificar los límites temporales y espaciales que tendrán estas acciones. Al discutir los límites y el ámbito de aplicación se puede establecer aquellas zonas, tipos de fuentes o períodos de tiempo en los cuales la regulación estará plenamente funcional o activa. En síntesis, es necesario responder a preguntas sobre los plazos de entrada en vigencia de estas acciones, las áreas en donde se aplicarán y a que tipos de fuentes afectará.

**Paso 3.** *Identificar los principales agentes involucrados.* Los agentes que ordinariamente están involucrados de manera directa en las regulaciones, para efectos de analizar los impactos que éstas generan, son el o los emisores, el o los organismos fiscalizadores y encargados de hacer seguimiento y evaluación del plan o de la norma, las poblaciones y recursos naturales o ambientales que se afectan actual o potencialmente con los contaminantes en estudio. Puede ocurrir que otros agentes se vean envueltos de manera indirecta para lograr el objetivo perseguido en la regulación, por ejemplo laboratorios de medición que

deban desarrollar metodologías nuevas, o la participación de organismos públicos que certifiquen la calidad de alguna sustancia o equipo.

En esta etapa se requiere identificar con claridad los agentes primaria o directamente afectados, así como identificar aquellos otros agentes que se verán involucrados de manera indirecta, que en términos generales pueden ser otras actividades económicas relacionadas con las del emisor (proveedores, compradores, competidores), actividades económicas localizadas en las áreas geográficas afectadas por la regulación, otros recursos ambientales distintos del que se está regulando, etc.

**Paso 4. Definir las respuestas esperadas de los agentes afectados como consecuencia de la regulación.** Una vez definida la regulación e identificado los agentes involucrados de manera directa conviene discutir y definir la o las formas en que cada uno de estos agentes responderá ante las exigencias. La forma puede ser, en el caso del emisor, la inversión en tecnologías de descontaminación, modificar los procesos, el movimiento de la fuente o algunas partes de los procesos o actividades a áreas no afectas por dichas exigencias (por ejemplo los campamentos de población). Esta primera definición de respuestas se restringe a aquellas que son técnica y legalmente factibles.

Es útil que los cuatro pasos antes descritos sean elaborados con participación del Comité Operativo o las personas directamente involucradas en la elaboración del P&N.

De esta primera subetapa, se sugiere incorporar en el documento final del AGIES lo que corresponde a la definición y caracterización de los instrumentos o medidas (pasos 1 y 2). El resto de los antecedentes (la identificación de los agentes y las posibles respuestas de ellos) se irán profundizando en los capítulos siguientes por lo cual no es necesario introducirlos aún en el texto.

## **Subetapa 2 Límites, características y diseño del AGIES**

Una vez identificado en la etapa anterior la regulación, los instrumentos y las características de ellos, se está en condiciones de diseñar el análisis de los impactos económicos y sociales.

En esta etapa se discute la información y otros recursos con que se cuenta y las metodologías aplicables, para así definir los límites o alcances de la evaluación.

Los pasos de esta subetapa son los siguientes:

- Identificación preliminar de impactos económicos, metodologías y requerimientos de información
- Principales agentes que serán considerados en el AGIES
- Grado de profundidad que se le dará al estudio
- Tipos de agregaciones que se emplearán
- Supuestos más importantes que se utilizarán
- Aspectos de la regulación sobre los cuales se espera niveles de disenso importantes.

**Paso 5.** *Identificación preliminar de impactos económicos, metodologías y requerimientos de información.* Una vez caracterizada la regulación y sus componentes es posible hacer una revisión inicial de las respuestas y/o impactos que generará en los agentes que se vean involucrados por ella. Luego, se deben identificar cuáles son las metodologías aplicables para estimar en términos cuantitativos la magnitud de estos impactos y la posibilidad de valorarlos en términos económicos. Este antecedente, junto con la realización de un levantamiento de información que tenga relación con los impactos esperados, determinará aquellas aspectos que son posibles de ser introducidos en el análisis.

Frente a la ausencia de información o vacíos, a través de estudios específicos o mediante la búsqueda por métodos indirectos es posible obtener dichos antecedentes. El objetivo de esta etapa es determinar si está o no la información disponible para informar adecuadamente de los impactos de la regulación, y en particular de las materias sensibles o conflictivas. Mientras antes se establezcan las disponibilidades y vacíos en el proceso de dictación de una regulación mayores posibilidades habrá de suplir dicha deficiencia.

**Paso 6.** *Delimitar el análisis: acotar los agentes y las áreas geográficas que serán consideradas en el AGIES.* Excepto en aquellos casos en que la regulación es altamente específica o acotada espacialmente (por ejemplo en un plan de prevención para una zona impactada por una sola fuente), el análisis es susceptible de ser restringido en cuanto a zonas geográficas o para un tamaño o tipo de fuentes emisoras específicas.

Por ejemplo, si un porcentaje importante de los emisores afectados por una norma se encuentran en un pequeño número de ciudades, el análisis se puede realizar sólo en estas áreas para luego extrapolar al resto del territorio o señalar que el estudio será válido para una fracción relevante del universo afectado. La decisión de restringir el ámbito del análisis permite simplificar el estudio sin perder validez en sus estimaciones, y evitar tener que hacer excesivas simplificaciones o supuestos en caso que se esté trabajando con un grupo muy heterogéneo y disperso de fuentes.

Otro criterio para acotar el ámbito de la evaluación es el área en donde se conoce que el incumplimiento inicial (fuentes que una vez dictada la norma incumplirán debiendo definir estrategias para alcanzar los valores) será mayor. De este modo se concentra el estudio en las áreas que representan la fracción que efectivamente se verá impactada positiva o negativamente por la regulación.

Es posible que se hayan identificado algunos impactos sobre los cuales hay disensos importantes y que son posibles de evaluar. En esta etapa se puede establecer como criterio el análisis detallado de los efectos que generan un grado importante de conflicto u otro motivo de índole sociopolítico. Esta profundización se hace en desmedro de otros aspectos menos conflictivos o poco relevantes. Para los restantes impactos se recomienda siempre su análisis aunque sea de un modo más general.

Debe considerarse en la evaluación de los impactos el criterio de calidad de la información disponible para realizarla. Aspectos como la confiabilidad y el grado de actualización o validez, permite optar entre métodos diferentes que reflejan el mismo fenómeno, pero cuya información posee atributos de calidad diferentes. En términos generales, los antecedentes que suelen requerirse corresponden a datos de diversas materias, tanto físicos, químicos, económicos y sociales, así como modelos que expliquen relaciones relevantes entre ellos.

Por último, frente a un universo homogéneo de emisores o población afectada, es posible tomar una muestra que sea representativa del total y hacer en ella la estimación de los impactos para luego extrapolar al universo.

Inversamente, se dan casos en los cuales la regulación, al ser de aplicación localizada, no es necesario acotar el universo del análisis en términos geográficos o por tipo de fuentes, y es posible hacer un estudio amplio y detallado para expresar adecuadamente los impactos. En estos casos, las discusiones en torno a la regulación suelen ser altamente específicas, por lo cual es necesario ser específicos también en el AGIES.

Es importante recordar, que si bien uno puede acotar un estudio para cumplir de mejor manera con informar a los tomadores de decisiones, es necesario hacer siempre un análisis de impacto que, aunque general, refleje la totalidad del problema independiente del hecho de destacar aquellos aspectos que son más trascendentales. Esto además, es fundamental para garantizar el objetivo social y de eficiencia del ACB.

**Paso 7.** *Grado de profundidad, simplificaciones y agregaciones del estudio.* Cuando la regulación afecta a muy variados tipos de fuentes (por ejemplo, normas de ruido o alcantarillados) o áreas extensas de población o recursos, es recomendable considerar detalladamente sólo los efectos más relevantes o realizar categorías en los agentes con el objeto de simplificar el análisis. Con las simplificaciones se gana en capacidad de entender e

interpretar el problema, aunque se pierde rigurosidad y precisión en las estimaciones. Debe tenerse presente que problemas complejos requieren análisis complejos y simplificar excesivamente puede conducir a resultados erróneos.

La manera de simplificar a través de categorías se refiere a formar, en los agentes afectados, grupos relativamente homogéneos en cuanto al impacto. Por ejemplo, aquellas fuentes cuya actividad económica y tamaño son similares es esperable que emitan un residuo líquido similar, y por lo tanto, el impacto de una norma que restrinja estos residuos será parecido en todas ellas: deberán todas invertir en un tipo de tecnología determinado que permita cumplir con los estándares. Cuántos grupos homogéneos o categorías se armen dentro del conjunto de emisores, es una decisión que debe fundamentarse técnicamente y en base a las capacidades analíticas disponibles.

Dentro de las categorías identificadas, lo usual es tomar una o un par de empresas representativas y estimar los costos de cumplimiento. En base a estos antecedentes se puede proyectar para el conjunto de fuentes del grupo.

Estudios sobre cambios tecnológicos o mejoramientos ambientales realizados por algunas fuentes son información valiosa que puede utilizarse para estimar el impacto del cumplimiento dentro de una categoría.

Por último, todas las simplificaciones y agregaciones realizadas durante el análisis de los impactos de una regulación deben ser acordadas con los tomadores de decisiones y los demás grupos interesados en la evaluación, y quedar claramente señaladas en el documento de AGIES.

**Paso 8:** *Supuestos importantes que se utilizarán.* Para avanzar en el análisis y obtener un resultado que satisfaga la necesidad de identificar los impactos, es necesario plantear supuestos que necesariamente afectarán de manera importante la evaluación y sus resultados. Estos supuestos pueden clasificarse de la siguiente manera:

*Supuestos internos a materias de la regulación, tales como:*

- Comportamiento de los agentes afectados por la regulación. Puede ser incremento del consumo de un bien determinado como respuesta a una exigencia, la elasticidad precio del bien regulado o la existencia de sustitutos.
- Tendencias e innovación tecnológica. Por ejemplo, ¿aumentará la innovación en el largo plazo al imponer restricciones a emisiones? ¿bajaran los precios de las tecnologías?.

- Variables legales e institucionales. Por ejemplo, existencia de otras normas que desincentivarán o facilitarán el cumplimiento de lo que se está analizando.

*Supuestos externos a la regulación, tales como:*

- Variables demográficas y comportamientos sociales. Por ejemplo, crecimiento de la población, nivel de ingreso y alfabetización.
- Meteorología y variables climáticas. Por ejemplo, nivel de precipitación de los próximos años, comportamiento de los vientos, entre otras.
- Variables macroeconómicas. Por ejemplo, tasa de crecimiento de la economía, comportamiento económico de un sector específico.
- Comportamiento de otros mercados relacionados. Por ejemplo, los referidos a los bienes sustitutos o complementarios.

Al igual que las categorías del paso anterior, es necesario que los supuestos relevantes queden consignados claramente en el documento. Se sugiere, por último, que en el documento de AGIES se mencionen de manera sintética la forma de enfrentar la evaluación, en cuanto a las justificaciones, los supuestos, las simplificaciones y categorías establecidas.

## ETAPA 2

### DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN BASE

---

La situación base corresponde a una estimación del estado actual y proyectado de las variables y parámetros principales de la evaluación, en ausencia de la medida regulatoria que se evalúa. El objetivo de esta etapa es construir el escenario base contra el cual se compararán los costos y beneficios de la norma o plan que se pretende evaluar.

Esta etapa esta constituida por cuatro pasos:

- Diagnóstico de los emisores y los agentes afectados por el problema ambiental a regular
- Definición de situación base actual
- Definición de situación base proyectada
- Análisis de sensibilidad

La definición de la situación base es clave dentro de la evaluación económica. Esta se define como la situación que existiría si no se introducen las opciones regulatorias en estudio. En esta etapa se debe dejar claro el escenario más probable que se daría sin regulación con el objeto de comparar los impactos que se producirán a raíz de ésta, y de esta manera obtener los impactos netos tanto positivos como negativos que se generan como producto de la medida evaluada.

Es importante que las fuentes afectadas por la normativa participen activamente entregando los antecedentes técnicos disponibles sobre emisiones, tecnologías y procesos, así como los estudios realizados sobre esta materia. Es común que firmas grandes gasten recursos significativos en generar antecedentes sobre estos temas. Por ello, se sugiere que la metodología de trabajo considere, en la definición de la situación base, la activa participación de las principales fuentes afectadas.

En la definición de la situación base no es necesario identificar y cuantificar todos los impactos actuales y futuros que genera el problema ambiental que motiva la norma o plan. Solo interesa hacerlo con aquellos impactos que se presume serán modificados con la medida. Por ello, y tal como se vio en el capítulo anterior, es de suma importancia definir previamente cuales son los alcances del plan o norma que se va a evaluar, con el objeto de definir con claridad los parámetros y variables que deben tomarse en cuenta.

Al considera la alta incertidumbre, la falta de información y los altos costos que significan los estudios de apoyo a un proceso de evaluación, es deseable:



- Involucrar desde un principio a las principales fuentes afectadas solicitándoles todos los antecedentes técnicos y estudios técnicos disponibles.
- Incorporar el máximo de opiniones expertas tanto nacionales como externas sobre las principales variables que determinan las emisiones y los daños.
- Utilizar métodos internacionalmente aceptados, aún cuando ello pueda significar ser demasiado conservador en los valores de los parámetros o variables que se están analizando.
- Sólo considerar las variables relevantes.
- Hacer análisis de sensibilidad.

El resultado de esta etapa será la definición del escenario más probable sin regulación en cuanto a la proyección de los parámetros y variables consideradas y explicitando claramente los supuestos utilizados para tal fin.

**Paso 9. Diagnóstico de los emisores y los agentes afectados por el problema ambiental a regular** En este paso, eminentemente tecnológico, se busca identificar las causas de la emisión en los establecimientos emisores, identificando los equipos, las prácticas o las sustancias que explican la contaminación. Para esto se debe diagnosticar exhaustivamente a los emisores, lo que dependerá directamente de las agregaciones y simplificaciones realizadas.

En el caso que exista un número reducido de fuentes y sea posible describirlas a todas, el diagnóstico debiera explicar las causas de la generación de los contaminantes; caracterizar los equipos y parámetros relevantes del proceso; señalar de manera cuantitativa los puntos del proceso en donde estos se producen y se emiten, ya sea como emisiones difusas o puntuales; definir los equipos de control existentes; recopilar estadísticas de las emisiones, etc.

Cuando los emisores son las personas en el desarrollo de sus actividades, como transporte o consumo, la explicación de las emisiones se debe hacer analizando las preferencias y los hábitos según categorías que permitan explicar el comportamiento y predecir las futuras respuestas de cara a la regulación.

En el caso de los agentes afectados, el objetivo en este paso es desarrollar de manera conceptual o escrita, el funcionamiento de los procesos de contaminación y las dependencias ambientales, de manera de identificar y caracterizar a los agentes afectados y las variables específicas que se modifican producto de la regulación.

**Paso 10. Definición de situación base actual.** La situación base actual corresponde al estado de los parámetros en estudio en el momento que se inicie el análisis. Este período inicial debe determinarse en conjunto con el

regulador y puede corresponder al año en que se prevé entre en vigencia la regulación, el año en que se realiza el estudio o el año para el cual existe información confiable, siempre que no existan muchos cambios respecto al momento de entrada en vigencia de la regulación. La cuantificación de la situación base actual se refiere a la estimación de los parámetros y variables relevantes en este período inicial. Estas incluyen, entre otras:

- Estimar las emisiones o descargas actuales de las fuentes consideradas.
- Cuantificar las concentraciones asociadas a estas emisiones.
- Determinar los niveles de concentración naturales, no asociados a emisiones de las fuentes que se están regulando.
- Cuantificar las poblaciones humanas afectadas por los contaminantes regulados, ya sea en términos totales, por sexo, edad u otra variable relevante.
- Determinar la relación emisión/concentración o descarga/concentración
- Identificar y cuantificar los efectos de la situación actual sobre la salud de las personas, ecosistemas, materiales, amenidades, propiedades, sectores productivos.
- Identificar y valorar aquellas acciones que los individuos realizan para proteger su salud, sus producciones, el deterioro de materiales y cualquier otra acción defensiva que signifique gasto y que al momento de comenzar la regulación ya no sea necesario tomar.

**Paso 11. Definición de situación base proyectada** La situación base proyectada corresponde a una proyección de la evolución de las principales variables que serán afectadas por la regulación en ausencia de dicha regulación. Se debe determinar la evolución esperada de los niveles futuros de contaminación, los efectos sobre los agentes afectados y las acciones que estos tomarían en ausencia de regulación, en el período de análisis considerado.

Es importante hacer la mejor proyección posible ya que si no se establecen bien estas tendencias se puede sobrestimar o subestimar los costos y beneficios de la regulación. En efecto, si por ejemplo como resultado de la fuerte competencia internacional o por presiones externas, las empresas productoras se vieran obligadas a cambiar su tecnología por una menos contaminante, incluso en ausencia de regulación, se debería proyectar una reducción futura de emisiones, ya que ésta no es producto de la medida regulatoria sino de presiones de mercado. Si no se considera este cambio tecnológico y se supone que las emisiones continuarán creciendo a la tasa habitual, se estarán sobrestimando las emisiones y también los costos de la regulación.

En el caso de la proyección de variables relacionadas con el comportamiento del mercado, la estimación es muy difícil de realizar. Por ejemplo, el caso de la contaminación asociada a fuentes móviles depende en gran medida del crecimiento del parque automotriz, de la tecnología de los automóviles y de la congestión vehicular. La cantidad de vehículos depende de los ingresos de las personas. Los avances tecnológicos dependen del grado de competencia de

la industria, así como de las regulaciones ambientales y de seguridad impuestas por otros países. La congestión vehicular depende, entre otras cosas, de la actitud de los conductores, de las políticas de ordenamiento territorial que se apliquen y de medidas específicas a nivel municipal y local. El evaluador deberá hacer un esfuerzo para preparar supuestos razonables respecto de estas variables.

En general la predicción de las variables relevantes es una de las etapas más difíciles del análisis económico. Una adecuada proyección requiere:

- Proyectar durante el periodo de evaluación, las principales variables económicas, demográficas y ambientales que se modificarán en forma significativa en la situación sin proyecto y que afectarán ya sea el nivel de emisiones o el daño que se genera. Entre ellas se destacan: el aumento en el ingreso, el crecimiento de la población, el aumento en el parque automotriz, la entrada de nuevas fuentes contaminantes, cambios tecnológicos previstos, cambio en los precios de los bienes, otras medidas regulatorias, etc.
- Estimar las emisiones, descargas y concentraciones futuras asociadas a las fuentes reguladas.
- Estimar los efectos futuros sobre los agentes afectados. Tasa de mortalidad y morbilidad, niveles de riesgo, reducciones en valor de productos, etc.

**Paso 12. Análisis de sensibilidad** En muchas ocasiones es muy difícil determinar ciertas variables de la situación base, ya sea de la situación base actual o de la proyectada. Hay información incompleta o simplemente esta no existe, hay gran variabilidad en los parámetros y variables relevantes, las relaciones que los generan son complejas y no existen modelos o son insuficientes.

Variables tales como las emisiones puntuales y difusas, la estimación de concentraciones, la estimación de impactos en la salud o en ecosistemas son por lo general altamente inciertas. Cuando se considera que la variabilidad o la falta de información puede ser relevante en la estimación de la situación base, es conveniente sensibilizar los valores estimados. Para ello, lo más sencillo y útil es asumir algunos valores extremos probables de dichas variables y analizar si estos cambios afectan en forma considerable los resultados. Si esto ocurre será necesario entonces mantener en el análisis un rango de variación para dichas variables.

Cuando no se conoce el grado de error asociado se recomienda considerar información experta o información de la literatura internacional para realizar estas sensibilizaciones.

## ETAPA 3

### DEFINICIÓN DE LAS OPCIONES A EVALUAR

---

Los instrumentos o medidas de una norma o plan generarán acciones de respuesta en las fuentes reguladas con el objeto de dar cumplimiento con lo estipulado en dicha regulación. Este primer conjunto de respuestas directas de las fuentes expresamente involucradas (por ejemplo un individuo propietario de un automóvil o un establecimiento industrial) corresponderá a las *opciones para dar cumplimiento con la regulación*.

Las opciones factibles para cumplir con la regulación dependen tanto de los instrumentos de gestión ambiental considerados como de la forma específica en que estos se aplican. Por ejemplo si se aplica una norma de emisión estricta y uniforme, todas las fuentes deben utilizar alguna tecnología de reducción para cumplir. En cambio si se aplica un permiso o un impuesto algunas fuentes pueden decidir no reducir y pagar el impuesto o comprar permisos, mientras que otras pueden preferir adquirir tecnología de control.

La autoridad puede aplicar como instrumento un estándar o norma de emisión para un cierto proceso y dejar libremente a las fuentes escoger las acciones u opciones que le permitan cumplir con dicho estándar. Algunas firmas optarán por cambiar su tecnología a una menos contaminante, otras preferirán mejorar sus procesos y otras pueden optar por reducir su nivel de producción. La decisión de la firma obedece a un proceso racional donde tomará en cuenta factores económicos y técnicos.

En otras ocasiones la autoridad puede ser más restrictiva y exigir el uso de alguna tecnología o prohibir el acceso o circulación en ciertos lugares bajo condiciones de emergencia ambiental. En tales casos las posibilidades de elección para el regulado disminuyen.

Esta etapa toma la definición de los *instrumentos, medidas o acciones regulatorias* que la autoridad pretende aplicar (analizadas en los pasos 1, 2 y 3). En esta etapa del análisis, es requisito haber definido con claridad estos aspectos del plan o de la norma, ya que a partir de estos antecedentes se identifican las respuestas de los agentes. A continuación se explica la forma de construir estas respuestas.

Las etapas para definir las opciones son las siguientes:

- Definición de opciones para las fuentes
- Definir los escenarios a evaluar.

**Paso 13. Definición de opciones para las fuentes** En esta etapa se identifican a nivel de fuentes (establecimientos industriales y comerciales, individuos, Estado, etc.) las acciones para cumplir con la regulación diseñada. Estas opciones incluyen, por ejemplo:

- Implementación de tecnologías de descontaminación;
- Reducción en el nivel de producción;
- El cierre de la fuente;
- Reubicación de las actividades productivas;
- Relocalización de las poblaciones afectadas (por ejemplo en el caso de un plan);
- Cambios tecnológicos en los procesos (por ejemplo incorporando tecnologías limpias).
- Compensación de emisiones dentro de un plan.

La identificación de las opciones se hace a partir de un detallado estudio económico y técnico de las fuentes involucradas, que dependiendo de las características del problema y la información disponible, se hará individualmente o para las categorías construidas en el paso 7 del AGIES. Luego se caracterizan las opciones y se identifican aquellas relevantes o preferidas, que siendo técnica y legalmente factibles son a su vez de mínimo costo.

Las actividades a realizar para identificar las opciones a considerar son:

- Análisis técnico de las fuentes que corresponden a productores, o de las preferencias de las fuentes que son consumidores o usuarios de un bien o servicio regulado (por ejemplo fuentes móviles).
- Identificación y descripción de las opciones para las fuentes, desde un punto de vista técnico y económico.
- Selección de las preferidas para efectos del análisis, según criterios de racionalidad económica.

Una vez diagnosticada la causa de la emisión, es posible generar e identificar las opciones que tendrían el o los agentes para reducir las emisiones y cumplir con las exigencias en la forma en que los instrumentos lo señalan.

Cada opción debe definirse detalladamente de modo que esta pueda ser evaluada correctamente. Esta definición debe darse en dos ámbitos, una descripción técnica adecuada y la evolución temporal de dicha opción. Este último concepto, se refiere a conocer el comportamiento de la respuesta del regulado a través del tiempo, por ejemplo la curva de adopción de una tecnología o los plazos de puesta en marcha de un proyecto de descontaminación. En el caso de usuarios de un servicio que será materia de regulación (por ejemplo cambios o restricciones en el transporte público), se refiere a estimar la tasa en que la población irá adaptando el comportamiento a las nuevas exigencias.

Una vez analizadas las opciones relevantes y factibles, es necesario concluir la etapa seleccionando las opciones preferidas o que tienen mayor probabilidad de ser adoptadas por los agentes regulados, para ser incorporadas en la evaluación.

Al ir avanzando en este paso, se observará que existen opciones económicamente superiores que otras, esto es que reduciendo lo mismo cuestan menos. Si se considera que las firmas utilizan criterios de racionalidad económica para tomar decisiones, se puede señalar que probablemente las firmas elegirán aquellas opciones que siendo técnicas y legalmente factibles son a su vez de mínimo costo, es decir económicamente eficientes.

Por último, se debe ponderar el hecho de que las opciones elegidas deben corresponder a aquellas que las firmas implementarán producto de la norma y no producto de otras consideraciones como aquellas de mercado, otras normas, consideraciones ambientales internas o política de la empresa matriz. Además, si las empresas prefieren opciones que reducen las emisiones más allá de lo requerido para cumplir la regulación o generan otros impactos positivos en otras materias ambientales, deben incluirse los beneficios adicionales que se producen al usarlas.

El siguiente cuadro ejemplifica la caracterización de opciones en el caso de la regulación de arsénico en las fundiciones de cobre:

**Cuadro 1:** Opciones de cumplimiento aplicables a una fundición de cobre para el control de las emisiones de arsénico.

Opción nº	Opciones	Emisión total ton/día	VAN MM US\$	Concentración máxima en áreas de impacto ug/Nm <sup>3</sup>
0	Situación base futura o proyectada	4,60	0	1,10
1	Instalación de Tapas	2,84	-10	0,72
2	Instalación de Campanas	2,84	-17	0,72
3	Tapas + Campanas	1,14	-26	0,35
4	Ampliación Planta de Ácido	0,66	-137	0,24
5	Tratamiento de gases CPS	0,68	-119	0,25
6	Operar con 2 unidades de fusión	0,63	-104	0,24
7	CT produciendo blíster	0,60	-61	0,23
8	Cambio de un CT por Contop	0,80	-119	0,27
9	Cambio de dos CT por Contop	0,75	-105	0,26
10	Cambio de dos CT por Flash	0,72	-94	0,26
11	Instalar fusión Contop y adaptar HFO	0,67	-86	0,25
12	Instalar convertidor Flash	0,60	-113	0,23
13	Cambiar Fusión CT y HFO a Flash	0,44	-67	0,20
14	Potenciación	0,77	36	0,27

15	Instalar HFC	0,68	-58	0,25
16	Cambiar a Fusión Continua	0,35	-590	0,18
17	Agregar Tostación total concentrado	1,14	-331	0,35
18	Agregar Tostación parcial	0,82	-134	0,28
19	Reducción a 4.500 ton/día fusión de concentrado	0,90	-31	0,30
20	Reducción a 4.050 ton/día fusión de concentrado	0,78	-78	0,27
21	Traslado población de campamento	0,77	-315	0,10
22	Cerrar Fundición	0	-637	0,10

**Abreviaciones:**

-**CT**: Convertidor Teniente; -**CPS**: Convertidor Pierce Smith; -**SBF**: Situación Base Futura  
 -**SBM**: Situación Base Mejorada; -**Contop**: Convertidor Contop; -**Flash** o **HF**: Horno Flash;  
 -**HFC**: Horno Flash Converting; -**HFO**: Horno Flash Outokumpu.

**Fuente:** Proyecto FONDEF, N° 2-24, 1997

**Paso 14. Definición de escenarios** Un escenario consiste en una combinación de los instrumentos a utilizar en la regulación con las opciones que probablemente las firmas seleccionan. En este sentido un escenario corresponde a la o las situaciones más probables que se darían después de la regulación, frente a diferentes opciones de instrumentos y frente a diferentes posibilidades de respuestas de las fuentes.

En síntesis, un escenario incluirá:

- Diferentes instrumentos o posibilidades de regulación que estén en análisis, y en caso que los haya; y
- Opciones tecnológicas de descontaminación; de cierre o paralización de actividades; relocalización de actividades o traslado de las poblaciones afectadas; etc, para cumplir con las exigencias definidas.

Si no hay diferentes instrumentos en el plan o norma, la definición de escenarios dependerá sólo de las distintas combinaciones de opciones factibles de las fuentes para cumplir con la regulación.

En la figura siguiente se presentan tipos de escenarios que se pueden construir para un plan de descontaminación y una norma de calidad.

**Cuadro 2:** Tipos de escenarios para algunas regulaciones

NORMA DE CALIDAD PARA MONOXIDO DE CARBONO(*)	PLAN DE DESCONTAMINACION PARA SO <sub>2</sub> EN UNA FUNDICION DE COBRE
<p><b>Escenario 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándares de emisión para fuentes estacionarias y puntuales. Estándares tecnológicos. Medidas de control razonables. Mejor tecnología disponible</li> </ul> <p><b>Escenario 2.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuestos y permisos transables.</li> </ul> <p><b>Escenario 3.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinación de escenario 1 y 2</li> </ul>	<p><b>Escenario 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporación de tecnologías de control (Planta de ácido, Convertidor Flash , otras)</li> <li>• Mejoramiento en los procesos productivos</li> <li>• Reducción en los niveles de fusión</li> <li>• Plan de episodios críticos.</li> </ul> <p><b>Escenario 2.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporación de tecnologías de control</li> <li>• Mejoramiento procesos productivos</li> <li>• Plan de episodios críticos</li> <li>• Traslado de la población cercana</li> </ul>
<p><b>Fuente: (*) Regulatory Impact Analysis of the National Ambient Air Quality for Carbon Monoxide , USEPA, julio 1985.</b></p>	

Mientras más opciones e instrumentos puedan ser usados, más escenarios se pueden construir. Las opciones e instrumentos dependerán de variables tales como la naturaleza y magnitud de los problemas ambientales, de la cantidad y



variedad de fuentes, de la flexibilidad que tenga la regulación, las alternativas tecnológicas que existan, de los requerimientos legales y de los recursos de tiempo y dinero disponibles. No existe una metodología para definir estos escenarios. Sin embargo es necesario tener en cuenta que:

- Se debe tener especial cuidado de identificar aquellas opciones que son complementarias entre sí y que se benefician mutuamente unas de otras. Ellas debieran formar parte de un mismo escenario.
- Las opciones que son excluyentes entre sí, es decir no se puede implementar juntas, debieran formar parte de escenarios distintos.

Para que los efectos que se generen como consecuencia de los escenarios evaluados sean comparables, deben establecerse sobre la base de los mismos supuestos generales de la evaluación. Esto permite que la generación de impactos, que se analizarán en el próximo capítulo, pueda ser sensibilizada, a partir de modificaciones en tales supuestos. En definitiva, estos aspectos en la construcción de escenarios y en la sensibilización permiten incorporar la incertidumbre y dar una imagen más completa de los efectos económicos y sociales de la regulación en estudio.

## ETAPA 4

### IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS

---

Esta metodología se centra en los impactos físicos que tienen directa o indirectamente una expresión económica. Estos impactos deben ser identificados para cada uno de los escenarios (y opciones) considerados. Esta etapa busca establecer los impactos relevantes que serán analizados en las etapas siguientes de evaluación de costos y beneficios.

Se establecen tres pasos en esta etapa: identificación de los impactos ambientales, identificación de los impactos económicos y determinación de impactos relevantes.

Esta identificación y caracterización se realiza tanto sobre las fuentes reguladas, las fuentes indirectamente afectadas, la salud de las personas, los ecosistemas, la productividad de los recursos naturales y los materiales.

**Paso 15. Identificación de los impactos ambientales** La regulación ambiental tiene por objetivo reducir los niveles de contaminación y deterioro ambiental. Como resultado de estas regulaciones se pueden producir importantes mejoramientos en la salud de las personas; menores daños ambientales a las plantas y animales; menores efectos ambientales y económicos sobre sectores productivos como pesca, agricultura y silvicultura; menores impactos sobre los materiales y una disminución de los efectos negativos sobre actividades recreativas y estéticas de las personas. Todos estos son impactos positivos asociados a la regulación.

Hay que tener presente que las regulaciones también pueden conducir a mayores daños en otros bienes y servicios ambientales que no han sido regulados y que los agentes productivos comienzan a explotar y degradar como consecuencia de la regulación impuesta. Por ejemplo, las restricciones a las emisiones, generan mayores residuos sólidos o líquidos, los cuales pueden ser depositados en el suelo, con los siguientes impactos ambientales. Este tipo de efectos no deseados, deben plantearse y analizarse si están dadas las condiciones para que se generen (por ejemplo por la ausencia de normativa en relación con los residuos sólidos), en cuyo caso deberán ser planteados como impactos del plan o norma en cuestión.

Los impactos ambientales inmediatos pueden generar cambios en otras recursos y así sucesivamente (impactos de segundo o tercer orden), o expresarse a través de diferentes formas. Por ejemplo, una reducción en los niveles de oxígeno de un cuerpo de agua, puede expresarse en cambios organolépticos en el agua, efectos en la vida acuática y, consecuentemente,

disminuciones en la actividad turística de la zona. Es fundamental describir lo mejor posible la totalidad de los impactos que se van generando “en cadena” o las formas que puede expresarse, ya que estos efectos no directos pueden tener importantes repercusiones en términos económicos y sociales.

Existen una gran cantidad de metodologías para identificar impactos ambientales que no son materia de este documento. Las metodologías más conocidas son las listas de chequeo, los análisis matriciales causa-efecto y las redes y gráficos. Las listas de chequeo permiten incluir y ordenar todos los factores ambientales y económicos que son potencialmente afectados por la regulación. A menudo estas listas incorporan los factores que están siendo afectados (suelo, aire, agua, salud, paisaje, actividad económica, etc.) y el tipo de impacto (polvo, ruido, residuos sólidos o líquidos, emisiones tóxicas, etc.).

Los análisis matriciales permiten realizar cruces entre opciones regulatorias y los impactos ambientales. Estas se usan frecuentemente y una de las más conocidas es la *matriz de Leopold*. Su principal deficiencia es que no permiten establecer interrelaciones entre varios impactos.

El uso de redes y gráficos son una extensión de las matrices y permiten relacionar las causas de los impactos con los efectos que de estos se derivan. Estos métodos permiten incluir efectos de primer, segundo y tercer orden.

Otros métodos ampliamente usados son la consulta a expertos (por ejemplo en aquellos casos que no se disponga de información de base) tales como paneles (por ejemplo a través del *método Delphi*) o el uso de cuestionarios.

**Paso 16. Identificación de impactos económicos** Las regulaciones ambientales, además de generar impactos ambientales, fundamentalmente referidos a la descontaminación perseguida por el plan o norma, impacta a actividades económicas que son el objetivo inmediato de la regulación. En el análisis, estos impactos, al igual que los impactos ambientales, dependerán de los escenarios que se hayan construido para simular el cumplimiento. También se generarán efectos sobre el Estado y sobre otros agentes que se vean involucrados de manera indirecta. Estos impactos son, por ejemplo, requerimientos de mano de obra, la necesidad de implementar o desarrollar nuevas tecnologías, necesidad de capacitar funcionarios fiscalizadores, adquisición de equipos, modificaciones a procesos productivos.

Estos impactos, en definitiva, son resultantes físicas de las implementación de las opciones que garantizan el cumplimiento. Como se viera en el paso anterior, entre estas resultantes transmitidas por los agentes económicos pueden existir nuevos impactos ambientales que no se relacionan con los objetivos ambientales, como la generación de otros contaminantes diferentes a los de la regulación.

El Estado debe asumir acciones de fiscalización, monitoreo y administración de la regulación. Las fuentes deben asumir el cumplimiento, los cuales dependerán de las opciones elegidas. Por otro lado, hay agentes económicos que se ven indirectamente afectados por la regulación, tales como los consumidores frente a aumentos de precio que puede generar cambios de comportamiento. Los proveedores pueden perder clientes y reducir sus ganancias, los trabajadores pueden perder empleos y ganar beneficios asociados a reducción de riesgos laborales, otras empresas proveedoras de servicios pueden verse favorecidas, pueden crearse tecnologías o asesorías producto de la regulación.

Finalmente, para poder identificar los impactos económicos y ambientales se sugiere seguir toda una cadena de eventos, que relacionan:

- Los instrumentos o medidas regulatorias;
- Las fuentes afectadas por estas medidas;
- Las opciones de las fuentes;
- Los requerimientos de control, monitoreo y fiscalización;
- Los agentes indirectamente afectados;
- Las reducciones en las emisiones o descargas producto de las medidas regulatorias;
- Los impactos de estas emisiones sobre la calidad ambiental en los medios aire, agua, tierra;
- La exposición de las personas, animales, plantas y materiales;
- La identificación de los daños asociados a esta exposición.

**Paso 17** *Determinación de impactos relevantes* Una vez identificada la cadena de eventos y los impactos probables en el ámbito ambiental y económico, se deben definir aquellos impactos relevantes desde un punto de vista del bienestar de la sociedad. Los impactos relevantes son aquellos que:

- Generan cambios significativos en la cantidad o la calidad de los bienes producidos, ya sea a través de exigencias de cumplimiento, cierre de actividades, mejoras en procesos y alteraciones en la productividad de recursos naturales o cambios en las actividades recreativas.
- Generan cambios en los precios de los bienes finales o intermedios a causa de la regulación.
- Implican la utilización o liberación de insumos o recursos humanos y financieros a través de su costo de oportunidad.
- Generan cambios en las funciones de utilidad de las personas a través del mejoramiento en la salud, en las condiciones estéticas o simplemente por el aumento en la felicidad por cambios en los valores de existencia.

Los impactos poco significativos se sugiere eliminarlos. Los impactos que no involucran cambios en la cantidad de recursos reales no conviene incluirlos,

salvo que generen importantes efectos distributivos (que en estricto es materia de un análisis distinto del ACB, pero corresponde a un impacto relevante socialmente). Por ejemplo, las transferencias de recursos desde los privados al Estado o viceversa a través de impuestos o subsidios, en la medida que no impliquen efectos distributivos relevantes no tiene sentido incorporarlos en el análisis.

## ETAPA 5

### EVALUACIÓN DE COSTOS

---

Los costos de la regulación ambiental corresponden a los costos que toda la sociedad en su conjunto debe asumir para cumplir con ella. Estos costos corresponden a una parte de los impactos, aquellos que generan una pérdida de bienestar para la sociedad, e incluyen los costos privados de cumplimiento de las empresas reguladas, los costos que asume el Estado como órgano regulador, los costos en que incurren los consumidores y los costos que asumen otras empresas o personas que en forma indirecta han sido afectadas por la regulación.

El esquema de este capítulo incluye los siguientes tópicos:

- *Guías Básicas para Evaluar Costos*
- **Paso 18.** *Costos de Cumplimiento de las Firms Reguladas*
- **Paso 19.** *Costos para el Regulador*
- **Paso 20.** *Costos Indirectos*
- *Valoración de Costos*
- *Técnicas de Estimación de Costos*

Entre estos costos se incluyen los costos privados y los demás costos que significan para la sociedad el uso de recursos reales valorados a su verdadero costo de oportunidad. Se debe tener especial cuidado en considerar los costos que asumen terceros agentes que no están directamente relacionados con la regulación pero que si son afectados por ella. También se debe considerar el hecho de que los precios de mercado no siempre reflejan el verdadero costo para la sociedad y requieren ser ajustados.

Hay diversas situaciones que deben considerarse para evaluar costos. Una norma que afecta a una industria en una localidad específica impone costos que son relativamente fáciles de estimar ya que están claramente delimitados y existen conocimientos de ingeniería para abordar la estimación. Un problema más complejo corresponde a la estimación de costos de una gran industria afectada por la regulación y que está formada por muchas empresas de distinto tamaño y características. En este caso se debe determinar, en primer lugar, el comportamiento más probable de cada una de las empresas frente a la regulación (ver etapa de opciones). Un problema aún más complejo se produce cuando la regulación afecta a una industria que es el motor de crecimiento de toda una región o país. En este caso se deberán analizar los impactos económicos que se generarán sobre las otras empresas relacionadas, sobre la producción local y sobre el empleo. Es necesario entonces poder relacionar todas las variables económicas. Para ello se emplean muchas veces modelos macroeconómicos que utilizan información agregada.

El concepto de costo que se usa para valorar los de una regulación es el de *costo de oportunidad*. El costo de oportunidad corresponde a la mejor alternativa que se podría haber invertido los recursos y a la cual la sociedad tiene que renunciar cuando estos recursos se utilizan en otra forma, por ejemplo en una regulación. Los costos son incurridos por muchos agentes. Las fuentes afectadas deben asumir costos importantes para cumplir con la regulación. El Estado debe asumir los costos de monitorear, fiscalizar y administrar los recursos. Los consumidores por lo general absorben los mayores precios que se generan como consecuencia del aumento en los costos de producción. Otras empresas que no son reguladas directamente pueden ser afectadas al ser proveedoras o abastecedoras de las empresas directamente reguladas.

### **Guías básicas para evaluar costos.**

Las siguientes consideraciones se deben tener presente al momento de realizar una evaluación de costos:

- Es conveniente que los costos estimados se establezcan en términos de costos anuales incrementales o marginales y correspondan a las variaciones de costos respecto a la situación base. Los costos futuros que no se pueden atribuir directamente a la regulación o aquellos que se incurren antes de que esta se promulgue deberían ser excluidos del análisis.
- Los costos se deben presentar netos de impuestos, subsidios, o de cualquier otro cobro.
- Algunos costos de oportunidad como pérdidas de tiempo o beneficios que se dejan de obtener producto de la regulación es conveniente que sean descritos y estimados cuando se considera que son significativos.
- Los *costos hundidos*, es decir aquellos que ya fueron incurridos previo a la existencia de la regulación, pero que permiten avanzar en el cumplimiento de ésta, no debieran ser considerados en el análisis, ya que éstos no son recuperables.
- Cuando hay altas incertidumbres asociadas a la estimación de costos se sugiere presentar rangos de estimación. Por ejemplo se pueden utilizar tres rangos: bajo, medio, alto.
- Los costos que han sido identificados como relevantes pero que no pueden ser estimados cuantitativamente con algún grado de precisión deben ser descritos y explicados detalladamente. Un ejemplo de ellos es la reducción probable en costos producto de la existencia de innovaciones tecnológicas.

- Si hay importantes economías de escala, es decir, reducción de costos a medida que aumenta la escala de producción, deberían ser identificadas y en lo posible estimadas.
- Deben estimarse los costos de todos los agentes que se ven afectados por la regulación, es decir empresas, competidores, consumidores, trabajadores y el Estado. Sin embargo, si el análisis es muy extenso debido a que hay muchas opciones y fuentes reguladas se recomienda hacer agregaciones. Como se viera en las etapas anteriores, para hacer estas agregaciones se requiere clasificar las fuentes en grupos homogéneos en cuanto a sus costos, tamaño, tipo de tecnologías. Al interior de cada grupo se sugiere escoger una empresa representativa y estimar los costos de ella. Los costos de las demás fuentes dentro de cada grupo se estimarán a partir de la información obtenida de la firma representativa. Se debe tener presente que los costos de control y de cumplimiento pueden variar ampliamente de una fuente a otra, incluso si tienen similar tamaño, por diferencias tales como el espacio disponible, el factor de carga de la fuente, los costos de disposición, etc. Se estima que los costos se pueden diferenciar en un factor de 2 a 6 dada tales consideraciones.
- Deben identificarse y en lo posible estimarse los costos asociados a la implementación de los instrumentos de regulación, tales como los costos de transacción, de aprendizaje y de administración de los nuevos instrumentos. En algunos casos estos costos pueden ser significativos y claves para el éxito de la regulación.
- Todos los costos debieran presentarse en moneda del mismo poder adquisitivo, usando como base el año calendario que se utiliza en la evaluación.
- Todos los supuestos utilizados en el cálculo de los costos deben ser claramente expresados y documentados.
- Los costos debieran estimarse a precios de mercado y cuando existan imperfecciones en éstos deben corregirse adecuadamente utilizando precios sociales.

**Paso 18. Costos de cumplimiento de las firmas reguladas** Los costos de cumplimiento se refieren a los costos incrementales de inversión, operación y mantención incurridos por las empresas con el objeto de cumplir con las regulaciones ambientales que las afectan directamente.

Los costos de *capital* típicos incluyen:

- Costos por adquisición de plantas y equipos de control (tanto para reemplazo como para expansión)
- Costos de construcción y/o ampliación de edificios



- Costos por instalación de los equipos
- Costos de ingeniería de proyectos
- Costos por inversiones complementarias a los equipos de control.

Los costos de *operación y mantenimiento* incluyen :

- Materias primas
- Energía
- Mano de obra
- Costos financieros
- Otros insumos menores como energía, agua, teléfono, etc.

En general, los costos de operación y mantenimiento que debieran considerarse están relacionados con los procesos de abatimiento de contaminación, incluyendo gastos de materiales, financiamiento de equipos, partes y repuestos, trabajo directo, energía para los equipos, servicios provistos por contratistas privados, investigación y desarrollo.

Hay otros costos que se generan como producto de la regulación y que no están en la categorías anteriores entre ellos se destacan:

- Los costos administrativos de cumplimiento: reportes, patentes, permisos.
- Los seguros de los equipos de control.
- Los costos por manejo y disposición de residuos.
- Los costos de auditorías, análisis y monitoreo a cargo de las firmas reguladas.
- Costos de litigación, tales como, multas por no cumplimiento, indemnización por demandas, costos por remediación.
- Cambios en la productividad producto de las nuevas tecnologías adoptadas.
- Pérdidas de beneficio neto producto del cierre de líneas de producción

Es importante tener en cuenta que cuando son pocas las empresas analizadas o cuando el problema es simple puede ser relativamente fácil estimar estos costos, requiriéndose simplemente realizar los estudios de ingeniería respectivos. En cambio, cuando hay muchas fuentes afectadas, la estimación detallada de costos es extremadamente larga y cara, haciéndose necesario establecer categorías y simplificaciones.

En síntesis, frente a evaluaciones de costos complejas producto del número de fuentes afectadas, es conveniente hacer agrupaciones por tamaño, tecnologías o niveles de producción. Idealmente, las categorías debieran crearse en los inicios del análisis, tal como se describió en la etapa 1. Pero puede ocurrir que se descubra a este nivel la necesidad de hacerlo, para lo cual se sugiere revisar lo señalado en el paso 7.

Para las firmas pequeñas (microempresa o talleres artesanales), cuando son muchas y efectivamente están siendo afectados por la regulación, es posible estimar sus costos en forma general como un porcentaje de los costos totales de la industria.

Se debe tener cuidado con las economías de escala de distintos proyectos de control de emisiones. Cuando éstas son importantes y modifican sustancialmente los costos dentro de una categoría, se deben ajustar las estimaciones realizadas con el enfoque de empresa representativa, por ejemplo, creando subcategorías según este aspecto.

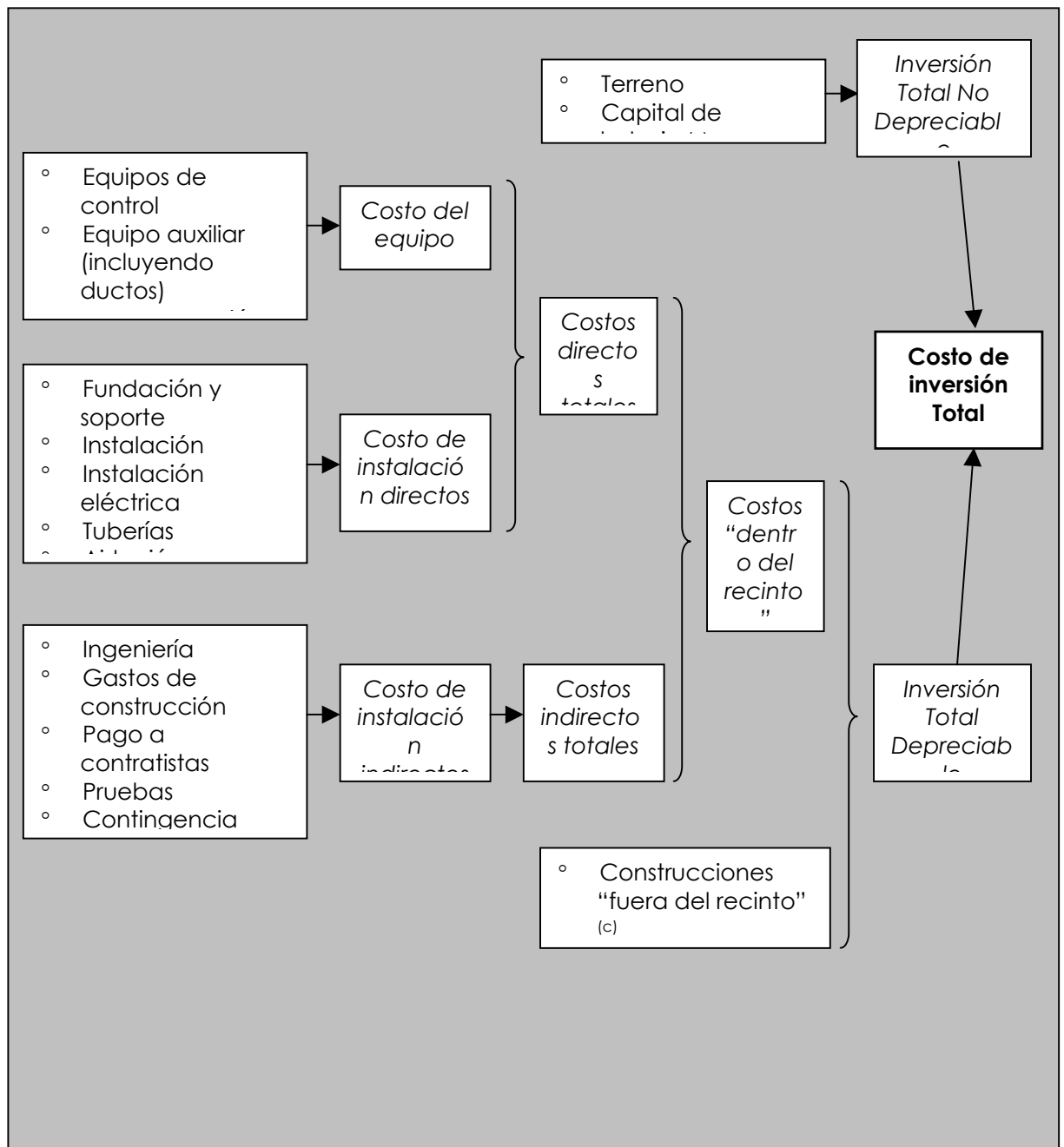
**Cuadro 3:** Ejemplos de costos incurridos por industrias en general, fundiciones de cobre y empresas de tratamiento de aguas servidas.

Tipos de costos comunes a los tres sectores	Específicos para Industrias	Específicos para Fundiciones de Cobre	Específicos para Tratamiento de Aguas Servidas
<b>COSTOS DE CAPITAL</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Costo de equipo de control e instrumentación</li> <li>◦ Costos directos de instalación y puesta en marcha:               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fundaciones y soporte</li> <li>◦ Montaje, fletes, grúa</li> <li>◦ Electricidad</li> <li>◦ Piping</li> <li>◦ Aislación</li> <li>◦ Pintura</li> <li>◦ Obras Civiles</li> </ul> </li> <li>◦ Costos indirectos de instalación               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ingeniería</li> <li>◦ Asesorías</li> <li>◦ Pruebas</li> <li>◦ Contingencias</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Filtros de Manga</li> <li>◦ Precipitador Electrostático</li> <li>◦ Ciclón</li> <li>◦ Equipos de combustión</li> <li>◦ Equipos de absorción</li> <li>◦ Equipos de adsorción</li> <li>◦ Equipos de condensación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Filtros de Manga</li> <li>◦ Precipitador Electrostático</li> <li>◦ Ciclón</li> <li>◦ Campanas</li> <li>◦ Tapas en sangrías</li> <li>◦ Cambio de tecnologías:</li> <li>◦ Horno de Reverbero</li> <li>◦ Convertidores (Teniente, Pierce Smith)</li> <li>◦ Planta de ácido</li> <li>◦ Horno de tratamiento de escorias</li> <li>◦ Traslado de campamento de trabajadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Rejas</li> <li>◦ Estanques <i>Imhoff</i></li> <li>◦ Lagunas</li> <li>◦ Sedimentadores</li> <li>◦ Emisarios submarinos</li> <li>◦ Lodos Activados</li> <li>◦ Lecho Percolador</li> <li>◦ Digestor de Lodos</li> <li>◦ Elevación</li> </ul>
<b>COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Electricidad</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Salarios</li> <li>◦ Supervisión</li> <li>◦ Mantenimiento</li> <li>◦ Materiales</li> <li>◦ Repuestos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Costos de Disposición del contaminante capturado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Costos de Disposición del contaminante capturado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Disposición de Lodos</li> <li>◦ Desinfección de lodos</li> <li>◦ Insumos químicos.</li> </ul>

Fuente: U de Chile (1997) Análisis y desarrollo de metodologías de evaluación económica para planes de descontaminación y normas de calidad ambiental. Elaborado para CONAMA por Dpto. Ing. Industrial, Universidad de Chile.

Para el cálculo de costos de cumplimiento de una firma se pueden seguir los siguientes pasos: En primer lugar, se deben identificar los elementos que forman parte de los costos de inversión. Luego, se deben identificar los elementos que forman parte de los costos de operación y mantención. Por último, se deben estimar los costos utilizando alguna metodología adecuada. El siguiente cuadro da un ejemplo de los aspectos que constituyen los costos de inversión, operación y mantención de una firma cualquiera.

**Cuadro 4:** Ejemplo de estimación de costos de inversión, operación y mantención asociado al cumplimiento de la regulación ambiental de una firma hipotética.

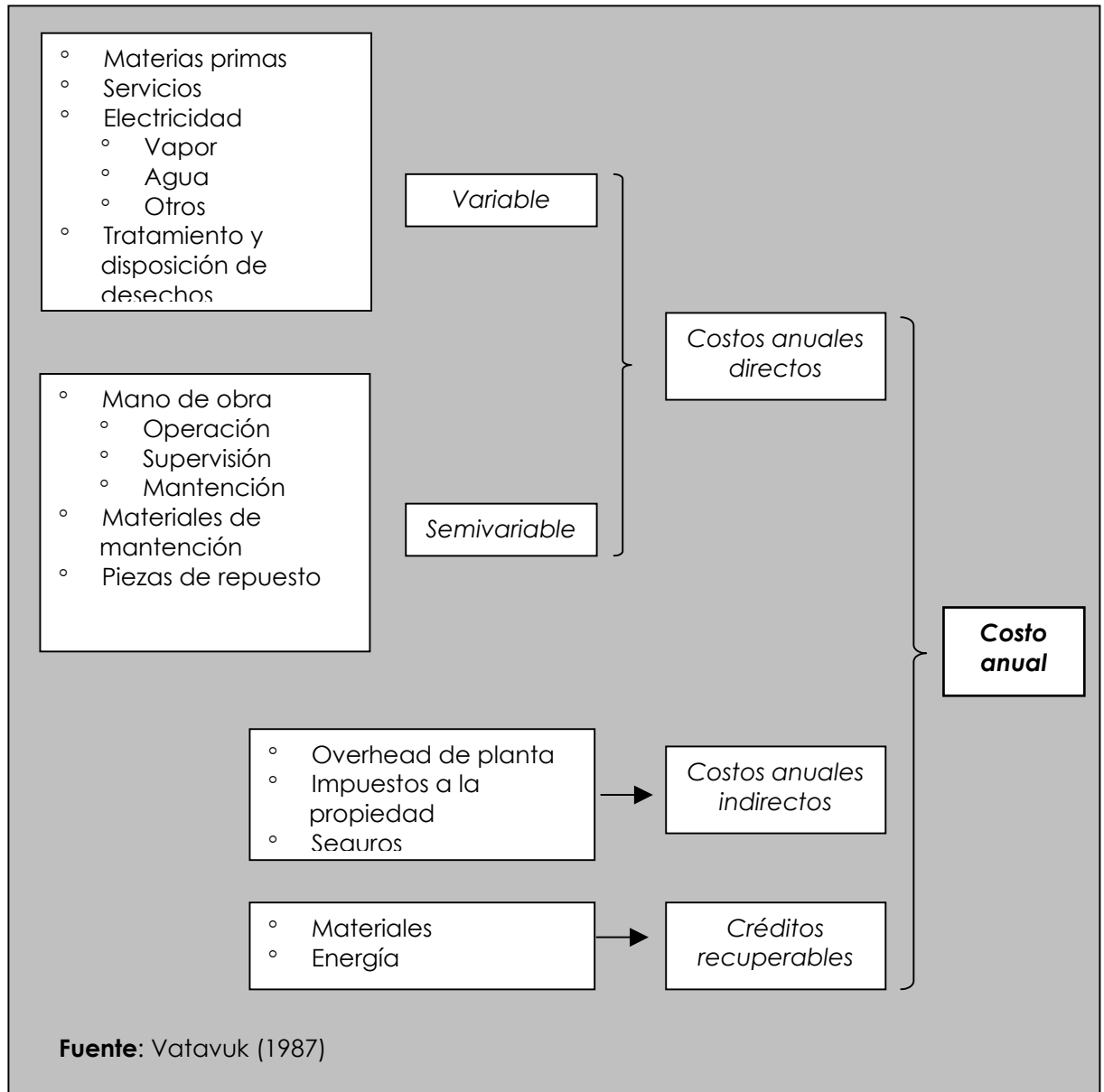


**NOTAS**

- a Estos costos se pueden obtener a partir de la suma del costo del equipo de control y de los equipos auxiliares.
- b Estos costos se pueden obtener a partir del costo del equipo de control
- c Normalmente no requeridos con sistemas "add-on".

**Fuente:** Vatavuk (1987)

**Cuadro 5:** Elementos a considerar para Estimar los Costos de Operación y Mantenimiento Anual Netos



**Paso 19. Costos para el regulador** Los costos para el regulador corresponden a todos los costos incrementales de inversión, operación y mantención producto de la administración, monitoreo, fiscalización y litigación de los procesos regulatorios. Generalmente son los costos de monitoreo y fiscalización los más importantes.

Los costos de capital incluyen los siguientes costos:

- Adquisición de equipos de monitoreo (tanto reemplazo como expansión). Los tipos de monitoreo dependen de si es directo (ya sea continuo o en línea) o si es monitoreo indirecto.
- Construcción y/o ampliación de edificios
- Instalación de equipos de monitoreo
- Diseño organizacional del sistema de fiscalización
- Diseño organizacional del sistema de administración
- Diseño organizacional del sistema de litigación

Los costos de operación y mantención incluyen los siguientes costos:

- Insumos para equipos de monitoreo.
- Análisis de muestras de control
- Recursos humanos para manejar equipos, para revisar informes, hacer visitas de inspección, para notificar multas y para realizar labores de administración del proceso.
- Energía, agua y otros gastos generales
- Gastos fungibles de oficina

Por último, otros costos relacionados incluyen:

- Revisión y aprobación de proyectos medioambientales por parte de ministerios relacionados.
- Estudios relacionados con el diseño y puesta en práctica de la regulación, tales como seguimiento, evaluaciones, etc.
- Consultorías, auditorías y estudios que realiza el sector público con el objeto de evaluar los procesos regulatorios.

Si bien los costos más importantes se refieren a los costos de inversión en equipos de monitoreo y los costos de personal por fiscalización, no debe olvidarse de que muchas regulaciones presionan y hacen uso de procesos administrativos existentes e infraestructura que dentro del sector público tienen un costo de oportunidad. Estos costos en lo posible debieran ser identificados y evaluados.

**Paso 20. Costos indirectos** Los costos anteriores son asumidos directamente por los agentes regulados (empresas o personas) o por el agente regulador (el Estado). Hay otros costos que son asumidos por terceros agentes, ya sea otras empresas productivas como proveedores de bienes o servicios o compradores o

consumidores o usuarios del bien o servicio regulado y que pueden ser muy importantes en regulaciones mayores que afectan a muchos agentes económicos. Por ejemplo en una evaluación del Acta de Aire y Agua Limpia de Estados Unidos los investigadores Hazilla, M. y R. Kropp (1990), estimaron que en ese año el costo social de estas regulaciones había superado en cuatro veces los costos de cumplimiento.

Los principales costos que caen en esta categoría son:

- Los cambios en el excedente de los consumidores debido a cambios en el precio y reducción en las posibilidades de consumo. Por ejemplo, el aumento en la tarifa de la locomoción colectiva por exigencia de tecnologías menos contaminantes. Estos excedentes se miden por la diferencia entre el precio pagado y la disposición a pagar por cada unidad.
- Los cambios en la calidad del producto. Si a causa de la regulación el producto empeora su calidad se puede ver afectado negativamente el bienestar de los consumidores, quienes deberían aceptar el impacto si no existe un buen producto sustituto. Usualmente es muy difícil medir este efecto.
- Los cambios en la estructura de mercado producto de la mayor o menor competencia a raíz de las medidas regulatorias. Si la eliminación de un producto en el mercado, a raíz de la mayor regulación, abre la posibilidad de que exista una situación no competitiva y se estima que los impactos en el bienestar son significativos. En situaciones así deberían estimarse los costos. La estimación se hace por cambio en los excedentes de consumidores y productores a través de la curva de oferta y demanda.
- Los proveedores de insumos pueden verse afectados si no tienen compradores alternativos, perdiendo parte de sus excedentes, ya sea porque se reducen las ventas y porque cambian los precios (estos pueden caer). El excedente se estima como la diferencia entre el precio cobrado y el costo de oportunidad de los recursos utilizados.
- Pueden existir desplazamientos de recursos en los mercados directamente afectados por la regulación, tales como pérdidas de empleo. Si bien estos desplazamientos son sólo transferencia de recursos y no debieran considerarse, ocurre que muchas veces no todos los tipos de trabajo tienen un costo de oportunidad igual al salario de mercado. Es usual que los trabajadores no calificados tengan menores costo de oportunidad en especial en zonas con alto desempleo y poca movilidad laboral. Esta diferencia entre costo de oportunidad y salario de mercado debe ser valorada e incluida como un costo social.
- Costos de transacción asociados a los instrumentos de regulación utilizados, por ejemplo la utilización de permisos transables puede generar importantes



costos de transacción que se manifiestan en demoras de tiempo, pérdidas de actividades, costos de intermediación, etc.

- Costos externos como daños al medio ambiente o a la salud de la población. Ocurre en algunos caso que las firmas para cumplir con una regulación terminan contaminando otro medio. Por ejemplo, la utilización de un *scrubber húmedo* como tecnología para capturar partículas emitidas a la atmósfera desde un horno, generan mayores volúmenes de residuos al agua. Estos costos externos deben valorarse e incluirse como costos de la regulación.

### **Valoración de costos**

Los costos deben valorarse al verdadero costo de oportunidad de los recursos liberados o utilizados. Usualmente el precio de mercado no representa este costo de oportunidad y sobrestima o subestima el precio social. Esto generalmente ocurre :

- Cuando existen impuestos o subsidios a bienes finales o insumos, tanto transables como no transables. Si la oferta del bien utilizado o liberado es constante, deberá descontarse del precio de mercado los impuestos y subsidios. Si la oferta es creciente deberán descontarse los impuestos de aquellas unidades desplaza de otros productores y utilizarse el precio de mercado para valorar las unidades que significan mayor disponibilidad del bien o insumo.
- Cuando existen distorsiones en el comercio exterior. Las distorsiones se pueden deber a la existencia de impuesto o cuotas y a restricciones en los mercados financieros. En estos casos el valor de mercado de la divisa discrepa del valor social, y por lo tanto, se requiere determinar el valor social de un aumento o reducción de una unidad de divisa marginal
- Cuando existen imperfecciones en el mercado del trabajo. La existencia de desequilibrios en los mercados laborales que llevan a desempleo persistente producto de problemas competitivos como segmentaciones laborales, hacen que el precio de la mano de obra sea distinto al costo de oportunidad, es decir el salario por el cual los individuos estarán dispuestos a trabajar. Se requiere entonces corregir el valor de mercado usando un factor adecuado.
- Cuando existen monopolio u oligopolios en los mercados de bienes o servicios finales o insumos. En estos casos el precio de mercado no refleja el verdadero costo de oportunidad de los recursos utilizados o liberados. Por ello se requiere realizar correcciones a dichos precios.

Para todos estos casos se recomienda utilizar los precios sociales que calcula periódicamente MIDEPLAN, tanto para la mano de obra, la divisa, la tasa social

de descuento y el valor del tiempo<sup>1</sup>. Para los otros precios, cuando existan se deben utilizar los de mercado.

### **Técnicas de estimación de costos**

La mayoría de los intentos para determinar los costos de control de la polución usa una o ambas de las metodologías estándares. La primera metodología es la **ingenieril** o el **método de simulación**. En este método, se usan estimaciones de ingeniería para determinar los costos de capital y de operación de cada componente en un sistema de control de la polución. Frecuentemente se obtendrá una cifra de costo para un artefacto de control de la contaminación particular de una fuente particular. Si se entiende en buena forma el proceso de funcionamiento de las tecnologías de abatimiento, será posible generar ecuaciones para representar la función de costos de control de la contaminación. En tal caso, sólo será necesario insertar los parámetros de una fuente particular de contaminación en la ecuación para calcular el costo de controlar la fuente bajo condiciones específicas.

El otro método de estimación de los costos de control de la contaminación es el **método estadístico** o **econométrico**. En este método se desarrolla una función que relaciona el costo total para una fuente con un número de variables, las cuales incluyen el grado de control de la contaminación requerido. Se recoge información de fuentes existentes, y se realiza un análisis de regresión para relacionar la ecuación con la información observada.

A pesar de que estas metodologías son comúnmente utilizadas, ambas presentan problemas. Los economistas tienden a tener suspicacias con el método ingenieril, pues no existe prueba empírica de que ha entregado buenos resultados para una industria o un grupo de fuentes. Generalmente se obtienen resultados aceptables cuando se trata de una fuente en particular. Pero raramente las funciones de costo son lo suficientemente flexibles para considerar los múltiples factores que varían entre las distintas fuentes de una industria.

Los estudios econométricos son más aceptados por los economistas, pues estos se basan en información histórica. En este método, al menos se puede argumentar que los datos provienen de la experiencia en diversas fuentes y no de ideas teóricas acerca del comportamiento de los costos. El problema es que raramente se obtiene un estudio de este tipo que se considere satisfactorio mientras las decisiones se están realizando. Un análisis de corte transversal requiere información de un gran número de fuentes que estén sufriendo distintos tipos de control, sin embargo el mejor tiempo para hacer el análisis es antes de la regulación que después de ésta. Un buen estudio de serie de tiempo requiere largas series de información anual, lo que es difícil obtener de las firmas pues

---

<sup>1</sup> MIDEPLAN Procedimientos y Formularios para el Sistema de Estadísticas Básicas de Inversión. Departamento de Inversiones.

éstas generalmente no llevan registros adecuados. Aunque se han llevado a cabo algunos estudios de este tipo, el número de éstos no es substancial, dada la complejidad en los requerimientos de información.

## ETAPA 6

### EVALUACIÓN DE BENEFICIOS

---

La valoración de beneficios es una de las etapas más complejas y polémicas de la evaluación económica de una regulación ambiental. Los beneficios usualmente son beneficios ambientales o de salud y que por su naturaleza, son muy difíciles de medir y sus resultados muy discutibles. Existen varias técnicas que a pesar de entregar estimaciones con un alto grado de incertidumbre han sido utilizadas para estos efectos. Estas técnicas se mencionan en este capítulo.

El capítulo tiene las siguientes partes:

- *Disposición a Pagar y Valor Económico Total*
- *Guías para Evaluar Beneficios*
- *Tipologías de Beneficios*
- **Paso 21.** Evaluación de los Beneficios en Salud
- **Paso 22.** Evaluación de Beneficios de Ecosistemas
- **Paso 23.** Evaluación de otros Beneficios
  - Producción Agrícola, Forestal y Pesquera
  - Daño a Materiales
  - Efectos Recreacionales
  - Efectos Estéticos
  - Efectos Sobre el Patrimonio Cultural (Monumentos Históricos)

En la medida que esto sea posible, los beneficios que se derivan de la regulación propuesta deben ser adecuadamente identificados, cuantificados y valorados para obtener una estimación completa de los impactos económicos y sociales. Si no es posible cuantificarlos o valorarlos, corresponde dejarlos claramente identificados, explicando la importancia que tienen en la evaluación. Los principales beneficios se derivan de los mejoramientos ambientales producto de la norma o plan. Ello genera efectos positivos sobre la salud de las personas, ecosistemas, productividad de recursos naturales, daño a materiales y servicios recreativos. También pueden existir importantes beneficios privados. Por ejemplo los residuos sólidos o líquidos que se generen pueden tener un mercado atractivo.

#### ***Disposición a pagar y valor económico total***

Para valorar beneficios ambientales se debe utilizar el concepto de disposición a pagar. Este concepto incluye el precio pagado por el bien (es decir el valor

de escasez asignado en el mercado) y además el excedente del consumidor asociado a su consumo.

La medición del valor de los bienes y servicios ambientales mediante la disposición a pagar, como se viera en la primera parte, supone que los bienes tienen valor en la medida que éste se lo dan las personas. La suma de los beneficios que le asignan las personas al medio ambiente se conoce como *valor económico total*. Generalmente el mercado refleja solo el *valor de uso* del bien, es decir la parte del beneficio obtenida por los usuarios del bien. Por ejemplo, el beneficio obtenido por utilizar la madera extraída de un bosque. Los usuarios directos son quienes están dispuestos a pagar y participan del mercado. Por lo tanto este valor llamado *valor de uso directo* es el que generalmente está detrás de la curva de demanda.

Sin embargo, muchas personas valoran los bienes aún cuando no participen directamente de él, pero reciben beneficios de forma indirecta, por ejemplo las funciones ecológicas de un bosque. Este valor se conoce como *valor de uso indirecto*.

Otro tipo de valor que se incluye dentro del valor de uso es el *valor de opción*. Aún cuando no se utilice actualmente un bien, algunos individuos quisieran mantener abierta la opción de utilizarlo en el futuro.

- Por último, se identifica el llamado *valor de no uso*. Este corresponde al valor inherente del bien y que no está relacionado con el uso actual o con la opción de usarla en el futuro, sino más bien con su *valor de existencia*.

En resumen, el valor económico total de un bien corresponde a la suma del valor de uso directo, el valor de uso indirecto, el valor de opción y el valor de existencia.

### **Guías para evaluar beneficios**

En la etapa 4 se presentaron una serie de criterios para identificar y determinar los impactos más relevantes, entre ellos aquellos que generan beneficios. La limitación de las técnicas y la falta de información probablemente no permitirá poder cuantificarlos y valorarlos a todos. Por ello, se recomienda primero seleccionar aquellos que efectivamente serán evaluados. Para esto se sugiere seguir los siguientes criterios:

- seleccionar aquellos impactos importantes en términos de su magnitud física o económica y en términos de su percepción por la comunidad.
- seleccionar aquellos impactos donde se cuente con información.
- concentrarse en evaluar aquellos impactos de corto y mediano plazo, preocupándose de los de largo plazo sólo si éstos se pueden predecir con claridad o son muy importantes para la comunidad.

Una vez seleccionados se debe proceder a evaluarlos. La técnica a elegir para hacerlo depende de la información con que se cuente. Por ello resulta muy importante que previamente se revise lo que se dispone. El tipo de información que se requiere para esta etapa puede ser dividido en:

- datos físicos de concentración de contaminantes,
- relaciones de causa-efecto entre concentraciones y daño,
- información económica que relacione la información física o relaciones causa efecto con comportamiento del mercado.

Si se cuenta con información física de los impactos, por ejemplo tasa de mortalidad y morbilidad, toneladas de cosechas perdidas, días de trabajo perdidos, etc., lo más simple es *valorar directamente los cambios en los efectos físicos* respecto a la situación base. Los métodos que permiten hacer esto, están clasificados como *técnicas de valoración de efectos físicos*. La ventaja de usar este enfoque es que se pueden obtener los impactos por unidad de reducción (marginales) y se pueden utilizar los precios de mercado para valorarlos. La desventaja más importante del método, radica en la dificultad de poder cuantificar todos los efectos físicos y obtener los correspondientes precios de mercado. Por ello, muchas veces los beneficios son un piso. Las principales técnicas que caen dentro de esta categoría son las técnicas de **funciones de producción, funciones de daño, capital humano, costos médicos y costo de reemplazo o reposición**.

En los casos que no se cuenta con información física pero sí es posible obtener información económica, por ejemplo si no se conoce exactamente el número de muertes estadísticas que se generan, o no se pueden cuantificar los riesgos sobre los ecosistemas, o simplemente interesa conocer las reales percepciones de las personas por los mejoramientos ambientales, se puede estimar una medida de *disposición a pagar* que refleje la valoración de la sociedad por un mejoramiento (o empeoramiento) de la calidad ambiental. Este enfoque es el enfoque correcto desde una perspectiva económica, porque al menos teóricamente permite obtener una curva de demanda por calidad ambiental y a partir de ella estimar los cambios en el bienestar que se derivan. Sin embargo, sus resultados dependen de las metodologías que se usan para estimar esta disposición a pagar y de la información con que cuenten las personas respecto al efecto adverso.

La ventaja de los métodos que estiman *disposición a pagar* es que se hace innecesario cuantificar físicamente los efectos, y se pueden valorar bienes o servicios que no tienen un mercado explícito, e incluso con algunos métodos se pueden obtener los valores de no uso de los bienes, es decir aquel valor que le da la persona a un recurso aún cuando no lo use actualmente. La principal desventaja del enfoque es que se basan en las percepciones de las personas y éstas pueden estar muy lejanas de la realidad. Por otro lado no permiten conocer la valoración por cambios marginales o unidad de reducción, lo que

hace difícil comparar los beneficios de dos normas distintas u opciones regulatorias.

Las principales técnicas de estimación que permiten obtener una disposición a pagar son: **valoración y ranking contingente**, técnica de **gastos defensivos**, de **precios hedónicos** y **costo de viaje**.

Cuando se está evaluando por primera vez un problema, se pueden utilizar investigaciones existentes en el país o incluso otras investigaciones realizadas en otros países. Es decir, es posible *transferir resultados o beneficios*. Si bien la transferencia se hace aplicando correcciones que den cuenta de las diferencias entre los contextos de la evaluación, la metodología no está exenta de problemas.

Por todo lo anterior, se sugiere tener presente al momento de evaluar los beneficios los siguientes criterios:

- Los beneficios deben ser medidos en relación a la situación base, es decir interesan los beneficios incrementales asociados a la regulación. Se debe tener especial cuidado de identificar las medidas mitigadoras que efectúan las personas o empresas para reducir los impactos ambientales en la situación base, ya que si se aplica la norma o plan, algunas de estas medidas no serán necesarias, y por lo tanto, se traducen en ahorro de recursos que tienen costo de oportunidad y por lo tanto en un beneficio.
- Debido a la complejidad de medir y valorar los beneficios, existe un grado de incertidumbre bastante alto. Se deben dejar identificados aquellos componentes de los beneficios con mayor incertidumbre. Para su estimación es deseable que además de utilizar valores medios, se haga un esfuerzo por determinar cotas inferiores y superiores. Si se cuenta con suficiente información se debería obtener la distribución asociada a los valores medios.
- Se debe incluir toda la información que se ha utilizado para cuantificar y valorar los beneficios, incluyendo los supuestos y simplificaciones realizadas. Aquellos beneficios que no pueden ser cuantificados o valorados deben ser expresamente incluidos y en lo posible analizados cualitativamente para mostrar su grado de importancia en relación a aquellos que sí pueden ser cuantificados o valorados.
- Es deseable utilizar valores únicos de referencia para ciertos precios, con el objeto de homogeneizar la evaluación de distintas normas o planes. En este sentido, es conveniente tener valores de referencia para precios como el valor de la vida, el valor del tiempo y el valor de la tasa de descuento, ya que usar valores distintos cada vez puede distorsionar los beneficios y costos de las regulaciones y por ende su elección.

- Es deseable que existan evaluadores independientes que pudieran verificar los resultados obtenidos. Ello le daría más credibilidad a esta etapa de valoración de beneficios

### **Tipología de beneficios**

Los principales beneficios asociados a los mejoramientos ambientales son:

- mejoramiento en la salud humana (mortalidad y morbilidad)
- incrementos en producción de recursos naturales (pesquerías, silvicultura, agricultura)
- cambios en la productividad de los ecosistemas y alteraciones en paisajes
- efectos sobre las actividades recreativas y efectos estéticos
- alteraciones en materiales
- alteraciones en monumentos y edificios históricos.

La existencia de una regulación también puede traer otro tipo de beneficios tanto para las empresas como para otros agentes afectados. Por ejemplo, la incorporación de plantas de ácido para tratar los gases de una fundición de cobre permite obtener importantes ingresos por la venta del ácido sulfúrico. Las empresas pueden obtener mejoramientos en la productividad al incorporar nueva tecnología. Por otro lado, la aplicación de programas de descontaminación urbana pueden generar reducciones en la congestión. Todo lo anterior, en la medida que pueda ser evaluado, debe ser considerado como un beneficio. En este manual no se profundiza en la evaluación de estos beneficios, que siguen las técnicas tradicionales de evaluación de proyectos.

A continuación se presentan los principales temas en la evaluación de estos beneficios ambientales.

**Paso 22. Evaluación de los beneficios en salud** La estimación de los beneficios en salud generados por cambios en la contaminación, requiere una cuidadosa integración de la ciencia médica con la economía. Para poder cuantificarlos se requiere relacionar, de la mejor forma posible, los impactos ambientales sobre el aire, agua o suelo con los efectos sobre la salud de las personas (riesgo de muerte o enfermedad). El enfoque que se utiliza para cuantificar los daños se conoce como *evaluación de riesgos*.

La valoración de los efectos en la salud se puede realizar de dos maneras, valorando los impactos físicos que se han determinado en el proceso de evaluación de riesgo o estimando una disposición a pagar por el cambio en el bienestar asociado a un mejoramiento ambiental.

*Cuantificación de los efectos en salud*



La cuantificación de los efectos en salud, tanto para mortalidad, morbilidad, efectos crónicos y agudos o efectos cancerígenos y no cancerígenos, debe seguir una serie de procedimientos relacionados con las metodologías tradicionales de evaluación de riesgos.

En términos generales la cuantificación y evaluación de los riesgos en salud debería seguir el siguiente procedimiento:

- Evaluar, analizar y discutir la probabilidad de que una determinada sustancia pueda ser peligrosa para la salud humana, o para la población analizada. Se debe además estudiar la naturaleza del peligro y su duración.
- Estimar los niveles umbrales, para los cuales la probabilidad de un efecto adverso es muy baja.
- Obtener las funciones dosis/respuesta para cada sustancia o combinación de ellas y realizar extrapolaciones de altas a bajas dosis o extrapolaciones de animales a poblaciones humanas.
- Estimar la exposición a que ha estado sometida la población por diversas rutas, frecuencia, duración.
- Estimar el riesgo individual y el riesgo de la población, distinguiendo en lo posible aquellos individuos más sensibles.
- Estimar niveles apropiados de seguridad para contaminantes no cancerígenos.
- Realizar un análisis de las incertidumbre en el análisis de riesgo.
- Estimar el número y tipo de efectos adversos

La evaluación de riesgos requiere una gran cantidad de información tanto sobre número de enfermos por causa, número de muertes por año o cohorte, niveles de exposición actuales o históricos, número de visitas médicas, días de hospitalización, información socioeconómica, etc. Cuando esta información está disponible, existen metodologías bien establecidas que permiten estimar las *funciones dosis/respuesta* y los niveles de riesgo individuales y poblacionales para muchos contaminantes. Cuando esta información no se encuentra es necesario realizar largos y costosos estudios epidemiológicos o de laboratorio, que permitan generarla.

Un procedimiento alternativo, pero muy utilizado en la práctica, es trabajar con funciones dosis/respuesta extraídas de la literatura. En Estados Unidos y el Reino Unido existen múltiples estudios que han estimado funciones dosis/respuesta para contaminantes criterio. Algunas de ellas son ampliamente utilizadas para cuantificar impactos en salud en otras localidades o países. Al utilizar este

procedimiento se debe tener especial cuidado respecto a las características del estudio, a las características socioeconómicas de la población y a los factores confundentes que pueden diferir de país en país.

En la figura siguiente se presenta un resumen de dos estudios que cuantifican efectos en salud a partir de la estimación de funciones de daño.

**Cuadro 6:** Ejemplo de estudios de cuantificación de efectos en salud.

<b>FUNCIONES DE DAÑO PARA EFECTOS EN SALUD</b>
<p>1.- Ostro (1983), usando datos obtenidos a partir de entrevistas a 50.000 personas, relacionó información de salud con contaminación y otras variables ambientales y personales en los Estados Unidos. La morbilidad fue medida usando el indicador de días de trabajo perdidos (DTP) y días de actividad restringida (DAR) a causa de la enfermedad. Mediante regresiones lineales múltiples, se busco relaciones entre estas variables y los niveles de partículas totales suspendidas (PTS), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>); enfermedades crónicas, raza, estado civil, temperaturas, densidad poblacional, precipitaciones, consumo de cigarrillo y tipo de trabajo. Los resultados obtenidos mostraron que la variable SO<sub>2</sub> no fue significativa, por lo cual se presume que no tenía efecto sobre la morbilidad. En cambio la variable PTS fue estadísticamente significativa, pudiendo explicar la morbilidad observada.</p> <p>Las funciones obtenidas fueron, por ejemplo para los días de trabajos perdidos (DTP), del tipo <math>DTP = -0,83 + 0,00282 * PTS - 0.00008 * SO_2 + \dots</math></p> <p>2.- Ostro, et al, (1995) estudió para Santiago de Chile el efecto del PM10 en la mortalidad prematura. Se correlacionó la mortalidad diaria total (MT) excluyendo accidentes de tránsito con PM10, temperaturas extremas, entre otras variables. Para ello se ajustaron varios modelos . Se obtuvo como resultado que el PM10 fue significativo con un riesgo relativo de 1,08. Cuantitativamente, se obtuvo una regresión lineal que explica el fenómeno y correspondió a mortalidad total <math>(MT) = 37,7 + 4 * \log(PM10) + \dots</math></p>

*Valoración de beneficios en salud*

La valoración de beneficios en salud sigue dos caminos, el primero y más directo es el de valorar los efectos físicos obtenidos del proceso de cuantificación de impactos. El segundo camino es obtener un valor sobre la disposición a pagar por reducir los malestares de una enfermedad o por reducir el riesgo de muerte.

Para valorar los efectos físicos de mortalidad o morbilidad se utiliza principalmente el método de costos médicos y el método del capital humano. El procedimiento es el siguiente:

- Obtener *indicadores de daño* del proceso de cuantificación de impactos, estos pueden ser: número de muertes, número de enfermos, número de visitas al doctor, número de hospitalizaciones, número de visitas a urgencia, número de ataques de asma, número de ataques cardiacos, número de

días de actividad restringida, número de días de trabajo perdido, etc. Todos ellos medidos en alguna frecuencia de tiempo, día, mes, año.

- Ponerle un precio a estos efectos. Por ejemplo, utilizando el método de capital humano se puede obtener el valor presente de los ingresos perdidos por muerte, o el número de días sin trabajar, o el número de días de actividad restringida. Utilizando el método de los costos médicos se puede calcular cuanto cuesta una enfermedad que incluya, por ejemplo, el valor de la hospitalización, los remedios y los exámenes.
- Agregar estos valores para todos los individuos afectados y para todos los efectos.

Los dos métodos anteriores entregan información parcial sobre los efectos que tiene la enfermedad sobre los afectados. Estos no consideran los impactos negativos como dolores, sufrimientos, depresiones y desagrado general por la enfermedad. Por esta razón, solo entregan una cota inferior respecto del verdadero valor del daño o del beneficio de reducción. Su gran ventaja es que, a pesar de las altas incertidumbres permite obtener una valoración para cambios marginales en reducción del daño, lo que permite valorar los beneficios asociados a cambios discretos en la calidad ambiental.

El enfoque de *disposición a pagar* se utiliza principalmente para valorar lo que la población estaría dispuesta a pagar por reducir su riesgo de muerte o enfermedad frente al daño ambiental al que está expuesto. Por ejemplo, si el riesgo de muerte anual en una población es de 1 en 100.000 ( $1 \cdot 10^{-5}$ ) por exposición al contaminante, significa que de cada 100.000 personas se pierde una vida estadística. Si se quisiera valorar esa vida estadística, se debería sumar la disposición a pagar de 100.000 personas por reducir este riesgo adicional en 1 en 100.000.

Hay dos metodologías que se utilizan con frecuencia para valorar la disposición a pagar, el método de precios o salarios hedónicos y el método de valoración contingente.

El método de salarios hedónicos permite estimar los diferenciales compensatorios en salarios que una persona requiere para trabajar en una actividad que tiene un mayor riesgo de muerte o enfermedad. Por ejemplo, algunos de estos estudios han estimado en Estados Unidos que un individuo debería recibir un salario adicional de US\$ 500 por año para aceptar un trabajo que incrementa su riesgo de muerte en 1 en 10.000. Esto implicaría que el valor de una vida estadística sería de 5 millones de dólares ( $500 \cdot 10.000$ ).

A pesar de que este método se basa en el comportamiento real de las personas para aceptar o evitar riesgos, tiene el inconveniente de que estas diferenciales salariales se reciben para compensar riesgos voluntarios, mientras que los riesgos ambientales son en su mayoría de naturaleza involuntaria. Además se debe tener en cuenta que los individuos que están dispuestos a correr estos riesgos son

en general menos adversos al riesgo que la población general, por lo cual se estaría subestimando el verdadero valor que una persona elegida al azar le estaría dando al riesgo de muerte. Aún así los valores entregados por este método son 5 veces mayor que aquellos reportados por los métodos tradicionales de *costos médicos* y *capital humano*.

El otro método ampliamente utilizado para valorar riesgos de morbilidad y mortalidad es el de *valoración contingente*. Mediante este método se le pregunta directamente a la gente o se infiere su disposición a pagar por reducir su riesgo de muerte o de enfermarse al pasar de un estado actual a uno hipotético. Los valores de una vida estadística estimados a partir de estos estudios son similares a los entregados por las diferenciales compensatorias. La principal desventaja de este método es que la gente no está pagando realmente, solo es un juego o experimento. Por otro lado las respuestas dependen mucho de diseño de la encuesta y de las percepciones que tenga la gente del problema en cuestión. Se ha demostrado por numerosos estudios que las percepciones de las personas están muy distantes de aquellas que tienen los expertos.

El cuadro de la página siguiente muestra un conjunto de efectos identificados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para los contaminantes atmosféricos.

**Cuadro 7:** Efectos cuantificados y no cuantificados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) según contaminante.

Contaminante	Efectos cuantificados	Efectos no cuantificados	Otros posibles efectos
Ozono	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Síntomas Respiratorios</li> <li>◦ Días de actividad restringida</li> <li>◦ Admisiones Hospitalarias</li> <li>◦ Ataques de Asma</li> <li>◦ Baja en los ingresos por menor productividad</li> <li>◦ Mortalidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Cambios en funciones pulmonares</li> <li>◦ Respuesta creciente de las vías respiratorias a los estímulos</li> <li>◦ Inflamación del Pulmón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Cambios inmunológicos</li> <li>◦ Enfermedades respiratorias crónicas</li> <li>◦ Efectos extrapulmonares</li> </ul>
PM10	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bronquitis aguda</li> <li>◦ Admisiones hospitalarias</li> <li>◦ Mortalidad</li> <li>◦ Enfermedades respiratorias</li> <li>◦ Dolor de pecho</li> <li>◦ Síntomas respiratorios</li> <li>◦ Días de actividad Restringida</li> <li>◦ Días de pérdida de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Cambios en funciones pulmonares</li> <li>◦ Bronquitis crónica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Otras enfermedades respiratorias</li> <li>◦ Inflamaciones pulmonares</li> </ul>
CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Aparición prematura de angina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Efectos en el comportamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Efectos cardiovasculares y en el desarrollo</li> </ul>
NO <sub>x</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Enfermedades respiratorias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mayor respuesta de vías respiratorias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Menor función pulmonar</li> <li>◦ Inflamación del pulmón</li> <li>◦ Cambios inmunológicos</li> </ul>
SO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Cambios en la función pulmonar</li> <li>◦ Síntomas respiratorios</li> </ul>		
Plomo	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Hipertensión</li> <li>◦ Enfermedad coronaria no fatal</li> <li>◦ Ataques al corazón no fatales</li> <li>◦ Mortalidad</li> <li>◦ Pérdida en coeficiente intelectual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Efectos reproductivos</li> <li>◦ Efectos en el feto</li> <li>◦ Otros efectos neurológicos y metabólicos</li> <li>◦ Otros efectos cardiovasculares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Cáncer</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mortalidad neonatal debido a menor período de gestación</li> </ul>		
--	---	--	--

**Fuente:** EPA, The Benefits and Cost of the Clean Air Act, 1970-1990, Apéndice D.

**Paso 22. Evaluación de beneficios en ecosistemas** La estimación de los beneficios asociados a regulaciones ambientales que afectan los ecosistemas es un tema altamente complejo dentro de la valoración ambiental. Esto ocurre debido al:

- desconocimiento de los efectos directos de los contaminantes sobre los componentes del ecosistema y sobre las interacciones tróficas, lo que hace muy difícil tener medidas de impacto físico que permitan construir funciones dosis/respuesta;
- debido a la dificultad de definir una unidad de medida. Un ecosistema no es simplemente la suma de las partes, existen muchas interacciones desconocidas. Muchas de las técnicas para cuantificar y valorar toman en cuenta aspectos específicos del ecosistema, pero no sus interacciones.

Previo a valorar un ecosistema es necesario analizar y definir lo que se desea valorar. Usualmente lo que se hace es valorar aquellas partes del ecosistema que reportan bienestar a las personas. Se observan algunas partes valiosas de la naturaleza dejando de lado otras. Se valoran los procesos productivos que proveen recursos o insumos útiles a la sociedad dejando de lado el aspecto sistémico, y en último sentido, el valor asociado a la existencia de la naturaleza más allá de cualquier uso que el ser humano pudiera darle.

La valoración de ecosistemas desde el punto de vista de los usos que presta, tiene su expresión más común cuando se miden los cambios en la productividad de sus componentes que sirven de insumos o de productos finales en el proceso económico. Por ejemplo, se pueden valorar los humedales en relación a la producción y captura de peces que se pueden obtener de él. Evidentemente un humedal cumple muchas otras funciones por lo que el valor de sus productividad subestimaré el verdadero valor.

El material genético de plantas silvestres ha sido utilizado y continuará siendo usado para agregar vigor genético a especies domésticas y para mejorar las defensas naturales contra insectos y enfermedades. Por ejemplo, las antiguas variedades de frutales tienen un valor genético indicado por su habilidad de persistir hasta los tiempos presentes a través de distintas condiciones climáticas y ambientales, incluyendo innumerables enfermedades. Los genes que contienen tienen un valor económico potencial al menos igual a los valores corrientes y futuros de las cosechas. El verdadero valor económico de tal variedad de genotipo equivaldrá al valor de toda futura producción basada en variedades que contengan tal patrimonio genético.

Los genes de especies silvestres son continuamente utilizados en el mejoramiento genético de cultivos. Por ejemplo una cepa de trigo proveniente de Turquía entregó resistencia a enfermedades que sirvieron a los cultivos en Estados Unidos de Norteamérica y que se pueden valorar en US\$ 50 MM/año. Otro gen de una variedad de centeno proveniente de Etiopía (defiende contra el virus enano amarillo) ahorra US\$ 160 MM/año a la producción del estado de California en los Estados Unidos. Una variedad de maíz mexicano ha entregado genes que han ahorrado US\$ 4,4 billones/año a escala mundial. La medicina tradicional es la base de curación para aproximadamente 2.000 millones de personas a nivel mundial. El valor al por menor de productos farmacéuticos derivados de plantas fue estimado en US\$ 43 billones para 1985.

Muchos ecosistemas proveen servicios al hombre a través del turismo. Tanto la fauna y flora silvestre así como elementos abióticos del paisaje (glaciares, cascadas y otros), entregan beneficios directos a quienes están dispuestos a ir a ciertos lugares. Por lo tanto, se puede medir una disposición a pagar mediante la técnica de costo de viaje o utilizando un enfoque de valoración contingente. Utilizando estos métodos se ha estimado que un león en el Parque Nacional de Amboseli, en Kenya, tiene un valor de US\$ 27.000/año, y una manada de elefantes tiene valor de US\$ 610.000. Esta valorización se ha hecho en función del ecoturismo y el número de visitantes que llegan a esos lugares.

Otros ejemplos en los cuales es posible obtener una disposición a pagar se relacionan con recursos ecológicos que tienen un valor "indirecto" para los humanos, al cumplir un papel de soporte de procesos ecosistémicos que se traduce en mejores servicios y beneficios directos para la especie humana. Esto incluye, entre otros, la mantención de la calidad del aire y la calidad del agua; el control de las inundaciones; la mantención de un banco genético de vegetales y animales; el rol de sostén que tienen las cadenas tróficas y los ciclos de nutrientes.

Los ecosistemas aparte del valor que su productividad le genera al hombre, también tienen un valor de existencia. Este valor se puede asociar a la idea de que las personas, aún no usándolo ni directa ni indirectamente, ni en el presente ni el futuro, quieren que exista ya sea por su naturaleza única, para que sea visto y disfrutado por futuras generaciones, por un sentido de altruismo o simplemente por motivos puramente éticos.

Para obtener este valor de existencia se han utilizado métodos de valoración contingente. Varios estudios han mostrado que este valor puede ser en algunos casos muy significativo. Por ejemplo Pearce y Turner (1990) citando Brookshire, Schulze y Thayer (1985), analiza como se mide el valor de existencia asociado a la posible pérdida de un ecosistema único como el Gran Cañón del Colorado en los Estados Unidos, por la instalación en sus proximidades de una central térmica. El resultado, según estos autores, es que el valor de existencia superaba en 66 veces el valor de uso de este ecosistema.

Los mismos autores hacen referencia a un estudio de Strand (1981) donde se valoran los impactos de la lluvia ácida sobre la pesca. En este estudio se estima que el valor de existencia de tener agua limpia en los ríos de Noruega llegaba a cerca del 1% de PNB de ese país. En otro estudio Boyle y Bishop (1987), utilizando el método de valoración contingente, estiman el valor de no uso asociado a preservar en Wisconsin (Estados Unidos) el águila calva y un pequeño pez plateado (*Notropis cornutus*). El estudio muestra un valor que va desde 4 a 6 dólares para el pez plateado y de 5 a 75 dólares para el águila calva.

Si bien existe una importante discusión sobre la validez de los estudios, debido a la dificultad asociadas a separar los valores de usos y no uso y al pobre desempeño de los métodos tradicionales de valoración (Ver Freeman (1993), páginas 158-159), hay consenso respecto de que los valores de no uso puede llegar a ser muy significativos, en especial cuando se trata de ecosistemas o paisajes de naturaleza única o que tienen especial significado para las personas (símbolo regional o nacional). Una prueba de ello es la existencia de importantes organizaciones internacionales privadas dedicadas a comprar tierras para preservar ecosistemas a través del mundo.

Debe tenerse especial cuidado al utilizar estos métodos para medir beneficios de ecosistemas asociados a mejoramientos ambientales. En general, una buena parte de estos valores se basan en estudios que toman en consideración la *disposición a pagar* de personas que tienen especial interés en la naturaleza (grupos ecologistas, deportistas, exploradores, turistas, etc.), quienes tienen una disposición a pagar mucho mayor que el promedio de la población. Esto es especialmente relevante por el hecho de que muchos de los fondos que se utilizan en campañas de preservación o mejoramientos ambientales son fondos públicos.

**Paso 23. Evaluación de otros beneficios** Además de los beneficios en salud y en ecosistemas existen otros importantes beneficios asociados a la producción de recursos naturales, beneficios estéticos, recreacionales y asociados a menores daños en materiales y en patrimonio cultural.

#### *Producción agrícola, forestal y pesquera.*

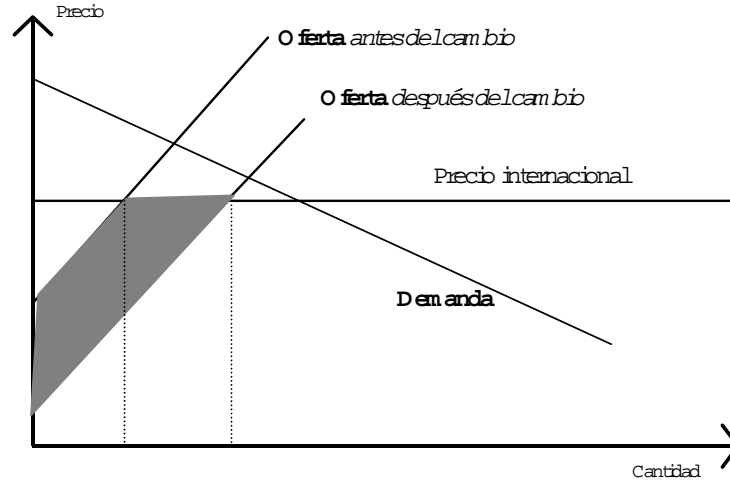
La producción comercial de las pesquerías, agricultura, ganadería y silvicultura se puede ver afectada por cambios en la calidad ambiental. De esta manera una regulación que permita reducir las concentraciones ambientales en aire o agua puede llevar a aumentos en los rendimientos y en la producción de estas actividades. Por lo tanto, este es un beneficio que debe ser incorporado en la evaluación económica de la regulación. Cabe destacar que como consecuencia de esta mayor disponibilidad de recursos, se puede producir una caída en su precio cuya magnitud dependerá del grado de apertura comercial en dichas actividades. Sin embargo, se espera que en Chile este efecto sea mínimo ya que estos sectores son transables y su precio viene determinado por los mercados externos.



Si se supone que los precios no se alteran, la forma de medir estos cambios o mejoramientos de bienestar asociados a la mayor disponibilidad de recursos, es vía *cambios en el excedente del productor*. Es decir los mejoramientos en rendimientos o producción conducen a un desplazamiento de la curva de oferta de la producción local, reduciendo los costos internos y aumentando los beneficios para los productores locales. Como se observa en la figura 5 (página siguiente), el *excedente del productor* queda representado por el área achurada.

Para relacionar cambios en producción y/o rendimientos con cambios ambientales y poder estimar los cambios en la curva de oferta, se utilizan herramientas estadísticas como los métodos de funciones de producción o estudios de laboratorio que relacionen directamente el daño con la producción, controlando las demás variables.

**Figura 5:** Cambios en el excedente de un productor después de un mejoramiento ambiental.



Utilizando el método estadístico se trata de explicar la producción (agrícola, forestal, pesquera o pecuaria) en función de una serie de variables productivas independientes tales como esfuerzo de explotación, insumos, stock de recurso con una serie de variables ambientales tales como calidad de suelo, calidad de aire, calidad de agua, etc. Una vez determinado el modelo que relaciona estas variables, se procede a realizar una estimación estadística utilizando información histórica.

**Cuadro 8:** Estimación de los cambios en el excedente de una pesquería.

Los biólogos han estimado que producto de la degradación ambiental que afecta al stock de recursos pesqueros en la bahía Chesapeake (EEUU), la captura caerá de 8.000 a 5.000 libras diarias. Previo a los impactos ambientales la situación pesquera era la siguiente:

Tasa de captura diaria = 8.000 libras  
 Precio desembarque = U\$ 0,7/libra  
 Costos variables = U\$0,4/libra  
 Total días de pesca en la estación = 16  
 Total utilidad o excedente productor =  $(0,7-0,4) \times 8.000 \times 16 = \text{U\$ } 38.400$

Posteriormente después de los impactos ambientales, la captura baja a 5.000 libras diarias, se supondrá que la conducta de los pescadores no cambia, pero si aumentan los costos variables ya que requieren estar más tiempo buscando el recurso. La nueva situación es:

Tasa de captura diaria = 5.000 libras  
 Precio desembarque = U\$ 0,7/libra  
 Costos variables = U\$0,5/libra  
 Total días de pesca en la estación = 16  
 Total utilidad o excedente productor =  $(0,7-0,5) \times 5.000 \times 16 = \text{U\$ } 16.000$

Por lo tanto al comparar las dos situaciones se estima que la pérdida de excedente es

de U\$ 22.400 dólares.

**Fuente:** Economic Valuation of Natural Resources: A Handbook for Coastal Resource Policymakers. US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Coastal Ocean Office, páginas 34-35, 1995.

No siempre se requiere realizar una complicada estimación econométrica para poder estimar los cambios en el excedente del productor. Es posible utilizar simplemente una aproximación de cambios en los costos de producción asociado a cambios en rendimientos producto de variables ambientales. Los cambios en los rendimientos productivos pueden ser estimados por biólogos a partir de otros estudios de casos o de estudios de laboratorio. En el cuadro 8 (página anterior) se presenta un ejemplo.

Los cambios físicos obtenidos de la función de producción son valorados utilizando precios de mercado para insumos y bienes. Cuando estos precios están distorsionados deben ser adecuadamente corregidos. Un punto crucial que debe tomarse en cuenta es la magnitud del cambio y las posibles variaciones de los precios del bien o de los precios de los insumos. Si estos cambios son significativos, deberán incorporarse en la estimación.

#### *Daño a materiales*

La contaminación puede generar importantes impactos negativos en los materiales tales como corrosión, pérdida de color, suciedad, etc. Ello puede conducir a que se deban realizar reparaciones, lavados y pintado con más frecuencia y en algunos casos realizar una renovación de equipos, cercos, cañerías y ductos en forma anticipada. Estos daños deben ser estimados en la evaluación.

La contaminación del aire por material particulado, ozono y SO<sub>2</sub> típicamente afectan a las superficies expuestas causando corrosión en metales, el deterioro de las superficies de edificios y el oscurecimiento de éstas. Además, el daño se puede manifestar en los componentes y contactos eléctricos, pinturas, fibras metálicas (especialmente zinc y acero), textiles, caucho y elastómeros. La mayoría del trabajo cuantitativo relacionado con relaciones dosis/respuesta para daños en materiales ha sido realizado para los compuestos de azufre, partículas de sulfato y óxido de nitrógeno.

El problema fundamental para la valoración yace en la estimación de las funciones de daño. La relación entre contaminantes y el material o edificación es muy compleja e imprecisamente entendida. La depositación de contaminantes en las superficies de las edificaciones no sólo depende de las concentraciones atmosféricas, sino también de factores climáticos, tales como la fuerza y dirección del viento, intensidad de la lluvia y humedad. La estructura natural y reactividad de los diferentes materiales y el grado en que están protegidos también influyen en el nivel de daño. Una complicación adicional es el hecho de que factores naturales producen los mismos tipos de daños que los contaminantes que el hombre genera, por lo que se hace difícil determinar

cuanto daño se deriva de uno u otro origen. Además, hay mucha incertidumbre acerca de los niveles umbral y los efectos sinérgicos.

Uno de los problemas principales para la estimación empírica del daño en materiales es determinar el inventario de éstos expuestos a la contaminación. Existe cierta evidencia de que el stock en riesgo puede ser estimado a través de funciones de densidad de probabilidad para edificios modernos en los cuales las superficies y materiales son estimadas tomando una muestra detallada de un área particular y luego extrapolando los resultados a un área mayor.

Las etapas relacionadas con la estimación de la función de daño son típicamente:

- Estimar una función que relacione el daño (corrosión o polvo) con las concentraciones de contaminantes, las variables climáticas u otros factores relevantes
- Estimar el stock físico de materiales expuestos
- Estimar algunos costos unitarios asociados a: costos de reparación o de mantención extra; costos de reemplazo de material; pérdida de valor percibido por el consumidor del material o costo de desarrollar materiales resistentes a la contaminación
- Multiplicar el stock en riesgo por los costos unitarios para calcular el costo total.

Como el daño a los materiales se manifiestan en una reducción en la vida útil de un material causando con ello mayor frecuencia de reemplazo, se debe calcular un flujo anual equivalente de gastos bajo dos escenarios. El primero, con el nivel base de contaminación y el segundo con el nuevo nivel de contaminación. En el cuadro siguiente se da un ejemplo.

**Cuadro 9:** Ejemplo de estimación de daño asociado a materiales

Glomsrod y Rosland (1988) usaron una función dosis/respuesta para estimar el costo directo de los daños en materiales debido al dióxido de azufre en Noruega. También ocuparon un modelo de crecimiento macroeconómico multisectorial para estimar los costos indirectos de SO<sub>2</sub> debido a efectos locales.

Los materiales estudiados incluyen acero galvanizado, con pintura, madera y piedra. Daños a otros materiales no fueron incluidos por la falta de funciones dosis/respuesta. Otros contaminantes pueden tener efectos corrosivos como los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), incrementando la corrosión en las cubiertas de cinc del acero galvanizado, pero los resultados obtenidos en Noruega demuestran que éstos son pequeños.

Las funciones dosis/respuesta que se usaron son lineales. La función más investigada es la usada para acero galvanizado basada en 5 años de observaciones en Noruega. La función describe el número de años (LG) necesarios para corroer 1 um de cubierta cinc:

$$LG = E/K = 7,1/(0,45*SO_2 + 0,7).$$

En donde E es el peso específico del cinc en g/cm<sup>3</sup> y K es la velocidad de corrosión en g/m<sup>2</sup> /año.

Basada en información de USA y Noruega, el Instituto Noruego de Investigación Aérea (OECD (1994)) estimó la siguiente función dosis/respuesta entre concentraciones de SO<sub>2</sub> y la vida del material (LPS) medida en años para pintura y acero:

$$LPS(\text{años}) = 11,7 - 0,0042*SO_2$$

El daño en materiales tenderá a manifestarse en un reemplazo más frecuente, en más mantenciones y más reparaciones del material, y corresponden a los costos adicionales más típicamente usados para valorar el daño. La pregunta que surge es si esto puede usarse como una base de valoración. Tal enfoque es relevante sólo si las preferencias de las personas para la reparación exceden los costos de reparación. Muchos estudios empíricos asumen que esta relación existe. Si esto sucede, los costos de reparación serán un piso para el valor "real". Si la relación entre preferencias y costos no puede ser asumida, entonces el enfoque de costos de reparación no es adecuado como un estimador del daño y se deberán realizar estudios basados en preferencias tales como aquellos de valoración contingente.

Al igual que en la agricultura, los cambios en ahorro de materiales se valoran a los precios de mercado actuales. Sin embargo, es posible que estos precios de mercados puedan verse alterados cuando los efectos son muy grandes. En tal caso deben utilizarse otros enfoques que permitan corregir estos efectos.

*Efectos recreacionales.*

Los beneficios recreacionales atribuidos a regulaciones ambientales están principalmente asociados a mejoramientos en la calidad de las aguas y a mejoramientos en la visibilidad. Muchos sistemas de recursos naturales tales como lagos, lagunas, ríos, arroyos, estuarios, costas, arrecifes, bosques, etc. se usan por las personas para actividades recreativas tales como deportes náuticos, natación, pesca, andinismo, montañismo, camping, etc.

Desde un punto de vista económico, estos servicios tienen dos características importantes. En primer lugar el valor económico de ellos depende del recurso natural que se utiliza, el que puede ser afectado por la contaminación. En segundo lugar, el acceso a estos recursos es generalmente libre. Los individuos

no pagan o desembolsan una cantidad substancialmente baja por acceder a ellos.

Debido a que estos servicios no son asignados por el mercado, los cambios en el bienestar asociados a un cambio en la cantidad o calidad de ellos, estimados a través de la disposición a pagar, deben ser inferidos en forma indirecta a través de *técnicas de costo de viaje* a diferentes lugares o a través de las *técnicas de valoración contingente* que permiten preguntar directamente por la disposición a pagar.

La técnica de *costo de viaje* ha sido ampliamente utilizada para valorar los impactos recreacionales derivados de cambios en la calidad de los recursos naturales. Para ello se estima una relación entre la frecuencia de viajes, el costo de viajar y los atributos de calidad ambiental del lugar. La función de demanda por viajes que se origina puede ser interpretada como una demanda derivada por los servicios recreacionales que ofrece un determinado lugar.

Uno de los problemas más importantes en la aplicación de esta técnica es la determinación del indicador de calidad ambiental que se considera relevante en la decisión de viajar. Los típicos indicadores de calidad tales como demanda bioquímica de oxígeno, cantidad de coliformes fecales, miligramos o microgramos de un contaminante, pueden no tener una directa relación con la percepción ambiental de los usuarios. Estos probablemente reaccionan más a variables como la productividad pesquera, el olor, la presencia de aves, la turbiedad, el color y la visibilidad.

Un método alternativo que ha sido utilizado para valorar impactos recreacionales es el enfoque de *valoración contingente*. Con este método se pueden determinar directamente, por medio de encuestas, cuales son los aspectos recreacionales que valoran las personas. Por otro lado, estos estudios permiten además capturar el valor de existencia de los recursos y no solo el valor de uso como era el caso de la técnica anterior.

En varias oportunidades se ha comparado la utilización de estas dos técnicas para valorar efectos recreacionales. En muchos caso los resultados obtenidos no son muy diferentes. Ver por ejemplo Hanley (1988)

Si bien hay varios estudios que muestran resultados similares, cuando se utilizan ambas técnicas debe tenerse presente que el enfoque de valoración contingente además del valor de uso recreacional que le asignan las personas a un cierto lugar, también mide el valor de existencia asociado. Por ello, en lugares donde el valor de existencia sea importante se espera que hayan diferencias significativas.

#### *Efectos estéticos*

Los efectos estéticos asociados a cambios en la calidad ambiental están relacionados con aspectos tales como los olores, la visibilidad, el desagrado e

incluso problemas de salud como malestar y dolor de cabeza. La valoración de este tipo de impacto ambiental es muy complicada toda vez que no existe un mercado donde se pueda observar un valor para ellos.

La manera más común de valorar estos impactos es a través de la *técnica de precios hedónicos aplicada al valor de la propiedad*. Esta técnica supone que los cambios en el valor de la propiedad están asociados a cambios en las variables ambientales. Para ello se relaciona los precios de las viviendas con una serie de atributos del bien, tales como tamaño, antigüedad, ubicación y factores ambientales como el paisaje observable desde la propiedad, presencia de áreas verdes cercanas, presencia o ausencia de olores, etc. Una vez controlados los factores no ambientales, se puede estimar el valor del mejoramiento ambiental como el cambio resultante en el precio del inmueble.

La principal ventaja de esta técnica es que permite determinar los efectos ambientales directamente de la inferencia del comportamiento real de las personas reflejadas en sus decisiones de compra y venta de viviendas. Sin embargo hay dos serias limitantes al utilizar este enfoque. La primera limitación es que posiblemente los cambios en los precios no sólo capturen los impactos estéticos sino que cualquier otra categoría de beneficios ambientales que los individuos consideren relevantes, por ejemplo los asociados a salud. En este sentido, utilizando este método, es muy difícil separar la importancia de cada uno de los atributos ambientales. La segunda limitante es que tienen un efecto circunscrito al lugar de la estimación y es difícil poder agregar estos resultados a un área mayor o a todo el país.

El método de *valoración contingente* también ha sido utilizado para estimar impactos estéticos. Comparándolo con el método anterior, tiene la ventaja que a través de la entrevista directa se puede preguntar por la disposición a pagar por lo distintos atributos ambientales en forma separada. Ello sin embargo no garantiza que los individuos puedan separar efectivamente los valores para cada uno de estos atributos. Una ventaja de este método respecto al anterior es que efectivamente se puede obtener una estimación geográficamente más amplia, ya sea a través de una región o de un país.

#### *Efectos sobre el patrimonio cultural (monumentos históricos)*

El aspecto relevante en términos de regulaciones para la contaminación respecto del patrimonio cultural, es el daño de los contaminantes atmosféricos sobre los monumentos históricos como estatuas y edificios. Por ejemplo, la depositación ácida proveniente de el  $\text{SO}_2$  o  $\text{NO}_x$  causan disolución del calcio y "ruptura" de partículas granulares que degradan los materiales. Este mismo fenómeno puede conducir también a procesos de corrosión. En materiales de bronce y cobre utilizados en estos monumentos, la exposición a la depositación ácida puede corroer la capa protectora y degradar los detalles ornamentales de estos monumentos.

La valoración de estos impactos sigue dos caminos. En primer lugar se debe estimar el daño físico asociado a mayores costos por reparación, mantención y reemplazo. Para ello se deben estimar adecuadas funciones de daño (relación concentración del contaminante y daño en el monumento) y luego valorar el costo respectivo. El procedimiento es similar al utilizado para valorar el daño a los materiales en general.

En segundo lugar se debiera realizar una estimación de los valores de no uso asociados a estos recursos. Es decir el valor que le asigna la sociedad a que existan los monumentos en sus condiciones originales aún cuando no sean visitados. Ello porque las reparaciones y mantenciones a menudo implican alteraciones en los monumentos o reemplazos con otros materiales, perdiendo valor artístico e histórico. Para hacer esto se utilizan los métodos de *valoración contingente* o *costo de viaje*.



## ETAPA 7

### EVALUACION ECONOMICA

---

En la etapa final del análisis socioeconómico corresponde realizar la comparación de los costos y beneficios, la incorporación de los impactos distributivos, y el análisis de la incertidumbre y los resultados. Para ello es necesario elegir un enfoque de decisión, definir los indicadores apropiados y elegir la tasa de descuento.

Las partes de la etapa final, son:

- **Paso 24.** Elección del Enfoque de Decisión
- **Paso 25.** Agregación de Costos y Beneficios
- **Paso 26.** Elección de los Indicadores Relevantes
- **Paso 27.** Elección de la Tasa De Descuento
- **Paso 28.** Análisis de la Incertidumbre
- **Paso 29.** Análisis de los Aspectos Distributivos

Una vez que se han estimado los costos y beneficios asociados a los impactos producidos por las distintas opciones regulatorias, estas estimaciones deben integrarse de manera de obtener indicadores que le permitan al regulador tomar decisiones respecto a la conveniencia o no de aplicar una determinada norma o plan.

**Paso 24. Elección de un enfoque de decisión** El enfoque de decisión se refiere al tipo de análisis que se realizará en la evaluación económica. Tal como se presentó en los primeros capítulos, dos son los enfoques de decisión más utilizados para analizar medidas regulatorias. Estos son el Enfoque Costo/Beneficio y el Enfoque Costo/Efectividad.

El enfoque costo/beneficio es más apropiado cuando:

- es posible valorar gran parte de los beneficios,
- las opciones que se están comparando generan beneficios de distinta naturaleza, y por lo tanto, su elección no puede depender solo de los costos,
- los beneficios sean muy heterogéneos y se hace necesario llevarlos a una unidad monetaria.

Por otro lado, el análisis costo/efectividad es más apropiado cuando:

- no es posible valorar la mayor parte de los beneficios, ya sea porque no existe información, porque no existen metodologías apropiadas, no existen recursos económicos o porque el hacerlo resulta muy discutible y polémico.
- se estén comparando opciones que rinden beneficios idénticos o muy similares, por lo que el único factor económico relevante en la decisión serán los costos.

Independientemente del enfoque de decisión que se este utilizando para realizar la evaluación económica, cuando los beneficios no pueden ser valorados ya que no existe información o metodologías adecuadas, estos deben ser identificados y en lo posible cuantificados. De esta forma se está entregando información al regulador para que pueda tomar una mejor decisión respecto de una norma o plan ,o respecto de un aspecto de éstos, así como para determinar aquellas áreas donde se deben realizar esfuerzos por mejorar la información o realizar estudios más profundos.

**Paso 25. Agregación de costos y beneficios** Los *costos de inversión, operación y mantención* tanto para las fuentes reguladas, para los organismos del Estado encargados del monitoreo y fiscalización, así como aquellos que afectan terceras personas u agentes (cambios en precio de bienes e insumos, cambios en excedentes de productores y consumidores), deben ser llevados a unidades comunes mediante un proceso de agregación. Para ello se debiera:

- Presentar todos los costos en términos reales y en forma de flujos anuales. De esta forma se pueden comparar los costos de inversión con los de mantención y operación. Se deberían incluir rangos de valores para aquellos costos más inciertos.
- Se puede optar también por llevar todos los costos a valor presente utilizando una tasa de descuento apropiada.
- Los costos que no se han podido cuantificar, pero que son importantes, deben ser presentados dejando establecido su relevancia.
- Las distintas categorías de costos deben ser también presentadas en forma separada.

Los *beneficios* también deben ser agregados apropiadamente cuando sea posible. Para ello se recomienda:

- Que los beneficios sea presentados en forma de flujos anuales de manera tal de poderlos comparar entre si y con los costos. Para aquellos beneficios más inciertos es preferible presentar rangos de variaciones. También se puede optar por llevarlos directamente a valor presente.

- Los beneficios no valorados en lo posible deben ser presentados en una unidad física o cuantitativa. Si esto no es posible debe quedar establecido la importancia de ellos, a través de un análisis o descripción cualitativa.
- Las categorías de beneficios deben ser presentadas en forma separadas ya que a pesar de que puedan ser llevadas a unidades monetarias, las incertidumbres asociadas no son iguales para todos ellos.
- Presentar los beneficios de acuerdo a perfil temporal en que ocurren.

**Paso 26. Elección de los indicadores relevantes** Los indicadores permiten obtener información acerca de la rentabilidad social del proyecto o respecto a su costo/efectividad. Los indicadores utilizados dependen del enfoque. En el enfoque costo/beneficio cuatro son los indicadores a utilizar, el **valor presente neto** (VPN), la **tasa interna de retorno** (TIR), la **comparación entre inversión y valor presente neto** (o **IVAN**) y el **período de recuperación de la inversión**.

- **Valor presente neto** .Corresponde a la suma de los beneficios sociales netos del proyecto (beneficios menos costos), actualizados a la tasa de descuento relevante. Si el VPN es positivo se dice que el proyecto es socialmente rentable, si el VPN es negativo no es socialmente rentable.
- **Tasa interna de retorno**. Corresponde a aquella tasa para la cual el valor presente neto es cero. Usualmente, cuando la tasa interna de retorno es mayor que la tasa de descuento conviene realizar la inversión. Se utiliza como indicador para priorizar u ordenar proyectos de inversión social. El problema de esta medida es que puede haber más de una TIR. Además conduce a resultados contradictorios al momento de usarla para comparar distintas opciones<sup>2</sup>.
- **IVAN**. Corresponde a la relación entre el VPN (también conocido como valor actual neto o VAN) y la inversión. Indica los beneficios sociales netos que se obtienen por peso invertido y se usa para ordenar proyectos de inversión. Es muy útil para analizar proyectos que tienen distintos montos de inversión, cuando existe racionamiento de financiamiento.
- **Período de recuperación de la inversión**. Indica el tiempo que se requiere para poder recuperar el capital invertido. Es útil como elemento de decisión para comparar proyectos que tienen beneficios muy distantes entre si con otros que con igual inversión generan beneficios más inmediatos.

Cuando se usa un enfoque costo/efectividad los indicadores que se pueden utilizar son:

---

<sup>2</sup> Ver Fontaine (1981) para discutir estos temas.

- **Valor actual de los costos (VAC).** Corresponde al valor presente de los costos. Es útil para comparar opciones que tienen iguales beneficios, siendo la opción más eficiente la que genera menores costos.
- **Costo por unidad física de reducción.** Una vez que los costos se han expresado como flujos anuales, se puede obtener el costo unitario de la unidad de reducción, para ello simplemente se dividen los costos en una base diaria o mensual o anual por las reducciones logradas en ese período de tiempo.
- **Costo anual equivalente.** Corresponde a la anualización del valor actual de costos (se refiere a dividir el costo total en valores anuales constantes para todo el período de evaluación) y se usa cuando se quiere comparar proyectos de distinta vida útil.
- **Costo por muerte evitada.** Se divide el costo actualizado de las opciones por el número de muertes que se evitarán a consecuencia de la medida.
- **Costo por año de vida no perdido.** Se dividen los costos actualizados por los años de vida que se han salvado producto de la regulación.

**Cuadro 10:** Indicadores relevantes para cada enfoque de decisión

Enfoque Costo/Beneficio	Enfoque Costo/Efectividad
◦ Valor presente neto	◦ Valor actual de costos.
◦ Tasa interna de retorno	◦ Costo anual equivalente
◦ Período de recuperación de la inversión	◦ Costo por unidad de reducción
◦ IVAN	◦ Costo por muerte evitada
	◦ Costo por año de vida no pérdida.

Cuando no se puedan cuantificar o valorar los beneficios o costos, estos igualmente deben ser incluidos y analizados en base a algunos indicadores. Algunos indicadores que pueden ser usados para realizar un **análisis cualitativo** son<sup>3</sup>:

- magnitud del efecto;
- temporalidad del efecto, es decir si es inmediato o de largo plazo;
- probabilidad de exposición y daño;
- irreversibilidad del impacto;
- característica de ecosistema único;

<sup>3</sup> Un muy buen análisis cualitativo de impactos ambientales se puede encontrar en los estudios que realiza el Departamento de Energía de Estados Unidos, en particular se puede revisar el texto, Risk Report to Congress: Risks and the risk debate searching for common ground "the first step" (1996)

En la generación de los indicadores relevantes hay dos factores que juegan un rol muy significativo. Uno es el horizonte de evaluación y el otro es la tasa de descuento apropiada.

Los proyectos ambientales generalmente tienen beneficios de largo plazo. Las medidas implementadas pueden producir efectos después de un tiempo significativo. Por ejemplo, la incorporación del convertidor catalítico solo se manifestará en una baja en las emisiones cuando una parte importante del parque automotriz se renueve, pudiendo demorarse entre 10 y 15 años. Por otro lado, existen beneficios como los de ecosistemas o de salud de la población que pueden tener un largo período de maduración. En el caso de las sustancias cancerígenas con períodos de latencia entre 20 y 40 años, los beneficios comienzan a ser recibidos al año 20. Según estos ejemplos se justifica utilizar un período de análisis más largo. Sin embargo, si se usa una tasa de descuento alta estos beneficios tendrán un bajo o incluso nulo valor presente, por lo cual más allá de 20 o 25 años no tendría sentido extender el análisis.

Por otro lado en la elección del período de análisis se debe tomar en cuenta la vida útil del proyecto regulatorio o la vida útil de las opciones identificadas para los distintos agentes. Si las inversiones en descontaminación duran 20 años y se quiere evaluar con un horizonte mayor se tendrá que repetir la inversión en el proyecto al cabo de ese número de años. En síntesis, como criterio para definir el horizonte de evaluación se sugiere lo siguiente:

- identificar la duración de aquellas inversiones más relevantes en el proyecto. Usualmente estas son las inversiones en equipo de control. Un criterio es tomar este período de duración como el horizonte de evaluación.
- Si se usa el criterio anterior y a la fecha de término del proyecto existen algunos costos y beneficios relacionados con el proyecto, estos deberán estimarse y actualizarse y se deberán incorporar como un *valor residual*. Por ejemplo si se estima que el proyecto dura 20 años, pero dados los períodos de latencia en los efectos en la salud de la población, se estima que dichas inversiones continuarán teniendo beneficios por otros 20 años, éstos deberán ser estimados y llevados al año 20 a la tasa de descuento. Estos beneficios formarán parte del valor residual de la inversión.

**Paso 27. Elección de la tasa de descuento** Los costos y beneficios no tienen el mismo valor desde el punto de vista de su expresión temporal. Un mismo flujo de costos y beneficios tiene un valor más bajo a medida que se posterga en el período de evaluación. El *descuento* es el proceso por medio del cual se ajustan los costos y beneficios con el objeto de llevarlos a *valor presente*. Hay dos razones por las cuales se deben descontar estos costos y beneficios:

- **Preferencias en el tiempo (preferencia intertemporal).** Usualmente los individuos prefieren recibir los beneficios lo antes posible y diferir los costos para el futuro. Los costos y beneficios que ocurren en el futuro tienen un

valor subjetivo menor que si ocurren en el presente. Esto puede deberse a ciertos sesgos de las personas, o también por el hecho de tener necesidades hoy día (por ejemplo condiciones de pobreza) y porque esperan que en el futuro recibirán mayores ingresos que los actuales.

- **Costo de oportunidad del capital.** Una cierta cantidad de dinero vale más hoy día que en el futuro debido a que hoy puede ser empleada productivamente realizando inversiones, ya sea en el mercado de capitales o en el sector productivo. Los fondos que se guardan para generar beneficios en el futuro se podrían haber usado para generar beneficios inmediatamente. Esta idea en relación al tiempo se conoce como *costo de oportunidad*.

La *tasa de descuento social* es un precio ponderado entre la tasa de preferencia intertemporal de los consumidores, es decir la tasa de ahorro y la tasa de rentabilidad de la inversión. Existen muchas tasas de descuento sociales, dependiendo de la importancia que se asigna a cada uno de estos factores. En Chile el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN) utiliza para la evaluación de proyectos públicos una *tasa real de descuento de 12%* y se espera que baje a un 10%. En Estados Unidos, la Oficina de Administración del Presupuesto había usado hasta 1992 una tasa de 10%, que se redujo hasta un 7% en la actualidad. Por otro lado, la oficina de presupuesto del Congreso de los Estados Unidos utiliza una de 2%. La Environmental Protection Agency (EPA) ha utilizado diversas tasas para evaluar los proyectos ambientales. El Banco Mundial recomienda la utilización de una tasa de 10% tanto para proyectos de inversión como aquellos de naturaleza ambiental.

Existe en la literatura una amplia discusión de cual debiera ser la tasa de descuento social correcta. Existe argumentos a favor y en contra de utilizar tasas mayores que cero. Algunas de estas discusiones se presentan en el cuadro 11 de más adelante.

El uso de una tasa de descuento puede tener importantes implicancias ambientales:

- **Sobre el nivel de agotamiento de los recursos.** El uso de una tasa de descuento alta puede conducir al agotamiento de los recursos, ya que se incentiva la explotación en el presente.
- **Sobre las generaciones futuras.** Una tasa de descuento social alta puede conducir a no considerar adecuadamente los intereses de las futuras generaciones. Esto ocurrirá en la medida que dicha tasa de descuento no ha considerado las preferencias de dichas generaciones. La noción de desarrollo sustentable implica la mantención de una base de recursos para las generaciones futuras debido a que mucho del capital natural no puede ser sustituido por capital físico y humano. Por ello se ha sugerido que la tasa de descuento debería ser lo suficientemente baja como para permitir la consideración de los intereses de las futuras generaciones.

- **Las posibilidades de extinción de especies.** La sobreexplotación de algunas especies y ecosistemas puede conducir a la superación del umbral crítico, más allá del cual puede producirse la extinción de activos ambientales. Por lo tanto, los beneficios de preservación deberían tener un horizonte infinito y la tasa de descuento debería ser baja de manera de considerar los beneficios de largo plazo.
- **Usos alternativos.** Por otro lado los fondos públicos tienen una serie de usos alternativos, muchos de los cuales tienen largos horizontes de maduración como son la salud y la educación. Incorporar una baja tasa de descuento en el área ambiental puede resultar en reasignar recursos de otras áreas hacia el área ambiental.

Debido a todo lo anterior, en la determinación de la tasa de descuento se deberían tener presente los siguientes factores:

- Utilizar la tasa de descuento que frecuentemente se utiliza para evaluar proyectos públicos con el objeto de hacerlos comparables. Se recomienda para ello utilizar la tasa de descuento social de MIDEPLAN, es decir 12%.
- La tasa de descuento no debe ajustarse por factores de incertidumbre. Estos factores deben ser incluidos separadamente realizando un adecuado análisis de incertidumbre.
- Cuando existan importantes beneficios en períodos muy lejanos o cuando se crea que la factibilidad económica del proyecto es muy dependiente de la tasa de descuento, se recomienda utilizar tasas inferiores por ejemplo 2% y 7%. Estas tasas se han utilizado en Estados Unidos para evaluar proyectos ambientales. Si efectivamente la rentabilidad depende de la tasa usada, se deberá tomar en cuenta este factor para la decisión. En cualquier caso debe quedar expresamente señalado el uso de una tasa diferente a la de 12%.

**Cuadro 11:** Artículo “La relevancia de la tasa de descuento”

En 1808, cuando Thomas Jefferson sembró el imponente tulipanero, lo hizo sabiendo muy bien que nunca se beneficiaría de su sombra en una húmeda tarde de verano de Virginia. Para cuando las ramas del frondoso tulipanero extendieron sus frondosos pabellones sobre el césped de Monticello, Jefferson estaría hace tiempo muerto.

Por su inversión en tiempo y dinero, el rendimiento inmediato que recibió fue nulo. Sin embargo, en cualquier caso, Jefferson nunca consideró la posibilidad de no plantar estos árboles.

La paradoja de Jefferson (las inversiones en el ambiente a menudo no se pueden justificar con bases eminentemente económicas), se encuentra en el

centro de los debates actuales entre los ambientalistas y economistas sobre lo que se debe hacer en relación al calentamiento de la corteza terrestre.

Al evaluar los costos y beneficios de la construcción de una fábrica, levantar un puente o instalar un purificador de una chimenea, es una práctica estándar de los economistas comparar los beneficios que serían obtenidos en la inversión con el rendimiento potencial que podría generarse si el dinero se utilizara de otra forma. Esa tasa de retorno calculada se llama tasa de descuento. Las corporaciones utilizan con frecuencia una tasa de descuento de alrededor de 15% para calcular las nuevas inversiones. El Banco Mundial utiliza tasas de doble dígito, y el gobierno estadounidense con frecuencia cuenta con tasas superiores al 10%.

La decisión de una tasa de descuento puede definir o acabar con la decisión de intervenir el ambiente. Por ejemplo, supóngase que los científicos acuerdan que un contaminante particular causará US\$100 millones en daños el año 2097. La sociedad tiene dos opciones

económicas: invertir ahora en tecnología para la reducción de la contaminación a fin de evitar el daño, o canalizar la inversión hacia cualquier otro campo bajo el supuesto de que dentro de un siglo la economía será más rica y, por lo tanto, habrá mayor capacidad de absorber los costos de cualquier daño al medio ambiente.

Al evaluar esta decisión, si los diseñadores de políticas suponen que por cada US\$1 que invierten ahora pueden obtener US\$ 1,10 el próximo año (aplicando, en esencia, una tasa de descuento del 10%), sería fiscalmente irresponsable gastar más de US\$7.305 en el control de la contaminación ahora para evitar los US\$100 millones en costos de limpieza en cien años a partir de hoy. Si los costos actuales para el control de la contaminación son incluso superiores a US\$1 los economistas concluyen que sería mejor invertir el dinero en vías de comunicación o educación, y compensar a las víctimas de la contaminación que se genera en el transcurso del tiempo.

Sin embargo, la evaluación de la acción propuesta para reducir la contaminación cambia en forma radical si se utiliza una tasa de descuento del 2%. A esa supuesta tasa de retorno, se justificaría económicamente hoy cerca de US\$14 millones en gastos de control de la contaminación.

"Esto demuestra", manifestó William R Cline, miembro senior del Institute for International Economics, "que aquellos que prefieran tasas de descuento del 10% pueden para efectos prácticos, descartar el calentamiento de la corteza terrestre en 100 años a partir de la fecha, puesto que aún con lo que pueda ser, tratar de prevenirlo sólo representa unos cuantos dólares".

En su reciente libro , Global Warning: The Economics Stakes (Institute for International Economics ), Cline sugiere utilizar una tasa de descuento del 2% - una cifra basada en el crecimiento futuro esperado en el ingreso per cápita-



más una asignación por el costo de capital, con el fin de justificar un decidido y costoso esfuerzo para desacelerar el proceso de calentamiento global.

El Nobel de economía James Tobin coincidió con el criterio de Cline: "Para asuntos a largo plazo no se deben utilizar tasas de interés establecidas en el mercado", manifestó Tobin. El uso de tasas actuales de interés para evaluar la economía de proyectos ambientales solamente "refleja la impaciencia de aquellos de todo el mundo a quienes les gustaría disfrutar de sus comodidades ahora", agregó.

Lawrence H. Summers, economista jefe del Banco Mundial, no está de acuerdo. Él argumenta que las necesidades apremiantes de los pobres y la incertidumbre sobre los futuros cambios en el clima, justifican el uso de la misma tasa de descuento para proyectos sobre calentamiento global que las aplicadas a proyectos de saneamiento básico o educación en el tercer mundo.

"¿Debo sacrificarme para ayudar a los del futuro o tengo que socorrer a mil millones de personas extremadamente pobres que comparten en este momento el planeta Tierra conmigo?", manifestó Summers. "No siento mayor pesar por las personas que morirán en 100 años por el calentamiento global que por las personas que morirán mañana por el agua contaminada"

**Fuente:** *National Journal* , 30 de Mayo, 1992.

**Paso 28. Análisis de la incertidumbre** Los efectos de las regulaciones son muy difíciles de predecir por lo que su evaluación tiene muchas incertidumbres. Un primer tipo de incertidumbre está asociado a la existencia de una distribución de probabilidad de los resultados de esta regulación. Es decir, no se sabe con certeza lo que sucederá pero es posible generar algunas distribuciones de probabilidades sobre estos resultados. Este tipo de incertidumbre se puede medir y se conoce como *riesgo*.

Hay algunos tipos de incertidumbre que no puede ser medidas adecuadamente ya que no se conocen bien las funciones de distribución de las variables inciertas. Otros tipos de incertidumbres están relacionados con el desconocimiento sobre un cierto fenómeno, no existiendo conocimiento científico como para determinar una probabilidad de ocurrencia.

En la evaluación económica de regulaciones ambientales, la incertidumbre se encuentra principalmente por el lado de la estimación de beneficios. Sin embargo, variables económicas como las predicciones de precios y cambios tecnológicos pueden ser altamente inciertas.

La existencia de altas incertidumbres no debería limitar el análisis económico sino que éstas debieran ser incorporadas. Ello implica reunir la mejor información posible y realizar evaluación imparcial de los datos cuantitativos y cualitativos disponibles para tomar las decisiones.

Para incorporar la incertidumbre se recomienda lo siguiente:

- Identificar las principales variables que son fuentes de incertidumbre.
- Si es posible, asociar a estas variables una distribución de probabilidades.
- Utilizar esta distribución para volver a estimar los resultados permitiendo que ellas se propaguen en los modelos. Una de las técnicas más conocidas para llevar a cabo este análisis es la *simulación de Montecarlo*.
- Cuando no es posible asociar distribuciones de probabilidad debería recurrirse a una sensibilización de variables y parámetros. Se le deben asignar valores extremos y correr cada vez el modelo con dichos valores.
- El análisis debe permitir estimar el grado de importancia de una variable en los resultados del modelo.
- Se sugiere utilizar el enfoque de *valor esperado de la información perfecta*. Este enfoque permite analizar los beneficios que se obtienen con mejorar la información de manera de reducir la incertidumbre. Con estos antecedentes se puede decidir si vale o no la pena asignar recursos a reducir dicha incertidumbre.

**Paso 29. Análisis de aspectos distributivos** En general las regulaciones ambientales generan ganadores y perdedores. Aquellos que reciben los beneficios generalmente no son los mismos que aquellos que incurren en los costos. Para estudiar estos aspectos distributivos, hay dos tipos de efectos que deben ser considerados. Primero, aquellos que implican una *redistribución de riqueza en un momento del tiempo* (por ejemplo entre trabajadores, empresarios y la comunidad); Segundo, aquellos que implican *redistribuciones temporales* en los que, por lo general, se perjudican las generaciones futuras frente a las generaciones presentes (debido al asunto de la tasa de descuento discutido anteriormente). Hay otro tipo de efecto distributivo que debe ser considerado y que corresponde a una *transferencia de ingresos desde los agentes contaminantes al Estado o entre agentes contaminantes*. Esto ocurre cuando se aplican sistemas de impuestos, tarifas o sistemas de permisos transables.

Los aspectos distributivos deben ser considerados porque son claves para el éxito de la regulación. Se sugiere para ello seguir los siguientes procedimientos:

- Identificar todos los efectos distributivos importantes: pérdidas de empleo, cierre de actividades, pago de impuestos, compra y venta de permisos de emisión, traslado de población, etc. Estos deben ser identificados por sector industrial, grupos de ingresos, sexo, edad, etc.

- Especial cuidado se debe tener con aquellos estudios o resultados que por consideraciones de eficiencia se sesgan a favor o en contra de algunos grupos sociales. Por ejemplo, al realizar proyectos ambientales que favorezcan las actividades recreativas de las personas de ingresos altos o al utilizar metodologías de análisis que valoren menos la salud de los ancianos. Este último es el caso, de la utilización del método de productividad humana, que sesga en favor de los jóvenes y en contra de los de mayor edad y personas con menores ingresos potenciales.
- Se debe presentar la distribución completa de los beneficios y costos a través del tiempo de manera de considerar los impactos distributivos intertemporales.
- No existen principios universalmente aceptados para determinar que impacto distributivo es preferible. Esto por lo general es un juicio de valor que es diferente para cada sociedad y que puede variar a través del tiempo. Por ello, en los estudios de evaluación costo beneficio no deberían incorporarse juicios respecto a la bondad o no de estos impactos. Solo se debe presentar la información para que los encargados de las decisiones la incorporen y quede explícito el criterio de decisión utilizado.

### III. CASOS SELECCIONADOS DE LA EXPERIENCIA DE CONAMA (1996-1998)

---

A mediados del año 1996 se dio inicio al primer ejercicio de evaluación económica con el caso del Plan de Descontaminación de la Fundición Potrerillos de CODELCO Chile en la VI región del país. Los trabajos que se presentan en este capítulo han sido preparados por la Unidad de Economía Ambiental en colaboración con el Departamento de Descontaminación, Planes y Normas. Para la recopilación de información y el desarrollo de parte importante de los cálculos, lo usual es la contratación de consultorías de apoyo, que además entregan opiniones expertas para la identificación de los impactos y la valoración de costos y beneficios.

A continuación se detallan seis casos de Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) realizados entre los años 1996 y 1998. Para describirlos se utilizará el siguiente esquema:

- Descripción del anteproyecto de plan o norma sometido a evaluación,
- Descripción de los plazos, equipos humanos que trabajaron en el desarrollo del AGIES e información disponible;
- Resultado y conclusiones del AGIES

El objetivo de este capítulo es dar una idea general de cada uno de los casos. Para ver mayores detalles es recomendable revisar los documentos completos en el Centro de Documentación de CONAMA o en los expedientes públicos de las respectivas normas o planes.

Los casos que se analizan son los siguientes:

- Anteproyecto del Plan de Descontaminación para el Área Circundante a la Fundición Caletones de la División El Teniente de CODELCO Chile.
- Anteproyecto del Plan de Descontaminación para la Zona Circundante a la Fundición Potrerillos de la División Salvador de CODELCO Chile.
- Anteproyecto de la Norma de Emisión para la Regulación del Contaminante de Arsénico emitido al Aire.
- Anteproyecto de la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos al Sistema de Alcantarillado
- Anteproyecto de la Norma para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales

- Anteproyecto de la Norma para la Regulación de la Contaminación Acústica de Fuentes Fijas

## **i. AGIES del Anteproyecto del Plan de Descontaminación para el Área Circundante a la Fundición de Caletones de la División El Teniente de CODELCO Chile.**

En el año 1994 se declara zona saturada por Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>) y Material Particulado Respirable (PM10) a un área de aproximadamente 120.000 hectáreas circundantes a la Fundición de Caletones. Esta fundición, construida en el año 1922, se encuentra localizada en la comuna de Machalí en la VI región a 45 km. hacia el este de Rancagua la capital regional.

Dentro de la zona saturada existen asentamientos humanos, asociados principalmente a la actividad minera y también relacionados con turismo. Se observaron efectos evidentes sobre la vegetación en sectores relativamente cercanos a la fuente emisora.

### ***Descripción del anteproyecto de plan***

El Plan de Descontaminación tiene como finalidad la recuperación de los niveles indicados en las normas primarias y secundarias de calidad ambiental contenidas en el decreto supremo N°185 de 1991, del Ministerio de Minería, para los contaminantes señalados.

El Anteproyecto de Plan estableció un cronograma de reducción de emisiones que termina el año 2003 con un nivel de emisión tal que garantice el cumplimiento de las normas de calidad en los lugares donde existan asentamientos humanos. Además, señala exigencias en relación al control de episodios críticos de contaminación y restricciones al ingreso de fuentes contaminantes a la zona.

### ***Recursos utilizados para el desarrollo del AGIES***

Para desarrollar este análisis CONAMA contrató los servicios de un equipo consultor compuesto por economistas expertos en evaluación social de proyectos y regulaciones ambientales, y expertos en las áreas de gestión ambiental, metalurgia, modelación atmosférica de contaminantes, epidemiología e impactos ambientales en recursos naturales. Este equipo elaboró el documento "Estudio para la generación de información de soporte económico necesaria para la elaboración del Plan de Descontaminación de Caletones"<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Preparado para CONAMA por Consultora SGA Ltda. (1996) a través del Proyecto CONAMA BIRF.

A partir de este documento la Unidad de Economía Ambiental preparó el documento definitivo, en colaboración con el Comité Técnico del Plan.

Las fuentes de información principal fueron datos obtenidos de la misma División El Teniente de CODELCO Chile, COCHILCO, el Servicio de Salud regional, el Servicio Agrícola y Ganadero regional, información bibliográfica e información generada por el propio equipo consultor.

### Resultado del AGIES

Las opciones de la empresa para dar cumplimiento con el plan consistían fundamentalmente en la instalación de precipitadores electrostáticos y plantas de ácido sulfúrico para el tratamiento de los gases de la chimenea. Se estimó que se requerían entre dos y tres plantas para lograr la meta de calidad establecida en el plan. Además, la empresa podía desalojar el campamento de Sewell (cercano a la fundición) y de esta manera, al dejar desiertas las zonas de máximo impacto, obtener una alta probabilidad de cumplir norma de calidad con sólo dos plantas de ácido.

El siguiente cuadro muestra el cronograma definido en el anteproyecto ("Cronograma de Reducción Anticipado") junto con un cronograma alternativo ("Cronograma de Reducción Tardío") definido como el plazo máximo posible para lograr la calidad ambiental. Estos plazos fueron definidos en base a criterios técnicos y políticos, a partir del trabajo del Comité Técnico y del equipo consultor.

Costos y Beneficios	Cronograma de Reducción Anticipado (1999 - 2001 - 2003)			Cronograma de Reducción Tardío (1999 - 2005 - 2012)		
	Dos plantas de ácido antes de Diciembre del 2000 y abandono de Sewell.	Tres plantas de ácido sin abandono de Sewell.	Tres plantas de ácido con abandono de Sewell.	Dos plantas de ácido, la segunda funcionando a fines del 2004 y abandono de Sewell.	Tres plantas de ácido (1999, 2005 y 2012) sin abandono de Sewell.	Tres plantas de ácido (1999, 2005, 2012) con abandono de Sewell.
Nivel de emisión final de SO <sub>2</sub>	230.000 t/año	27.500 t/año	27.500 t/año	230.000 t/año	27.500 t/año	27.500 t/año
<b>Beneficios actualizados (millones de US\$)</b>						
Beneficios de operación (venta de ácido)	45,9	39,3	39,3	28,0	17,5	17,5
Beneficios en salud poblacional y ocupacional	16,2	13,8	16,9	15,4	9,9	16,2
<b>Costos actualizados (millones de US\$)</b>						
Costos de Verificación Control y Seguimiento	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9
Inversión en descontaminación	-135,4	-200,0	-200,0	-109,9	-133,2	-133,2
Costos de operación	-69,7	-77,0	-77,0	-58,0	-48,5	-48,5
Costos por menor fusión	0,0	-93,5	0,0	0,0	-202,7	0,0

Costos por abandono de Sewell	-22,3	0,0	-22,3	-22,3	0,0	-22,3
<b>VPN (millones de US\$)</b>	<b>-166,2</b>	<b>-318,4</b>	<b>-242,3</b>	<b>-147,7</b>	<b>-357,9</b>	<b>-171,1</b>

En términos metodológicos se optó por un enfoque costo/beneficio conociendo que habrían beneficios parcialmente identificados e inclusive algunos efectos positivos desconocidos (como el potencial daño de las emisiones sobre áreas de hielo que constituían reservas de agua de riego). Las funciones dosis/respuesta se obtuvieron de la literatura, no obstante se realizaron estudios epidemiológicos específicos para confirmar los efectos negativos sobre la población. No se obtuvo información sobre la línea base de recursos agrícolas dentro del área de impacto, lo cual impidió estimar potenciales beneficios en este tema.

En el caso de los ecosistemas naturales, si bien se cuantificó las áreas afectadas por la contaminación, y por lo tanto, áreas de beneficios potenciales por daños evitados no fue posible determinar una relación que permitiera estimar la recuperación de la vegetación y la fauna como consecuencia de la descontaminación (una función de daño) impidiendo valorar cuantitativamente este impacto positivo.

Las conclusiones principales que se obtuvieron en este estudio fueron las siguientes:

- La estimación resulta en valores negativos como resultados de la aplicación de la regulación, que en estricto rigor significa que los costos sociales superan a los beneficios en las magnitudes señaladas.
- Se debe considerar que la estimación de beneficios aplicó métodos de valoración que claramente subvaloran el impacto que la sociedad le asigna a dicho efecto, por ejemplo los efectos sobre la salud de la población y los trabajadores.
- Del mismo modo, existió incertidumbre en relación al área de impacto de la contaminación en la situación base, ya que no necesariamente estaba contenida dentro de los límites de la zona saturada, pudiendo incluso alcanzar la cuenca de Santiago, en la Región Metropolitana. Estos antecedentes no se reflejan en el cuadro presentado, pero sí formaron parte del análisis y sus conclusiones.
- La diferencia de los VPN como resultado de prorrogar las inversiones no reportó ventajas significativas en relación a las magnitudes observadas. Además, por antecedentes de salud, existían en las áreas de impacto efectos agudos y de corto plazo (y no sólo efectos acumulativos y de largo plazo) que eran consistentes con los antecedentes epidemiológicos que sirvieron de base para la estimación de beneficios. Estos hechos avalaron aún más la tesis de lo adecuado de adelantar lo más posible el plazo de cumplimiento del plan.



- La fuente, dependiendo de las opciones que utilice para lograr el objetivo de calidad perseguido, podía terminar emitiendo 27.500 ton/año de SO<sub>2</sub> o 230.000 ton/año de SO<sub>2</sub> aproximadamente. Esto ocurre por la posibilidad de abandonar un campamento de trabajadores ubicado en una de las zonas de máximo impacto, trasladando el punto de verificación de la calidad a una localidad bastante más lejana; las incertidumbres de los modelos de emisión/calidad y porque la mejor tecnología de abatimiento (plantas de ácido) se aplica en unidades discretas (pasar de dos o tres plantas).
- Las áreas de ecosistemas naturales y sistemas agrarios y forestales afectadas, descritas a partir de trabajo de terreno y cuyo impacto se relacionaban más con efectos acumulativos o permanentes, si bien no se cuantificó, se considero que el impacto positivo del plan que no era sensibles a los plazos del plan pero si al nivel final de emisión con el cual la fuente cumplirá las normas.

## **ii. AGIES del Anteproyecto del Plan de Descontaminación para la Zona Circundante a la Fundición de Potrerillos de la División Salvador de CODELCO Chile.**

En el año 1997 se declara zona saturada por Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>) y Material Particulado Respirable (PM10) al área que circunda la Fundición de Potrerillos, ubicada en la comuna de Diego de Almagro, provincia de Chañaral en la región de Atacama. Junto a las instalaciones de esta planta se ubicaba el poblado de Potrerillos con una población cercana a los 4.000 habitantes.

La emisión de SO<sub>2</sub> y PM10 alcanzaban aproximadamente a 352.000 ton/año y 6.300 ton/año respectivamente. Esta emisión significaba del orden de 249 excedencias al año en la norma diaria de anhídrido sulfuroso y 15 en las de partículas respirables<sup>2</sup>.

Según la información disponible en los servicios públicos regionales y los recopilados en Santiago, no existían evidencias de daños en torno a los recursos naturales, que son muy escasos en el área, ni evidencias de daño a materiales por efecto de SO<sub>2</sub>.

### ***Descripción del anteproyecto de plan***

El Plan de Descontaminación tiene como finalidad la recuperación de los niveles indicados en las normas primarias y secundarias de calidad ambiental aplicables fundamentalmente a la población que reside en la localidad de Potrerillos, la cual estaba afecta a elevados niveles de contaminación.

---

<sup>2</sup> Medido en la estación fija de Potrerillos, entre los meses de febrero de 1996 a enero de 1997.

El Plan establece un cronograma de reducción de emisiones de cuatro años que termina con un nivel de emisión tal que garantice el cumplimiento de las normas de calidad en los lugares donde existan asentamientos humanos. El plazo para cumplir con las normas es al año 2003. Además, este instrumento señala exigencias en relación al control de episodios críticos de contaminación a partir del 1° de abril de 1999, exigencias en monitoreo y fiscalización y restricciones al ingreso de fuentes contaminantes a la zona, para lo cual se establece un mecanismo de compensación de emisiones.

### ***Recursos utilizados para el desarrollo del AGIES***

Para recopilar y generar la información necesaria para el desarrollo de la norma y confeccionar este análisis, CONAMA contrató los servicios de un equipo consultor liderado por un economista experto en economía ambiental, y expertos en las áreas de gestión ambiental, metalurgia, modelación atmosférica de contaminantes y epidemiología. Este equipo elaboró el documento "Estudio para la generación de información de soporte técnico económico necesaria para la elaboración del Plan de Descontaminación de Potrerillos"<sup>3</sup>.

A continuación, la Unidad de Economía Ambiental realizó el documento definitivo en colaboración con los demás miembros del Comité Técnico de la norma.

Las principales fuentes de información fueron la misma División Salvador de CODELCO Chile, COCHILCO, el Hospital de Potrerillos, el Servicio de Salud de Atacama, información bibliográfica e información generada por el propio equipo consultor.

### ***Resultado del AGIES***

Un factor muy relevante fue la presencia de población inmediatamente al lado de la fuente, hecho que hacía muy difícil el cumplimiento de las normas con la tecnología existente. De este modo, las opciones de la empresa se identificaron como un control significativamente alto de emisiones, que no garantizaba el cumplimiento de las normas en el mediano plazo, o un nivel de reducción importante y el abandono y traslado de la localidad a áreas de menor impacto. Esta opción de movilizar la población era posible, dado el carácter de campamento de Potrerillos y el estar asentado íntegramente en terrenos de propiedad de la empresa.

El siguiente cuadro describe los impactos económicos y sociales estimados por grupo social para las opciones identificadas para dar cumplimiento con el Plan por parte de la División Salvador.

---

<sup>3</sup>Preparado para CONAMA por Consultora ERM Chile Ltda. (1998) a través del Proyecto CONAMA BIRF.

<b>Grupos afectados</b>	<b>Cronograma anticipado (2000)</b>	<b>Cronograma tardío (2003)</b>
Poblaciones que habitan y trabajan	Daño evitado salud US\$13,9M; implica abandono campamento	Daño evitado salud US\$13,2M implica relocalizar dentro área
Ecosistemas naturales y artificiales	Beneficio no evaluado por no evidencia de daños.	
Fundición Potrerillos de la División Salvador	VAN de US\$ -68,3 millones; certeza de cumplimiento normas	VAN de US\$ -54,3 millones; probabilidad de costos futuros para cumplir con el plan
Fiscalizadores	Valor Actual de los Costos US\$0,27 millones	
Estado	Provisión de un porcentaje de los costos de casas habitación e infraestructura: mínimo US\$ 0,89 millones	Provisión de un porcentaje de los costos de casas habitación: US\$ 0,23 millones
Otras actividades dentro del área (comercio, etc.)	Desaparecen	Se reducen o tienden a desaparecer

Según el criterio de mejor VPN, desde un punto de vista del conjunto de los actores, la mejor opción corresponde a la relocalización de la población a zonas cercanas al poblado pero de menor impacto y traslado parcial de trabajadores de CODELCO. Sin embargo, la incertidumbre de algunos datos, particularmente la relación emisión/calidad, hacía esta opción más incierta en comparación con el abandono definitivo del campamento. Esta incertidumbre se transmitió a la estimación de costos, en donde el VPN estimado para el abandono de Potrerillos era consecuentemente mucho más cierto que lo estimado para el caso de un traslado dentro del área.

El hecho de analizar el posible traslado del campamento, significó estudiar impactos sociales que no tenían expresión económica, como pérdida de tradiciones locales o de niveles de calidad de vida para la gente no vinculada directamente a la División Salvador. Esto se hizo a través de entrevistas, grupos focales y otras técnicas de investigación social.

Por último, el Estado apareció con costos que no son usuales en este tipo de regulaciones y que se relacionaban con el movimiento de población del campamento no vinculada laboralmente con CODELCO, en particular trabajadores públicos y familias arrendatarias u ocupantes de terrenos. El costo se refería a provisión de casas habitación y servicios comunitarios para este grupo.

### **iii. AGIES del Anteproyecto de la Norma de Emisión Para la Regulación del Contaminante Arsénico Emitido al Aire.**

El arsénico es un compuesto que está presente en forma natural en el norte de Chile. En los minerales de oro y cobre este elemento está también presente en cantidades significativas. Esto hace que la elaboración de oro y cobre de alta pureza signifique eliminarlo de alguna forma del producto final. Las emisiones a la atmósfera son principalmente causadas por las fundiciones de oro y cobre, de las que en Chile hay ocho: Chuquicamata, Potrerillos, Caletones, Paipote, Ventanas, La Negra, Chagres y El Indio. Todas procesan cobre, excepto la última que funde oro.

#### ***Descripción del anteproyecto de norma***

La norma se definió como valores específicos para cada una de las fuentes, que correspondían al nivel que permite alcanzar un nivel de calidad determinado en las localidades de mayor impacto. El valor de norma se fijó definitivamente basándose en una calidad referencial de 0,15 ug/m<sup>3</sup> en las zonas de mayor impacto de cada una de las fuentes.

#### ***Recursos utilizados para el desarrollo del AGIES***

Formaba parte del expediente un estudio realizado por la Universidad de Chile y el Centro de Investigación Minera y Metalúrgica (CIMM), a través de un proyecto FONDEF, que entregaba una gran cantidad de información útil para elaborar la regulación<sup>4</sup>. La disponibilidad de este estudio permitió que los profesionales de CONAMA elaboraran directamente el AGIES.

#### ***Resultado del AGIES***

En el documento elaborado se evaluó el anteproyecto, que incluía un escenario más estricto que el definitivamente aprobado. Este escenario establecía calidades referenciales no uniformes, ya que consideraba otros efectos como el *background*, o emisión natural e histórica depositada en el suelo y que aporta contaminantes a las áreas habitadas, y la factibilidad técnica y económica de la reducción.

---

<sup>4</sup> Universidad de Chile-CIMM 1997 Proyecto FONDEF 2-24 "Protección de la Competitividad de los Productos Mineros de Chile: Antecedentes y Criterios para la Regulación Ambiental del Arsénico". Santiago de Chile.

Según la información disponible, sólo dos fuentes requerían realizar inversiones para cumplir con la norma, Potrerillos y Chuquicamata. Las restantes cumplían con los valores dentro de los plazos establecidos, fundamentalmente por la implementación de proyectos de descontaminación realizados con anterioridad a la norma.

El costo económico se estimó como un costo adicional a los planes de descontaminación en marcha en ambas fuentes, y era del orden de US\$20 a 70 millones para la fundición de la División Salvador de CODELCO y entre US\$4,1 y 200 millones para Chuquicamata. Que ocurra el primer o segundo valor estimado, dependía de decisiones de las propias firmas.

La norma además reconocía un valor de emisión menor en el caso que no se verificara la existencia de población en las áreas de impacto, hecho que puede ocurrir como consecuencia del abandono de los respectivos campamentos.

Una dificultad de este ejercicio fue analizar efectos en reducción de arsénico que tienen los planes de descontaminación de Potrerillos y Caletones y los planes ambientales de las demás fuentes reguladas. En este sentido fue necesario establecer un criterio que permitiera discriminar si la inversión se debía al plan en marcha, a la norma o a ambas acciones.

La norma permitía valores más altos de emisión en caso de no existir población dentro de un límite establecido según criterios ambientales. Esto permitió incorporar las opciones de traslado de población en los casos que dentro de esta área se encontraban campamentos de trabajadores y que fuese factible que la empresa decida su traslado. Estas opciones generarían importantes efectos sociales que no fueron posibles de determinar y que son muy sensibles a la forma en que efectivamente se realice.

Por último la estimación de beneficios estableció que entre 2 y 3 vidas estadísticas se evitarán si se cumple la norma en el anteproyecto. No se identificaron ni valoraron otro tipo de impactos, como los asociados a morbilidad dado la no disponibilidad de información.

#### **iv. AGIES del Anteproyecto de la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillados.**

El objetivo de esta norma era el evitar daños en las redes de alcantarillado y como consecuencia de estos daños, poner en riesgo a la población, evitar daños a los actuales y futuros sistemas de tratamiento de las aguas recolectadas en estas redes, y por último, complementar en cuanto a protección de los cuerpos de aguas superficiales las futuras normas que se establezcan en esta materia.

Si bien existía normativa que regulaba la emisión de RILES a los alcantarillados (Norma Chilena 2280), ésta no tenía el *status* de norma ambiental, lo que limitaba la acción fiscalizadora y en definitiva, la posibilidad de exigir reducción de emisiones a las fuentes.

Según la Superintendencia de Servicios Sanitarios, en 1993 un 65,4% de las fuentes emisoras de residuos líquidos emitían a redes de alcantarillado, lo cual es un reflejo de la importancia de este sector como fuente potencial de problemas ambientales en los recursos hídricos.

##### ***Descripción del anteproyecto de norma***

El anteproyecto regula la emisión de 25 parámetros y era aplicable a los establecimientos industriales que emiten para cada uno de los parámetros por sobre el equivalente a la emisión característica de 100 habitantes.

Se establece, como medida para facilitar el cumplimiento, la posibilidad de verter en exceso la materia orgánica, a cambio de un pago a la empresa sanitaria respectiva por el tratamiento de dichos efluentes. Por último, se establecían plazos variables dependiendo de si la red receptora de la emisión contaba o no con un sistema de tratamiento funcionando.

##### ***Recursos utilizados para el desarrollo del AGIES***

CONAMA adjudicó una consultoría como apoyo a la evaluación técnico económica a un equipo encabezado por un ingeniero químico experto en emisiones de residuos líquidos y un economista especialista en economía

ambiental<sup>5</sup>. Posteriormente la Unidad de Economía Ambiental y el Dpto. de Descontaminación, Planes y Normas prepararon el documento definitivo que da cuenta de los impactos económicos y sociales.

### **Resultado del AGIES**

Los resultados del análisis se entregan en el siguiente cuadro. El estudio se hizo para una muestra de 232 establecimientos industriales. El universo de establecimientos, estimado en 700 fuentes, corresponde al 65,4% del total de industrias de códigos CIIU relevantes para efectos de emisión de RILES y que poseen un número de trabajadores mayor a 10 (como una manera de aproximarse al límite inferior establecido en la norma).

<b>AGENTE</b>	<b>COSTOS</b>	<b>BENEFICIOS</b>
Población	No se identificaron costos directos sobre la población.	Menor riesgo de contaminación urbana por fallas en la red.
<b>Cuerpos de aguas superficiales</b>		Reducción en niveles de eutroficación y contaminación.
<b>Emisores (700 fuentes)</b>	Costos de abatimiento total entre \$21,7 y 7,2 miles de millones; costos de monitoreo anual de \$2,4 mil millones	En muchos casos analizados el cumplimiento de norma puede implicar cambios tecnológicos que producen beneficios.
<b>Empresas Sanitarias</b>	Costos por incrementos en labor fiscalizadora: \$828 millones/año	Daños evitados en sistemas de tratamiento y red.
<b>Fiscalizadores</b>	Costos por incrementos en labor fiscalizadora: \$43 millones/año	Mejoras en los sistemas de información y gestión.

Como conclusión del estudio se identificó industrias (relacionadas con emisiones orgánicas) y áreas del país que se verían impactadas por la norma. Además, el estudio confirmaba lo ventajoso que era incorporar la posibilidad de verter excesos de DBO<sub>5</sub> a las redes de alcantarillado previo acuerdo con la empresa sanitaria para su tratamiento en la planta respectiva, aprovechando así economías de escala de ésta última.

En términos metodológicos, la valoración de costos se hizo estimando un costo medio de tratamiento para cada uno de los parámetros (expresado en US\$/m<sup>3</sup>) y

<sup>5</sup> TESAM SA. 1997 Análisis técnico económico de la aplicación de la norma relativa a emisión de RILES a sistemas de alcantarillados. Santiago de Chile.

para tres categorías de caudal de emisión. Esta estimación se realizó analizando proyectos realizados en Chile y en extranjero, información bibliográfica y opinión de expertos del equipo consultor y del Comité Técnico.

Los datos de las fuentes señalados correspondían a la mejor información disponible aunque correspondían a información obtenida más de 5 años antes del análisis. Este hecho le dio un nivel alto de incertidumbre, dado que los sectores industriales afectados eran sectores de alto dinamismo y, por lo tanto, la estimación podía contener importantes errores. No obstante este hecho, se constató que los resultados generales mostrados en el cuadro de más arriba y respecto de la opción de vertido de la DBO5 preveían en gran medida escenarios realistas para el futuro y antecedentes suficientes para tomar decisiones.



**v. AGIES del Anteproyecto de la Norma Para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales.**

El objetivo de la presente norma es proteger y prevenir la contaminación de los cuerpos de aguas superficiales provenientes de industrias y empresas sanitarias.

***Descripción del anteproyecto de norma***

La norma define 5 tipos de cuerpos de agua (lagos, mar dentro de zona de protección litoral y fuera de ella, ríos sin capacidad de dilución y con capacidad de dilución) y establece límites de emisión para 42 parámetros cuyos valores varían para cada cuerpo. Las fuentes reguladas son las empresas sanitarias y las industrias que emiten para cada uno de los parámetros por sobre el equivalente a la emisión característica de 100 habitantes.

***Recursos utilizados para el desarrollo del AGIES***

Para el desarrollo del análisis se contrató una consultoría encabezada por un ingeniero químico experto en emisiones de residuos líquidos, un economista especialista en economía ambiental y un equipo de asistentes<sup>6</sup>. Posteriormente, las unidades responsables del análisis dentro de CONAMA prepararon el documento definitivo.

La información utilizada correspondió principalmente al Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos de 1993, encargado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. La muestra evaluada correspondió a 55 fuentes, que representan el 36% de universo de dicho catastro en lo pertinente a esta norma (códigos 3 de la CIU y que viertan a los cuerpos identificados). Para los Servicios Sanitarios la muestra incluyó al 33% de los existentes en el país.

La valoración de los costos se hizo en base al costo medio de abatimiento de cada parámetro en exceso en las fuentes de la muestra. El costo medio se expresó en US\$/m<sup>3</sup>, multiplicándose este valor por el caudal total en los casos que se sobrepasaba el límite establecido en el anteproyecto.

---

<sup>6</sup> TESAM SA 1998. Análisis técnico económico de la aplicación de la norma para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas superficiales. Santiago de Chile.

## Resultado del AGIES

El cuadro siguiente resume los costos evaluados en la presente norma.

Agente	Descripción del costo
Servicios Sanitarios (DBO <sub>5</sub> )	Dependiendo del resultado de la norma de RILES, varía entre US\$12,3 y 11,1 millones/año
Industria, costo total	VPN de US\$510 millones
Industrias, por parámetro	% principal es la DBO <sub>5</sub> (VPN US\$483 millones), capturándose 175,6 ton/día. El resto del costo en Sólidos Suspendidos, Cu y Aceites y Grasas.
Industrias, por zonas	Principalmente río Bío Bío y costa de VIII región (quedaron algunas regiones sin ser analizadas por falta de información)
Industrias, por rubros	Celulosa, aceite y harina de pescado.

La evaluación de beneficios llegó sólo a aspectos muy generales dado la falta de información de base para realizar esta parte del análisis. Para estimar beneficios de descontaminar las se requería conocer el nivel actual de contaminantes en los cuerpos receptores y el efecto en la calidad resultante de la norma. No se encontró ningún cuerpo que tuviera información que permitiera realizar este ejercicio hasta obtener un valor en términos económicos, principalmente por la ausencia de datos o modelos que relacionen la emisión con la calidad, y la dificultad de aislar otras fuentes (por ejemplo emisiones difusas de la agricultura o de las áreas rurales en general) para simular la calidad resultante.

Las conclusiones del estudio fueron que el costo de la DBO<sub>5</sub> era notoriamente significativo para las empresas afectadas, por lo que se evaluó escenarios más tolerantes de emisión. En este ejercicio de sensibilización se obtuvieron valores que reducían los costos de forma importante, pero por el tipo de metodología realizada (costo medio) y la reducida muestra empleada dichas sensibilizaciones sólo eran válidas para cambios muy extremos en los valores (por ejemplo triplicar o quintuplicar el valor) y no para pequeños cambios. Esto impidió entregar antecedentes concluyentes respecto de si era adecuado o no el valor fijado en términos de impacto.

Otros resultados importantes fueron el impacto que tendrá en las fuentes nuevas la norma y el mejoramiento en la información asociado al monitoreo y

fiscalización de la norma, lo cual se traducirá en antecedentes que permitirán ir evaluando la eficacia de la regulación a lo largo del tiempo.

## **vi. AGIES del Anteproyecto de la Norma Para la Regulación de la Contaminación Acústica de Fuentes Fijas.**

Esta norma ingresó a CONAMA como la modificación del decreto supremo 286, de 1994, del Ministerio de Salud, con el objeto de corregir deficiencias en los procedimientos y las condiciones de la medición del problema de ruido, y ampliar el ámbito de aplicación a zonas sin uso de suelo definido (áreas rurales).

Por otra parte, existían antecedentes que señalaban que el problema del ruido era muy importante en las ciudades, y en particular en Santiago. Las fuentes generadoras de este contaminante son normalmente vehículos en general y las fuentes fijas.

El sistema de control de esta normativa se basa en las denuncias recibidas en los organismos competentes (Servicios de Salud y Municipalidades). Si existe el incumplimiento, se inicia el proceso legal, que en caso de existir transgresión de la norma, llegará a la definición de una sanción y la posterior verificación del cumplimiento definitivo. En el caso de las ordenanzas municipales, si bien los procesos son más breves que en los Servicios de Salud, el grado de fuerza de las sanciones es menor en relación a las que aplica el Servicio.

### ***Descripción del anteproyecto de norma***

En términos generales, la nueva norma genera cambios en el sistema de fiscalización en el sentido de una mayor eficiencia, esperándose que aumenten el número de fiscalizados y de quienes en definitiva corrigen el problema.

Al ser una norma que en lo fundamental busca mejorar aspectos relacionados con la fiscalización, afecta en primera instancia a los organismos fiscalizadores (directamente a los Departamentos de Programas del Ambiente del Servicio de Salud, e indirectamente a los encargados de Higiene Ambiental de las municipalidades), para luego involucrar al universo de fuentes fijas susceptibles de ser fiscalizadas (urbanas y rurales). Afecta también a los nuevos proyectos sometidos al SEIA, y de manera indirecta a las fuentes que cumplen con la normativa al margen del sistema de fiscalización formal, fundamentalmente referido a acuerdos voluntarios con funcionarios municipales y vecinos.

Las fuentes fijas reguladas corresponden a establecimientos industriales, establecimientos comerciales (de venta al por mayor o al detalle), establecimientos de servicios o equipamiento vecinal (terminales de buses, establecimientos educacionales, centros médicos y clínicas, iglesias, etc.), construcciones, microempresas y talleres artesanales. Este conjunto de

establecimientos, en el caso de la Región Metropolitana, se estimó que alcanzaba en el año 1996 una cantidad de 114.156.

### **Recursos utilizados para el desarrollo del AGIES**

Para el desarrollo de este análisis, y dado la ausencia de información de base, se convocó a un panel de expertos que fueron aportando los antecedentes que permitieron construir la situación base, las opciones de cumplimiento y la estimación de los impactos económicos finales. Este trabajo fue dirigido y desarrollado por CONAMA.

### **Resultado del AGIES**

En base a los datos existentes, se estimó de manera preliminar que 26.957 de estas fuentes son potenciales emisoras de ruidos molestos y que podrían estar incumpliendo la normativa. En términos porcentuales las fuentes más importantes son las industrias de la madera, la fabricación de productos y estructuras metálicas, ciertas industrias del rubro textil, los restaurantes y bares y las construcciones. En términos absolutos, las fuentes que generan mayores problemas son las microempresas de giro industrial (de 2 a 9 trabajadores), debido fundamentalmente a la gran cantidad y dispersión de ellas dentro de la ciudad.

Se identificó también las comunas de la Región Metropolitana en donde el problema debiera ser más agudo.

Asumiendo, conservadoramente y según opinión de expertos, que la aplicación de esta norma redundará en un incremento de un 10% del número de casos sancionados por el Servicio de Salud, y de un 5% para el caso de los municipios, que las fuentes industriales nuevas de mayor tamaño ingresan al SEIA cumpliendo con la norma, y que en las fuentes nuevas del sector comercio y en las microempresas el cumplimiento es sólo parcial (principalmente por quedar mayoritariamente fuera del SEIA), se espera que al año 2005 se incremente en un 32% el número de fuentes que cumplen norma en comparación con la situación base actual. Esto significa que en año 2005 existirán 3.650 fuentes menos con problemas de ruido que las que existirían en igual año si no se hubiera modificado el decreto supremo 286/84 del MINSAL.

En términos de costos de cumplimiento, se estima que un 30% de las soluciones son de costo cercano a cero, ya que implican cambios operativos (trabajo a puertas cerradas, cambios de horarios de algunas faenas, precauciones en el manejo de las maquinas, etc.); 25% del total son soluciones que implican la asistencia de un profesional especialista para sugerir modificaciones menores en la instalación de maquinarias o cambios mínimos en la instalación; otro 25% soluciona el problema con un costo medio de \$0,5 millones, que se refiere a aislar

recintos relativamente pequeños; el 20% restante corresponden a soluciones de mayor valor, que oscilan entre 1 y 30 millones de pesos, referido a fuentes de mayor tamaño o de alta complejidad.

El costo calculado de la aplicación de la norma alcanza \$1.500 millones de pesos para la Región Metropolitana. Este valor es incremental en relación a lo que actualmente se invierte como resultado de la aplicación del antiguo decreto.

Todos los valores básicos se obtuvieron en base a opiniones expertas y en algunos casos utilizando precios de mercado. Por último, este corresponde al único caso analizado en el cual se incorpora la efectividad de la fiscalización como parte en la estimación de beneficios. En los demás casos, el estudio implícitamente asume que todas las fuentes consideradas cumplirán con la regulación y por lo tanto los beneficios esperados de ésta se observarán en su totalidad. En el caso de la norma de ruido, se planteó de esta manera dado que era una norma orientada a mejorar las capacidades de fiscalización de los servicios y corregir algunos aspectos técnicos de la norma sin cambiar los valores para la gran mayoría de las áreas urbanas.

## IV. BIBLIOGRAFÍA Y LITERATURA RECOMENDADA

---

**Arrow, K. et al** (1993) "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation", Federal Register, Vol. 58, N° 10.

**Azqueta, D.** (1994) *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. M<sup>c</sup> Graw Hill

**Boyle, K. y Bishop, R.** (1987) *Valuing Wildlife in Benefit-Cost Analysis: A Case Study Involving Endangered Species*. Water Resources Research, Vol. 23, N° 5, 943-950

**Brett, Hammond y Coppock** (eds). (1990) *Valuing Health Risks, Costs and Benefits for Environmental Decision Making*. National Academy Press.

**Dixon, Fallon, Carpenter y Sherman,** (1986) *Economic Analysis of Environmental Impacts*, Editorial Earthscan Publications Ltd.

**Estevan, M. T.** (1984) *Evaluación de Impacto Ambiental*. Fundación MAPFRE. España.

**Field, B.** (1995) *Economía Ambiental. Una Introducción*. M<sup>c</sup> Graw Hill.

**Fontaine, E.** (1981) *Evaluación Social de Proyectos* Universidad Católica, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile

**Freeman, M.** (1993) *The Measurement of Environmental and Resource Values, Theory and Methods*, Resources for the Future. USA

**Glomsrod y Rosland** (1988) *Air Pollution and Material Damages: Social Costs*. Report 88/31, Central Bureau of Statistics of Norway.

**Grant, W.** (1986) "Systems Analysis and Simulation in Wildlife and Fisheries Sciences", John Wiley & Sons.

**Hanley, N.** (1988) *Using Contingent valuation to Value Environmental Improvements*. Applied Economics, 20

**Hanley N y C. Spash** (1993) *Cost Benefit Analysis and the Environmental*. Edward Elgar Publishing Limited.

**Hazilla, M. y R. Kropp** (1990) *Social Cost of Environmental Quality Regulations: A general Equilibrium Analysis*. Journal of Political Economy, Vol 98, N° 4.

**Johansson, P** (1993) *Cost-Benefit Analysis of Environmental Change*, Cambridge University Press.

**Johansson, P. y B. Kristrom** (1988) *Measuring Values for Improved Air Quality from Discrete Response Data: Two experiments*. Journal of Agricultural Economics, Vol. 39, 439-445.

**MIDEPLAN** (1992), *Inversión Pública, Eficiencia y Equidad*. MIDEPLAN, Departamento de Inversiones. Chile.

**National Academy of Sciences** (1983) *Risk assessment in the Federal Government: Managing the Process*. National Academy Press, Washington DC.

**Odum, H** (1983) *Systems Ecology: An Introduction*. Wiley New York.

**OECD** (1994) *Project and Policy Appraisal: Integrating Economics and Environment*.

**OECD** (1995) *The Economic Appraisal of Environmental Projects and Policies*.

**Ostro, B** (1983), *Air Pollution and Morbidity Revised: A Specification Test*. Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 14 n° 1.

**Ostro, B** (1994) *Estimating the Health Effects of Air Pollution: A Method with an Application to Jakarta*. The World Bank, Policy Research Working Paper.

**Ostro, B** (1996) *A Methodology for Estimating Air Pollution Health Effects*, Office of Global and Integrated Environmental Health World Health Organization Geneva.

**Ostro, Sanchez, Aranda y Eskeland** (1995) *Air Pollution and Mortality: Results from Santiago, Chile*. Policy Research Working Paper The World Bank.

**Pearce, D y Turner** (1990) *Economics of Natural Resources and the Environment*, The Johns Hopkins University Press.

**Pearce, Whittington y Georgiou** (1994) *Project and Policy Appraisal: Integrating Economics and Environmental*, OECD.

**Sutherland, W. J. & Hill, D.A.** (1995), *Managing Habitats for Conservation*, Cambridge Univ. Press. 399 pp.

**Turner, Pearce y Bateman** (1993) *Environmental Economics, An Elementary Introduction*. The Johns Hopkins Press.



**U.S. Environmental Protection Agency** (1983) *Guidelines for Performing Regulatory Impact Analysis*, Office of Policy, Planning and Evaluation-Office of Policy Analysis. Economic Analysis and Innovations Division, Economic Analysis and Research Branch.

**U.S. Environmental Protection Agency** (1993) *Guidance on the Preparation of Economic Analysis and Regulatory Impact Analysis in OPPT.*, Office of Pollution Prevention and Toxics.

**U.S. Environmental Protection Agency** (1996) *Proposed Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*, Draft.

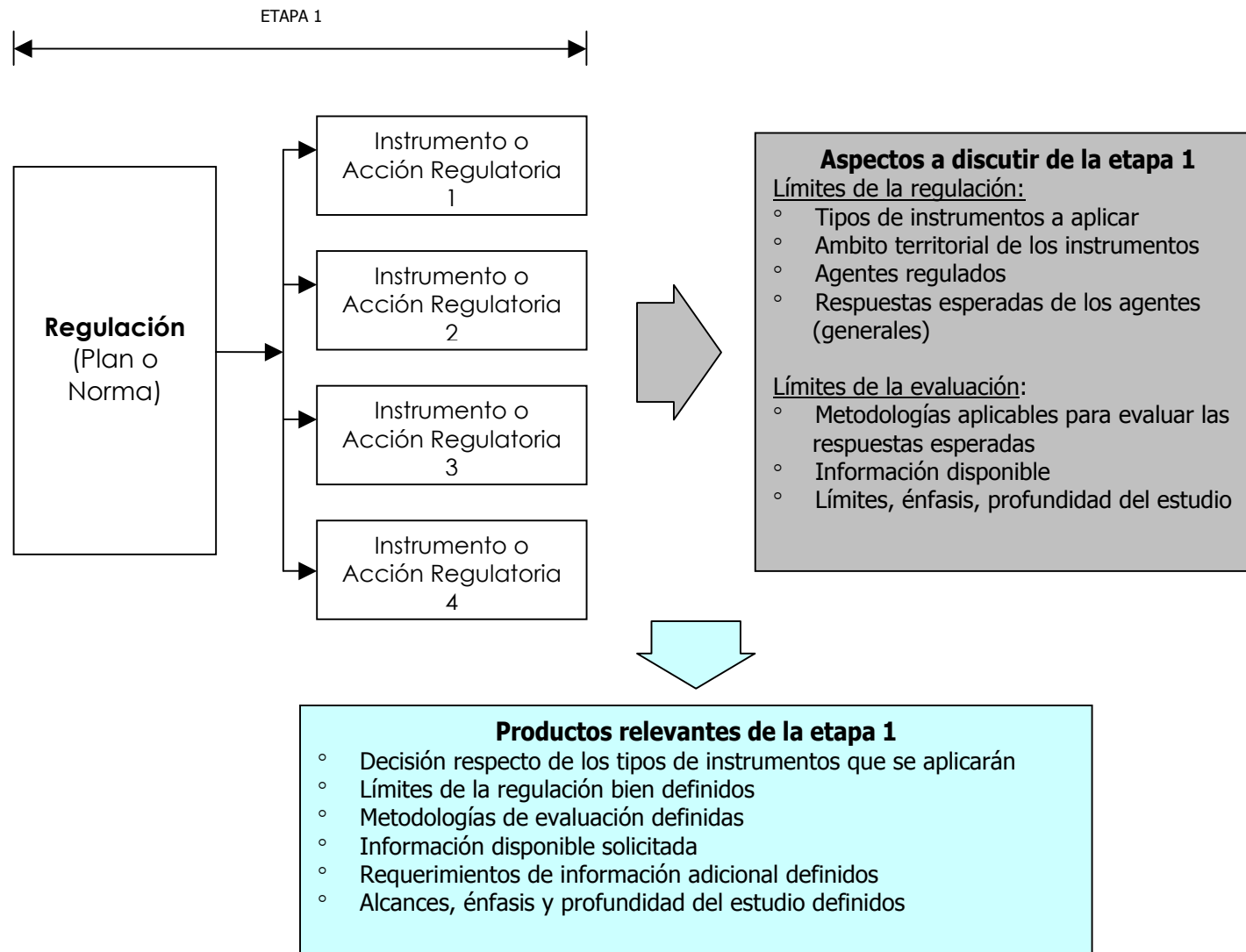
**Vatavuk, M.** (1987) *Estimating Costs of Air Pollution Control*. Lewis Publishers

**Winpenny, J.** (1991) *Environmental Assessment Sourcebook*, vol. I,II,III, Environmental Department, The World Bank Washington D.C.,.

**Winpenny, J.** (1994) *Environmental Project and Policy Appraisal: A Field Manual*. OECD, Draft.

**Woodley, S; Kay, J y Francis, G.** (1993) *Ecological Integrity and the Management of Ecosystems*, St Lucie Press.

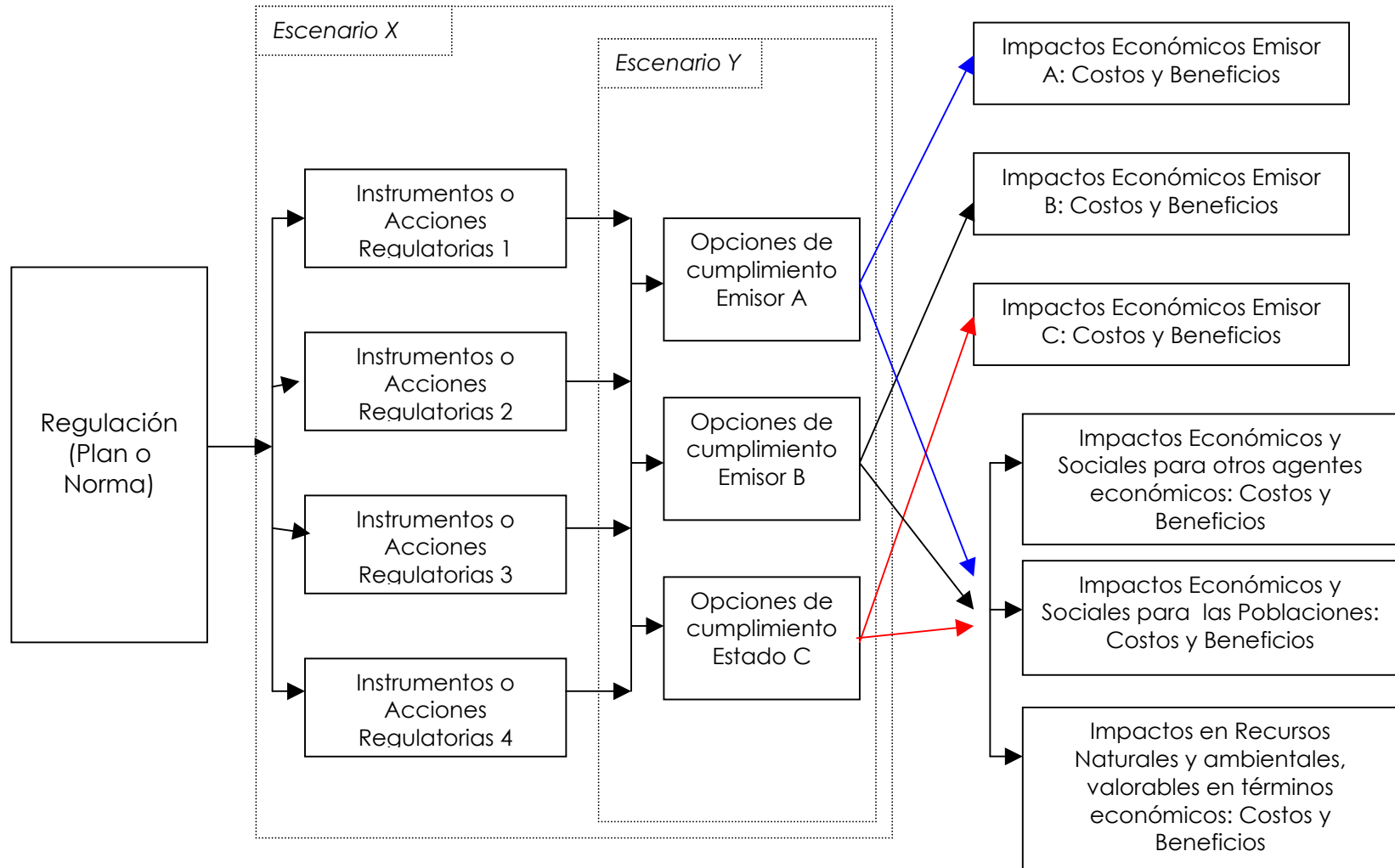
Cuadro N° : **ETAPA 1: DEFINICIÓN Y ALCANCES DE LA REGULACIÓN Y LOS INSTRUMENTOS**

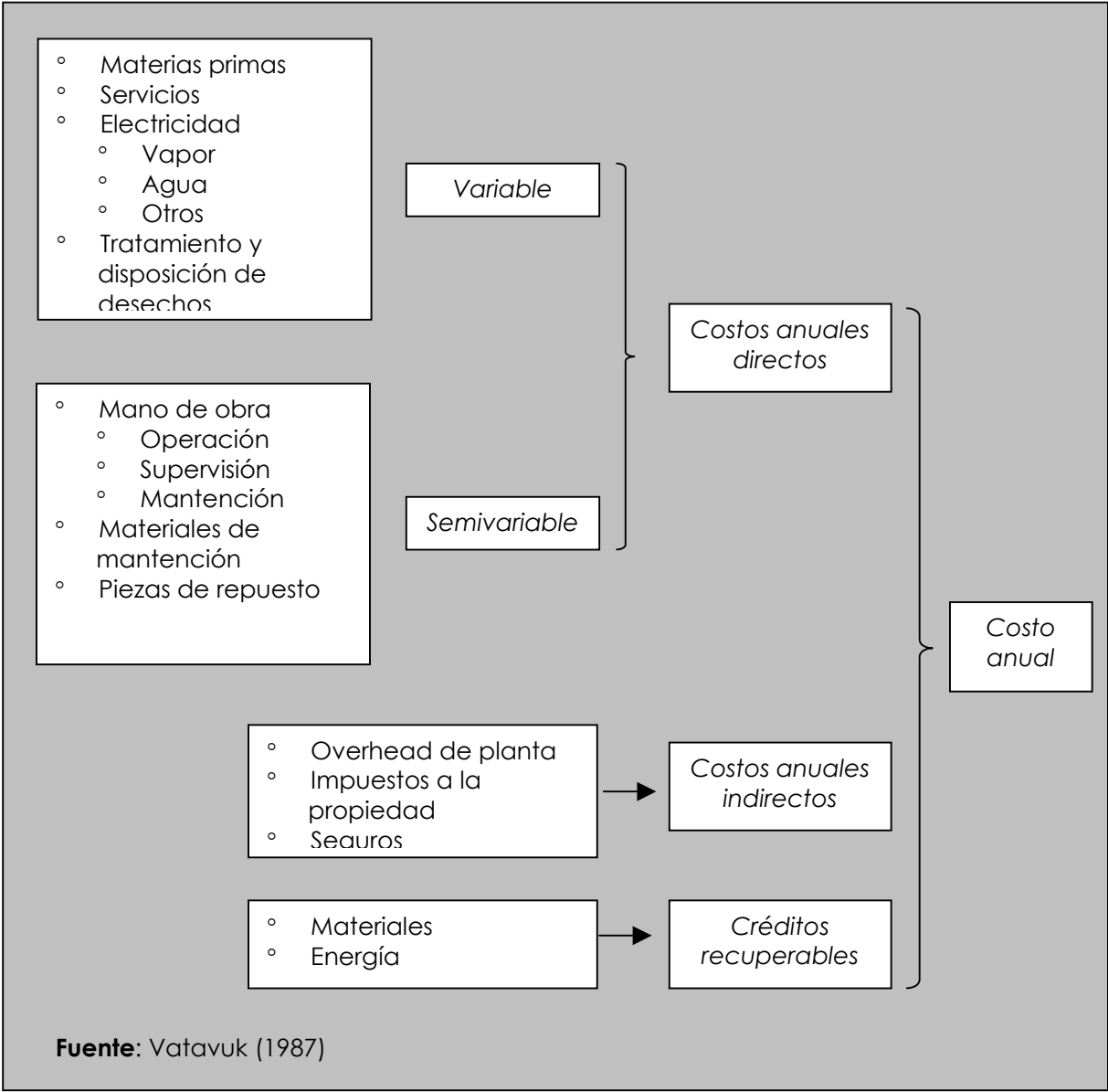


Regulación (compuestos regulados y año de elaboración del AGIES)	Instrumentos	Comentarios del AGIES realizado en relación a la Etapa 1
<b>Plan de Descontaminación de Potrerillos</b> (PM10 y SO <sub>2</sub> ; 1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cronograma de reducción de emisiones para la fuente (niveles de emisión máxima que decrecía a través de los años hasta lograr la meta de calidad)</li> <li>● Plan de control de episodios críticos por parte de la fuente emisora</li> <li>● Exigencias de estimación de emisiones y monitoreo de la calidad ambiental para la fuente emisora</li> <li>● Medidas de protección de la población frente a episodios críticos (cambio de horario de entrada al colegio; información de niveles de calidad; educación ambiental y medicina preventiva)</li> <li>● Condiciones de fiscalización para los organismos competentes</li> <li>● Exigencias para el desarrollo de nuevas actividades emisoras dentro del área saturada</li> </ul>	<p>En el proceso de elaboración del AGIES (10 meses aproximadamente) se evaluaron diferentes cronogramas y diferentes planes de control de episodios críticos, como un aporte a la discusión de los instrumentos definitivos. En los restantes instrumentos, una vez que fueron definidos con más precisión, se estimó el costo (exigencias en monitoreo de calidad y estimación de emisiones, y el costo para los organismos fiscalizadores). Las medidas de protección a la población no fueron evaluadas, porque existía acuerdo en su implementación y <i>a priori</i> no concitaban costos significativos.</p>
<b>Norma de ruido para fuentes fijas</b> (1997)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Niveles máximos permitidos de inmisión que dependían de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Área urbana o rural</li> <li>◦ En las áreas urbanas, según los usos del suelo (residencial, equipamiento básico, industrial, etc.)</li> <li>◦ Horario, distinguiendo entre niveles diurnos y nocturnos</li> </ul> </li> <li>◦ Procedimientos de medición para los organismos fiscalizadores</li> </ul>	<p>Esta norma correspondía a la revisión del antiguo decreto 286/84 del MINSAL. El diagnóstico de la aplicación de la norma señaló problemas en los métodos de medición y que la clasificación por usos del suelo no se expresaba en los mismos términos que los instrumentos de ordenamiento territorial. Los instrumentos definidos fueron prácticamente los mismos que ya existían, corrigiendo las fallas detectadas.</p>
<b>Norma de emisión de RILES a sistemas de alcantarillado</b> (24)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Niveles máximos permitidos de emisión para 24 parámetros, incluyendo orgánicos.</li> <li>◦ Sistema de cobro por vertidos en exceso (sobre el valor normado) para los compuestos orgánicos, a definir por</li> </ul>	

parámetros; 1997)	las empresas sanitarias y la SISS. ◦ Exigencias de medición de los vertidos e información de las emisiones a la empresa sanitaria	
-------------------	--	--

DOS TIPOS DE ESCENARIOS, DEPENDIENDO SI SE DISCUTEN O NO LOS INSTRUMENTOS DE LA REGULACIÓN





Fuente: Vatavuk (1987)