



**Sistemas de Sanciones por Daños
Ambientales para la Fiscalización de la
Industria de Hidrocarburos en el Perú**

Documento de Trabajo N° 20

Arturo Vásquez Cordano

Oficina de Estudios Económicos

Lima, Mayo 2006



Oficina de Estudios Económicos - OSINERG

OSINERG

Sistemas de Sanciones por Daños Ambientales para la Fiscalización de la Industria de Hidrocarburos en el Perú

Documento de Trabajo N° 20, preparado por la Oficina de Estudios Económicos (OEE) con la colaboración de la Gerencia de Fiscalización en Hidrocarburos (GFH) y la Gerencia de Fiscalización Eléctrica (GFE).

Está permitida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente.

Elaborado por Arturo Vásquez Cordano.

Colaborador Externo: Dr. Xavier Labandeira Villot, Universidad de Vigo de España.

Colaboradores Internos: Julio Salvador, Jorge Villar, Rosa María Ortiz, Hector Talavera (GFH), Virgilio Panduro, Carlos Parra (GFE), y Raúl Pérez-Reyes (OEE).

Asistente: Francisco Coello.

Primera versión: Agosto del 2005.

Última versión: Mayo del 2006

Para comentarios o sugerencias dirigirse a:

OSINERG

Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar

Lima, Perú

Tel. (511) 219-3400, anexo 1057

Fax (511) 219-3413

<http://www.osinerg.gob.pe/osinerg/investigacion>

Correo electrónico: avasquez@osinerg.gob.pe, vasquez.al@pucp.edu.pe

Clasificación JEL: K23, K32, K42





Oficina de Estudios Económicos - OSINERG

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía – OSINERG
Oficina de Estudios Económicos
Documento de Trabajo N° 20

**Sistemas de Sanciones por Daños Ambientales para la Fiscalización de
la Industria de Hidrocarburos en el Perú¹**

Resumen

Los sistemas de supervisión y fiscalización de las empresas que pertenecen al sector hidrocarburos en el Perú han experimentado una serie de cambios que tienen como propósito mejorar la capacidad del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG) para hacer cumplir las leyes y demás dispositivos legales que regulan el sector. Los cambios implementados responden a una nueva filosofía de supervisión del sector energía que considera: a) la utilización de criterios científicos (provenientes de la Estadística y la Economía) para el diseño de instrumentos sancionadores flexibles, b) el objetivo de la fiscalización por resultados, c) la elaboración de una estrategia innovadora de aplicación simultánea del

¹. Se agradece a Alfredo Dammert, Edwin Quintanilla y Julio Salvador, gestores del cambio en el esquema de supervisión y de sanciones que el OSINERG viene implementado para mejorar el cumplimiento de las normas legales en el sector electricidad e hidrocarburos en el Perú, por el apoyo brindado para elaborar esta investigación. Asimismo, se agradece a Xavier Labandeira, José Gallardo, Raúl Pérez-Reyes y Humberto Knell, los cuales han permitido enriquecer el documento con sus oportunos comentarios y observaciones. En la elaboración del documento, se contó con la asistencia de Francisco Coello. El presente documento se ha enriquecido con los aportes del estudio realizado por OSINERG – CESEL (2004). Las opiniones vertidas en este documento son de responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente la posición del OSINERG. Los errores u omisiones son de responsabilidad del autor. Remitir comentarios y sugerencias a avasquez@osinerg.gob.pe o vasquez.al@pucp.edu.pe.



esfuerzo de fiscalización y la ejecución del sistema sancionador para fortalecer las facultades sancionadoras del Organismo Supervisor, y d) la consistencia metodológica en la aplicación de las multas y sanciones pecuniarias y no pecuniarias en diferentes ámbitos de acción de la supervisión del sector.

En este contexto, el OSINERG ha enfrentado el reto de aplicar sanciones a empresas cuyos incumplimientos a las normas que regulan la industria de hidrocarburos generan un gran perjuicio a la sociedad. Estos perjuicios sociales se manifiestan en la figura de impactos que causan daños al medio ambiente, afectaciones severas o fatales sobre la salud y la vida de las personas involucradas directamente en los incidentes, así como impactos a terceras partes afectadas indirectamente por los incidentes. Hacer frente a este desafío ha demandado al OSINERG la realización de modificaciones a sus sistemas de sanciones, con el propósito de incorporar criterios objetivos en los procedimientos de cálculo de sanciones, así como de volver más transparente el proceso administrativo sancionador de las empresas administradas.

En esta línea de trabajo, el presente documento tiene como propósito presentar los alcances de los cambios efectuados para mejorar la capacidad del OSINERG para hacer cumplir las normas que velan por la protección del medio ambiente en la industria de hidrocarburos ante situaciones donde los incumplimientos provocan incidentes que generan daños ambientales. Se tomará como marco conceptual el conjunto de aportes de la literatura sobre sanciones óptimas, el cual se enmarca en el campo más general de la monitorización y puesta en efecto (*Public Enforcement of Law*) de distintas





políticas públicas, así como en las investigaciones de la disciplina del Análisis Económico del Derecho (*Law and Economics*).

Para ello, luego de una breve introducción, en la segunda parte del documento se realizará una presentación sobre el concepto económico de daño ambiental y sus distintas medidas de valor. En la tercera parte, se presenta el marco conceptual que sustenta el papel de una agencia reguladora estatal (como el OSINERG) en la aplicación de multas por daños ambientales a sus administrados (por ejemplo, las empresas del sector hidrocarburos). Para ello se plantea un esquema donde se modela la interacción entre una empresa contaminadora y una agencia reguladora que supervisa el cumplimiento de las normas ambientales *ex – ante* la ocurrencia de daños ambientales y *ex – post* la generación de contaminación ambiental.



Cómo se verá más adelante, este marco conceptual permite al organismo supervisor imponer secuencialmente multas de carácter *ex – ante* y *ex – post* la ocurrencia de daños ambientales provocados por las empresas administradas. A continuación, se hará una comparación (*benchmark*) entre la metodología de cálculo de sanciones estadounidense y la metodología que el OSINERG ha desarrollado para el sector hidrocarburos. A partir de estos resultados, se presentará una aplicación de la metodología de cálculo propuesta para la fiscalización del sector hidrocarburos en el Perú, con el objetivo de probar la aplicabilidad de estos métodos para disuadir conductas ilegales que generen daños ambientales.

Si se observa la experiencia internacional, puede decirse que el nuevo enfoque de fiscalización de las empresas del sector hidrocarburos que



incumplen con las normas ambientales que se presenta en este documento es inédito respecto a otros esquemas desarrollados por organismos reguladores de la región. No obstante, debe destacarse que la escasez de referentes internacionales, así como las recientes modificaciones al esquema de supervisión y fiscalización sugieren que este estudio debe considerarse como el inicio de la discusión sobre los temas de supervisión en el sector hidrocarburos más que como un debate agotado.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	9
2. Los Conceptos de Valor Económico Ambiental	14
2.1. Diferentes Conceptos de Valor.....	14
2.2. Métodos de Valoración: Enfoque General	19
3. Marco Teórico para la aplicación de Sanciones Ambientales.....	22
3.1. Objetivo de la Teoría de la Ejecución Pública de las Leyes	22
3.2. Marco Conceptual para la aplicación de multas por daños ambientales	25
3.2.1. El Modelo	27
3.2.1. Multa <i>Ex - Post</i>	31
3.2.2. Derivación de la fórmula de la Multa <i>Ex - Post</i>	36
3.2.3. Multa <i>Ex - Ante</i>	40
3.3. Comentarios	41
4. Metodología para el Cálculo de las Multas <i>Ex - Post</i>.....	42
4.1. Cálculo del Factor <i>B</i>	43
4.2. Estimación del Valor del Daño Ambiental	48
4.2.1. Método de Transferencia de Valores.....	48
4.2.2. Consideraciones para la realización de la Transferencia de Valores	52
4.3. Cálculo del Factor <i>aD</i>	58
4.4. Cálculo del Factor <i>A</i>	60
5. Comparación de la experiencia en la determinación de Sanciones Ambientales entre los Estados Unidos y el Perú	63
5.1. Características institucionales y funciones de los organismos supervisores en el Perú y los EE.UU.	63
5.1.1. Agentes involucrados	63
5.1.2. Procedimientos administrativos	68
5.2. Comparación entre los métodos de cálculo de multas ambientales de la US. EPA y el OSINERG	73
5.2.1. Fórmula para el cálculo de multas utilizada por la US. EPA.....	77
5.2.2. Fórmula para el cálculo de multas utilizada por el OSINERG	80
5.3. Sanciones por vertimientos de hidrocarburos en EE.UU.....	83
5.3.1. Factor de Gravedad	86
5.3.2. Beneficio Económico	92
5.4. Comentarios Comparativos	92
6. Aplicación de la Metodología de Cálculo de Multas del OSINERG a casos de la industria peruana de hidrocarburos	96
6.1. Derrame de hidrocarburos en la selva de Ucayali	97
6.1.1. Descripción del Incidente.....	97
6.1.2. Cálculo del Factor <i>B</i>	102
6.1.3. Cálculo del Factor <i>aD</i>	113
6.1.4. Cálculo del Factor <i>A</i>	128
6.2. Deforestación de un bosque tropical húmedo de la selva del departamento de Loreto durante la construcción de un oleoducto	129
6.2.1. Descripción de la Infracción	130

6.2.2. Cálculo del Factor B	131
6.2.3. Estimación del Valor del Daño Ambiental.....	138
6.2.4. Cálculo del Factor A	140
7. Conclusiones y Comentarios Finales.....	142
8. Referencias.....	151
8.1. Bibliografía.....	151
8.2. Documentos Complementarios.....	154
Anexo 1: Modelo BEN de la <i>Environmental Protection Agency</i> (EPA).....	154
Anexo 2: Pautas para el cálculo de multas por Daños Ambientales.....	160
Anexo 3: Estimación de los Beneficios Perdidos por la Deforestación de un bosque tropical amazónico.....	164
Anexo 4: Regulación de la Contaminación Ambiental desde el enfoque del Análisis de Decisiones.....	165



Sistemas de Sanciones por Daños Ambientales para la Fiscalización de la Industria de Hidrocarburos en el Perú

Arturo Vásquez Cordano

1. Introducción

Los esquemas de supervisión y fiscalización de las empresas del sector hidrocarburos en el Perú han venido experimentando cambios significativos en los últimos años, los cuales han tenido como propósito mejorar la capacidad del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG) para ejecutar y hacer cumplir las normas que regulan este sector.

Como señalan Vásquez y Gallardo (2006), estas modificaciones han implicado un cambio en el enfoque sobre cómo se debe aplicar en la práctica la supervisión del sector hidrocarburos, hecho que ha demandado al OSINERG: a) la utilización de criterios científicos (provenientes de la Estadística y de la Economía) para la determinación de las sanciones; b) el poner énfasis en la fiscalización por resultados (que prioriza la mejora gradual de los indicadores de desempeño de la supervisión y la intervención proactiva del regulador); y c) la búsqueda de la consistencia metodológica en la aplicación de multas y sanciones en diferentes ámbitos de acción del OSINERG dentro del sector hidrocarburos (tanto en la industria del gas natural como la del petróleo). Además, las modificaciones han precisado el diseño de instrumentos sancionadores flexibles (como las escalas de multas





y sanciones), la aplicación en simultáneo del esfuerzo de supervisión y la ejecución del sistema de sanciones, entre otros aspectos.

Es este proceso, el OSINERG ha debido enfrentar la tarea de diseñar y poner en práctica sistemas de sanciones para aquellas infracciones a las normas técnicas, de seguridad, y de protección ambiental que rigen en la industria de hidrocarburos, las cuales provocan, *ex – post* su ocurrencia, perjuicios significativos a la sociedad, lo que en la literatura económica se conoce como *externalidades negativas*². La ocurrencia de este tipo de incidentes es un rasgo característico de la industria de hidrocarburos puesto que sus actividades industriales en las fases *upstream* y *downstream* están sujetas a una serie de riesgos que pueden provocar accidentes que generen perjuicios significativos tanto en la etapa de construcción de la infraestructura de producción, transporte y distribución como en la etapa de operación comercial de la misma.

Los perjuicios sociales se manifiestan, por ejemplo, en la figura de daños al medio ambiente producto de la contaminación, afectaciones negativas a la integridad de las personas o daños económicos a terceros. La posibilidad de que ocurran estos perjuicios hace necesario el concurso del OSINERG para garantizar que las empresas cumplan con las normas técnicas, de seguridad y de protección ambiental que regulan el sector hidrocarburos mediante el ejercicio de la supervisión y la aplicación de sanciones para disuadir las

². Una externalidad negativa se produce cuando las acciones de un agente económico afectan de manera negativa el bienestar de otros agentes sin que el efecto se manifieste a través del sistema de precios de mercado (por ejemplo, que el agente que produce un daño ambiental compense económicamente a los afectados).





conductas ilícitas o inducir a que las empresas internalicen³ de alguna manera los daños que provocan a la sociedad.

En el caso particular de las afectaciones al medio ambiente es posible medir aproximadamente el impacto que tiene la contaminación que se produce por las infracciones a las normas de protección ambiental. Ello requiere el empleo de técnicas que permitan estimar el “valor del daño ambiental”, entendido como el valor de la disposición a pagar que muestran las personas para preservar el medio ambiente (es decir, la disposición a pagar por evitar la contaminación ambiental). De acuerdo a la literatura, es posible utilizar este valor para diseñar esquemas óptimos de sanciones que permitan al OSINERG mejorar el cumplimiento de las normas ambientales en la industria peruana de hidrocarburos.



El presente documento tiene por objetivo presentar los alcances de las innovaciones implementadas por el OSINERG para mejorar los sistemas sancionadores de las infracciones a las normas técnicas, de seguridad y de protección ambiental en la industria de hidrocarburos cuyas consecuencias generen daños ambientales significativos. Para ello, en el documento se discutirá sobre las principales características del marco conceptual que sustenta el nuevo esquema de sanciones para los agentes que cometen incumplimientos que producen contaminación ambiental. Por otro lado, se discutirá sobre los diferentes enfoques para valorar económicamente el



³. La internalización de los efectos externos de la contaminación por parte de la empresa que la genera significa que aquella toma en cuenta en su proceso de toma de decisiones los costos que ésta genera a la sociedad, lo cual la induce a mitigar la contaminación para que esta no le produzca pérdidas económicas que reduzcan su rentabilidad. Existen diversas medidas para lograr este resultado, como por ejemplo el uso de impuestos a la contaminación (pigouvianos), la reasignación de los derechos de propiedad de la contaminación entre contaminadores y afectados, o la creación de mercados de polución. Véase Varian (1999).



impacto de estas afectaciones sobre el bienestar de las personas, así como los métodos de estimación de su valor. Asimismo, se presentarán aplicaciones del esquema de sanciones propuesto a la fiscalización de la industria de hidrocarburos peruana.

El documento se divide en 7 partes. En la segunda parte, se discute sobre la concepción económica del daño ambiental y sus distintas medidas de valor. En la tercera parte, se presentará el marco conceptual que sustenta el nuevo enfoque de fiscalización y de aplicación de sanciones para los casos de infracciones que generan daños ambientales, y se formulan los criterios económicos que deben utilizarse para la aplicación de multas óptimas en estos casos. Para ello, se tomará como marco de referencia, la literatura sobre sanciones óptimas que se enmarca en el campo más general de la monitorización y puesta en efecto (*Public Enforcement of Law*) de las leyes, así como en las investigaciones de la disciplina del Análisis Económico del Derecho (*Law and Economics*), que tiene sus fundamentos en los trabajos de Becker (1968) y Stigler (1970), los cuales han sido ampliados por Cohen (1987, 1998) para el caso del análisis de infracciones que generan perjuicios sociales.

En el documento se explica el papel de una agencia reguladora estatal (como el OSINERG) en la fiscalización de sus empresas administradas a través de la aplicación de multas por daños ambientales. Para ello, se plantea un esquema donde se modela la relación principal – agente entre una empresa contaminadora y una agencia reguladora que supervisa el cumplimiento de las normas ambientales *ex – ante* la ocurrencia de daños al medio ambiente y *ex – post* la generación de contaminación. Cómo se verá más adelante, este marco conceptual permite a la agencia reguladora

imponer secuencialmente multas de carácter *ex – ante* y *ex – post* la ocurrencia de daños ambientales provocados por las empresas administradas. A partir de este modelo se deduce que la multa óptima en un escenario de contaminación depende del beneficio ilícito que obtiene la empresa como consecuencia de la infracción y una proporción del valor económico del daño ambiental.

En la cuarta parte se presentarán los lineamientos metodológicos para calcular en la práctica las multas por daños ambientales. En esta sección se discutirá brevemente sobre los diferentes métodos existentes para valorar las externalidades provocadas por la contaminación. El análisis realizado en esta sección concluye que la alternativa metodológica para un organismo supervisor como el OSINERG es el método de transferencia de beneficios debido a que es un método costo-efectivo y cuya aplicación se ajusta a los estándares de los procesos administrativos sancionadores.

A continuación, se realizará una comparación (*benchmark*) entre la metodología de cálculo de sanciones ambientales que se utiliza en los Estados Unidos y aquella que viene utilizando el OSINERG, con el objeto de contrastar ambos sistemas y encontrar las semejanzas y diferencias entre las prácticas de fiscalización entre un país desarrollado y el Perú. Finalmente, se presentarán dos aplicaciones de la metodología de cálculo de sanciones ambientales propuesta para la fiscalización del sector hidrocarburos, con el objeto de que se pueda comprobar la aplicabilidad de esta metodología a la disuasión de conductas ilegales que generan daños ambientales.



De la revisión de la experiencia internacional, puede señalarse que el nuevo enfoque para la fiscalización ante la ocurrencia de infracciones que generan daños ambientales que es presentado en este documento es inédito respecto a otros organismos reguladores de la región. No obstante, debe mencionarse que la escasez de referentes internacionales, así como las recientes modificaciones al esquema de supervisión y fiscalización sugieren que esta investigación debe considerarse como el inicio de la discusión sobre los temas de aplicación de sanciones en el sector hidrocarburos más que como un debate agotado.

2. Los Conceptos de Valor Económico Ambiental⁴

El principal objetivo de este apartado es discutir lo relacionado a los diferentes componentes que conforman el valor económico total del medio ambiente, y cómo las técnicas de valoración económica permiten estimar estos componentes de valor.

2.1. Diferentes Conceptos de Valor

El sustento de la valoración económica de cambios ambientales (ya sean positivos o negativos) radica en las preferencias de los consumidores a aceptarlos. Estas preferencias se manifiestan generalmente en la disposición a pagar (DAP) de los individuos por evitar la degradación ambiental. En este sentido, la magnitud del daño ambiental es independiente de los gastos de limpieza o remediación realizados por el agente contaminador o por la administración pública para mitigar los efectos de la contaminación. Por

⁴. Esta sección es un extracto del documento *Metodologías de Valoración Económica de Daños Ambientales para el Sector Hidrocarburos*. Documento de Trabajo N° 23. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG (en elaboración).



ello, el valor de la remediación ambiental depende directamente de las opciones técnicas de ingeniería disponibles. Ello determina que ambos valores sean diferentes.

En un escenario donde los individuos consumen los bienes que se comercializan en los mercados, una aproximación a la DAP es el precio de adquisición de los bienes, los cuales serán consumidos siempre que la DAP sea menor o igual al precio. Es por ello que en el caso que la contaminación o destrucción de los recursos naturales, derivada de las actividades de la industria de hidrocarburos, afecte actividades integradas al mercado (tales como la producción agrícola, la pesca, la extracción forestal, la ganadería, etc), el cálculo del valor del daño en estos sectores es inmediato mediante la valorización de la pérdida de productividad a precios de mercado.

Sin embargo, gran parte de los bienes y servicios proporcionados por el medio ambiente no son transados en los mercados convencionales debido a que su acceso es libre o porque constituyen bienes públicos. Bajo este contexto, no se disponen de precios de mercado y cantidades intercambiadas que nos permitan realizar el cálculo del valor del daño ambiental con facilidad.

La ausencia de mercados y precios impide la valoración de los bienes y servicios ambientales mediante métodos convencionales. Ello hace que la valoración del daño ambiental presente dos desafíos:

- Identificar las razones por las cuales los individuos pueden mostrar preferencias, en pro o en contra, de los cambios en el estado del medio ambiente. En otras palabras, se trata de analizar los

mecanismos mediante los cuales el cambio ambiental afecta el bienestar social.

- Estimar el valor del cambio ambiental a través de la estimación de la DAP mediante la técnica de valoración más adecuada.

Para poder hacer frente a estos desafíos, es necesario describir las distintas fuentes de valor que se derivan de las preferencias sociales por el uso y la preservación del medio ambiente y los servicios que éste proporciona. De acuerdo a Pierce, Markandya y Barbier (1992), el valor económico total del medio ambiente puede dividirse en dos grupos. El *valor de uso* está relacionado con los servicios derivados del uso actual y futuro del recurso, mientras que el *valor de no uso* incluye aquellos beneficios que no requieren uso alguno del medio ambiente.

El valor de uso puede descomponerse como sigue:

- Valores de uso directo: se manifiestan si los individuos realizan un uso actual del medio ambiente de manera consuntiva (por ejemplo, la extracción de agua mineral para consumo doméstico, la tala de bosques para obtener madera) o de forma no consuntiva (disfrute del paisaje, recreación, etc).
- Valores de uso indirecto: aparecen cuando la sociedad se beneficia de las funciones de sustentación y preservación de los ecosistemas (por ejemplo, la función de protección de los cursos de agua o de sumideros de CO₂ de los bosques tropicales).

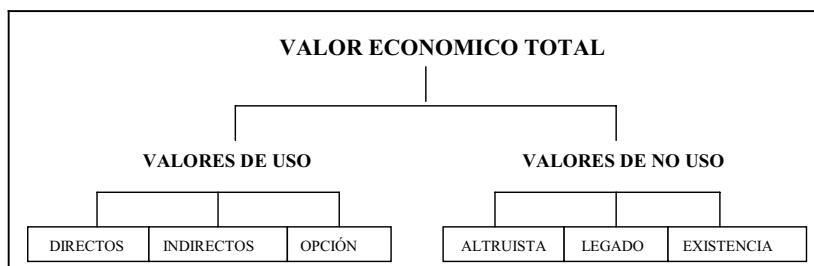
- Valores de Opción: se ponen de manifiesto cuando los individuos están dispuestos a pagar por asegurar la opción de que los bienes o servicios ambientales se encuentren disponibles para ser utilizados en el futuro (por ejemplo, visitas futuras a reservas naturales y áreas protegidas o la posible utilización de la biodiversidad con propósitos terapéuticos).

A su turno, el valor de no uso está compuesto de:

- Valores de legado: los cuales reflejan la preocupación porque las generaciones futuras tengan la opción de poder disfrutar del recurso ambiental considerado.
- Valores de existencia: reflejan la disposición a pagar por mantener la existencia de un recurso, aunque no se realice ningún uso actual ni futuro. En otras palabras, el valor de existencia sería una manifestación del valor intrínseco del medio ambiente por parte de los individuos.
- Valores altruistas: están presentes cuando un individuo muestra cierta disposición a pagar porque el medio ambiente esté disponible para su disfrute por parte de otros individuos.

Todas estas categorías integran el valor económico total del medio ambiente, definido como la suma de los valores de uso y no uso (Pierce et al; 1992). Puede observarse en el Gráfico N° 3.1 la descomposición de las diferentes categorías de valor.

Gráfico N° 2.1
Categorías de Valor del Medio Ambiente



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Para poder estimar el valor del daño ambiental (es decir, un cambio negativo en el medio ambiente), el valor económico total expresado por los individuos debe ser agregado para obtener una aproximación del cambio en el bienestar del grupo de personas afectadas por el daño ambiental. Ello hace que la identificación de la población relevante afecte de forma significativa los resultados del proceso de valoración.

La población relevante comprenderá un espacio geográfico más grande cuanto más relevantes sean los valores de no uso. Generalmente los valores de no uso individuales, una vez agregados, tienden a superar los valores de uso agregados ya que siempre existe un número mayor de individuos que muestran valores de no uso en comparación con el tamaño de la población actual o potencialmente usuaria.

2.2. Métodos de Valoración: Enfoque General⁵

Los métodos para valorar bienes o servicios sin mercado pueden agruparse en 3 grupos:

- Métodos Indirectos o de Preferencias Reveladas. Estas técnicas estiman el valor del medio ambiente a partir de los valores de otros bienes o servicios que sí poseen mercados y están relacionados con el bien o servicio ambiental en estudio.
- Métodos Directos o de Preferencias Directamente Expresadas. Estas metodologías, en ausencia de mercados directos o relacionados a los bienes o servicios ambientales, recurren a la simulación o creación de mercados hipotéticos para obtener información sobre el valor que asignan los individuos a los bienes o servicios ambientales.
- Transferencia de Valores (*Benefit Transfer*) Es un método que se aplica cuando no es posible realizar un estudio de valoración específico y particular para el problema ambiental en cuestión. Utiliza estimaciones de estudios fuente realizados para problemas similares a los que se pretende analizar con el objeto de transferir

⁵. No es el objetivo de este trabajo hacer una presentación exhaustiva y detallada sobre los métodos de valoración económica ambiental. Sin embargo, el lector puede consultar el Capítulo 13 del trabajo de Hanley, Shogren y White (1997) para una presentación sobre los lineamientos generales de los métodos de valoración económica. Si se desea consultar sobre los detalles de cada una de las metodologías, puede consultar Haab y McConnell (2002), así como Freeman (2003). Próximamente la Oficina de Estudios Económicos publicará un documento de trabajo en el cual se expondrá el marco teórico y los detalles técnicos de las diversas metodologías de valoración ambiental propuestas en la literatura especializada que pueden utilizarse para estimar el valor de los daños ambientales que pueden producirse en el sector hidrocarburos.



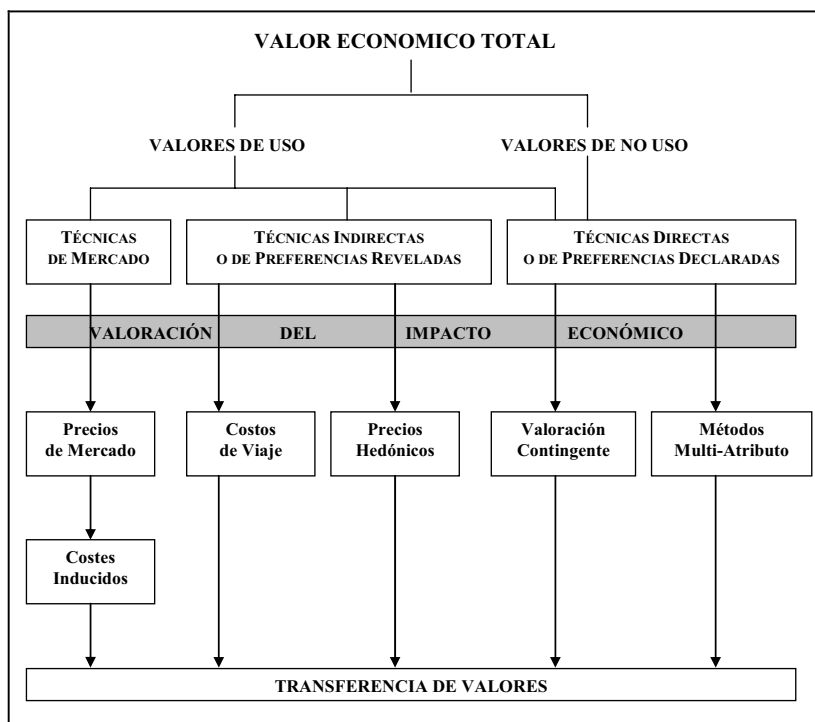
las estimaciones del daño ambiental al contexto específico en estudio.

El Gráfico N° 3.2 muestra una síntesis de las principales técnicas de valoración ambiental, así como del tipo de valores que pueden estimarse a partir de cada una de ellas. Como se puede observar, las técnicas de preferencias declaradas o directamente expresadas proporcionan una valoración más completa y, por lo tanto, más correcta del daño ambiental. Por otro lado, estas técnicas, al fundamentarse en la simulación de mercados, poseen la ventaja de poder ser utilizadas *ex - ante* la ocurrencia del daño ambiental o antes que la política ambiental que se desea valorar se haya aplicado.

Cómo será explicado más adelante, las sanciones óptimas por daños ambientales incorporan como factor de agravación de la sanción una proporción del valor económico del daño ambiental producto de las infracciones a las normas. En general, la literatura económica establece que la estimación del valor económico del daño ambiental obtenida de la aplicación del enfoque de “Precios de Mercado” constituye una cota inferior ya que este método puede estimar sólo el valor de uso directo del medio ambiente, mientras que la estimación del valor económico del daño ambiental mediante la metodología de Valoración Contingente constituye una cota superior puesto que este método puede estimar tanto los valores de uso directo e indirecto como los valores de no uso. Entre estos dos extremos se encuentran las estimaciones realizadas con las metodologías de Salarios Hedónicos y de Costos de Viaje que estiman sólo los valores de uso del medio ambiente.



Gráfico N° 2.2
Técnicas de Valoración Ambiental y Tipos de Valor Capturado



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Las precisiones realizadas respecto del concepto de “valor del daño ambiental” y sobre los métodos de valoración económica serán útiles para entender el marco conceptual que establece los lineamientos para aplicar multas óptimas por la ocurrencia de infracciones a las normas técnicas, de seguridad y de protección ambiental que provocan daños al medio ambiente en la industria de hidrocarburos.



En la siguiente sección se analizará un modelo teórico el cual establece que una proporción del valor económico del daño ambiental que se produce por la violación de las normas debe incorporarse al valor de la multa para que las empresas infractoras tomen en cuenta los costos sociales de su conducta infractora, lo cual debe inducir a un mayor cumplimiento de la ley por parte estas empresas. El valor del daño ambiental puede ser aproximado mediante su valoración económica con las técnicas descritas brevemente en esta sección.

3. Marco Teórico para la aplicación de Sanciones Ambientales

3.1. Objetivo de la Teoría de la Ejecución Pública de las Leyes⁶

La Teoría de la Ejecución Pública de las Leyes busca explicar cómo el Estado, a través del uso de agentes públicos⁷ que tienen por misión detectar y sancionar a los infractores de las leyes y normas establecidas, puede inducir mediante el uso de sanciones o penalidades (pecuniarias, de privación de la libertad, confiscación de bienes, etc.) a que los agentes que integran la sociedad (desde los individuos hasta las empresas), se comporten respetando y cumpliendo las disposiciones legales que establece el Estado.

En otras palabras, el objeto de estudio de esta Teoría es analizar cómo el Estado utiliza sus medios de coerción (a través de las agencias reguladoras – como el OSINERG -, órganos de control – como la Contraloría General de la República -, el Poder Judicial, entre otros) para regular la conducta de los

⁶. Esta sección constituye un extracto de Vásquez y Gallardo (2006).

⁷. Como por ejemplo inspectores, auditores, policías y fiscalizadores.





ciudadanos, las empresas y hasta las mismas instituciones estatales. De esta forma, la intervención estatal busca corregir todos aquellos comportamientos que violan las normas establecidas y que pueden afectar a otros miembros de la sociedad mediante el ejercicio de la disuasión, empleando instrumentos sancionadores como las multas o penalidades de diversos tipos. De esta manera, las medidas de ejecución de las normas que el Estado implementa disuaden a los agentes de cometer las infracciones, haciendo posible la internalización de los costos de sus acciones.

La intervención estatal mediante políticas de ejecución de las leyes se justifica porque los agentes privados tienen pocos incentivos para respetar las normas puesto que ellos pueden obtener mayores beneficios violándolas que cumpliéndolas en un contexto donde los infractores tienen escasa probabilidad de ser detectados. En este sentido, los agentes pueden adoptar conductas oportunistas para obtener el máximo provecho evadiendo la legislación y no tomando en cuenta los daños y perjuicios que sus actividades causan al resto de la sociedad.

Otro factor que justifica la intervención estatal es que la implementación de mecanismos de ejecución de las normas por parte del sector privado (*Private Enforcement of Law*) no resultaría efectiva para controlar la conducta de los agentes privados debido a los problemas que pueden surgir para la identificación de los infractores en un contexto donde la información es incompleta⁸ y donde no es posible que una agencia privada pueda

⁸. La información es incompleta en un mercado cuando aquella se halla desigualmente distribuida entre los agentes y resulta costoso adquirirla. Esta situación conduce a que los agentes económicos se comporten de manera distinta a lo que suponen tradicionalmente los mecanismos de la oferta y la demanda. La información incompleta hace que los individuos se vean limitados en su racionalidad económica por lo que deben destinar recursos a diferenciar,





explotar todos los beneficios por el uso de los sistemas de información y fiscalización, dadas sus características de bien público y de monopolio natural⁹. Por último, una agencia privada no podría tener el poder para hacer cumplir las leyes dado que no cuenta con la fuerza pública de coerción (fuerzas policiales o militares) con que el Estado sí cuenta. Por ejemplo, en el caso de la supervisión del medio ambiente en el sector hidrocarburos, las políticas de ejecución de las normas que lleva a cabo un Organismo Supervisor Sectorial Estatal mediante el empleo de multas pecuniarias ambientales pueden inducir a que las empresas regulen sus emisiones de contaminantes, minimicen el nivel de vertimientos tóxicos, inviertan en sistemas de seguridad más eficaces, entre otras medidas.

En síntesis, la Teoría puede dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué tipo de sanción debe aplicar el Organismo Supervisor por las infracciones a las normas establecidas de protección al medio ambiente a nivel sectorial?

distinguir, y clasificar a sus contrapartes en el intercambio de bienes y servicios. A su vez, ellos tienen los incentivos para asumir un comportamiento estratégico fundamentado en el manejo ingenioso y ventajoso de la información privilegiada.

⁹. Una característica de los bienes públicos es que son no excluibles, es decir, no se puede evitar que un usuario lo consuma haciéndose imposible racionar su consumo. Esta particularidad provoca que un agente privado no pueda apropiarse de todos los beneficios que genera, ya que otros agentes pueden aprovecharse de su consumo. En el caso de los sistemas de supervisión y fiscalización, una vez implementados, toda la sociedad se beneficia de su aplicación ya que permiten reducir las infracciones a las normas que les generan perjuicios (se reduce el crimen, la contaminación ambiental, etcétera), haciendo imposible que una entidad privada pueda ser rentable en la administración de estos sistemas al no poder cobrar tarifas a todo el universo de beneficiarios. Por otro lado, las características tecnológicas (presencia de economías de escala) de estos sistemas determinan que su administración se dé en condiciones de monopolio natural, por lo que no es eficiente en términos económicos que exista más de una entidad administrando estos sistemas. Estas dos características constituyen lo que tradicionalmente se conoce como fallas de mercados y justifican la intervención del Estado para su administración (véase Becker; 1968, así como Polinsky y Shavell; 2000).





- ¿Cuántos recursos de la sociedad deben destinarse para detectar a los infractores?
- ¿Qué variables pueden determinar las multas? ¿Cuáles deben ser los montos de las multas ambientales?
- ¿Deben incrementarse las multas para reflejar los costos sociales de penalizar a los infractores?
- ¿Cómo se pueden incorporar los atenuantes en el cálculo de las multas?

3.2. Marco Conceptual para la aplicación de multas por daños ambientales

El modelo que se utilizará para derivar la fórmula de las multas óptimas por daños ambientales está basado en los trabajos de Cohen (1987, 1999)¹⁰. Este modelo plantea una situación en donde la política ambiental se desarrolla a través de regulaciones de tipo *mandato y control* donde la empresa contaminadora debe cumplir con una o más normas que protegen el medio ambiente. Esto se debe a que el OSINERG está interesado en el caso de infracciones que producen daños ambientales potencialmente graves

¹⁰. Este modelo ha sido utilizado para sustentar las pautas de cálculo de multas por daños ambientales que utiliza el OSINERG, aprobadas mediante Resolución N° 032-2005-OS/GG “Pautas para el cálculo de multas por Impactos o Daños Ambientales del OSINERG”, numeral 4.3. “Pautas por no cumplir con los compromisos del PMA, del EIA y del PAMA, relativos a la deforestación excesiva, desestabilización de taludes o pérdida de suelos (erosiones y cárcavas). Véase el Anexo N° 2 para mayores detalles.





o extraordinarios, de naturaleza aleatoria (estocástica) para cuyo control esta aproximación es válida.

En síntesis, el autor plantea un modelo donde existe una relación de principal – agente entre el Estado y las empresas. La función del Estado es regular, por medio de una agencia reguladora, la conducta de las empresas utilizando instrumentos sancionadores como las multas, para lo cual invierte recursos que dispone de la sociedad con el objeto de detectar tanto el incumplimiento de las normas *ex – ante* la ocurrencia de contaminación como los daños causados a la sociedad por la contaminación que se genera *ex – post* el incumplimiento de las normas. Con ello, el Estado busca minimizar la pérdida de bienestar social que enfrenta la sociedad por las infracciones a la ley que cometen las empresas¹¹.



En este contexto, los infractores potenciales o efectivos responden, tanto a la probabilidad de detección como a la severidad de la penalización si son detectados y sancionados. De esta manera, los infractores están sujetos a la disuasión, la cual presupone que los violadores de la ley comparan racionalmente los beneficios, costos y riesgos asociados a su comportamiento. A su turno, para conseguir el efecto disuasivo óptimo, la agencia reguladora cuenta con recursos limitados que la llevan a igualar el costo marginal de la puesta en efecto de la supervisión y fiscalización con el



¹¹. El objetivo final de la agencia reguladora es, por tanto, internalizar una externalidad negativa (daño social asociado a las infracciones de la ley) a través de un sistema de penalización y con una restricción de recursos disponibles. De acuerdo a Becker (1968), en un contexto en el que las sanciones son meras transferencias de recursos sin costo externo y que los recursos destinados al castigo de los incumplimientos son socialmente costosos, se debe abogar por sanciones muy elevadas (máximas) y por un bajo nivel de costos de puesta en efecto de la ley. Sin embargo, este ahorro puede llevar a un nivel de disuasión por debajo del primer mejor para conservar recursos.



beneficio social marginal de la reducción de las infracciones (Becker; 1968).

La disuasión óptima se alcanza cuando las sanciones aplicadas permiten equiparar el costo marginal que asume la sociedad por los daños ambientales asociados a las infracciones con el beneficio marginal que las empresas privadas obtienen por incumplir las normas. En otras palabras, el objetivo final de la agencia reguladora es internalizar en cierto grado una externalidad negativa (el daño ambiental asociado a la infracción) mediante un sistema de penalización. Sin embargo, la agencia enfrenta una restricción de recursos para poder implementar este sistema.

En una situación donde las sanciones constituyen meras transferencias de recursos y donde los recursos dedicados al castigo son socialmente costosos, la agencia reguladora aboga por sanciones elevadas y por un bajo nivel de costos de supervisión y fiscalización (Becker; 1968). Por otro lado, el modelo asume que el daño ambiental es cuantificable.

3.2.1. El Modelo

Para comenzar a describir el modelo, supóngase que la contaminación es provocada de forma aleatoria (accidental o fortuita) por una empresa como resultado de sus actividades productivas (por ejemplo, la extracción, transporte o transformación de hidrocarburos)¹². En este contexto, la contaminación x está en función del esfuerzo u para la reducción de la polución realizado por la empresa, de modo que ésta puede modificar la

¹². A pesar que la empresa no puede controlar directamente el daño ambiental, sí puede alterar la distribución de probabilidades de su ocurrencia.

distribución $F(x, u)$ de probabilidades de ocurrencia de la contaminación y así influir sobre la externalidad originada.

La agencia reguladora puede exigir un nivel mínimo de esfuerzo y puede supervisar con probabilidad $P_{ea}(e_1)$ las actividades de la empresa *ex - ante* la ocurrencia del daño ambiental para contrastar el nivel de cumplimiento, donde e_1 es el monto de recursos que esta entidad dedica a la inspección. Si se produce la supervisión y se observan incumplimientos a las normas, se establecerá una sanción *ex - ante* $M_{ea}(u)$ que se reduce según aumente el nivel de esfuerzo observado¹³.

Si se produce la contaminación, la probabilidad de que ésta sea detectada y vinculada con el agente contaminador es $P_{ep}(x, e_2)$ que se incrementa a mayores recursos empleados por la agencia reguladora para la supervisión e_2 y a mayor nivel de contaminación producido. Una vez que se detecta la contaminación, la agencia reguladora establecerá una sanción *ex - post* $M_{ep}(x, u)$. Asimismo, la polución generada puede ocasionar pérdidas privadas a la empresa contaminadora que se valoran como $v(x)$. Dado que la empresa podría apelar por la vía judicial la aplicación de la multa *ex - ante* y *ex - post*, la agencia reguladora deberá incurrir en un nivel de gastos administrativos y legales e_3 para aumentar la probabilidad de aplicación de la multa $P_J(e_3)$. Además, si el regulador quisiera tener información sobre el esfuerzo (por ejemplo, realizando una auditoría técnica), debería dedicar más recursos (e_4) a la inspección *ex - post*.

¹³. La multa será cero si la empresa es detectada cumpliendo con las normas para un determinado nivel de esfuerzo.

Con todo lo anteriormente mencionado, en una situación de neutralidad frente al riesgo por parte de la empresa contaminadora y, si se asume que los costos de producción son separables del nivel de esfuerzo, el nivel de beneficio por contaminar es el siguiente:

$$\pi(u) = y(u) - P_J(e_3)P_{ar}(e_1)M_{ar}(u) - \int_x [v(x) + P_J(e_3)P_{ap}(x, e_2)M_{ap}(x, u)] f(x, u) dx - u \quad (3.1)$$

donde $y_u(\bullet) < 0$.

En la ecuación (3.1), π es el nivel de beneficio privado esperado por la infracción que provoca un daño ambiental que es función del nivel de esfuerzo u que realiza la empresa para prevenir los impactos ambientales. $y(u)$ son los ingresos adicionales que la empresa obtiene por la infracción de las normas. El segundo elemento de la función de beneficios es el costo en el que incurre la empresa por no obedecer los dispositivos legales. Éste es igual al producto de la multa *ex - ante*, la probabilidad de que la empresa sea inspeccionada por la agencia reguladora *ex - ante* la ocurrencia del daño ambiental y por la probabilidad de que la multa se aplique si se inicia un proceso de apelación¹⁴. Cabe mencionar que en este modelo el tamaño de la multa *ex - ante* M_{ea} depende del nivel de esfuerzo que la empresa realiza para reducir la contaminación.

Adicionalmente, se descuentan de los ingresos la suma continua (o la integral para cada nivel de contaminación) de los costos privados que la

¹⁴. Se considera que la detección de la infracción y el proceso de apelación de la multa son eventos independientes por lo cual la probabilidad total es igual a la productoria de la probabilidad de detección y de apelación. De esta manera se tiene la probabilidad de aplicación de la multa *ex - ante* $P_1 = P_J(e_3) * P_{ea}(e_1)$ y la probabilidad de aplicación de la multa *ex - post* $P_2 = P_J(e_3) * P_{ap}(x, e_2)$.

empresa asume como consecuencia del impacto negativo del daño generado sobre sus propias operaciones $v(x)$ y el costo que es impuesto por la generación del daño en forma de una penalidad por parte de la agencia supervisora. Como en el caso de la multa *ex - ante*, el costo *ex - post* es igual al producto de la multa, la probabilidad de que el daño ambiental sea detectado y la probabilidad de que la multa se aplique si se inicia un proceso de apelación. Nótese que en este caso el tamaño de la multa M_{ep} depende del nivel de contaminación generado x y del nivel de esfuerzo u . De esta forma, el tamaño de la multa guarda relación en cierto grado con la magnitud del daño ambiental ocasionado y el esfuerzo de la empresa.

Asimismo, se considera el nivel de esfuerzo de la empresa u como costo adicional, toda vez que la empresa debe destinar recursos para el desarrollo e implementación de sistemas de seguridad y de control para prevenir posibles accidentes (en el caso *ex - ante*), así como para la implementación de planes de contingencia o para la realización de tareas de remediación ambiental (en el caso *ex - post*).

Por otro lado, se supone que la agencia reguladora busca maximizar el bienestar social minimizando la pérdida de la sociedad ante la ocurrencia del impacto ambiental adverso. El bienestar se define como el valor negativo de la suma continua del valor neto del daño ambiental esperado (que se define como la diferencia entre el valor de daño agregado $D/(1-r)x$ y los costos de remediación $R(rx)$ donde r es la proporción de la contaminación que se logra limpiar), y los daños privados de la contaminación $v(x)$, menos el nivel de esfuerzo de la firma u , y menos los gastos en los que incurre la agencia reguladora para supervisar a las empresas de la industria de hidrocarburos:

$$W = - \int_x \{D[(1-r)x] - R(rx) + v(x)\} f(x,u) dx - u - e_1 - e_2 - e_3 - e_4 \quad (3.2)^{15}$$

Como se puede observar en la ecuación (3.2), la variable que mide el esfuerzo de la empresa para prevenir el daño ambiental es clave en la formulación del modelo. Sobre todas las variables anteriores, la agencia reguladora puede controlar los niveles de monitorización y puede ordenar que la empresa infractora remedie parte de los daños¹⁶. No obstante, no puede observar directamente el nivel de esfuerzo que la empresa realiza para reducir los impactos ambientales. A pesar que esta variable no es observable directamente por la agencia reguladora, ésta diseña la multa *ex - post* de manera tal que la empresa sea inducida a realizar el esfuerzo óptimo u^* . De esta manera, la multa hace que la empresa causante de los impactos ambientales internalice los daños y determina que el costo privado se iguale al costo social de la contaminación para la sociedad.

3.2.1. Multa *Ex - Post*

Para demostrar este resultado se procede como sigue. Diferenciando la ecuación (3.1) respecto al nivel de contaminación observable, se obtiene que el beneficio marginal privado (**BMg**) es:

¹⁵. e_1 es el gasto de supervisión que realiza la agencia *ex - ante* la ocurrencia de daños ambientales, e_2 es el gasto de la supervisión *ex - post* la ocurrencia de los daños ambientales, e_3 es el gasto en el que incurre la agencia para aplicar la sanción (por ejemplo, los gastos judiciales), y e_4 es el gasto en la realización de estudios o auditorías técnicas para evaluar condiciones de seguridad de la construcción y operación de infraestructura energética.

¹⁶. Esta medida se realiza a partir de la determinación óptima de r a través de la igualación de los costos marginales de recuperación y daños marginales ambientales.

$$BMg = \frac{\partial \pi}{\partial x} = -\left[v(x) + P_J(e_3)P_{ep}(x, e_2)M_{ep}(x, u) \right] f(x, u) \quad (3.3)$$

Por otro lado, diferenciando la expresión (3.2) respecto al nivel de contaminación, se obtiene que el costo marginal social esperado del daño ambiental (WMg) es:

$$WMg = \frac{\partial W}{\partial x} = -\{D[(1-r)x] - R(rx) + v(x)\} f(x, u) \quad (3.4)$$

Igualando las expresiones (3.3) y (3.4) se obtiene el valor óptimo para la multa por daño ambiental:

$$\begin{aligned} BMg &= WMg \\ -\left[v(x) + P_J(e_3)P_{ep}(x, e_2)M_{ep}(x, u) \right] f(x, u) &= \\ -\{D[(1-r)x] - R(rx) + v(x)\} f(x, u) & \end{aligned}$$

Simplificando la expresión anterior, se tiene que la multa por daños ambientales es:

$$M_{ep} = \frac{D[(1-r)x] - R(rx)}{P_J(e_3)P_{ep}(x, e_2)} = \frac{D - R}{P_2} \quad (3.5)$$

La expresión anterior indica que la multa por daño ambiental es proporcional al valor económico del daño ambiental neto e inversamente proporcional a la probabilidad de aplicación de la multa *ex - post* P_2 . De esta manera, la multa constituye un instrumento que permite equiparar el costo

social esperado con los beneficios esperados de la empresa, con lo cual aquella internaliza en cierta medida los daños ambientales producidos por su operaciones¹⁷.

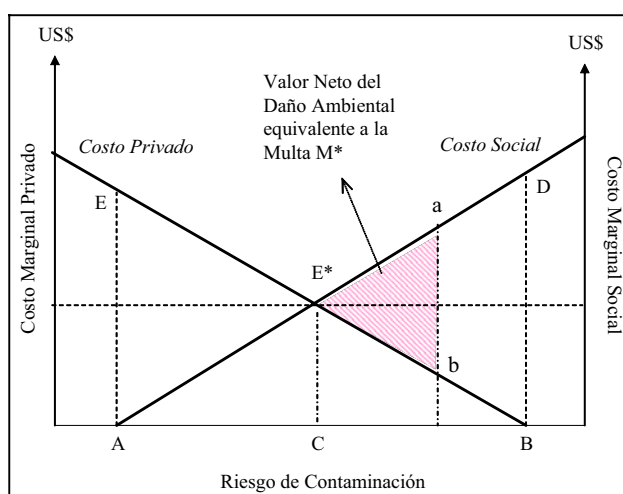
El Gráfico N° 3.1 muestra las curvas de costo marginal social y costo marginal privado debido a la contaminación que se producen por infracciones a las normas de técnicas, de seguridad y de protección ambiental. La curva de costos privados es decreciente debido a que la empresa obtiene más beneficios ilícitos reduciendo sus inversiones en las medidas de seguridad que reducen el riesgo de contaminación. En el punto **B**, la empresa no invertiría ningún recurso generándose un costo social vinculado al punto **D**. En contraste, la curva de costos sociales es creciente ya que la sociedad asume mayores costos a medida que el riesgo de ocurrencia de contaminación se incrementa.

En caso que la empresa realizara un mayor esfuerzo en relación al óptimo para mejorar las condiciones de seguridad (punto **E**), podría anularse el daño a la sociedad (punto **A**). Si el mercado asignara apropiadamente las responsabilidades sobre la seguridad, los costos sociales serían iguales a los

¹⁷. Si la probabilidad de detección fuese menor que uno, la sanción óptima aumentaría (más allá del valor que internaliza la externalidad) e induciría a los contaminadores a que realicen el nivel de esfuerzo óptimo. Si la probabilidad de detección fuese nula, no hay ninguna sanción que conduzca a la empresa contaminadora al nivel óptimo de esfuerzo, por lo que la agencia reguladora se vería obligada a realizar gastos en detección e_2 . Como puede notarse, la multa óptima aplicada a la empresa contaminadora es una medida de responsabilidad estricta (*strict liability*). La preferencia por este tipo de sanciones se justifica porque elegir el criterio de negligencia (*fault based liability*) implica que el regulador inspeccione el nivel de esfuerzo de la empresa, lo cual puede ser muy costoso. Otra razón es que la responsabilidad estricta induce un mayor desarrollo tecnológico en medidas de control de la contaminación puesto que la amenaza de sanciones estrictas obliga a las empresas a invertir en nuevas tecnologías más eficientes. Finalmente, la literatura destaca la mayor facilidad de aplicar y comprender el concepto de responsabilidad estricta a los agentes administrados, así como su característica de llevar a una internalización más efectiva de la contaminación.

costos privados, lo cual se cumple sólo en el punto de equilibrio óptimo E^* ¹⁸.

Gráfico N° 3.1
Costos Privados y Sociales de los Accidentes



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Sin embargo, la empresa tiene incentivos económicos para invertir menos recursos en medidas de seguridad y control de polución puesto que puede obtener ganancias ilícitas evitando o postergando sus inversiones, por ejemplo, hasta el punto b . En ese punto, el costo social ascenderá aproximadamente hasta el punto a , presentándose una discrepancia entre los costos social y privado. Ello genera un daño neto para la sociedad (externalidad) equivalente al área del triángulo ΔabE^* .

¹⁸. En teoría, el Estado debería fijar los niveles mínimos de seguridad para garantizar el esfuerzo óptimo de la empresa u^* , con el objeto de lograr la internalización de las externalidades asociadas a la contaminación ambiental (punto E^*). La asignación de derechos de propiedad sobre la externalidad (la contaminación) entre las dos partes puede llevar también a una solución donde se logre el nivel óptimo de accidentes E^* .

La intervención de la agencia reguladora a través de la imposición de una multa *ex - post* como la mostrada en líneas anteriores puede, en última instancia, eliminar el triángulo de pérdida social¹⁹ y elevar el nivel de esfuerzo de la empresa, con lo cual es posible alcanzar el punto óptimo E^* . Sin embargo, la agencia reguladora generalmente no posee facultades compensatorias²⁰, por lo que no es posible cargar todo el valor del daño en la multa administrativa. Lo conveniente es adicionar a la multa sólo una proporción del daño causado, de tal manera de convertir a la sanción en un instrumento que sirva de señal a la empresa de que va a tener que asumir parte de los costos generados por las externalidades que causa a la sociedad. En este sentido, la multa M^* permite internalizar o corregir en alguna medida las externalidades negativas generadas por la contaminación ambiental.

La multa *ex - post* es óptima porque su inclusión en las funciones de comportamiento de los agentes (los concesionarios, los potenciales afectados por el daño y/o el incumplimiento de las normas ambientales) logra la eficiencia estática y eficiencia dinámica del sistema (mercado) de cumplimiento de las normas (estándares técnicos de seguridad y de calidad ambiental). La multa cumple con la eficiencia estática porque su inclusión logra el equilibrio (estático) entre los costos y beneficios marginales de incumplir con las normas ambientales y de seguridad. Además, cumple con

¹⁹. Existen 3 diferentes tipos de políticas alternativas que pueden ser implementadas para internalizar los daños ambientales: establecer un estándar de seguridad n^* que permita alcanzar el nivel de equilibrio E^* , establecer una tasa para compensar a los afectados y aplicar subsidios para la compensación de los afectados.

²⁰ Para eliminar el triángulo de pérdida social sería necesario establecer un fondo de remediación desde donde se desembolsen los recursos necesarios para indemnizar a los afectados y/o reparar los daños causados al medio ambiente por la inadecuada implementación de las medidas de seguridad pertinentes por parte de las empresas administradas.



la eficiencia dinámica ya que su trayectoria logra el equilibrio intertemporal entre costos y beneficios marginales de cumplir con las normas ambientales y de seguridad, en otras palabras, cuando genera los incentivos necesarios para el cumplimiento de las normas ambientales.

3.2.2. Derivación de la fórmula de la Multa *Ex - Post*

El modelo expuesto supone un programa de regulación ambiental a cargo de la agencia reguladora, el mismo que tiene por objetivo reducir al mínimo posible el riesgo de generación de daños ambientales, así como la reducción y mitigación de los daños ya ocurridos. Para ello define un conjunto de normas de *mandato y control* N (por ejemplo, a través de una Escala de Multas y Sanciones), las cuales reflejan de manera colateral un conjunto de medidas a ser implementadas por la empresa para prevenir la contaminación.

Estas medidas determinan el nivel de esfuerzo mínimo (u^*)²¹ necesario que la empresa debe realizar para reducir a niveles aceptables la probabilidad de que los niveles de contaminación (x) superen los límites máximos permisibles (x^*)²². En consecuencia, siempre y cuando se cumplan dichas normas, se reducirá el riesgo de generación de daños ambientales y se

²¹. La medida teórica del nivel de esfuerzo mínimo u^* corresponde a los costos de operación y mantenimiento, la inversión de capital y los gastos no depreciables para la prevención óptima de la contaminación

²². Se supone que la probabilidad de ocurrencia de daño o *riesgo aceptable* es determinada por el Estado a partir de múltiples requerimientos expresados en normas de mandato y control (N) y que el nivel de contaminación efectivo x depende del nivel de esfuerzo del agente regulado $x(u)$. Por lo tanto, niveles de contaminación aceptables podrían exigir un nivel de esfuerzo mínimo, lo cual implica que las normas N deberían ser expresadas en términos de niveles de esfuerzo mínimos u^* de tal forma que $x(u^*(N))$, donde u^* refleja los costos mínimos en los que incurre la empresa para lograr el cumplimiento de las normas.



garantizará el mantenimiento del medio ambiente en condiciones sostenibles.

A partir de la expresión teórica (3.5), es posible deducir una fórmula de aplicación práctica para el cálculo de las multas por daños ambientales. Para ello es necesario previamente definir qué variables influyen en la generación de la contaminación. Se supone que la contaminación x depende del nivel de esfuerzo u controlable por la empresa, de otros factores no aleatorios que intervienen en la generación de la contaminación pero que no son controlables por la empresa λ y de una perturbación aleatoria ε , de forma que:

$$x = x(u, \lambda, \varepsilon)$$

Asumiendo que el esfuerzo de supervisión *ex post* realizado por la agencia reguladora está fijo (\bar{e}_2), y que la probabilidad de detección del daño y de aplicación de la sanción es igual a 1, se puede simplificar la expresión (3.5) como sigue:

$$M_{ep} = D - R$$

Se puede re-exresar la fórmula anterior en términos del desvío del límite de contaminación máximo permisible x^* , el cual es una aproximación a la diferencia entre el valor del daño y el costo de remediación ambiental²³:

²³. En teoría, el límite máximo permisible es el nivel de contaminación que la sociedad esta dispuesta a tolerar y cuya fijación depende del Estado. La puesta en efecto (ejecución) de esta norma es llevada a cabo por la agencia reguladora.

$$M_{ep}(x - x^*) = D - R = \delta [x(u, \lambda, \varepsilon) - x^*(u^*)] \quad (3.6)$$

donde δ es un parámetro de ajuste tal que $\delta < 1$. Dado que la discrepancia entre la contaminación efectiva y el límite máximo permisible puede superar la diferencia entre el daño ambiental y el costo de restauración, el parámetro δ corrige la discrepancia atenuando la diferencia entre el nivel de contaminación observado y el máximo permisible. Si se asume que la expresión $x(u, \lambda, \varepsilon)$ es aditivamente separable entre su componente determinístico y su componente aleatorio se tiene que:

$$\begin{aligned} x &= x(\lambda) + x(u, \varepsilon), \\ x(u, \varepsilon) &= \beta u + \varepsilon, \\ x^*(u^*) &= \beta u^* \end{aligned}$$

donde $\beta < \theta$ ²⁴. Reemplazando las últimas expresiones en la ecuación (3.6), se halla que:

$$M_{ep}(x - x^*) = \delta\beta(u - u^*) + \delta x(\lambda) + \delta(\varepsilon) \quad (3.7)$$

El primer componente de la ecuación (3.7) refleja el beneficio ilícito aproximado que obtiene la empresa infractora cuando realiza un menor esfuerzo al óptimo para prevenir la contaminación. El segundo componente es una proporción del valor del daño ambiental, tal que $x(\lambda) = \kappa D$ donde

²⁴. Este parámetro es negativo dado que a mayor esfuerzo de prevención realizado por la empresa, menor será el nivel de contaminación producido.

κ refleja la proporción del daño ambiental atribuible a factores no controlables por la empresa. El último factor es un componente aleatorio que refleja el margen de error en el cálculo de la multa. Esta expresión se puede re-escribir como sigue:

$$\underbrace{M_{ep}(x - x^*)}_{M_{ep}^*} = \underbrace{\delta\beta(u - u^*)}_B + \underbrace{\delta\kappa D}_{\alpha D} + \underbrace{\delta(\varepsilon)}_{A^{25}} \quad (3.8)$$

donde B es el beneficio económico obtenido por el incumplimiento de las normas operativas, de seguridad o ambientales, α es el porcentaje del daño que se carga en la multa administrativa tal que $\alpha = \delta\kappa$, D es el valor económico del daño ambiental en la zona afectada por la contaminación, y A son los atenuantes y agravantes.

A representan la parte aleatoria de la multa *ex - post* $\delta(\varepsilon)$ y refleja el margen de error que es inherente al cálculo del daño ambiental y del beneficio económico debido a la imposibilidad de incorporar todos los factores que producen el daño y aquellos que generan ahorros de costos de manera indirecta respectivamente. La presencia de la parte aleatoria en la ecuación teórica de la multa justifica la inclusión de factores agravantes o atenuantes en la fórmula práctica con el propósito de corregir el valor de la multa de manera aproximada.

²⁵. Esta expresión no elimina completamente la externalidad causada por las empresas al incumplir con las normas de seguridad porque, además de considerar sólo una fracción del daño por los motivos mencionados anteriormente, es una aproximación lineal que considera un margen de error.

3.2.3. Multa *Ex - Ante*

Para derivar la fórmula de la multa *ex - ante* se procede como sigue. Considérese que la multa óptima *ex - ante* es aquella que iguala los beneficios de la empresa y el costo de no prevenir las infracciones a las normas ambientales de modo que la empresa no tenga incentivos para infringir la ley. Este es el resultado si se tiene en cuenta que en una situación *ex - ante* no se ha producido daño ambiental, por lo que la expresión de la integral en la expresión (3.1) es igual a cero en este escenario. Luego de hacer las eliminaciones respectivas y asumiendo que el esfuerzo de fiscalización *ex - ante* está fijo \bar{e}_1 al igual que el esfuerzo para que se aplique la multa \bar{e}_3 , se obtiene la siguiente expresión:

$$\pi(u) = y - u - P_J(\bar{e}_3)P_{ea}(\bar{e}_1)M_{ea}(u) \quad (3.9)$$

La multa óptima es aquella que hace los beneficios ilícitos netos (3.9) iguales a cero, por lo que la multa óptima *ex - ante* queda definida de la siguiente manera:

$$M_{ea}^* = \frac{y - u}{P_J(\bar{e}_3)P_I(\bar{e}_1)} = \frac{B^*}{P_I} \quad (3.10)$$

La multa óptima *ex - ante* es igual al beneficio de la infracción B^* entre la probabilidad de aplicación de la multa *ex - ante* P_I . Esta sanción disuade a

²⁶. En este sentido, el beneficio privado derivado de la decisión de contaminar que obtiene la empresa por infringir las normas es igual a $y - u$, es decir los ingresos que obtiene la empresa por el incumplimiento de las normas menos los gastos que realiza la empresa para prevenir la contaminación.



la empresa infractora para que no desobedezca las disposiciones legales de prevención de la ocurrencia contaminación. En este caso, la sanción óptima es la multa que hace a la empresa indiferente entre obedecer y no obedecer la ley.

3.3. Comentarios

El modelo presentado en esta sección puede interpretarse como un juego secuencial donde tanto la agencia reguladora como la empresa interactúan a lo largo de cuatro etapas marcadas por la toma de cinco decisiones: a) la decisión de la empresa de cumplir o con las normas (la realización o no de un esfuerzo menor al mínimo requerido $u > u^*$), b) la decisión de la agencia reguladora de fiscalizar o no *ex – ante* la contaminación, c) la ocurrencia o no de contaminación ($x > x^*$), d) la decisión de la agencia de supervisar o no *ex – post* la ocurrencia de contaminación, e) la apelación o no de la sanción en instancias superiores. En el Anexo N° 4, se explica esta interpretación del modelo presentado en esta sección mediante el enfoque de *análisis de decisiones*, el cual plantea el juego secuencial entre la agencia reguladora y la empresa administrada mediante el planteamiento de un árbol de decisiones y las funciones de pagos de los agentes involucrados²⁷.

²⁷. Tanto la empresa administrada como la agencia reguladora enfrentan un juego en el cual ellas juegan secuencialmente enfrentando un conjunto de información incompleto. En primer lugar, la agencia reguladora no sabe cual es exactamente la decisión que tomó la empresa en la etapa anterior a la fiscalización *ex - ante*, por lo cual debe tomar su decisión óptima sujeta a la decisión de la empresa. Este problema es resultado de la asimetría informativa que existe entre la empresa administrada y la agencia reguladora respecto al nivel de esfuerzo u . En segundo lugar, la empresa no sabe si luego de la fiscalización *ex – ante* se va producir contaminación ambiental y si la agencia reguladora va a implementar una fiscalización *ex – post* de ocurrir daños ambientales. La solución de este juego requiere identificar una situación de *equilibrio bayesiano de Nash*. En el Anexo N° 4 se plantea una estrategia para hallar la solución de este juego secuencial.





En síntesis, el modelo principal - agente establece que para regular la conducta de las empresas que infringen las normas técnicas, de seguridad y de protección ambiental, es necesaria la supervisión y fiscalización bajo dos escenarios: *ex - ante* y *ex - post* la ocurrencia de contaminación ambiental. La multa *ex - post* debe incorporar una proporción del valor del daño ambiental ocasionado por los incumplimientos de las normas, con el objeto de que las empresas tengan en cuenta los daños que provocan a la sociedad cuando infringen las normas (es decir, inducir las a internalizar los costos sociales de sus infracciones). Entonces, la determinación de la multa administrativa *ex - post* requiere que se calcule el daño ambiental que, como se ha discutido anteriormente, depende de la disposición a pagar de las personas por la conservación del medio ambiente.

4. Metodología para el Cálculo de las Multas *Ex - Post*

Una vez analizados los fundamentos conceptuales que sustentan la aplicación de multas por infracciones a las normas que generan contaminación y una vez definidas las fórmulas de cálculo generales de las multas en los escenarios *ex - ante* y *ex - post*, en esta sección se discutirá acerca de las metodologías para calcular en la práctica los componentes que conforman las fórmulas de las multas. Ello permitirá establecer criterios específicos para estimar estos componentes, haciendo factible la graduación del valor de las multas dentro de los rangos permitidos por la escala de multas y sanciones del OSINERG²⁸ en función de la magnitud de los incidentes.

²⁸. La cota máxima permisible para la multa por este tipo de infracciones establecida en la Resolución N° 028-2003-OS/CD "Tipificación y Escala de Multas y Sanciones del OSINERG" y en la Resolución N° 054-2004-OS/CD "Modifican Tipificación y Escala de Multas y Sanciones del OSINERG" es de 10,000 UIT (UIT = S/. 3,400 en el año 2006).



4.1. Cálculo del Factor *B*

La multa, como mínimo, debe recuperar el beneficio económico que la empresa infractora hubiera podido obtener por el incumpliendo de la ley. Este componente de la multa posee la mayor importancia para mantener la justicia e imparcialidad de la aplicación de la sanción, lo cual asegura que las empresas que cumplan con los compromisos y regulaciones ambientales tengan incentivos económicos para hacerlo. En este sentido, la medida del beneficio económico apropiada está dada por el monto de dinero que haría al infractor indiferente entre cumplir o incumplir con las normas.

La metodología de cálculo para estimar la variable *B* toma como punto de partida el BENMODEL²⁹, esquema desarrollado por la *Office of Enforcement and Compliance Assurance* de la *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA). El modelo BEN tiene como objetivo la cuantificación de los beneficios económicos derivados del incumplimiento de los compromisos ambientales por parte de las empresas privadas.

El beneficio económico del incumplimiento de las normas operativas, de seguridad y de protección ambiental se estima a partir de la ganancia privada obtenida por evadir y/o postergar las inversiones para prevenir la ocurrencia de daños ambientales. El BENMODEL es un modelo financiero que estima la ganancia privada directa de evadir y/o postergar los compromisos ambientales, es decir la ganancia extra resultante del ahorro de costos sin considerar los efectos que podría tener dicho ahorro en los ingresos del infractor. Este ahorro puede ser contabilizado a partir de los

²⁹. En el Anexo N° 1 se realiza una presentación sobre este modelo.



incrementos en el Flujo de Caja Financiero de Costos Netos (FCFCN) correspondiente a los distintos tipos de egresos relacionados a la prevención de daños ambientales que han sido evitados y/o postergados³⁰.

En el seno del enfoque del beneficio económico subyace el concepto de costo de oportunidad de los recursos, o sea los fondos no gastados en el cumplimiento de los compromisos y/o las regulaciones ambientales, y que en consecuencia, están disponibles para otras actividades lucrativas que incrementan el flujo de caja del infractor. Por otro lado, el BENMODEL no considera la incertidumbre pues se supone que si existe una infracción, puede detectarse con una probabilidad de 1. En otras palabras, la multa constituye el equivalente cierto³¹.

El BENMODEL se basa en el uso de las técnicas de ingeniería para la estimación de costos dado que desarrolla y estima los costos de los componentes necesarios para garantizar el cumplimiento de las normas, por

³⁰. Sin embargo, también puede darse el caso que hayan surgido beneficios económicos indirectos producto de la postergación o evasión de los compromisos que desencadenaron los daños. Estos beneficios están asociados a la posibilidad de que los ingresos del concesionario u operador de una instalación hayan aumentado al obtener ventajas ilícitas derivadas de la comisión de la(s) infracción(es) asociada(s) al daño. El problema radica en que su estimación monetaria y su verificación es muy compleja por lo que el BENMODEL no los considera, basando la estructura del flujo de caja financiero en los factores que afectan el beneficio económico directo. No obstante, como se ha discutido anteriormente, en teoría la inclusión de factores atenuantes y agravantes debería corregir los sesgos generados por el problema asociado a la medición del beneficio económico señalado.

³¹. En la práctica esta probabilidad puede ser menor, dependiendo del nivel de recursos destinados al programa de fiscalización y de la frecuencia de inspecciones, por lo que el monto de dinero que volvería indiferente a la empresa entre cumplir o incumplir debe incrementarse en un factor que sea igual a la razón entre el FCFCN derivado del incumplimiento en el escenario incierto y el escenario cierto. Estos incrementos adicionales deberían incorporarse en cada una de las partidas inciertas que intervienen en el FCFCN. En particular, suponemos que el infractor es neutral al riesgo de ser detectado, por lo que no se realiza el ajuste por riesgo. La fórmula (3.8) se ha derivado tomando en cuenta estos supuestos (véase la Sección 3 de este documento).



medio de la identificación sistemática de todos los requerimientos necesarios para la implementación de las actividades de control de la seguridad. Por otro lado, el BENMODEL hace uso de las técnicas de escenarios puesto que el modelo establece dos escenarios dependiendo de la forma cómo se cumplan las normas técnicas, de seguridad y de protección ambiental. El primer escenario recibe el nombre de *Escenario de Cumplimiento a Tiempo* en el cual se identifica el flujo esperado de costos de cumplimiento de los compromisos normativos condicionado a que el concesionario/operador de una instalación hubiera cumplido con los compromisos legales en las fechas establecidas por los mismos. El segundo escenario recibe el nombre de *Escenario de Cumplimiento Postergado* e identifica el flujo de costos de cumplimiento condicionado a que el concesionario/operador haya postergado el cumplimiento de los compromisos a una fecha posterior.

En suma, el Factor **B** se divide en tres componentes: **a) Inversiones en Capital** para implementar las medidas de prevención de la contaminación (costos de equipos e instrumentos, así como la infraestructura para el control de daños ambientales), **b) Gastos No Depreciables** como el establecimiento de un sistema de automonitoreo y reporte, o una consultoría de diseño de medidas preventivas, y **c) Costos Anuales Evitados**, representados por los costos de operación y mantenimiento de las inversiones realizadas.

El procedimiento para hacer el cálculo financiero del Factor **B** es el siguiente:

- a) Las Unidades de Fiscalización responsables de la supervisión ambiental en la industria de hidrocarburos harán un inventario de los equipos de capital, las medidas de control de accidentes y los costos de operación y mantenimiento de acuerdo a la experiencia de campo, los costos estándares internacionales de los equipos, la información que proporcionen las empresas bajo declaración jurada, y la información de documentos que impliquen compromisos ambientales (EIA, PAMAs, PMA, PAC, etc).
- b) Se valorizarán estos componentes en dólares corrientes.
- c) Se hace la proyección del flujo de caja del monto de inversiones para un período inicial de 10 años³² (ciclo inicial de operación del capital)³³ y un segundo período que involucra el primer ciclo de reemplazo del capital³⁴. En el año 0 se imputa el valor de las inversiones en dólares. Del período 1 al 10 se imputa el valor de la depreciación constante calculada en base al método de depreciación lineal.

³². Este período de tiempo es usualmente utilizado para la proyección de flujos de caja en los estudios de factibilidad y de evaluación de proyectos. Equivale a un cuarto del período de tiempo de la depreciación contable para los inmuebles. Véase Sapag, N. *Preparación y Evaluación de Proyectos* (4^{ta} Edición). Santiago: McGraw - Hill.

³³. El ciclo primario corresponde al primer ciclo de vida del activo, es decir el periodo de tiempo que un activo es útil en términos económicos a partir de la primera vez que es adquirido.

³⁴. El ciclo de reemplazo viene a ser el ciclo de vida de un activo repuesto luego de haberse adquirido y consumido. La principal razón para validar el supuesto de que el número de ciclos de reemplazo es uno subyace a la estructura del modelo financiero: el valor presente de los costos futuros de cumplimiento se reduce más rápidamente cuanto más alejados se encuentran los costos futuros respecto de la fecha de incumplimiento. De esta forma, los ciclos de reemplazo posteriores al primero no tienen impactos significativos sobre el beneficio económico.

- d) Para el cálculo del escudo fiscal por concepto del pago del impuesto a la renta se utiliza el valor establecido en la normativa peruana vigente (30% del impuesto a la renta).
- e) Se considera una tasa de descuento del 12.23% para la actualización de los flujos de caja³⁵.
- f) Se calcula el valor actual neto (VAN) del flujo de caja después de impuestos para el monto de inversiones:

$$VAN = Inversión Inicial (-) + \sum_{t=1}^N \left(\frac{FCN_t}{(1+r)^t} \right) \quad (4.1)$$

donde FCN_t es el flujo de caja neto y r es la tasa de descuento. N es igual a 10 años.

- g) Se calcula el valor actual neto (VAN) de los costos anualmente evitados y/o postergados para el período que comprende desde la fecha de incumplimiento hasta el año donde se calcula la multa.

³⁵. Estimaciones realizadas por la Oficina de Estudios Económicos del OSINERG señalan que la tasa costo de oportunidad ponderada para el sector hidrocarburos peruano asciende en promedio a 12.23%. Esta cifra guarda consistencia con la tasa de descuento de 12% establecida en los contratos BOOT de transporte y distribución de gas natural en el marco del Proyecto Camisea. Debe señalarse que esta tasa también corresponde al factor de actualización del Valor Nuevo de Reemplazo mencionado en el artículo 79º del Decreto Ley 25844 – Ley de Concesiones Eléctricas. Un estudio sobre el costo de oportunidad del capital para el sector hidrocarburos será publicado próximamente por la Oficina de Estudios Económicos.

- h) Se calcula el Factor **B** como la suma del VAN de la Inversión en capital, el VAN de los gastos no depreciables y el VAN de los costos de operación y mantenimiento.

4.2. Estimación del Valor del Daño Ambiental

La multa ambiental óptima incorpora una proporción del valor del daño ambiental (**D**) ocasionado como consecuencia de las infracciones a las normas ambientales, técnicas y de seguridad. El valor del daño ambiental se puede calcular utilizando el método de Transferencia de Valores³⁶ de las Disposiciones a Pagar (DAP)³⁷ por la conservación del medio ambiente estimadas en estudios de valoración específicos nacionales o internacionales para reservas naturales, parques nacionales, ecosistemas frágiles, espacios recreativos, humedales, bosques tropicales primarios y secundarios, áreas costeras y marinas, espacios naturales serranos, estudios recopilatorios de valoración, entre otros. A continuación, se pasa a describir esta metodología, así como presentar las ventajas que su utilización ofrece a agencia reguladora como el OSINERG.

4.2.1. Método de Transferencia de Valores

La transferencia de valores consiste en adaptar los resultados de estudios de valoración de bienes o servicios ambientales existentes para obtener la valoración de otro bien ambiental con características similares, sin la

³⁶. Las referencias a este método pueden encontrarse en las siguientes fuentes electrónicas: *Environmental Valuation Reference Inventory* del Gobierno Canadiense <http://www.evri.ca/english/default.htm>.

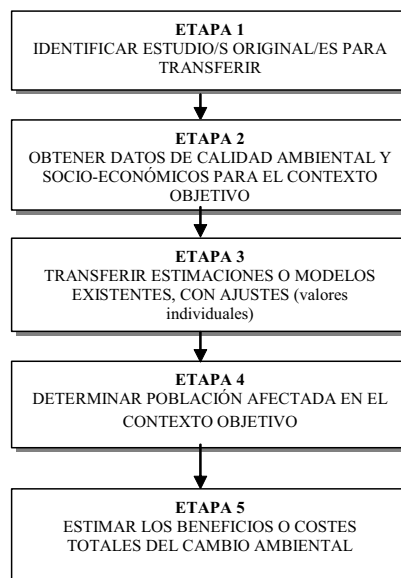
³⁷. La disposición a pagar (*DAP*) es la máxima cantidad del ingreso disponible que una persona pagaría para preservar el medio ambiente.

necesidad de definir y llevar a cabo un nuevo estudio de valoración *ad hoc*. Habitualmente se consideran resultados de estudios previos sobre el mismo bien o servicio y se transfieren a un contexto diferente para lo cual se necesitan estimaciones previas. Por ejemplo, la pérdida de beneficios de un pescador recreativo por cambios en la calidad del agua de un lago se puede obtener a partir de un estudio de valorización contingente (VC) que estime la disposición al pago por evitar ese cambio, o bien a través de la técnica de precios hedónicos, aplicada al costo de las propiedades o alquileres en la zona. Estos valores podrían utilizarse para estimar las pérdidas derivadas de cambios en la calidad del agua en otras ubicaciones geográficas.

En general, la transferencia de valores presenta dos dimensiones: la dimensión espacial y la dimensión temporal. Así, las transferencias pueden realizarse para el mismo lugar o problema, en distintos momentos (transferencia intraespacial e intertemporal); entre dos lugares o contextos diferentes en el mismo momento (interespatial e intratemporal), o bien –la opción de mayor complejidad aunque la más habitual– entre diferentes contextos y momentos temporales (interespatial e intertemporal).

El costo estriba en que se pierde precisión en las estimaciones a causa de las diferencias socio-económicas y las diferencias en las características físicas, biológicas y ecológicas entre el contexto para el que se pretende transferir valores y el contexto donde se han producido inicialmente las estimaciones. La realización de los ajustes pertinentes es crucial para corregir los errores que puedan surgir de la extrapolación de la información obtenida en otros contextos. En el Gráfico N° 4.1 se presenta el diagrama de flujo que representa los pasos a seguir para la realización de una adecuada transferencia de beneficios.

Gráfico N° 4.1
Etapas básicas de la Transferencia de Valores



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

No obstante, la principal ventaja de la transferencia de valores es que evita la realización de un nuevo ejercicio de valoración de costos y beneficios ambientales cada vez que se necesitan estimaciones para, por ejemplo, definir la responsabilidad ambiental ante un suceso de contaminación. Ello permite reducir los costes de las estimaciones en términos de tiempo, recursos económicos y humanos. Se trata, por tanto, de una alternativa costo-efectiva a la realización de nuevos estudios de valoración de bienes sin mercado y muy atractiva para administraciones o instituciones públicas. Así, las áreas en las que se ha realizado transferencia de valores son múltiples, entre ellas podemos mencionar: calidad de agua, riesgos para la salud humana derivados de accidentes asociados a diversas formas de

contaminación³⁸, gestión de residuos, beneficios recreativos de áreas naturales, etcétera.

Dado su interés en términos de ahorro de costes, la posibilidad de realizar transferencias de beneficios ha sido debatida y probada de forma extensiva, principalmente en los Estados Unidos. En el año 1992, el *Water Resources Research Journal* dedicó un número especial a esta cuestión, en el que Desvousges, Naughton y Parson (1992), así como Boyle y Bergstrom (1992) establecieron algunos criterios para realizar una adecuada selección de estudios y realizar una adecuada transferencia de valores. Entre las recomendaciones que se plantearon se encuentran la priorización de los criterios de homogeneidad en el tipo de bienes valorados, las características de los usuarios, y la calidad de los estudios de referencia. Respecto a la validez de las transferencias, destacan los trabajos de Downing y Ozuna (1996), Kirchoff, Colby y LaFrance (1997), así como Brouwer y Spaninks (1999) basados en estudios de valoración contingente.

Existen varias posibilidades cuando se trata de realizar transferencias de valores, que difieren en su complejidad, pero también en la fiabilidad de los resultados obtenidos (Desvousges, Jonson y Banzhaf; 1998). La primera posibilidad es realizar la transferencia del **valor unitario medio**. Esta opción supone que el lugar o lugares para los cuales se dispone de resultados y el lugar objetivo donde se pretende trasladar el estudio poseen características lo suficientemente similares como para que las estimaciones obtenidas sean, por sí mismas, consideradas buenas aproximaciones. La principal ventaja de esta aproximación es su simplicidad. Sin embargo, la desventaja es la

³⁸. Véase por ejemplo Vásquez (2006) para una aplicación de este enfoque al caso peruano.

posible inexactitud de las estimaciones, pues sólo se realizan ajustes en función al tamaño de la población considerada afectada y, en ciertos casos, a la diferencia de renta o poder adquisitivo entre los lugares de origen del estudio y objetivo de aplicación.

Otra alternativa es realizar la transferencia de la **función de beneficios**. Esta técnica de transferencia consiste en estimar una función de beneficios o costos que relaciona la estimación del valor del excedente asociado al cambio ambiental con características de la población objetivo como el logro educativo, ingreso per-cápita, etc. Con la ecuación estimada, se aproxima el estimador buscado para el lugar objetivo, utilizando la función de beneficio del lugar de origen del estudio (*study site*) y ajustándola utilizando los nuevos valores de las variables explicativas del lugar al cual se va a aplicar la transferencia (*policy site*). Para este propósito, es necesario que el investigador disponga de datos de primera mano con el objetivo de minimizar los sesgos asociados a los errores de medida de las variables.

4.2.2. Consideraciones para la realización de la Transferencia de Valores

Esta sección analiza esquemáticamente los requerimientos generales para realizar una transferencia de valores y los diferentes procedimientos que pueden ser aplicados, siempre desde un punto de vista empírico. En la literatura, existe cierto consenso acerca de los criterios para seleccionar estudios de origen, los cuales se citan a continuación:

- Los estudios deben ser de máxima calidad (datos adecuados y fundamentados en la teoría económica y el análisis estadístico).



- Los estudios deben contener funciones de disposición a pagar (*DAP*), es decir, regresiones mostrando cómo la *DAP* varía con cambios en las variables explicativas.
- Se debe buscar maximizar la similitud geográfica y poblacional entre el lugar de origen del estudio y el de destino.
- El cambio en el bien valorado en los dos lugares, origen y destino, debe ser lo más parecido posible y deben respetarse las medidas de cambio en el bienestar, es decir, las *DAP* no deben interpretarse como disposición a aceptar compensación alguna o viceversa.
- El sistema de derechos de propiedad también debe ser similar para los dos lugares.

En relación a los procedimientos de transferencia, existen tres alternativas:

Transferencia de la DAP media de un estudio al contexto objetivo.

El procedimiento más elemental consiste en utilizar un estimador de la *DAP* de un contexto *i* (el lugar de estudio o *study site*) y aplicarlo al contexto *j* (el lugar de aplicación de la política o *policy site*). Este estimador puede además ajustarse, aunque la transferencia de valores sin ajustar constituye la práctica más habitual. La necesidad de realizar ajustes se debe a que es posible encontrar entre el lugar del estudio fuente y el lugar de aplicación diferencias en:



- Las características socio-económicas de las poblaciones relevantes.
- Las características físicas de los dos lugares.
- El cambio propuesto.
- Las condiciones de mercado (por ejemplo, la disponibilidad o no de bienes sustitutos).

Sólo en el caso que los lugares, origen y destino, sean muy similares en estas características resulta recomendable realizar una transferencia de valor medio no ajustada. La alternativa es realizar ajustes teniendo en cuenta las diferencias mencionadas. La fórmula más utilizada es la transferencia de valores unitarios propuesta por Heintz y Tol (1996):

$$V_t^T = V_o^F \left(\frac{PIBp_o^T}{PIBp_o^F} \right) * \left(\frac{IPC_t}{IPC_o} \right) * E_t \quad (4.2)$$

donde:

V_t^T	Valor de los bienes o servicios ambientales en moneda local para el lugar de aplicación de la transferencia de valores (<i>policy site</i>) en la fecha “t”.
V_o^F	Valor de los bienes o servicios ambientales para el lugar de aplicación (<i>study site</i>) en el periodo en el que se realizó el estudio fuente (t=0), en la moneda que se utilizó para valorar los bienes y/o servicios ambientales.
$PIBp_o^T$	Ingreso per-cápita ajustado por la paridad de poder de compra para el <i>policy site</i> en el período en que se realizó

	el estudio fuente ($t=0$) denominado en la moneda que se utilizó para valorar los bienes y/o servicios ambientales.
$PIBp_o^F$	Ingreso per-cápita ajustado por la paridad de poder de compra para el <i>study site</i> en el período en que se realizó el estudio fuente denominado en la moneda que se utilizó para valorar los bienes y/o servicios ambientales.
IPC_t	Índice de Precios al Consumidor para el periodo “t” en la moneda que se utilizó para valorar los bienes y/o servicios ambientales.
IPC_o	Índice de Precios al Consumidor para el periodo de realización del estudio fuente ($t=0$) en la moneda que se utilizó para valorar los bienes y/o servicios ambientales.
E_t	Tipo de Cambio en el periodo “t” entre la moneda local y la divisa que se utilizó para valorar los bienes y/o servicios ambientales en el estudio fuente.
e	Elasticidad-Renta del valor de la vida estadística.

La práctica más habitual ha consistido en realizar ajustes por diferencias de renta entre países, debido a que la renta es uno de los factores más relevantes para explicar los cambios en la *DAP*. No obstante, es posible realizar ajustes por otros factores como diferencias en la estructura de edades de la población, en la densidad de la población, etcétera. En realidad, la realización de múltiples ajustes de este tipo conduce al segundo procedimiento de transferencia, basado en el uso de funciones de valor.

Transferencia de funciones de valor

Una aproximación un poco más compleja consiste en transferir la función de valor de i a j . Así, podemos especificar la *DAP* en el contexto i como:

$$DAP_i = f(A_i, B_i, C_i, Y_i) = \alpha_i + \beta_i A_i + \delta_i B_i + \lambda_i C_i + \gamma_i Y_i + \varepsilon_i \quad (4.3)$$

donde A , B , C e Y son factores que afectan a la DAP en el lugar i ; α , β , δ , λ e γ son los coeficientes estimados, y ε es el error de estimación. La DAP para j puede estimarse utilizando los coeficientes de esta ecuación pero aplicados a los valores de A , B , C e Y en j , pues suponemos que estos difieren entre ambos lugares. Es decir,

$$DAP_j = f(A_j, B_j, C_j, Y_j) = \alpha_i + \beta_i A_j + \delta_i B_j + \lambda_i C_j + \gamma_i Y_j + \varepsilon_i + \varepsilon_j^i \quad (4.4)$$

Donde ε_j^i es el error asociado a la transferencia de i a j . Se observa que la transferencia “hereda” el error asociado a la estimación en i y además incorpora un nuevo error asociado al proceso de transferencia o error de transferencia. Por ello, la transferencia siempre se considera un procedimiento más inexacto que la realización de estudios de valoración originales.

Esta aproximación requiere la disponibilidad de una adecuada función de valor en el estudio original. El supuesto subyacente es que los coeficientes estimados se aproximan a aquellos que obtendríamos si se diseñara y aplicara un estudio original, es decir, que el impacto de cambios en las variables explicativas en la DAP sería el mismo en el contexto de origen que en el contexto de destino.

Transferencia de la función de beneficios mediante meta-análisis

El meta-análisis consiste en construir una función de valor para ser aplicada en la transferencia pero, en lugar de proceder de un único estudio, procede de un conjunto de estudios. El interés por este método ha ido creciendo en los últimos años y se considera el más recomendable dado que es el que menor error de transferencia conlleva.

El meta-análisis es un procedimiento estadístico que intenta resumir los resultados procedentes de diferentes estudios en una única función de valor que se utiliza posteriormente para la transferencia de valores. Existen varios procedimientos para realizar meta-análisis, entre los que destaca la aplicación de los modelos de datos de panel. Entre aquellos tenemos: el modelo de efectos fijos, el modelo de efectos aleatorios y el modelo bayesiano. El modelo de efectos fijos es el más simple y resume un conjunto de estimadores utilizando un conjunto de ponderaciones. Supóngase, por ejemplo, que tenemos un conjunto de estudios que estiman la *DAP* para reducir el riesgo de ocurrencia de eventos de contaminación ambiental. A partir de los datos de cada estudio *i*, se especifica la siguiente función de valor:

$$DAP_i = \alpha_i + \beta_i x_i + \varepsilon_i \quad (4.7)$$

donde α varía entre los *i* estudios, X es una matriz que incluye a las variables explicativas de la *DAP*, pero también *dummies* (variables binarias) que reflejan características de la metodología aplicada o del contexto (en el caso de la valoración contingente se tiene: el medio de pago utilizado, las

características de la población como el nivel educativo, etcétera). Después de controlar por las diferencias observables, lo que se obtiene es un conjunto de constantes estudio-específicas α que capturan las diferencias no observadas. Así, para construir una función de transferencia, el procedimiento habitual es calcular una constante única como el valor medio de las constantes de efectos fijos, ponderada por el número de observaciones de cada estudio.

4.3. Cálculo del Factor αD

De acuerdo a lo establecido por la fórmula (3.8), la multa por daños ambientales es cargada sólo con una proporción del valor económico del daño ambiental. A nivel conceptual, seguir esta práctica tiene como propósito incorporar un factor de penalización (por la gravedad o magnitud de los daños ocasionados) en la multa *ex post*.

De acuerdo al modelo presentado en la Sección 3, el valor del coeficiente α debe ser pequeño (por ejemplo, entre 0% y 10%) por las siguientes razones:

- La descomposición de la fórmula (3.8) en los factores B , αD y A determina que sólo una pequeña fracción del valor del daño ambiental se incorpore en la multa administrativa. Esta fracción está asociada sólo al daño provocado por factores no controlables por la empresa (λ) y no a los factores controlables por aquella y al componente de error. El porcentaje a aplicar para obtener el factor de agravación αD depende de los parámetros δ (que es un parámetro de ajuste tal que $0 < \delta < 1$) y κ (que es la proporción del daño ambiental asociada a factores no controlables por la empresa

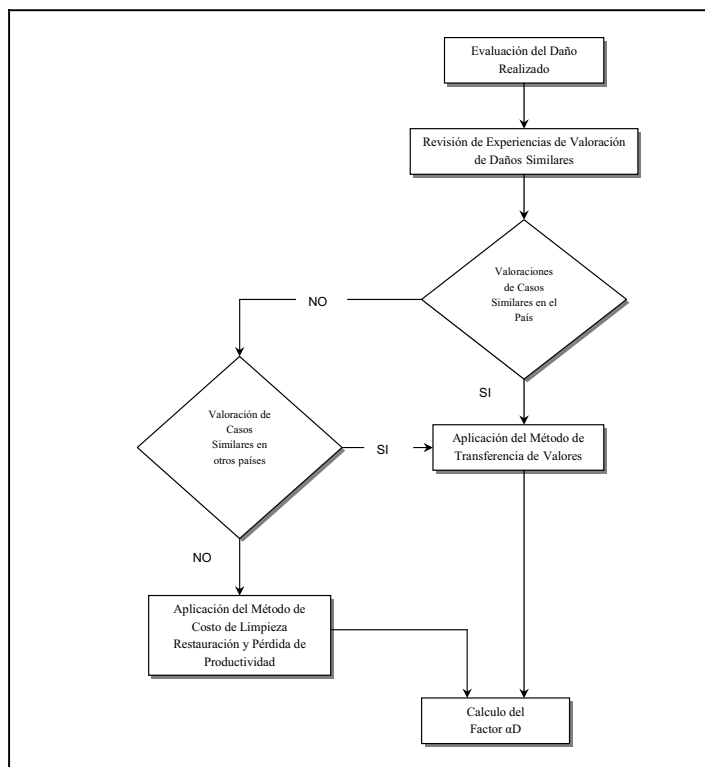
tal que $\theta < \kappa < I$). La fórmula (3.12) señala que $\alpha = \delta\kappa$, por lo que se espera que este parámetro sea muy pequeño.

- Debido a que un Organismo Supervisor sólo cuenta con facultades administrativas, legalmente no sería posible cargar todo el valor de la vida estadística como factor de agravación de las multas por accidentes dado que los afectados pueden reclamar una indemnización por daños y perjuicios a la empresa infractora mediante un proceso civil en el Poder Judicial³⁹.

Puesto que no se dispone de datos para realizar una estimación econométrica de este parámetro, no es posible calcular este coeficiente de manera estadística. Sin embargo, es posible asignar un parámetro en función de si se desea ser muy disuasivo o poco disuasivo. El Organismo Supervisor tiene la potestad de imponer un valor alto si desea penalizar en mayor grado aquellas infracciones que provocan contaminación ambiental severa en el sector hidrocarburos. La Resolución N° 032-2005-OS/GG estableció el valor del coeficiente α en 5% como un factor de penalización por daño ambiental conservador, considerando los criterios mencionados líneas arriba. En el Gráfico N° 4.2 se ilustra el diagrama de flujo para el cálculo del factor αD .

³⁹. Para que la aplicación de la multa *ex post* se encuentre dentro de la competencia administrativa del OSINERG no debe incluir el 100% del valor del daño, ya que en este caso la multa poseería un carácter indemnizatorio. Ello generaría una controversia respecto al destino de los fondos recabados por este concepto, así como respecto a la autoridad pública más idónea para señalar las responsabilidades frente a la infracción de las normas ambientales (el organismo supervisor o la autoridad judicial civil).

Gráfico N° 4.2
Diagrama de Cálculo del Factor αD



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

4.4. Cálculo del Factor A

Los factores atenuantes y agravantes han sido delineados en base a los criterios planteados por la GFH - OSINERG, los cuales han sido publicados en la Resolución N° 032-2005-OS/GG. El factor *A* puede hacer variar la multa entre -15% y 56% de su valor original como máximo. La GFH –

OSINERG ha planteado añadir un factor multiplicativo a la multa base $B + \alpha D$ por el concepto de agravantes – atenuantes de la siguiente manera:

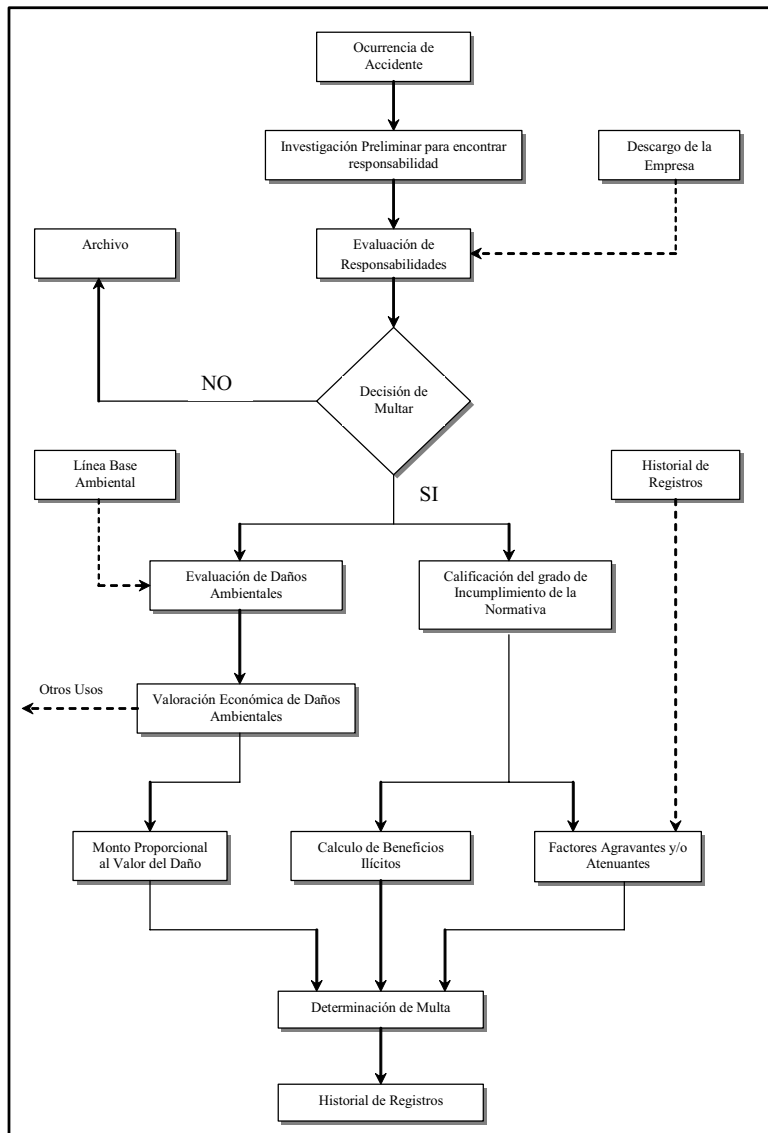
$$Multa = (B + \alpha D) * \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^7 F_i}{100} \right) \left(1 + \frac{F_8}{1000} \right) \quad (4.8)$$

donde $A = [1 + (F_1 + \dots + F_7)] * (1 + F_8 / 100)$.

F_1, \dots, F_7 son los agravantes y atenuantes de la sanción administrativa asociados a la conducta procesal de la empresa. Se establecen como agravantes o atenuantes de la sanción administrativa los factores F_1, \dots, F_7 asociados a la conducta procesal de la empresa, los cuales se presenta en el Anexo N° 2. En el Gráfico N° 4.3 se presenta el diagrama de flujo que sintetiza la metodología de cálculo de multas *ex - post*, a ser aplicable por el OSINERG en la industria de hidrocarburos peruana.

Debe destacarse que el cálculo de la multa *ex - post* mediante la metodología propuesta está sujeto a los supuestos que se utilicen para estimar los factores B y αD , así como a los errores de medición asociados al cálculo de los costos evitados o postergados, y la aplicación del método de transferencia de beneficios para aproximar el valor económico del daño ambiental. Por ello, deben considerarse los resultados del cálculo de la multas como el valor medio en un escenario base. No obstante, se espera que la aplicación de los atenuantes y agravantes corrijan en alguna medida los errores implícitos asociados a estos componentes.

Gráfico N° 4.3
Diagrama de Cálculo de la Multa por Daños Ambientales



Fuente: OSINERG – CESEL (2004).

Una vez presentada la metodología de cálculo de multas ambientales *ex – post*, en la siguiente sección se realizará una discusión sobre los criterios para la determinación de multas administrativas aplicados en EE.UU., así como se realizará un ejercicio de comparación (*benchmarking*) entre la metodología de cálculo desarrollado por el OSINERG y aquella utilizada en los Estados Unidos , con el propósito de contrastar ambos métodos y obtener lecciones de política sobre la aplicación de la metodología en la práctica en el caso peruano.

5. Comparación de la experiencia en la determinación de Sanciones Ambientales entre los Estados Unidos y el Perú

5.1. Características institucionales y funciones de los organismos supervisores en el Perú y los EE.UU.

Antes de iniciar la comparación de los procedimientos de cálculo de multas que se utilizan en los EE.UU. y en el Perú, en esta sección se presenta un análisis comparativo de las experiencias peruana y estadounidense que gira en torno a la fiscalización ambiental. Se presentan a los agentes involucrados en cada uno de los diseños institucionales, así como el detalle de los procedimientos administrativos relacionados a la supervisión del cumplimiento de las normas y reglamentos ambientales.

5.1.1. Agentes involucrados

En el caso peruano, la máxima autoridad sectorial encargada de la reglamentación ambiental es el Ministerio de Energía y Minas. A dicha entidad le corresponde dictar las normas que mejor se ajusten a una política

de conservación y protección del medio ambiente, consistente a la vez con una postura orientada a la promoción de la inversión privada en el sector. La supervisión del cumplimiento de las normas ambientales expedidas por el Ministerio está a cargo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG). En razón de ello, este organismo goza de la facultad para fiscalizar y sancionar a las empresas que operan en el sector y que incumplan las disposiciones contenidas en dichas normas (véase Cuadro N° 5.1A).

Cuadro N° 5.1A
Principales instituciones comprometidas en la conservación del medio ambiente frente a las actividades del sector hidrocarburos en el Perú

Instituciones peruanas	Responsabilidad
Ministerio de Energía y Minas (MEM)	Se encarga de elaborar, aprobar, proponer y aplicar la política del sector. Específicamente, tiene la función normativa en materia ambiental.
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG)	Es el organismo encargado de la fiscalización y supervisión de las normas emitidas por el MEM. Asimismo, goza de la facultad sancionadora en materia ambiental.
Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)	Es el ente público encargado de realizar y promover las acciones necesarias para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables, la conservación de la biodiversidad biológica silvestre y la protección del medio ambiente rural.
Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)	Es el organismo director de la política ambiental y coordinador de las demás instancias involucradas con la protección del medio ambiente.

Fuente: OSINERG – CESEL (2004).

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.



Por su parte, el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) tiene a su cargo la promoción y realización de acciones tendientes a la conservación del medio ambiente rural así como al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Adicionalmente, el CONAM es el organismo que dirige la política ambiental y coordina con las demás instancias la realización de acciones concretas relativas al medio ambiente, como por ejemplo, la formulación de normas ambientales, la fiscalización y supervisión de las empresas que operan en el sector, la administración y conservación de los recursos naturales, etc. Estas funciones son delegadas por el CONAM a las instituciones competentes antes mencionadas.

En el caso estadounidense, el diseño institucional es algo diferente. La Agencia de Protección del Ambiente (US. EPA, por sus siglas en inglés) es el principal organismo federal que ejerce las funciones fiscalizadora y sancionadora sobre las empresas que incumplen con las normas ambientales. Sin embargo, cabe precisar que la US. EPA es el ente especializado en el tratamiento de los temas económicos y jurídicos que giran en torno de la conservación del medio ambiente en todo el territorio de ese país. Es probablemente por ello que la fiscalización en materia ambiental llevada a cabo en los EE.UU. es considerada como una de las más avanzadas a nivel mundial.

Además de la US. EPA, existen otras entidades federales comprometidas con la conservación del medio ambiente a través de la protección de recursos naturales renovables específicos, así como los organismos administrativos de jurisdicción estatal que trabajan en coordinación con la US. EPA (véase el Cuadro N° 5.1B).



Cuadro N° 5.1B
Principales Instituciones comprometidas con la conservación del medio ambiente en los EE.UU.

Instituciones estadounidenses	Responsabilidad
Consejo de Calidad Ambiental (CEQ)	Hace revisiones y recomendaciones al Presidente con respecto a programas realizados por las agencias federales en materia ambiental.
Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Es el principal organismo a nivel federal que fiscaliza y sanciona las actividades que constituyan incumplimiento a las normas ambientales.
Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA)	Maneja programas relacionados con la pesca costera y marítima y ciencias y pronósticos atmosféricos.
Departamento del Interior (DOI)	Maneja varias dependencias relacionadas a los recursos naturales, especies y al medio ambiente.

Fuente: OSINERG – CESEL (2004).

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Un rasgo que muestra el nivel de avance de la US. EPA en el tratamiento de los asuntos ambientales, es que dicha agencia tiene concebido en forma muy clara lo que entiende por fiscalización ambiental. De acuerdo a la US. EPA, la fiscalización ambiental consta de la observación de los siguientes aspectos:

- Remediar los daños ambientales y prevenir la ocurrencia de daños futuros.
- Determinar las condiciones bajo las cuales puede presentarse riesgo de daños a la salud humana y al ambiente.

- Determinar las infracciones a la ley para mantener el cumplimiento.
- Disuadir a los infractores potenciales.
- Lograr un espacio de negociación a nivel económico.
- Recuperar los costos de las acciones tomadas por el gobierno.
- Implementar la remediación de sitios contaminados.

Una diferencia adicional que está muy relacionada con el sistema de gobierno (federal) de los EE.UU. es que la fiscalización ambiental en ese país está descentralizada en dependencias y agencias estatales, mientras que en el Perú, la fiscalización se encuentra centralizada y concentrada en una sola institución. Así, en los organismos administrativos estatales que cuentan con programas autorizados de control de la contaminación, la función del gobierno federal se limita a apoyar los programas estatales y hacer un seguimiento a los mismos, con el fin de garantizar que las acciones del Estado sean consistentes con las políticas y normas de alcance nacional (federal).

De este modo, si bien el organismo estatal tiene la autoridad en el tratamiento de asuntos ambientales en su ámbito de jurisdicción, la US. EPA en calidad de máximo organismo federal puede emitir opiniones técnicas de apoyo. Es por ello que los organismos estatales y las autoridades locales administran la mayor parte de los asuntos sobre el medio ambiente

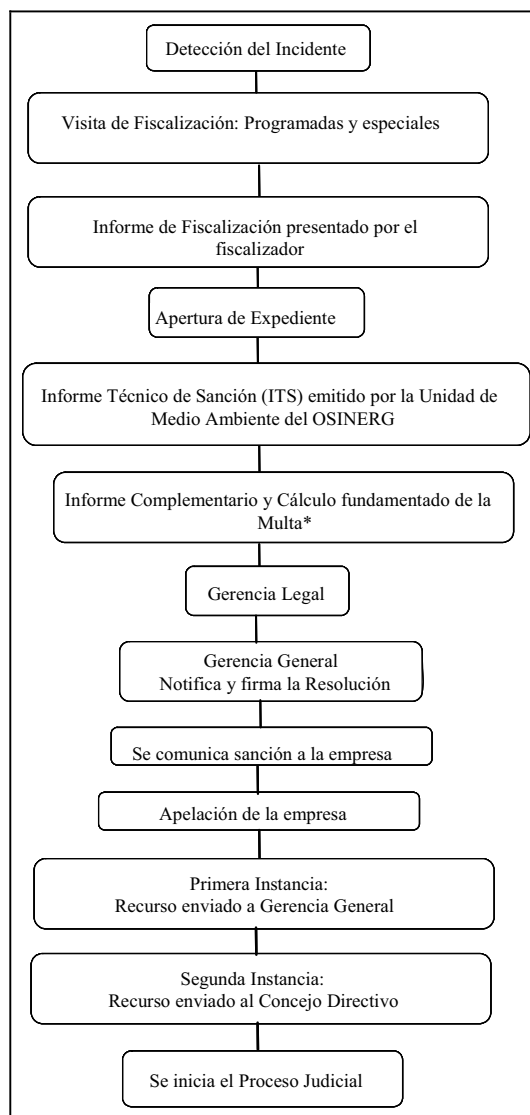
en los EE.UU. En efecto, la US. EPA establece convenios con las unidades estatales de control de la contaminación y el medio ambiente. Por ejemplo, este es el caso del Departamento de Servicio Ambiental (DES, por sus siglas en inglés) que es el organismo administrativo del Estado de New Hampshire que coordina sus acciones con la US. EPA.

5.1.2. Procedimientos administrativos

Los procedimientos administrativos que se inician a raíz de un incumplimiento de las normas y reglamentos ambientales también son diferentes en ambos casos. El procedimiento de fiscalización en el caso peruano empieza con la visita de supervisión (*ex – ante*). Esta puede ser programada o especial.

Luego de las observaciones realizadas, el fiscalizador emite un informe de fiscalización que es enviado para su análisis a la Unidad de Medio Ambiente de la Gerencia de Fiscalización de Hidrocarburos (GFH) del OSINERG. Este informe es enviado a la empresa infractora para su información y presentación de sus descargos si fuese el caso. Si los descargos no proceden, la Unidad de Medio Ambiente prepara el Informe Técnico de Sanción, el cual luego es enviado a la Asesoría Legal de la GFH. Aquí, la idoneidad del Informe es evaluada para luego hacer su traslado a la empresa infractora, la cual tiene 5 días para presentar sus descargos (véase el Gráfico N° 5.1).

Gráfico N° 5.1
Esquema del Proceso Administrativo Sancionador del OSINERG



* En esta etapa se aplica la metodología de cálculo de multas presentada en este documento. Fuente: GFH – OSINERG.

Generalmente, los descargos tratan sobre aspectos técnicos, por lo que aquellos son enviados a la Unidad de Medio Ambiente para su evaluación, lo que resulta en la emisión de un Informe Complementario. La Unidad debe enviar este informe junto con el cálculo fundamentado de la multa a la Asesoría Legal de la GFH. Posteriormente, la Asesoría se encarga de redactar la propuesta de resolución y la envía a la Gerencia Legal para que la vise.

Finalmente, la Gerencia General se encarga de firmar el documento y notificar a la empresa infractora, la cual tiene días 15 para acogerse al recurso de Reconsideración (a la misma Gerencia General) o de Apelación (directamente al Consejo Directivo del OSINERG). De esta manera, se agota la vía administrativa y se puede dar inicio, si la empresa lo considera pertinente, a un proceso judicial por la vía civil.

En el caso estadounidense, la US. EPA es el ente que tiene bajo su responsabilidad la supervisión del cumplimiento de las normas y reglamentos referidos al medio ambiente. Una vez detectado el incumplimiento a los requerimientos ambientales que se hallan contenidos en dichas normas, la respuesta de la US. EPA dependerá de ciertos factores relativos a la vigencia de la norma y a la ocurrencia del daño.

La US. EPA diferencia los casos en los cuales la empresa se enfrenta a normatividad nueva y no comete daño, así como casos en los cuales se enfrenta a normatividad vigente que se supone la empresa ya conoce y comete el daño ambiental. En el primer caso, la respuesta de la US. EPA consistirá en visitas de sitio y la emisión de cartas de advertencia, así como la prestación de capacitación y asesoría respecto al incumplimiento con el

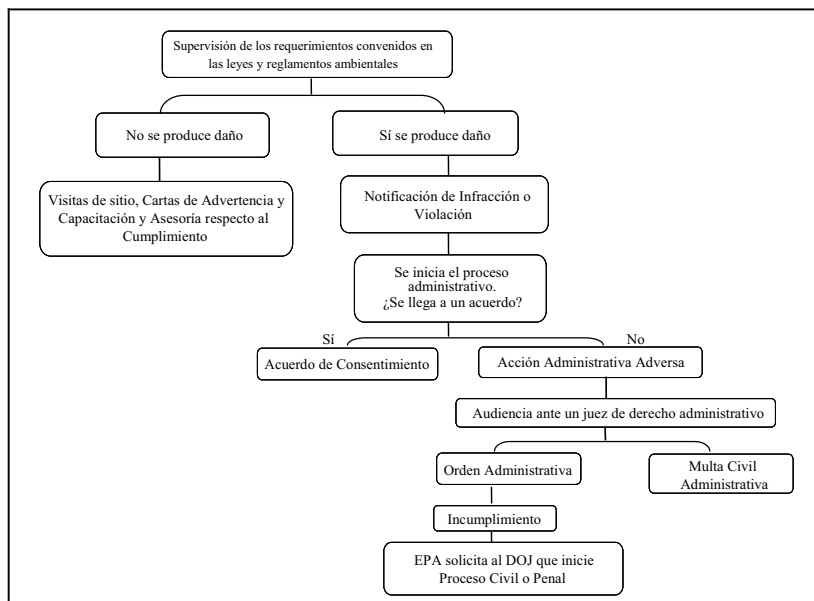
ánimo de prevenirla de indeseables consecuencias de futuras violaciones a la ley. Si la norma o reglamento está vigente y si la infracción cometida deviene en daño ambiental, la US. EPA emite una Notificación de Infracción o Violación.

Esta notificación es la que da inicio al procedimiento administrativo. La notificación faculta a la empresa infractora a entrar en negociaciones con la US. EPA con el propósito de encontrar una solución conciliada en términos favorables.

Si las partes lo desean pueden celebrar un Acuerdo de Consentimiento, por el cual la empresa infractora se compromete a cumplir con las disposiciones aplicables en el caso de generación de daño ambiental y, en algunos casos, a pagar una multa civil.

En el caso en que la negociación entre las partes no sea exitosa, y como consecuencia no se alcance un Acuerdo de Consentimiento, se da a lugar a una Acción Administrativa Adversa, lo que implica la realización de una Audiencia ante un juez administrativo (que trabaja en un organismo administrativo), el cual podrá emitir una Orden Administrativa o hacer obligatorio el pago de una multa administrativa. En muchos de los estados norteamericanos, las Ordenes Administrativas emitidas como resultado de la Audiencia, equivalen a una orden judicial derivada de un juicio, mientras que en otros, si bien la Orden Administrativa es susceptible de ser apelada, el recurso de apelación sólo puede estar basado en un número reducido de aspectos (véase el Cuadro N° 5.2).

Gráfico N° 5.2
El Proceso Administrativo Sancionador de la US. EPA



Fuente: OSINERG - CESEL (2004).
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

En general, las disposiciones orientadas a realizar acciones de remediación ambiental y medidas que obliguen la indemnización por los daños causados estarán contenidas en la Orden Administrativa. Su incumplimiento lleva a que la EPA solicite con posterioridad al Departamento del Interior (DOI) el inicio de un proceso civil o penal en el poder judicial norteamericano.

5.2. Comparación entre los métodos de cálculo de multas ambientales de la US. EPA y el OSINERG

En la mayoría de los estados federados de los EE.UU. los órganos administrativos estatales (OAEs) establecen dos tipos de multas administrativas: a) multas programadas o fijas⁴⁰, y b) multas no programadas o calculadas. Ambos tipos de multas tienen en común que tienen límites superiores establecidos en las normas ambientales específicas⁴¹. No obstante, las multas programadas son completamente fijas y se diseñan mediante una escala de multas ante infracciones particulares. Estas multas en general no guardan vinculación directa con los daños ambientales potenciales que se generan por las infracciones a las normas debido a que se aplican cuando no se producen los impactos (escenario *ex - ante*), por lo que los OAEs las fijan discrecionalmente sin tomar en consideración la probabilidad de detección de la infracción y el valor económico del daño ambiental provocado, así como factores agravantes y/o atenuantes que pueden agravar la sanción de acuerdo al comportamiento procesal de la empresa.

⁴⁰. La revisión de la experiencia internacional sobre la aplicación de sanciones ambientales que se ha realizado para la elaboración de este documento revela que muchos países utilizan sistemas de sanciones ambientales programadas, los cuales emplean escalas de multas fijas y predeterminadas que se aplican tanto en el escenario *ex - ante* como el escenario *ex - post* la contaminación ambiental. En general, los esquemas de sanciones de varios países no utilizan metodologías de cálculo para la determinación de multas no programadas, salvo el caso de los Estados Unidos y Canadá.

⁴¹. Por ejemplo *The Clean Water Act*, Sección 311(b)(3) y Sección 311(j) y *The Oil Pollution Act*, Sección 4301. Por ejemplo, en el caso de vertimientos de sustancias peligrosas (como el petróleo) a cuerpos de agua la norma establece que se pueden aplicar dos tipos de multas a la empresa infractora como mínimo: a) US\$ 25,000 por día de infracción, o b) US\$ 1,000 por barril de petróleo derramado al día.

En el caso que las infracciones generen daños ambientales (continuos o accidentales), se procede a calcular una multa no programada, para lo cual se utiliza los conceptos de beneficios económicos evitados o postergados y la gravedad del daño esperado que causa la violación de la norma (escenario *ex – post*).

El punto de partida para el cálculo de una multa es la estimación del beneficio económico asociado y obtenido como resultado de las infracciones a las normas ambientales (*economic benefit component*). El principio que se sigue para determinar este componente es el de *nivelación*, por el cual se busca que las empresas no obtengan beneficios por infringir las normas. De esta manera, al establecer el primer componente de las multas en función de los costos ahorrados y beneficios obtenidos de los incumplimientos se nivela a la empresa infractora frente a otros operadores que no incumplen con las leyes al eliminar las ventajas comparativas obtenidas como consecuencia de las infracciones.

La US. EPA propone utilizar un modelo computarizado BENMODEL para cuantificar los beneficios económicos de las empresas infractoras. El *software* considera tanto los beneficios económicos directos asociados y obtenidos por las infracciones como los beneficios económicos indirectos, incluyendo aquellos asociados con las ventajas competitivas que las empresas pueden obtener como resultado de las infracciones⁴².

⁴². En el Anexo N° 1 de este documento se presenta mayores detalles sobre este modelo. Véase también para mayores detalles EPA (1999). Como se ha señalado en la Sección 4, el OSINERG ha adoptado este modelo para estimar los beneficios ilícitos que pueden obtener las empresas de la industria de hidrocarburos al infringir las normas técnicas, de seguridad y de protección ambiental sectoriales.

Otro componente que los órganos administrativos estatales incorporan en el cálculo de las multas es la gravedad de la infracción (*gravity component*), para lo cual se considera tanto el grado de desviación de los estándares regulatorios (grado de culpabilidad de la empresa infractora) como el nivel de daño o perjuicio que resulte de la violación (severidad del daño). Para la determinación del grado de culpabilidad se utiliza, en general, un enfoque matricial que considera el grado en el que la infracción resultó en una desviación de los estándares regulatorios y en el daño potencial asociado al incumplimiento de la normativa.

La matriz utiliza tres niveles de desviación o daño potencial: mayor, moderado y menor en ambas categorías. Para la determinación de si una desviación es mayor, menor o moderada se considera el estándar de calidad ambiental aplicable y el porcentaje de desviación sobre ese estándar⁴³. En cuanto a la determinación del nivel de daño ambiental esperado, la EPA propone considerar varios factores de manera cualitativa, incluyendo factores de calidad aceptable del medio que fue impactado, la amenaza (el riesgo) a la vida y a la salud humana, la amenaza al medio ambiente y a las especies afectadas, entre otros. Luego de que la propuesta de multa es determinada mediante el uso de la matriz de severidad, varias circunstancias agravantes o atenuantes son consideradas para el ajuste de la multa. Estos ajustes pueden resultar en una reducción o incremento importante en el monto de la multa final.

⁴³. Por ejemplo, una desviación es mayor cuando el estándar de calidad aplicable post-evaluación es menor que la mitad del estándar óptimo especificado en la norma, una moderada es cuando el estándar mide aproximadamente la mitad del óptimo, y una menor sería cuando el estándar es mayor que la mitad del óptimo.

Las principales circunstancias atenuantes consideradas son:

- Infracción por primera vez. Se reduce la multa si el daño es adecuadamente remediado y si la empresa no tenía conocimiento del requerimiento.
- Evidencia de esfuerzos de buena fe para cumplir con los requerimientos ambientales aplicables.
- Ausencia de beneficio económico directo e indirecto como resultado de la infracción.
- Impacto sobre la economía de la empresa. Si la estabilidad financiera de la empresa se ve seriamente comprometida con la aplicación de la penalidad, los organismos administrativos estatales pueden reducir la multa para evitar ponerla en situación de quiebra.

Las circunstancias agravantes incluyen:

- La empresa tuvo conocimiento de los requerimientos ambientales aplicables en el momento de la infracción.
- El daño asociado a la violación no ha sido adecuadamente remediado.
- Presencia de beneficios económicos directos e indirectos como resultado de la violación.

- Un historial de incumplimientos de normas ambientales.
- Otros factores que incrementen la severidad de la infracción, tal como la afectación a un recurso ambiental de importancia prioritaria.

5.2.1. Fórmula para el cálculo de multas utilizada por la US. EPA

La fórmula general que la US. EPA utiliza para el cálculo de multas no programadas es:

$$M = B + G \pm A \quad (5.1)$$

donde:

- M** Monto de la Multa
- B** Beneficio Económico de la empresa infractora.
- G** Factor de Gravedad de los daños ambientales producto de las infracciones.
- A** Factor de Ajuste por agravantes y/o atenuantes.

La fórmula utilizada por la US. EPA en la práctica guarda cierta consistencia con las multas teóricas óptimas presentadas en la Sección 3. En primer lugar incorpora imperfectamente la valorización del daño ambiental mediante una aproximación cualitativa en función de variables que indirectamente recogen esta magnitud. De otro lado, incorpora el beneficio que la empresa obtiene por no cumplir con las normas ambientales.

Finalmente, introduce los atenuantes y agravantes como factores que pueden incrementar o reducir el monto final de la multa.

En el caso que la infracción de la empresa no genere daños ambientales, ésta es penalizada sólo con una multa equivalente al monto del beneficio **B** obtenido del incumplimiento (escenario *ex – ante*). Si la infracción produce impactos ambientales, la multa se incrementa con el factor de gravedad de daño producido **G** y se ve modificada por el componente de ajuste (A). Sin embargo, debe señalarse que al no incorporar la capacidad de supervisión del organismo supervisor (que se traduce en la probabilidad de detección), la multa puede ser menos disuasiva del nivel óptimo si las empresas son neutrales al riesgo de fiscalización.

Otra particularidad de los lineamientos de la fórmula es que considera las restricciones de riqueza como atenuantes para el cálculo de la multa. En este contexto, la situación financiera de la empresa, su capacidad para afrontar el pago de la multa y el grado de sensibilidad del giro del negocio a la sanción se incorporan en el proceso que determinará el monto final de la multa. Esto es deseable desde el punto de vista de la teoría ya que, como señalan Polinsky y Shavell (1991), una sanción muy elevada puede llevar a la bancarrota a la empresa contaminadora, generándose un efecto indeseado dado que si hay escenarios en donde se pueda producir un fenómeno que lleve a esa sanción y a la bancarrota, las empresas pueden tomar mayores riesgos de los habituales.

Debe destacarse que la fijación de las multas está sujeta a negociación entre las partes comprometidas (los OAEs y las empresas infractoras a nivel estatal, así como la US. EPA y las empresas a nivel federal). Durante las

negociaciones de conciliación, los OAEs o la US. EPA pueden reducir la multa propuesta para reflejar la nueva información que reciben y las circunstancias atenuantes que surgen durante el proceso de negociación. Una porción de la multa también puede ser condonada o puede ser concedida como crédito si es que la empresa infractora realiza proyectos ambientales complementarios de remediación o mitigación de los daños ambientales.

En el ajuste de la penalidad por acceso a nueva información, puede considerarse dos tipos de ajuste:

- Aceptar el argumento de que la infracción sostenida no ocurrió, lo cual disminuye la multa y dará lugar a beneficios económicos indirectos asociados con una reducción de la severidad de la infracción.
- Aceptar otros atenuantes durante la conciliación para la reducción de las multas. Las reducciones reflejan las infracciones que fueron detectadas independientemente por la empresa y que la misma hizo esfuerzos de buena fe para cumplir con las regulaciones y remediar los daños asociados a los incumplimientos. Otras circunstancias que la US. EPA considera son: buen historial de cumplimiento, el tamaño de la empresa, la cooperación con el proceso, y/o la falta de capacidad de pago. Esta lista no es exhaustiva y otros factores pueden ser considerados durante las negociaciones para atenuar una multa.

La US. EPA requiere que la multa recaude, como mínimo, una cantidad que sea igual al beneficio económico obtenido de la infracción. De esta manera, la metodología para el cálculo del beneficio económico es un componente esencial en la mayoría de las negociaciones. Durante las negociaciones, la US. EPA o las OAEs puede también considerar propuestas para la suspensión de una parte de la multa, la cual puede estar condicionada a la conclusión de ciertas acciones correctivas o remediales o sobre el mantenimiento del cumplimiento de las normas ambientales por un tiempo mínimo de dos años.

5.2.2. Fórmula para el cálculo de multas utilizada por el OSINERG

La fórmula utilizada por el OSINERG para el cálculo de multas por daño ambiental es la ecuación (3.8) que se reproduce a continuación:

$$M = (B + \alpha D) * A \quad (5.2)$$

donde:

- M** Monto de la Multa.
B Beneficio Económico de la empresa infractora.
 αD Proporción del valor del daño ambiental.
A Factor de ajuste por agravantes y/o atenuantes asociados al comportamiento procesal de la empresa donde:
 $A = [1 + (F_1 + \dots + F_7)] * (1 + F_8 / 100)$.

A diferencia de la fórmula (5.1), la expresión (5.2) ha sido deducida a partir del modelo económico de principal – agente analziado en la Sección 3, el cual modela la relación entre una agencia supervisora y un empresa

administrada que se produce mediante el programa de supervisión y fiscalización ambiental *ex – ante* y *ex – post* que la agencia establece para controlar la emisión de contaminación como consecuencia de las infracciones a las normas legales que comete la empresa.

La multa definida por la expresión (5.2) tiene tres propósitos: a) nivelar a la empresa que obtiene beneficios ilícitos producto de sus infracciones a la ley con el resto de empresas que se encuentran en situación de cumplimiento, b) internalizar parcialmente la externalidad negativa provocada por la contaminación ambiental⁴⁴ ya que no incorpora el 100% del daño ambiental como factor de agravación de la sanción sino sólo una fracción del 5%⁴⁵, y c) disuadir cualquier posible comportamiento infractor en la industria de hidrocarburos que genere riesgos de contaminación.

Otra diferencia entre las fórmulas (5.1) y (5.2) que debe destacarse es que esta última no utiliza criterios cualitativos para el cálculo del factor de agravación por la contaminación, sino que requiere la estimación del valor del daño ambiental ocasionado por la contaminación a través de alguna metodología de valoración económica. Como se ha señalado en la Sección 4, el cálculo del daño ambiental se lleva a cabo utilizando el método de Transferencia de Valores de las disposiciones a pagar por la conservación del medio ambiente estimadas por estudios de valoración específicos nacionales o internacionales debido a que es una alternativa de valoración

⁴⁴. El factor de penalización por la gravedad del daño tiene una connotación coercitiva ya que señala a la empresa infractora que la multa guardará relación con el daño ambiental ocasionado por el incumplimiento de las medidas de prevención de la contaminación.

⁴⁵. Como se ha señalado en la Sección 3, legalmente el OSINERG no puede incluir en la multa *ex – post* el 100% del valor del daño ambiental pues la función indemnizatoria no está dentro de su competencia administrativa.

costo-efectiva para una agencia supervisora ya que no requiere realizar estudios fuente. No se utiliza una matriz de severidad que incorpore el grado de desviación de las actividades del concesionario sobre los estándares ambientales y tampoco toma en cuenta aspectos de tipo cualitativo en la valoración del daño, tal como hace la US. EPA.

Por otro lado, los factores atenuantes y agravantes se incorporan en la fórmula (5.2) como factores multiplicativos y no aditivos. Sin embargo, ello no significa una diferencia relevante pues, en general, este procedimiento consiste en sumarle una cantidad proporcional de la multa base, $B + \alpha D$, a ella misma como un factor de agravación y/o atenuación de la sanción. El componente A representa los factores asociados al comportamiento procesal de la empresa y las restricciones de la empresa para afrontar el pago de la multa como en el caso de la fórmula (5.1). Los agravantes y atenuantes reconocidos en la Resolución N° 032-2005-OS/GG se agrupan en 8 categorías:

- Antecedentes de incumplimiento de observaciones medio ambientales.
- Respuesta a la emergencia, activación del plan de contingencias para minimizar daños ambientales.
- Grado de colaboración.
- Origen del problema, tipo de accidente.
- Capacidad para afrontar gastos evitados.



- Afectación a comunidades indígenas.
- Implementación de sistemas de Gestión Ambiental.
- Afectación a Reservas Naturales.

Un rasgo distintivo que diferencia al proceso de aplicación de las multas ambientales en el caso peruano es que la legislación en el Perú no contempla la existencia de un proceso de negociación que aumente o disminuya la multa a la par de la entrada de nueva información al proceso administrativo sancionador. Esto se debe a que en el Perú se utilizan criterios de responsabilidad estricta (*strict liability*).



Con el objeto de presentar cómo se ponen en práctica los lineamientos para la determinación de multas administrativas por contaminación ambiental, a continuación se presenta cómo es que en EE.UU. se aplican sanciones administrativas por vertimientos o descargas de hidrocarburos en medios acuosos de acuerdo a la legislación vigente en ese país. En la Sección 6 de este documento se presentarán dos aplicaciones de la metodología de cálculo de multas del OSINERG a dos situaciones hipotéticas de contaminación ambiental por exceso de deforestación y vertimiento de hidrocarburos líquidos.



5.3. Sanciones por vertimientos de hidrocarburos en EE.UU.

La *Clean Water Act* de 1972 (Ley de Aguas Limpias, CWA) en su Sección 311(b)3 establece la prohibición de los vertimientos de petróleo o



hidrocarburos derivados en los cuerpos de agua en EE.UU. Las secciones 311(b)(6) y 311(b)(7) autorizan la aplicación de penalidades civiles (que equivalen a las multas administrativas en Perú) por las infracciones a los requerimientos establecidos en la ley. El dinero recaudado por la aplicación de las multas es depositado en el Fondo de Responsabilidad por Vertimientos de Petróleo (*Oil Spill Liability Trust Fund*) administrado por la *U.S. Coast Guard*, el cual es destinado para ayudar a cubrir los costos de remediación de la contaminación en los que incurre el gobierno.

De acuerdo a la CWA, las multas tienen por objeto: a) reducir la probabilidad de ocurrencia de derrames al generar incentivos económicos a los infractores para cumplir con las disposiciones legales establecidas en la ley, y b) generar recursos para limpiar o remediar los daños ambientales. De otro lado, la política para la determinación de las multas es provista por los equipos de litigación de la EPA, con el objeto de establecer los procedimientos de cálculo en el fuero administrativo y judicial. Sin embargo, estos lineamientos son considerados sólo como una guía y no como procedimientos estrictos, por lo cual su aplicación puede ser variada dependiendo del caso que se esté tratando.

La *Oil Pollution Act*⁴⁶ de 1990 (Ley de Contaminación de Petróleo, OPA) estableció modificaciones a las sanciones establecidas en la CWA para el

⁴⁶. Esta ley fue promulgada a consecuencia del derrame petrolero del buque tanque Exxon Valdez en la bahía de Prince William en 1989. El accidente produjo el vertimiento de 277,147 barriles de petróleo a las costas de Alaska afectando 15,000 Km² de mar y 1,500 Km lineales de costa. Este accidente generó un discusión conceptual sobre la existencia y oportunidad de las pérdidas de valores de no uso y su inclusión en los procesos judiciales de responsabilidad civil ante daños ambientales. Una innovación que introdujo esta norma fue que se declaró éstas pérdidas como compensables. La importancia de este ley es que permitió establecer por primera vez una elevada indemnización (US\$ 1,000 millones) para compensar pérdidas de valores ambientales de no uso.

caso de derrames de petróleo. Específicamente, la norma permite establecer multas como mínimo de US\$ 25,000 por día de infracción, o US\$ 1,000 por barril de petróleo vertido. En el caso de negligencia agravada o malas prácticas deliberadas por parte de las empresas, estas penalidades pueden incrementarse hasta US\$ 100,000 o US\$ 3,000 por barril. La EPA interpreta que la elección de una u otra modalidad de sanción la realiza el Estado en el foro administrativo o en el judicial. Siguiendo lo que establece la Sección 311(b)(8) de la CWA, el cálculo de la multa debe incorporar los siguientes factores: a) la severidad de las infracciones, b) el grado de culpabilidad involucrado, c) la naturaleza y grado de éxito de las medidas de mitigación de los efectos de la contaminación, d) el historial de infracciones de la empresa, e) el impacto económico de la multa sobre el infractor, f) otros materias que la justicia requiera, y g) el beneficio económico del infractor si éste existe.

Usualmente, en el proceso de conciliación entre el organismo administrativo (que a nivel federal es la US. EPA) y la empresa infractora, el equipo negociador no considera explícitamente estos factores en la determinación de la sanción pecuniaria. Sólo en el caso que las negociaciones fracasen, el cálculo de la multa tomará directamente estos factores. Cuatro de estos factores (severidad, culpabilidad, esfuerzo de mitigación e historial de incumplimientos) se relacionan con la seriedad de la infracción y conforman el Factor de Gravedad (*gravity component*) de la multa descrito en la sección anterior. Dos factores (otras materias y el impacto económico del infractor) son componentes que deben evaluarse caso por caso y constituyen factores de ajuste al Factor de Gravedad **G**. El beneficio económico del infractor **B** es añadido al Factor de Gravedad con lo cual se conforma el monto de la multa base.

La US. EPA ha establecido un procedimiento estandarizado para realizar el cálculo del monto mínimo de las multas (EPA; 1998) que se realiza antes de los procesos de litigación en la vía administrativa y judicial. En primer término, se calcula el componente de Severidad del Factor de Gravedad del daño ambiental. Luego, se computa el componente de culpabilidad, el esfuerzo de mitigación y el historial de incumplimientos. Finalmente se calcula el beneficio económico que obtiene la empresa al cometer las infracciones.

5.3.1. Factor de Gravedad

A. Severidad del Impacto Ambiental

En el caso de derrames, la cantidad de hidrocarburos vertida y la duración de la descarga son factores clave para determinar la severidad de la infracción. La US. EPA plantea dos alternativas para calcular la parte de la multa correspondiente a la severidad del daño de un derrame.

1. Primera Alternativa: para determinar el componente de severidad del daño que integra la multa cuando el impacto potencial y la cantidad derramada son los elementos más significativos, se selecciona una cantidad apropiada del Cuadro N° 5.2. El impacto ambiental de los derrames puede ser reducido por elementos que no son atribuibles al infractor (tales como el viento, las condiciones del clima, la marea). Estos factores externos no afectan el monto de la penalidad. Por lo tanto, el componente de severidad se basará en el riesgo sobre el medio ambiente que causa el derrame, y no solamente por el daño actual causado, para lo cual

se tiene que tener presente la proximidad de las facilidades del contaminador hacia áreas sensibles (tales como áreas inhabitadas, cuerpos de agua dulce, hábitat de fauna silvestre) y la naturaleza de los cuerpos de agua afectados o el tipo de costas afectadas por los derrames. La US. EPA establece los siguientes criterios para determinar el impacto potencial de un derrame:

- Impacto Mayor: el derrame representa una amenaza significativa a la salud humana, a un cuerpo de agua dulce con potencial para satisfacer el consumo humano, a un ecosistema sensible o frágil, o a la vida salvaje (sobre todo a las especies amenazadas por la actividad humana o en peligro de extinción).
- Impacto Moderado: el derrame representa una amenaza a los cuerpos de agua navegables, las líneas costeras o la vegetación (que no pertenezcan a ecosistemas frágiles).
- Impacto Menor: incluye todo el resto de vertimientos de hidrocarburos en cuerpos de agua navegables o sobre líneas costeras en cantidades menores.

Cuadro N° 5.2
Matriz de Rangos de Multas por Severidad de Derrames de
Hidrocarburos

Impacto Potencial	Cantidad Derramada (Barriles)				
	Menos de 5	5 a 19	20 a 79	80 a 125	Más de 125
Impacto Menor	\$ 400 a \$ 2000	\$ 1,000 a \$ 6,000	\$ 5,000 a \$ 12,000	\$ 9,000 a \$ 20,000	\$ 100 a \$ 250 por barril
Impacto Moderado	\$ 2,000 a \$ 7,000	\$ 6,000 a \$ 12,000	\$ 10,000 a \$ 25,000	\$ 16,000 a \$ 45,000	\$ 250 a \$ 500 por barril
Impacto Mayor	\$ 7,000 a \$ 12,000	\$ 12,000 a \$ 30,000	\$ 18,000 a \$ 55,000	\$ 45,000 a \$ 90,000	\$ 500 a \$ 1,000 por barril

Fuente: US. EPA (1998).

2. Segunda Alternativa: si existe una cantidad medible de hidrocarburos derramada en líneas costeras o en cuerpos de agua navegables, la duración del impacto puede ser más significativa que la cantidad vertida. En tal caso el equipo litigante de la EPA puede utilizar los siguientes criterios:

- Duración Mayor: se ha producido un vertimiento de hidrocarburos continuo o intermitente durante más de 14 días. Se establece una multa de \$ 100,000 diarios.
- Duración Moderada: se ha producido un vertimiento de hidrocarburos continuo o intermitente durante al menos 4 días pero no más de 14. Se establece una multa entre \$ 25,000 y \$ 100,000 diarios.

- Duración Menor: se ha producido un vertimiento de hidrocarburos continuo o intermitente durante al menos de 4 días. Se establece una multa entre \$ 3,000 y \$ 25,000 diarios.

B. Culpabilidad

La EPA ajusta el monto obtenido en el paso “A” basado en el grado de culpabilidad del infractor utilizando los siguientes criterios:

- Si existe una gran negligencia comprobada o una mala práctica deliberadamente realizada, se triplica el monto de la multa obtenido en “A”.
- Si no se comprueba una gran negligencia o la realización deliberada de una mala práctica, se ajusta la multa discrecionalmente como máximo hasta un 50% más del monto calculado en “A”. La culpabilidad en estas circunstancias puede incluir la comisión de un acto que va en contra de la normativa (por ejemplo poner una válvula en una mala posición) o la omisión del cumplimiento de una disposición de seguridad (como la falta de verificación de corrosión de un oleoducto).

C. Mitigación

Se ajusta el monto de la multa obtenido en el paso “B” en base a la naturaleza, extensión y el grado de éxito de cualquier esfuerzo realizado por

parte del infractor para minimizar o mitigar los impactos ambientales del derrame, siguiendo las siguientes pautas:

- Si el infractor reporta inmediatamente el derrame a la US. EPA, si realiza las medidas preventivas y correctivas establecidas en la norma independientemente de las acciones de fiscalización del órgano competente, si las medidas de mitigación reducen al mínimo los impactos ambientales, y si no cae en negligencia agravada o conducta deliberada, entonces el Factor de Gravedad puede reducirse hasta cero.
- Si el infractor ha llevado a cabo de la mejor manera posible las medidas de mitigación (dependiendo del esfuerzo aplicado), se puede reducir el monto calculado en "A" como mínimo en 5% pero no más de 40%.
- Si el infractor ha cumplido con los estándares mínimos de mitigación, no se realiza ningún ajuste.
- Si el infractor no ha respondido adecuadamente a los impactos ambientales del derrame, la multa se incrementa en 25%.
- Si el infractor ha fallado completamente en mitigar los impactos ambientales, la multa se incrementa como mínimo en 25% pero no más de 50%.

D. Historial de Incumplimientos

Se ajusta el monto calculado en el paso “C” si el infractor tiene una historia significativa de incumplimientos dentro de los últimos 5 años hasta un máximo de 100%, dependiendo de la frecuencia y la severidad de las infracciones pasadas.

E. Ajustes al Factor de Gravedad

Si el infractor ha sido multado por el Estado Federal o por el gobierno local por la misma infracción que la US. EPA está analizando, la Agencia puede reducir o incluso eliminar la multa federal, tomando en cuenta las similitudes de las diferentes normas que penalizan la infracción a nivel estatal. Por otro lado, la multa puede ajustarse por los nuevos elementos de juicio que se van incorporando en los procesos administrativos o civiles.

Finalmente, el equipo litigante de la US. EPA toma en cuenta la información relevante correspondiente al impacto económico que puede tener la multa en la economía de la empresa infractora para determinar el monto mínimo preliminar de la sanción pecuniaria que va a aplicar. El principio que sigue la US. EPA sobre el particular es sancionar económicamente a la empresa sin que ello comprometa su viabilidad financiera⁴⁷. Si el infractor no proporciona esa información, el equipo litigante de la US. EPA asume que la multa resultado de la infracción no compromete financieramente a la empresa, por lo que el impacto económico de la multa es mínimo.

⁴⁷. Este principio está establecido en *The Small Business Regulatory Enforcement Fairness Act (SBREFA)* de 1996.

5.3.2. Beneficio Económico

Las empresas infractoras usualmente obtienen beneficios económicos por incumplir con las normas de seguridad y de protección ambiental debido a que evitan incurrir en costos o inversiones para prevenir los impactos ambientales producto de los derrames. De esta manera, obtienen beneficios ilegales u obtienen ventajas comparativas respecto a otras empresas. La US. EPA recomienda calcular este componente y sumarlo al Factor de Gravedad estimado. La penalización por el beneficio económico obtenido evita que el infractor de las normas ambientales tenga algún incentivo financiero para incumplir con sus obligaciones legales. Como ya se mencionó anteriormente, la US. EPA utiliza el modelo BEN para calcular este monto.

5.4. Comentarios Comparativos

Existen diferencias marcadas en los criterios que se aplican en el Perú y los Estados Unidos para la determinación de los montos de las multas ambientales. Las leyes norteamericanas establecen explícitamente los lineamientos y mecanismos que deben utilizarse para el cálculo de las multas no programadas (desde el año 1972 para el caso de vertimientos de hidrocarburos), así como las penalidades pecuniarias mínimas (multas mínimas) que deben aplicarse en cada caso de acuerdo a la tipificación de las infracciones en las propias normas. Los procedimientos de cálculo de multas son especificados y publicados por la US. EPA, con el objeto de brindar la mayor transparencia al proceso fiscalizador.

De otro lado, la US. EPA coordina estrechamente con los OAEs la realización de los procesos de supervisión y sanción pero respetando

siempre la autonomía estatal. Asimismo, la EPA tiene dentro de su estructura organizacional áreas específicas que se encargan de monitorear a las empresas, hacer cumplir las normas ambientales y calcular las multas administrativas (por ejemplo la *Office of Enforcement and Compliance Assurance*). Estas dependencias desarrollan, en base al marco normativo vigente, procedimientos complementarios para el cálculo de las multas (como por ejemplo el modelo BEN anteriormente citado).

Por otra parte, puede notarse que la legislación norteamericana establece que el procedimiento de cálculo de las multas ambientales se sustenta en consideraciones basadas en la negligencia puesto que sólo se debe aplicar sanción cuando los órganos administrativos observan que la empresa contaminadora no ha tomado el nivel adecuado de cuidado para evitar la contaminación, es decir, se determina la responsabilidad administrativa luego de una evaluación de la gravedad de las infracciones aplicando la Regla de la Razón.

En el Perú, la legislación en materia de protección ambiental presenta una serie limitaciones que impiden que se pueda llevar a cabo una plena ejecución de la legislación ambiental. Por ejemplo, no existen dispositivos legales que establezcan claramente los lineamientos y mecanismos para la determinación de las multas ambientales, no se cuenta con instrumentos legales como los límites máximos permisibles para suelos y estándares de calidad ambiental para la mayoría de servicios y bienes ambientales, existe



una diversidad de instituciones encargadas de la fiscalización ambiental cuyas funciones se entrecruzan, entre otros factores⁴⁸.

En este contexto, el OSINERG es el ente administrativo responsable de hacer cumplir la legislación ambiental e imponer las sanciones administrativas respectivas a las empresas infractoras en la industria de hidrocarburos peruana. Sin embargo, estas facultades no quedaron claramente establecidas hasta la promulgación de la Ley Complementaria de Fortalecimiento Institucional del OSINERG (Ley N° 27699) y la Escala de Multas y Sanciones del año 2003 (Resolución N° 028-2003-OS/CD). A pesar de esta situación, el OSINERG no cuenta con el soporte legal suficiente para realizar una labor de supervisión adecuada debido a las limitaciones normativas de la legislación ambiental peruana existentes a la fecha.

No obstante, el OSINERG ha realizado una serie de esfuerzos para mejorar su capacidad fiscalizadora en materia ambiental en el sector hidrocarburos. Por ejemplo, el OSINERG ha emitido la Resolución N° 054-2004-OS/CD

⁴⁸. Recientemente, el Congreso de la República del Perú ha aprobado normas legales que buscan salvar estas limitaciones para mejorar las capacidades del Estado en materia de protección ambiental. Por ejemplo, la Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente” (que ha reemplazado al antiguo Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de 1990) constituye la norma por la cual el Estado asume el rol de protector y gestor del medio ambiente en el Perú. Esta norma establece nuevos principios y responsabilidades institucionales que permiten ordenar el tratamiento de la legislación ambiental vigente sobre dos ejes principales: equidad y gobierno ambiental. Además, establece un sistema nacional de gestión ambiental de carácter intersectorial coordinado por el Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM), el cual tienen como propósito mejorar la interacción entre las distintas instituciones fiscalizadoras de la legislación ambiental en el Perú. Entre otras novedades, introduce la utilización de instrumentos económicos para la gestión del medio ambiente (tales como impuestos, mercados de contaminación, etc.) y el régimen de responsabilidad por daño ambiental para los potenciales agentes contaminadores (donde se establece una sanción máxima por daño ambiental de 10,000 UIT o 34 millones de nuevos soles). A la fecha, se están elaborando las normas complementarias que van a reglamentar esta ley (entre ellas destaca el reglamento de sanciones ambientales).



“Modifican Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones del OSINERG” que establece sanciones ambientales máximas de 10,000 UIT por infracciones que generen contaminación por hidrocarburos en suelos, cuerpos de agua o el aire. Por otro lado, el OSINERG ha establecido una metodología de cálculo de sanciones ambientales mediante la Resolución N° 032-2005-OS/GG “Pautas para el cálculo de multas por Impactos o Daños Ambientales” para los casos de contaminación por derrames de hidrocarburos, vertimientos de efluentes contaminantes, y deforestación que se sustenta en el marco conceptual planteado en este documento.

Otra diferencia con el caso norteamericano es que el OSINERG sanciona un incumplimiento por el sólo hecho de que una empresa infrinja las disposiciones ambientales. De esta forma, la responsabilidad administrativa de la empresa se establece de manera estricta (*strict liability*), aplicándose la regla *per sé*.

Para finalizar, debe destacarse que la comparación entre la experiencia de los Estados Unidos y del Perú en materia de fiscalización ambiental del sector hidrocarburos permite observar que la US. EPA utiliza las multas *ex – post* como herramientas de comando y control cuyo propósito es coaccionar a que el infractor asuma su responsabilidad frente al daño ambiental que ha ocasionado. En el caso peruano, la metodología de cálculo de multas puesta en efecto por el OSINERG se basa en un sistema de fiscalización ambiental mediante incentivos económicos cuyo propósito es disuadir el comportamiento infractor de las empresas y mitigar en cierto grado las externalidades provocadas por la contaminación ambiental que se pueden producir como consecuencia de los incumplimientos a las normas



técnicas, de seguridad y de protección ambiental que rigen en la industria de hidrocarburos peruana.

6. Aplicación de la Metodología de Cálculo de Multas del OSINERG a casos de la industria peruana de hidrocarburos

Una vez analizado el marco conceptual que sustenta el sistema de supervisión ambiental y la metodología de cálculo de sanciones por daños ambiental que utiliza el OSINERG y habiendo contrastado las experiencias de fiscalización ambiental en materia de hidrocarburos entre los Estados Unidos y el Perú, en esta sección se procederá a discutir sobre la aplicación de la metodología antes descrita a casos de la vida práctica.

Se plantean dos casos hipotéticos. El primer caso trata sobre una infracción que ocasiona un derrame de hidrocarburos y la contaminación de un bosque en la selva de Ucayali, mientras que el segundo caso trata sobre un incumplimiento durante la construcción de un oleoducto que genera excesiva deforestación en la selva de Loreto.

Lo que se pretende con la exposición de estos dos casos es mostrar que el sistema de fiscalización ambiental y la metodología de cálculo de sanciones presentada en este documento resultan aplicables a la práctica de la fiscalización de la industria de hidrocarburos.



6.1. Derrame de hidrocarburos en la selva de Ucayali

Este caso trata sobre un derrame de petróleo que ocurrió en diciembre del año 2003 como consecuencia de la ruptura de un oleoducto operado por la empresa AAA. La fuga de petróleo motivó la suspensión del transporte de hidrocarburos a fin de controlar el derrame. Asimismo, fue necesaria la paralización de las actividades de explotación en el yacimiento adyacente.

6.1.1. Descripción del Incidente

Durante la supervisión de campo en la zona del incidente se estableció que la sobrecarga del material de relleno sobre la línea del oleoducto en la zona del incidente, producto de las excavaciones en el derecho de vía, favoreció la ruptura de esta infraestructura. La empresa infractora debió verter los escombros en zonas señaladas como “botaderos”, para lo cual requería, en primer lugar, la realización de estudio geotécnico para determinar las zonas apropiadas donde verter los escombros y, en segundo lugar, la contratación de maquinaria y personal apropiado, con el objeto de minimizar los riesgos derivados de la acumulación del material sobre la franja de servidumbre del oleoducto.

Sin embargo, la empresa infractora esparció 9,000 m³ de escombros sobre un área de 2,000 m² donde se encontraba una depresión natural por la que atravesaba el oleoducto. La sobrecarga del relleno vertido generó un exceso de presión sobre la tubería. Para solucionar este problema, la empresa debió reemplazar la unión de tuberías que estaban en la depresión, debido a que se requería un corte adecuado para la depresión natural.

Sin embargo, la empresa no realizó el reemplazo necesario de la unión de las tuberías, optando por reforzar la soldadura sobre la unión. Esta operación resultó insuficiente debido a la presión que ocasionó la depresión y la sobrecarga de los escombros vertidos. En consecuencia, no reemplazar la junta de las tuberías en la depresión y el exceso de escombros vertidos sobre la tubería facilitó el quiebre de la misma, provocando el derrame de petróleo.

Respecto al incidente, se registraron los siguientes hechos:

- El volumen aproximado de hidrocarburos derramado es de 113 m³ (710 barriles aproximadamente). Parte de los hidrocarburos derramados se escurrieron al río adyacente al oleoducto.
- El volumen aproximado de tierra contaminada con hidrocarburos en la zona del derrame fue 500 m³. El área del bosque contaminada por el petróleo fue 7,700 m². La zona afectada por los trabajos de reparación y de movimiento de tierras, la instalación de campamentos y equipos fue 2,000 m² adicionales. La empresa destinó un área para tratamiento de la tierra contaminada de aproximadamente 300 m².

En el Cuadro N° 6.1 se presenta el resumen de las dimensiones del medio afectado por el petróleo derramado en el suelo.

Cuadro N° 6.1
Dimensiones del medio afectado por el petróleo derramado

Área Contaminada (m ²)	10,000
Espesor de la capa de tierra afectada (m)	0.2
Volumen de petróleo derramado (barriles)	710
Volumen de Tierra Contaminado (m ³)	2,000

* La zona impactada incluye el área contaminada por hidrocarburos, el área utilizada sin autorización por la empresa para realizar los trabajos de reparación del ducto y el área destinada a la remediación del suelo. El incidente ha provocado la deforestación de un bosque primario.

Elaboración: Oficina Estudios Económicos – OSINERG.

Con respecto a las aguas contaminadas, luego de realizar un monitoreo biológico en el río adyacente al incidente se consiguió la información que se muestra en el Cuadro N° 6.2.

Cuadro N° 6.2
Dimensiones del medio afectado por hidrocarburos vertidos en los cuerpos de agua adyacentes al incidente

Área Contaminada del río (m ²)	15,000
Espesor de la capa de tierra afectada (m)	0.05
Porcentaje de Afectación	100%

Elaboración: Oficina Estudios Económicos.

Adicionalmente, los informes del supervisor ambiental del OSINERG señalaron que:

- Hubo mortandad de peces y ejemplares de fauna en la zona del derrame

- Varias comunidades nativas fueron afectadas por el derrame debido a la contaminación de los acuíferos y el río adyacentes a la zona del incidente.
- Como consecuencia del derrame, la empresa infractora otorgó una compensación a las comunidades nativas y asentamientos rurales del orden de los US\$ 50,000.
- La empresa infractora no protegió el suelo contaminado con el procedimiento descrito en su Plan de Contingencias y/o Acciones para la Remediación Post-Derrame.

Los hechos descritos infringen lo establecido por el Art. N° 48 del Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Hidrocarburos (D.S. 046-93-EM) y el Art. N° 287 del Reglamento de Seguridad en la Industria del Petróleo R.M. N° 0664-78-EM.

Con respecto al Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Hidrocarburos aprobado por D.S. 046-93-EM, la empresa infringió el Art. N° 48° inciso “e” al incumplir el Plan de Manejo Ambiental del EIA que indica que el impacto sobre los cuerpos de agua dependerá del volumen de hidrocarburos que llegue a éstos y la velocidad de respuesta a la contingencia.

A su vez, la empresa infringió el acápite 2.1 “Normatividad General”, el acápite 2.2.2 “Etapa de construcción–Movimiento de Tierras”, y el acápite 2.3 “Cuadros de Medidas del PPCMA” del Plan de Manejo Ambiental de su

Estudio de Impacto Ambiental (EIA). En estos acápite se señala: a) que en áreas geológicamente sensibles el contratista implementará soluciones apropiadas para minimizar las perturbaciones al suelo en áreas altamente inestables y con potencial de erosión, b) que las obras de protección geotécnica preliminares definidas durante la fase de estudio y diseño (tales como gaviones, drenajes interceptores y alcantarillas) deberán ser construidas antes de iniciar cualquier trabajo de movimiento de tierras, y c) que durante el corte de taludes para la apertura de la franja de servidumbre, se dispondrá de obras de prevención y control de erosión, etc. La empresa no adoptó ninguna de las previsiones citadas por lo que infringió la ley.

Finalmente, se ha incumplido el Art. 287° del Reglamento de Seguridad en la Industria del Petróleo R.M. N° 0664-78-EM, el cual señala que las empresas petroleras deberán adoptar el uso de las técnicas y de los medios conocidos en la industria del petróleo durante accidentes como los derrames de hidrocarburos para evitar la pérdida o daño de recursos naturales, así como prevenir y recuperar los hidrocarburos derrames en suelos y aguas (lo cual implica separar y tratar las aguas y los materiales de desechos, confinar en muros preventivos el material contaminado, y cautelar su esparcimiento en la superficie y en el subsuelo para proteger las aguas subterráneas y los recursos naturales a fin de evitar la contaminación del Medio Ambiente).

La infracción principal cometida por la empresa está tipificada en el numeral 3.3.1 “Infracciones por derrames” en la Escala de Multas y Sanciones del OSINERG aprobada por Resolución N° 028-03-OS/CD. La empresa también incurrió en el ilícito tipificado por el numeral 3.5.3 “No cumple con los compromisos del PMA, del EIA, del PAMA y del PAC”.

La cota máxima permisible para la multa por esta infracción es de 10,000 UIT. Se procederá a calcular los tres componentes para la multa *ex – post* siguiendo las pautas establecidas en la Resolución N° 032-2005-GG/OS “Pautas para el cálculo de multas por Impactos o Daños Ambientales del OSINERG”, numeral 4.1. “Pautas por Derrames de Hidrocarburos”, y 4.3 “Pautas por no cumplir con los compromisos del PMA, del EIA y del PAMA, relativos a la deforestación excesiva, desestabilización de taludes o pérdida de suelos (erosiones y cárcavas).

6.1.2. Cálculo del Factor *B*

Se utilizará el procedimiento de cálculo del factor *B* descrito en la Sección 4. Los costos evitados por la empresa infractora que provocaron la ocurrencia del incidente pueden dividirse en dos componentes: a) los costos evitados asociados a las inversiones vinculadas al mantenimiento de las obras de geotecnia preventiva, y b) el costo evitado asociado a la no remoción de los escombros en la zona donde se construyó el tramo del ducto que sufrió la fisura. Para calcular el valor estimado del beneficio oculto que la empresa obtuvo por no cumplir con las normas, se plantea un escenario hipotético de cumplimiento en donde la empresa hubiera tomado las medidas necesarias para evitar los impactos ambientales (escenario ambientalmente adaptado).

Beneficios ilícitos por la no realización de inversiones

El primer componente del factor *B* comprende las ganancias ilícitas que obtuvo la empresa como resultado de la no realización de las inversiones necesarias para prevenir el incidente. La empresa debía realizar obras de

infraestructura geotécnica para garantizar la estabilidad del terreno donde ocurrió el derrame. La empresa no cumplió con implementar soluciones apropiadas para minimizar las perturbaciones al suelo en áreas geológicamente sensibles y con potencial de erosión (construcción de gaviones, drenajes, interceptores, alcantarillas, obras de prevención y control de erosión, etc.). En el Cuadro N° 6.3 se presenta el resumen de las inversiones evitadas y de los costos de operación y mantenimiento para estas inversiones.

Cuadro N° 6.3
Resumen de las Inversiones Evitadas y los Costos de Operación y
Mantenimiento
(US\$ 2003)

Inversión (US\$)	
Obras de infraestructura geotécnica	100,000
Costos de Operación y Mantenimiento anual	
%5 del valor de las obras	5,000

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos

En el siguiente Cuadro N° 6.4 se presentan los cálculos financieros que permiten estimar el beneficio económico de la infracción. Para obtener el valor de la inversión evitada a reemplazar en el año 10 se ha corregido el monto inicial de US\$ 100,000 por la tasa de inflación promedio proyectada de los Estados Unidos reportada por *The Department of Labor, Bureau of Labor Statistics* cuyo valor asciende a 2.4% anual. El factor **B** se obtiene de sumar el beneficio obtenido por la empresa por evitar la inversión y por evitar los costos de operación y mantenimiento.

Cuadro N° 6.4
Beneficio Oculto derivado de la no realización de inversiones para la prevención de la contaminación

I. INVERSION EN CAPITAL NECESARIA PARA OBTENER UNA OPERACIÓN "AMBIENTALMENTE ADAPTADA "

Ciclo Primario	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Variables											
Inversión	100,000		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Depreciación		10,000	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)
Escudo Fiscal IR (30%)		(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)
FCN	100,000	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)	(3,000)
VPN Ciclo Primario (2003) (US\$)	74,169										
VPN Ciclo Primario (2005) (US\$)	90,661										

Ciclo de Reemplazo	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Variables									
Inversión	126,765	12,677	12,677	12,677	12,677	12,677	12,677	12,677	12,677
Depreciación		(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)
Escudo Fiscal IR (30%)		(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)
FCN	126,765	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)	(3,803)
VPN (Año 10)	94,021								
VPN Ciclo de Reemplazo (2005) (US\$)	46,563								
I. Beneficio Oculto por Inversiones									
Evitadas: Ciclo Primario y de Reemplazo (S/. TC. 3.3054)	453,579								

II. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (COyM)

Variables	2003	2004	2005
Costos Evitados	5,000	5,000	5,000
Escudo Fiscal IR (30%)	(1,500)	(1,500)	(1,500)
FCN	3,500	3,500	3,500
Valor Futuro (2005) (US\$)			11,648
2. Beneficio COyM Evitado (S/. TC. 3.3054)			38,501

Beneficio derivado de inversiones evitadas (1+2) (Soles 2005) 492,079

* La tasa del Impuesto a la Renta es 30%. La tasa de descuento hipotética es de 10.56% TEA en US\$. Tipo de Cambio promedio del 2005: S/. 3.3054 por dólar. Se considera una vida útil contable de 10 años. Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG.

Costos evitados por la no remoción de escombros

Para calcular el valor estimado del beneficio ilícito que la empresa obtuvo por no cumplir con las normas citadas anteriormente, se plantea un escenario hipotético de cumplimiento. El cumplimiento de las normas hubiera demandado la contratación de un equipo de remoción de escombros especializado conformado por 4 personas y dotado con 2 volquetes como mínimo. La relación de los equipos se presenta en el Cuadro N° 6.5.

Cuadro N° 6.5
Equipo mínimo necesario para la remoción de escombros

Modelo	Tipo	Peso Toneladas	Tanque (Galones)	Cantidad
CAT 725	Camión (15m3)	22	95.0	2
CAT 950G SERIES II	Cargador Frontal	18	75.3	1

Fuente: Página Web de Caterpillar Corp. <http://mexico.car.com/>

Los costos de alquiler por hora de la maquinaria fueron establecidos en base a la información proporcionada por el informe “Gestión de Residuos Sólidos en situaciones de Desastre” de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Para estimar el valor del alquiler de la maquinaria se controló por el uso de la cantidad de maquinaria y por las horas de utilización en base a una jornada diaria de 8 horas de trabajo. El costo de alquiler por hora de la maquinaria utilizada, excluidos los gastos asociados al combustible y al mantenimiento, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.6
Costos asociados al alquiler de la maquinaria

Maquina	Costo (US\$/Hora)
Cargador Frontal	24.69
Volquete	15.72

Fuente: Organización Panamericana de la Salud.
<http://www.paho.org/spanish/DD/PED/residuos-anexo.pdf>

Para realizar la operación de remoción, la maquinaria debió haber sido alquilada en Lima. Por esta razón, se calcula el costo evitado asociado al transporte de la maquinaria desde Lima hasta la zona donde se encuentra el oleoducto. Para ello, las máquinas debieron ser transportadas desde Lima hasta Pucallpa y luego a la zona donde ocurrió el incidente. Las distancias aproximadas y los costos promedios del flete son presentados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.7
Flete de Transporte y Distancias

Modalidad de Transporte	Costos (US\$/Tonelada por Km)
Camión	0.1
Fluvial	0.3

Distancia	Km
Lima - Pucallpa	1106
Pucallpa – Lugar del incidente	200

Fuente: INEI, Rubiano (2001), OEA.
<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea67s/ch013.htm>

Con la información proporcionada por un Estudio de Evaluación Geotécnica se obtiene el área en metros cúbicos que debió ser removida por la empresa infractora. Asimismo, se definió el progreso de la obra por hora de los volquetes en la remoción de los escombros. En el siguiente cuadro se muestran los cálculos realizados:

Cuadro N° 6.8
Estimación del número de días de operación en la zona impactada

1. Área por remover (m ³)	9,000
2. Progreso de la obra por hora de camiones (m ³)	30
3. Progreso de la Obra por día (m ³)	240
4. Total días	37.50
5. Total Meses de Trabajo	1.25

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Con esta información se calcula el gasto total estimado de la mano de obra para el período de referencia. Dichos resultados se muestran a continuación.

Cuadro N° 6.9
Estimación del costo de la mano de obra

Número Personas	4
Salario Mensual (S/.)	3,300
Gastos de Alimentación y Salud por día (S/.)	200
Total Gasto en Personal (S/)	46,500

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

El número de días de trabajo estimado permite calcular el costo total asociado al alquiler de la maquinaria necesaria para la remoción de escombros. Los resultados de este ejercicio se presente en el Cuadro N° 6.10.

Cuadro N° 6.10
Costos del Alquiler de la Maquinaria

Máquina	Número de equipos	Costo (US\$/Hora)	Horas Efectivas de Trabajo	Gasto en Alquiler de Maquinaria US\$
Cargador Frontal	1	24.69	300	7,407
Volquete	2	15.72	300	9,432
TOTAL (Soles 2003)				33,012

El tipo de cambio promedio S/ por US\$ para el año 2003 fue de 3.5

Fuente: Organización Panamericana de la Salud

<http://www.paho.org/Spanish/DD/residuos-anexos.pdf>

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Asimismo se estima el valor del gasto asociado al consumo de combustibles de las maquinarias para el número de días que debieron realizarse los trabajos en el área afectada (Cuadro N° 6.11), así como el gasto en fletes

asociado al transporte de la maquinaria a la zona del incidente (Cuadro N° 6.12) para la distancia estimada entre Lima y la zona del incidente. Este último se obtiene de multiplicar el costo de transporte, los kilómetros estimados y el peso de los equipos.

Cuadro N° 6.11
Gastos en Combustible y Mantenimiento

Precio Diesel 2 (S/.)	8.50
Mantenimiento por galón (S/.)	2
Galones por día	100
Transporte (Helicoptero) / día	2,452.50
Total (Soles 2003)	131,344

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG

Cuadro N° 6.12
Estimación del Costo de Transporte de la Maquinaria

Modalidad	Costos (US\$/T por Km)	Kilómetros	Peso (Toneladas)	Total US\$	Total Soles 2003
Terreste	0.1	1,106	62	6,857	24,000
Fluvial	0.3	200	62	3,720	13,020
Total Gasto en Fletes (Soles 2003)					37,020

El tipo de cambio promedio S/ por US\$ para el año 2003 fue de 3.5.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

En base a los resultados de los cuadros N° 6.9 6.10, 6.11 y 6.12, se calculó el costo evitado asociado al incumplimiento de la remoción de escombros en soles del 2003. Dentro de los costos evitados se debe incluir el valor del estudio geotécnico en la zona afectada para la identificación de los puntos

de acopio de los materiales de desecho (botaderos) cuyo valor asciende a S/. 50,000. Dichos resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.13
Estimación del Costo Evitado asociado a la remoción de escombros
(Soles 2003)

Personal	46,500
Combustible	131,344
Maquinaria	33,012
Fletes	37,020
Estudio Geotécnico	50,000
Total Beneficio Oculto (Soles 2003)	297,876

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos

Adicionalmente, suponiendo que la empresa infractora declaró estas ganancias para efectos del impuesto a la renta, el flujo de caja neto de la empresa para el período de referencia vinculado al costo evitado por la remoción de escombros es la diferencia del costo evitado y la deducción del impuesto a la renta.

Cuadro N° 6.14
Flujo de caja neto asociado a los costos evitados
de remoción de escombros (Soles 2003)

Variables	2003
Costos evitados	297,876
IR (30%)	89,363
FCN	208,513

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG

Con esta información se calcula, usando la tasa costo de oportunidad del sector y el número de períodos respectivos⁴⁹, el valor futuro de dicho monto en unidades monetarias del año 2005. Este resultado es el segundo componente del factor **B**, es decir el referido a los costos evitados por la no remoción de escombros. El resultado se muestra en el Cuadro N° 6.15.

Cuadro N° 6.15
Estimación del Costo evitado total asociado a la remoción de escombros (Soles 2005)

FCN (US\$ 2003)	59,575
Tasa Costo de Oportunidad Hipotética (TEA US\$)	10.56%
Valor Futuro (Soles 2005)	240,575

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG

En resumen, el *costo evitado total* asociado a la infracción se obtiene de sumar todos los gastos que la empresa no realizó en el período de referencia, y que son actualizados en unidades monetarias del año 2005. El cálculo del factor **B** se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.16
Estimación del Factor B (Soles del 2005)

Beneficio Oculto asociado a la no remoción de tierras	240,575
Beneficio Oculto asociado a la no realización de inversiones	492,079
Beneficio Oculto Total (valor futuro a Soles 2005)	732,654

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

⁴⁹. Se realiza el cálculo para 24 meses, desde diciembre del 2003 hasta diciembre del 2005.

6.1.3. Cálculo del Factor αD

De acuerdo a lo mencionado en la descripción del incidente, es posible identificar dos tipos de impactos ambientales:

- Daños al suelo y a los cuerpos de agua adyacentes al incidente que han ocasionado la pérdida de diversidad biológica (tanto de flora como de fauna). Ello ha deteriorado el entorno social de las comunidades nativas que viven en el área
- Deforestación excesiva en el área del impacto que ha provocado la pérdida 2000 m² de suelo forestal amazónico.

El valor del daño ambiental en la zona donde ocurrieron los incidentes se calculará utilizando el método de Transferencia de Valores⁵⁰ de las Disposiciones a Pagar (DAP) por la conservación del medio ambiente estimadas en estudios de valoración específicos nacionales e internacionales para reservas naturales, parques nacionales, ecosistemas frágiles, espacios recreativos, humedales, bosques tropicales primarios y secundarios, áreas costeras y marinas, espacios naturales serranos, estudios recopilatorios de valoración, entre otros. En el siguiente apartado se presentan los resultados de la aplicación del método de transferencia de beneficios.

⁵⁰. Las referencias a este método pueden encontrarse en la siguiente fuente electrónica: *Environmental Valuation Reference Inventory* del Gobierno Canadiense <http://www.evri.ca/english/default.htm>.

Valoración del daño ambiental: Método de Transferencia de Valores⁵¹

Para la valoración del daño ambiental descrito anteriormente, ha sido necesario contar con dos grupos de estudios de valoración, los cuales se describen a continuación.

A. Pérdidas de uso y de no uso asociadas a la deforestación de la selva amazónica

- **Andersen, L. (1997). *A Cost-Benefit Analysis of Deforestation in the Brazilian Amazonia*. IPEA Discussion Paper 455.** La investigación realiza un análisis costo-beneficio de la deforestación en la amazonía brasileña para determinar los costos del cambio de uso del suelo forestal a otro tipo de usos (como el agrícola), versus los beneficios de mantener el bosque en pie (beneficio de la conservación). El autor proporciona el valor de la DAP para una serie de bienes y servicios ambientales que proporciona el bosque amazónico brasileño valorizados en US\$ de 1990 por unidad de superficie (hectáreas). El autor parte del concepto de valor económico total para la estimación de los diferentes componentes de esta variable. Una parte de los valores son estimados a partir del enfoque de pérdida de productividad marginal del medio

⁵¹. El procedimiento de transferencia más apropiado para este caso es un meta-análisis de una colección de estudios de valoración ambiental o, alternativamente, una transferencia de la función de beneficios con sus respectivos contrastes de homogeneidad. Sin embargo, la escasez de estudios primarios que cumplan con los requerimientos exigidos por la literatura especializada junto con las condiciones ambientales particulares del *policy site* (sitio de intervención), para el cual no se posee un estudio específico, obligan a la realización de una transferencia de valores individuales.

ambiente⁵². En el caso de ciertos activos ambientales se realiza la transferencia de costos evitados para estimar el valor económico ambiental de la protección de cuencas y la erosión del suelo.

- **Fundación para el Desarrollo Agrario - FDA (2003).** *Valoración Económica de los Daños Ambientales Producidos en el Transporte del Gas de Camisea en el Sector Selva 1-Zona Chocoriari. Informe de Consultoría para el OSINERG.* El estudio efectúa una estimación del valor económico del daño ambiental producido por las actividades de instalación del gaseoducto y la alteración del trazado original de la etapa de transporte del gas de Camisea en la zona de Chocoriari, que abarca en total 182 Km del trazo inicial del ducto (desde el río Urubamba hasta la faldas de la cordillera Andina), mediante el cálculo de las pérdidas de valores de uso directo, uso indirecto y el valor de existencia que dicha zona ha sufrido. De este estudio se consideraron como relevantes sólo algunas estimaciones dado que algunos de los resultados presentados eran poco sostenibles en cuanto a la idoneidad de la aplicación del método de transferencia de beneficios. Para calcular las pérdidas de uso se utilizó el método de costos de mercado con el propósito de estimar: a) el valor de las especies forestales maderables y no maderables perdidas por la

⁵². Este método y sus variantes valorizan el daño ambiental en base a la afectación sobre las actividades productivas humanas próximas al área del incidente y su consiguiente pérdida de productividad. Se considera el método más factible para valorizar los daños ambientales en caso de que no existan estudios previos debido a su rápida implementación y la facilidad para recopilar datos de mercado. Sin embargo, presenta la desventaja de que si no existen actividades productivas en el sector afectado por el incidente no puede ser aplicado y constituye siempre una infravaloración pues no tiene en cuenta los valores de uso sin equivalente de mercado (como los recreativos) ni los valores de no uso.

deforestación, b) el valor de la pérdida de productividad agrícola debido a la reducción de hectáreas aprovechables para la agricultura, y c) las pérdidas asociadas a la reducción de la fauna. Adicionalmente, también se consideró el valor de la pérdida de biodiversidad asociado al uso de plantas medicinales para propósitos farmacéuticos en base a la información del estudio de Simpson y Craft (1996)⁵³.

- **Clarkson, R. y K. Deyes (2002). *Estimating the Social Cost of Carbon Emissions. Government Economic Service Working Paper N° 140*.** El documento realiza estimaciones de los costos sociales de las emisiones de dióxido de carbono, expresados en términos del valor económico del daño asociado por tonelada de CO₂ emitido a la atmósfera. El trabajo comienza discutiendo los dos principales métodos para realizar estas estimaciones: el método de costos marginales y el método de análisis costo – beneficio⁵⁴. Finalmente, el documento discute la idoneidad de utilizar las estimaciones como insumos para la toma de decisiones en el sector

⁵³. Simpson, R. A. Craft (1996). *The social Value of using Biodiversity in New Pharmaceutical Product Research*. Discussion Paper 96-33. Resources for the Future.

⁵⁴. El valor de absorción de carbono promedio por hectárea para un bosque de pinos, eucaliptos y álamos es de 44 toneladas de CO₂ por año (tCO₂/año) de acuerdo a Norverto, C. (1996). *La fijación de CO₂ en plantaciones forestales y en productos de madera en Argentina*. Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Se ha considerado este valor conservador debido a que el rango de valores que se reportan en los estudios internacionales sobre la absorción de carbono es muy holgado: 9 tCO₂/año a 105 tCO₂/año. Asimismo, se consideró el monto de 70 US\$₁₉₉₀ / Tonelada de CO₂ como el valor monetizado del servicio ambiental de la absorción de carbono por los bosques, el cual es presentado en el estudio de Clarkson y Deyes (2002).



público y sugiere la agenda pendiente a seguir en el futuro sobre la valorización de las emisiones de CO₂.

Pérdidas de uso y de no uso asociadas al impacto al medio ambiente y social de las comunidades nativas:

- **Yparraguirre Lázaro (2001). *Valoración económica del daño ambiental ocasionado por el derrame de petróleo en la localidad de San José de Saramuro – Loreto*.** Este estudio utiliza el enfoque de los *Gastos Defensivos o Preventivos*⁵⁵, y lo hace operativo a través de la técnica de *Valoración Contingente*⁵⁶. Este estudio estima el valor del daño ambiental a partir de la estimación del valor de uso indirecto y de no uso afectado por la pérdida de calidad ambiental debido al derrame ocurrido en el departamento de Loreto en el año 2000, debido al naufragio en el río Marañón de una barcaza que transportaba 5,500 barriles de petróleo. En este caso, el *study site* es San José de Saramuro y las poblaciones afectadas a lo largo de la extensión del derrame; mientras que el

⁵⁵. Este enfoque estima el valor de un daño ambiental a través de los gastos efectivos realizados por los individuos, empresas, gobiernos o comunidades para prevenir los efectos ambientales indeseables. Dado que los daños ambientales son generalmente difíciles de evaluar (por su magnitud, extensión y percepción social), la información acerca de los gastos defensivos constituye una buena aproximación a dicho valor. Sin embargo, cuando los gastos defensivos son impuestos por el gobierno en forma obligatoria, éstos pierden su capacidad para reflejar comportamiento, elección o preferencias individuales.

⁵⁶. La técnica de valoración contingente utilizada hizo uso del formato dicotómico múltiple (pregunta cerrada con distintas alternativas de elección). El vehículo de pago incluye las aportaciones de la población afectada: monetarias, en especie (productos de pesca artesanal y actividades agrícolas) y pago en forma de jornadas de trabajo gratuitas. Estos pagos serían administrados por una institución privada o pública que implemente un programa de control de la contaminación. El diseño de los pagos contempla pagos mensuales (medidos por la *DAP*) en un horizonte temporal de diez años, correspondiente al período de biodegradación del petróleo en cuerpos de agua.



policy site es el área de influencia del derrame de hidrocarburos de la selva norte de Ucayali.

Para realizar la transferencia de valores estimados en los estudios internacionales y nacionales a la zona del incidente (*policy site*), se han aplicado los siguientes ajustes:

- En el caso de la estimación del daño ambiental por la deforestación se realiza una corrección por las diferencias en el nivel de renta per-cápita de los países (Brasil y Perú) debido a que la renta es uno de los factores más relevantes a la hora de explicar cambios en los valores de los bienes o servicios ambientales. Para el caso de la estimación del daño ambiental vinculado al impacto en el medio ambiente y social de las comunidades se utilizó el PBI (base 1994) del departamento de Loreto y de Ucayali para corregir las diferencias de renta per-cápita entre ambas regiones. El ajuste se pondera mediante la elasticidad – renta.
- La elasticidad – renta del valor de los bienes y servicios ambientales es un estimador que indica cómo el valor de los atributos ambientales varía ante cambios en la renta per-cápita entre los países. El ajuste considerando la elasticidad – renta permite atenuar las discrepancias en la valoración del daño ambiental, al tomarse valores correspondientes a contextos cuyas condiciones socioeconómicas son distintas. Este ajuste se halla sustentado en la recomendación propuesta por Ardila, Quiroga y

Vaughan (1998) para los países de América Latina y el Caribe, donde este coeficiente ha sido estimado en 0.54.

- Se ajusta el valor transferido por la inflación ocurrida entre la fecha de realización del estudio fuente y la fecha donde se realiza la evaluación. Según los datos del *Bureau of Labor Statistics* la inflación promedio en los Estados Unidos para el período de 1990 (año de referencia del estudio de Andersen; 1997) y el 2003 fue 2.68% anual. Para el período de 1996 – 2003 (período de referencia del estudio de Simpson y Craft; 1996) la inflación promedio fue de 2.7% anual. Para los montos expresados en soles, se utilizan los índices de precios al consumidor de la ciudad de Iquitos y de Pucallpa publicados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, con el objeto de recoger de la mejor manera posible los cambios en el valor del dinero controlando por el efecto de las diferencias regionales en los precios. Asimismo, se aplica el tipo de cambio respectivo para obtener el valor transferido en moneda local (véase la ecuación 4.2).
- Andersen (1997) sugiere que se calcule el valor actual neto del flujo de caja perpetuo de la disposición a pagar por la conservación de los bienes y servicios ambientales que proporciona el bosque amazónico utilizando una tasa de descuento baja (entre 2% y 5% según el autor) dado que es esperable que la población considere conveniente la preservación del medio ambiente para las generaciones futuras. Ello haría que la gente tenga una preferencia por el consumo actual del medio ambiente mucho menor a otros

bienes (por ejemplo, el dinero), por lo cual es razonable que la tasa de descuento sea pequeña. La fórmula de la anualidad perpetua es la siguiente:

$$VAN = \frac{DAP}{r} \quad (6.1)$$

donde r es la tasa de interés y DAP es la disposición a pagar promedio agregada por familia. Esta fórmula se utilizará para valorizar los daños ambientales producto del impacto del derrame en el medio ambiente y el entorno social de las comunidades nativas. Sin embargo, como la empresa se ha comprometido a la remediación de los impactos ambientales, se estima un periodo aproximado de 15 años para recomponer el bosque y garantizar un nivel mínimo de provisión de servicios ambientales. Ello requiere que se calcule el valor actual neto para un flujo de caja a 15 años para el caso de la valorización del daño ambiental derivado de la deforestación. La tasa descuento para actualizar el flujo de caja que se utilizará en este estudio es de 5% tal como recomienda FDA (2003)⁵⁷. Calculando esta cifra, se obtiene el valor aproximado del daño ambiental por hectárea deforestada o afectada por la operación del oleoducto.

⁵⁷. “Para realizar este cálculo se ha empleado una tasa de actualización del 5%. Se ha escogido esta tasa porque ella representa, en media, el valor utilizado para préstamos donde se consideran bienes ambientales”.

Para calcular el valor del daño ambiental, se utiliza la fórmula de transferencia de valores unitarios propuesta por Heintz y Tol (1996) descrita en la Sección 4.2.2.

Valorización del Daño Ambiental como consecuencia de la Deforestación

Los resultados de la transferencia de valores para las pérdidas de uso y de no uso como consecuencia de la deforestación se presentan en el Anexo N° 3. La aplicación de la transferencia de valores arroja una cifra promedio de S/. 924,142 por hectárea de bosque amazónico deforestado. Para calcular el valor del daño ambiental en toda el área afectada, se expande el valor unitario por el número de hectáreas contaminadas (1 Ha). Este resultado se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.17
Valor Aproximado del Daño Ambiental por
deforestación en la selva sur de Ucayali

Tasa de Descuento	VAN / Ha (15 años)	Área Afectada (Ha)	Valor del Daño Ambiental (Soles 2005)
5%	924,142	1	924,142

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Valorización del Daño Ambiental del impacto en el medio ambiente y social de las comunidades nativas

En la aplicación del método de transferencia de valores para estimar este componente del daño ambiental en la zona del derrame, se debe tener

presente la necesidad que tanto el *study site*⁵⁸ como el *policy site* tengan características ambientales y sociales similares. En el Cuadro N° 6.18 se presenta una comparación de ambos escenarios:

Cuadro N° 6.18
Comparación del *study site* y el *policy site*

CARACTERÍSTICAS	Estudio Fuente	Zona a Transferir
	San José de Saramuro	Selva de Ucayali
Tipo de Incidente	Derrame de Hidrocarburos	Derrame de Hidrocarburos
Tipo de Contaminante	Petróleo	Petróleo
Tipo de ecosistema impactado	Llanura amazónica	Llanura amazónica
Tipo de elementos bióticos impactados	Agua (río)	Suelo y agua (quebrada)

Fuente: Yparraguirre (2001). Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Evaluando los entornos ecológicos y sociales de ambos escenarios, se concluye que el estudio de Yparraguirre (2001) cumple con la mayor parte de los requerimientos de homogeneidad⁵⁹ dado que ambos sitios están ubicados en cuencas con condiciones ecológicas equivalentes y presentan poblaciones bastante similares en términos socioeconómicos⁶⁰. El siguiente

⁵⁸. La magnitud del derrame en el *study site* fue de 5,500 barriles de petróleo y afectó una extensión del río Marañón equivalente a 220 km.

⁵⁹. Aunque en este caso, la degradación de uno de los elementos bióticos impactados en la zona del derrame, el suelo, no es cubierta por el estudio de San José de Saramuro. Sin embargo, está presente el problema que la degradación al suelo debe ser descompuesta entre los factores que la condicionan. En este caso, la degradación del suelo se venía produciendo desde antes de la ocurrencia del derrame, debido a la deforestación del suelo como consecuencia de la construcción del oleoducto.

⁶⁰. El ecosistema afectado en el *study site* es el río Marañón, el cual incluye tanto a las comunidades humanas y especies (flora y fauna) que dependen del mismo. Tanto en el *study site* como en el *policy site* tienen un río con alto riesgo de ser impactado. Por lo tanto, el área de influencia del derrame puede comprometer a las comunidades indígenas y colonos



Oficina de Estudios Económicos - OSINERG

cuadro resume la línea de base social del estudio. La disposición a pagar mediana por la conservación del medio ambiente fue estimada en S/. 10 mensuales por familia⁶¹.

Cuadro N° 6.19
Línea de Base Socioeconómica de San José de Saramuro – Loreto

Población Afectada	18,933 hab.
Población que se dedica a actividades agrícolas	90%
Población que se dedica a actividades pesqueras	81%
Población que se dedica a la extracción de leña y plantas medicinales	98%
Ingreso mensual promedio (Soles 2000)	[201 - 400]
Disposición a pagar (DAP) mensual por familia (Soles 2000)	10

Fuente: OSINERG – CESEL (2004).

Por ello, es posible utilizar el enfoque de transferencia de valores, en su variante de transferencia de valores unitarios ajustados. Este enfoque podría parecer simple por el hecho de que no valoramos específicamente la degradación del suelo afectado. Sin embargo, la estimación de la degradación del suelo viene incorporada en la estimación de la degradación ambiental de otros componentes como bosques, flora, fauna, etc. Así, las externalidades negativas generadas por el derrame sobre el agua y el suelo (que representan un alto riesgo de propagación debido a la alta probabilidad

adyacentes a la zona del *policy site*, como de hecho ocurrió en el *study site*. De esta forma, se debe realizar ajustes en el proceso de transferencia de acuerdo al grado de divergencia entre estos factores. Por ello, se utiliza la corrección por PBI regional entre Loreto y Ucayali.

⁶¹. El valor representativo de la DAP tomado por Yparaguire corresponde al 50.61 por ciento de la población y es, por lo tanto, la *mediana* de la muestra (50 por ciento de los entrevistados presenta una DAP menor a este valor y 50 por ciento presenta un valor mayor). Los valores en dólares están calculados al tipo de cambio de S/. 3.49 por US\$, al 30 de junio del 2001. Yparaguire (2001) también presenta un segundo valor, de S/. 20 (US\$ 5.72), correspondiente al 34.15 por ciento de los entrevistados. Yparaguire se basa en Hanemann (1991) para elegir el valor de S/. 10, ya que la mediana se ve menos afectada por valores extremos en distribuciones asimétricas. Haneman, M. (1991). "Willingness to Pay and Willingness to Accept: How much can they differ?" *American Economic Review*. 81: 635-647.



de crecida del río cercano) mostraría un escenario muy parecido al descrito por el *study site*. Para la realización de la transferencia de valores suponemos que las características socioeconómicas del *study site*, reveladas en el Cuadro N° 6.19 son similares a las condiciones del *policy site*, dadas las similitudes geográficas y ecológicas de ambos escenarios, por lo cual es factible la realización de la transferencia de valores. El estudio fuente indica que la población objetivo estima que la consecuencia más importante derivada de la contaminación es su efecto en la salud de las personas.

El estudio también muestra aspectos que intervienen en el proceso de valoración y que pueden ser identificados como valores de uso: valores de uso directo (uso del agua para consumo humano) y valores de uso indirecto (uso del agua como hábitat para el desarrollo de peces, función ecosistémica que genera externalidades a la pesca y que afecta, por lo tanto, el nivel de bienestar de la población objetivo, etcétera). Es muy probable que estos valores de uso se encuentren incorporados en la disposición a pagar mediana (DAP) estimada por el estudio. Con la información del estudio de Yparraguirre (2001) y los datos de partida para la realización de los cálculos presentados en el Anexo N° 4, se realiza la transferencia de valores para la zona donde ocurrió el derrame de petróleo cuyos resultados se muestran en el Cuadro N° 6.20.

Cuadro N° 6.20
Datos de Partida para la Transferencia de Beneficios

Región	PBI Departamental Millones de soles en el año 2000 (Base = 1994)	Mes	IPC Promedio
Loreto	2,923.24	Dic-00	100.401858
Ucayali	1,293.00	Dic-05	105.032220

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

Cuadro N° 6.21
Transferencia de la DAP: San José de Saramuro – Selva de Ucayali

DAP Estudio Fuente (S/.)	10
Fecha	Dic-00
Transferencia	
Elasticidad Renta	0.54
Ajuste PBI (S/.)	0.64
Factor de ajuste por inflación	1.05
DAP Zona de Impacto (Soles 2005)	6.73

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Ahora, es necesario agregar los valores comprometidos en las labores de remediación desde el punto de vista de la estructura de pagos prevista en el estudio fuente. El estudio considera un horizonte temporal de pagos de diez años. Sin embargo, es preferible que estos valores puedan ser evaluados en un período de tiempo infinito. La lógica precisa que el programa de compensación supuesto como escenario contingente para la valorización del daño en la zona de San José de Saramuro al ser transferido al *policy site* pueda volverse un programa preventivo que dé un indicador del monto que está dispuesta a pagar cada familia para garantizar un monitoreo permanente de las condiciones de calidad ambiental sobre los cuerpos de agua En el

Cuadro N° 6.22, se calcula el valor actualizados de los flujos de pagos determinado a la tasa de descuento del 5% para la DAP transferida del *study site* utilizando fórmula 6.1.

Cuadro N° 6.22
Valor Aproximado del Daño Ambiental
producido por el impacto al medio ambiente y medio
social de las comunidades nativas

Número Familias	DAP (Soles 2005)	Valor de No Uso Mensual	Tasa Mensual (TEA = 5%)	Valor del Daño Ambiental (VAN Soles 2005)
1,000	6.73	6,730	0.407412%	1,651,889

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Los resultados del Cuadro N° 6.22 y el Cuadro N° 6.17 constituyen los valores monetizado de las pérdidas ambientales y sociales producto de los impactos del derrame de hidrocarburos en el medio ambiente y social de las comunidades nativas aledañas a la zona del incidente, así como de la deforestación en ecosistemas como los bosques tropicales húmedos de la selva norte de Ucayali. No obstante, debe reconocerse que el método de transferencia de valores posee un margen de error que puede bordear entre el 10% y el 56% según Barton (2002)⁶². En este sentido, es posible sensibilizar el valor del daño ambiental para la parte que ha sido transferida. Los resultados de esta sensibilización para los márgenes de error mencionados se presentan en el Cuadro N° 6.23.

⁶². Barton, D. (2002) 'The Transferability of Benefit Transfer: Contingent Valuation of Water Quality Improvements in Costa Rica'. *Ecological Economics*. 42: 147-164.

Cuadro N° 6.23
Sensibilización de la Estimación del Daño Ambiental en la selva de
Ucayali

Categorías de Valor	Valor	Intervalo [-10% , 10%]		Intervalo [-56% , 56%]	
Deforestación					
Valor de Uso (No Transferido)	611,101	611,101	611,101	611,101	611,101
Valor de Uso Indirecto y de No Uso (Transferidos)	313,041	281,737	344,345	137,738	488,344
Valor del Daño por Ha (Soles 2005)	924,142	892,838	955,446	748,839	1,099,445
<i>Daño Ambiental por Deforestación (Soles 2005) (1 Ha)</i>	<i>924,142</i>	<i>892,838</i>	<i>955,446</i>	<i>748,839</i>	<i>1,099,445</i>
Medio Ambiente y Medio Social (Contaminación de Acuíferos)					
Pérdidas de Uso Indirecto y de No Uso, Medio Ambiente y Medio Social (Soles 2005)	1,651,889	1,486,700	1,817,078	726,831	2,576,947
Compensación Económica a Comunidades Nativas (Soles 2005)	(165,270)	(165,270)	(165,270)	(165,270)	(165,270)
Estimación Total del Daño Ambiental (Selva de Ucayali)					
Valor del Daño Ambiental (2005)	2,410,761	2,214,268	2,607,254	1,310,401	3,511,122

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Dado que la empresa compensó parcialmente a las 1000 familias por daños y perjuicios por un monto de S/. 165,270 (US\$ 50,000) se ha descontado este componente de la estimación mediana del daño ambiental. Para los propósitos de este documento, se ha optado por considerar el valor medio de la estimación. Por tanto, el valor mediano aproximado del daño ambiental por la contaminación en la zona afectada asciende a **S/. 2,410,761**.

Aplicando el 5% a los valores del daño ambiental estimados mediante la técnica de transferencia de valores, se obtiene el componente ***aD*** de la multa por daños ambientales para este caso:

Cuadro N° 6.24
Cálculo Factor αD

Método	Valor del Daño Ambiental (Soles 2005)	Factor αD (5% del Daño)
Transferencia de Valores	2,410,761	120,538

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

6.1.4. Cálculo del Factor A

De acuerdo a la Resolución N° 032-2005-OS/GG, el factor A puede variar la multa entre -15% y 56% de su valor original como máximo. La fórmula de la multa *ex – post* se plantea como sigue:

$$Multa = (B + \alpha D) * \left(1 + \frac{\sum_{n=1}^7 F_i}{100} \right) \left(1 + \frac{F_8}{1000} \right)$$

donde $A = [1 + (F_1 + \dots + F_7)] * (1 + F_8 / 100)$:

Se establecen como agravantes o atenuantes los factores asociados al comportamiento procesal de la empresa. Estos factores se presentan en el Anexo N° 2. En el siguiente cuadro se reportan los resultados de la aplicación de los agravantes y atenuantes por parte del Organismo Supervisor.

Cuadro N° 6.25
Cálculo del Factor A

F1	Antecedentes de Incumplimiento	1
F2	Respuesta a la Emergencia	0
F3	Grado de Colaboración	-2
F4	Tipo de Accidente	2
F5	Capacidad para afrontar gastos evitados	6
F6	Afectación a Comunidades Indígenas	5
F7	Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental	0
F8	Afectación a Reservas Naturales	0
	Factor Final	1.12

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Con este resultado es posible calcular la multa por daños ambientales de la siguiente manera:

$$M_{Ex-Post}^* = (732,654 + 120,538) * 1.12$$

Cuadro N° 6.26
Cálculo de la Multa Ex - Post

Multa (B + αD)*A	S/. 955,575
Multa UIT = 3,400	281.1

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

6.2. Deforestación de un bosque tropical húmedo de la selva del departamento de Loreto durante la construcción de un oleoducto

Este caso trata sobre las infracciones que cometió la empresa concesionaria XY durante la construcción de un oleoducto, las cuales provocaron la deforestación y la erosión en un área del bosque amazónico peruano cerca

de la ciudad de Iquitos en la selva del departamento de Loreto. Estas faltas fueron detectadas por el supervisor del OSINERG encargado de verificar el cumplimiento de las condiciones técnicas y de seguridad establecidas por la ley para este tipo de proyectos luego de la fiscalización regular a comienzos del año 2002.

6.2.1. Descripción de la Infracción

Las infracciones constituyen incumplimientos al Reglamento de Protección Ambiental para las actividades de Hidrocarburos (D.S. 046-93-EM), las cuales se citan a continuación:

- La empresa XY durante el proceso de construcción del oleoducto a lo largo de 9 km. provocó la deforestación de un área de 5 hectáreas y ocasionó la desestabilización de taludes y la erosión del suelo. El desbroce ha originado daños directos al ecosistema del bosque, entre los cuales pueden citarse: la pérdida de suelo orgánico (*top soil*) que ha provocando la pérdida de la cobertura vegetal al ser arrojado por las pendientes, los escurrimientos de material que han aumentado la probabilidad de deslizamientos, así como la fragmentación del hábitat natural de las especies locales. El desbroce del bosque es mayor a los 30 metros permitidos por el artículo 46° del Reglamento de Protección Ambiental del Sector Hidrocarburos.

Estas faltas infringen diversos artículos (22° inciso “c”, 46° y 48°) del Reglamento de Protección Ambiental (RPA) en las Actividades de

Hidrocarburos, lo cual constituye una infracción administrativa sancionable de acuerdo al artículo 1° de la Ley N° 27699, acorde con lo establecido en el artículo 48° del RPA. En la Escala de Multas y Sanciones del OSINERG (modificatoria de la Escala de Multas y Sanciones del OSINERG - Resolución N° 028-03-OS/CD - aprobada por Resolución de Consejo Directivo OSINERG N° 054-04-OS/CD), la infracción cometida por la empresa XY está tipificada en el numeral 3.5.3 “No cumple con los compromisos del PMA, del EIA y del PAMA”. Debido al contexto en el que fueron detectadas las faltas y la presencia de contaminación ambiental, la multa que corresponde en este caso es un de tipo *ex – post*.

De acuerdo a la Escala de Multas y Sanciones del OSINERG, la cota máxima permisible para la multa por esta infracción es de 10,000 UIT. Con el propósito de establecer el valor de la multa para este caso, se procederá a calcular los tres componentes de la multa *ex – post* que quedó establecida en la Resolución N° 032-2005-GG/OS “Pautas para el cálculo de multas por Impactos o Daños Ambientales del OSINERG”, numeral 4.3. “Pautas por no cumplir con los compromisos del PMA, del EIA y del PAMA, relativos a la deforestación excesiva, desestabilización de taludes o pérdida de suelos (erosiones y cárcavas) y que ha sido sustentada en este documento de trabajo.

6.2.2. Cálculo del Factor B

Para calcular el valor estimado del beneficio ilícito que la empresa obtuvo por no cumplir con las normas citadas anteriormente, se plantea un escenario hipotético de cumplimiento en donde la empresa hubiera tomado

las medidas necesarias para evitar los impactos ambientales. El cumplimiento de estas normas hubiera demandado a la empresa XY la contratación de un equipo de remoción de escombros especializado conformado por 8 personas y dotado con 8 máquinas como mínimo. La relación de los equipos necesarios para esta operación se presenta a continuación:

Cuadro N° 6.27
Equipo mínimo necesario para la remoción de escombros

Modelo	Tipo	Peso Toneladas	Tanque (Galones)	Cantidad
CAT 725	Camión (15m3)	22	95.0	4
CAT 950G SERIES II	Cargador Frontal	18	75.3	3
CAT D6N	Tractor de Cadena	16	79.0	1

Fuente: Página Web de Caterpillar Corp. <http://mexico.cat.com/>

Los costos de alquiler por hora de la maquinaria fueron establecidos en base a la información proporcionada por el informe “Gestión de Residuos Sólidos en situaciones de Desastre” de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Para estimar el valor del alquiler de la maquinaria se controló por el uso de la cantidad de maquinaria y por las horas de utilización en base a una jornada diaria de 8 horas de trabajo. El costo de alquiler por hora de la maquinaria utilizada, excluidos los gastos asociados al combustible, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.28
Costos asociados al alquiler de la maquinaria

Maquina	Costo (US\$/Hora)
Cargador Frontal	24.69
Volquete	15.72
Tractor	36.80

Fuente: Organización Panamericana de la Salud.
<http://www.paho.org/Spanish/DD/PED/residuos-anexos.pdf>

Dado que las operaciones de remoción de materiales debieron efectuarse en la zona mencionada al principio de este informe, la empresa debió transportar la maquinaria vía terrestre desde Lima hasta Pucallpa y vía fluvial desde Pucallpa hasta Iquitos. La distancia aproximada hasta dicho lugar, así como los fletes promedio mínimos se presentan en el Cuadro N° 6.29.

Cuadro N° 6.29
Fletes de Transporte Mínimos y Distancias Medias

Modalidad de Transporte	Costos (US\$/Tonelada por Km)
Terrestre	0.1
Fluvial	0.3

Distancia	Km
Lima – Pucallpa	1,106
Pucallpa – Iquitos	587

Fuente: INEI, Rubiato (2001), OEA.
<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea67s/ch013.htm>

Se definió la cantidad de metros lineales a lo largo de la distancia que fue comprometida por la infracción, el área afectada aproximada y el número de metros lineales que el equipo de remoción de escombros hubiera cubierto con sus operaciones para calcular el número de días que se debió utilizar en toda la operación en el área afectada. En el Cuadro N° 6.30 se presentan los resultados de esta evaluación.

Cuadro N° 6.30
Estimación del número de días de operación en la
zona impactada por la deforestación

1. Total de metros Lineales Afectados	9,000
2. Área Afectada Aproximada (Ha)	5
3. Progreso de la Obra por día (metros)	200
4. Total días	45
5. Total Meses de Trabajo	1.5

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Con esta información se calculó el gasto total estimado de la mano de obra para el período de referencia, el cual se presenta en el Cuadro N° 6.31.

Cuadro N° 6.31
Estimación del costo de la mano de obra

Número Personas	8
Salario Mensual (S/.)	3,300
Gastos de Alimentación y Salud por día (S/.)	200
Total Gasto Personal – 45 días, (Soles 2002)	48,600

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

El número de días de trabajo estimado permite calcular el costo total asociado al alquiler de la maquinaria necesaria para la remoción de escombros y el movimiento de tierra:

Cuadro N° 6.32
Costos de Alquiler de la Maquinaria

Máquina	Número de equipos	Costo (US\$/Hora)	Horas Efectivas de Trabajo	Gasto en Alquiler de Maquinaria US\$
Cargador Frontal	4	24.69	360	35,554
Volquete	3	15.72	360	16,978
Tractor	1	36.80	360	13,248
TOTAL (Soles 2002)				231,543

El tipo de cambio promedio S/ por US\$ para el año 2002 fue de 3.52.

Fuente: Organización Panamericana de la Salud.

<http://www.paho.org/Spanish/DD/PED/residuos-anexos.pdf>.

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Asimismo se estima el valor del gasto asociado al consumo de combustibles de las maquinarias para el período de días en que debieron realizarse los trabajos en el área afectada (Cuadro N° 6.33), así como el gasto en fletes

asociado al transporte de la maquinaria a Iquitos (Cuadro N° 6.34) para la distancia estimada entre Lima e Iquitos. Este último valor se obtiene de multiplicar el costo de transporte, los kilómetros estimados y el peso de los equipos. Debido a que no es posible llegar vía terrestre a la zona de construcción del oleoducto, se requiere transporte el combustible mediante un helicóptero fletado.

Cuadro N° 6.33
Gastos en Combustible

Precio Diesel 2 (S/.)	8.5
Mantenimiento por galón (S/.)	2.0
Galones por día	200
Transporte (Helicóptero) por día	2,640
Total (Soles 2002)	213,300

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Cuadro N° 6.34
Estimación del Costo de Transporte de la Maquinaria

Modalidad	Costos (US\$/T por Km)	Kilómetros	Peso (Toneladas)	Total US\$	Total Soles 2002
Camión	0.1	1,106	158	17,475	61,512
Deslizador	0.3	587	158	27,824	97,941
Total Gasto en Fletes (Soles 2002)					159,453

* El tipo de cambio promedio S/ por US\$ para el año 2002 fue de 3.52. Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

En base a los resultados de los cuadros N° 6.31, 6.32, 6.33 y 6.34 se calculó el costo evitado asociado a la infracción para el período de referencia.

Dentro de los costos evitados se debe incluir el estudio geotécnico en la zona afectada para la identificación de los puntos de acopio de los materiales de desecho (botaderos) cuyo valor es de S/. 35,000. Al resultado total, se le adicionó los intereses que pudo haber ganado el infractor al destinar estos recursos a una alternativa de inversión, para ello se tomó la tasa costo de oportunidad del capital hipotética (COK) de 10.56% anual en US dólares.

Cuadro N° 6.36
Estimación del Costo Evitado

Personal	48,600
Combustible	213,300
Maquinaria	231,543
Fletes	159,453
Estudio Geotécnico	35,000
Costo Evitado (Soles 2002)	687,896
Costo Evitado (US\$ 2002)	195,425
Total Beneficio Oculto (Soles 2005) (incluye tasa COK = 35.32% acumulada entre los años 2003 a 2005)	872,967.82

De acuerdo al Banco Central de Reserva del Perú, el tipo de cambio promedio S/ por US\$ para el año 2002 fue de 3.52. En el año 2005, el tipo de cambio promedio fue de 3.3054 soles por dólar.
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Debido a que este monto debió gastarse en una actividad temporal asociada a la construcción de la obra en la zona donde ocurrieron los impactos ambientales, el gasto por este concepto sólo puede ser atribuible al ejercicio fiscal del año en que ocurrieron. El hecho que estos gastos sean no depreciables (asociados a los costos indirectos de la operación de construcción del ducto más que a inversiones específicas en infraestructura

para la protección ambiental) impide que se genere algún tipo de escudo fiscal, por lo que no es necesario proyectar los flujos de caja para el ciclo primario y de reemplazo.

Por lo tanto, el costo evitado relevante asociado a la infracción (que viene a ser el beneficio ilícito que obtuvo la empresa por la infracción que originó daños ambientales, es decir el factor *B*) se obtiene de sumar todos los gastos que la empresa no realizó para evitar la deforestación más la ganancia derivada de la inversión de los fondos en la alternativa financiera más modesta, el cual asciende a *S/ 872,968*.

6.2.3. Estimación del Valor del Daño Ambiental

La multa ambiental óptima incorpora una proporción del valor del daño ambiental (*D*) ocasionado como consecuencia de las infracciones a las normas ambientales, técnicas y de seguridad. El valor del daño ambiental en la selva de Iquitos se calcula utilizando el método de Transferencia de Valores de las Disposiciones a Pagar (*DAP*) por la conservación del medio ambiente estimadas en estudios de valoración específicos nacionales o internacionales para reservas naturales, parques nacionales, ecosistemas frágiles, espacios recreativos, humedales, bosques tropicales primarios y secundarios, áreas costeras y marinas, espacios naturales serranos, estudios recopilatorios de valoración, entre otros.

Para el caso de la infracción descrita en este caso, se han tomado como referencia el procedimiento de transferencia y las investigaciones citadas en

el caso de estudio anterior. El resultado de la transferencia de valores se presenta en el Anexo N° 4.

La aplicación de la transferencia de valores arroja una cifra promedio de 924,142 soles del año 2005 por hectárea de bosque amazónico deforestado. Para calcular el valor del daño ambiental en toda el área afectada, se expande el valor unitario por el número de hectáreas impactadas (5 Ha). Este resultado se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.37
Valor Aproximado del Daño Ambiental en la selva de Loreto

Tasa de Descuento	VAN / Ha	Área Afectada (Ha)	Valor del Daño Ambiental Ocasionado por la Deforestación (Soles 2005)
5%	924,142	5	4,620,710

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Este resultado constituye el valor monetizado aproximado de las pérdidas ambientales producto de la deforestación de los bosques tropicales húmedos de la selva de Loreto. No obstante, debe reconocerse que el método de transferencia de beneficios posee un margen de error que puede representar entre el 10% y el 56% según Barton (2002). En este sentido, es posible sensibilizar el valor del daño ambiental para la parte que ha sido transferida. Los resultados de esta sensibilización para los márgenes de error mencionados son presentados en el Cuadro N° 6.38.

Cuadro N° 6.38
Sensibilización de la Estimación del Daño Ambiental en la selva de Loreto

	Valor Medio	Intervalo [-10% , 10%]		Intervalo [-56% , 56%]	
Valor de Uso (No Transferido)	611,101	604,747	604,747	604,747	604,747
Valor de Uso Indirecto y de No Uso (Transferidos)	313,041	281,737	344,345	137,738	488,344
Valor del Daño por Ha (S/)	924,142	886,484	949,092	742,485	1,093,091
Valor del Daño Ambiental (S/)	4,620,710	4,432,418	4,745,459	3,712,424	5,465,453

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Para los propósitos de este documento, se ha optado por considerar el valor medio del daño ambiental. Por ello, el valor aproximado del daño ambiental por la deforestación en la zona de construcción del gasoducto asciende a S/. 4,620,710. Aplicando el porcentaje del 5% sobre el valor del daño ambiental presentado en el Cuadro N° 6.37, se obtiene el componente αD de la multa por daños ambientales.

Factor αD (5% del Daño) Soles 2005
231,036

6.2.4. Cálculo del Factor A

De acuerdo a la Resolución N° 032-2005-OS/GG, el factor A puede variar la multa entre -15% y 56% de su valor original como máximo. La fórmula de multa *ex – post* se plantea como sigue:

$$Multa = (B + \alpha D) * \left(1 + \frac{\sum_{n=1}^7 F_i}{100} \right) \left(1 + \frac{F_8}{1000} \right)$$

donde $A = [1 + (F_1 + \dots + F_7)] * (1 + F_8 / 100)$:

Se establecen como agravantes o atenuantes los factores asociados al comportamiento procesal de la Empresa. Estos factores se presentan en el Anexo N° 2. En el siguiente cuadro se reportan los resultados de la aplicación de los agravantes y atenuantes por parte del Organismo Regulador para este caso.

Cuadro N° 6.39
Cálculo del Factor A

F1	Antecedentes de Incumplimiento	1
F2	Respuesta a la Emergencia	0
F3	Grado de Colaboración	-2
F4	Tipo de Accidente	2
F5	Capacidad para afrontar gastos evitados	6
F6	Afectación a Comunidades Indígenas	3
F7	Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental	0
F8	Afectación a Reservas Naturales	0
	Factor Final	1.10

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Con este resultado es posible calcular la multa por daños ambientales para la empresa infractora de la siguiente manera:

$$Multa_{Ex-Post} = (872,968 + 231,036) * 1.10$$

Cuadro N° 6.13
Cálculo de la Multa

Multa $(B + \alpha D) * A$	S/. 1,214,404
Multa UIT = 3,400	357.18

Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

7. Conclusiones y Comentarios Finales

La supervisión y fiscalización del sector hidrocarburos en los países en desarrollo constituyen labores clave para su correcto desempeño bajo estándares de calidad y seguridad apropiados que garanticen un adecuado y sostenible abastecimiento de los combustibles que los usuarios requieren para satisfacer una diversidad de necesidades. La importancia de la supervisión y fiscalización por parte del Estado de sectores como el mencionado se pone de manifiesto cuando se implementan reformas estructurales que modifican el régimen de propiedad y la gestión pública de la industria hacia formas de organización donde la participación del sector privado es relevante puesto que la supervisión y fiscalización constituyen esquemas de control del cumplimiento de las normas legales que rigen el sector por parte de los operadores privados, y que reemplazan las tradicionales formas de control estatal dentro de las empresas públicas.

No obstante la relevancia que tiene la supervisión del sector hidrocarburos, la experiencia en el Perú sobre este particular ha sido escasa. Sin embargo, en los últimos años, se ha puesto mayor énfasis en el control de las actividades de las empresas y en su fiscalización, obteniéndose mejoras en el cumplimiento de las normas y reglamentos que rigen el sector.

Las modificaciones realizadas al marco de la supervisión del sector responden a un nuevo enfoque de supervisión del sector energía que considera: a) el empleo de criterios científicos (que involucran a la Estadística y la Economía) para el diseño de instrumentos sancionadores flexibles, b) el énfasis en la fiscalización por resultados, c) la elaboración de una estrategia innovadora de aplicación simultánea del esfuerzo de fiscalización y la ejecución del sistema de penalizaciones para fortalecer las facultades sancionadoras del Organismo Supervisor, y d) la consistencia metodológica en la aplicación de las multas y sanciones pecuniarias y no monetarias en diferentes ámbitos de acción de la supervisión del sector.

Como se ha discutido en Vásquez y Gallardo (2005), la idea detrás del comportamiento ilícito de los agentes es que existe una racionalidad económica que lo dirige, es decir los agentes evalúan los costos y beneficios económicos de su conducta ilegal para decidir si incumplen o no con las normas. Así, las infracciones, delitos y demás violaciones a las normas son en promedio una respuesta a incentivos económicos que se producen en una situación donde el acto ilegal reporta mayores beneficios pecuniarios o económicos en relación a los costos asociados a las infracciones (por ejemplo, las multas y sanciones pecuniarias, el encarcelamiento, la suspensión de actividades empresariales, el comiso de bienes, entre otros).

En este sentido, la literatura especializada plantea que naturalmente no existen incentivos para que los agentes privados cumplan con las normas en la medida que puedan conseguir mayores beneficios incumpléndolas. En otras palabras, los agentes económicos pueden adoptar conductas oportunistas con el objeto de explotar las ganancias ilícitas burlando las

normas y no considerando los daños y perjuicios que sus acciones ilegales pueden causar a la sociedad. Por ejemplo, ello ocurre cuando no es posible observar el esfuerzo que hace la empresa concesionaria para prevenir la contaminación del medio ambiente o cuando la información relativa a su esfuerzo es información privada⁶³.

La monitorización y puesta en efecto (*enforcement*) de las normas ambientales por parte del OSINERG en los ámbitos de su competencia requiere la aplicación de sanciones y multas administrativas, con el objeto de penalizar y disuadir a las empresas infractoras de no generar contaminación ambiental. En este proceso, el OSINERG ha enfrentado el desafío de diseñar esquemas de sanciones para aquellos casos donde se infringen las normas técnicas, de seguridad, y de protección ambiental que rigen la industria de hidrocarburos, los cuales provocan, *ex – post* su ocurrencia, daños ambientales significativos (externalidades negativas). El hecho que sucedan este tipo de incidentes es una particularidad de la industria de hidrocarburos ya que sus actividades industriales en las fases *upstream* y *downstream* están expuestas a una serie de riesgos que pueden ocasionar accidentes que generen la contaminación del medio ambiente, tanto en la fase de construcción de la infraestructura de producción, transporte y comercialización como en la fase de operación de la misma.

La posibilidad de que ocurra la contaminación hace necesario el concurso del OSINERG para garantizar que las empresas cumplan con las normas técnicas, de seguridad y de protección ambiental del sector mediante el ejercicio de la supervisión y la aplicación de sanciones para disuadir las

⁶³. Ello sucede cuando existe el problema de la asimetría de información entre el Organismo Supervisor y las empresas concesionarias.

conductas ilícitas o inducir a que las empresas internalicen de alguna manera los daños que provocan a la sociedad.

Como se ha planteado en el presente documento, las afectaciones al medio ambiente causadas por accidentes que tienen su origen en el incumplimiento de las normas técnicas, de seguridad y/o de protección ambiental pueden medirse de manera costo-efectiva mediante las técnicas de transferencia de los valores de las disposiciones a pagar por la conservación del medio ambiente estimadas en estudios fuente nacionales e internacionales. De acuerdo a la literatura revisada en este documento, es posible utilizar este valor para diseñar esquemas de sanciones óptimos que permitan al OSINERG mejorar el cumplimiento de las normas que rigen la industria de hidrocarburos.

Para deducir el esquema de sanciones óptimo, en este documento se ha planteado un modelo que analiza la relación de agencia entre un organismo supervisor y una empresa cuyas operaciones están sujetas a riesgos, los cuales pueden provocar accidentes que generan contaminación ambiental. Con el objeto de regular la conducta de la empresa hacia una situación de cumplimiento de las normas, la agencia reguladora debe realizar una supervisión *ex – ante* la ocurrencia de incidentes, lo cual implica realizar un esfuerzo de fiscalización asociado a las medidas de supervisión regulares para elevar la probabilidad de detección de las infracciones. De ocurrir un accidente, la agencia reguladora debe supervisar *ex – post* el incidente con el objetivo de garantizar que la empresa asuma los costos asociados al accidente (remediación de los daños ambientales). Para ello, debe realizar un esfuerzo de fiscalización adicional al que realiza regularmente. En ambas

situaciones, la empresa puede apelar las sanciones en instancias superiores a la instancia administrativa (por ejemplo, el Poder Judicial), lo cual reduce la probabilidad de aplicación de las sanciones.

La solución del modelo teórico permite identificar que la multa óptima para la situación *ex – ante* está en función del beneficio ilícito que obtiene la empresa al incumplir las normas y de la probabilidad de detección que refleja el esfuerzo de fiscalización realizado por la agencia supervisora. La multa *ex – ante* cumple la función de disuadir a la potencial empresa infractora de incumplir las normas antes de la ocurrencia de perjuicios sociales severos. Esta multa iguala los beneficios de la empresa y el costo de no prevenir las infracciones a las normas de modo que la empresa no tenga incentivos para infringir la ley.

Por otro lado, la multa óptima para la situación *ex – post* depende también del beneficio ilícito que se obtiene por la infracción, pero también de un factor de agravación por el daño ambiental ocasionado (el cual se aproxima mediante la estimación del valor económico de la contaminación) y de un componente de error que se puede aproximar mediante la graduación de atenuantes y agravantes asociados al comportamiento durante el proceso administrativo sancionador de las empresas. La multa ambiental *ex – post* tiene por objeto disuadir a la empresa de que incumpla con las disposiciones legales en el futuro e inducir a que internalice una parte de los daños ambientales (externalidades) que provoca su conducta infractora, haciendo que el costo que asume la sociedad por los impactos ambientales se iguale a los costos privados de la empresa.

Los resultados teóricos obtenidos permiten implementar un esquema de sanciones óptimo que permite disuadir comportamientos infractores por parte de los agentes administrados y corregir hasta cierto punto la falla de mercado asociada a la generación de externalidades que en la práctica se manifiestan en daños ambientales. De esta manera, es posible calcular el monto de las multas ambientales en base a criterios objetivos, reduciendo la discrecionalidad del regulador y otorgando mayor transparencia al proceso administrativo sancionador del OSINERG.

El desafío para la implementación de un esquema de sanciones como el planteado es la estimación de las variables que determinan las sanciones óptimas. Este documento ha respondido a este desafío planteando metodologías de estimación para estas variables.

En primer lugar, se recomienda que el beneficio ilícito B se calcule utilizando el BENMODEL, el cual es un esquema desarrollado por la *Office of Enforcement and Compliance Assurance* de la *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA). El BENMODEL tiene por objeto la cuantificación de los beneficios económicos derivados del incumplimiento de los compromisos para garantizar condiciones adecuadas de seguridad de acuerdo a la ley asumidas por las empresas privadas, cuyos detalles se explican en la Sección 4.1 de este documento y en el Anexo N° 1.

En segundo lugar, el factor de agravación de la sanción es una proporción α del valor del daño ambiental (D) ocasionado por las infracciones, el cual se calcula mediante la estimación de la disposición a pagar por la conservación del medio ambiente. El valor del daño ambiental puede calcularse en base a

Oficina de Estudios Económicos - OSINERG

métodos de valorización económica de daños ambientales dado que estas técnicas han experimentado una creciente refinación, por lo cual las posibilidades de cálculo de multas administrativas en base a esta variable han aumentado considerablemente. Este documento recomienda la utilización del método de transferencia de valores debido a que es una alternativa costo – efectiva para las agencias reguladoras como el OSINERG que deben aplicar sanciones ambientales mediante un proceso administrativo sancionador diligente y en el menor tiempo posible.

El OSINERG ha hecho legal la aplicación de la metodología de cálculo de sanciones presentada en este documento mediante la Resolución N° 032-2005-OS/GG, la cual se presenta en el Anexo N° 2 de este documento.

En este documento se han presentado dos casos hipotéticos donde dos empresas petroleras infringen una serie de normas ambientales que provocan la deforestación del bosque amazónico y la contaminación de suelos y cuerpos de agua como consecuencia de un derrame de hidrocarburos. El objetivo de este ejercicio es mostrar la aplicación práctica del sistema de fiscalización y la metodología de cálculo de multas *ex – post* presentada en este documento.

El primer caso trata sobre una infracción que ocasiona un derrame de hidrocarburos y la contaminación de un bosque en la selva de Ucayali, mientras que el segundo caso trata sobre un incidente durante la construcción de un oleoducto que genera excesiva deforestación en la selva de Loreto.

En ambos casos, se puede observar que la aplicación de la metodología de cálculo de sanciones por parte de la agencia reguladora demanda la realización de una investigación sobre los costos evitados y/o postergados por la empresa al cometer la infracción, para lo cual es necesaria la información proporcionado por los supervisores de campo, así como la aplicación de técnicas de ingeniería para la estimación de estos costos. Adicionalmente, se requiere la utilización de métodos de cálculo financiero para estimar el valor actual de los beneficios ocultos obtenidos por las empresas.

Por otro lado, la metodología requiere que la agencia reguladora identifique los estudios fuente para la realización de la transferencia de valores de las disposiciones a pagar por la conservación ambiental. Para los casos requeridos, se han identificado estudios que valorizan: a) las pérdidas ambientales por la sustitución de un bosque amazónico por áreas de cultivo agrícola, b) el impacto ambiental causado por la deforestación en la selva sur del Perú como consecuencia de la construcción de gasoducto, c) los impactos ambientales y sociales provocados por un derrame de hidrocarburos en la selva norte del Perú, y d) el servicio ambiental de la absorción de CO₂ brindado por los bosques. Los valores calculados por estos estudios son transferidos mediante la técnica de transferencia del valor medio hacia las zonas donde ocurrieron los incidentes hipotéticos (*policy sites*).

Con la estimación de los factores **B** y **aD**, se procede a aplicar los factores atenuantes – agravantes derivados del comportamiento procesal de la empresa (factor **A**) para ambos casos, obteniéndose como resultado dos

multas *ex - post* que ascienden a S/. 955,575 y S/. 1,214,404 respectivamente.

Debe destacarse que el cálculo de las multas *ex - post* está sujeto a los supuestos conservadores que se han utilizado para estimar los factores **B** y **αD** , así como a los errores de medición asociados al cálculo de los costos evitados y la aplicación del método de transferencia de valores para aproximar el valor económico del daño ambiental. Debe destacarse que el método está sujeto a un margen de error propio del proceso de transferencia por lo que el valor del daño podría variar entre 10% y 56% de acuerdo a los estudios internacionales sobre la materia. Por ello, debe considerarse el resultado del cálculo de la multas como el valor medio en un escenario base. No obstante, como se ha mencionado en la Sección 3, se espera que la aplicación de los atenuantes y agravantes corrijan en alguna medida los errores implícitos asociados a estos componentes.

La implementación plena de la metodología de cálculo de sanciones requiere la realización de estudios base de valoración económica ambiental en las zonas geográficas con mayor riesgo de contaminación por hidrocarburos en el Perú, los cuales pueden ser muy costosos y requerir demasiado tiempo para su ejecución. Esto podría interferir con la diligencia del debido proceso administrativo sancionar retrasando la determinación de la multa, por lo cual esta opción debe evaluarse en función del costo – beneficio de adoptar un esquema óptimo de sanción. Sin embargo, sería recomendable que inicialmente se adopte la técnica de transferencia de beneficios para valorizar los daños ambientales provocados por la contaminación de hidrocarburos como alternativa costo – efectiva, con el

propósito de otorgar diligencia al proceso administrativo, mientras que en paralelo se pueden realizar los estudios base que serán útiles en el futuro para hacer mejores transferencias de beneficios a diferentes contextos geográficos dentro del territorio peruano.

Para finalizar, debe mencionarse que es necesario que en el futuro los instrumentos para la supervisión y fiscalización del sector (como el esfuerzo de fiscalización, las multas administrativas y otros instrumentos sancionadores) sean potenciados con un adecuado uso de la estadística, la consistencia del esquema de sanción para las diferentes industrias que integran el sector y entre las diferentes actividades de que conforman cada una de estas industrias, y la determinación simultánea de los instrumentos de fiscalización, tal como se recomienda en el trabajo de Vásquez y Gallardo (2006). Estas medidas permitirán mejorar los niveles de cumplimiento de las normas sectoriales. Asimismo, se espera que estas medidas permitan obtener ganancias en eficiencia en la ejecución de la supervisión, lo que se traducirá en menores costos de fiscalización para un determinado nivel de resultados o en mejores resultados frente a las restricciones de presupuesto.

8. Referencias

8.1. Bibliografía

Ardila, S; R. Quiroga y W. Vaughan, (1998). *A Review of the Use of Contingent Valuation Methods in Project Analysis*. The Inter-American Development Bank. Mimeo.

Barton, D. (2002). 'The Transferability of Benefit Transfer: Contingent Valuation of Water Quality Improvements in Costa Rica'. *Ecological Economics*. 42: 147-164.

Becker, G. (1968). "Crime and Punishment: An Economic Approach". *Journal of Political Economy*. 76: 169-217.

Boyle, K. y J. Bergstrom. (1992). "Benefit transfer studies: Myths, pragmatism and idealism". *Water Resources Research*. 28:657-663.

Brouwer, R. y F. Spaninks (1999). "The validity of environmental benefits transfer: Further empirical testing". *Environmental and Resource Economics*. 14: 95-117.

Cohen, M. (1999). "Monitoring and Enforcement of Environmental Policy", en Folmer, H. y T. Tietenberg (ed), *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 1999/2000*. Aldershot: Edward Elgar.

Cohen, M. (1987). "Optimal enforcement Strategy to Prevent Oil Spills: An Application of a Principal-Agent Model with Moral Hazard". *Journal of Law and Economics*. 30: 23-51.

Desvousges, W., Johnson, F., y H. Banzhaf (1998). "Environmental policy analysis with limited information. Principles and applications of the transfer method". Cheltenham: Edward Elgar.

Desvousges, W., M. Naughton y R. Parsons (1992). "Benefit Transfer: Conceptual Problems in estimating water quality benefits using existing studies". *Water Resources Research*. 28: 675-683.

Downing, M. y Ozuna, T. (1996). "Testing the reliability of the benefit function transfer approach". *Journal of Environmental Economics and Management*. 30: 316-322.

Freeman, A. (2003). *The Measurement of Environmental and Resource Values. Theory and Methods*. 2nd Edition. Washington: Resource for the Future.



Haab, T. y K. McConnell (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources. The Econometrics of Non-Market Valuation*. Northampton: Edward Elgar.

Hanley, N., Shogren, J. y B. White (1997). *Environmental Economics in Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press.

Heintz, J. y R. Tol (1996). *Secondary Benefits of Climate Control Policies: Implications for the Global Environment Facility*. CSERGE Working Paper GEC 96-17. London.

Kirchoff, S., Colby B. y LaFrance, J. (1997). "Evaluating the performance of benefit transfer: an empirical inquiry". *Journal of Environmental Economics and Management*. 33: 75-93.

OSINERG – CESEL (2004). *Servicio de Consultoría para la Elaboración de una Metodología de Valorización del Daño Ambiental*. Informe Final de Consultoría Rev. C.



Polinsky, M. y S. Shavell (2000). "The Economic Theory of Public Enforcement of Law". *Journal of Economic Literature*. 38: 45-76.



Polinsky, M. y S. Shavell (1991). "A Note on Optimal Fines when Wealth varies among individuals". *American Economic Review*. 81: 618-621.

Rubiato, J. (2001). *Mejores prácticas de transporte intermodal en las Américas: estudio de casos de exportaciones del Mercosur al NAFTA*. Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 33. CEPAL.

Stigler, G. (1970). "The Optimum Enforcement of Laws". *Journal of Political Economy*. 78: 526-536.

Varian, H. (2003). *Microeconomía Intermedia*. 5^{ta} edición. Barcelona: Antoni Bosch.

Vásquez, A. y J. Gallardo (2006). *Sistema de Supervisión y Esquemas de Sanciones para el Sector Hidrocarburos*. Documento de Trabajo N° 10. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.



Vásquez, A. (2006). *El Valor de la Vida Estadística y sus aplicaciones a la Fiscalización de la Industria de Hidrocarburos*. Documento de Trabajo N° 18. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

8.2. Documentos Complementarios

Environmental Protection Agency (EPA) (1998). *Civil Penalty Policy for Section 311(b)(3) and Section 311(j) of The Clean Water Act*. Office of Enforcement and Compliance Assurance.

<http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/civil/cwa/311pen.pdf>.

Environmental Protection Agency (EPA) (1999). User Manual for BEN Financiancial Analysis Model.

<http://www.epa.gov/Compliance/civil/programs/econmodels/ben.pdf>.

Resolución N° 028 – 2003 – OS/CD. Aprueban Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de OSINERG.

Resolución N° 054 – 2004 – OS/CD. Modifican tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de OSINERG.

Resolución N° 032 – 2005 – OS/GG. Modifican tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de OSINERG.

Real Academia de la Lengua Española (2003). *Diccionario de la Lengua Española*. Vigésima Segunda Edición.

Anexo 1: Modelo BEN de la *Environmental Protection Agency* (EPA)

El modelo BEN es un modelo computacional desarrollado por la US. EPA de los Estados Unidos para el cálculo de los beneficios económicos que una empresa infractora obtiene por evitar o retrasar el cumplimiento de las normas ambientales. Este modelo constituye una herramienta complementaria que es utilizada por los especialistas de la US. EPA para el cálculo de multas ambientales. Además, este modelo está en línea con una

de las principales metas de la política general de la US. EPA. Esta meta consiste en que la multa debe reconocer al menos los beneficios de incumplir con las normas ambientales para asegurar que las empresas tengan el incentivo suficiente para cumplir a tiempo con las normas.

Desde una óptica conceptual, las empresas no tienen ningún incentivo para invertir en capital y tecnología asociados al control de la contaminación y en general con la prevención de daños ambientales, debido a que constituyen inversiones que no ofrecen rendimiento, o en todo caso ofrecen beneficios que se diluyen entre muchos agentes. A la agencia reguladora y a la sociedad en general les interesa que las empresas que operan actividades que involucran determinado riesgo estén interesadas en desarrollar determinados mecanismos orientados a la prevención de daños, así como a la remediación de los mismos. Una forma muy intuitiva de inducir a las empresas a que realicen el esfuerzo necesario para la prevención de los daños es imponerles sanciones por el monto de los costos ahorrados o beneficios ocultos obtenidos por no cumplir con las normas.

Precisamente, el espíritu del modelo BEN está basado en esta motivación teórica. La utilidad del modelo es que ofrece una estimación de los beneficios que la empresa infractora obtiene por no cumplir con las normas, lo que está asociado a la decisión de no invertir en maquinarias y equipos especializados en el control de la contaminación. Sobre la base de la información de los costos de estos equipos y maquinarias, así como de cualquier costo en el cual la empresa incurriría si observase las normas de prevención de daño, el modelo BEN calcula el beneficio del incumplimiento. Finalmente, ésta última variable sirve de insumo para el

cálculo de la multa óptima entendida como aquella que logra disuadir a las empresas del incumplimiento de las normas. Esta multa óptima es la que hace a las empresas indiferentes entre cumplir y no cumplir las disposiciones legales.

La información que requiere el modelo puede provenir de dos fuentes. Por un lado, la información de los costos puede provenir de las mismas empresas. La agencia reguladora puede obligar a la empresa a que le reporte los costos en los que incurrió para la adquisición de la tecnología adecuada para la prevención de los daños. Por otro lado, la agencia supervisora puede contar con el personal especializado en la valoración de las instalaciones, equipos y maquinarias. A continuación se presenta una descripción de las variables que son necesarias para la implementación del modelo.

a) Tasa de impuesto a la renta. Esta variable es importante para tomar en cuenta los gastos o ahorros en el pago del impuesto derivado de la adquisición de las maquinarias y equipos.

b) Tasa de inflación. Es utilizada para realizar el ajuste por cambios en la inflación.

c) Tasa de descuento. El modelo BEN utiliza el costo promedio ponderado del capital (WACC por sus siglas en inglés) para el cálculo del costo de capital de las empresas con fines de lucro. El WACC es un costo promedio ponderado del capital que refleja el costo de la deuda con terceros y el costo de la deuda con los accionistas de la empresa, ponderados por la participación de cada fuente de endeudamiento sobre el total.

d) La fecha en la que se pagará la multa. La agencia reguladora debe informar a la empresa infractora la fecha que está considerando en el cálculo de los beneficios asociados al no cumplimiento de las normas y que su retraso en el pago de la multa devendrá en mayores beneficios (costos ahorrados) y por lo tanto, en una mayor multa. Esta recomendación surge por dos razones. La primera es que el hecho de compartir este tipo de información con la empresa infractora genera incentivos para que ésta agilice el pago de la multa. La segunda es que mediante este mecanismo la agencia reguladora es transparente en la determinación de la magnitud de los costos, en términos de penalidad, que está imponiendo a la empresa. De este modo, la agencia reguladora evita que la empresa se enfrente a situaciones inesperadas y le faculta a estar preparada para afrontar el pago de la multa.

e) Fechas de incumplimiento y cumplimiento. La fecha de no cumplimiento es la fecha en la que ocurre la primera infracción que finalmente se traduce en el accidente. El modelo BEN utiliza esta fecha como *proxy* de la fecha en la cual el infractor debió haber incurrido en los costos necesarios para cumplir las normas y de ésta forma evitar los daños a la sociedad.

La fecha de cumplimiento es la fecha en la cual el infractor se compromete a cumplir los requerimientos legales de seguridad. En otras palabras, la fecha en la que se espera que el infractor empiece a cambiar su comportamiento hacia uno consistente con el cumplimiento de las normas. Mientras este cambio de actitud se dilate, mayor será el beneficio obtenido por la empresa.

f) Costos estimados. El cálculo de los beneficios que la empresa infractora obtiene por no cumplir con las disposiciones ambientales se basa en la estimación de los costos en los cuales incurriría la empresa para prevenir los daños. Estos costos pueden reflejarse en la adquisición, instalación y adecuación de maquinarias y equipos que cuentan con la tecnología adecuada. Concretamente, la información que se requiere es la siguiente:

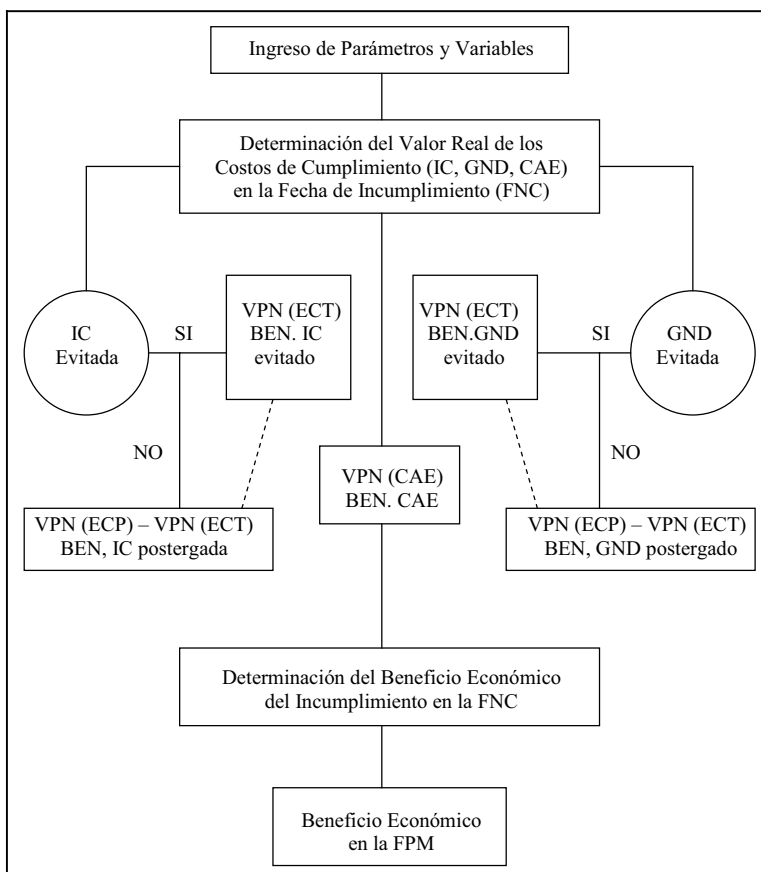
- Información de costos de inversión en instalaciones y equipos necesarios para las actividades de prevención y remediación pronta de los daños ambientales.
- Información de gastos no depreciables y no corrientes (*one time costs*).
- Información de gastos corrientes asociados a las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones y los equipos.

En el Gráfico N° A1.1 se presenta el diagrama de flujo que representa el Modelo BEN.

Para mayores detalles véase:

US. Environmental Protection Agency (EPA) (1999). *User Manual for BEN Financical Analysis Model*.
<http://www.epa.gov/Compliance/civil/programs/econmodels/ben.pdf>.

Gráfico N° A1.1
Diagrama de Flujo del Modelo BEN



Fuente: OSINERG – CESEL (2004).

LEYENDA	
IC	inversión de capital
CAE	costos anuales evitados
GND	gastos no depreciables
VPN	valor presente neto
ECT	escenario de cumplimiento a tiempo
ECP	escenario de cumplimiento postergado
FNC	fecha de incumplimiento
FPM	fecha de pago de la multa

Anexo 2: Pautas para el cálculo de multas por Daños Ambientales

(RS N° 032 – 2005 – OS/GG)

1.- Objetivo.- Establecer pautas para la aplicación de multas y sanciones a imponer por la comisión de ilícitos administrativos cuando, por no cumplir con las normas legales vigentes en actividades de hidrocarburos, ocurra un daño o impacto ambiental.

2.- Alcance.- Las operaciones que realizan las diferentes empresas del sector Hidrocarburos, tanto en exploración, explotación, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de hidrocarburos, combustibles líquidos y gas natural.

3. Base legal.-

Ley Orgánica que Norma las Actividades de Hidrocarburos en el Territorio Nacional. Ley N° 26221.

Ley de Creación del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía – OSINERG. Ley N° 26734.

Ley Complementaria de Fortalecimiento Institucional del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG), Ley N° 27699.

Escala de Multas y Sanciones de OSINERG aprobada por Resolución del Consejo Directivo N° 028-2003-OS/CD.

Modificación de Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de OSINERG, Resolución de Consejo Directivo N° 054-2004-OS/CD.

Reglamento del Procedimiento Administrativo Sancionador de OSINERG, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 102-2004-OS/CD.

Pautas por derrames

Numeral de la Escala de Multas y Sanciones,	Infracción	Pautas
<p>Numeral 3.3.1 Infracciones por derrames de la Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de OSINERG aprobado por Resolución de Consejo Directivo OSINERG N° 028-03-OS/CD</p>	<p>Derrames de hidrocarburos (petróleo o cualquier derivado de hidrocarburos)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Art. 68° del Reglamento aprobado por el D.S. N° 052-93-EM - Art. 43° inciso g, 119° y 125° del Reglamento aprobado por D.S. N° 026-94-EM. - Art. 60° del Anexo I del Reglamento aprobado por D.S. 041-99-EM. - Arts. 14°,73° y 113° del Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales aprobado por Decreto Legislativo N° 613 - Arts. 287° y 291° del Reglamento aprobado por R.M. N° 0664-78-EM/DGH. - Arts. 3°, 21° y 46° inciso c) del Reglamento aprobado por D.S. N° 046-93-EM <p>Multa: Hasta 10,000 UIT</p>	<p>Fórmula para el cálculo de la multa:</p> $\text{Multa} = (B + \alpha D)(1 + \sum F_1 \dots F_7/100)(1 + F_8/100)$ <p>B = es el beneficio económico obtenido por el incumplimiento de las normas operativas, de seguridad o ambientales.</p> <p>α = es un porcentaje o factor de ponderación, que para el cálculo de la multa se ha definido en 5%.</p> <p>D = es el valor económico de la zona afectada, este valor es obtenido mediante el uso de las diferentes metodologías de valoración económica establecidas.</p> <p>Agravantes- Atenuantes (1 + ΣF_{1... F₇}/100) (1 + F₈/100) Se establecen como agravantes o atenuantes los factores de comportamiento de la empresa en la protección del medio ambiente.</p> <p>F1= Es el valor asignado entre -4 y 4 por antecedentes de incumplimientos a las normas relativas al Medio Ambiente. F2= Es el valor asignado entre -4 y 4 por tiempo de atención de la emergencia y/o activación del plan de contingencias F3= Es el valor asignado entre -2 y 2 por grado de colaboración de la empresa a la fiscalización o supervisión. F4= Es el valor entre 0 y 5, por el tipo de accidente F5= Es el valor asignado entre 0 a 10 por la capacidad de la empresa para hacer frente a los gastos evitados. F6= Es el valor asignado entre 0 y 5 por la afectación a poblaciones o a comunidades indígenas. F7= Es el valor asignado de -5 y 0 por la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental. F8= Es el valor asignado entre 0 a 20 por la afectación de áreas de reservas nacionales.</p> <p>Los detalles para la valorización de cada uno de los factores se muestran a continuación:</p>

		<p>F1: Antecedentes sobre cumplimiento de observaciones de medio ambiente (valor va de -4 a 4). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Antecedentes de incumplimientos</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No cuenta con observaciones de Medio Ambiente vencidas y pendientes de levantamiento</td> <td>-4</td> </tr> <tr> <td>Levanta observaciones de Medio Ambiente después de vencido el plazo establecido y antes del inicio del procedimiento sancionador</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Tiene procedimientos administrativos sancionadores iniciados por no levantar observaciones de Medio Ambiente</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p>F2: Respuesta a la emergencia, activación del Plan de Contingencias para minimizar los daños ambientales (valor de -4 a 4). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta a la Emergencia</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Respuesta inmediata y ejecución completa del Plan de Contingencia</td> <td>-4</td> </tr> <tr> <td>Respuesta tardía y/o ejecución parcial del Plan de Contingencia</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Sin respuesta</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p>F3: Grado de colaboración (valor de -2 a 2). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Grado de colaboración</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Colaboración total en la investigación de los problemas</td> <td>-2</td> </tr> <tr> <td>Actitud indiferente, no colabora con la supervisión</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Entorpece la supervisión del OSINERG</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>F4: Tipo de Accidente (valor de 0 a 5). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de Accidente</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Por fenómenos de la naturaleza o acontecimientos que escapan al control de la empresa (actos de terrorismo, guerras, etc.)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Error operativo</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Negligencia</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Antecedentes de incumplimientos	Calificación	No cuenta con observaciones de Medio Ambiente vencidas y pendientes de levantamiento	-4	Levanta observaciones de Medio Ambiente después de vencido el plazo establecido y antes del inicio del procedimiento sancionador	0	Tiene procedimientos administrativos sancionadores iniciados por no levantar observaciones de Medio Ambiente	4	Respuesta a la Emergencia	Calificación	Respuesta inmediata y ejecución completa del Plan de Contingencia	-4	Respuesta tardía y/o ejecución parcial del Plan de Contingencia	0	Sin respuesta	4	Grado de colaboración	Calificación	Colaboración total en la investigación de los problemas	-2	Actitud indiferente, no colabora con la supervisión	0	Entorpece la supervisión del OSINERG	2	Tipo de Accidente	Calificación	Por fenómenos de la naturaleza o acontecimientos que escapan al control de la empresa (actos de terrorismo, guerras, etc.)	0	Error operativo	2	Negligencia	5
Antecedentes de incumplimientos	Calificación																																	
No cuenta con observaciones de Medio Ambiente vencidas y pendientes de levantamiento	-4																																	
Levanta observaciones de Medio Ambiente después de vencido el plazo establecido y antes del inicio del procedimiento sancionador	0																																	
Tiene procedimientos administrativos sancionadores iniciados por no levantar observaciones de Medio Ambiente	4																																	
Respuesta a la Emergencia	Calificación																																	
Respuesta inmediata y ejecución completa del Plan de Contingencia	-4																																	
Respuesta tardía y/o ejecución parcial del Plan de Contingencia	0																																	
Sin respuesta	4																																	
Grado de colaboración	Calificación																																	
Colaboración total en la investigación de los problemas	-2																																	
Actitud indiferente, no colabora con la supervisión	0																																	
Entorpece la supervisión del OSINERG	2																																	
Tipo de Accidente	Calificación																																	
Por fenómenos de la naturaleza o acontecimientos que escapan al control de la empresa (actos de terrorismo, guerras, etc.)	0																																	
Error operativo	2																																	
Negligencia	5																																	

		<p>F5: Capacidad para afrontar los gastos evitados (valor de 0 a 10). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla (entiéndase que a mayores ingresos la empresa cuenta con mayores recursos para tomar medidas o realizar gastos para evitar daños ambientales):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Volumen de ventas de la Empresa en 1 año (MMSUS)</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta 1 MMSUS</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Más de 1 MMSUS hasta 50 MMSUS</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Más de 50 MMSUS hasta 150 MMSUS</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Más de 150 MMSUS</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>F6: Afectación a comunidades indígenas (factor de 0 a 5). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Afectación de comunidades</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No afecta a comunidad alguna</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Afecta a una comunidad</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Afecta a más de 1 comunidad</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Las comunidades indígenas son afectadas en su salud o en su medio de vida (pesca, caza, vivienda).</p> <p>F7: Implementación de Sistema de Gestión Ambiental (factor de -5 a 0). La empresa deberá acreditar que en el área de ocurrencia de la emergencia cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental certificado y vigente. Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Afectación de comunidades</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuenta con Sistema de Gestión Ambiental con certificación vigente</td> <td>-5</td> </tr> <tr> <td>No cuenta con Sistema de Gestión Ambiental</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>F8: Afectación a Reservas Naturales (factor de 0 a 20). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Afectación de Reservas Naturales</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No afecta a Reservas Naturales</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Afecta a Reservas Naturales</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Volumen de ventas de la Empresa en 1 año (MMSUS)	Calificación	Hasta 1 MMSUS	0	Más de 1 MMSUS hasta 50 MMSUS	3	Más de 50 MMSUS hasta 150 MMSUS	6	Más de 150 MMSUS	10	Afectación de comunidades	Calificación	No afecta a comunidad alguna	0	Afecta a una comunidad	3	Afecta a más de 1 comunidad	5	Afectación de comunidades	Calificación	Cuenta con Sistema de Gestión Ambiental con certificación vigente	-5	No cuenta con Sistema de Gestión Ambiental	0	Afectación de Reservas Naturales	Calificación	No afecta a Reservas Naturales	0	Afecta a Reservas Naturales	20
Volumen de ventas de la Empresa en 1 año (MMSUS)	Calificación																															
Hasta 1 MMSUS	0																															
Más de 1 MMSUS hasta 50 MMSUS	3																															
Más de 50 MMSUS hasta 150 MMSUS	6																															
Más de 150 MMSUS	10																															
Afectación de comunidades	Calificación																															
No afecta a comunidad alguna	0																															
Afecta a una comunidad	3																															
Afecta a más de 1 comunidad	5																															
Afectación de comunidades	Calificación																															
Cuenta con Sistema de Gestión Ambiental con certificación vigente	-5																															
No cuenta con Sistema de Gestión Ambiental	0																															
Afectación de Reservas Naturales	Calificación																															
No afecta a Reservas Naturales	0																															
Afecta a Reservas Naturales	20																															

Fuente: RS N° 032-2005-OS/GG.

Anexo 3: Estimación de los Beneficios Perdidos por la Deforestación de un bosque tropical amazónico

Tipo de Valor	Bien o Servicio Ambiental	Técnica de Valoración	US\$ 1990	US\$ 1996	Ajuste PBI-PPP (Brasil - Perú) US\$ 1990	US\$ 2003	US\$ 2005	VAN (5%) US\$	Soles 2005
Valor de Uso Directo	Producción de Madera (Especies Comerciales)	Productividad Marginal (Costos de Mercado)	--	--	--	9,369.0	10,024.8	104,053.9	343,939.6
	Producción de Madera (Especies No Comerciales)	Productividad Marginal (Costos de Mercado)	--	--	--	5,308.5	5,680.1	58,957.7	194,878.7
	Valor de la Producción Agrícola	Productividad Marginal (Costos de Mercado)	--	--	--	1,697.0	1,815.8	18,847.3	62,297.8
Valor de Uso Indirecto	Explotación de la Fauna	Productividad Marginal (Costos de Mercado)	--	--	--	272.0	291.0	3,020.9	9,985.3
	Regulación Hídrica	Productividad Marginal (Costos de Mercado)	61.0	--	45.3	63.9	68.4	710.0	2,346.9
	Control de Erosión y Protección de Cuencas	Bienes Sustitutos - Costos Evitados	3.0	--	2.2	3.1	3.4	34.9	115.4
	Control de Fuego	Productividad Marginal (Costos de Mercado)	6.0	--	4.5	6.3	6.7	69.8	230.8
	Regulación de Nutrientes	Bienes Sustitutos - Costos Evitados	3,480.0	--	2,586.7	3,647.2	3,902.5	40,506.7	133,890.9
	Valor de la Biodiversidad (Utilización de Plantas Medicinales e Industria Farmacéutica)	Calibración de Modelo de Competencia con Productos Derivados en Industria Farmacéutica	--	363.0	--	424.7	454.4	4,716.9	15,591.3
Valor de Opción	Fijación de Carbono	Valoración Contingente y Productividad Marginal (Benchmark Internacional)	3,080	--	--	4,342.8	4,646.8	48,232.2	159,426.6
	Protección de Biodiversidad	Valoración Contingente y Productividad Marginal (Benchmark Internacional)	31.0	--	23.0	32.5	34.8	360.8	1,192.7
Valor de Existencia	Preservación del Medio Ambiente	Valoración Contingente	6.4	--	4.8	6.7	7.2	74.5	246.2
VAN / Ha (e = 0.54) en Soles del 2005									924,142

Fuente: Andersen (1997); FDA (2003); Clarkson y Deyes (2002). Tipo de cambio promedio 2005: 3,3054 Soles / US\$. El VAN ha sido calculado para un periodo de 15 años. Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Anexo 4: Regulación de la Contaminación Ambiental desde el enfoque del Análisis de Decisiones

En el presente anexo se explicará la relación entre la multa teórica del modelo de la Sección 3 y su aplicación práctica en la supervisión y fiscalización. Para ello, se utilizará la técnica de “análisis de decisiones” representando los diferentes eventos posibles que influyen en la determinación de los diferentes costes privados y sociales mediante el planteamiento de un árbol de decisiones.

El modelo plantea la relación entre un agente, la empresa regulada, y un principal, la agencia reguladora. La empresa regulada toma decisiones que determinan su nivel de esfuerzo (u) para reducir la probabilidad de que los niveles de contaminación (x) sobrepasen un límite máximo permisible (x^*). La empresa contamina ($x > x^* \rightarrow u < u^*$) si los costos de ello (los costos directos de contaminar $v(x)$ y la multa *ex ante* que puede ser aplicada contra la empresa M_{ea}) son menores a los beneficios que obtiene al incumplir las normas y .⁶⁴

El modelo busca recoger los principales rasgos institucionales de la fiscalización de la industria de hidrocarburos. En el Perú, la supervisión y fiscalización de esta industria está sujeta a dos instancias públicas: la autoridad administrativa, representada por la agencia reguladora que tiene por misión hacer cumplir y/o ejecutar las normas legales que rigen la industria, para lo cual ejerce la función supervisora y fiscalizadora, y el poder judicial.

⁶⁴. Se asume que La agencia reguladora y la empresa tienen información completa sobre el monto de beneficio obtenido por la segunda al incumplir las normas, y .

Luego de la detección de una infracción a las normas por parte de la empresa tendrá lugar un proceso contencioso entre ésta y la agencia reguladora. Si la empresa es sancionada por incumplir las normas, ésta puede apelar y/o pedir reconsideraciones ante las instancias administrativas de la agencia reguladora (Gerencia General y el Consejo Directivo). Si la agencia rechaza las reconsideraciones y apelaciones en todas las instancias pertinentes, la empresa puede recurrir al poder judicial para apelar el dictamen de la agencia a través de un proceso judicial civil. El modelo supone que la empresa apelará en todos los casos.

La agencia reguladora supervisa y fiscaliza a la empresa con el objetivo de vigilar que el nivel de esfuerzo de la misma no sea menor que un nivel mínimo exigible por la ley (u^*) y que el nivel de contaminación no sea mayor que el máximo permisible por el Estado (x^*). Con estas acciones la agencia reguladora disminuye el riesgo de ocurrencia de daños al medio ambiente. La fiscalización es complementada con un esquema de multas y sanciones cuyo objetivo es disuadir el comportamiento infractor para procurar que no se genere contaminación ambiental. En el caso que se genere contaminación ambiental, las penalidades buscan la internalización del efecto negativo de la contaminación sobre la sociedad.

La aplicación de las multas depende de la detección o no del incumplimiento de las normas de control de contaminación (lo cual implica la detección previa de un nivel de esfuerzo menor al mínimo óptimo, $u < u^*$), la detección o no del daño al medio ambiente (lo que implica la detección previa de un nivel de contaminación mayor al máximo permisible, $x > x^*$), y la utilización de la capacidad de la agencia reguladora para aplicar la sanción cuando la empresa apele la misma en una instancia

superior (poder judicial). De esta manera, si la empresa cumple las normas, se reduce el riesgo de ocurrencia de daño ambiental y se preserva el medio ambiente de manera sostenible.

La fiscalización se realiza de manera *ex - ante* y *ex - post* la ocurrencia de la contaminación ambiental. La fiscalización *ex - ante* tiene mayor efectividad en la medida que la agencia reguladora destine una mayor cantidad de recursos, e_1 , para aumentar la probabilidad de detectar a la empresa realizando un esfuerzo menor al óptimo, P_{ea} . El programa de fiscalización *ex - post* evaluará, a su turno, si el nivel de contaminación, x , es mayor al máximo permisible y si ello desencadenó un daño severo al medio ambiente. Este programa tendrá mayor efectividad a mayor cantidad de recursos, e_2 , sean destinados a aumentar la probabilidad de detección de una mayor contaminación a la permitida y a la ocurrencia de un daño al medio ambiente, P_{ep} .

En caso exista o no daño ambiental, la agencia reguladora y la empresa continuarán el proceso en una instancia superior luego de que la última apele la sanción. El resultado de dicho proceso dependerá de si la agencia reguladora destina recursos suficientes, e_3 , para aumentar la probabilidad de imponer la multa sobre la empresa, $P_f(e_3)$. Si la agencia destina los recursos, la multa será impuesta a la empresa, en caso contrario, no se impondrá la multa⁶⁵.

⁶⁵. Es necesario mencionar que la empresa también gasta recursos durante el proceso de apelaciones. El modelo asume que el esfuerzo de la empresa, u , incluye un gasto fijo que se destina a solventar el proceso de apelaciones. Se supone que este gasto fijo es ínfimo respecto de los gastos realizados para reducir la probabilidad de contaminación por encima de los niveles máximos permitidos. Es decir, $u = k + \bar{\varepsilon}$, $k > \bar{\varepsilon}$ y $u^* \approx k$.

A continuación, se describen las posibles ganancias de la empresa y los costes sociales que resultan del proceso de supervisión y fiscalización que lleva a cabo la agencia reguladora para el control de la contaminación en este modelo.

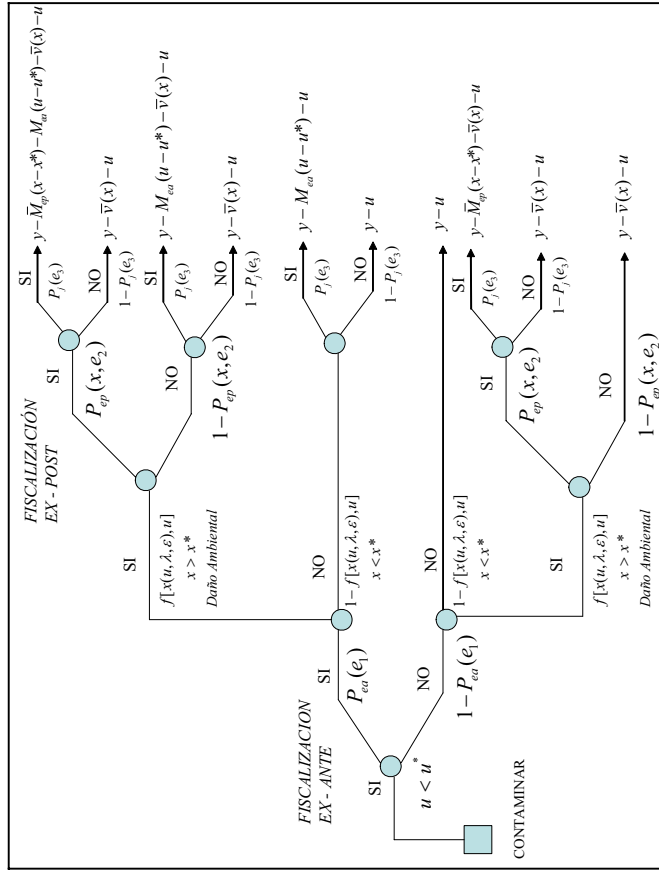
Posibles efectos de la fiscalización, contaminación e imposición de sanciones sobre los beneficios de la empresa cuando incumple las normas ambientales

En el primer árbol de decisiones que se muestra en el Gráfico A4.1 se presenta la perspectiva de la empresa sobre las posibles consecuencias que tendrá el proceso de fiscalización ambiental sobre sus beneficios cuando incumple las normas, es decir, cuando realiza un esfuerzo por debajo del mínimo exigible por la ley ($u < u^*$).

En la primera etapa, la empresa decide su nivel de esfuerzo, u . El proceso de fiscalización *ex – ante* la contaminación, ejecutado por la agencia reguladora detecta a la empresa llevando a cabo un esfuerzo menor al mínimo exigible por la ley, $u < u^*$, con probabilidad P_{ea} . En contraste, el regulador no detecta el incumplimiento si no fiscaliza. La probabilidad de este evento es $1 - P_{ea}$.

Si la agencia reguladora realiza una fiscalización *ex – ante* y detecta que la empresa no realiza el esfuerzo mínimo exigible, ésta deberá pagar una multa *ex – ante*. Por otro lado, si la empresa contamina más que lo máximo permitido, daña el medio ambiente y la agencia reguladora puede detectar o no la contaminación *ex – post* su ocurrencia. Si la empresa es detectada, ésta deberá pagar además una multa *ex – post*.

Gráfico N° A4.1
Árbol de Decisiones y Funciones de Pagos para la empresa cuando infringe las normas ($u < u^*$)



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

A continuación, se explica cada uno de los posibles resultados del proceso de decisiones:

1. Existen dos resultados posibles si la agencia reguladora realiza una fiscalización *ex - ante* y *ex - post* la contaminación encontrando un menor esfuerzo, una mayor contaminación a la permitida, y daño ambiental. En primer lugar, si la agencia impone la sanción (con probabilidad $P_j(e_3)$)⁶⁶, la sanción tendrá dos componentes: una multa *ex - ante*, $M_{ea}(u-u^*)$, y una multa *ex - post*, $M_{ep}(u-u^*)$. Asimismo debe recordarse que la contaminación genera costos a la empresa por un monto igual a $v(x)$. Por lo tanto los beneficios de la empresa serán $y - \bar{M}_{ep}(x - x^*) - M_{ea}(u - u^*) - \bar{v}(x) - u$ ⁶⁷. En caso contrario, de no lograrse la imposición de las, los beneficios ilícitos de la empresa ascenderán a $y - \bar{v}(x) - u$.

2. En el caso que la agencia realice una fiscalización *ex - ante* pero no *ex - post* la contaminación y cuando la empresa efectivamente contamine provocando un daño ambiental, entonces la agencia sólo podrá sancionar a la empresa por haber infringido las normas ambientales al no realizar el esfuerzo para reducir el riesgo de contaminación. Si se impone la sanción, la empresa tendrá que pagar la multa *ex - ante* además de absorber los costos privados que le ocasiona la contaminación. Por lo tanto, los beneficios ilícitos de la empresa expresados formalmente serán

⁶⁶. Recuérdese lo mencionado anteriormente, la agencia reguladora impondrá la multa si destina un monto de recursos e_3 , es decir, si realiza un esfuerzo por imponer la multa durante el proceso administrativo y judicial.

⁶⁷. La línea sobre las notaciones significa que el valor es una suma continua o integral de los valores respecto a la variable contaminación, x .

$y - M_{ea}(u - u^*) - \bar{v}(x) - u$. En caso contrario, los beneficios serán $y - \bar{v}(x) - u$.

3. Si la agencia ejecuta una fiscalización *ex - ante* pero no fiscalización de tipo *ex - post* y la empresa no ha contaminado más allá del límite máximo permitido, entonces la empresa será sancionada sólo con una multa de tipo *ex - ante*. Si la agencia impone la sanción, los beneficios totales expresados formalmente serán $y - M_{ea}(u - u^*) - u$ ⁶⁸, en caso contrario serán $y - u$.

4. Por otro lado, si la agencia no ejecuta una fiscalización *ex - ante* ni *ex - post* y la empresa no contamina más allá del límite permisible, los beneficios de la empresa serán sus ingresos menos el costo de su esfuerzo. En términos formales, los beneficios ilícitos se expresan de la siguiente manera: $y - u$.

5. Si la agencia no realiza una fiscalización *ex - ante* y si la empresa contamina y daña al medio ambiente pero nadie denuncia la contaminación o no ocurre algún incidente que la haga evidente, entonces el regulador no se dará cuenta de la infracción y no fiscalizará *ex - post*, por lo que los beneficios de la empresa serán, expresados formalmente, $y - \bar{v}(x) - u$.

6. En el contexto del caso anterior, si la empresa daña el medio ambiente de tal manera que ocurre un incidente que hace evidente la contaminación (una

⁶⁸. En el monto del beneficio ilícito no se incorpora el costo de contaminar, $v(x)$, debido a que cuando la empresa contamina menos que lo máximo permitido, no hay un daño significativo sobre la empresa.

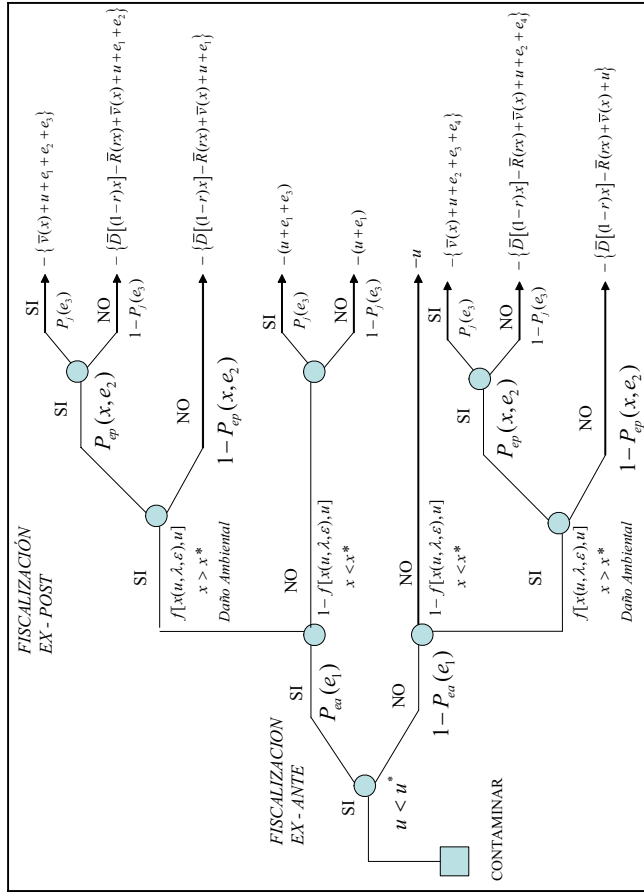
explosión por ejemplo) o los pobladores denuncian el hecho, la agencia fiscalizará *ex post*. Ello determina que existan dos escenarios:

- Si se impone la sanción, los beneficios de la empresa por contaminar, y , disminuirán en el monto de la multa *ex post*, M_{ep} , en el monto de los costos privados generados por la contaminación a la empresa, $v(x)$, y en el monto del esfuerzo ejercido por la misma, u . Expresados formalmente, los beneficios resultantes serán $y - \bar{M}_{ep}(x - x^*) - \bar{v}(x) - u$. No se le cobra la multa *ex ante* porque no se fiscalizó *ex ante*.
- Si no se impone la sanción, los beneficios de la empresa serán los mismos del caso anterior exceptuando el cobro de la multa *ex post*: $y - \bar{v}(x) - u$.

Posibles efectos de la fiscalización, contaminación e imposición de sanciones sobre el bienestar social cuando la empresa incumple las normas ambientales

En el segundo árbol de decisiones que se muestra en el Gráfico N° A4.2 se presenta la perspectiva de la sociedad sobre las posibles consecuencias que tendrá el proceso de fiscalización ambiental sobre su bienestar cuando la empresa incumple las normas, es decir, cuando la empresa realiza un esfuerzo menor al mínimo exigible por la ley ($u < u^*$). En síntesis, mientras mayor sea el grado de incumplimiento de la empresa, mayores costos le impondrá a la sociedad. A continuación, se explicarán cada uno de los posibles resultados del proceso de decisiones.

Gráfico N° A4.2
Árbol de Decisiones y Funciones de Pagos para la sociedad cuando se infringen las normas ($u < u^*$)



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

1. Si se ejecuta una fiscalización *ex - ante*, determinándose que la empresa se ha esforzado menos de lo exigido por ley y se realiza una fiscalización *ex - post* determinándose que la empresa ha contaminado más de lo máximamente aceptable y ha ocasionado un daño al medio ambiente, entonces existen dos posibles resultados. Si se impone la sanción, los recursos perdidos por el daño ambiental mismo, valorados en $D((1-r)x)$ y recuperados parcialmente por medio de los gastos de remediación $R(rx)$ (es decir, el daño ambiental neto), será compensado por la empresa a través de la multa *ex - post*. Los costos impuestos sobre la sociedad serán aquellos costos privados que la contaminación genera a la empresa, $v(x)$, el esfuerzo de la empresa, u , los recursos destinados por la agencia reguladora a los programas *ex - ante* (e_1) y *ex - post* (e_2) así como los recursos utilizados para aplicar la sanción (e_3). En términos formales, el costo social se expresa como sigue: $-\bar{v}(x) + u + e_1 + e_2 + e_3$. En el caso en que no se imponga la sanción, las pérdidas para la sociedad incluirían el daño ambiental no compensado con la multa *ex - post*. En términos formales, el costo social se expresa como sigue: $-\{D[(1-r)x] - R(rx) + \bar{v}(x) + u + e_1 + e_2\}$.

2. Si el programa de fiscalización *ex - ante* determina que la empresa se esforzó menos de lo debido, que la empresa contamina más de lo permitido ocasionando un daño ambiental, pero la agencia reguladora no fiscaliza *ex - post*; las pérdidas para la sociedad asciende al siguiente valor: $-\{D[(1-r)x] - R(rx) + \bar{v}(x) + u + e_1 + e_3\}$.

3. Si la agencia reguladora fiscaliza *ex - ante* detectando un menor esfuerzo al exigible, pero la empresa no contamina más de lo permitido y, por lo tanto, no se fiscaliza *ex - post*, entonces las pérdidas de la sociedad serán el

esfuerzo realizado por la empresa, u , y los recursos invertidos en la fiscalización *ex ante* y en el proceso para la aplicación de la multa *ex ante*. En este caso, la diferencia en las pérdidas para la sociedad es causada por la decisión de la agencia reguladora de destinar los recursos necesarios para imponer la multa. Si se impone la multa *ex ante*, las pérdidas sociales estarán constituidas por el esfuerzo realizado por la empresa, u , y los recursos destinados por la agencia reguladora al programa de fiscalización y supervisión *ex ante*, e_1 , y los recursos destinados al esfuerzo para imponer la multa, e_3 . Expresadas en términos formales, las pérdidas sociales son las siguientes: $-\{u + e_1 + e_3\}$. En el caso que la agencia no imponga la multa *ex ante*, las pérdidas sociales no incluirían el monto de recursos destinados al esfuerzo para imponer la multa, e_3 . Expresadas en términos formales, las pérdidas sociales serán las siguientes: $-\{u + e_1\}$

4. Por otro lado, si no se fiscaliza *ex ante* ni *ex post* y la empresa no contamina más de lo permitido entonces las pérdidas para la sociedad solo tendrán como componente el esfuerzo realizado por la empresa, u .

5. Si la agencia no fiscaliza *ex ante*, existe una mayor contaminación a la permitida que provoca un daño ambiental y ocurre un incidente que la hace evidente o alguien denuncia el hecho, entonces la agencia fiscalizará *ex post* por lo que pueden ser posibles dos resultados. En primer lugar, si la agencia impone la multa *ex post*, el daño neto será compensado. Sin embargo, en este caso entra a tallar un nuevo tipo de gasto de recursos (e_4) por parte de la agencia reguladora. La mayor contaminación y la ocurrencia del daño podrían no haber sido ocasionadas por un incumplimiento de las normas por parte de la empresa. Debido a que no se fiscalizó *ex ante*, la

agencia deberá realizar una auditoría técnica para investigar la causa del daño, es decir, averiguar si la empresa se esforzó menos de lo debido o el incidente fue causado por un evento fortuito. Por ello, las pérdidas sociales en caso se imponga la sanción⁶⁹ estarían conformadas por los costos privados que la contaminación genera a la empresa, el esfuerzo de la misma, u , los recursos destinados al programa de fiscalización y supervisión *ex post*, los recursos destinados a aplicar la sanción y los recursos destinados a la auditoría técnica. Expresadas formalmente, las pérdidas sociales son las siguientes: $-\{\bar{v}(x) + u + e_2 + e_3 + e_4\}$. Por el contrario, en caso no se imponga la sanción, las pérdidas sociales pueden expresarse como sigue: $-\{D[(1-r)x] - R(rx) + \bar{v}(x) + u + e_2 + e_4\}$.

6. Por último, si no se fiscaliza *ex ante* y si la empresa contamina más de lo debido provocando un daño ambiental pero nadie lo denuncia y/o no ocurre un incidente (por lo que tampoco se realiza la fiscalización *ex post*), entonces las pérdidas sociales estarán constituidas por el daño ambiental neto no denunciado, los costos que le genera la contaminación a la empresa, $v(x)$, y su esfuerzo, u . En términos formales, las pérdidas sociales se expresan como sigue: $-\{D[(1-r)x] - R(rx) + \bar{v}(x) + u\}$.

Posibles efectos de la fiscalización, contaminación e imposición de sanciones sobre los beneficios de la empresa cuando cumple las normas ambientales

En el tercer árbol de decisiones que se muestra en el Gráfico N° A4.3 se presenta la perspectiva de la empresa sobre las posibles consecuencias que

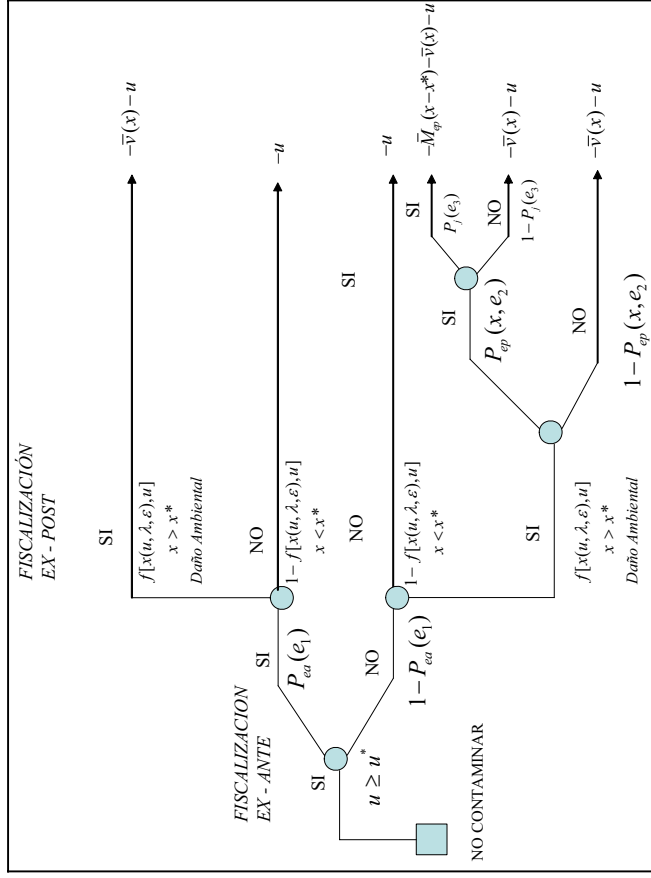
⁶⁹. Es decir, se pruebe que la empresa es la culpable de la contaminación por no haberse esforzado lo suficiente.

tendrá el proceso de fiscalización ambiental sobre sus beneficios cuando cumple las normas, es decir, cuando la empresa realiza un esfuerzo mayor o igual al mínimo exigible por ley ($u \geq u^*$). A continuación, se explicarán cada uno de los posibles resultados del proceso de decisiones:

1. Si la empresa cumple con las normas ambientales, (es decir, ejecuta un esfuerzo mayor al mínimo exigible por la ley), si la agencia reguladora supervisa y fiscaliza *ex – ante* y la contaminación es menor a límite máximo permisible, entonces la empresa solo obtendrá pérdidas por el monto de su esfuerzo, u (recordemos que los beneficios, y , sólo se consiguen cuando la empresa no cumple las normas ambientales). En caso contrario, es decir, si la contaminación es mayor a la permitida, la agencia reguladora no podrá fiscalizar *ex – post* porque, en la fiscalización *ex – ante* comprobó que la empresa cumplió con las normas por lo que no puede sancionarla. La mayor contaminación probablemente será consecuencia de un evento fortuito. Las pérdidas para la empresa serán el costo privado que la contaminación le genera a la empresa, $v(x)$, y el esfuerzo realizado, u .

2. Si la agencia reguladora no fiscaliza ni supervisa *ex – ante* y el nivel de contaminación se encuentra por debajo del nivel máximo permisible, entonces la empresa sólo perderá el monto de su esfuerzo, u .

Gráfico N° A4.3
Árbol de Decisiones y Funciones de Pagos para la empresa cuando no infringe las normas ($u > u^*$)



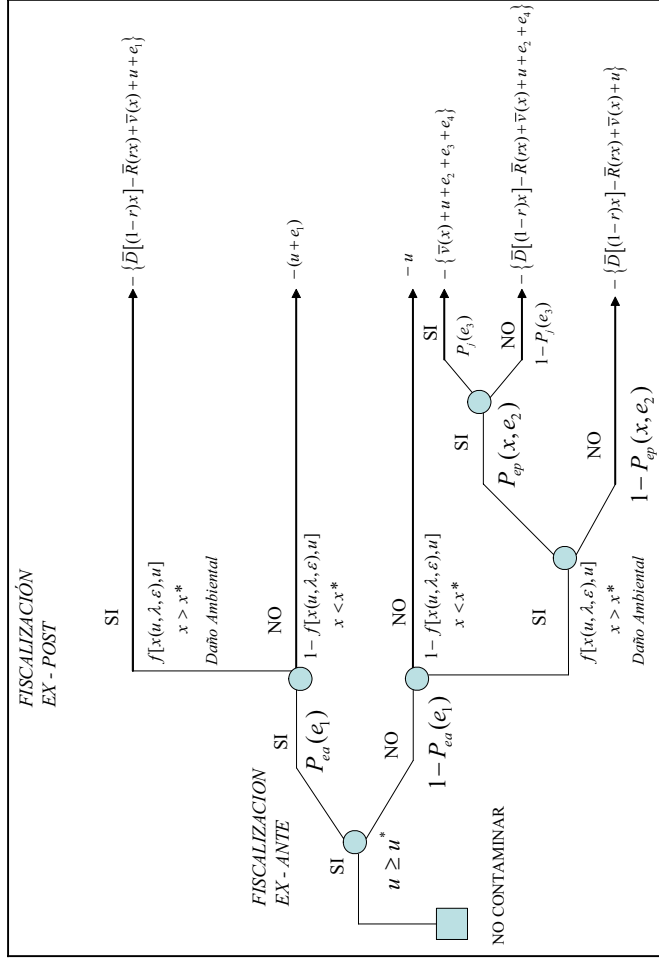
Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

3. Si la agencia no fiscaliza *ex ante*, pero la contaminación sobrepasa los límites y nadie denuncia el hecho o no ocurre un incidente que la haga evidente, entonces la agencia tampoco fiscalizará *ex post* y las pérdidas de la empresa serán el costo que la contaminación le genera, $v(x)$, y el monto de su esfuerzo, u . En el caso que alguien denuncie el hecho u ocurra un incidente que lo haga evidente, la agencia fiscalizará *ex post*. Si la agencia impone la sanción, las pérdidas de la empresa incluirán, además de lo mencionado en el caso anterior, el monto de la multa *ex post*. La imposición de la multa, a pesar de que la empresa cumplió con la norma, se deberá a que ésta no logró probar en el proceso administrativo y/o judicial su inocencia (recordar que al no fiscalizar *ex ante*, la agencia reguladora no tiene conocimiento de la buena conducta de la empresa). En términos formales las pérdidas de la empresa se expresan de la siguiente manera: $-(\bar{M}_{ep}(x-x^*) + \bar{v}(x) + u)$. Si no se impone la multa, es decir, si la empresa prueba su inocencia y que la contaminación fue provocada por un evento fortuito, las pérdidas serán las mismas que en el caso donde la agencia no fiscaliza *ex post*, es decir, $-(\bar{v}(x) + u)$.

Posibles efectos de la fiscalización, contaminación e imposición de sanciones sobre el bienestar social cuando la empresa cumple las normas ambientales

En el cuarto árbol de decisiones que se muestra en el Gráfico N° A4.4 se presenta la perspectiva de la sociedad sobre las posibles consecuencias que tendrá el proceso de fiscalización ambiental sobre su bienestar cuando la empresa cumple las normas, es decir, cuando realiza un esfuerzo mayor al mínimo exigible por la ley ($u \geq u^*$). A continuación, se explicarán cada uno de los posibles resultados del proceso de decisiones:

Gráfico N° A4.4
Árbol de Decisiones y Funciones de Pagos para la sociedad cuando no se infringen las normas ($u > u^*$)



Elaboración: Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

1. Si la empresa cumple con las normas ambientales, (es decir, ejecuta un esfuerzo mayor al mínimo exigible por la ley), si la agencia reguladora supervisa y fiscaliza *ex – ante*, y si la contaminación es menor al límite máximo permisible, entonces la sociedad tendrá pérdidas por el monto del esfuerzo de la empresa, u , y por el monto de recursos destinados al proceso de supervisión y fiscalización *ex – ante*, e_1 . En términos formales, las pérdidas sociales se expresan de la siguiente manera: $-(u + e_1)$. En caso contrario, si la contaminación es mayor a la permitida, la agencia reguladora no podrá fiscalizar *ex – post* porque, al fiscalizar *ex – ante* y comprobar que la empresa ha cumplido con las normas, no puede sancionarla. La mayor contaminación probablemente será consecuencia de un evento fortuito. Las pérdidas para la sociedad estarán constituidas por el daño ambiental neto producido por la contaminación, $D[(1-r)x] - R(rx)$, el costo privado que la contaminación le genera a la empresa, $v(x)$, el esfuerzo realizado por ésta, u , y el monto de recursos destinados a la supervisión y fiscalización *ex – ante* por parte de la agencia reguladora. Las pérdidas sociales pueden expresarse de la siguiente manera: $-\{ \bar{D}[(1-r)x] - \bar{R}(rx) + \bar{v}(x) + u + e_1 \}$

2. Si la agencia reguladora no fiscaliza ni supervisa *ex – ante* y si el nivel de contaminación está por debajo del límite máximo permisible, entonces la sociedad sólo perderá el monto del esfuerzo realizado por la empresa, u .

3. Si la agencia no supervisa ni fiscaliza *ex – ante*, pero la contaminación sobrepasa los límites permisibles y nadie denuncia el hecho o no ocurre un incidente que lo haga evidente, entonces la agencia tampoco fiscalizará *ex – post* y las pérdidas sociales consistirán en el daño neto provocado por la contaminación, $D[(1-r)x] - R(rx)$, el costo privado que la contaminación le

genera a la empresa, $v(x)$, y el monto del esfuerzo realizado por la empresa, u . En términos formales, las pérdidas sociales se expresan de la siguiente manera: $-\{\bar{D}[(1-r)x] - \bar{R}(rx) + \bar{v}(x) + u\}$. En el caso que alguien denunciara el hecho u ocurriera un incidente que haga evidente la contaminación, la agencia fiscalizará *ex - post*. Si la agencia impone la sanción, el daño ambiental neto no conformará las pérdidas sociales debido a que fue compensado mediante el pago de la multa *ex - post*. Las pérdidas sociales sí estarán conformadas por el costo que la contaminación le genera a la empresa, $v(x)$, el monto de su esfuerzo, u , el monto de los recursos destinados por la agencia reguladora al proceso de supervisión y fiscalización *ex - post*, e_2 , así como el monto de los recursos destinados al proceso de aplicación de la sanción, e_3 , y el monto de los recursos destinados a la auditoría técnica necesaria para evaluar si la empresa realizó el esfuerzo óptimo, e_4 . En términos formales, las pérdidas sociales se expresan de la siguiente manera: $-\{\bar{v}(x) + u + e_2 + e_3 + e_4\}$. Si la agencia no impone la multa, las pérdidas serán, expresadas formalmente, $-\{\bar{D}[(1-r)x] - \bar{R}(rx) + \bar{v}(x) + u + e_2 + e_4\}$.

Comentarios

En el presente anexo han sido mostrados los posibles resultados de la relación entre la empresa regulada y la agencia reguladora, en un contexto donde la agencia reguladora realiza procesos de supervisión y fiscalización *ex - ante* y *ex - post* la ocurrencia de contaminación ambiental. Una pregunta relevante que queda por responder es ¿cómo se orientará el comportamiento de la empresa en un contexto de supervisión y fiscalización por parte de la agencia reguladora? ¿cumplirá ($u \geq u^*$) o no cumplirá ($u <$

u^*) las normas ambientales?, ¿tiene la empresa incentivos para realizar el esfuerzo óptimo?. Observando los distintos árboles de decisión, se puede inferir algunos comportamientos de equilibrio. En primer término, es posible que la empresa *apueste* por incumplir las normas, es decir esforzarse menos que u^* . Sin embargo, ello dependerá de 3 factores:

- La magnitud de los beneficios extraordinarios que se obtengan al incumplir las normas, y .
- Las decisiones de la agencia reguladora respecto a cuántos recursos destinar a los programas de fiscalización⁷⁰, lo cual influye sobre las probabilidades de detección, P_{ea} , P_{ep} y P_j , no conocidas por la empresa.
- Los factores no controlables ni por la empresa ni por la agencia reguladora que afectan a la contaminación.

Al incumplir las normas la empresa obtiene beneficios extraordinarios que no consigue al cumplirlas. Se pueden inferir 3 comportamientos de equilibrio dependiendo de la magnitud de los beneficios extraordinarios. Si los beneficios extraordinarios posibles de obtener al incumplir las normas son considerables respecto a los costos esperados que la agencia reguladora pueda imponerle al llevar a cabo los procesos de supervisión y fiscalización, entonces la empresa tenderá a realizar un esfuerzo muy por debajo del óptimo. Como consecuencia, la probabilidad de que se produzca un daño ambiental será alta y con ella la probabilidad de detección del mismo. En

⁷⁰. Los recursos a destinar a los programas tienen un límite pues un exceso de gasto en los programas puede tornarlos ineficientes.

este contexto, es posible inferir que la empresa no dará mucha importancia a cuáles sean las consecuencias de sus actos, es decir, la empresa se comportará con indiferencia ante los posibles resultados observados en el Gráfico N° A4.1.

Sin embargo, es necesario recordar el papel de la agencia reguladora y los factores no controlables por alguno de los dos agentes. Al tener ambos información completa sobre la magnitud de los beneficios extraordinarios, la agencia reguladora deberá decidir cuántos recursos destina o no a los programas de fiscalización. Si no se fiscaliza *ex - ante* y la empresa utiliza la estrategia de infringir la ley, es muy probable que la agencia reguladora deba destinar recursos (e_4) para pagar una auditoría técnica que averigüe cuál fue el comportamiento de la empresa regulada. Pero el gasto en dicha auditoría técnica será muy probablemente mayor al gasto en los programas de fiscalización *ex ante* y *ex - post* ($e_1 + e_2 < e_4$).

Por lo tanto, observando los posibles resultados mostrados en el Gráfico N° A4.2 se puede concluir que la agencia reguladora optará por fiscalizar fuertemente *ex - ante* y *ex - post* la contaminación con el objetivo de aumentar la probabilidad de detección del comportamiento ilegal de la empresa. Por otro lado, los eventos no controlables por alguno de los agentes podrán afectar el resultado final, alterando las probabilidades de detección de un comportamiento ilegal y las probabilidades de ocurrencia de una contaminación mayor a la permitida. De esta manera, la combinación de estrategias de los dos agentes y la influencia de los factores no controlables permite intuir que las posibles soluciones de equilibrio del proceso de decisiones se encuentran en las ramas más altas del árbol mostrado en el Gráfico N° A4.1, donde es más probable que la empresa

genere alta contaminación y los agentes lleguen a un proceso judicial. Respecto a las pérdidas sociales, las posibles soluciones de equilibrio se encontrarán en las ramas superiores del árbol de decisiones mostrado en el Gráfico N° A4.2.

Si los beneficios extraordinarios que la empresa puede obtener al incumplir las normas no son considerables respecto a los costos esperados que la agencia reguladora pueda imponerle al llevar a cabo los procesos de supervisión y fiscalización, entonces la empresa tenderá a realizar un esfuerzo u muy cercano al mínimo exigible por la ley, u^* . La razón de dicho comportamiento sería que un esfuerzo mucho menor a dicho nivel aumenta la posibilidad de que la contaminación causada por la infracción sea mayor a la máxima permitida o provoque un daño ambiental fácilmente detectable, mientras que un incumplimiento muy leve de la ley permite que la contaminación desencadenada no sea fácilmente detectable por la agencia reguladora o denunciada por un tercero. Por lo tanto, la probabilidad de detección *ex - post* la contaminación es menor.

Por su parte, la agencia reguladora, buscando el bienestar social y conociendo la magnitud de los beneficios extraordinarios, fiscalizará *ex - ante* la contaminación. Sin embargo, los factores no controlables pueden afectar la distribución de probabilidades cambiando ligeramente el resultado esperado. De esta manera, la combinación de estrategias de los agentes permite intuir que un posible resultado del proceso de decisiones se encuentra en la rama correspondiente a SI se fiscaliza *ex - ante* → NO hay ocurrencia de una contaminación mayor a la ley → NO se ejecuta la fiscalización *ex - post*. El resultado del proceso judicial dependerá del esfuerzo de ambos agentes. La empresa será indiferente entre ambos si la

multa *ex – ante* esperada es muy pequeña. Esta intuición se sustenta en el hecho que al realizarse un esfuerzo muy cercano a u^* , la probabilidad de que ocurra un incidente ambiental considerable se reduce aumentando la correspondiente a la rama del árbol indicada líneas arriba.

Si los beneficios ilícitos que la empresa puede obtener al incumplir las normas son muy pequeños respecto de los costos esperados o son iguales a cero, entonces la empresa realizará un esfuerzo mayor o igual a u^* cumpliendo las normas ambientales. Dicha estrategia será utilizada por la empresa porque al cumplir las normas, la probabilidad de ocurrencia de contaminación mayor a la máxima permisible es menor a su complemento, aunque los factores no controlables pueden variar dichas probabilidades. Por lo tanto, será menos probable que la agencia reguladora ejecute el programa de fiscalización *ex – post*. Por su parte, la agencia reguladora, buscando el bienestar social y conociendo la magnitud de los beneficios extraordinarios, optará por realizar una intensa fiscalización *ex – ante*. De esta manera, la combinación de estrategias de los agentes permite inferir que un posible resultado del proceso de decisiones se encontraría en la rama correspondiente a SI se fiscaliza *ex – ante* → NO hay ocurrencia de una contaminación mayor a la ley → NO se fiscaliza *ex – post* que se muestra en los Gráficos N° A4.3 y A4.4.

Por último, se debe mencionar que la multa calculada según la metodología para el cálculo de la multa *ex - post* aprobada en la Resolución N° 032-2005-OS/GG, $(B+aD)*A$, es la mejor aproximación a la multa óptima teórica, $(D-R)/P_{ep}$, por lo que el daño neto sería compensado con el cobro de la multa y la magnitud de la compensación efectuada dependerá del destino que se le brinde a los fondos recaudados.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía - OSINERG
Oficina de Estudios Económicos - 2006

Equipo de Trabajo

Raúl Pérez-Reyes Espejo Gerente de Estudios Económicos.

Especialistas:

Raúl García Carpio Especialista en Regulación Económica.
Sector Eléctrico.

Arturo Vásquez Cordano Especialista en Organización Industrial.
Sector Hidrocarburos.

Asistente Administrativo:

Clelia Bandini Malpartida

Practicantes Profesionales:

Carolina Lenkey Ramos Sector Hidrocarburos

Rosa Montoya Sandoval Sector Eléctrico