



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA DETERMINAR MULTAS POR  
INFRACCIONES MEDIOAMBIENTALES**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**VALERIA ESTEFANÍA BARSOCCHINI MONTERO**

**PROFESOR GUÍA:  
CRISTIÁN BRAVO ROMÁN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
OMAR CERDA INOSTROZA  
ALEJANDRO GÁLVEZ ZÚÑIGA**

**SANTIAGO DE CHILE  
AGOSTO 2012**

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA  
CIVIL INDUSTRIAL  
POR: VALERIA BARSOCCHINI MONTERO  
FECHA: 29/08/2012  
PROF. GUÍA: SR. CRISTIÁN BRAVO

## **EVALUACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA DETERMINAR MULTAS POR INFRACCIONES MEDIOAMBIENTALES**

El proyecto a realizar en este trabajo de título está enfocado en evaluar una metodología de determinación de multas sancionatorias para empresas que infringen normas medioambientales.

A nivel mundial existe una inquietud por el desarrollo sustentable, lo que ha llevado a los países a firmar múltiples acuerdos relacionados al tema medioambiental. El gobierno de Chile no desea estar fuera de los nuevos desafíos que se han generado, es por ello que se crea el Ministerio y la Superintendencia del Medioambiente, con el fin de crear políticas, fiscalizar y sancionar.

Para el adecuado desarrollo de estas funciones es necesaria la definición de una herramienta sólida de determinación de multas ya que los agentes privados tienen incentivos a infringir las normas pues obtienen muchos más beneficios económicos violándolas que cumpliéndolas.

El beneficio económico del infractor es el eje central de las multas, por lo que la primera parte del trabajo consistió en establecer este beneficio mediante la metodología para la evaluación de proyectos, considerando costos evitados, costos retrasados e ingresos ilícitos (ingresos directos de una actividad ilegal). De forma posterior a este cálculo se procedió a la aplicación del modelo colombiano, peruano y estadounidense.

Como resultado se obtuvo que los tres modelos aplicados fueron capaces de remover el beneficio económico obtenido por el infractor, es decir, que los valores de las multas determinadas superaron a los ingresos ilegales asociados a la infracción.

Cada uno de estos modelos posee similitudes en estructura y diferencias en cuanto a consistencia, eficiencia, eficacia y flexibilidad. Un análisis de estos criterios llevó a la alumna a escoger la metodología colombiana como la más apropiada para ser aplicada en Chile, lo que le entrega al país un modelo claro, de fácil aplicación y bastante consistente con la teoría económica de determinación de multas. Además, su construcción permite la adaptación a Chile y otros países que requieran utilizarlo.

Se recomienda, para casos donde los beneficios del infractor son cuantiosos, incorporar el valor del daño ambiental, a través de estudios de valoración contingente, como medida de internalización del daño y compensación a la sociedad.

Finalmente, como desafío futuro queda el evaluar el modelo británico que se presenta como una buena opción junto al modelo desarrollado por Colombia.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo culmina una gran etapa de mi vida. La recordaré, no solo por el aprendizaje profesional que tuve, sino por el crecimiento que experimenté como persona, las alegrías, vivencias y oportunidades que me marcaron y que me han hecho muy feliz todos estos años.

En primer lugar, quiero agradecer a mi mamá por darme la posibilidad de estudiar en la Universidad de Chile, por el sacrificio que haces día a día y por el amor que me entregas.

A mi papá que me cuida desde el cielo.

A toda mi familia que siempre me ha apoyado de forma incondicional en diversas situaciones. A mis tíos, primos y abuelos, gracias por ser una familia tan unida.

Quiero agradecer también a todos mis amigos del colegio, ya que han formado parte importante de mi vida, sobre todo a mis dos grandes amigas Chris y Dani porque estos 17 años de amistad han sido extraordinarios.

A Carlita, Ertty, Cami y Nico grandes amigas que conocí en este periodo, ya que siempre han sido un apoyo fundamental. Les agradezco por todo lo que hemos vivido juntas y por el ánimo que me dan cuando lo necesito. Especialmente a Pía, por las largas noches que pasamos haciendo nuestras memorias, gracias por las risas, historias, comidas, etc. Ya que sin eso, el trabajo no hubiese sido tan grato.

Muchas gracias al CEIN 2011, Richard, Chapa, Félix y Valdivia, partimos sin conocernos mucho, pero encontré amigos con los que viví una de las mejores experiencias de mi vida y que me deja un aprendizaje incalculable.

A todos aquellos que forman parte importante de mi vida, Sofi, Rachel, Penacho, Juana, Herly, Germán, Iván, Negra, Igna, Maca y Fran.

Finalmente quiero agradecer a los profesores Cristián Bravo, Omar Cerda y Eduardo Contreras por la disposición y la pronta resolución de dudas y a Carolina Vera quien facilitó el desarrollo de mi memoria.

## **ABREVIATURAS**

SMA	Superintendencia del Medioambiente
MMA	Ministerio del Medioambiente
OCDE	Organización para la cooperación y desarrollo económico
TLC	Tratado de libre comercio
CONAMA	Corporación Nacional del Medioambiente
UTA	Unidad Tributaria Anual
UTM	Unidad Tributaria Mensual
USD	United States Dollar
EPI	Environmental Performance Index
DAP	Disposición a pagar
IPC	Índice de precios al consumidor
OSINERG	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía
SII	Servicio de Impuestos Internos
CAPM	Capital Asset Pricing Model
VAN	Valor Actual Neto
CONAF	Corporación Nacional Forestal
WACC	Weighted Average Cost of Capital
RCA	Resolución de Calificación Ambiental
SINIA	Sistema Nacional de Información Ambiental
SEREMI	Servicio Regional Ministerial
NCH	Norma Chilena
PPM	Partes por millón



2.7.3.2.1.	Beneficio económico .....	23
2.7.3.2.2.	Componente de gravedad .....	23
2.7.3.2.3.	Factores de ajuste .....	24
2.7.3.3.	Estructuración del modelo para el trabajo .....	24
3.	<b>METODOLOGÍA</b> .....	26
3.1.	Determinación de industrias relevantes para el desarrollo del trabajo .....	26
3.2.	Casos representativos dentro del sector productivo .....	26
3.3.	Determinación de elementos relevantes para el flujo de caja .....	26
3.3.1.	Inflación .....	26
3.3.2.	Impuestos .....	27
3.3.3.	Depreciación y ciclos de reposición .....	27
3.3.4.	Tasa de descuento .....	27
3.3.5.	Variables asociadas a las importaciones .....	28
3.3.6.	Evaluación de proyectos .....	28
3.3.7.	Determinar montos de multas.....	29
3.3.8.	Inferir cuál podría ser la metodología más apropiada para Chile y evaluación de su impacto .....	29
4.	<b>APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS EN ESTUDIO</b> .....	29
4.1.	Caso Barrick Gold.....	29
4.1.1.	Sector productivo .....	29
4.1.2.	Caracterización del caso.....	30
4.1.2.1.	Características de la empresa .....	30
4.1.2.2.	Daño.....	30
4.1.2.3.	Cargos.....	30
4.1.2.4.	Tipo de beneficio económico .....	30
4.1.2.5.	Impuestos .....	31
4.1.2.6.	Depreciación y ciclos de reposición .....	31
4.1.2.7.	Tasa de descuento.....	31
4.1.2.8.	Estimación del beneficio económico .....	32
4.1.2.9.	Metodología colombiana.....	32
4.1.2.10.	Metodología peruana .....	35
4.1.2.11.	Metodología estadounidense .....	37
4.2.	Caso Coexca .....	39
4.2.1.	Sector productivo .....	39
4.2.2.	Caracterización del caso.....	40
4.2.2.1.	Características de la empresa .....	40
4.2.2.2.	Daño.....	40
4.2.2.3.	Cargos.....	40
4.2.2.4.	Tipo de beneficio económico .....	40
4.2.2.5.	Impuestos .....	40
4.2.2.6.	Depreciación y ciclos de reposición .....	41
4.2.2.7.	Tasa de descuento.....	41

4.2.2.8.	Estimación del beneficio económico .....	41
4.2.2.9.	Metodología colombiana.....	42
4.2.2.10.	Metodología peruana .....	44
4.2.2.11.	Metodología estadounidense .....	45
4.3.	Caso Las Vertientes.....	47
4.3.1.	Sector productivo .....	47
4.3.2.	Caracterización del caso.....	47
4.3.2.1.	Características de la empresa .....	47
4.3.2.2.	Daño.....	47
4.3.2.3.	Cargos.....	47
4.3.2.4.	Tipo de beneficio económico .....	47
4.3.2.5.	Impuestos .....	47
4.3.2.6.	Depreciación y ciclos de reposición .....	48
4.3.2.7.	Tasa de descuento.....	48
4.3.2.8.	Estimación del beneficio económico .....	48
4.3.2.9.	Metodología colombiana.....	49
4.3.2.10.	Metodología peruana .....	51
4.3.2.11.	Metodología estadounidense .....	53
4.4.	Caso Celulosa Arauco (Celco) .....	55
4.4.1.	Sector productivo .....	56
4.4.2.	Caracterización del caso.....	56
4.4.2.1.	Características de la empresa .....	56
4.4.2.2.	Daño.....	56
4.4.2.3.	Cargos.....	56
4.4.2.4.	Tipo de beneficio económico .....	57
4.4.2.5.	Estimación del beneficio económico .....	57
4.4.2.6.	Metodología colombiana.....	57
4.4.2.7.	Metodología peruana .....	58
4.4.2.8.	Metodología estadounidense .....	59
5.	DISCUSIÓN.....	62
6.	CONCLUSIÓN.....	65
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	66
ANEXOS .....		70
Anexo 1:	Uso de árboles de decisión para el cálculo de la multa óptima .....	70
Anexo 2:	Material de apoyo, metodología colombiana .....	71
Anexo 3:	Material de apoyo, metodología peruana.....	76
Anexo 4:	Tablas de beneficio económico .....	78
Anexo 5:	Cálculo de la DAP para el caso Barrick.....	87
Anexo 6:	Características de las lagunas aireadas.....	88
Anexo 7:	Cálculo de la DAP para el caso Las Vertientes.....	90
Anexo 7:	Cálculo de la DAP para el caso Celco.....	91
Anexo 7:	Depreciación de activos según el Servicio de Impuestos Internos .....	92

## 1. INTRODUCCIÓN

A partir de 1990 Chile ha tenido un crecimiento económico rápido. Este crecimiento que corresponde a una tasa del 4,3% para el año 2012 en Chile, es superior al promedio internacional de 3,5% (Fondo Monetario Internacional 2012).

El desarrollo de la economía nacional ha tenido un innegable impacto sobre el medioambiente, sobre todo en sectores como la minería, la silvicultura y la acuicultura.

Las evidencias de una gran degradación del medioambiente y recursos naturales chilenos, en conjunto con la restitución de las instituciones democráticas, condujeron a dar mayor énfasis en la construcción de políticas ambientales (impulsadas además por consideraciones comerciales, ya que Chile exporta en su mayoría a países de la OCDE).

Gráfico 1: Crecimiento del PIB Chileno



Fuente: Banco Mundial

Es así como la política exterior del país ha evolucionado, hacia una gran preocupación por abordar los desafíos globales existentes. La agenda mundial tiene contemplados una cantidad de temas asociados al desarrollo sustentable y Chile desea tener una participación activa en ella.

En ese camino, que se inició con la reunión sobre Medio Ambiente Humano desarrollada en Estocolmo (1972), se han suscrito una serie de protocolos y convenios incluyendo Cambio Climático, Biodiversidad, Protección de la Capa de Ozono y Control de Sustancias Químicas, entre otros.

El país ha puesto especial énfasis en incorporarse constructivamente a la red de acuerdos y tratados internacionales ambientales, los cuales constituyen una fuente importante del Derecho Ambiental Internacional y contribuyen a la generación de las políticas de sustentabilidad de cada nación.

De la misma forma, Chile ha firmado una serie de acuerdos internacionales y tratados comerciales, bilaterales o multilaterales, orientados a alcanzar el desarrollo sustentable y estimular la responsabilidad social de las empresas.



Entre ellos pueden mencionarse los acuerdos bilaterales firmados con Canadá en Febrero de 1997 (Acuerdo de cooperación Ambiental incluido en el TLC) y con Estados Unidos (incluido en el TLC) cuyos fines son fortalecer la cooperación ambiental entre las partes asegurando la ejecución eficaz de las leyes y regulaciones ambientales de cada uno de los países, favoreciendo además, que se alcancen las metas y los objetivos ambientales del Tratado de Libre Comercio promoviendo el desarrollo sustentable en los países firmantes.

A pesar de los progresos realizados, en Mayo de 2005 la OCDE publicó un análisis de la política medioambiental chilena que realizaba una gran cantidad de recomendaciones orientadas a “desarrollar y fortalecer las instituciones medioambientales en los ámbitos nacional y regional”, “examinar formas de fortalecer la capacidad de cumplimiento y fiscalización, incluso mediante reformas institucionales, como por ejemplo el establecimiento de un órgano de inspección ambiental” y finalmente “evaluar la posibilidad de incluir instrumentos económicos nuevos (cargos por residuos peligrosos, cargos por emisiones al aire, cargos por contaminación del agua, entre otros)” (OCDE 2005).

En resumen el análisis hecho por la OCDE concluía que Chile no tenía un plan de desarrollo sustentable que fomentara la integración de las consideraciones medioambientales a las decisiones de tipo económico.

Es en este contexto que en 2007 Chile lanza la versión actualizada de la Ley N°19.300 que establece los derechos básicos de los ciudadanos respecto del medioambiente, definiendo entre otros elementos básicos, el sistema de evaluación de impacto ambiental y las normas de emisión y calidad.

Hasta ese entonces los encargados de determinar culpabilidad, sanciones y fiscalizar correspondían a los Tribunales de Justicia y a la Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA) por lo que se ve la necesidad de crear un organismo que colabore en el diseño de políticas, planes y programas en materia ambiental además de fiscalizar y sancionar el incumplimiento de las normativas vigentes.

Con este espíritu, el 12 de Enero de 2010 se promulga la Ley N°20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.

“Créase el Ministerio del Medio Ambiente, como una Secretaría de Estado encargada de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.”

“Créase la Superintendencia del Medio Ambiente, como un servicio público funcionalmente descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio del Medio Ambiente. La Superintendencia constituye una institución fiscalizadora en los términos del Decreto Ley N° 3.551, de 1981, estará afecta al Sistema de Alta Dirección Pública establecido en la Ley N° 19.882 y estará sometida al Decreto Ley N°1.263, de 1975, sobre Administración Financiera del Estado.”

De estos párrafos se desprenden las funciones fiscalizadoras y sancionadoras de la Superintendencia del Medioambiente (SMA), que se pueden ver con mayor detalle en el extracto de la Ley Orgánica que se presenta a continuación:

“Artículo 35.- Corresponderá exclusivamente a la Superintendencia del Medio Ambiente el ejercicio de la potestad sancionadora respecto de las siguientes infracciones...”

“Artículo 36.- Para los efectos del ejercicio de la potestad sancionadora que corresponde a la Superintendencia, las infracciones de su competencia se clasificarán en gravísimas, graves y leves.”

“Artículo 40.- Para la determinación de las sanciones específicas que en cada caso corresponda aplicar, se considerarán las siguientes circunstancias:

- a) La importancia del daño causado o del peligro ocasionado.
- b) El número de personas cuya salud pudo afectarse por la infracción.
- c) El beneficio económico obtenido con motivo de la infracción.
- d) La intencionalidad en la comisión de la infracción y el grado de participación en el hecho, acción u omisión constitutiva de la misma.
- e) La conducta anterior del infractor.
- f) La capacidad económica del infractor.
- g) El cumplimiento del programa señalado en la letra r) del artículo 3º.
- h) El detrimento o vulneración de un área silvestre protegida del Estado.
- i) Todo otro criterio que, a juicio fundado de la Superintendencia, sea relevante para la determinación de la sanción.”

Dada la reciente creación del Ministerio del Medioambiente (MMA) y la Superintendencia del Medioambiente, aún se están desarrollando metodologías y estableciendo procesos para desempeñar las atribuciones mencionadas de forma eficaz y correcta, quedando un extenso trabajo pendiente en esta materia.

#### 1.1. Descripción del proyecto y justificación

La Superintendencia del Medioambiente tiene a su cargo la ejecución, organización y coordinación de la fiscalización y seguimiento de los instrumentos de gestión ambiental que establece la ley, así como la imposición de sanciones en caso de que se constaten infracciones que sean de su competencia.

La Ley N°20.417 entrega a la SMA la facultad de sancionar estas infracciones con multas que pueden llegar hasta las 10.000 UTA<sup>1</sup> (aproximadamente nueve millones de dólares). Esto corresponde a un cambio significativo respecto del régimen sancionatorio anterior, en el cual las multas máximas por infracción eran de 500 UTM<sup>2</sup> (aproximadamente 40.000 USD<sup>3</sup>). La nueva legislación establece las circunstancias o criterios que la Superintendencia debe considerar para determinar la sanción a aplicar en cada caso, entre las cuales se cuenta el beneficio económico que el infractor ha obtenido gracias al incumplimiento de la normativa.

Actualmente la Superintendencia cuenta con un Superintendente y con el personal necesario para empezar a funcionar; sin embargo sus facultades fiscalizadoras se encuentran sin iniciarse hasta la aprobación del Proyecto de Ley que crea los Tribunales Ambientales.

Antes de su entrada en funcionamiento con plenas facultades, la SMA se encuentra en etapa de instalación e implementación de sistemas que le permitan desarrollar adecuadamente sus funciones y enfrentar de la mejor forma los desafíos que tiene por delante, los cuales son:

- Definición de criterios de fiscalización.
- Diseño de manual nacional de procedimientos de fiscalización ambiental.
- Definición de criterios de sanción ambiental.
- Definir la metodología de determinación de sanciones.

En este contexto y en relación a las líneas de acción a desarrollar a partir de los objetivos estratégicos de la Superintendencia, la división de cumplimiento y sanción propone la evaluación de una metodología para determinar multas por infracciones medioambientales, tema a desarrollar por la alumna.

El beneficio económico obtenido con motivo de la infracción no sólo es parte de los criterios para la determinación de sanciones, sino que es la parte central de las distintas metodologías para calcular multas medioambientales.

Este beneficio dependerá del caso bajo estudio. De forma básica y en términos generales se ha determinado que el beneficio comprende distintos tipos de ítems como:

- Los costos evitados: Esta variable cuantifica el beneficio que el infractor obtiene al evitar incurrir en los costos e inversiones necesarios para cumplir con la normativa.
- Los costos retrasados: Esta variable cuantifica el beneficio que el infractor obtiene al retrasar el costo o inversión necesaria para cumplir con la normativa. En este caso el beneficio estará dado por la rentabilidad que el infractor obtiene por incurrir en dichos costos o inversiones con posterioridad a lo exigido legalmente.
- Los ingresos directos de la actividad ilegal: Esta variable cuantifica el beneficio asociado a los ingresos directamente obtenidos por incurrir en una actividad ilegal. Los casos más característicos se encuentran en los comportamientos de extracción ilegal de recursos donde el infractor obtiene un ingreso económico por la utilización o comercialización del recurso extraído.

---

<sup>1</sup> Según el Servicio de Impuestos Internos al mes de Abril de 2012 su valor es de UTA=\$474.840

<sup>2</sup> Según el Servicio de Impuestos Internos al mes de Abril de 2012 su valor es de UTM=\$39.570

<sup>3</sup> Según el Banco Central al día 05 de Abril de 2012 su valor es de USD=\$483,78

En resumen, se desarrollará una línea de estudio que comprende la estimación del beneficio económico por el incumplimiento de la normativa ambiental, focalizada a evaluar el impacto de aplicar sanciones basadas en su captura, es decir, en una primera instancia estimar el beneficio económico asociado a la infracción de normativas para luego aplicar las distintas metodologías en estudio y discutir cuál es la más apropiada para el país, determinando posibles sanciones y evaluando su impacto en el comportamiento. Se focalizará el análisis en un número limitado de casos de estudio.

La importancia del proyecto radica en que actualmente las empresas no tienen incentivos a cumplir las normas medioambientales vigentes, dado que las multas asociadas son muy bajas, los delitos son difíciles de comprobar y no existen criterios de fiscalización. Dado lo anterior, el desarrollo de este trabajo de título podría tener un gran impacto en el comportamiento de infractores respecto de las leyes ambientales que actualmente existen en Chile.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

Evaluar las distintas metodologías de determinación de multas medioambientales existentes y analizar cuál de ellas es la más adecuada para nuestro país.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar industrias donde el beneficio económico de no cumplir las normas medioambientales sea relevante y posible de estimar.
- Determinar los parámetros y variables relevantes que sean consistentes al caso en estudio.
- Determinar el beneficio económico obtenido por los infractores.
- Adaptar a la realidad chilena los distintos modelos de determinación de multas, aplicándolos a los casos escogidos.
- Inferir cuál podría ser la metodología más apropiada para el país
- Evaluar el posible impacto (en el comportamiento del infractor) de la aplicación de una sanción.

## 1.3. Metodología

Para el desarrollo del trabajo se utilizará una metodología que se describe a grandes rasgos a continuación:

- Comparación de índices de infracción y porcentajes de participación dentro del PIB nacional para así determinar las industrias relevantes para el desarrollo del trabajo.
- Revisión de la disponibilidad de información y asesoría de los expertos de la Superintendencia del Medioambiente para la elección de casos representativos dentro del sector productivo.

- Determinación de elementos relevantes para el flujo de caja. El ítem más complicado corresponde a la tasa de descuento que se calculará en base a técnicas de CAPM y WACC si ésta no se encuentra disponible.

- Utilización de técnicas de evaluación de proyectos para determinar el beneficio económico de los infractores.

- Con base a la recopilación de antecedentes hecha en el marco teórico del presente informe se fijan los valores del resto de las variables que influyen en los modelos, para obtener una multa en dinero.

- Se analizan criterios de consistencia, eficiencia, eficacia y flexibilidad, para discutir sobre la metodología más adecuada para el país. Además de comparar el beneficio económico del infractor con la multa obtenida por los diferentes métodos para evaluar si la multa tiene impacto correctivo.

#### 1.4. Resultados esperados

Luego del desarrollo del proyecto, en pos de cumplir el objetivo general y los objetivos específicos se espera obtener los siguientes resultados:

- Un listado con al menos tres sectores productivos diferentes para ser analizados.
- Una estimación de los flujos de caja para los distintos tipos de beneficio ilícito.
- Determinar montos de multas según las metodologías en estudio, es decir, montos en pesos Chilenos.
- Se espera que la metodología más apropiada sea el modelo estadounidense por su efectividad y simpleza a priori.
- Se espera que la multa determinada supere en valor al beneficio económico, por lo que su impacto sería corregir el comportamiento del infractor.

#### 1.5. Alcances

El trabajo desarrollado se lleva a cabo en sectores productivos donde el factor económico es relevante, y existen datos suficientes para aplicar la metodología descrita, es decir, que sea posible determinar los gastos en que debieran incurrir las empresas para respetar las normativas. El proceso de acotar las industrias con beneficios económicos claros se realiza en conjunto con la Superintendencia.

En ese mismo sentido el segundo alcance del trabajo de título corresponde al número de casos a desarrollar. Debido a límites de tiempo no se puede analizar un gran número de empresas por lo tanto es necesario escoger las industrias de mayor importancia para la SMA, es por esto que el trabajo no pretende tener un número de casos estadísticamente significativo, si no que entregar una primera aproximación al impacto de las multas medioambientales.

Finalmente el objetivo del trabajo es evaluar las metodologías de determinación de multas existentes adaptadas a la realidad chilena, no es en ningún caso objetivo del proyecto desarrollar una nueva metodología o determinar nuevos criterios que deberían ser incluidos.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1. Medidas de protección ambiental

Básicamente existen 2 tipos de instrumentos que se utilizan para la aplicación de las políticas medioambientales; los primeros constituyen herramientas económicas que incentivan la protección del medioambiente, mientras que las segundas son normas reglamentarias o reguladoras que limitan la actividad contaminante a través de sanciones, impedimentos, autorizaciones administrativas, etc. (Forum Ambiental 2001)

Tabla 1: Medidas de protección ambiental

Instrumentos económicos	Instrumentos reguladores
Precios	Normas
Subsidios relacionados al MA	Evaluación de impacto ambiental
Medidas fiscales (impuestos)	Cumplimiento y fiscalización
Creación de mercados	Otros
	Enfoque voluntario

Fuente: Elaboración propia en base al documento de las jornadas Forum Ambiental de 2001

Optar por instrumentos de tipo económico supone menores costos económicos ya que la regulación implica muchos más gastos asociados a la recopilación de información necesaria (o evidencia) para la sanción, porque ésta debe seguir un proceso de monitoreo, control y vigilancia.

Es por esto que es importante llegar a un balance en la aplicación de ambos tipos de medidas de protección. En el caso de Chile, se utiliza variedad de herramientas como la evaluación de impacto ambiental, planes de prevención de contaminación y descontaminación, normas de calidad ambiental y de emisiones, cargos por extracción de agua para riego, bonos de descontaminación transables etc.

Este trabajo de título está enfocado en la aplicación de herramientas de tipo reguladoras, más específicamente, multas en dinero.

### 2.2. Cumplimiento y fiscalización

Hasta hace unos años atrás la fiscalización de la aplicación de las leyes relacionadas al medioambiente era responsabilidad de distintas instituciones con la supervisión de la Corporación Nacional del Medioambiente (CONAMA). Este procedimiento se llevaba a cabo mediante inspecciones y sanciones.

La SMA realizará este trabajo en adelante pudiendo cursar multas al constatarse una infracción.

#### 2.2.1. Racionalidad de las multas

La multa es una sanción de tipo administrativo que actúa como un disuasivo del comportamiento y que hace posible que se internalicen los costos de las acciones, asumiendo una

posición de preocupación y responsabilidad ambiental en el proceso de toma de decisiones de los individuos.

Muchas veces los agentes privados tienen incentivos a infringir las normas, ya que obtienen muchos más beneficios violándolas que cumpliéndolas; esto se da ya que la fiscalización no es suficiente por lo que las probabilidades de ser detectados son pequeñas. En este sentido, la sanción busca reducir estos incentivos a no cumplir con las reglas establecidas, disminuyendo el riesgo de contaminación, el problema que ha producido históricamente en Chile es que las sanciones no alcanzan el monto necesario para modificar las conductas del agente infractor.

Según la ley chilena, la multa debe incorporar elementos como la toxicidad, la duración de la violación y el riesgo derivado de la infracción, determinando la gravedad de la infracción, tomando en cuenta las circunstancias atenuantes y agravantes relacionadas con el comportamiento del infractor, así como su capacidad de pago.

El modelo debe fijar topes en su nivel inferior y superior, de forma que el valor mínimo represente una cantidad considerable del beneficio que obtuvo el infractor y que el límite superior se encuentre dentro de las posibilidades de pago del mismo y respete los límites de la ley existente en Chile.

### 2.3. Infracción medioambiental y su clasificación

La Ley Orgánica N°20.417 define como infracciones de competencia de la SMA, las siguientes situaciones que se citan en el artículo 35 de dicha Ley:

“Corresponderá exclusivamente a la Superintendencia del Medio Ambiente el ejercicio de la potestad sancionadora respecto de las siguientes infracciones:

a) El incumplimiento de las condiciones, normas y medidas establecidas en las resoluciones de calificación ambiental.

b) La ejecución de proyectos y el desarrollo de actividades para los que la ley exige Resolución de Calificación Ambiental, sin contar con ella. Asimismo, el incumplimiento del requerimiento efectuado por la Superintendencia según lo previsto en las letras i), j), y k) del artículo 3°.

c) El incumplimiento de las medidas e instrumentos previstos en los Planes de Prevención y, o de Descontaminación, normas de calidad y emisión, cuando corresponda.

d) El incumplimiento por parte de entidades técnicas acreditadas por la Superintendencia, de los términos y condiciones bajo las cuales se les haya otorgado la autorización, o de las obligaciones que esta Ley les imponga.

e) El incumplimiento de las normas e instrucciones generales que la Superintendencia imparta en ejercicio de las atribuciones que le confiere esta Ley.

f) Incumplir las medidas adoptadas por la superintendencia en virtud de lo dispuesto en las letras g) y h) del artículo 3°.

g) El incumplimiento de las leyes, reglamentos y demás normas relacionadas con las descargas de residuos líquidos industriales.

h) El incumplimiento de las Normas de Emisión, cuando corresponda.

i) El incumplimiento de los Planes de Recuperación, conservación y gestión de especies establecidos en la Ley N° 19.300.

j) El incumplimiento de los requerimientos de información que la Superintendencia dirija a los sujetos fiscalizados, de conformidad a esta Ley.

k) El incumplimiento de los Planes de Manejo a que se refiere la Ley N° 19.300.

l) El incumplimiento de las obligaciones derivadas de las medidas provisionales previstas en el artículo 48.

m) El incumplimiento de la obligación de informar de los responsables de fuentes emisoras, para la elaboración del registro al cual hace mención la letra p) del artículo 70 de la Ley N° 19.300.

n) El incumplimiento cualquiera de toda otra norma de carácter ambiental que no tenga establecida una sanción específica.”

Estas infracciones serán clasificadas en tres grados, como gravísimas, graves o leves, en función de determinados efectos o características que pueden presentar los actos u omisiones (generación de daño ambiental, afectación a la salud de la población, encubrimiento, reincidencia, etc.), que son especificadas por el artículo 36.

Respecto a estas infracciones, la Ley Orgánica de la SMA, en sus artículos 38 y 39, especifica las sanciones aplicables a cada grado, así como los rangos de las multas en cada uno, según se expone en la tabla 2.

Tabla 2: Clasificación y respectiva sanción de las infracciones medioambientales

Tipo de infracción	Sanción
Gravísima	Revocación de Resolución de Calificación Ambiental (RCA)
	Clausura temporal o definitiva
	Multa hasta 10.000 UTA
Grave	Revocación de RCA
	Clausura temporal o definitiva
	Multa hasta 5.000 UTA
Leve	Amonestación por escrito
	Multa de 1 a 1.000 UTA

Fuente: Superintendencia del Medioambiente



## 2.4. Teoría económica

En cuanto a gestión ambiental, la función del estado corresponde, entre otros temas, a enfocar sus esfuerzos en la regulación del comportamiento de las empresas a través de un organismo fiscalizador y sancionador como es la SMA en el caso de Chile. Para lo cual invierte recursos que pertenecen a la sociedad para detectar el incumplimiento de normas ex-ante que ocurra la contaminación y los daños causados a la sociedad por la contaminación que se genera ex-post por el incumplimiento de regulaciones.

Si se detectase el incumplimiento de una normativa se aplica una multa utilizando los conceptos de beneficio económico, costos evitados y retrasados, gravedad del daño y comportamiento del infractor, que se desarrollarán más adelante en este trabajo de título.

Para poder fijar el monto de una multa se sigue el planteamiento de la teoría de la utilidad esperada: “Un agente viola una norma si su utilidad esperada de hacerlo es mayor que su utilidad esperada de respetarla”.

$$(1 - p) * B > pM \quad (1)$$

Donde:

B: Beneficio obtenido del incumplimiento

p: Probabilidad de ser capturado

M: Multa

La racionalidad que está presente detrás de los comportamientos ilícitos sigue una lógica económica, por lo tanto la multa óptima será la que haga que las empresas se encuentren indiferentes entre cumplir y no cumplir.

## 2.5. Determinación del beneficio económico y las multas

La estimación del beneficio asociado a la infracción del agente, es el monto mínimo que debe tomar la multa para tener un efecto correctivo del comportamiento, este beneficio se obtiene relacionando la capacidad de detección de la infracción con el beneficio neto.

Mediante árboles de probabilidades (Ver anexo 1) que hacen que el beneficio percibido por la empresa sea cero, se obtiene la modificación de la ecuación 1:

$$M = \frac{B*(1-p)}{p} \quad (2)$$

Donde:

B: Beneficio ilícito obtenido del incumplimiento

M: Multa

p: capacidad de detección de la conducta

Este beneficio ilícito puede deberse a ingresos directos, costos evitados o ahorros por retrasos.

#### 2.5.1. Ingresos directos de la actividad ( $B_1$ )

Este tipo de ingresos se mide con base en los ingresos reales del infractor por la realización del hecho.

Los casos más característicos se encuentran en los comportamientos de extracción ilegal de recursos (minerales, fauna, flora, etc.), donde el infractor espera obtener un ingreso económico por la venta o comercialización del recurso extraído. En estos casos, el ingreso esperado se encuentra asociado al valor promedio de mercado del bien que se pretende comercializar. También se pueden obtener ingresos directos por la prestación de un servicio como la disposición final de sustancias peligrosas que viola la norma ambiental.

#### 2.5.2. Costos evitados ( $B_2$ )

Esta variable cuantifica el ahorro económico por parte del agente al incumplir las normas ambientales y/o los actos administrativos. Es decir, la ganancia que se obtiene al evitar las inversiones exigidas por la norma que sean necesarias para la prevención; se asocia al esfuerzo no realizado por la empresa. Este ahorro se refleja en un aumento en el flujo de caja del infractor, al registrar menores egresos en la cuenta de costos netos.

Los costos evitados pueden clasificarse en tres grupos principales:

- Inversiones que debió realizar en capital: Son todos los equipos, infraestructura, instrumentos, mano de obra e insumos, en los cuales el infractor debió destinar recursos para el cumplimiento de los planes de manejo o para cumplir las condicionantes legales en materia ambiental para el funcionamiento.

- Mantenimiento de inversiones: Estos costos provienen de la no incursión en mantenimiento de las inversiones de capital (equipos, infraestructura, instrumentos, etc.) que debieron realizarse para el cumplimiento de la norma.

- Operación de inversiones: Es el costo en el que habría incurrido el infractor por la operación de la inversión (talento humano, insumos, etc.) que debió haber realizado.

#### 2.5.3. Ahorros de retraso ( $B_3$ )

En los costos de retraso hacen referencia a que la empresa ha cumplido con la norma ambiental y las actividades e inversiones necesarias, pero éstas se realizaron con posterioridad a lo exigido legalmente. Por lo tanto, la utilidad obtenida por el infractor radica en el retraso.

### 2.6. Estimación de costos de abatimiento de contaminantes de residuos líquidos.

En Marzo del 2010 se llevó a cabo una consultoría de apoyo a los procesos de normas ambientales en sistemas hídricos, por parte de la Fundación Chile a la CONAMA.

Esta establece que la metodología más adecuada de estimación de costos es la de estimaciones de magnitud que ocupa el método de Williams descrito a continuación:

$$C_a = C_b * \left(\frac{I_a}{I_b}\right)^n \quad (3)$$

Donde:

$C_a$ = Costo de una máquina o planta que se quiere conocer

$C_b$ = Costo de una máquina o planta que se conoce

$I_a$ = Capacidad característica de la máquina o planta a

$I_b$ = Capacidad característica de la máquina o planta b

La superintendencia utiliza  $n = 0,3$  ya que es el número apropiado cuando los costos de referencia que se utilizan provienen de plantas piloto.

Para la obtención de funciones de costos se realizan regresiones lineales, exponenciales, logarítmicas y potenciales y se selecciona aquella que arroje mejor correlación.

## 2.7. Estudio de metodologías existentes

Esta sección muestra la recopilación de antecedentes que se hizo para caracterizar las diferentes metodologías utilizadas y revisar las experiencias de otros países en este tipo de temas, lo que sirve como guía para el desarrollo de este trabajo.

Se examinaron los casos provenientes de Estados Unidos, Colombia y Perú. La elección de países para realizar este *benchmarking* se realizó de modo de tener representatividad de países como Estados Unidos o el sector europeo, y también de Latinoamérica.

Se escogió Estados Unidos específicamente dada la antigüedad de su modelo y la basta experiencia en aplicación de multas. De los países de Latinoamérica se seleccionó a Colombia que presenta buenos índices de desempeño en materias ambientales y Perú que posee una regulación parecida a la chilena.

### 2.7.1. Experiencia colombiana

#### 2.7.1.1. Política medioambiental

Colombia se encuentra muy bien posicionada a nivel mundial en cuanto a desempeño medioambiental.

Actualmente ocupa el número 27 (de 132 países) en el ranking del índice de desempeño medioambiental (EPI) elaborado anualmente por la Universidad de Yale y Columbia (Chile se encuentra en el puesto número 58). Mientras que durante el año 2011 ocupó el noveno lugar a nivel mundial.

Estos resultados se ven a 20 años del inicio de una ambiciosa reforma de las instituciones ambientales denominada como la “Constitución verde” que culmina el año 1993 con la creación del Ministerio del Medioambiente y el Sistema Nacional Ambiental.

Al año 2012 el país registra un amplio conjunto de logros en relación con la protección y restauración de ecosistemas, la disposición de los desechos, así como en materia de descontaminación del aire y las fuentes de agua, y la prevención de los impactos ambientales de diversas actividades productivas y de servicios. Además, han avanzado en la incorporación de la protección ambiental como una condición necesaria para dirigirse hacia un desarrollo económico perdurable y hacia una sociedad más justa y equitativa.

#### 2.7.1.2. Modelo

La metodología de determinación de sanciones colombiana incorpora elementos de evaluación cualitativa de la afectación ambiental, riesgo derivado de la infracción, gravedad de la infracción, circunstancias atenuantes o agravantes y condición socioeconómica del infractor.

De modo que el modelo matemático considera como tope inferior de la multa el beneficio económico obtenido y como tope superior la capacidad de pago real del infractor.

De este modo, la multa adquiere la siguiente forma:

$$M = B + [(\alpha * i) * (1 + A) + Ca] * Cs \quad (4)$$

Donde:

M: Multa

B: Beneficio ilícito

$\alpha$ : Factor de temporalidad

i: Grado de afectación ambiental y/o evaluación de riesgo

A: Atenuantes o agravantes

Ca: Costos asociados

Cs: Capacidad socioeconómica del infractor

El factor de temporalidad mide la duración del hecho ilícito y contempla si la infracción se presenta de manera instantánea, continua o intermitente en el tiempo.

El grado de afectación ambiental mide el impacto de la infracción sobre el medioambiente. Los criterios que deben ser evaluados para determinar la importancia de la afectación, son los de intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y recuperabilidad. Cada uno de estos criterios se evalúa, asignándoles valores ponderadores fijados con anterioridad, los cuales miden la importancia de la afectación a través de un algoritmo. (Ver anexo 2)

Cada una de las variables representa las condiciones que como mínimo se deben considerar a la hora de calcular una multa. Sin embargo las infracciones ambientales pueden concretarse en afectación ambiental así como puede que no, el modelo permite la aplicación de la fórmula en ambos casos reemplazando el grado de afectación por el riesgo.

#### 2.7.1.2.1. Beneficio ilícito

Se busca que el valor mínimo que adquiera la multa corresponda al beneficio obtenido por la infracción. Siguiendo la teoría económica, el valor de la multa adquiere el valor de la ecuación 2.

Se consideran 3 valores para establecer la capacidad de detección de la autoridad ambiental:

- Capacidad de detección baja implica  $p=0,4$
- Capacidad de detección media implica  $p=0,45$
- Capacidad de detección alta implica  $p=0,5$

Cuando se evalúa el beneficio de la infracción, se proyecta cuál es la opción lícita más cercana y se calcula cuál era su costo. Para calcular la multa, primero se debe calcular este beneficio obtenido de la infracción.

La metodología colombiana reconoce 3 tipos de beneficio, estos corresponden a:

- Ingresos directos de la actividad: Ingresos debidos a la extracción ilegal de recursos o a la prestación de servicios que violen disposiciones ambientales.
- Costos evitados: Esta variable cuantifica el ahorro económico por parte del agente de incumplir las normas ambientales o los actos administrativos, se ve reflejado en un aumento del flujo de caja del infractor, al registrar menores egresos en la cuenta de costos netos.

Como los costos evitados aumentan las utilidades del infractor, lo que conlleva una mayor tributación, este no se queda con todo el beneficio que obtiene, por lo que es necesario considerar los impuestos para hacer un descuento tributario y obtener el beneficio efectivo.

$$B_2 = C_E * (1 - T) \quad (5)$$

- Costos retrasados: Implica que los costos finalmente se realizaron pero posterior a lo que se exige legalmente. Lo importante a determinar en este caso es el valor temporal del dinero para el infractor. A un mismo horizonte de evaluación se calcula el escenario de cumplimiento a tiempo y uno con retraso, para obtener el beneficio neto.

#### 2.7.1.2.2. Importancia de la afectación y factor alfa

Las acciones impactantes son aquellas que se derivan de la infracción y que generan un cambio en el medioambiente o bienes de protección, mientras que estos últimos corresponden a ítems ambientales que merecen ser protegidos.

En el caso de que exista un gran número de acciones impactantes o bienes afectados, se puede utilizar la matriz de afectación (ver tabla 3) que es útil para encontrar las relaciones entre las acciones impactantes y los bienes de protección afectados. A partir de este cruce de información se deben determinar las afectaciones relevantes para su estimación.

Tabla 3: Ejemplo de matriz de afectación ambiental

Actividad que genera afectación	Bienes de protección					
	B1	B2	B3	B4	.....	Bi
A1	X					
A2		X	X			
A3			X	X	X	X
A4			X			
⋮				X	X	X
Ai	X				X	X

Fuente: Manual procedimental para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental

Una vez establecidas las afectaciones importantes del caso en estudio, se realiza la valoración de la importancia de cada afectación evaluando los siguientes atributos:

- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Recuperabilidad (MC)

A los cuales se les asigna un valor previamente definido (ver anexo 2) y se ponderan de la siguiente forma:

$$I = (3 * IN) + (2 * EX) + PE + RV + MC \quad (6)$$

El valor obtenido puede clasificarse en irrelevante, leve, moderada, severa y crítica como muestra la tabla 4.

Finalmente el valor monetario de la importancia de la afectación toma el siguiente valor:

$$i = (22.06 * SMMLV) * I \quad (7)$$

Donde:

i: valor monetario de la importancia de la afectación

SMMLV: Salario mínimo mensual legal vigente

I: Importancia de la afectación

Tabla 4: Clasificación de la importancia de la afectación ambiental

Atributo	Descripción	Calificación		Rango
Importancia (I)	Medida cualitativa del impacto a partir de la calificación de cada uno de sus atributos	Irrelevante	8	
		Leve	9-20	
		Moderada	21-40	
		Severa	41-60	
		Crítica	61-80	

Fuente: Manual procedimental para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental

Para el caso donde hubo riesgo de afectación pero esta no se produjo concretamente, se calcula la importancia de la afectación (I) mediante la ecuación 6, suponiendo un escenario de infracción. Una vez obtenido este valor se determina la magnitud potencial de la afectación (m) como muestra la tabla 5:

Tabla 5: Evaluación del nivel potencial de impacto.

Criterio de valoración de afectación	Importancia de la afectación	Nivel potencial de impacto
Irrelevante	8	20
Leve	9-20	35
Moderado	21-40	50
Severo	41-60	65
Crítico	61-80	80

Fuente: Manual procedimental para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental

Luego se debe proceder a determinar la probabilidad de ocurrencia de la afectación que puede tomar los valores que indica la tabla 6.

Teniendo definido el nivel potencial de impacto y la probabilidad de ocurrencia se procede a establecer el nivel de riesgo a partir de la ecuación:

$$r = o * m \text{ (8)}$$

Donde:

r: Riesgo

o: Probabilidad de ocurrencia de la afectación

m: Magnitud potencial de la afectación

Luego, el valor monetario de la importancia del riesgo de la afectación corresponde a:

$$i = (11.03 * SMMLV) * r \quad (9)$$

Cuando confluyen dos o más acciones que derivan en afectación o riesgo ambiental se calcula un promedio de la valorización monetaria de ambas afectaciones o riesgos.

Tabla 6: Valoración de la probabilidad de ocurrencia.

Probabilidad de Ocurrencia	
Criterio	Valor de probabilidad de ocurrencia
Muy alta	1
Alta	0.8
Moderada	0.6
Baja	0.4
Muy baja	0.2

Fuente: Manual procedimental para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental

El factor alfa que pondera al valor monetario de la importancia de la afectación se calcula como:

$$\alpha = \frac{3}{364} * d + \left(1 - \frac{3}{364}\right) \quad (10)$$

Donde:

$\alpha$ : Factor de temporalidad

d: Número de días de la infracción

2.7.1.2.3. Atenuantes, agravantes, costos asociados y capacidad socioeconómica del infractor

Para atenuantes, agravantes y capacidad socioeconómica, existe un listado de posibles situaciones con un ponderador respectivo (ver anexo 2).

El término de costos asociados hace referencia a los gastos en que tuvo que incurrir el Viceministerio de Medioambiente en el proceso sancionatorio que no están asociados a atribuciones del mismo. Por ejemplo: Los costos de viajes a terreno realizados para fiscalizar no son costos asociados, pues es un gasto inherente a la facultad fiscalizadora del organismo. Los costos de un estudio para analizar la calidad de las aguas subterráneas que se ubican bajo el



proyecto corresponden a costos asociados, pues son investigaciones que debió haber realizado la empresa involucrada.

#### 2.7.2. Experiencia peruana

##### 2.7.2.1. Política medioambiental

Pese a que en los últimos quince años Perú ha avanzado en lo que a política e institucionalidad ambiental se refiere, estas mejoras han sido insuficientes lo que tiene al país posicionado en el número 81 del índice de desempeño ambiental.

La inversión directa en gestión medioambiental, por ejemplo en investigación, es muy reducida, lo que no permite tomar decisiones en base a una buena información.

Por otro lado, las instituciones u órganos vinculados al tema, reflejan muchos desniveles tanto en recursos financieros, infraestructura, recursos humanos, funciones y nivel jerárquico. Por ende, el país tiene desafíos pendientes, dándole a sus instituciones las atribuciones y recursos que le permitan ejercer como una real autoridad de la política ambiental y desarrollando indicadores que faciliten la evaluación del desempeño gubernamental.

##### 2.7.2.2. Modelo

Perú posee multas ex-ante que son determinadas en caso de inexistencia de afectación ambiental; éstas se calculan mediante la ecuación:

$$M = \frac{B}{p} \quad (11)$$

Donde:

M: Multa

B: Beneficio obtenido

p: Probabilidad de aplicación de la multa

En el caso de verse afectado el medio ambiente, se cursan multas ex-post que se calculan:

$$M = (B + \alpha * D) * A \quad (12)$$

Donde:

B: Beneficio obtenido de la infracción

$\alpha$ : Es el porcentaje del daño que se carga a la multa

D: Daño ambiental

A: Factores agravantes o atenuantes

#### 2.7.2.2.1. Beneficio económico

Se calcula a partir de los incrementos en el flujo de caja financiero correspondiente a los egresos relacionados a la prevención de daños ambientales y que han sido evitados o postergados.

El factor de beneficio se divide en 3 componentes:

- Inversiones en capital: Para implementar medidas de prevención.
- Gastos no depreciables: Como el establecimiento de un sistema de auto monitoreo o reporte.
- Costos anuales evitados: Costos de operación y mantenimiento de las inversiones realizadas.

#### 2.7.2.2.2. Factor alfa

Como el Gobierno peruano no disponía de datos para realizar una estimación econométrica del parámetro, asignó mediante la resolución N°032-2005-OS/GG un valor de 5% al coeficiente  $\alpha$ .

#### 2.7.2.2.3. Estimación del daño ambiental

Para la valoración del daño ambiental se utiliza generalmente la técnica de la transferencia de valores que “se refiere al empleo de estimaciones obtenidas en un determinado contexto para inferir los valores en otro contexto”, es decir, se utilizan estudios realizados para problemas similares y se transfieren las estimaciones al contexto de estudio. Se hace así puesto que no requiere la inversión de grandes cantidades de dinero para llevar a cabo un estudio.

##### 2.7.2.2.3.1. Valor medioambiental y técnicas de estimación

La economía del medioambiente intenta incorporar la preocupación ecológica dentro de la estructura tradicional de los análisis económicos.

Esta preferencia por el medioambiente se manifiesta como una disposición a pagar (DAP) por evitar la degradación ambiental. En consecuencia, en casos donde la contaminación o destrucción de recursos naturales afecta actividades de mercado como la pesca, la agricultura o la extracción forestal, esta DAP se puede calcular como la pérdida de productividad a precios de mercado.

Sin embargo, gran parte de los bienes medioambientales no transan en el mercado debido a que son bienes públicos. Por lo que existe un desafío enorme para capturar las fuentes de valor del medioambiente:

- Valor de uso directo: Existe si los individuos realizan un uso del bien como extracción de agua para el uso doméstico, tala de bosque para obtener madera, disfrutar del paisaje etc.
- Valor de uso indirecto: Aparecen cuando la sociedad se beneficia de las funciones de preservación de los ecosistemas, como por ejemplo la protección de los recursos de agua o de los sumideros de CO<sub>2</sub> de los bosques tropicales.

- Valores de opción: 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 y áreas protegidas o la posible utilización de la biodiversidad con fines terapéuticos.

- Valor de legado (no uso): Existe una preocupación porque las generaciones futuras tengan la posibilidad de poder disfrutar del recurso ambiental.

- Valor de existencia (no uso): Refleja una disposición a pagar por el bien aunque no se realice ningún uso actual ni futuro.

- Valor altruista (no uso): Un individuo está dispuesto a pagar para que el medioambiente esté disponible para el uso de otras personas.

Todas estas categorías componen el valor total del bien medioambiental y para estimarlo existen distintas técnicas:

- Métodos indirectos o de preferencias reveladas: Estiman el valor del medioambiente a partir de los valores de otros bienes o servicios que sí poseen mercado y están relacionados con el bien en estudio.

- Métodos directos o de preferencias directamente expresadas: Simulas o crean mercados hipotéticos para obtener información sobre el valor que asignan los individuos a los bienes y servicios medioambientales.

- Transferencia de valores: es un método que se aplica cuando no es posible realizar un estudio de valoración específico para el problema en cuestión. Utiliza estimaciones de estudios realizados para problemas similares, transfiriendo los resultados obtenidos al contexto específico de estudio.

Como se mencionó con anterioridad, el Gobierno peruano recomienda la utilización de la transferencia de beneficios ya que evita la realización de un nuevo ejercicio de valoración de costos y beneficios medioambientales cada vez que se necesitan estimaciones. Esto reduce costos en términos de tiempo, recursos económicos y humanos.

Para realizar la transferencia de beneficios se sigue el procedimiento descrito en la figura 1.

Dadas las diferencias existentes entre la población donde se realizó el estudio y la del lugar de aplicación se hacen ajustes de la siguiente forma:

$$V_t^T = V_0^F \left( \frac{PIBp_0^T}{PIBp_0^F} \right) * \left( \frac{IPC_t}{IPC_0} \right) * E_t \quad (13)$$

Donde:

$V_t^T$  = Valor de los bienes o servicios ambientales en moneda local para el lugar de aplicación de la transferencia de valores (policy site) en la fecha t.

$V_0^F$  = Valor de los bienes o servicios ambientales para el lugar de aplicación (study site) en el periodo en el que se realizó el estudio fuente (t=0), en la moneda que se utilizó para valorar los bienes.

$PIBp_0^T$  = Ingreso per-cápita ajustado por la paridad de poder de compra para el policy site en el periodo en que se realizó el estudio fuente (t=0) denominado en la moneda que se utilizó para valorar los bienes.

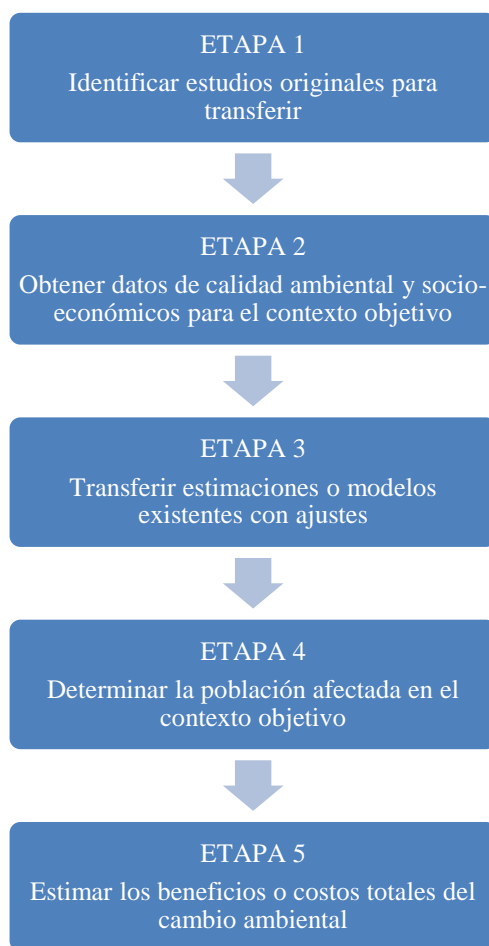
$PIBp_0^F$  = Ingreso per-cápita ajustado por la paridad del poder de compra para el study site en el periodo en que se se realizó el estudio fuente denominado en la moneda que se utilizó para valorar los bienes.

$IPC_t$  = Índice de precios al consumidor para el periodo t en la moneda que se utilizó para valorar los bienes.

$IPC_0$  = 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.

$E_t$  = Tipo de cambio en el periodo t entre la moneda local y la divisa que se utilizó para valorar los bienes en el estudio fuente.

Figura 1: Procedimiento para la transferencia de valores



Fuente: Elaboración propia a partir del documento de Sistemas de sanciones por daños ambientales para la fiscalización de la industria de los hidrocarburos en Perú.

#### 2.7.2.2.4. Factores atenuantes o agravantes

Los factores atenuantes y agravantes han sido delineados por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG). Estos adquieren la forma:

$$A = [1 + (F_1 + \dots + F_7)] * (1 + \frac{F_8}{100}) \quad (14)$$

Donde  $F_1, \dots, F_i$  son los atenuantes y agravantes de la sanción administrativa asociados a la conducta procesal de la empresa. Se define cada uno a continuación:

Tabla 6: Factores atenuantes y agravantes de la metodología peruana.

F1: Es el valor asignado entre -4 y 4 por antecedentes de incumplimientos a las normas relativas al medioambiente.
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 y 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 entre -5 y 0 por la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental.
F8: Es el valor asignado entre 0 y 20 por la afectación de área de reservas nacionales.

Fuente: Elaboración propia a partir del documento de Sistemas de sanciones por daños ambientales para la fiscalización de la industria de los hidrocarburos en Perú.

En el anexo 3 se detalla la determinación de los valores de los factores mencionados.

#### 2.7.3. Experiencia Estadounidense

##### 2.7.3.1. Política medioambiental

Según el informe de desempeño ambiental de la OCDE, Estados Unidos respondió en una etapa temprana a temas del medio ambiente mediante la creación de instituciones.

Con respecto a las regulaciones ambientales, se desarrolló un conjunto de normas federales para diversos temas como naturaleza, calidad del aire, calidad del agua, los residuos y sitios contaminados, a ser implementadas por los estados bajo las leyes federales.

Un énfasis mucho menor han tenido las cuestiones de uso de los recursos naturales. Estados Unidos sigue siendo uno de los mayores usuarios mundiales de energía y agua sobre una base per cápita. Muchas de las fuentes de contaminación de hoy y sus efectos son menos visibles para el público, pero no menos peligrosos para la salud pública y los ecosistemas.

Los desafíos para Estados Unidos son mejorar la integración de las preocupaciones ambientales en la toma de decisiones económicas, e incluir estrategias que puedan estimular una transformación de la producción existente y los patrones de consumo para que contribuyan al desarrollo sostenible.

#### 2.7.3.2. Modelo

El modelo desarrollado por la Environmental Protection Agency (EPA) busca ser disuasivo, justo y equitativo. Siendo consistente para demostrar seriedad y confiabilidad, pero a la vez siendo flexible para poder adaptarse a las variables de un caso en particular. La multa adquiere como mínimo, el valor del beneficio económico de la infracción y tiene la siguiente forma:

$$M = (B + G) \pm A \quad (15)$$

Donde:

B: Beneficio económico obtenido de la infracción

G: Componente de gravedad

A: Factores de ajuste

##### 2.7.3.2.1. Beneficio económico

Para calcular el beneficio económico se contemplan:

- Costos retrasados: Corresponde a gastos que no son hechos hasta que la EPA o el estado realiza una advertencia
- Costos evitados: Hay costos que pueden ser evitados permanentemente
- Beneficio por ventajas competitivas (gana *market share*, vende productos prohibidos por ley, inicia construcciones antes de la aprobación, opera a una capacidad mayor de lo que debería, etc.)

##### 2.7.3.2.2. Componente de gravedad

La asignación de una cifra en dólares para representar la gravedad de la violación es un proceso subjetivo. No obstante, la gravedad relativa de violaciones diferentes puede determinarse con precisión en la mayoría de los casos haciendo referencia a los objetivos del plan de reglamentación y los hechos de cada violación en particular. De este modo, vincular el monto en dólares del componente de gravedad de estos factores es una forma útil de asegurar que violaciones de gravedad similar son tratados de la misma manera.

Considera factores como:

- Daño o posible daño: Mide si el daño se hizo efectivo o cuán probable es que se produzca contaminación en base a algunos criterios como la concentración del contaminante, su toxicidad, sensibilidad del medioambiente y duración.

• **Importancia de la regulación:** Se centra en la importancia de cumplir con la regulación. Por ejemplo: Si el etiquetado es el único método utilizado para prevenir la exposición a un químico, fallar en el etiquetado se considera una falta grave.

• **Disponibilidad de información de otras fuentes:** Mide la cantidad de observadores que pudo tener la infracción. Por ejemplo: Una empresa cliente del infractor puede comprar el producto y ver que viene sin etiquetado.

• **Tamaño del infractor:** En algunos casos el componente de gravedad se debe aumentar si se sabe que la pena no afectará sobre el comportamiento del infractor.

#### 2.7.3.2.3. Factores de ajuste

El propósito de esta sección es establecer los factores de ajuste adicionales para promover la flexibilidad.

Para cada factor hay tres rangos de ajuste. El primer rango, hace un ajuste de 0-20% del componente de la gravedad. El segundo, por lo general un ajuste de 21-30%, sólo es apropiado en circunstancias inusuales. El tercer rango, por lo general más allá del 30% de ajuste, sólo es apropiado en las circunstancias extraordinarias.

Los factores pueden ser: El grado de preocupación o negligencia del infractor, cooperación, historial de cumplimiento, capacidad de pago y variables que influyan en el caso particular.

#### 2.7.3.3. Estructuración del modelo para el trabajo

A diferencia de los dos modelos anteriores, el estadounidense indica a grandes rasgos los componentes que deben analizarse al momento de determinar una multa medioambiental, pero no revela la forma de estructurar estas componentes y que valores asignarles, por esto la tabla 7 muestra cómo se organizó el modelo para realizar el análisis sobre los casos que se presentan en este trabajo de título:

1. **Beneficio económico:** Se calcula considerando costos retrasados, evitados y beneficios ilícitos.

2. **Factor de gravedad:** A cada uno de los ítems listados a continuación se le asigna un valor dependiendo de su gravedad, los cuales finalmente se suman. Cada unidad de gravedad equivale a \$1.000.000 por lo que el factor de gravedad se calcula como la suma de los valores asignados a cada ítem multiplicados por un millón.

3. **Factores de ajuste:** Existen cinco factores de ajuste que corresponden al grado de voluntad o negligencia del infractor, grado de cooperación, historial de cumplimiento, habilidad de pago y otros factores únicos del caso. El valor de cada uno de estos factores se calcula como el promedio simple de los ítems que cada uno de ellos considera, estos ítems pueden tomar valores dentro de tres rangos según la gravedad 0-20%, 21%-30% y más de 30% pero el uso de este último se recomienda sólo para casos de extrema gravedad (ver tabla 8). El factor de ajuste final se calcula como:

$$FA = (1 + F1 + F2 + F3 + F4) * (1 + F5) \quad (16)$$

Tabla 7: Estructura modelo estadounidense

a. Riesgo o daño	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Montos de contaminantes	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Toxicidad del contaminante	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Sensibilidad del ambiente al contaminante	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy Alta
El tiempo que dura la infracción	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy Alta
b. Importancia del esquema regulatorio	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy Alta
c. Disponibilidad de información de otras fuentes	Muy Alta	Alta	Media	Baja	Mínima
d. Tamaño del infractor	Pequeña		Mediana		Grande

Fuente: Elaboración propia en base al documento EPA general enforcement policy #GM-21

Tabla 8: Factores de ajuste del modelo estadounidense

a. Grado de voluntad o negligencia	0%-20%	21%-30%	30% o más
Cuanto control tenía el infractor sobre los eventos que constituyeron la infracción	Bajo	Alto	
La previsibilidad de los eventos que constituyeron la infracción	Bajo	Alto	
Si el infractor tomó precauciones respecto de los eventos que constituyeron la violación	Tomo	No tomó	
Si el violador sabía o debía saber acerca de los riesgos asociados a la conducta	No sabía	Sabía	
El nivel de sofisticación de la industria lidiando con temas de cumplimiento o la accesibilidad a la tecnología de control apropiada	Baja	Alta	
Si el infractor sabía los requerimientos legales que fueron violados (nunca usar la falta de conocimiento para reducir la pena)	No sabía	Sabía	
b. Grado de cooperación o no cooperación	0%-20%	21%-30%	30% o más
Reportar el no cumplimiento (+-10% o +-20%)	Reportó	No reportó	
Prontitud en corregir los problemas	Corrigió	No corrigió	
c. Historial de cumplimiento	0%-20%	21%-30%	30% o más
Cuan similar fue la infracción (mismo permiso, misma sustancia, el mismo proceso, la misma ley o norma)	Diferente	Similar	
Cuan reciente fue la violación	Más de 3 años	Menor a 3 años	
El número de violaciones previas	1 a 5	5 a 10	Más de 10
La respuesta que tuvo el infractor en corregir las violaciones anteriores	Buena	Mala	
d. Habilidad de pago	PYME	Grande	
e. Otros factores únicos del caso (Salud)	Menor	Media	Alta

Fuente: Elaboración propia en base al documento EPA general enforcement policy #GM-21



### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Determinación de industrias relevantes para el desarrollo del trabajo**

Para determinar los sectores productivos seleccionados al análisis, se observaron dos aspectos:

- **Índices de infracción:** Por opinión experta de los agentes de la SMA quienes manejan gran cantidad de datos respecto de las industrias, se seleccionaron aquellas que presentan infracciones recurrentes teniendo mayores índices de infracción.

- **Porcentaje de facturación:** El Instituto Nacional de Estadísticas (INE) posee vasta información acerca de la facturación de las distintas industrias y su porcentaje de participación dentro del Producto Interno Bruto (PIB). Con esos datos se escogieron sectores productivos que poseen porcentajes importantes de facturación.

#### **3.2. Casos representativos dentro del sector productivo**

Según el Servicio de Impuestos Internos (SII) en el país existían al año 2010, más de 931.500 empresas, por lo tanto se hace necesario seleccionar un número finito de casos a analizar.

Para ello se observaron dos ítems relevantes:

- **Disponibilidad de información:** Se llevó a cabo una recopilación de antecedentes de las distintas empresas disponibles en la SMA para determinar cuáles tenían mayores niveles de información disponible, para así poder estimar los elementos necesarios del flujo de caja e ítems necesarios para las distintas metodologías. Esto fue decisivo al momento de filtrar las empresas, ya que pese a la gran cantidad de expedientes que maneja la SMA existen problemas de información asociados a la digitación y almacenamiento de expedientes, que no permiten caracterizar de forma completa los distintos casos.

- **Empresas emblemáticas:** Una vez filtrados los casos por la disponibilidad de información, los agentes de la SMA seleccionaron ciertos casos que son o fueron importantes y mediáticos para dar una respuesta consistente a estos casos que ellos consideran que son de gran importancia.

#### **3.3. Determinación de elementos relevantes para el flujo de caja**

Antes de avocarse a la determinación del beneficio mediante flujos de caja es importante determinar de forma justificada algunos elementos para que el desarrollo del trabajo sea consistente y las simplificaciones no impacten de sobremanera el resultado final.

##### **3.3.1. Inflación**

La inflación es un elemento que el procedimiento no debiese considerar, puesto que las unidades de los costos deben ser coherentes con la tasa a la cual se descuenta la que corresponde a una tasa nominal o de mercado por lo que sería incorrecto incorporar elementos de inflación.

### 3.3.2. Impuestos

Dada la naturaleza del organismo infractor, se determinan las tasas de impuestos correspondientes, las que varían según si el ente es netamente privado, es empresa estatal, corresponde a un municipio, es una persona natural, etc.

La tabla 9 presenta los valores del impuesto a la renta de primera categoría, que es el más relevante para el trabajo (impuestos chilenos válidos al año 2012)

Tabla 9: Valores impuesto de primera categoría 2012

Tipo de empresa	Tasa
Privada (con domicilio en Chile)	18,5%
Extranjeras (sin domicilio en Chile)	35%
Empresas estatales	Adicional del 40%
Instituciones fiscales y semifiscales	Exentas

Fuente: Servicio de Impuestos Internos

### 3.3.3. Depreciación y ciclos de reposición

Como no se sabe con exactitud qué tipo de depreciación utilizan las empresas en cuestión, se debe definir cuál se utilizará para efectos del cálculo de flujos.

En primera instancia, la depreciación normal es la que se usa mayormente en trabajos de evaluación de proyectos. Pero existen sectores productivos como el de la minería que deben mantener ciclos productivos basados en tres turnos diarios por lo que la depreciación adecuada para maquinarias con uso extensivo corresponde a la acelerada.

### 3.3.4. Tasa de descuento

Es necesario identificar la tasa a la cual se descontarán los flujos. Es importante que la tasa sea justificable, pensando que a futuro estos casos pudiesen llegar a los Tribunales Ambientales, por lo cual la consistencia es muy importante.

El Capital Asset Pricing Model (CAPM) es un modelo frecuentemente utilizado en la economía financiera. Con este se determina el retorno esperado de un activo, es decir, los flujos producidos por el activo se descuentan a esta tasa para obtener su Valor presente neto (VAN). La ecuación del modelo es:

$$r_i = r_f + \beta * (r_m - r_f) \quad (17)$$

Donde:

$r_i$ : Tasa de rendimiento del activo i

$r_f$ : Tasa de rendimiento del activo libre de riesgo

$\beta$ : Cantidad de riesgo respecto al portafolio de mercado

$r_m$ : Rendimiento de mercado

La complejidad del uso de CAPM radica en el cálculo de los betas de la ecuación, los cuales se estiman a través de los betas desapalancados de Damodaran en conjunto con la ecuación:

$$\beta_u = \frac{\beta_l}{1 + (1-t) \frac{D}{E}} \quad (18)$$

Los datos necesarios de deuda y patrimonio, se encuentran disponibles para sociedades anónimas abiertas y se puede estimar para sociedades anónimas cerradas a partir de empresas que transen en La Bolsa y que posean características similares. Esto se obtiene utilizando la ecuación de CAPM e incorporando otra correspondiente al costo ponderado de capital WACC (Weighted Average Cost of Capital) cuya fórmula es:

$$r_{WACC} = r_e * \left( \frac{E}{E+D} \right) + r_d * (1 - t) * \left( \frac{D}{E+D} \right) \quad (19)$$

Donde:

$r_d$ : Costo de la deuda

$r_e$ : Costo del patrimonio

Que entrega el costo de capital para empresas muy similares (mismo riesgo y misma razón de endeudamiento).

### 3.3.5. Variables asociadas a las importaciones

Corresponden a costos de transporte, seguros y fletes, impuestos de importación y tipo de cambio. La información acerca de costos viene en precios CIF, es decir, incluye transporte, seguro y flete, se considerará el tipo de cambio DÓLAR-PESO para efectos de cálculo.

### 3.3.6. Evaluación de proyectos

La primera metodología estándar a utilizar para el desarrollo del presente trabajo es la metodología general de preparación y evaluación de proyectos.

Lo más importante es realizar el flujo de caja, que según la metodología incluye lo siguiente:

- Inversiones del proyecto
- Ingresos
- Egresos
- Impuestos
- Depreciación

Tomando en cuenta estos elementos más los parámetros que se mencionan en la parte anterior de la metodología se calcula el VAN.

Para el caso de costos retrasados, el uso de esta metodología contempla el cálculo de dos flujos de caja basados en escenarios: el de cumplimiento (la empresa hizo las inversiones e instalaciones a tiempo) y el de infracción (se cumplió pero con un desfase de tiempo)

Una vez obtenidos ambos flujos se procede a calcular su diferencial, lo que es tomado en cuenta como beneficio económico obtenido por la infracción de una norma.

Para el caso de costos evitados se realiza un solo flujo de caja que representa el beneficio de la empresa.

Para el caso de ingresos ilícitos el flujo de caja se reemplaza por una simple estimación del precio de mercado multiplicado por el volumen ilícito vendido.

### 3.3.7. Determinar montos de multas

Con base en el marco teórico del informe, se fijan los valores del resto de las variables que incluyen los modelos, en conjunto con el valor del beneficio económico se obtiene el valor de la multa en dinero.

### 3.3.8. Inferir cuál podría ser la metodología más apropiada para Chile y evaluación de su impacto

Para realizar una discusión sobre cuál podría ser la metodología apropiada para nuestro país se analizan criterios importantes como:

- Eficiencia: Se busca que el modelo sea simple para evitar el gasto excesivo de recursos durante los procesos sancionatorios.
- Eficacia: El modelo debe corregir el comportamiento del infractor.
- Flexibilidad: Debe ser adaptable a las variables Chilenas y además a las condiciones específicas de los distintos casos.
- Consistencia: Que sea consecuente con la teoría económica.

El valor de la multa se compara con el beneficio obtenido de forma ilegal mediante la ecuación 2 (realizando un análisis de sensibilidad a distintos valores de la probabilidad de captura). Si la multa tiene un valor mayor que el beneficio ilícito, siguiendo la teoría económica se puede concluir si la sanción tendrá la facultad de corregir comportamientos incorrectos.

## **4. APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS EN ESTUDIO**

### 4.1. Caso Barrick Gold

#### 4.1.1. Sector productivo

Según datos del Banco Central, durante el 2011 la actividad minera representó más de un 17% del PIB nacional, por lo que encaja como un sector productivo de gran facturación.

Por otro lado, las empresas mineras suelen sobrepasar los límites máximos permisibles de efluentes, derrames de relaves e incumplimiento de normas de residuos sólidos, lo que hace que sea un sector interesante de analizar.

Barrick Gold es una compañía bastante polémica por proyectos como Pascua Lama. En este trabajo se tratará con el proyecto Caminos de acceso y líneas de alta tensión a los proyectos Nevada y El Indio, que se extiende por los sectores de Alto del Carmen, La Higuera, Vallenar y Vicuña.

#### 4.1.2. Caracterización del caso

##### 4.1.2.1. Características de la empresa

Barrick Gold Corporation es una minera multinacional dedicada a la extracción de oro. Su sede principal está ubicada en la ciudad de Toronto, Canadá. Posee 26 minas operativas en varios países, entre ellos, Estados Unidos, Canadá, Australia, Perú, Chile, Argentina y Tanzania.

Barrick Sudamérica es la unidad de negocios interna de Barrick Gold Corporation en Sudamérica. Abarca las operaciones mineras de oro en Argentina (Veladero), Perú (Lagunas Norte y Pierina); y, Chile, (mina de cobre Zaldívar). La región cuenta además con el proyecto Pascua-Lama (Argentina-Chile) y una participación del 75% en el proyecto Cerro Casale (Chile). También en Chile, tiene un proceso activo de cierre de operación minera (El Indio).

##### 4.1.2.2. Daño

El EIA del proyecto de Caminos de acceso y líneas de alta tensión, identifica 112 sitios arqueológicos de los cuales 21 destacan como aquellos de mayor interés. De estos últimos trece podrían haber sido afectados durante la construcción de la carretera. Entre ellos, el sitio “El Tambo”, correspondiente a una majada (refugio de pastores para pasar la noche), construido en base a la reutilización de piedras de construcciones aborígenes (Diaguita-Inca). El número de recintos pircados y la extensión ocupada la hacen la más grande de las majadas de pastores registrada en el territorio prospectado. Dicho sitio arqueológico tras las negligencias descritas en los cargos es destruido en un 80%, lo que corresponde a un daño al patrimonio socio-cultural.

##### 4.1.2.3. Cargos

- Incumplimiento de lo señalado en las páginas 31 del Estudio de Impacto ambiental, por no haber instruido a la empresa contratista sobre los sitios de valor histórico cultural con el propósito de preservarlos, conservarlos y así evitar su alteración y destrucción.

- Incumplimiento de lo señalado en la página 39 del adenda N°2 del Estudio de Impacto Ambiental por no haber evitado el sitio El Tambo, destruyéndolo en un 80% de su superficie, según lo indicado por el propio Titular en carta de fecha 22 de enero de 2010.

##### 4.1.2.4. Tipo de beneficio económico

Para evitar destruir el sitio arqueológico, los caminos de acceso y líneas de alta tensión debieron haber sido construidos eludiendo el lugar donde este se encontraba, por lo que el beneficio económico asociado a la infracción tiene relación con la longitud en caminos y líneas

de alta tensión que no fueron construidas, bajo el supuesto de que el arrasar con el patrimonio cultural afectado era la vía más directa. Se estimaron dos kilómetros evitados.

#### 4.1.2.5. Impuestos

La minera posee domicilio en Av. Ricardo Lyon 222 piso 8. Providencia, Santiago de Chile por lo que está afecta a impuestos como empresa privada con domicilio en Chile.

#### 4.1.2.6. Depreciación y ciclos de reposición

La empresa indica en su memoria 2010 que deprecian elementos de planta y equipo en rangos de 5 a 25 años, como no se puede obtener un dato preciso se utiliza la tabla de depreciaciones disponible en el SII para construcciones definitivas (caminos, puentes, túneles y vías férreas). La depreciación acelerada correspondiente a seis años.

Además se observa que el VAN baja de forma precipitada a medida que avanzan los ciclos de reposición por lo que se contempla considerar uno para efectos de cálculo.

#### 4.1.2.7. Tasa de descuento

Se utiliza la ecuación 18 para calcular el beta apalancado de Barrick Gold con los siguientes datos:

$$\beta_{u \text{ Damodaran}} = 1.18$$

$$D = \text{MMUSD}12.588$$

$$E = \text{MMUSD}20.734$$

$$t = 18.5\%$$

De este modo se obtiene:  $\beta = 1.76$

La tasa libre de riesgo se obtiene del promedio de los bonos del tesoro chilenos BTP-10 de los últimos cinco años, que corresponde a  $r_f = 6\%$ . Mientras que la rentabilidad de mercado se calcula mediante retornos logarítmicos sobre los valores del IPSA (2002-2012) de los que se obtiene  $r_m = 16.94\%$ .

Estos datos se aplican a la ecuación 17 para calcular  $r_i = 25.3\%$ . Con los datos utilizados anteriormente, además del costo de oportunidad de la deuda  $r_d = 8,47\%$  que se aproximó con tasa de colocación comercial anual nominal (para ello se tomó el promedio de los datos mensuales de once años), con esto se tiene:

$$r_{WACC} = 18.35\%$$

#### 4.1.2.8. Estimación del beneficio económico

Para el cálculo de los costos ahorrados se utilizan datos del estudio de impacto ambiental de la construcción vial, entregado por Barrick Gold (año 1996).

Tabla 10: Estimación de costos de construcción de carreteras

Barrick 1996	
Km totales	144
Inversión MMUSD	46
MMUSD/Km	0,32

Fuente: Estudio de impacto ambiental Barrick Gold

La carretera de suficiente longitud para evitar el sitio El Tambo implicaba la construcción de 2 kilómetros más de vialidad. Lo que da un total de USD 638.889.

El cálculo de los costos de mantención anuales se obtiene del 3% (utilizado comúnmente en la gestión de proyectos) de la inversión total que se traduce en USD 19.167 por año.

Con estos datos se procede a realizar el flujo de caja debido a costos evitados, lo que entrega un VAN de \$421.698.255 al año 1996. A continuación se procede a capitalizar este monto mediante la inflación desde el año de infracción (55%) dando un VAN al 2012 de \$653.632.295 (ver anexo 4).

#### 4.1.2.9. Metodología colombiana

A partir del resultado anterior se utiliza la ecuación 2 para determinar el beneficio ilícito obtenido por Barrick Gold que es igual a  $B = \$980.448.442$

Para efectos del cálculo se utilizó una probabilidad de captura baja ( $p=0.4$ ) ya que el sistema de fiscalización chileno es muy disperso y presenta grandes falencias en la coordinación. Hasta ahora, distintas organizaciones de Estado eran las encargadas de fiscalizar el cumplimiento de las normas. Para mejorar esta situación se creó la Superintendencia del Medioambiente, que pretende unificar y fortalecer la institucionalidad de fiscalización y sanción en Chile; el problema que se presenta es que sus funciones solo puede realizarlas de forma efectiva con los tribunales medioambientales funcionando, lo que evita que haya progreso en esta materia.

La acción impactante corresponde a la construcción del camino que modifica el entorno social, económico y cultural del país, más específicamente, de las tablas de identificación de bienes de protección afectados (ver anexo 2) se encuentra en la categoría de Lugares u objetos históricos o arqueológicos.

Como la cantidad de acciones y bienes afectados no conforman una larga lista no se hace necesaria la utilización de la matriz de afectación ambiental. La interacción entre las acciones y los bienes afectados se muestra a continuación:

- No instruir a la empresa contratista sobre los sitios de valor arqueológico. (Produce riesgo de afectación)
- No evitar el sitio arqueológico El Tambo. (Produce destrucción del sitio en un 80%)

Ya que la primera acción impactante no provocó afectación ambiental se procede a hacer una evaluación de riesgo.

Se indican los factores evaluados para determinar la importancia de la primera afectación:

- Intensidad=1 ya que produjo riesgo de alteración en trece sitios arqueológicos. Pero no es posible saber el grado exacto de afectación de los mismos ya que dependería del trazado del camino hecho por la empresa.
- Extensión=1 ya que el área afectada es menor a 1Há.
- Persistencia=5 ya que de ser afectados los lugares hubiesen sido modificados de forma indefinida.
- Reversibilidad=5 ya que los lugares no pueden volver a ser restaurados de forma natural.
- Recuperabilidad=10 ya que un daño al patrimonio cultural es irreparable por contener piezas históricas imposibles de conseguir nuevamente.

Mediante la ecuación 6 se determina la importancia de la afectación  $I_1=25$  que corresponde a una magnitud potencial de la afectación  $m = 50$  (Ver tabla en la sección metodología). Luego se debe decidir cuál es la probabilidad de ocurrencia, como no es posible para la alumna determinarla a ciencia cierta se expondrán distintos escenarios con sus resultados. Mediante las ecuaciones 8 y 9, además de la equivalencia peso chileno-peso colombiano se obtiene la tabla 11. (para el 2012 el salario mínimo mensual vigente es de 566.700 pesos colombianos):

Tabla 11: Valoración del riesgo ambiental en pesos chilenos

o	i
1	86.408.621
0,8	69.126.897
0,6	51.845.173
0,4	34.563.449
0,2	17.281.724

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana

Se indican los factores evaluados para determinar la importancia de la segunda afectación:

- Intensidad=8 ya que se destruyó el 80% del sector El Tambo.
- Extensión=1 ya que el área afectada es menos a 1Há.
- Persistencia=5 ya que el lugar fue destruido por lo que no puede volver a su estado anterior.



- Reversibilidad=5 el lugar fue destruido por lo que no puede volver a su estado anterior de forma natural.
- Recuperabilidad=10 ya que el daño realizado es irreparable y no puede restaurarse con la intervención humana.

Mediante la ecuación 6 se determina la importancia de la afectación  $I_2=46$  que califica como severa.

A continuación se utiliza la ecuación 7 además de la equivalencia entre peso chileno y peso colombiano para transformar la importancia de la afectación a un monto en dinero que equivale a \$158.991.863.

Cuando confluyen dos o más acciones que derivan en afectación o riesgo ambiental se calcula un promedio de la valorización monetaria de ambas afectaciones o riesgos.

Lo que da un total según los diferentes escenarios probabilísticos de la primera afectación:

Tabla 12: Valoración económica total (ambas afectaciones) en pesos chilenos.

$\alpha$	$\dot{i}_{total}$
1	122.700.242
0,8	114.059.380
0,6	105.418.518
0,4	96.777.656
0,2	88.136.794

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana

Según el estudio de impacto ambiental entregado por Barrick Gold, la construcción de la carretera estaba contemplada en un periodo de doce meses, lo que entrega un  $\alpha=4$ .

No se identifican factores atenuantes o agravantes en la infracción, ya que los informes de la SMA contemplan un historial de tres años de la empresa, dentro de los cuales Barrick Gold no presenta procesos sancionatorios. Por otro lado la empresa no presenta una actitud de cooperación durante el desarrollo del proceso actual.

La SMA no tuvo que realizar estudios o algún tipo de investigación, por lo que no existen costos asociados.

Barrick Gold está clasificado como una empresa grande, por lo que el factor de ponderación para la capacidad económica corresponde a 1.

Con los antecedentes mencionados, se utiliza la ecuación 4 para determinar la multa final que equivale a:

Tabla 13: Multa final en pesos chilenos (según escenarios de la primera afectación ambiental).

o	Multa
1	1.471.249.412
0,8	1.436.685.963
0,6	1.402.122.515
0,4	1.367.559.066
0,2	1.332.995.617

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana.

#### 4.1.2.10. Metodología Peruana

Este caso corresponde a la destrucción del sitio arqueológico El Tambo y el riesgo de afectación sobre otros trece sitios. Para el caso del sitio El Tambo se tiene:

Como se dijo con anterioridad, para realizar la estimación del daño ambiental, se recomienda utilizar el método de transferencia de valores.

Este caso es bastante especial, dado que la valoración económica del patrimonio cultural es un área que recién se está explorando, por lo que finalmente se optó por escoger un estudio que realiza la valoración económica de Machu Picchu a través del método de valoración contingente con el fin de estimar el valor asignado al ingresar a la ciudadela de Machu Picchu y al Camino del Inca.

Machu Picchu tiene un área edificada de 10,6 Ha. incluyendo al menos 172 recintos distintos. El complejo está dividido entre la zona agrícola (terrazas de cultivo) y la zona urbana (viviendas, templos, plazas etc.). Se estima que fue edificada alrededor del siglo XV por el monarca Inca Pachacútec y allí residía la descendencia del mismo.

Las construcciones encontradas en los alrededores de Elqui, se estima que pertenecen a edificaciones Incas que datan del año 400, utilizadas para la vivienda (majadas) y la agricultura (herramientas, pozos y corrales).

Las características de uso de ambos lugares son similares, pero no se puede pasar por alto la diferencia de la riqueza cultural que posee Machu Picchu al ser un lugar no solo de vivienda sino que también de significancia religiosa y de majestuosidad arquitectónica, es por esto que la utilización de este estudio es solo referencial y debe ser el primer paso a acercarse a un valor adecuado.

La disposición a pagar (DAP) por Machu Picchu corresponde a USD 30 al año 1999, con este valor se hacen ajustes de PIB per cápita, inflación y tipo de cambio (Ver cálculo en anexo 5). Esto da como resultado una DAP de \$44.018 que ajustada a la población del sector El Tambo (2.084 habitantes) da un valor total de \$91.733.449. De este monto, un 5% se carga a multa (ecuación 12).

Para el cálculo de los factores atenuantes o agravantes se tiene:

F1= -4 ya que no hay registro de infracciones anteriores.

F2= 4 ya que no se dio ningún tipo de atención al problema, incluso después de un año de trabajos.

F3=0 no hubo ni colaboración ni obstrucción al proceso de investigación.

F4= 5 ya que ocurre por negligencia del infractor.

F5= 10 ya que corresponde a una gran empresa.

F6= 0 ya que no hay comunidades indígenas viviendo en el sector.

F7= -5 ya que Barrick tiene implementado sistemas de gestión ambiental para todas sus faenas lo que hizo que obtuvieran la certificación ISO 14001.

F8= 0 ya que el sector no es área protegida.

Con esto el factor agravante corresponde a 1,1.

Mediante el flujo de caja realizado en la sección de beneficio económico, se obtuvo un VAN al 2012 de \$653.632.295.

Con todo esto la ecuación 12 entrega una multa estimada de \$724.040.864.

Para el caso de la posible afectación de trece sitios arqueológicos se debe analizar la probabilidad de aplicación de la multa. Según el Gobierno peruano esta probabilidad depende de tres factores:

- La magnitud de los beneficios extraordinarios que se obtengan de incumplir las normas.
- Decisiones de la agencia fiscalizadora para determinar cuántos recursos se destinan a fiscalización, lo que afectará las probabilidades de detección de la infracción.
- Los aspectos no controlables ni por la empresa ni por la agencia reguladora que afectan a la contaminación.

Para este caso al incumplir las normas, la empresa obtiene beneficios considerables. Como en Chile se destinan pocos recursos a los procesos de supervisión y fiscalización, la empresa tenderá a realizar un esfuerzo muy por debajo del óptimo. Como consecuencia, la probabilidad de que se produzca un daño ambiental es alta y con ella la probabilidad de detección del mismo.

Es por esto que con un beneficio de \$653.632.295 se tienen los rangos de multas indicados en la tabla 14.

Finalmente, incluyendo la destrucción del sitio El Tambo y el riesgo de afectación, se tiene el rango de multa total mostrado en la tabla 15.

Tabla 14: Rangos de multa para distintas probabilidades de aplicación de la multa.

Probabilidad	Multa
0,7	933.760.421
0,8	817.040.368
0,9	726.258.105
1	653.632.295

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología peruana.

Tabla 15: Rangos de multa total.

Probabilidad	Multa
0,7	1.657.801.285
0,8	1.541.081.232
0,9	1.450.298.969
1	1.377.673.158

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología peruana.

#### 4.1.2.11. Metodología estadounidense

Según el modelo desarrollado en el capítulo de metodología, se procede a determinar los distintos factores relevantes en la estimación de la multa final (ver tabla 16), que entregan un factor de gravedad equivalente a \$35.000.000.

En la tabla 17 se puede observar el análisis de los factores de ajuste, que alcanzan el valor de 2,32. Con un VAN al 2012 del beneficio económico que asciende a \$653.632.295 la multa alcanza el valor de \$734.849.795.

Tabla 16: Valores de los ítems incluidos en la metodología estadounidense.

a. Riesgo o daño	Valor	Comentarios
Montos de contaminantes	1	Contaminación del aire no relevante
Toxicidad del contaminante	1	Contaminación del aire no relevante
Sensibilidad del ambiente al contaminante	1	Contaminación del aire no relevante
El tiempo que dura la infracción	10	Tiempo de construcción de 1 año, las obras podrían haberse detenido
b. Importancia del esquema regulatorio	10	La DIA incluía un análisis del patrimonio cultural de la zona con el plan de contingencia para evitar la alteración. El respetar este informe era la única forma de evitar destrucción.
c. Disponibilidad de información de otras fuentes	2	Se encuentra dentro del programa de fiscalización para el año en curso o Infractor está sujeto a autoreporte, evaluaciones de conformidad u otros sistemas de revisión. Además la población rural del sector pudo advertir la infracción cometida.
d. Tamaño del infractor	10	Dado que Barrick es una empresa grande

Fuente: Elaboración propia en base al modelo estadounidense.

Tabla 17: Valores de los ítems incluidos en la metodología estadounidense.

a. Grado de voluntad o negligencia	0,185	
Cuanto control tenía el infractor sobre los eventos que constituyeron la infracción	0,2	Bajo, ya que la construcción se encarga a una empresa contratista
La previsibilidad de los eventos que constituyeron la infracción	0,2	Baja, ya que la construcción se encarga a una empresa contratista a la cual se le dieron las instrucciones y la evaluación de la zona de patrimonio cultural
Si el infractor tomó precauciones respecto de los eventos que constituyeron la violación	0	Se entrega el EIA a la empresa contratista
Si el violador sabía o debía saber acerca de los riesgos asociados a la conducta	0,21	Barrick incluye en su EIA una acuciosa identificación de los sitios de interés
El nivel de sofisticación de la industria lidiando con temas de cumplimiento o la accesibilidad a la tecnología de control apropiada	0,2	Baja, ya que Barrick no se especializa en construcción de carreteras
Si el infractor sabía los requerimientos legales que fueron violados (nunca usar la falta de conocimiento para reducir la pena)	0,3	La RCA especifica los sitios de interés
b. Grado de cooperación o no cooperación	0,3	
Reportar el no cumplimiento	0,3	
Prontitud en corregir los problemas	0,3	
c. Historial de cumplimiento	0	
Cuan similar fue la infracción (mismo permiso, misma substancia, el mismo proceso, la misma ley o norma)	0	En el historial de la SMA no se registran infracciones
Cuan reciente fue la violación	0	
El número de violaciones previas	0	
La respuesta que tuvo el infractor en corregir las violaciones anteriores	0	
d. Habilidad de pago	0,3	El infractor tiene capacidad para pagar multas de gran tamaño
e. Otros factores únicos del caso (Afectación sociocultural)	0,3	Destrucción del patrimonio cultural

Fuente: Elaboración propia en base al modelo estadounidense.

- 4.2. Caso Coexca
- 4.2.1. Sector productivo

La industria agropecuaria y silvícola representó tan solo el 3% del PIB chileno 2011 (Banco central 2012) y está compuesta por compañías de distinto tamaño, pero en forma específica las

empresas productoras de carne de cerdo, presentan altísimos índices de infracción relacionados con el control y manejo de residuos líquidos.

Es por esto último que se selecciona el caso presentado a continuación.

#### 4.2.2. Caracterización del caso

##### 4.2.2.1. Características de la empresa

COEXCA S.A. es una compañía productora, exportadora y faenadora de carne, formada por siete empresarios productores de cerdo de la zona centro sur de Chile, que se agruparon en forma estratégica para comercializar sus productos, tanto en el mercado interno como en el de exportación.

##### 4.2.2.2. Daño

Se ha generado un riesgo sobre la salud humana debido al vertimiento de residuos líquidos no tratados adecuadamente en plantaciones de eucaliptus dentro del predio, las cuales se sitúan en la cercanía de una pequeña comunidad rural. Se constatan apozamientos cuya coloración no corresponde a aguas lluvias, así como evidencia de derrames de residuos aplicados al área de bosque hacia el cauce superficial localizado al lado norte del área plantada (estero Caivan). Se ha constatado además la presencia de vectores (gusanos) en el lugar, lo cual es susceptible de ocasionar riesgo a la salud de la población del sector.

##### 4.2.2.3. Cargos

El sistema de tratamiento de aguas construido solo cuenta con una laguna de aireación de 3.000 m<sup>3</sup>, diferente al sistema proyectado de tres lagunas aireadas secuenciales con capacidad total de 5.050 m<sup>3</sup> (Considerando 3.2.3 letra b) puntos ii) y viii) de la RCA).

##### 4.2.2.4. Tipo de beneficio económico

Beneficio económico asociado a costos evitados y retrasados, por la no construcción de dos lagunas aireadas de estabilización con una capacidad total de 2.050 m<sup>3</sup>, en los términos previstos en la RCA (2006).

El infractor presentó plan de regularización, con un cronograma para la ejecución de las obras contempladas, y la detención del riego en plantación de eucaliptus mientras no se encuentre operando el sistema de lagunaje descrito en la Resolución de Calificación Ambiental.

##### 4.2.2.5. Impuestos

La compañía posee domicilio en Longitudinal Sur Km 259 Talca, Chile por lo que está afectada a impuestos como empresa privada con domicilio en Chile.

#### 4.2.2.6. Depreciación y ciclos de reposición

En el anexo 6 se incluye la descripción completa de las lagunas de aireación obtenida del Sistema Nacional de Información ambiental (SINIA) donde se especifica que la vida útil de las lagunas corresponde a 20 años.

Además se observa que el VAN baja de forma precipitada a medida que avanzan los ciclos de reposición por lo que se contempla considerar uno para efectos de cálculo.

#### 4.2.2.7. Tasa de descuento

Como no se tienen datos directos de Coexca, se utilizarán datos de Agrosuper. Se utiliza la ecuación 18 para calcular el beta apalancado de la compañía con los siguientes datos:

$$\beta_{u \text{ Damodaran}} = 0.74$$

$$D = \$475.974.714$$

$$E = \$770.921.933$$

$$t = 18.5\%$$

De este modo se obtiene:  $\beta = 1.11$

El resto de los datos y fórmulas son los mismos que se utilizaron en el caso de Barrick Gold, lo que da un resultado de:

$$r_i = 18,17\%.$$

$$r_{WACC} = 13,87\%$$

#### 4.2.2.8. Estimación del beneficio económico

Los datos del caso se muestran en la tabla 18.

Tabla 18: Datos del caso Coexca.

Ítem	Cant.	unidades
Volumen total de las lagunas	5.050	m <sup>3</sup>
Volumen laguna construida	3.000	m <sup>3</sup>
Volumen total de las lagunas no construidas	2.050	m <sup>3</sup>
Profundidad de las lagunas	3	metros
Caudal máximo estimado	683	m <sup>3</sup> /día

Fuente: Superintendencia del Medioambiente.



En el anexo 4 se pueden observar los cálculos realizados para obtener un estimado de la construcción de lagunas aireadas. Lo que lleva a los siguientes resultados:

- La inversión necesaria asciende a USD 76.767
- El costo de mantención anual es de USD 4.608

Con estos datos se procede a realizar diferencial de flujos de caja debido a costos retrasados (diferencial entre escenario de cumplimiento y de infracción), lo que entrega un VAN de \$17.954.815 al año 2008, a través de la inflación se calcula el valor al año 2012 que asciende a \$19.391.200 (Ver cálculos en anexo 4).

#### 4.2.2.9. Metodología colombiana

A partir del resultado anterior se utiliza la ecuación 2 para determinar el beneficio ilícito obtenido por Coexca que es igual a  $B=29.086.949$

Para efectos del cálculo se utilizó una probabilidad de captura baja ( $p=0.4$ ) por las razones antes mencionadas.

La acción impactante corresponde a la construcción del sistema de tratamiento de aguas con una laguna de aireación de  $3.000\text{ m}^3$ , diferente al sistema proyectado de tres lagunas con una capacidad total de  $5.050\text{ m}^3$ .

Los bienes afectos a riesgo de contaminación corresponden al agua (napa subterránea) y la salud humana de la población rural cercana a la faenadora. De este modo:

- Se ha generado un riesgo sobre la napa subterránea del terreno debido a la aplicación de residuos líquidos no tratados adecuadamente en plantaciones de eucaliptus dentro del predio. Esto a su vez produce un riesgo sobre la salud de la pequeña comunidad rural que habita en las cercanías.
- Se constatan apozamientos de residuos cercanos al cauce superficial del estero Caivan. Se ha verificado además la presencia de vectores (agente orgánico que sirve como medio de transmisión de un organismo a otro) en el lugar, lo cual es susceptible de ocasionar riesgo a la salud de la población del sector.

Esta acción no produjo afectación ambiental por lo que se procede a valorarla mediante una evaluación de riesgo. Para la primera situación se tiene:

- Intensidad= 1 ya que no puede ser determinada por no haber datos.
- Extensión=12 ya que el área afectada corresponde a 8 Há.
- Persistencia=1 dado que la infracción fue detenida debido a la fiscalización por parte de los funcionarios del Servicio Regional Ministerial (SEREMI) el suelo retomó su estado natural antes del transcurso de seis meses.
- Reversibilidad=1 por la razón anterior.
- Recuperabilidad=1 por la razón anterior.

Mediante la ecuación 6 se determina la importancia de la afectación  $I_1=30$  que corresponde a una magnitud potencial de la afectación  $m = 50$  (Ver tabla en metodología). Luego se debe

decidir cuál es la probabilidad de ocurrencia, como no es posible para la alumna determinarla a ciencia cierta se expondrán distintos escenarios con sus resultados. Mediante las ecuaciones 8 y 9, además de la equivalencia peso chileno-peso colombiano se obtiene la tabla (para el 2012 el salario mínimo mensual vigente es de 566.700 pesos colombianos):

Tabla 19: Valoración del riesgo ambiental en pesos chilenos

o	r	i
1	50	86.408.621
0,8	40	69.126.897
0,6	30	51.845.173
0,4	20	34.563.449
0,2	10	17.281.724

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana

Para la segunda situación se tiene:

- Intensidad= 1 ya que no se tienen datos.
- Extensión=12 ya que el área afectada corresponde a 8 Há.
- Persistencia=1 dado que la infracción fue detenida debido a la fiscalización por parte de los funcionarios de la SEREMI el suelo retomó su estado natural antes del transcurso de 6 meses.
- Reversibilidad=1 por la razón anterior.
- Recuperabilidad=1 por la razón anterior.

Mediante la ecuación 6 se determina la importancia de la afectación  $I_1=30$  que corresponde a una magnitud potencial de la afectación  $m = 50$  (Ver tabla en metodología). Luego se debe decidir cuál es la probabilidad de ocurrencia, como no es posible para la alumna determinarla a ciencia cierta se expondrán distintos escenarios con sus resultados. Mediante las ecuaciones 8 y 9, además de la equivalencia peso chileno-peso colombiano se obtiene la tabla (para el 2012 el salario mínimo mensual vigente es de 566.700 pesos colombianos):

Tabla 20: Valoración del riesgo ambiental en pesos chilenos.

o	r	i
1	50	86.408.621
0,8	40	69.126.897
0,6	30	51.845.173
0,4	20	34.563.449
0,2	10	17.281.724

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana.

Cuando confluyen dos o más acciones que derivan en afectación o riesgo ambiental se calcula un promedio de la valorización monetaria de ambas afectaciones o riesgos.

Lo que da un total según los diferentes escenarios probabilísticos de ambas afectaciones:

Tabla 21: Valoración económica total ( $i_{total}$ ) de ambas afectaciones en pesos chilenos.

o	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,2	17.281.724	25.922.586	34.563.449	43.204.311	51.845.173
0,4	25.922.586	34.563.449	43.204.311	51.845.173	60.486.035
0,6	34.563.449	43.204.311	51.845.173	60.486.035	69.126.897
0,8	43.204.311	51.845.173	60.486.035	69.126.897	77.767.759
1	51.845.173	60.486.035	69.126.897	77.767.759	86.408.621

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana.

Como no se puede determinar el tiempo exacto en el que se estuvieron vertiendo residuos líquidos al terreno, el factor  $\alpha$  toma un valor igual a 1.

No se identifican circunstancias atenuantes o agravantes ni costos asociados.

Por otro lado, el titular ha presentado documentación tributaria que indican ingresos anuales por 27.250 UF lo que según la clasificación del SII corresponde a mediana empresa, por lo que el factor de ponderación para la capacidad económica corresponde a 0,75.

Dado que ambas situaciones involucran riesgo, el cálculo de la multa final toma la forma de una matriz dada las probabilidades de ocurrencia de las afectaciones, la que se presenta a continuación:

Tabla 22: Multas en pesos chilenos según escenarios de afectaciones ambientales.

o	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,2	42.048.242	48.528.889	55.009.535	61.490.182	67.970.829
0,4	48.528.889	55.009.535	61.490.182	67.970.829	74.451.475
0,6	55.009.535	61.490.182	67.970.829	74.451.475	80.932.122
0,8	61.490.182	67.970.829	74.451.475	80.932.122	87.412.768
1	67.970.829	74.451.475	80.932.122	87.412.768	93.893.415

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana.

#### 4.2.2.10. Metodología peruana

Para el caso de la posible afectación a la salud debido a contaminación de napa subterránea o por alteración del estero Caiván se debe analizar la probabilidad de aplicación de la multa. Según el Gobierno peruano esta probabilidad depende de tres factores:

- La magnitud de los beneficios extraordinarios que se obtengan de incumplir las normas.
- Decisiones de la agencia fiscalizadora para determinar cuántos recursos se destinan a fiscalización, lo que afectará las probabilidades de detección de la infracción.

- Los aspectos no controlables ni por la empresa ni por la agencia reguladora que afectan a la contaminación.

Para este caso al incumplir las normas, la empresa obtiene beneficios medios. Por estos ingresos ilícitos que no son extraordinariamente grandes y que arriesgan la posibilidad de ser multados las empresas deberían escoger hacer un esfuerzo cercano al mínimo exigible por la ley ya que un esfuerzo mucho menor aumenta la posibilidad de que la contaminación causada por la infracción sea mayor a la máxima permitida o provoque un daño ambiental fácilmente detectable.

Con lo expuesto anteriormente se deduce que la probabilidad de detección es media.

Es por esto que con un beneficio de \$19.391.200 se tienen los siguientes rangos de multas:

Tabla 23: Multa en pesos chilenos

Probabilidad	Multa
0,4	48.477.999
0,5	38.782.400
0,6	32.318.666
0,7	27.701.714

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología peruana.

#### 4.2.2.11. Metodología estadounidense

Según el modelo desarrollado en el capítulo de metodología, se procede a determinar los distintos factores relevantes en la estimación de la multa final.

Tabla 24: Valores de los ítems incluidos en la metodología estadounidense.

a. Riesgo o daño	Valor	Comentarios
Montos de contaminantes	6	Se constatan apozamientos y la presencia de vectores
Toxicidad del contaminante	8	Los RILES se componen de fecas y residuos de cerdos
Sensibilidad del ambiente al contaminante	6	Altas concentraciones pueden contaminar napas subterráneas. Y se encuentra cerca de un estero
El tiempo que dura la infracción	0	No se sabe
b. Importancia del esquema regulatorio	6	Además del tratamiento in situ para filtrar las aguas, se pueden entregar a empresas especializadas
c. Disponibilidad de información de otras fuentes	10	La infracción se comete en un sitio de propiedad legal particular y no está sometida a programa de fiscalización regular
d. Tamaño del infractor	10	Factura 27.250 UF anuales

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología estadounidense.

Con esto el factor de gravedad equivale a \$46.000.000.

Tabla 25: Valores de los ítems incluidos en la metodología estadounidense.

a. Grado de voluntad o negligencia	0,292	
Cuanto control tenía el infractor sobre los eventos que constituyeron la infracción	0,3	La empresa en su DIA dice que la capacidad es de 3 lagunas aireadas con un total de 5050 m3
La previsibilidad de los eventos que constituyeron la infracción	0,3	Se evita si el infractor hubiese cumplido con la RCA
Si el infractor tomó precauciones respecto de los eventos que constituyeron la violación	0,3	No construcción de las piscinas aireadas
Si el violador sabía o debía saber acerca de los riesgos asociados a la conducta	0,30	Se incluye en la DIA y RCA
El nivel de sofisticación de la industria lidiando con temas de cumplimiento o la accesibilidad a la tecnología de control apropiada	0,25	Todas las faenadoras deben someter a procesos de filtrado sus RILES antes de dejarlos en terreno o entregarlos a una empresa especialista.
Si el infractor sabía los requerimientos legales que fueron violados (nunca usar la falta de conocimiento para reducir la pena)	0,3	Se indican en la RCA
b. Grado de cooperación o no cooperación	0,15	
Reportar el no cumplimiento (+-10% o +-20%)	0,3	No reportó
Prontitud en corregir los problemas	0	Realiza reposición de agua vía superficial pero sin resultados efectivos. Además presenta plan de cumplimiento
c. Historial de cumplimiento	0	
Cuan similar fue la infracción (mismo permiso, misma substancia, el mismo proceso, la misma ley o norma)	0	En el historial de la SMA no se registran infracciones
Cuan reciente fue la violación	0	No aplica.
El número de violaciones previas	0	No aplica.
La respuesta que tuvo el infractor en corregir las violaciones anteriores	0	No aplica.
d. Habilidad de pago	0,3	27.250 UF anuales
e. Otros factores únicos del caso (Salud)	0,2	Existe un riesgo menor a la salud

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología estadounidense.

De este modo los factores de ajuste equivalen a 2,09 lo que junto al beneficio económico al año 2012 de \$19.391.200 equivale a una multa de \$115.531.200.

#### 4.3. Caso Las Vertientes

##### 4.3.1. Sector productivo

El caso descrito a continuación se escogió netamente por los problemas de cumplimiento que presentan las empresas que crían especies acuáticas. Es una situación repetitiva la ausencia de filtros de residuos o el mal manejo de estos últimos.

##### 4.3.2. Caracterización del caso

###### 4.3.2.1. Características de la empresa

Acuacultivos Las Vertientes Ltda. es una empresa ubicada en la IX región que se dedica a la cría de diferentes especies acuáticas a través de proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos. Hoy en día trabajan con equinodermos, crustáceos y moluscos no filtradores, peces y otras especies.

###### 4.3.2.2. Daño

Se constata la alteración significativa del Estero Sin Nombre, a consecuencia del efluente del proyecto, que ha generado una modificación en la estructura comunitaria del cuerpo receptor por la proliferación de hongos y oligoquetos tubifex (gusanos).

Además existe riesgo a la salud por incumplimiento de la Norma Chilena (Nch) 490 dado que la presencia de cloro libre residual en la línea de agua potable medida en terreno se encuentra entre 0,01 y 0,07 ppm, mientras que la norma establece una concentración mínima de 0,2 ppm.

###### 4.3.2.3. Cargos

- El titular no ha implementado la instalación y operación de los dos primeros filtros rotatorios que considera el proyecto, cuya fecha vencía en abril del 2008 (Considerando el punto 3.2.5 de la RCA).

- Se incumple la NCh 490, de la presencia de cloro libre residual.

###### 4.3.2.4. Tipo de beneficio económico

Se estipula en la RCA la instalación de filtros rotatorios en tres etapas. El incumplimiento se relaciona con la instalación de filtros en la primera etapa, en enero-febrero de 2008. Las capacidades volumétricas de tratamiento que ofrece lo construido en la etapa 1 comprenden los 1.450 l/s de caudal (mediante dos filtros de 725 l/s cada uno).

###### 4.3.2.5. Impuestos

La compañía posee domicilio en calle Lord Cochrane 835, Osorno Chile por lo que está afecta a impuestos como empresa privada con domicilio en Chile.

#### 4.3.2.6. Depreciación y ciclos de reposición

De la tabla disponible en el SII, los filtros rotatorios pueden acogerse a la siguiente categoría: Sistemas o estructuras físicas para criaderos de especies hidrobiológicas, las que tienen una vida útil de 3 años.

De la recopilación de información sobre el funcionamiento de los piscicultivos no se encontró información que pudiese objetar la disponible en el SII.

Además, se observa que el VAN baja de forma precipitada a medida que avanzan los ciclos de reposición por lo que se contempla considerar uno para efectos de cálculo.

#### 4.3.2.7. Tasa de descuento

Como no se tienen datos directos de Acuicultura Las Vertientes, se utilizarán datos de Blumar (dedicada a pesca y acuicultura). Se utiliza la ecuación 18 para calcular el beta apalancado de la compañía con los siguientes datos:

$$\beta_{u \text{ Damodaran}} = 0.74$$

$$D = \text{MUSD } 67.155$$

$$E = \text{MUSD } 237.291$$

$$t = 18.5\%$$

De este modo se obtiene:  $\beta = 0.91$

Los datos y fórmulas son los mismos que se utilizaron en el caso de Barrick Gold y Coexca, lo que da un resultado de:

$$r_i = 15,96\%.$$

$$r_{WACC} = 13,96\%$$

#### 4.3.2.8. Estimación del beneficio económico

Como supuesto principal se asume la similitud entre la tecnología requerida y los filtros de la empresa AMIAD Water Systems que tienen los valores indicados en la tabla 25.

A partir de estos valores se ocupa el método de Williams para estimar la inversión necesaria en filtros que asciende a USD 189.592 para un filtro, dando un total de USD 379.185 para los dos filtros necesarios (detalles en anexo 4).

Luego, siguiendo un proceso similar al del caso Coexca se obtienen los costos de operación que ascienden a USD 10.006 mensuales.

Tabla 25: Cotizaciones filtros AMIAD.

Filtro	Caudal (m <sup>3</sup> /hr)	Precio (USD)
7 micrones	300	106.357
2 micrones	40	50.152

Fuente: Superintendencia del Medioambiente.

Con estos datos se procede a realizar el flujo de caja debido a costos evitados, lo que entrega un VAN de 210.732.958 pesos chilenos al año 2008, lo cual, capitalizado al año 2012 a través de la inflación correspondiente da un total de 227.591.594 pesos chilenos (ver anexo 4).

#### 4.3.2.9. Metodología colombiana

A partir del resultado anterior se utiliza la ecuación 2 para determinar el beneficio ilícito obtenido por Barrick Gold que es igual a  $B=341.387.391$

Para efectos del cálculo se utilizó una probabilidad de captura baja ( $p=0.4$ ) por las razones antes mencionadas.

La acción impactante se relaciona con la no instalación de dos filtros rotatorios de 725 l/s cada uno y los bienes afectos a riesgo corresponden a la salud humana y el agua. La interacción entre ambos se presenta a continuación:

- Riesgo a la salud por incumplimiento de la Nch 490 sobre la presencia de cloro en el agua potable.
- Se constata la alteración significativa del Estero Sin Nombre, a consecuencia del efluente del proyecto, que ha generado una modificación en la estructura comunitaria del cuerpo receptor por la proliferación de hongos y oligoquetos tubifex.

Ya que la primera acción impactante no provocó afectación ambiental se procede a hacer una evaluación de riesgo.

Se indican los factores evaluados para determinar la importancia de la primera afectación:

- Intensidad=8 como el bien de protección afectado corresponde a la salud, el cálculo de la intensidad se aproxima por la desviación de la norma de agua potable. En este caso se ha producido un 80% de variación respecto de la concentración de 0,2 ppm que exige la ley.
- Extensión=1 la presencia de cloro en la línea de agua potable proviene de la concentración de los estanques de almacenamiento de agua, de los cuales no se tienen dato de tamaño.
- Persistencia=1 las enfermedades causadas por la baja presencia de cloro son tratables.
- Reversibilidad=1 por la razón anterior.
- Recuperabilidad=1 por la razón anterior.

Mediante la ecuación 6 se determina la importancia de la afectación  $I_1=29$  que corresponde a una magnitud potencial de la afectación  $m = 50$  (Ver tabla en la sección de metodología). Luego se debe decidir cuál es la probabilidad de ocurrencia (o), como no es posible para la alumna determinarla a ciencia cierta se expondrán distintos escenarios con sus resultados.



Mediante las ecuaciones 8 y 9, además de la equivalencia peso chileno-peso colombiano se obtiene la tabla (para el 2012 el salario mínimo mensual vigente es de 566.700 pesos colombianos):

Tabla 26: Valoración del riesgo ambiental en pesos chilenos.

o	i
1	86.408.621
0,8	69.126.897
0,6	51.845.173
0,4	34.563.449
0,2	17.281.724

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana.

Se indican los factores evaluados para determinar la importancia de la segunda afectación:

- Intensidad=1 No se puede estimar el grado de incidencia de la acción sobre el bien de protección.
- Extensión=1 ya que el área afectada es menos a 1Há.
- Persistencia=3 ya que la afectación no es permanente en el tiempo
- Reversibilidad=3 ya que la alteración puede ser asimilada de forma natural en el mediano plazo.
- Recuperabilidad=3 ya que la afectación puede eliminarse por la acción humana en un periodo entre seis meses y cinco años.

Mediante la ecuación 7 y la equivalencia entre peso chileno-peso colombiano se calcula la importancia de la afectación a un monto en dinero que equivale a \$48.388.828

Cuando confluyen dos o más acciones que derivan en afectación o riesgo ambiental se calcula un promedio de la valorización monetaria de ambas afectaciones o riesgos. Las tablas 27 y 28 muestran la valorización total de las afectaciones y el valor de la multa final respectivamente.

No se puede determinar con exactitud el periodo de tiempo que se vertieron residuos al estero por lo que  $\alpha=1$ .

No se identifican factores atenuantes o agravantes en la infracción, ya que los informes de la SMA contemplan un historial de tres años de la empresa, dentro de los cuales Las Vertientes no presenta procesos sancionatorios. Por otro lado la empresa no presenta una actitud de cooperación durante el desarrollo del proceso actual. Tampoco se identifican costos asociados.

Finalmente no se tienen datos de la facturación de la empresa pero se calculará la multa con el supuesto de que Las Vertientes corresponde a una microempresa por lo que el factor de ponderación para la capacidad económica corresponde a 0,25.

Tabla 27: Valoración económica total ( $i_{total}$ ) de ambas afectaciones en pesos chilenos.

o	$i_{total}$
1	67.398.725
0,8	58.757.863
0,6	50.117.000
0,4	41.476.138
0,2	32.835.276

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana.

Tabla 28: Multa final en pesos chilenos (según escenarios de la primera afectación ambiental).

o	Multa
1	358.237.072
0,8	356.076.857
0,6	353.916.641
0,4	351.756.426
0,2	349.596.210

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología colombiana.

#### 4.3.2.10. Metodología peruana

Este caso corresponde a la alteración del estero y el riesgo de afectación sobre la salud de la población cercana.

Para el caso del estero se tiene que la valoración económica se realizó a través de un estudio que calculaba la DAP (de los habitantes del sector) por la parte alta de la cuenca del río Lempa en El Salvador.

El estudio valoriza funciones agrosistémicas que mantienen la cantidad y calidad de agua proveniente del río Lempa, es decir, se enfoca en el valor de uso indirecto del mismo, por lo que refleja solamente parte del valor total. Queda pendiente utilizar un estudio completo que abarque valor de uso directo y valores de no uso.

Las características de los suelos cercanos al río posibilitan la existencia de zonas de infiltración y transporte de agua desde las montañas al río. Además existe un extenso sistema hidrológico tributario del río Lempa que capta y transporta agua.

De ellos se extrae agua para abastecer un porcentaje de la zona metropolitana de San Salvador.

El Estero Sin Nombre ubicado en la comuna de Cunco, región de la Araucanía pertenece a la rica red hidrográfica del sector la cual confluye en el Lago Cólico.

De esta basta red de pequeños afluentes del Lago Cólico se abastecen las familias del sector rural de Cunco para uso doméstico.

Las características de ambos lugares son similares, pero se debe considerar que el área que abastece el río Lempa es mucho mayor al ser un área metropolitana, es por esto que la utilización de este estudio es solo referencial y debe ser el primer paso a acercarse a un valor adecuado.

La disposición a pagar (DAP) la cuenca superior del río Lempa corresponde a 102 colones por persona al año, la encuesta fue realizada por los investigadores el año 2000, con este valor se hacen ajustes de PIB per cápita, inflación y tipo de cambio (Ver cálculo en anexo 7). Esto da como resultado una DAP de \$15.349 que ajustada a la población del sector de Cunco (9.897) da un valor total de \$151.909.227.

Para el cálculo de los factores atenuantes o agravantes se tiene:

F1= -4 ya que no hay registro de infracciones anteriores.

F2= 4 ya que no se dio ningún tipo de atención al problema.

F3=0 no hubo ni colaboración ni obstrucción al proceso de investigación.

F4= 5 ya que fue causado por negligencia del infractor.

F5= 0 ya que corresponde a una empresa muy pequeña.

F6= 0 ya que no hay comunidades indígenas viviendo en el sector.

F7= 0 ya que no tiene implementado sistemas de gestión ambiental.

F8= 0 ya que el sector no es área protegida.

Con esto el factor atenuante o agravante corresponde a 1,08.

Mediante el flujo de caja utilizado anteriormente se obtuvo un VAN al 2012 de \$227.591.594.

El porcentaje del daño que se carga a la multa corresponde a un 5%.

Con todo esto la multa estimada asciende a \$246.946.409.

Para el caso de la posible afectación a la salud se debe analizar la probabilidad de aplicación de la multa. Según el Gobierno peruano esta probabilidad depende de 3 factores:

- La magnitud de los beneficios extraordinarios que se obtengan de incumplir las normas.
- Decisiones de la agencia fiscalizadora para determinar cuántos recursos se destinan a fiscalización, lo que afectará las probabilidades de detección de la infracción.
- Los aspectos no controlables ni por la empresa ni por la agencia reguladora que afectan a la contaminación.

Para este caso al incumplir las normas, la empresa obtiene beneficios medios. Por estos ingresos ilícitos que no son extraordinariamente grandes y que arriesgan la posibilidad de ser multados las empresas deberían escoger hacer un esfuerzo cercano al mínimo exigible por la ley ya que un esfuerzo mucho menor aumenta la posibilidad de que la contaminación causada por la infracción sea mayor a la máxima permitida o provoque un daño ambiental fácilmente detectable.

Con lo expuesto anteriormente se deduce que la probabilidad de detección es media.

Es por esto que con un beneficio de \$227.591.594 se tienen los siguientes rangos de multas y la multa total en las tablas 29 y 30 respectivamente:

Tabla 29: Multa del riesgo de afectación en pesos chilenos.

Probabilidad	Multa
0,4	568.978.986
0,5	455.183.189
0,6	379.319.324
0,7	325.130.849

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología peruana.

Tabla 30: Multa total en pesos chilenos.

Probabilidad	Multa
0,4	815.925.395
0,5	702.129.597
0,6	626.265.733
0,7	572.077.258

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología peruana.

#### 4.3.2.11. Metodología estadounidense

Según el modelo desarrollado en el capítulo de metodología, se procede a determinar los distintos factores relevantes en la estimación de la multa final.

Con esto el factor de gravedad equivale a \$40.000.000. Y los factores de ajuste equivalen a 2,06 lo que junto al beneficio económico al año 2012 de \$227.591.594 equivale a una multa de \$309.924.927.

Tabla 31: Valores de los ítems incluidos en la metodología estadounidense.

a. Riesgo o daño	Valor	Comentarios
Montos de contaminantes	10	Se constata alteración del Estero Sin Nombre que ha generado una modificación en la estructura comunitaria del cuerpo receptor
Toxicidad del contaminante	10	Los RILES se componen de fecas, bióxido de carbono y amonio (peces)
Sensibilidad del ambiente al contaminante	10	Se constata alteración del Estero Sin Nombre que ha generado una modificación en la estructura comunitaria del cuerpo receptor
El tiempo que dura la infracción	0	No se sabe
b. Importancia del esquema regulatorio	6	El tratamiento in situ no es la única manera de filtrar las aguas, estas se pueden entregar a empresas especializadas
c. Disponibilidad de información de otras fuentes	4	Se encuentra cercana a comunidades rurales del sector de Cunco donde los vecinos podrían haber alertado de la situación del estero (en las comunidades rurales se obtiene agua de este medio)
d. Tamaño del infractor	0	No aplica ya que es una empresa muy pequeña

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología estadounidense.

Tabla 32: Valores de los ítems incluidos en la metodología estadounidense.

a. Grado de voluntad o negligencia	0,283	
Cuanto control tenía el infractor sobre los eventos que constituyeron la infracción	0,3	La empresa en su DIA incluye la instalación de un filtro rotatorio
La previsibilidad de los eventos que constituyeron la infracción	0,3	Se evita si el infractor hubiese cumplido con la RCA
Si el infractor tomó precauciones respecto de los eventos que constituyeron la violación	0,3	No compra ni instala el filtro
Si el violador sabía o debía saber acerca de los riesgos asociados a la conducta	0,30	Se incluye en la DIA y RCA
El nivel de sofisticación de la industria lidiando con temas de cumplimiento o la accesibilidad a la tecnología de control apropiada	0,2	Piscicultura es un área relativamente nueva
Si el infractor sabía los requerimientos legales que fueron violados (nunca usar la falta de conocimiento para reducir la pena)	0,3	Se indican en la RCA
b. Grado de cooperación o no cooperación	0,3	
Reportar el no cumplimiento (+-10% o +-20%)	0,3	No reporta
Prontitud en corregir los problemas	0,3	No corrige
c. Historial de cumplimiento	0	
Cuan similar fue la infracción (mismo permiso, misma substancia, el mismo proceso, la misma ley o norma)	0	En el historial de la SMA no se registran infracciones
Cuan reciente fue la violación	0	No aplica.
El número de violaciones previas	0	No aplica.
La respuesta que tuvo el infractor en corregir las violaciones anteriores	0	No aplica.
d. Habilidad de pago	0	No aplica.
e. Otros factores únicos del caso (Afectación sociocultural y salud)	0,3	Comunidad rural y pequeños agricultores se alimentan de estos pequeños esteros que confluyen en el lago cólico. Además de un posible daño a su salud

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología estadounidense.

#### 4.4. Caso Celulosa Arauco (Celco)

El caso presentado a continuación se ha construido en base a los datos obtenidos del SINIA acerca de la sobreproducción de celulosa en la planta de Valdivia perteneciente a Celco.

Se aclara que en Octubre de 2009 la Fiscalía de San José de la Mariquina, Región de Los Ríos, resolvió no perseverar en la investigación sobre la muerte de cisnes en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter, ubicado en el río Cruces. La decisión se adoptó previa consulta con la fiscalía regional, de este modo se cerró el caso sin probarse finalmente la existencia de sobreproducción, por lo que el desarrollo de este caso es ficticio.

#### 4.4.1. Sector productivo

La industria manufacturera representó el 12% del PIB chileno 2011, en particular la industria de la celulosa equivale a un 1.5% del PIB.

#### 4.4.2. Caracterización del caso

##### 4.4.2.1. Características de la empresa

ARAUCO S.A es una empresa que posee cerca de un millón de hectáreas de masa forestal en Chile, ubicadas entre la Región del Maule y la Región de Los Ríos. Esta masa proporciona la materia prima para todos los productos que comercializan.

##### 4.4.2.2. Daño

Se ha generado una afectación sobre el Santuario de la Naturaleza del Río Cruces a partir de la entrada en operación del proyecto Valdivia (Febrero de 2004), con la descarga de sus residuos industriales líquidos al río.

Se han producido una serie de alteraciones ambientales tanto en la calidad de las aguas como en las condiciones ambientales relevantes del santuario de la naturaleza Carlos Anwandter.

Según los antecedentes enunciados en el estudio de la Universidad Austral de Chile, llamado estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia, queda claro que los cambios ocurridos en el humedal del río Cruces se han producido por la alta concentración de metales pesados (Fe, Mn, Al) que afectaron a proteínas y lípidos de la Egeria densa, principal alimento de los cisnes de cuello negro, taguas y taguitas provocando a Noviembre de 2004 la muerte y migración de más de 3.000 aves.

##### 4.4.2.3. Cargos

A pesar de que los tratamientos de residuos líquidos se llevaron a cabo de forma correcta por parte de la empresa, se constató una sobreproducción de celulosa kraft blanqueada de pino radiata y eucaliptus.

La RCA N°5 del 2004 autorizaba la producción diaria de 1.689 ADT de pino y 1.914 ADT de eucaliptus, a fin de no superar la producción máxima de 550.000 ton anuales. Mientras que la empresa de encontraba produciendo una cantidad equivalente a 850.000 ton anuales.

#### 4.4.2.4. Tipo de beneficio económico

Beneficio económico asociado a la producción ilegal equivalente a 300.000 ton anuales por el periodo de Febrero de 2004 a Enero de 2005 (12 meses)

#### 4.4.2.5. Estimación del beneficio económico

El precio spot de la celulosa kraft blanqueada (BHKP) alcanza los 781 USD/ton según emol. Por lo que en el periodo de doce meses, la venta ilegal de 300.000 toneladas de celulosa trajo consigo un beneficio de USD 234.300.000 equivalentes a \$117.150.000.000

#### 4.4.2.6. Metodología colombiana

A partir del resultado anterior se utiliza la ecuación 2 para determinar el beneficio ilícito obtenido por Celco que es igual a  $B=175.725.000.000$

Para efectos del cálculo se utilizó una probabilidad de captura baja ( $p=0.4$ ) por las razones antes mencionadas.

La acción impactante corresponde a la sobreproducción de 300.000 toneladas de celulosa.

Como la cantidad de acciones y bienes afectados no conforman una larga lista no se hace necesaria la utilización de la matriz de afectación ambiental, la interacción entre las acciones y los bienes afectados se muestra a continuación:

- Liberación de residuos líquidos con alta concentración de metales pesados lo que alteró la cadena ecológica del río Cruces

Se indican los factores evaluados para determinar la importancia de la afectación:

- Intensidad=8 ya que produjo la muerte del 50% aprox. de las aves que habitaban en el santuario y la migración de un porcentaje cercano al 50% a otros sectores de la región.
- Extensión=12 ya que el humedal comprende 5.000 há.
- Persistencia=5 ya que aún 8 años después no se ha recuperado la población de 6.000 cisnes correspondientes al año 2004. Según el censo hecho por la Corporación Nacional Forestal de Chile en Mayo de 2012 la población de cisnes de cuello negro en el santuario es de 1155.
- Reversibilidad=5 por la razón anterior
- Recuperabilidad=10 ya que ocho años después aún no se recupera la población de cisnes inclusive habiéndose implementado un sistema de gestión ambiental por parte de la Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Mediante la ecuación 6 se determina la importancia de la afectación  $I_1=63$  que califica como crítica.

A continuación se utiliza la ecuación 7 y la equivalencia entre peso chileno y peso colombiano para transformar la importancia de la afectación a un monto en dinero que equivale a \$217.749.726.



Según los datos disponibles en el SINIA el lapso de tiempo entre la puesta en marcha y la disminución de la sobreproducción ordenada por las autoridades medioambientales corresponde a doce meses, lo que entrega un  $\alpha=4$ .

Se detectan factores agravantes de la situación como el hecho de que Celco presente 7 infracciones distintas en el periodo de 2004 a 2005 lo que agrega un factor de 0,2. El área afectada es un área protegida lo que agrega un factor de 0,15 y el hecho de haber afectado a la Egeria densa produce una alteración de la cadena ecológica lo que agrega un factor de 0,15.

Celulosa Arauco está clasificada como una empresa grande, por lo que el factor de ponderación para la capacidad económica corresponde a 1.

Con los antecedentes mencionados, se determina la multa final que equivale a \$177.031.498.356.

#### 4.4.2.7. Metodología peruana

Para la valoración económica del humedal del río Cruces se escogió una investigación de la Universidad de Concepción enfocada en valorizar el humedal de Lengua ubicado en Concepción, Chile.

El estudio crea escenarios de mejora del estado actual del humedal y se calcula la DAP tanto de residentes del área como de los visitantes:

Escenario base: 13 especies, 3.2 km<sup>2</sup> de área del humedal y no hay obras turísticas como miradores, estacionamientos, baños etc.

Escenario 1: Se aumenta la disponibilidad en 3 especies, se aumenta el área del humedal a 3.6 km<sup>2</sup> y no se hacen obras turísticas.

Escenario 2: Se aumenta la disponibilidad en 3 especies, se disminuye el área del humedal a 2.8 km<sup>2</sup> y se hacen obras turísticas.

Escenario 3: Se hacen obras turísticas.

El humedal de Lengua se encuentra emplazado dentro del Santuario de la Naturaleza de Hualpén y posee una caleta de pescadores. Además sirve como área de cultivo, cuerpo receptor de aguas lluvias, sitio de nidificación de aves y descargas domésticas de la población vecina.

Este humedal es muy rico en cuanto a flora y fauna albergando especies como el cisne de cuello negro, piquero, zarapito de pico recto, run run, gaviotín del ártico entre otros.

El humedal del río cruces se encuentra emplazado en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter en el que se han censado 119 especies de aves que además de ser su principal sitio de nidificación dependen directamente de este humedal o de ambientes aledaños. Dada la importancia del sector la pesca y caza de animales está prohibida.

Se constata que las características de ambos sectores son similares además de tener la ventaja de que se encuentran en el mismo país por lo que la composición socio-demográfica no cambia.

Se calcula un promedio simple de las DAP para los escenarios, obteniendo como resultado una DAP de \$7.668 anuales por hogar para los residentes y \$739 por persona para los visitantes (se utiliza el supuesto de que una persona realiza una visita anual).

Con esto el valor total del humedal es de \$1.166.827.867 (ver cálculo en anexo 8).

Para el cálculo de los factores atenuantes o agravantes se tiene:

F1= 4 ya que hay registro de siete sanciones en el periodo 2004-2005.

F2= 4 ya que no se dio ningún tipo de atención al problema hasta la intervención de los organismos fiscalizadores.

F3=0 no hubo ni colaboración ni obstrucción al proceso de investigación.

F4= 5 debido a que corresponde a negligencia por parte del infractor.

F5= 10 ya que corresponde a una empresa grande.

F6= 0 ya que no hay comunidades indígenas viviendo en el sector.

F7= -5 ya que tienen implementado sistemas de gestión ambiental y certificaciones ISO.

F8= 20 ya que el sector es área protegida.

Con esto el factor atenuante o agravante corresponde a 1,42.

Mediante el flujo de caja utilizado anteriormente se obtuvo un VAN al 2012 de \$117.150.000.000.

El porcentaje del daño que se carga a la multa corresponde a un 5%.

Con todo esto la multa estimada asciende a \$165.967.011.413.

#### 4.4.2.8. Metodología estadounidense

Según el modelo desarrollado en el capítulo de metodología, se procede a determinar los distintos factores relevantes en la estimación de la multa final.

Con esto el factor de gravedad equivale a \$57.000.000. Y los factores de ajuste equivalen a 2,64 lo que junto al beneficio económico al año 2012 de \$117.150.000.000 equivale a una multa de \$117.300.670.000.

Tabla 33: Valores de los ítems incluidos en la metodología estadounidense.

a. Riesgo o daño	Valor	Comentarios
Montos de contaminantes	10	Altos ya que alteraron proteínas y lípidos de la planta Egeria densa
Toxicidad del contaminante	10	Alto ya que corresponde a metales pesados
Sensibilidad del ambiente al contaminante	10	Altamente sensible por la interacción hierro-aluminio
El tiempo que dura la infracción	10	un año
b. Importancia del esquema regulatorio	6	La RCA incluía la producción máxima de ton anuales, actualmente la planta funciona a un 20% menos que ese tope fijado. Como la afectación se produjo con una sobreproducción de 300.000 no se sabe con exactitud si respetando ese límite impuesto en una primera instancia se hubiese evitado completamente lo sucedido
c. Disponibilidad de información de otras fuentes	1	Se encuentra a vista de todos los habitantes
d. Tamaño del infractor	10	Celco es una empresa grande

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología estadounidense.

Tabla 34: Valores de los ítems incluidos en la metodología estadounidense.

a. Grado de voluntad o negligencia	0,208	
Cuanto control tenía el infractor sobre los eventos que constituyeron la infracción	0,3	La RCA incluía la producción máxima de 550.000 ton
La previsibilidad de los eventos que constituyeron la infracción	0,2	Existe una alta probabilidad de haber evitado la afectación respetando la RCA
Si el infractor tomó precauciones respecto de los eventos que constituyeron la violación	0	Realizó los tratamientos de residuos líquidos de forma correcta
Si el violador sabía o debía saber acerca de los riesgos asociados a la conducta	0,15	Se incluye en la RCA pero sin tope de las concentraciones máximas permitidas de los metales en cuestión
El nivel de sofisticación de la industria lidiando con temas de cumplimiento o la accesibilidad a la tecnología de control apropiada	0,3	La empresa tiene bastante experiencia en tratamiento y producción de celulosa
Si el infractor sabía los requerimientos legales que fueron violados (nunca usar la falta de conocimiento para reducir la pena)	0,3	Se indican en la RCA
b. Grado de cooperación o no cooperación	0,3	
Reportar el no cumplimiento (+-10% o +-20%)	0,3	No reporta
Prontitud en corregir los problemas	0,3	No corrige
c. Historial de cumplimiento	0,225	
Cuan similar fue la infracción (mismo permiso, misma substancia, el mismo proceso, la misma ley o norma)	0,3	Se registran 7 incumplimientos en el servicio de evaluación de impacto ambiental
Cuan reciente fue la violación	0,3	Los 7 procesos sancionatorios entre 2004 y 2005
El número de violaciones previas	0,3	
La respuesta que tuvo el infractor en corregir las violaciones anteriores	0	No hay información
d. Habilidad de pago	0,3	Empresa grande
e. Otros factores únicos del caso (Afectación cadenas ecológicas)	0,3	La alteración del alimento de cisnes y taguas

Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología estadounidense.

## 5. DISCUSIÓN

Se observa que en líneas generales, los tres métodos consideran elementos similares ya que combinan un enfoque de determinación de la ganancia ilícita por parte del infractor y también incluyen elementos de restauración del medio ambiente (daño o afectación ambiental).

Es así como cada una de las metodologías contempla:

- Cálculo del beneficio económico
- Cálculo de un componente que cuantifica la gravedad de la infracción respecto del medioambiente tomando en cuenta el daño causado, el contaminante, la toxicidad del mismo etc.
- Un componente disuasivo de cometer futuras negligencias, tomando en cuenta el historial del infractor, su comportamiento durante los procesos de investigación y capacidad de pago del infractor.

La interacción entre estos tres componentes arrojó los siguientes resultados para cada uno de los casos de estudio:

Tabla 35: Beneficio económico al año 2012 para los casos de estudio.

Caso	Beneficio
Barrick Gold	MM\$654
Coexca	MM\$19
Las Vertientes	MM\$228
Celulosa Arauco	MM\$117.150

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Rangos de multas en millones de pesos chilenos para los casos de estudio según las metodologías analizadas.

	Metodología colombiana	Metodología peruana	Metodología estadounidense
Barrick Gold	1.333-1.471	1.378-1.658	735
Coexca	42-94	28-48	116
Las Vertientes	350-358	572-816	310
Celulosa Arauco	177.000	166.000	117.300

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, aún con probabilidades bajas de captura y con probabilidades bajas de ocurrencia (para los casos donde hubo riesgo de afectación y no daño como tal), todos los rangos de multas superan el beneficio económico obtenido por los infractores. Esta situación debería llevarlos, hipotéticamente, a cumplir con las normas medioambientales establecidas, es decir, los tres métodos estudiados son eficaces.

La situación que se observa es que para los casos donde el beneficio económico obtenido por la empresa es muy alto, la ley vigente impone trabas para cursar una multa acorde a la infracción. Es así como, pese a que el caso de Celulosa Arauco está clasificado como gravísimo, las ganancias son tan altas que la multa máxima de \$4.500.000.000 no es suficiente y a la empresa le convendría pagar la multa en vez de respetar las normas establecidas.

La teoría económica de la pena óptima dice que el infractor responde a la probabilidad de detección y a la severidad del castigo. Por lo que los incentivos de cumplimiento podrían ser mejorados aumentando el castigo, aumentando el monitoreo a las empresas o haciendo cambios legales que favorezcan la probabilidad de ser castigados.

Algunas de estas medidas (como el monitoreo) pueden ser muy costosas por lo que se debe hacer un balance entre el daño hecho y el costo que tiene disuadir a las empresas para que tengan un buen comportamiento, por lo que la pena óptima debiera ser equivalente al daño hecho (con un valor monetarizado) junto al beneficio económico dividido por la probabilidad de castigo. Es decir, debiera adquirir la siguiente forma:

$$M = \frac{\text{Valor del daño} + \text{Beneficio económico}}{\text{Probabilidad de castigo}} \quad (20)$$

En este sentido, tanto el modelo colombiano como el peruano cumplen, en parte, con este estándar ya que el modelo colombiano incorpora en el cálculo del beneficio económico una probabilidad de captura, que para el caso de Chile, se escogió como baja ( $p=0,4$ ). Esta probabilidad no se añade al cálculo del resto de los factores (gravedad y ajuste).

Un caso similar es el del método peruano que para el caso de riesgo considera una multa compuesta por el beneficio económico dividido por la probabilidad de aplicación de la multa, mientras que si se produce daño al medioambiente se considera el beneficio económico, la valorización del daño al medioambiente y factores de ajuste pero sin probabilidades de aplicación de la multa.

En cuanto a la incorporación del daño medioambiental como medida de internalización del daño y compensación a la sociedad, se critica tanto al modelo colombiano como al estadounidense. Ya que si uno de los objetivos de los mismos es mantener el *status quo* (del medioambiente), remover el beneficio económico del infractor no es la única acción que se debe tomar (el modelo colombiano y estadounidense tienen su foco en el beneficio económico e incluyen algunos parámetros de valor ambiental) ya que hay una pérdida en el medioambiente como resultado de la infracción. Esto puede hacerse mediante acciones compensatorias (limpieza y restauración) calculadas con técnicas de valoración monetaria del daño medioambiental.

En resumen, es el modelo peruano el que presenta una mayor consistencia con la teoría económica.

Siguiendo con la línea de la incorporación del daño ambiental mediante técnicas de valoración monetaria, se constata, luego del desarrollo de este trabajo, que este intento por aumentar la consistencia del modelo, atenta gravemente contra los criterios de eficiencia ya que corresponde a un proceso engorroso que vale la pena aplicar solo en casos donde las multas

corresponden a grandes montos de dinero debido a que los estudios de este tipo requieren grandes sumas de dinero.

Por otro lado no es recomendable que países con poca experiencia en la determinación de multas lo ocupen, ya que se está en un proceso de aprendizaje y puede volver al proceso, lento, caro e ineficiente.

Para evitar realizar estudios de valoración contingente para cada caso con el que la SMA deba tratar, se puede utilizar la transferencia de beneficios como se hizo en el presente trabajo, con el que se llega a la conclusión de que a pesar de que es un buen inicio cuando no hay datos disponibles, no se puede asegurar que la DAP transferida sea similar a la realidad ya que aún no se ha podido probar la robustez estadística del método mencionado, aun cuando los estudios encontrados sean muy similares a la situación chilena, lo que puede jugar en contra al momento de llevar el caso a juicio.

El método colombiano provee una forma bastante estructurada, simple y objetiva de determinar multas involucrando elementos de beneficio económico, daño al medio ambiente y disuasión, pero no deja espacio para incluir factores extraordinarios o específicos de cada caso, por ejemplo, al evaluar contaminación al suelo que produjo riesgo o afectación a la salud humana la valoración de la salud debe calcularse bajo los mismos parámetros de intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y recuperabilidad ya que no hay parámetros específicos para este bien tan importante y tampoco puede incluirse como un factor extra ya que el modelo no da esta posibilidad.

Por otro lado el método estadounidense es ampliamente flexible en todo sentido, ya que deja al agente estructurar el modelo como estime conveniente, incorporando los elementos relevantes que se dan en cada caso en particular. Por un lado esto es excelente ya que permite abarcar situaciones especiales que se dan en las distintas infracciones, pero su vez, siguiendo un modelo medianamente estructurado.

La desventaja es que deja mucho espacio a la subjetividad, ya que es la entidad que determina la multa, la que decide como estructurar el modelo y que valores de gravedad y monetarios asignarle. Primero, esto involucra que un equipo completo esté a cargo de un caso ya que se deben aportar diferentes visiones para llegar a un resultado que no corresponda a la opinión de una sola persona, esto trae consigo problemas operativos, ya que la Superintendencia no posee el personal necesario para llevar a cabo un proceso de tal magnitud. Y segundo, puede provocar que al aplicar el método, dos grupos distintos se lleguen a resultados muy disímiles lo que le quita consistencia al modelo.

Esta flexibilidad del modelo estadounidense es adecuada para ese país, ya que allí rige el Derecho consuetudinario que por definición corresponde a normas jurídicas que se desprenden de hechos que se han producido repetitivamente en el tiempo en un territorio concreto y tienen fuerza vinculante, es decir, que el fallo de un tribunal dicta precedente para futuros litigios relacionados al tema. No así en Chile, donde rige el Derecho escrito, es decir, los tribunales basan sus decisiones en la aplicación prácticamente literal de la ley, por lo que un modelo de estas características podría no ajustarse a las necesidades de nuestro país.

A modo de resumen se presenta la tabla 37 que indica el estado de las metodologías estudiadas según los criterios de interés.

Finalmente, se puede decir que según las razones expuestas, de los tres métodos estudiados, la metodología colombiana es la más apropiada para ser aplicada en nuestro país.

Tabla 37: Cuadro resumen de las características de los métodos estudiados.

Metodología		Alto	Medio	Bajo
Colombiana	Eficacia	X		
	Consistencia		X	
	Efectividad	X		
	Flexibilidad			X
Peruana	Eficacia	X		
	Consistencia	X		
	Efectividad			X
	Flexibilidad			X
Estadounidense	Eficacia	X		
	Consistencia			X
	Efectividad	X		
	Flexibilidad	X		

Fuente: Elaboración propia.

## 6. CONCLUSIÓN

El hecho de que Chile se encuentre en un proceso de modernización de su administración pública medioambiental, ha significado asumir una nueva forma de pensar y de actuar en la gestión gubernamental.

Esto trae consigo grandes desafíos entre los que se encuentran el definir y diseñar herramientas sólidamente fundadas que permitan a la SMA cumplir con sus funciones en forma consistente y eficaz, en pos de una mejor protección de la salud de las personas y el medioambiente.

Uno de estos instrumentos es la metodología de determinación de sanciones que una vez implementado contribuirá al quehacer de la SMA con una serie de facilidades:

- Reduce el componente subjetivo y la discrecionalidad del esquema actual de sanción al incorporar variables objetivas (beneficio económico del infractor y valor del daño), lo cual otorga consistencia metodológica al procedimiento.
- Permite elaborar pautas de aplicación de multas objetivas y transparentes.
- Aumenta el prestigio de la labor supervisora y fiscalizadora de la SMA fortaleciendo la imagen de las instituciones chilenas.



El desarrollo de este trabajo buscó aportar a la tarea de definición de una metodología de determinación de multas medioambientales a través de la aplicación de tres modelos conocidos a casos de estudio interesantes de analizar.

Cada uno de los modelos examinados posee similitudes en estructura con el resto y diferencias en cuanto a consistencia, eficiencia, eficacia y flexibilidad lo que llevó a la alumna a deducir que la metodología colombiana es la más apropiada para ser aplicada en Chile pese a que todas lograron remover el beneficio económico obtenido por las empresas.

Cabe destacar que una de las grandes limitaciones que tienen los resultados obtenidos es que a pesar de que imponen rigurosidad, consistencia y objetividad igualmente dependen del punto de vista de quien lo aplica, por lo tanto los valores de las multas y beneficio económico pueden variar dentro de un rango que no debería afectar la decisión de escoger el método colombiano como idóneo.

Se propone como desafío futuro, el análisis de la metodología británica de determinación de multas, ya que es un país que ha recibido muy buenas evaluaciones en cuanto a la gestión medioambiental que realiza y la inclusión de este modelo al análisis realizado en este trabajo podría modificar los resultados obtenidos.

Por otro lado, es necesario revisar los topes impuestos para sancionar las infracciones cometidas a la normativa vigente ya que existe una cantidad de infracciones en que los beneficios ilícitos que se obtienen son altísimos y los montos actuales de multas no permiten removerlo.

Finalmente, pese a que en este momento la metodología colombiana resulta ser la más apropiada según los criterios analizados, existe un punto fundamental que se puede mejorar. Este corresponde a la incorporación del valor del daño ambiental para la sociedad.

Pese a que los estudios de valoración contingente son engorrosos y caros, estos podrían justificarse para ciertos casos donde las ganancias de los infractores son cuantiosas. Esta recomendación debiera hacerse efectiva una vez que Chile desarrolle el *expertise* suficiente en la determinación de multas, ya que los elementos necesarios para tener una institucionalidad fiscalizadora y sancionadora fuerte no se desarrollarán en poco tiempo.

Desde el punto de vista de la alumna, sería interesante ver como en un futuro se implementa la metodología y ver su aplicabilidad real en un contexto donde la SMA y los tribunales ambientales están en completo funcionamiento.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

1. AGROSUPER S.A 2011. Prospecto emisión bonos desmaterializados al portador [En línea] <<http://www.agrosuper.cl/pdf/bonos/Prospecto-Comercial-Bonos-Agrosuper-2011.pdf>> [Consulta: 06 de Abril de 2012]
2. ARAUCO S.A 2011. Reporte de sustentabilidad 2011 [En línea] <[http://www.arauco.cl/\\_file/file\\_50\\_reporte-2011.pdf](http://www.arauco.cl/_file/file_50_reporte-2011.pdf)> [Consulta: 15 de Julio de 2012]
3. BANCO CENTRAL DE CHILE [En línea] <[www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl)> [Consulta: 05 de Abril de 2012]

4. BANCO MUNDIAL [En línea] <<http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD>> [Consulta: 04 de Mayo de 2012]
5. BARRICK GOLD 1996. Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Caminos de acceso y líneas de alta tensión a los proyectos Nevada y El Indio [En línea] <[https://www.e-seia.cl/seia-web/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id\\_expediente=48](https://www.e-seia.cl/seia-web/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=48)> [Consulta: 20 de Abril de 2012]
6. BARRICK GOLD. 2010. Memoria anual 2010 [En línea] <<http://www.barricksudamerica.com/noticias/memorias.php>> [Consulta: 19 de Abril de 2012]
7. BLUMAR SEAFOODS 2011. Estados financieros [En línea] <<http://www.blumar.com/estados-financieros.html>> [Consulta: 17 de Abril de 2012]
8. BROWER, R y SPANINKS, F. 1998. The validity of environmental Benefits Transfer: Further empirical testing [En línea] <[www.sibuc.uc.cl](http://www.sibuc.uc.cl)> [Consulta: 14 de Julio de 2012]
9. CHILE. Ministerio secretaría general de la presidencia. 2010. Ley 20.417: Creación del Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. 12 de Enero de 2010.
10. COEXCA S.A 2012. Declaración de impacto ambiental del proyecto Ampliación planta faenadora Coexca S.A [En línea] <<http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=6801142>> [Consulta: 06 de Abril de 2012]
11. COEXCA S.A 2012. Resumen ejecutivo [En línea] <<http://www.coexca.cl/Dossier-2012.pdf>> [Consulta: 06 de Abril de 2012]
12. CORPORACION NACIONAL FORESTAL CONAF 2006 Plan integral de gestión ambiental del humedal del Río Cruces [En línea] <[http://www.conaf.cl/cms/editorweb/rio\\_cruces/PIGA\\_resumen.pdf](http://www.conaf.cl/cms/editorweb/rio_cruces/PIGA_resumen.pdf)> [Consulta: 12 de Julio de 2012]
13. CORPORACION NACIONAL FORESTAL CONAF 2012. Santuario de la naturaleza Carlos Anwandter, humedal del Río Cruces, Mayo de 2012. [En línea] <[http://www.conaf.cl/cms/editorweb/rio\\_cruces/informes/MAYO-2012.pdf](http://www.conaf.cl/cms/editorweb/rio_cruces/informes/MAYO-2012.pdf)> [Consulta: 13 de Julio de 2012]
14. CRUZ, J.M. 2010. Estructura de capital [En línea] Santiago, Chile. <[http://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/1/IN56A/1/material\\_docente/objeto/290931](http://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/1/IN56A/1/material_docente/objeto/290931)> [Consulta: 23 de Marzo 2012]
15. DE LA MAZA, C. Valorización contingente y su aplicación en el parque nacional La Campana: Una discusión metodológica. [En línea] <[www.sibuc.uc.cl](http://www.sibuc.uc.cl)> [Consulta: 14 de Julio de 2012]
16. DI MARZIO, W y MCINNES, R. 2005. Misión consultativa Ramsar: Chile 2005, informe de misión Santuario Carlos Anwandter (Río Cruces), Chile [En línea] <<http://www.ceachile.cl/Cruces/PDF/28.%20Informe%20Consultores%20Ramsar%202005.pdf>> [Consulta: 12 de Julio de 2012]
17. DOWNING, M y OZUNA, T. 1996. Testing the reliability of the benefit function transfer approach [En línea] <[www.sibuc.uc.cl](http://www.sibuc.uc.cl)> [Consulta: 14 de Julio de 2012]
18. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 1984. EPA general enforcement policy #GM-21 [En línea] <<http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/civil/penalty/epapolicy-civilpenalties021684.pdf>> [Consulta: 19 de Diciembre de 2011]
19. FONDO MONETARIO INTERNACIONAL 2012. América Latina y el Caribe: Una ruta de avance hacia un crecimiento continuo [En línea] Washington DC, Estados Unidos

<<http://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/weo/2012/01/pdf/texts.pdf>> [Consulta: 04 de Mayo de 2012]

20. FUNDACIÓN CHILE 2010. Metodología de evaluación de estimación de costos [En línea] Santiago, Chile <[http://www.sinia.cl/1292/articles-50002\\_recurso\\_2.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-50002_recurso_2.pdf)> [Consulta: 12 de Abril de 2012]

21. HERRADOR, D y DIMAS, L 2001. Valoración económica del agua para el área Metropolitana de San Salvador [En línea] <[http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/valoracion\\_agua.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/valoracion_agua.pdf)> [Consulta: 10 de Junio de 2012]

22. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS [En línea] <> [Consulta: 28 de Marzo de 2012]

23. JORNADAS FORUM AMBIENTAL instrumentos económicos de gestión ambiental 2001. Barcelona España. Fundación Forum Ambiental. 144 p.

24. LA SUSTENTABILIDAD DE LA GESTIÓN DEL SANTUARIO DE MACHU PICCHU: Una aproximación al precio de admisión de visitantes a partir de las preferencias declaradas 2003. Por Tannis Hett “et al.” [En línea] <<http://www.undp.org/cu/eventos/aprotegidas/paper-Machu%20Piccchu.pdf>> [Consulta: 12 de Junio de 2012]

25. LANEGRA, I. 2011. Falta institucionalidad legítima y eficaz. [En línea]. Diario El Comercio. 5 de Julio de 2011. <<http://blog.pucp.edu.pe/item/137240/que-politica-ambiental-necesita-nuestro-pais>> [Consulta: 1 de Mayo de 2012]

26. MCFADDEN, D. 1994 Contingent Valuation and Social Choice [En línea] Oxford, Inglaterra. Oxford University Press <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/1243732?uid=3737784&uid=2&uid=4&sid=21100919648821>> [Consulta: 14 de Julio de 2012]

27. MEJÍA, E. 2010. Técnicas y métodos de valoración ambiental económica y contable [En línea] Quindío, Colombia <<http://es.scribd.com/doc/60336580/25/El-valor-razonable>> [Consulta: 26 de Marzo 2012]

28. MINISTERIO DE HACIENDA [En línea] <[www.hacienda.cl](http://www.hacienda.cl)> [Consulta: 05 de Abril de 2012]

29. MUÑOZ, A. Los humedales del Río Cruces [En línea] <<http://www.ceachile.cl/Cruces/PDF/1.%20El%20rio%20Cruces.pdf>> [Consulta: 12 de Julio de 2012]

30. OBSERVATORIO LATINOAMERICANO DE CONFLICTOS AMBIENTALES OLCA [En línea] <[www.olca.cl](http://www.olca.cl)> [Consulta: 13 de Julio de 2012]

31. ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA 2006. Sistemas de sanciones por daños ambientales para la fiscalización de la industria de hidrocarburos en Perú. Lima, Perú. 2da ed. 187p.

32. ORGANIZACIÓN DE COOPERACION DE DESARROLLO ECONOMICO, OCDE 2005. Evaluación de desempeño ambiental, conclusiones y recomendaciones [En línea] <<http://www.oecd.org/>> [Consulta: 23 de Diciembre 2011]

33. ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN DE DESARROLLO ECONÓMICO, OCDE. Evaluación de desempeño ambiental, conclusiones y recomendaciones [En línea] <<http://www.oecd.org/dataoecd/7/53/2452410.pdf>> [Consulta: 1 de Mayo de 2012]

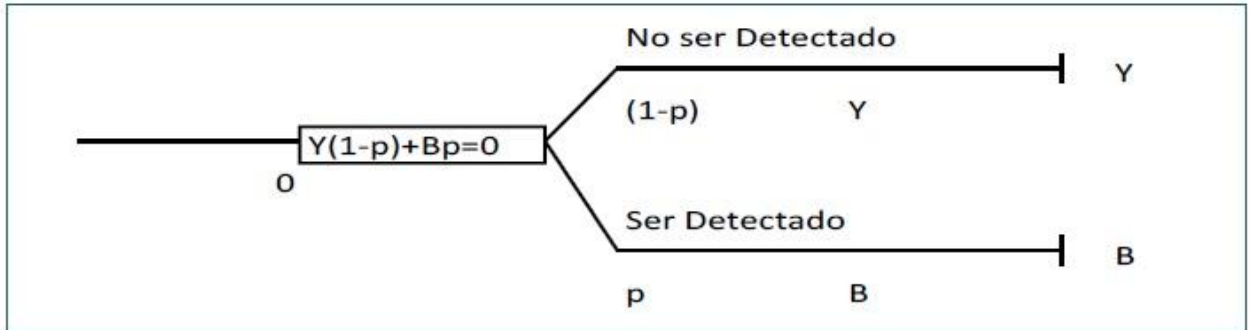
34. PISCICULTURA ACUACULTIVOS LAS VERTIENTES LTDA. 2007. Declaración de Impacto Ambiental Piscicultura Las Vertientes sector 2 [En línea] <[http://www.e-seia.cl/archivos/DIA\\_Piscicultura\\_Las\\_Vertientes\\_Sector\\_2.pdf](http://www.e-seia.cl/archivos/DIA_Piscicultura_Las_Vertientes_Sector_2.pdf)> [Consulta: 17 de Abril de 2012]

35. RODRIGUEZ, M. 2009. La reforma de la institucionalidad ambiental de Colombia, doce años después. [En línea]. Revista de la Contraloría General de la República. <<http://www.manuelrodriguezbecerra.org/bajar/reformainstitucionalidad.pdf>> [Consulta: 1 de Mayo de 2012]
36. SAPAG, C.N. 1995. Preparación y evaluación de proyectos. Santa Fe de Bogotá, McGraw-Hill. 388 p.
37. SEMINARIO MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE Nueva Institucionalidad, ejes temáticos y desafíos: 27 de Julio de 2011. 2011. Santiago, Ministerio del Medioambiente. 36 p.
38. SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL [En línea] <[www.e-seia.cl](http://www.e-seia.cl)> [Consulta: 15 de Diciembre de 2001]
39. SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL [En línea] <[www.sinia.cl](http://www.sinia.cl)> [Consulta: 13 de Diciembre de 2011]
40. SITIO ECOFINIS TERRAE [En línea] <<http://www.ecofinisterrae.cl/>> [Consulta: 18 de Diciembre 2011]
41. SITIO ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX DE LA UNIVERSIDAD DE YALE [En línea] <<http://epi.yale.edu/>> [Consulta: 09 de Mayo de 2012]
42. SITIO MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE [En línea] <<http://www.mma.gob.cl>> [Consulta: 11 de Diciembre 2011]
43. SITIO SERVICIO DE IMPUESTOS INTERNOS [En línea] <<http://www.sii.cl>> [Consulta: 22 de Marzo 2012]
44. SITIO WIKIPEDIA [En línea] <<http://www.wikipedia.org>> [Consulta: 22 de Marzo 2012]
45. VICEMINISTERIO DE AMBIENTE 2010. Metodología para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental. Colombia. 44p.
46. VILLOTA, L. 2009. Valoración económica del humedal de Lengua mediante experimentos de elección [En línea] <<http://132.248.9.1:8991/hevila/Panoramasocioeconomico/2009/no38/3.pdf>> [Consulta: 12 de Julio de 2012]

## ANEXOS

Anexo 1: Uso de árboles de decisión para el cálculo de la multa óptima

Figura 1.1: Árbol de probabilidad de detección



Fuente: Manual procedimental para el cálculo de multas por infracción a la normativa medioambiental

En la relación presentada en la Ilustración 1 se busca que el beneficio final para el infractor sea nulo (cero).

Para este efecto, hacemos uso de la herramienta de árboles de probabilidad, en donde denotamos con Y el ingreso o percepción económica (costo evitado) obtenido por la conducta infractora, y con B el valor que debe cobrarse vía multa para que la percepción de beneficio por parte del infractor sea cero. Eso nos da como resultado:

$$(1 - p) * B > pM \quad (1)$$

Donde:

Y: ingreso o percepción económica (costo evitado)

B: beneficio ilícito que debe cobrarse vía multa

p: capacidad de detección de la conducta

Despejando B en la ecuación 1 obtenemos:

$$M = \frac{B*(1-p)}{p} \quad (2)$$

Donde:

El beneficio percibido por el infractor es cero, cuando se cumple la ecuación 2.

Anexo 2: Material de apoyo, metodología colombiana

Tabla 2.1: Listados de posibles bienes afectados

<b>A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>	
<b>A.1 EXTRACCIÓN DE RECURSOS</b>	<b>A.3 ATMÓSFERA</b>
1. Recursos minerales	14. Calidad (Gases, partículas)
2. Material de construcción	15. Clima (micro, macro)
3. Suelos	16. Temperatura
4. Geomorfología	<b>A.4 Procesos</b>
5. Campos magnéticos y radioactividad de fondo	17. Inundaciones
6. Factores físicos singulares	18. Erosión
<b>A.2 AGUA</b>	19. Deposición
7. Superficiales	20. Solución
8. Marinas	21. Sorción
9. Subterráneas	22. Compactación y asentamientos
10. Calidad	23. Estabilidad
11. Temperatura	24. Sismología
12. Recarga	25. Movimientos de aire
13. Nieve, hielos, heladas	
<b>B. CONDICIONES BIOLÓGICAS</b>	
<b>B.1 Flora</b>	<b>B.2 FAUNA</b>
26. Árboles	35. Aves
27. Arbustos	36. Animales terrestres incluso reptiles
28. Hierbas	37. Peces y mariscos

29. Cosechas	38. Organismos bentónicos
30. Microflora	39. Insectos
31. Plantas acuáticas	40. Microfauna
32. Especies en peligro	41. Especies en peligro
33. Barreras, obstáculos	42. Barreras
34. Corredores	43. Corredores
<b>C. FACTORES CULTURALES</b>	
<b>C.1 USOS DEL TERRITORIO</b>	62. Espacios abiertos
44. Espacios abiertos y salvajes	63. Paisajes
45. Zonas húmedas	64. Agentes físicos singulares
46. Silvicultura	65. Parques y reservas
47. Pastos	66. Monumentos
48. Agricultura	67. Especies o ecosistemas especiales
49. Zona residencial	68. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
50. Zona comercial	69. Desamortías
51. Zona industrial	<b>C.4 NIVEL CULTURAL</b>
52. Minas y canteras	70. Modelos culturales
<b>C.2 RECREATIVOS</b>	71. Salud y seguridad
53. Caza	72. Empleo
54. Pesca	73. Densidad de población
55. Navegación	<b>C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA</b>
56. Zona de baño	74. Estructuras
57. Camping	75. Red de transportes
58. Excursión	76. Red de servicios
59. Zonas de recreo	77. Disposición de residuos
<b>C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO</b>	78. Barreras
60. Vistas panorámicas y paisajes	79. Corredores
<b>D. RELACIONES ECOLÓGICAS</b>	
80. Salinización de recursos hidráulicos	84. Invasión de maleza
81. Eutroficación	85. Controles biológicos
82. Vectores, insectos y enfermedades	86. Modificación hábitat
83. Cadenas alimentarias	87. Introducción de flora y fauna exótica
<b>E. OTROS</b>	
88. otros	

Fuente: Manual procedimental para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental

			ción
Intensidad (IN)	Define el grado de incidencia de la acción sobre el bien de protección.	Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma y comprendida en el rango entre 0 y 33%.	1
		Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma y comprendida en el rango entre 34% y 66%.	4

Atributos	Definición		Ponderación
Extensión (EX)	Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno	Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma y comprendida en el rango entre 67% y 99%.	8
		Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma igual o superior al 100%	12
		Quando la afectación puede determinarse en un área localizada e inferior a una (1) hectárea.	1
Persistencia (PE)	Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y hasta que el bien de protección retorne a las condiciones previas a la acción	Quando la afectación incide en un área determinada entre una (1) hectárea y cinco (5) hectáreas	4
		Quando la afectación se manifiesta en un área superior a cinco (5) hectáreas.	12
		Si la duración del efecto es inferior a seis (6) meses.	1
Reversibilidad (RV)	Capacidad del bien de protección ambiental afectado de volver a sus condiciones anteriores a la afectación por medios naturales, una vez se haya dejado de actuar sobre el ambiente.	Quando la afectación no es permanente en el tiempo, se establece un plazo temporal de manifestación entre seis (6) meses y cinco (5) años.	3
		Quando el efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los bienes de protección o cuando la alteración es superior a 5 años.	5
		Quando la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible en un periodo menor de 1 año.	1
Recuperabilidad (MC)	Capacidad de recuperación del bien de protección por medio de la implementación de medidas de gestión ambiental.	Aquel en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible en el mediano plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. Es decir, entre uno (1) y diez (10) años.	3
		Quando la afectación es permanente o se supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a sus condiciones anteriores. Corresponde a un plazo superior a diez (10) años.	5
		Si se logra en un plazo inferior a seis (6) meses.	1
		Caso en que la afectación puede eliminarse por la acción humana, al establecerse las oportunas medidas correctivas, y así mismo, aquel en el que la alteración que sucede puede ser compensable en un periodo comprendido entre 6 meses y 5 años.	3
		Caso en que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana.	10
Caso en que la alteración puede eliminarse por la acción humana, al establecerse las oportunas medidas correctivas, y así mismo, aquel en el que la alteración que sucede puede ser compensable.	3		
Efecto en el que la alteración puede mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.	5		

Fuente: Manual procedimental para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental



Tabla 2.3: Factores atenuantes y agravantes.

Agravantes	Valor
Reincidencia. En todos los casos la autoridad deberá consultar el RUIA y cualquier otro medio que provea información sobre el comportamiento pasado del infractor.	0.2
Que la infracción genere daño grave al medio ambiente, a los recursos naturales, al paisaje o a la salud humana.	Circunstancia valorada en la importancia de la afectación
Cometer la infracción para ocultar otra.	0.15
Rehuir la responsabilidad o atribuirla a otros.	0,15
Infringir varias disposiciones legales con la misma conducta.	Circunstancia valorada en la importancia de la afectación
Atentar contra recursos naturales ubicados en áreas protegidas, o declarados en alguna categoría de amenaza o en peligro de extinción, o sobre los cuales existe veda, restricción o prohibición.	0.15
Realizar la acción u omisión en áreas de especial importancia ecológica.	0.15
Obtener provecho económico para sí o para un tercero.	0.2 (En el evento en que el beneficio no pueda ser calculado)
Obstaculizar la acción de las autoridades ambientales.	0.2
El incumplimiento total o parcial de las medidas preventivas.	0.2
Que la infracción sea grave en relación con el valor de la especie afectada, lo cual se determina por sus funciones en el ecosistema, por sus características particulares y por el grado de amenaza a que esté sometida.	Circunstancia valorada en la importancia de la afectación
Las infracciones que involucren residuos peligrosos.	Circunstancia valorada en la importancia de la afectación

Atenuantes	Valor
Confesar a la autoridad ambiental la infracción antes de haberse iniciado el procedimiento sancionatorio. Se exceptúan los casos de flagrancia.	- 0.4
Resarcir o mitigar por iniciativa propia el daño, compensar o corregir el perjuicio causado antes de iniciarse el procedimiento sancionatorio ambiental, siempre que con dichas acciones no se genere un daño mayor.	- 0.4
Que con la infracción no exista daño al medio ambiente, a los recursos naturales, al paisaje o la salud humana.	Circunstancia valorada en la importancia de la afectación potencial

Tamaño de la Empresa	Factor de ponderación
Microempresa	0.25
Pequeña	0.5
Mediana	0.75
Grande	1.0

Fuente: Manual procedimental para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental

Anexo 3: Material de apoyo, metodología peruana

Tabla 3.1: Valores de los factores atenuantes y agravantes

**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:**

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

**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:**

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

**F3: Grado de colaboración (valor de -2 a 2). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:**

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

**F4: Tipo de Accidente (valor de 0 a 5). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:**

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

**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):

Volumen de ventas de la Empresa en 1 año (MM\$US)	Calificación
Hasta 1 MM\$US	0
Más de 1 MM\$US hasta 50 MM\$US	3
Más de 50 MM\$US hasta 150 MM\$US	6
Más de 150 MM\$US	10

**F6:** Afectación a comunidades indígenas (factor de 0 a 5). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:

Afectación de comunidades	Calificación
No afecta a comunidad alguna	0
Afecta a una comunidad	3
Afecta a más de 1 comunidad	5

Las comunidades indígenas son afectadas en su salud o en su medio de vida (pesca, caza, vivienda).

**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:

Afectación de comunidades	Calificación
Cuenta con Sistema de Gestión Ambiental con certificación vigente	-5
No cuenta con Sistema de Gestión Ambiental	0

**F8:** Afectación a Reservas Naturales (factor de 0 a 20). Se asigna un valor, de acuerdo a la siguiente tabla:

Afectación de Reservas Naturales	Calificación
No afecta a Reservas Naturales	0
Afecta a Reservas Naturales	20

Fuente: Sistemas de sanciones por daños ambientales para la fiscalización de la industria de los hidrocarburos en Perú.

Anexo 4: Tablas de beneficio económico

Tabla 4.1: Cálculo de VAN obtenido por Barrick Gold

INCUMPLIMIENTO COSTOS EVITADOS																	
	0	1	2	3	4	5	6										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002										
Ciclo primario																	
Inversión	319.444.500																
Depreciación	0	53.240.750	53.240.750	53.240.750	53.240.750	53.240.750	53.240.750										
Impuestos pagados	0	-7.986.113	-7.986.113	-7.986.113	-7.986.113	-7.986.113	-7.986.113										
FCN	319.444.500	-7.986.113	-7.986.113	-7.986.113	-7.986.113	-7.986.113	-7.986.113										
VAN	291.567.319																
	7	8	9	10	11	12	13										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009										
Ciclo de reemplazo																	
Inversión	319.444.500																
Depreciación	0	53.240.750	53.240.750	53.240.750	53.240.750	53.240.750	53.240.750										
Impuestos pagados	0	-9.050.928	-9.050.928	-9.050.928	-9.050.928	-9.050.928	-9.050.928										
FCN	319.444.500	-9.050.928	-9.050.928	-9.050.928	-9.050.928	-9.050.928	-9.050.928										
VANT	98.223.992	-2.351.511	-1.986.912	-1.678.844	-1.418.542	-1.198.599	-1.012.758										
VAN	88.576.825																
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Mantenimiento	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500	9.983.500
Impuestos pagados	-1.497.525	-1.497.525	-1.497.525	-1.497.525	-1.497.525	-1.497.525	-1.533.360	-1.581.278	-1.629.054	-1.629.054	-1.629.054	-1.629.054	-1.629.054	-1.629.054	-1.629.054	-1.629.054	-1.629.054
FCN	8.145.975	8.145.975	8.145.975	8.145.975	8.145.975	8.145.975	8.050.140	8.002.223	7.954.305	7.954.305	7.954.305	7.954.305	7.954.305	7.954.305	7.954.305	7.954.305	7.954.305
VAN	41.554.111																

USD	500
TAX FUTURO	0,17
TAX 2012	0,185
TAX 2011	0,2
TAX 04-10	0,17
TAX 2003	0,165
TAX 2002	0,16
TAX 96-01	0,15
TASA DESC.	0,1835

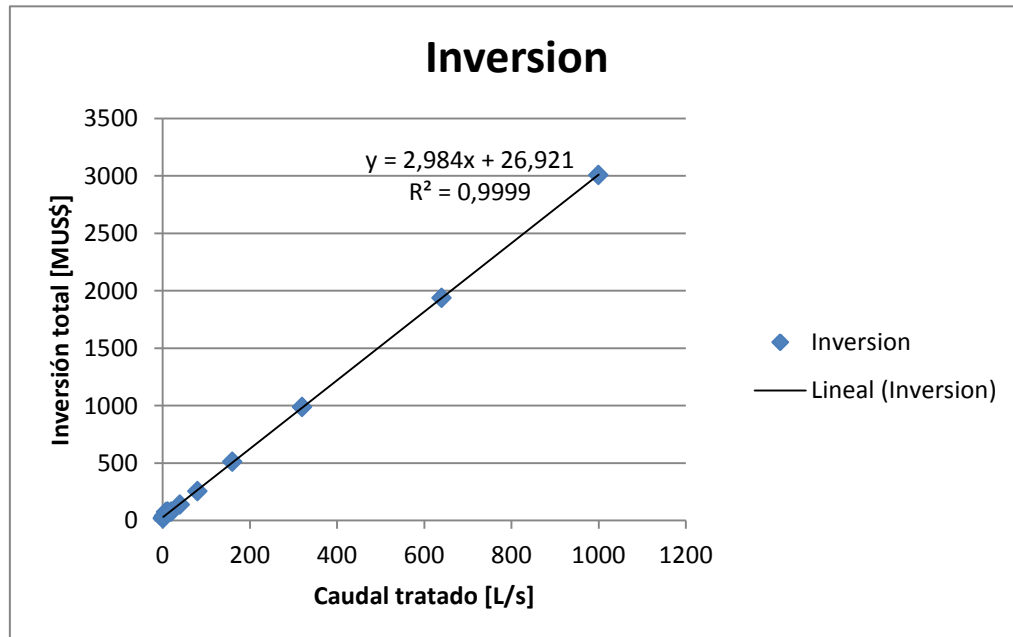
BENEFICIO ECONÓMICO	421.698.255
BENEFICIO ECONÓMICO A 2012	653.632.295

Fuente: Elaboración propia en base a evaluación de proyectos.

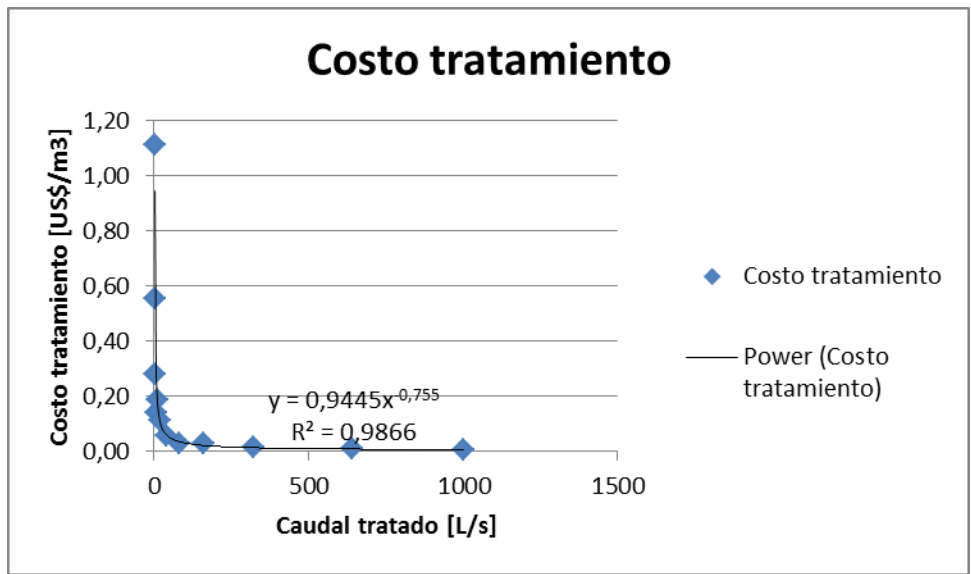
Tabla 4.2: Estimación del beneficio económico Coexca.

CONSIDERACIONES INICIALES		
Aireadores	7,5	KW
Valor equipos	4,5	MM\$
Valor terreno/remoción		
<500 m2	115000	por m2
>500 m2	43000	por m2
Profundidad	3	m
Tiempo residencia	2	d
Operario	600.000	\$/mes
Horas de operación	16	hr al día
Costo energía	100	\$/KWh

Caudal Trat. (m3/d)	Caudal Trat. (L/s)	Vol. Laguna (m3)	Área Laguna (m2)	Valor Terreno (US\$)	Valor equipos (US\$)	Inversión Total (M US\$)	NOTAS
58	1	173	35	7949	9000	17	
115	2	346	69	15898	9000	25	
230	4	691	138	31795	9000	41	
461	8	1382	276	63590	9000	73	
683	11,86	2050	683	58767	18000	77	
1152	20	3456	691	59443	18000	77	
2304	40	6912	1382	118886	18000	137	Valor terreno: 40000/m2 Aireadores: 1 por laguna
4608	80	13824	2765	237773	18000	256	Valor terreno: \$30000/m2 Aireadores: 2 por laguna
9216	160	27648	5530	475546	36000	512	
18432	320	55296	11059	951091	36000	987	
36864	640	110.592	22.118	1.902.182	36.000	1.938	Valor terreno: \$30000/m2 Aireadores: 4 por laguna
57600	1000	172800	34560	2972160	36000	3.008	



Costo Energía (US\$/m3)	Costo operación (US\$/m3)	Costo Tratamiento (US\$/m3)	NOTAS
0,417	0,694	1,11	1 operario
0,208	0,347	0,56	
0,104	0,174	0,28	
0,052	0,087	0,14	2 operarios
0,070	0,117	0,19	
0,042	0,069	0,11	
0,021	0,035	0,06	
0,010	0,017	0,03	4 operarios
0,010	0,017	0,03	
0,005	0,009	0,01	
0,003	0,004	0,01	
0,002	0,003	0,00	



INCUMPLIMIENTO COSTOS RETRASADOS																						
Ciclo/principal	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
Inversión	38.383.333																					
Depreciación	0	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167
Impuestos pagados	0	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258
FCN	38.383.333	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258
VAN a 2008	36.150.062																					
Ciclo/reposición	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	
Inversión	38.383.333																					
Depreciación	0	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	
Impuestos pagados	0	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	
FCN	38.383.333	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	
VAN	2.509.267	-18.731	-16.449	-14.446	-12.686	-11.141	-9.784	-8.592	-7.546	-6.626	-5.819	-5.110	-4.488	-3.941	-3.461	-3.040	-2.669	-2.344	-2.059	-1.808	-1.588	
VAN a 2008	2.366.938																					

CUMPLIMIENTO COSTOS RETRASADOS																					
Ciclo/principal	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Inversión	38.383.333																				
Depreciación	0	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	
Impuestos pagados	0	-355.046	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	
FCN	38.383.333	-355.046	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	
VAN a 2011	36.180.898																				
VAN a 2008	24.504.812																				

CUMPLIMIENTO COSTOS EVITADOS																					
Ciclo/reposición	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Inversión	38.383.333																				
Depreciación	0	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	1.919.167	
Impuestos pagados	0	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	
FCN	38.383.333	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	-326.258	
VAN a 2011	2.509.267	-18.731	-16.449	-14.446	-12.686	-11.141	-9.784	-8.592	-7.546	-6.626	-5.819	-5.110	-4.488	-3.941	-3.461	-3.040	-2.669	-2.344	-2.059	-1.808	
VAN a 2008	1.603.094																				

INCUMPLIMIENTO COSTOS EVITADOS			
Tratamiento mensual	2008	2009	2010
Mantenimiento	2.304.000	2.304.000	2.304.000
Impuestos pagados	-391.680	-391.680	-391.680
FCN	1.912.320	1.912.320	1.912.320
VAN	5.545.721		

INCUMPLIMIENTO COSTOS EVITADOS			
Tratamiento mensual	2008	2009	2010
Mantenimiento	2.304.000	2.304.000	2.304.000
Impuestos pagados	-391.680	-391.680	-391.680
FCN	1.912.320	1.912.320	1.912.320
VAN	5.545.721		



USD	500		
TAX 2012	18,50%		
TASA FUTURA	17%	BENEFICIO ECONÓMICO CR MM\$	12.409.094
RATE	13,87%	BENEFICIO ECONÓMICO CE MM\$	5.545.721
TASA 2011	20%	BENEFICIO ECONÓMICO TOTAL A 2008 MM\$	17.954.815
TASA 08-10	17%	BENEFICIO ECONÓMICO TOTAL A 2012 MM\$	19.391.200

Fuente: Elaboración propia en base a evaluación de proyectos.

Tabla 4.3: Estimación del beneficio económico Las Vertientes

Una filtración en 2 micrones y 40 m <sup>3</sup> /hr	
4" AMF2-93K Filter (MT-44)= USD\$ 50.152 FOB ISRAEL	

Una filtración en 7 micrones y 300 m <sup>3</sup> /hr	
4" AMF2-370K Filter = USD 106.357 FOB ISRAEL	

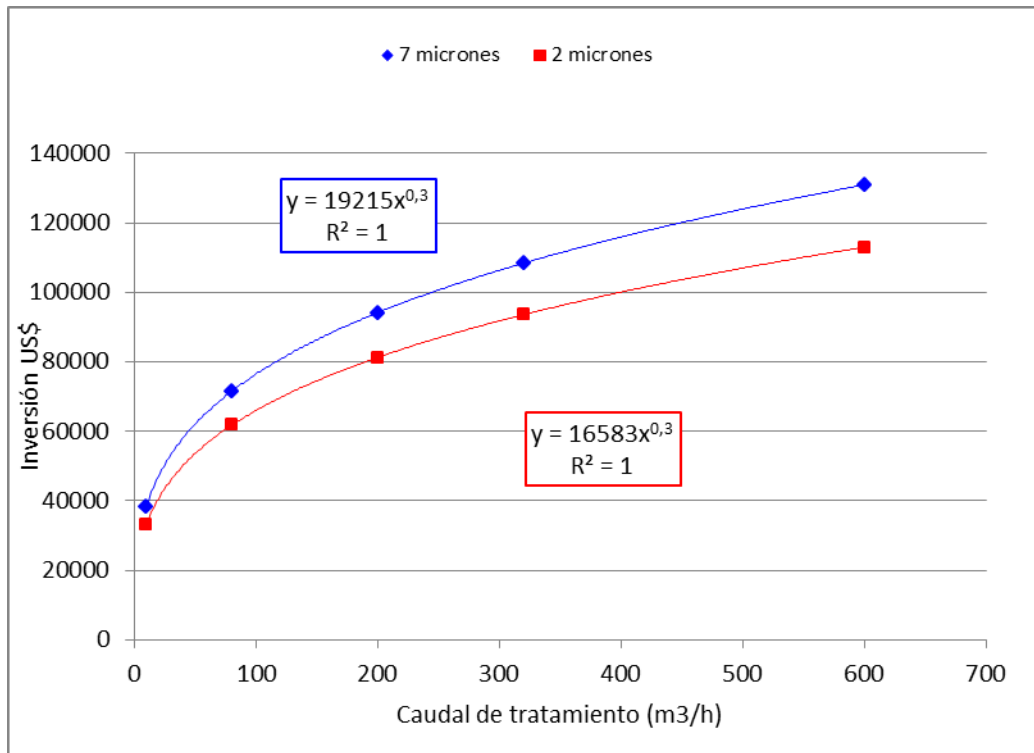
Caudal (m <sup>3</sup> /d)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Inv. US\$ por malla filtrante	
		7 micrones	2 micrones
160	10	38.338	33.088
1280	80	71.541	61.744
3200	200	94.176	81.279
5120	320	108.436	93.587
9600	600	130.941	113.010

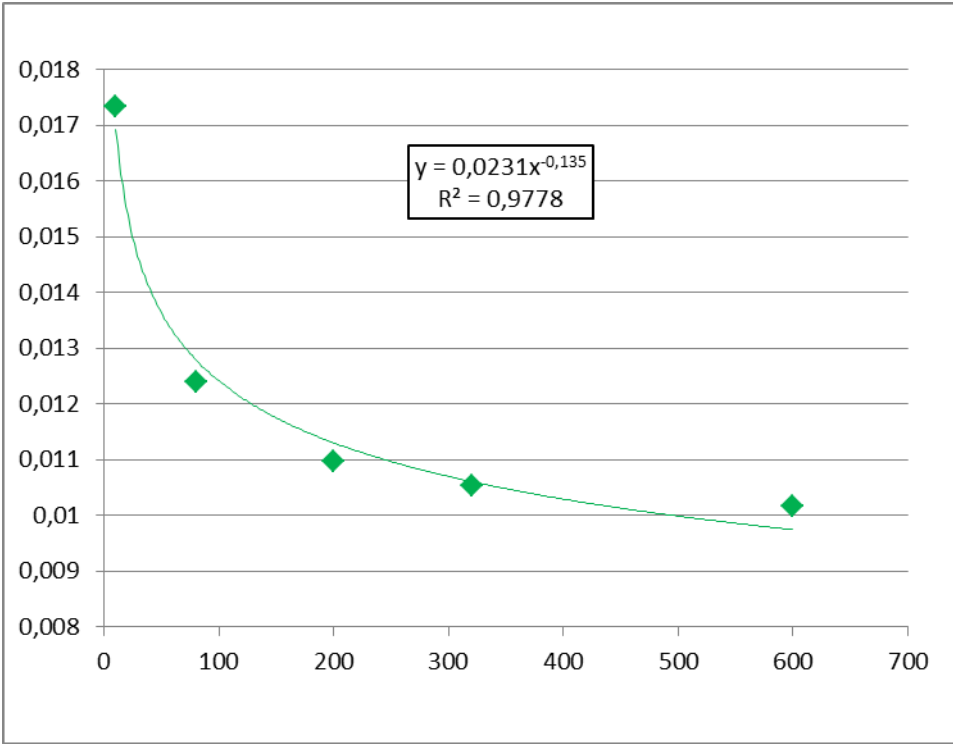
Estimación de inversión (US\$)		
Caudal	2610	m <sup>3</sup> /h
Inversión 2 micrones	175.653	US\$
Inversión 7 micrones	203.532	US\$

CONSIDERACIONES INICIALES equipamiento		
Bomba impulsión	2	hp
Horas de operación	16	hr al día
Bombas de lavado	1	hp
Horas de operación	0,16	hr al día
Costo energía	100	\$/KWh

Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Bombas de impulsión	Ciclos de lavado al día	Costo energía (US\$/m <sup>3</sup> )
10	0,5	1	0,0173
80	3	4	0,0124
200	6,7	8	0,0110
320	10	16	0,0105
600	18	30	0,0102

Costo operación (US\$/m <sup>3</sup> )		
Caudal	2610	m <sup>3</sup> /h
Costo operación	0,008	US\$/m <sup>3</sup>





INCUMPLIMIENTO COSTOS EVITADOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ciclo primario											
Inversión	189.592.500										
Depreciación	0	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250
Impuestos pagados	0	-3.223.073	-3.223.073	-3.791.850	-3.507.461	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073
FCN	189.592.500	-3.223.073	-3.223.073	-3.791.850	-3.507.461	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073
VAN	172.201.373										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ciclo de reposición	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Inversión	189.592.500										
Depreciación	0	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250	18.959.250
Impuestos pagados	0	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073
FCN	189.592.500	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073	-3.223.073
VANt	45.034.392	-671.801	-589.506	-517.292	-453.924	-398.319	-349.525	-306.709	-269.137	-236.168	-207.238
VAN	41.034.772										
<b>Costos de operación</b>		<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>					
Mantenimiento		60.036.000	60.036.000	60.036.000	60.036.000	60.036.000	60.036.000	60.036.000			
Impuestos pagados		-10.206.120	-10.206.120	-10.206.120	-12.007.200	-11.106.660					
FCN		49.829.880	49.829.880	49.829.880	48.028.800	48.929.340					
VAN		169.698.185									

BENEFICIO ECONÓMICO	210.732.958
BENEFICIO ECONÓMICO A 2012	227.591.594

USD	500
TAX 2012	18,50%
TASA FUTURA	17,00%
RATE	15,22%
TASA 2011	20,00%
TASA 2010	17,00%
TASA 2009	17,00%
RATE	13,96%
TASA 2008	17,00%

Fuente: Elaboración propia en base a evaluación de proyectos y método de Williams.

Anexo 5: Cálculo de la DAP para el caso Barrick.

Tabla 5.1: Cálculo de la disposición a pagar por patrimonio cultural.

	Dolares	Pesos peruanos
DAP USD (mediana)	30	101,9875

PIB per cápita PPA Chile 1999 MUSD	9352
PIB per cápita PPA Perú 1999 MUSD	4894

	PIB per cápita en moneda local
Chile	31793
Perú	16638

IPC Perú 2012	4,14%
IPC Perú 1999	3,48%
Tipo de cambio sol-peso chileno 2012	189,64
DAP HOY CHILE	44.018
Población sector (El Tambo en la comuna de Vicuña)	2.084
Valor total	91.733.449

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Tasa cambio dólar-sol promedio
3,354	3,4395	3,333	3,3365	3,3335	3,3335	3,3325	3,383	3,4615	3,491	3,4885	3,5085	3,399583

Fuente: Elaboración propia a partir de transferencia de valores.

Anexo 6: Características de las lagunas aireadas

Tabla 6.1: Características de las lagunas aireadas

Remoción Indirecta	Descripción	La Tecnología	Aplicación	Eficiencia	Ventajas	Desventajas
Remueve Coliformes fecales, color, e índice de fenol y regula el pH y la temperatura.	Las lagunas aireadas constituyen un proceso de tratamiento biológico simple. Contemplan el uso de componentes unitarios similares a los procesos convencionales e incorporan elementos mecanizados para la transferencia de Oxígeno. No reciclan los lodos como la tecnología de lodos activados.	La tecnología de Lagunas Aireadas corresponde al proceso de transición entre los sistemas naturales y convencionales, ya que operan con oxigenación mecánica, pero su infraestructura es simple del tipo piscinas impermeabilizadas. La aireación generalmente es entregada por equipos de aireación superficial, opera en flujo continuo, sin recirculación de lodos, por esto requieren mayor tiempo de retención que los sistemas convencionales. No utiliza sedimentación primaria, puede o no utilizar laguna de sedimentación secundaria. El efluente generalmente se somete a clarificación en lagunas de sedimentación. Existen al menos tres tipos de lagunas aireadas: Laguna Aireada a mezcla completa. Laguna Aireada multicelulares. Laguna Aireada Facultativa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industria de celulosa y papel</li> <li>Aguas servidas de poblaciones pequeñas y medianas</li> <li>Industrias faenadoras de animales</li> </ul>	<p>DBO<sub>5</sub>: 90% SST: hasta 95% Nitrógeno: Entre 50 a 75%</p> <p>Altamente eficientes en la remoción de bacterias, parásitos y virus, si los tiempos de retención son altos (&gt; 20 días). Altamente eficientes en la remoción de bacterias, parásitos y virus, si los tiempos de retención son altos (&gt;20 días)</p>	<p>Eliminación eficiente de: DBO<sub>5</sub>, Sólidos Suspendedos Totales y patógenos. Fácil control de la operación. Bajos requerimientos de mantenimiento. No requiere clarificación previa. Genera Lodos parcialmente estabilizados. Generan un efluente de alta calidad, con inversión y bajos costos operativos (un orden de magnitud menor que convencional). Soporta efluentes discontinuos.</p>	<p>Generación de lodos secundarios, al igual que los sistemas convencionales. Pueden generar olores. Mayor requerimiento de espacio que los sistemas convencionales de lodos activados. Requiere de aireación artificial, lo que implica un gasto energético.</p>

Condiciones Operativas				Parámetros de Operación		
Tipo Operación	Selectividad	Pre tratamiento	Consumo de Reactivos	Temperatura	Caudal Operación	Vida Útil
5 - 20 días	No es selectivo	En general filtrado previo	Requiere Oxígeno	Ambiente: 15 - 40°C	Hasta 1000L/s	20 años



Anexo 7: Cálculo de la DAP para el caso Las Vertientes.

Tabla 7.1: Cálculo de la disposición a pagar por un río.

DAP Colones (mediana)	102,21
-----------------------	--------

PIB per cápita PPA Chile 2000 MUSD	9855
PIB per cápita PPA El Salvador 2000 MUSD	5243

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Promedio tipo de cambio Colón-Dolar
8,7552	8,7572	8,7457	8,72	8,6951	8,7191	8,7333	8,7504	8,7479	8,7372	8,746	8,7383	8,737117

	PIB per cápita en moneda local
Chile	86104
El Salvador	45808

IPC El Salvador 2012	3,44%
IPC El Salvador 2000	2,50%
Tipo de cambio colon-peso chileno 2012	58,062
DAP HOY CHILE	15.349
Población sector (Cunco)	9897
Valor total	151.909.227

Fuente: Elaboración propia a partir de transferencia de valores.

Anexo 8: Cálculo de la DAP para el caso Celco.

Tabla 8.1: Cálculo de la disposición a pagar por un humedal.

	Residentes (peso/hogar)	Visitantes (peso/persona)
DAP Peso Chileno	7668	739

IPC Chile 2012	3,62%
IPC Chile 2009	1,57%

	Residente	Visitante
DAP HOY CHILE	17.702	1.706
Población sector	60.606	55.100
Valor por tipo	1.072.827.853	94.000.014
<b>Valor total</b>	<b>1.166.827.867</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de transferencia de valores.

Anexo 9: Depreciación de activos según el Servicio de Impuestos Internos

Tabla 9.1: Depreciación de activos

NOMINA DE BIENES SEGUN ACTIVIDADES	NUEVA UTIL NORMAL	VIDA DEPRECIACION ACCELERADA
<b>A.- <u>ACTIVOS GENERICOS</u></b>		
1) Construcciones con estructuras de acero, cubierta y entrepisos de perfiles acero o losas hormigón armado.	80	26
2) Edificios, casas y otras construcciones, con muros de ladrillos o de hormigón, con cadenas, pilares y vigas hormigón armado, con o sin losas.	50	16
3) Edificios fábricas de material sólido albañilería de ladrillo, de concreto armado y estructura metálica.	40	13
4) Construcciones de adobe o madera en general.	30	10
5) Galpones de madera o estructura metálica.	20	6
6) Otras construcciones definitivas (ejemplos: caminos, puentes, túneles, vías férreas, etc.).	20	6
7) Construcciones provisionarias.	10	3
8) Instalaciones en general (ejemplos: eléctricas, de oficina, etc.).	10	3
9) Camiones de uso general.	7	2
10) Camionetas y jeeps.	7	2
11) Automóviles	7	2
12) Microbuses, taxibuses, furgones y similares.	7	2
13) Motos en general.	7	2
14) Remolques, semirremolques y carros de arrastre.	7	2
15) Maquinarias y equipos en general.	15	5
16) Balanzas, hornos microondas, refrigeradores, conservadoras, vitrinas refrigeradas y cocinas.	9	3
17) Equipos de aire y cámaras de refrigeración.	10	3
18) Herramientas pesadas.	8	2
19) Herramientas livianas.	3	1
20) Letreros camineros y luminosos.	10	3
21) Útiles de oficina (ejemplos: máquina de escribir, fotocopiadora, etc.).	3	1
22) Muebles y enseres.	7	2
23) Sistemas computacionales, computadores, periféricos, y similares (ejemplos: cajeros automáticos, cajas registradoras, etc.).	6	2

24) Estanques	10	3
25) Equipos médicos en general.	8	2
26) Equipos de vigilancia y detección y control de incendios, alarmas.	7	2
27) Envases en general.	6	2
28) Equipo de audio y video.	6	2
29) Material de audio y video.	5	1
<b>B.- <u>INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION</u></b>		
1) Maquinaria destinada a la construcción pesada (Ejemplos: motoniveladoras, traxcavators, bulldozers, tractores, caterpillars, dragas, excavadoras, pavimentadores, chancadoras, betoneras, vibradoras, tecles, torres elevadoras, tolvas, mecanismo de volteo, motores eléctricos, estanques, rodillos, moldes pavimento, etc.).	8	2
2) Bombas, perforadoras, carros remolques, motores a gasolina, grupos electrógenos, soldadoras.	6	2
<b>C.- <u>INDUSTRIA EXTRACTIVA (MINERIA)</u></b>		
1) Maquinarias y equipos en general destinados a trabajos pesados en minas y plantas beneficiadoras de minerales.	9	3
2) Instalaciones en minas y plantas beneficiadoras de minerales.	5	1
3) Tranques de relaves.	10	3
4) Túnel – mina.	20	6
<b>D. - <u>EMPRESAS DE TRANSPORTE</u></b>		
<b><u>TRANSPORTE MARÍTIMO</u></b>		
1) Naves y barcos de carga en general, frigoríficos o graneleros con casco de acero.	18	6
2) Naves con casco de acero.	36	12
3) Naves con casco de madera.	23	7
4) Remolcadores y barcasas con casco de acero.	20	6
5) Remolcadores y barcasas con casco de madera.	15	5
6) Embarcaciones menores en general con casco de acero o madera.	10	3
7) Porta contenedores, incluidos los buques Roll-On Roll.	16	5
8) Boyas, anclas, cadenas, etc.	10	3
9) Muelles de estructura metálica.	20	6
10) Terminales e instalaciones marítimas.	10	3
<b><u>TRANSPORTE TERRESTRE</u></b>		
1) Tolvas, mecanismo de volteo.	9	3
2) Carros portacontenedores en general.	7	2

<u>E.- SECTOR ENERGÉTICO</u>		
E.1) EMPRESAS ELECTRICAS		
1) Equipos de generación y eléctricos utilizados en la generación.	10	3
2) Obras civiles hidráulicas y otros relacionados con la generación.		
- Bocatomas, muros de presa.	50	16
- Descargas	30	10
- Túneles, piques, pretilas, evacuaciones, cámaras de carga, tuberías de presión.	20	6
- Canales	18	6
- Sifones, captaciones, estanques y chimeneas de equilibrio.	10	3
- Desarenador	8	2
3) Líneas de distribución de alta tensión y baja tensión, líneas de transmisión, cables de transmisión, cables de poder.	20	6
4) Líneas de alta tensión – Transporte.		
- Obras civiles.	20	6
- Conductores	20	6
- Apoyos de suspensión y apoyos de amarres.	10	3
5) Cables de alta tensión – Transporte.		
- Obras civiles.	20	6
- Conductores	20	6
6) Subestaciones – Transporte.		
- Obras civiles.	25	8
- Construcciones y casetas de entronque (estaciones de bombeo, reactancias compensación).	20	6
- Transformadores, celdas de transformadores, celdas de líneas, equipos auxiliares y equipos de telecomandos.	10	3
7) Líneas de alta tensión – Distribución.		
- Obras civiles.	20	6
- Conductores	20	6
- Apoyos de suspensión, apoyos de amarres y remodelación de líneas.	10	3
8) Cables de alta tensión – Distribución.		
- Obras civiles.	20	6
- Conductores	20	6
9) Líneas de media tensión – Aéreas.		
- Redes desnudas, redes aisladas, postes y otros.	20	6
- Equipos	12	4
10) Líneas de media tensión – Subterráneas.		

- Redes, cámaras, canalizaciones y otros.	20	6
- Equipos	12	4
11) Líneas de baja tensión – Aéreas.		
- Redes desnudas, redes aisladas, postes y otros.	20	6
- Equipos	12	4
12) Líneas de baja tensión – Subterráneas.		
- Redes, cámaras, canalizaciones y otros.	20	6
- Equipos.	12	4
13) Subestaciones de distribución.		
- Obras civiles y construcciones.	20	6
- Transformadores, celdas de transformadores, celdas de líneas, equipos auxiliares y equipos de telecomandos.	10	3
14) Subestaciones MT/MT.		
- Obras civiles y construcciones.	20	6
- Transformadores, celdas de transformadores, equipos auxiliares y equipos de telecomandos.	10	3
15) Subestaciones anexas MT/MT.		
- Obras civiles y construcciones	20	6
- Transformadores, celdas de transformadores, equipos auxiliares y equipos de telecomandos.	10	3
16) Centros de transformación MT/BT.		
- Obras civiles.	20	6
- Transformadores aéreos, subterráneos y de superficie.	10	3
- Otros equipos eléctricos aéreos, subterráneos y comunes.	12	4
17) Contadores y aparatos de medida – Central de operaciones y servicio de clientes.	10	3
18) Otras instalaciones técnicas para energía eléctrica		
- Obras civiles.	20	6
- Equipos	10	3
19) Alumbrado público.	10	3
<b><u>E.2) EMPRESAS SECTOR PETROLEO Y GAS NATURAL</u></b>		
1) Buques tanques (petroleros, gaseros), naves y barcos cisternas para transporte de combustible líquido.	15	5
2) Oleoductos y gasoductos terrestres, cañerías y líneas troncales.	18	6
3) Planta de tratamiento de hidrocarburos.	10	3
4) Oleoductos y gaseoductos marinos.	10	3
5) Equipos e instrumental de explotación.	10	3
6) Plataforma de producción en el mar fija.	10	3

7) Equipos de perforación marinos.	10	3
8) Baterías de recepción en tierra (estanques, bombas, sistema de cañerías con sus válvulas, calentadores, instrumentos de control, elementos de seguridad contra incendio y prevención de riesgos, etc.).	10	3
9) Instalaciones de almacenamiento tales como "tank farms".	15	5
10) Plataformas de perforación y de producción de costa afuera.	22	7
<b><u>F.- EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES</u></b>		
1) Equipos conmutación local en oficinas centrales.		
- Equipos O.C. automáticos.	10	3
- Equipos O.C. auto (combinados).	10	3
- Equipos O.C. batería central.	10	3
- Equipos O.C. magneto.	10	3
- Equipos de fuerza.	10	3
- Equipos de tasación.	10	3
- Equipos de radio.	12	4
- Equipos canalizadores y repetidores en O.C.	10	3
2) Equipos conmutación L.D. en oficinas centrales.		
- Posiciones de larga distancia.	10	3
- Equipos de radio.	12	4
- Equipos canalizadores y repetidores en O.C..	10	3
3) Otros equipos de O.C.		
- Teléfonos, calculógrafos y sillas de operadoras.	10	3
4) Equipos seguridad industrial en oficinas centrales.		
- Equipos industriales de climatización.	10	3
5) Equipos para suscriptores.		
- Teléfonos automáticos.	10	3
- Teléfonos batería central.	10	3
- Teléfonos magneto.	10	3
- Equipos especiales.	10	3
- Alambre bajantes.	10	3
- Alambre interior.	10	3
- PABX automáticos.	10	3
- PBX automáticos.	10	3
- PBX batería central.	10	3
- PBX magneto.	10	3
- Locutorios.	10	3
- Equipos fax.	10	3

6) Equipos planta externa local.		
- Postes y crucetas de madera.	20	6
- Postes y crucetas de fierro.	20	6
- Postes de concreto.	20	6
- Antenas y líneas de transmisión.	12	4
- Cables aéreos y bobinas de carga.	20	6
- Cables subterráneos y bobinas de carga.	20	6
- Cables interiores.	20	6
- Cables aéreos desnudos.	20	6
- Equipos canalizadores y repetidores en postes.	12	4
- Conductos y cámaras.	20	6
- Cables enlaces.	20	6
- Blocks, regletas, cassettes de protección.	20	6
- Sala de cables y MDF.	20	6
- Armarios de distribución.	20	6
- Cajas terminales, doble conexión.	20	6
- Empalmes de cables aéreos y subterráneo.	20	6
- Sistema gráfico de manejo de redes.	20	6
- Cables de fibra óptica.	20	6
- Cámaras y ductos.	20	6
7) Equipos planta externa L.D.		
- Postes y crucetas de madera.	20	6
- Postes y crucetas de fierro.	20	6
- Postes de concreto.	20	6
- Antenas y líneas de transmisión.	12	4
- Cables aéreos y bobinas de carga.	20	6
- Cables subterráneos y bobinas de carga.	20	6
- Alambres aéreos desnudos.	20	6
- Equipos canalizadores y repetidores en postes.	12	4
- Conductos y cámaras.	20	6
- Equipos de control automático.	10	3
- Estaciones satelitales terrenas.	12	4
- Cables de fibra óptica.	20	6
- Equipos de fibra óptica.	12	4
- Segmento espacial.	10	3
<b>G.- ACTIVIDAD DE LA AGRICULTURA</b>		
1) Tractores, segadoras, cultivadoras, fumigadoras, motos bombas, pulverizadoras.	8	2
2) Cosechadoras, arados, esparcidoras de abono y de cal, máquinas de ordeñar.	11	3



3) Esquiladoras mecánicas y maquinarias no comprendidas en el número anterior.	11	3
4) Vehículos de carga, motorizados, como ser: camiones trailers, camiones fudres y acoplados, colosos de tiro animal.	10	3
5) Carretas, carretones, carretelas, etc.	15	5
6) Camiones de carga y camionetas de uso intensivo en la actividad agrícola.	6	2
7) Tuberías para agua potable instaladas en predios agrícolas.	18	6
8) Construcciones de material sólido, como ser: silos, casas patronales y de inquilinos, lagares, etc.	50	16
9) Construcciones de adobe y madera, estructuras metálicas.	20	6
10) Animales de trabajo.	8	2
11) Toros, carneros, cabríos, verracos, potros y otros reproductores.	5	1
12) Gallos y pavos reproductores.	3	1
13) Nogales, paltos, ciruelos, manzanos, almendros.	18	6
14) Viñedos según variedad.	11	a 3 a 7
	23	
15) Limoneros	12	4
16) Duraznos	10	3
17) Otras plantaciones frutales no comprendidas en los números 13), 14), 15) y 16) anteriores.	13	4
18) Olivos	40	13
19) Naranjos	30	10
20) Perales	25	8
21) Orégano	9	3
22) Alfalfa	4	1
23) Animales de lechería (vacas).	7	2
24) Gallinas	3	1
25) Ovejas	5	1
26) Yeguas	12	4
27) Porcinos de reproducción (hembras).	6	2
28) Conejos machos y hembras.	3	1
29) Caprinos	5	1
30) Asnales	5	1
31) Postes y alambradas para viñas.	10	3
32) Tranques y obras de captación de aguas:		
a) Tranque propiamente tal. Por ser de duración indefinida no es depreciable.	-	-

b) Instalaciones anexas al tranque. Bombas extractoras de agua, estanques e instalaciones similares en general.	10	3
33) Canales de riego:		
a) Sin aplicación de concreto o de otro material de construcción, su duración es indefinida, por lo tanto no es depreciable.	-	-
b) Con aplicación de concreto o de otro material de construcción, se trata de obras generalmente anexas, o simplemente tramos del canal mismo y su duración según el caso será:		
De concreto	70	23
De fierro pesado	45	15
De madera	25	8
34) Pozos de riego y de bebida. Se aplica la depreciación únicamente sobre los refuerzos, instalaciones y maquinarias destinadas al mayor aprovechamiento del pozo en la siguiente forma:		
a) Cemento u hormigón armado.	20	6
b) Ladrillo	15	5
c) Bomba elevadora de agua.	20	6
35) Puentes. Según el material empleado en la construcción:		
a) De cemento.	75	25
b) Metálico	45	15
c) Madera	30	10
<b>H.- OTRAS</b>		
1) Enseres, artículos de porcelana, loza, vidrio, cuchillería, mantelería, ropa de cama y similares, utilizados en hoteles, moteles y restaurantes.	3	1
2) Redes utilizadas en la pesca.	3	1
3) Sistemas o estructuras físicas para criaderos de especies hidrobiológicas.	3	1
4) Pupitres, sillas, bancos, escritorios, pizarrones, laboratorios de química, gabinetes de física, equipos de gimnasia y atletismo, utilizados en establecimientos educacionales.	5	1
5) Aviones monomotores con cabida hasta seis personas.	10	3

Fuente: Servicio de Impuestos Internos.