



**VALORACIÓN DE  
LOS IMPACTOS AMBIENTALES,  
SOCIALES Y ECONÓMICOS VINCULADOS  
CON EL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN  
DE IMPACTO AMBIENTAL (PEIA):  
CASO DE ESTUDIO I) CABO DORADO,  
II) LA PAROTA Y III) EÓLICA DEL SUR**

**“Valoración de los impactos ambientales, sociales y económicos vinculados con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA): caso de estudio i) Cabo Dorado, ii) ) La Parota y iii Eólica del Sur”**

México D.F. 20 de mayo 2016.

Dr. Daniel A. Revollo Fernández

Daniel Revollo cuenta con un Posdoctorado por el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es Doctor en Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la UNAM. Tiene también un Magister en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la University of Maryland at College Park y es Licenciado en Economía de la Universidad Católica de Bolivia.

Áreas de interés: Economía ambiental, técnicas de valoración económica ambiental, teoría de juegos, economía experimental en manejo de recursos de uso común, cambio climático y políticas públicas. Ex asesor de la Subdirección Técnica de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, y ex asesor del Viceministerio de Medio Ambiente en Bolivia.

Es Profesor en diversas universidades de materias como econometría, microeconomía, valoración económica ambiental y economía de recursos naturales.

# Índice

Índice .....	3
1. Antecedentes .....	5
2. Objetivo del Estudio .....	6
3. Introducción a la Base Teórica del Estudio .....	7
3.1. Conceptos Microeconómicos.....	7
3.1.1. Economía del Bienestar.....	7
3.1.2. Externalidades.....	10
3.1.3. Óptimo de Pareto y Externalidades .....	10
3.1.4. Internalización de las Externalidades.....	13
3.2. Economía Ambiental.....	16
3.2.1. Políticas Descentralizadas .....	16
3.2.2. Instrumentos de Regulación Directa y Control .....	19
3.2.3. Instrumentos Basados en el Mercado.....	21
4. Estudios de Caso .....	28
4.1. Proyectos Considerados .....	28
4.1.1. Cabo Dorado.....	29
4.1.2. La Parota .....	30
4.1.3. Eólica del Sur .....	31
4.2. Identificación de Beneficios y Costos (privados y sociales) .....	33
4.2.1. Cabo Dorado.....	34
4.2.2. La Parota .....	35
4.2.3. Eólica del Sur .....	36
5. Valoración de los impactos ambientales, sociales y económicos.....	38
5.1. Metodología para realizar la valoración monetaria de los tres casos de estudio.....	39
5.2. Valoración monetaria de los impactos ambientales, sociales y económicos vinculados con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) del caso de estudio .....	40
Cabo Dorado.....	40
5.2.1. VPN del flujo de inversión menos beneficios financieros .....	41
5.2.2. Generación de empleos directos e indirectos en la zona a lo largo del proyecto.....	42
5.2.3. Costo económico del incremento de la demanda de agua ....	42
5.2.4. Costo económico por el posible impacto sobre los bienes y servicios ambientales que provee el arrecife .....	43
5.2.5. Generación de residuos sólidos urbanos .....	44
5.3. Valoración monetaria de los impactos ambientales, sociales y económicos vinculados con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) del caso de estudio La Parota .....	45

5.3.1. VPN del flujo de inversión menos beneficios financieros .....	46
5.3.2. Generación de empleos directos e indirectos logrados en la etapa de implementación del proyecto .....	47
5.3.3. Pérdida de producción agrícola y ganadera .....	47
5.3.4. Pérdida de Servicios Ecosistémicos .....	48
5.3.5. Gastos por desplazamiento de la sociedad afectada.....	49
Fuente: Elaboración Propia, 2016. ....	49
5.4. Valoración monetaria de los impactos ambientales, sociales y económicos vinculados con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) del caso de estudio Eólica del Sur .....	50
5.4.1. VPN del flujo de inversión menos beneficios financieros .....	50
5.4.2. Generación de empleos directos e indirectos logrados en la etapa de implementación del proyecto .....	51
5.4.3. Pérdida de producción agrícola y ganadera .....	52
5.4.4. Pérdida de Servicios Ecosistémicos .....	53
5.4.5. Retribución o Pago a los Pobladores por las Tierras .....	54
5.4.6. Impactos sobre la Avifauna.....	55
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	56
Bibliografía .....	58

## 1. Antecedentes

Como indica Velasco *et al.* (2015), “en México el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) es el único instrumento común para la aprobación de todos los megaproyectos y es el instrumento que permite el acceso, aunque de manera limitada, a la información y a la participación”. En ese entendido, el PEIA debe ser un instrumento que refleje la mayoría de impactos, no solo ambientales, sino también sociales y económicos, tanto de las comunidades afectadas (positivas o negativas) con los proyectos, como de las empresas que los proponen.

En México existen graves problemas con el PEIA a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), debido a los cuales, además de producirse graves deterioros ambientales y violaciones de derechos humanos, se generan pérdidas de inversión, un sinnúmero de conflictos socio-ambientales y falta de certeza jurídica en cuanto al alcance del instrumento por parte de los implementadores e inversionistas en los proyectos. El valor de un proyecto no sólo está dado por el incremento de la riqueza expresada en términos monetarios, sino también por los efectos indirectos que pueden tener sobre el bienestar de las personas (externalidad).

Esta falta de armonización de la herramienta de política ambiental con la realidad mexicana, provoca pérdidas para el país (económicas, ambientales, sociales, de inversión y de desarrollo), por lo que es necesario generar información, sobre todo cuantificada de manera económica, sobre lo que esta falta de adecuación legislativa implica en materia de competitividad y de impactos. Con ello se podrá contar con herramientas que ayuden a empujar el cambio que se requiere para asegurar que la inversión sea fructífera y sostenible, al tiempo que se establece un marco para una inversión sólida en el país con una visión de futuro sustentable.

## 2. Objetivo del Estudio

Realizar un primer ejercicio para valorar los impactos ambientales, sociales y económicos de tres casos de estudio vinculados con el PEIA para determinar en términos económicos los beneficios y costos que se generan al no tener un instrumento eficaz y contar con herramientas cuantitativas para tener elementos e insumos para identificar las deficiencias o áreas de oportunidad.

En este sentido, se requiere valorar económicamente lo siguiente:

- Impactos de la inversión (Riesgo que corre el promovente / inversionista porque no tiene certeza de llevar a cabo su proyecto con éxito, incluso cumpliendo con la normatividad).
- Impactos ambientales (Qué pierde el ambiente por los impactos que se ocasionen derivados de la falta de previsión al evaluar correctamente el proyecto).
- Impactos sociales (Lo que la sociedad o las comunidades pierden o ganan con la inversión del proyecto).

### **3.Introducción a la Base Teórica del Estudio**

En los últimos años se empieza a tomar mayor conciencia de la degradación que sufre el medio ambiente; por este motivo, el estudio económico en la actualidad toma a la economía ambiental como una variable para estudiar la forma con que las sociedades deciden qué, cómo y para quién van a producir con los recursos escasos y limitados.

Dado que los mercados no reflejan el verdadero “precio” de los recursos naturales y sociales, no brindan los incentivos adecuados para su administración, uso eficaz y conservación, la regulación ambiental cobra importancia práctica al tratar de subsanar las fallas de mercado. La regulación ambiental intenta introducir los incentivos para lograr un uso más eficiente de dichos recursos, siendo un aspecto importante en el bienestar de la sociedad. Esta exposición escrita se basa en estudiar los principales conceptos microeconómicos referidos a la economía del bienestar, las externalidades y los beneficios-costos (privados + sociales), para después explicar los diferentes instrumentos de política ambiental y con ello alcanzar un óptimo social, situación que da alcance para poder analizar los diferentes casos de estudio considerados en esta investigación.

#### **3.1. Conceptos Microeconómicos**

##### **3.1.1. Economía del Bienestar**

La economía del bienestar estudia las condiciones en las cuales la solución de un modelo de equilibrio general puede ser óptima, donde se requiere de una asignación inmejorable de los recursos (naturales, sociales, culturales, entre otros) (Varian, 1992). Se constituye en aquella parte del estudio de la economía que identifica y logra asignaciones de recursos socialmente óptimas o eficientes. El bienestar de una sociedad está directamente relacionado con los niveles de satisfacción de todos los agentes económicos que la componen.

Los supuestos utilizados en el análisis de bienestar de acuerdo con Miller y Meiners (1990) son:

- Principio de la Soberanía del Consumidor, el agente económico es el mejor juez de su propio bienestar.

- Si el agente económico prefiere A a B, su bienestar es mayor con la situación A que con la B.
- El agente económico actúa por medio de sus preferencias, por tal motivo escogerá aquello que valore más<sup>1</sup>.

Una asignación<sup>2</sup> de recursos incluye los niveles de consumo del consumidor y los niveles de productos e insumos de los productores, por lo tanto en términos de Varian (1992) una asignación eficiente en el sentido de Pareto es aquella en la que:

- No es posible mejorar el bienestar de todas las personas involucradas.
- No es posible mejorar el bienestar de una de ellas sin empeorar el de otra.
- Se han agotado todas las asignaciones derivadas del comercio.
- No es posible realizar ningún intercambio mutuamente ventajoso.

El óptimo de Pareto no incluye consideraciones distributivas, una persona puede poseer la mayoría de los bienes y colocarnos en un óptimo de Pareto, aunque ello no sea una asignación justa dentro de la sociedad. Las condiciones marginales para una asignación eficiente de acuerdo con Varian (1992) en el sentido de Pareto son tres:

- Óptimo de Pareto en el consumo: Se presenta cuando una reasignación de los bienes aumenta la utilidad de uno o más agentes económicos provocando una disminución de la utilidad de por lo menos otro agente económico<sup>3</sup>.

$$RSB_{12}^1 = RSB_{12}^2 = \dots = RSB_{12}^m$$

<sup>1</sup> La preferencia es la forma como un agente económico ordena las diferentes posibilidades de consumo que se le presentan (Miller y Meiners, 1990).

<sup>2</sup> Una asignación de recursos será eficiente en el sentido de Pareto cuando no es posible (mediante otras asignaciones) hacer que una persona esté en mejor situación sin provocar que otra quede en peor situación (Nicholson, 2007).

<sup>3</sup> La función de utilidad es un instrumento para asignar un número a todas las cestas de consumo posibles de tal forma que las que se prefieren tengan un número más alto que las que no se prefieren (Varian, 1992).



Para alcanzar un óptimo de Pareto en el consumo, la Relación de Sustitución entre Bienes de  $m$  agentes económicos deben ser iguales; de no cumplirse, el agente económico 1 puede aumentar su satisfacción sin disminuir la del resto  $(m - 1)$ <sup>4</sup>.

- Óptimo de Pareto en la producción: Requiere que el nivel del producto de cada bien de consumo sea máximo dados los niveles de producto de todos los bienes de consumo restantes.

$$RTS_{12}^1 = RTS_{12}^2 = \dots = RTS_{12}^N$$

Para alcanzar un óptimo de Pareto se requiere que la Relación Técnica de Sustitución entre cualquier par de factores de la producción para  $N$  productores que utilicen los dos factores sea iguales<sup>5</sup>. De no cumplirse, una reasignación de por lo menos un insumo entre los dos productores generará aumentos de la producción total.

- Óptimo de Pareto en general: Para satisfacer el óptimo de Pareto en general se debe de cumplir 3 condiciones.

(1)

$$RSB_{12}^i = RTP_{12}^h \quad i = 1, \dots, m; h = 1, \dots, N.$$

La Relación de Sustitución entre Bienes de todos los  $m$  consumidores y las Relaciones de Transformación de Productos de todos los  $N$  productores deben ser iguales para todo par de bienes producidos.

(2)

$$RSB_{12}^i = RTS_{12}^h \quad i = 1, \dots, m; h = 1, \dots, N.$$

Donde la Relación de Sustitución entre Bienes de todos los  $m$  consumidores y la Relación Técnica de Sustitución de todos los  $N$  productores deben ser iguales para todo par de bienes primarios.

(3)

$$RSB_{12}^i = Pmg_{12}^h \quad i = 1, \dots, m; h = 1, \dots, N.$$

<sup>4</sup> La RSB muestra el número de unidades del bien 2 que deben de sacrificarse por cada unidad adicional obtenida de 1, de tal manera que el consumidor continúe indiferente entre los dos bienes y experimente el mismo nivel de bienestar (Miller y Meiners, 1990).

<sup>5</sup> La RTS muestra la tasa a la cual el insumo 2 puede ser sustituido por el insumo 1, manteniendo constante el nivel de producción (Miller y Meiners, 1990).

La Relación de Sustitución entre Bienes de los  $m$  consumidores debe ser igual a la correspondiente Relación de Transformación de Factores en bienes de los  $N$  productores, es decir, al producto marginal del empresario.

Se llega a un óptimo de Pareto si se cumplen las condiciones (1), (2), (3) y la condición de que no es posible aumentar la utilidad de uno o más entes económicos sin dejar de disminuir la utilidad del resto de los agentes económicos.

Cuando se satisface el óptimo de Pareto se produce una asignación óptima de los recursos, considerada como un objetivo de bienestar hacia el que la sociedad debe tender; pero puede suceder que no se llegue a cumplir por la presencia de restricciones institucionales o de fallas de mercado, como fallo de la competencia o por la existencia de bienes públicos, externalidades, mercados incompletos, costos de transacción, fallos de la información, desempleo e inflación de acuerdo con Miller y Meiners, (1990).

### **3.1.2. Externalidades**

Las externalidades (positivas o negativas) se presentan cuando las decisiones de un agente económico afectan el nivel de bienestar de otro agente económico, según Baumol y Oates (1988) existen dos condiciones para su existencia:

- La utilidad y/o producción de uno o varios individuos, se ve afectada negativamente o positivamente por diferentes variables cuyos valores son determinados por otros individuos.
- Los individuos extraños al proceso, no reciben (dan) en compensación a la (al) pérdida (beneficio) originada (o) ningún pago adicional de (a) otro agente económico.

### **3.1.3. Óptimo de Pareto y Externalidades**

Las externalidades son consideradas en los costos de la sociedad y no así en los costos privados de los agentes económicos, originando una discrepancia que provoca una mala asignación de los recursos. Si se presentan externalidades, el óptimo de Pareto no puede ser alcanzado por la sociedad.

Se tiene dos funciones de utilidad:

$$U_1 = U_1(q_{11}, q_{12}, q_{21}, q_{22}) \quad U_2 = U_2(q_{11}, q_{12}, q_{21}, q_{22})$$

Donde  $q_{11} + q_{21} = q_1^0$ ;  $q_{12} + q_{22} = q_2^0$  y  $U_2^0 =$  utilidad constante.

$$U_1^* = U_1(q_{11}, q_{12}, q_1^0 - q_{11}, q_2^0 - q_{12}) + \lambda [U_2(q_{11}, q_{12}, q_1^0 - q_{11}, q_2^0 - q_{12}) - U_2^0]$$

Igualando a cero las derivadas parciales,

$$\frac{\partial U_1^*}{\partial q_{11}} = \frac{\partial U_1}{\partial q_{11}} - \frac{\partial U_1}{\partial q_{21}} + \lambda \left[ \frac{\partial U_2}{\partial q_{11}} - \frac{\partial U_2}{\partial q_{21}} \right] = 0$$

$$\frac{\partial U_1^*}{\partial q_{12}} = \frac{\partial U_1}{\partial q_{12}} - \frac{\partial U_1}{\partial q_{22}} + \lambda \left[ \frac{\partial U_2}{\partial q_{12}} - \frac{\partial U_2}{\partial q_{22}} \right] = 0$$

$$\frac{\partial U_1^*}{\partial \lambda} = U_2(q_{11}, q_{12}, q_1^0 - q_{11}, q_2^0 - q_{12}) - U_2^0 = 0$$

Se tiene,

$$(7) \quad \boxed{\frac{\partial U_1 / \partial q_{11} - \partial U_1 / \partial q_{21}}{\partial U_1 / \partial q_{12} - \partial U_1 / \partial q_{22}} = \frac{\partial U_2 / \partial q_{11} - \partial U_2 / \partial q_{21}}{\partial U_2 / \partial q_{12} - \partial U_2 / \partial q_{22}}}$$

La ecuación es la condición necesaria para alcanzar el óptimo de Pareto. Se puede observar que las derivadas parciales son funciones de todas las variables, el bienestar de un agente económico depende de las variables que uno controla y de variables que otros agentes económicos.

En la ecuación (7), las externalidades son:

$\frac{\partial U_1}{\partial q_{21}}, \frac{\partial U_1}{\partial q_{22}}$  = La utilidad de 1 depende del consumo de 2 por los bienes 1 ó 2.

$\frac{\partial U_2}{\partial q_{11}}, \frac{\partial U_2}{\partial q_{12}}$  = La utilidad de 2 depende del consumo de 1 por los bienes 1 ó 2.

La utilidad o variaciones en el bienestar que una persona obtiene por el consumo de un bien o servicio, depende también del consumo de otros bienes que realice otra persona. Es decir, si la persona uno (1) obtiene alguna utilidad por consumir cierto bien, esta utilidad también dependerá del consumo de la persona dos (2). Por ejemplo, si una persona va a la

playa a disfrutar del mar, este bienestar que dicha persona obtiene por ir a la playa, también dependerá del consumo que realice una segunda persona de la misma playa.

**Las externalidades se clasifican en positivas y negativas, de acuerdo con Varian (1992) las positivas son aquellas que producen un beneficio para terceras personas por el consumo o la producción, mientras que las externalidades negativas representan un perjuicio o una pérdida de beneficio.**

Por lo tanto:

$$\frac{\partial U_1}{\partial q_{21}}, \frac{\partial U_1}{\partial q_{22}}, \frac{\partial U_2}{\partial q_{11}}, \frac{\partial U_2}{\partial q_{12}} > 0 = \text{Externalidad Positiva}$$
$$\frac{\partial U_1}{\partial q_{21}}, \frac{\partial U_1}{\partial q_{22}}, \frac{\partial U_2}{\partial q_{11}}, \frac{\partial U_2}{\partial q_{12}} < 0 = \text{Externalidad Negativa}$$

Es decir, la utilidad o el bienestar de una persona puede aumentar o reducir dependiendo del consumo de una segunda persona. Por ejemplo, en el caso de la persona que visita la playa, ésta desea obtener cambios en su bienestar o utilidad por esta visita; sin embargo, se puede ver beneficiada o perjudicada por la visita a la misma playa por una segunda persona. Si a la primera persona le gusta un lugar tranquilo, y la segunda persona también disfruta de un lugar tranquilo, ambos se benefician mejorando su bienestar (externalidad positiva); mientras que si la segunda persona gusta de la música en alto volumen, puede ocasionar una reducción en el bienestar de la primera persona (externalidad negativa).

En temas de medio ambiente, por ejemplo, la construcción de una carretera que pasa por un Área Natural Protegida (ANP) puede ocasionar mejoras en el bienestar de las personas que viven cerca del área natural protegida (externalidad positiva); sin embargo puede provocar la pérdida de diversas especies biológicas en la zona (externalidad negativa para la sociedad).

**En ese sentido, todos los estudios de caso considerados para este análisis tienen y/o originan tanto beneficios como costos privados; sin embargo, también tienen y/o originan beneficios y costos ambientales y sociales, que teóricamente se tratarían de externalidades (positivas y negativas)**

**(Tabla 1).** Por lo tanto, estas externalidades deberían ser cuantificadas, ya sea física y/o económicamente para dimensionar el impacto del proyecto, o en este caso de los casos de estudio. Una vez cuantificados estos impactos, se debería recurrir a la política ambiental, social y/o económica para tratar que los agentes económicos que las están ocasionando las incluyan dentro sus beneficios y/o costos privados (internalizar).

**Tabla 1. Evaluación Socio-Económica de Proyectos**

Análisis que considera	Evaluación Privada	Evaluación Ambiental y Social
Beneficios y costos directos	SI	SI
Beneficio y costos indirectos (externalidades)	NO	SI

Fuente: Elaboración Propia, 2015.

### 3.1.4. Internalización de las Externalidades

La internalización, de acuerdo con Henderson y Quandt (1971) es hacer que el sujeto responsable de causar una externalidad enfrente el beneficio y/o costo de sus acciones con la finalidad de alcanzar un óptimo de Pareto, el cual se cumple cuando el precio es igual al beneficio y/o costo marginal social.

Por ejemplo, se tiene las funciones de costo de dos empresas,

$$\left. \begin{aligned} C_1 = C_1(q_1, q_c) \Rightarrow \frac{\partial C_1}{\partial q_c} = 0 \\ C_2 = C_2(q_2, q_c) \Rightarrow \frac{\partial C_2}{\partial q_c} > 0 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{La empresa 1 es la que} \\ \text{produce.} \\ \\ \text{La externalidad negativa.} \end{array}$$

$q_1$  es el producto de la empresa 1,  $q_2$  es el producto de la empresa 2 y  $q_c$  es la externalidad negativa. La maximización del beneficio de cada una de las empresas es,

$$\begin{aligned} f_1 &= P_1 q_1 - C_1(q_1, q_c) & f_2 &= P_2 q_2 - C_2(q_2, q_c) \\ P_1 &= \left[ \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_1} \right] & P_2 &= \left[ \frac{\partial C_2(q_2, q_c)}{\partial q_2} \right] \end{aligned}$$

$$P_c = \left[ \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} \right] = 0$$

La externalidad negativa afecta a la empresa 2 ya que incrementa sus costos, hecho que no puede ser controlado por la empresa. La empresa 1 sólo considera en sus costos la producción del bien 1 y no así la producción de la externalidad negativa.

Si se unificaran ambas empresas, se llegaría a internalizar la externalidad negativa debido a la reasignación de los derechos de propiedad, ya que:

$$\begin{aligned} f_{1y2} &= f_1 + f_2 = P_1q_1 + P_2q_2 - C_1(q_1, q_c) - C_2(q_2, q_c) \\ \frac{\partial f_{1y2}}{\partial q_1} &\Rightarrow P_1 - \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_1} = 0 \\ \frac{\partial f_{1y2}}{\partial q_2} &\Rightarrow P_2 - \frac{\partial C_2(q_2, q_c)}{\partial q_2} = 0 \\ \frac{\partial f_{1y2}}{\partial q_c} &\Rightarrow \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} + \frac{\partial C_2(q_2, q_c)}{\partial q_c} = 0 = P_c \end{aligned}$$

Las empresas unificadas ya tienen en cuenta las consecuencias que crean por la externalidad negativa en la elaboración de sus costos, cosa que no sucedía con la empresa 1 cuando producía sola. Cuando la empresa 1 trabajaba sola producía la externalidad negativa hasta el punto donde el costo marginal privado era igual a cero:

$$\left[ \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} \right] = 0 \Rightarrow CmgP_1 = 0$$

Pero, cuando las empresas se unifican producen la externalidad negativa hasta el punto donde las sumas de los costos marginales privados sean iguales a cero:

$$\frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} + \frac{\partial C_2(q_2, q_c)}{\partial q_c} = 0 \Rightarrow CmgP_1 + CmgP_2 = CmgS = 0$$

Se puede expresar como:

$$-\frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} = \frac{\partial C_2(q_2, q_c)}{\partial q_c} > 0$$

$$-CmgP_1 = CmgP_2$$

El costo marginal privado de la empresa 2 es positivo porque cuanto mayor es la externalidad negativa ( $q_c$ ), mayor es el costo de producir ( $q_2$ ). La empresa unificada deseará producir menos externalidad negativa que cuando la empresa 1 trabajaba sola, es decir, cuando él ( $-CmgP_1$ ) sea positivo. Se puede observar que la producción de la externalidad negativa de la empresa 1 es óptima desde el punto de vista privado, pero no desde el punto de vista social, ya que:

$$P_c \Rightarrow \left[ \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} \right] \neq \left[ \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} + \frac{\partial C_2(q_2, q_c)}{\partial q_c} \right]$$

Para ser un óptimo de Pareto, la suma de los costos marginales privados, es decir el costo marginal social, debe ser igual al precio. Pero se observa que el precio, por la externalidad negativa que genera la empresa, 1 es igual a cero, situación que se puede corregir por medio de la aplicación de un instrumento de política ambiental en términos de Henderson y Quandt (1971). **Por medio de la internalización se busca que los precios de mercado reflejen todos los costos y los beneficios ambientales y sociales de la producción y el consumo de los bienes y servicios.**

La internalización de las externalidades consiste en que la persona, empresa o agente económico que genera esta externalidad, ya sea positiva o negativa, reciba una compensación o realice una compensación. Por ejemplo, en el caso de la persona que visita la playa y que le gusta la tranquilidad, si la presencia de otra persona le genera malestar ya que provoca ruido, estamos hablando de una externalidad negativa. Al tener una reducción en su nivel de bienestar, debería ser compensada o la persona que genera el ruido debería ser sancionada. En el ejemplo de la construcción de una carretera en un ANP, se indica que podría generar una externalidad positiva, como lo es la mejora en el bienestar de la sociedad que vive cerca del área, pero también puede generar una externalidad negativa, tal como la pérdida de biodiversidad. Si se desea internalizar esta externalidad, la empresa que construye la carretera debería realizar una compensación a la sociedad o reconocer los costos (económicos) asociados por la pérdida de biodiversidad.

$$\text{Valor Socio-Económico de un Proyecto} = (\text{Beneficios Privados} + \text{Costos Privados}) + (\text{Beneficios Sociales} + \text{Costos Sociales})$$

Para poder internalizar estas externalidades se pueden recurrir a algunos instrumentos de política (ambiental) que están enmarcados dentro de la economía ambiental.

### **3.2. Economía Ambiental**

Field (1992), señala que es la disciplina económica encargada del análisis económico de los recursos naturales. Dado que los mercados no reflejan el precio de los bienes medioambientales y no brindan los incentivos adecuados para su administración, uso eficaz ni su conservación, la regulación ambiental intenta introducir incentivos para lograr un uso eficiente de los recursos, por medio de diferentes instrumentos de política ambiental. Al interior de la regulación ambiental, se cuenta con diferentes tipos de instrumentos de política, tomando la clasificación hecha por Field (1992) y por Quadri de la Torre (1994), se tienen:

- Políticas Descentralizadas.
- Instrumentos de Regulación Directa y Control.
- Instrumentos Basados en el Mercado.

#### **3.2.1. Políticas Descentralizadas**

Están destinadas a solucionar los problemas de política ambiental por medio de los propios individuos involucrados. Este tipo de políticas tienen la gran ventaja de que los individuos económicos involucrados saben exactamente los beneficios, daños y costos que provocan o reciben por la actividad que realizan. En el grupo de las políticas descentralizadas se puede nombrar a los siguientes instrumentos medioambientales de acuerdo con Field (1992):

- Leyes de Responsabilidad.
- Derechos de Propiedad.
- Persuasión Moral.

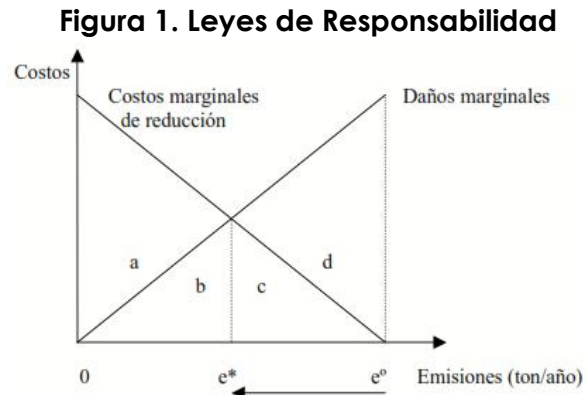


## a) Leyes de Responsabilidad

Este tipo de instrumento medioambiental, según Field (1992), está basado en la responsabilidad de cada persona de afrontar las consecuencias de su accionar hacia otras personas con el fin de dar una compensación a la parte afectada. Por medio de las leyes de responsabilidad no sólo se busca que el contaminador compense al agente afectado por la actividad, sino que el potencial contaminador tome decisiones cuidadosas para el futuro.

En la Figura 1 la situación inicial empieza con emisiones en  $e^0$  superior al nivel eficiente  $e^*$ . Por medio de una ley que imponga a los contaminadores compensar a los agentes afectados, se crea un costo para los contaminadores, esta ley tiene la finalidad de que en el futuro los contaminadores tomen en cuenta sus emisiones.

En  $e^0$  los daños  $y$ , en sí, los pagos por compensación son iguales al área  $(b+c+d)$ , el contaminador podrá reducir sus pagos si reduce sus emisiones. Puede reducir hasta el punto  $e^*$ , donde los costos marginales de reducción son iguales a los daños marginales.



Fuente: Field, 1995

## b) Derechos de Propiedad

Si se presenta un caso de contaminación siempre se piensa que el responsable por los daños es aquel agente económico que lo produce, pero se debe de tener en cuenta quién tiene los derechos de propiedad del bien afectado. El propietario decide de qué manera utilizar el bien, puede detener el uso por personas que no tengan su autorización; pero también puede negociar con el resto de los agentes económicos el deseo de tener acceso. Pero para Baumol y Oates (1988) no debe de existir

compensación para la presencia de externalidades. Según el Teorema de Coase y de acuerdo con Garrido-Lecca (1997) existen dos condiciones básicas para la no presencia de externalidades:

- Los derechos de propiedad deben estar claramente definidos, es decir, deben cumplir con las condiciones de universalidad, exclusividad, transferibilidad y seguridad.

1.- Universalidad: Todo recurso es de propiedad común y todos los derechos de propiedad están definidos.

2.- Exclusividad: Todos los beneficios y costos recaen sobre el poseedor de los derechos de propiedad.

3.- Transferibilidad: El poseedor de los derechos de propiedad tiene la voluntad a traspasar los derechos a otro agente económico.

4.- Seguridad: Los derechos de propiedad deben ser seguros contra cualquier posible invasión arbitraria de otros agentes económicos.

- Los costos de transacción o de negociación deben ser lo suficientemente bajos para llevarlos a cabo.

### **c) Persuasión Moral**

Quadri de la Torre (1994) señala que este tipo de instrumento guarda una estrecha relación con el aspecto del mejoramiento del nivel de cumplimiento, por medio de este instrumento se busca internalizar la preocupación y la responsabilidad ambiental en el proceso de toma de decisiones de los agentes económicos, presionándolos y/o persuadiéndolos directa o indirectamente. El aspecto positivo de la persuasión moral consiste en que puede tener amplios efectos de dispersión, la publicidad no sólo puede estar destinada a un solo tipo de contaminante, sino a problemas colaterales en otras situaciones.

Este tipo de instrumento de acuerdo con CONAMA (1998) comprende los planes de educación ambiental en los colegios, las propagandas y publicidad sobre la necesidad y los beneficios de cuidar el medio ambiente que hacen tanto los gobiernos como las organizaciones ecologistas y la calificación e información a la población de los agentes contaminadores en los casos donde no se respetaron las regulaciones

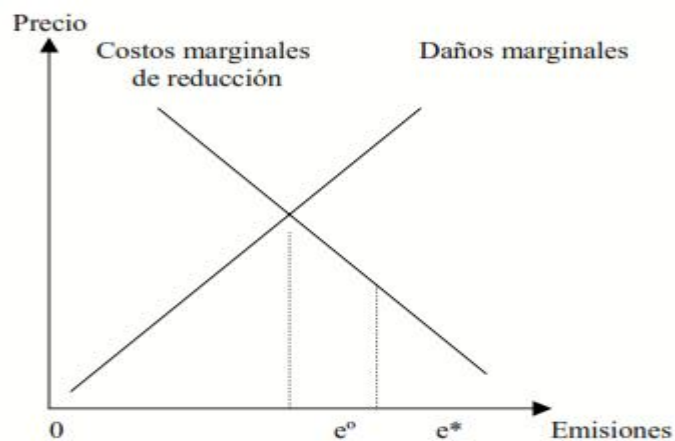
ambientales. De este modo, se está influyendo sobre las normas tanto de uso social como las morales de los individuos, para que los agentes económicos busquen las alternativas que menos dañen el entorno. Es una forma de reducir los costos del control de las disposiciones legales, cuya importancia crece en aquellos países donde la capacidad de supervisión de los organismos gubernamentales de control es limitada. En este tipo de estrategia intervienen la comunidad, el gobierno y el mercado con la finalidad de mejorar el medio ambiente.

### 3.2.2. Instrumentos de Regulación Directa y Control

Los instrumentos de regulación directa y control de acuerdo con Field (1992) son medidas institucionales que apuntan directamente a influir sobre el desempeño ambiental mediante el establecimiento de límites que deben ser cumplidos por las actividades contaminantes. Esto es, el contaminador puede elegir entre cumplir el límite o sufrir las penas por infringirlo.

En este tipo de instrumentos Balderrama (1997) señala que se tiende principalmente a los estándares. Los estándares normalmente incluyen límites máximos que pueden ser absolutos o tasas que son aplicadas a todas las fuentes de emisión y que incorporan algún tipo de penalidad que normalmente no es económica por el incumplimiento de los agentes económicos en términos de Morales y Evia (1995).

**Figura 2. Estándares Puros**



Fuente: Field, 1995

En la Figura 2, el nivel inicial de emisiones corresponde a  $e^*$ , el gobierno fija el nivel del estándar en  $e^o$  que es también el nivel de emisiones óptimo para la sociedad. Es importante el punto de que los agentes económicos sólo tienen la autorización por parte del gobierno de emitir hasta  $e^o$ , al momento en que los agentes económicos produzcan mayor cantidad de emisiones, deberán enfrentarse con la penalidad establecida por el gobierno.

Los principales tipos de estándares como instrumentos medioambientales según CONAMA (1998) son:

### **a) Estándares de Calidad Ambiental**

Por medio de éstos se establecen los niveles de concentración máxima permisible de contaminantes específicos ya sea tanto en el aire como en el agua, específicamente se refiere a las dimensiones cualitativas del entorno circundante.

### **b) Estándares de Efluentes y Emisiones**

Son niveles máximos de contaminantes permitidos que los agentes económicos pueden descargar en el aire o en el agua. Estos niveles deben ser alcanzados por la fuente, este tipo de estándares los pueden utilizar todos los agentes económicos con el mismo nivel o se pueden utilizar diferentes niveles para cada agente económico.

### **c) Estándares Tecnológicos**

A través de este tipo de estándares, se pretende alcanzar un determinado nivel de contaminación especificando el tipo de tecnología que se debe de utilizar para alcanzar dicha meta. También llamados Mejor Tecnología Disponible o Mejores Medios Prácticos.

### **d) Estándares de Funcionamiento**

Están destinados a fijar niveles de concentración o volúmenes de contaminación de los diferentes agentes económicos. En el caso de empresas, este tipo de estándares está en función del tiempo de funcionamiento que lleve para la elaboración de productos o servicios.

## **e) Estándares de Productos**

Establecen una normativa de la cantidad de contaminante que pueda llegar a tener el producto o servicio que se llegue a producir.

### **3.2.3. Instrumentos Basados en el Mercado**

Este tipo de instrumentos señala Díez de Sollano (2000) actúan como incentivos para que los agentes económicos contaminadores encuentren sus propios medios de abatimiento o disminución de la contaminación. Tienen la capacidad de regular la contaminación a través de mecanismos de mercado, disminuyendo la necesidad de un control riguroso. Los instrumentos basados en el mercado incorporan dos principios: i) el que contamina paga y ii) el usuario debe pagar. En términos de Castro et al. (2002) el primer principio considera que el contaminador debe pagar una multa por la cantidad de contaminación que afecte el bienestar de la sociedad y el segundo principio indica que el usuario del recurso debe de asumir los costos de abatimiento de la contaminación.

En este tipo de instrumentos Field (1992) señala que se tienen:

- Impuestos.
- Subsidios.
- Sistemas de Depósito y Reembolso.
- Permisos Transables de Emisión.

#### **a) Impuestos**

Un impuesto es un pago efectuado al Estado por mandato de la ley de carácter forzoso y coercitivo que de acuerdo con el artículo 31 fracción IV de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, debe cumplir con el principio de proporcionalidad, equidad y de contribución al gasto público.

Martínez (1995) señala que los impuestos ambientales son pagos por realizar actividades que contaminan sobre la base de la cantidad o concentración de los contaminantes descargados, pueden interpretarse como un precio por la contaminación producida por el agente económico. Los impuestos tienen como principal finalidad el logro de objetivos de calidad ambiental, el financiamiento de programas de abatimiento o en algunos casos ambos.

La empresa que contamina se enfrenta a una nueva maximización de beneficios donde se incluye al impuesto  $t$  por la cantidad producida de contaminación:

$$f_1 = P_1 q_1 - C_1(q_1, q_c) - t q_c$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial q_1} \Rightarrow P_1 - \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_1} = 0$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial q_c} \Rightarrow - \left[ \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} \right] - t = 0$$

$$t = \left[ \frac{\partial C_1(q_1, q_c)}{\partial q_c} \right]$$

El impuesto debe ser igual al costo marginal o daño marginal que se provoca a la sociedad de producir una unidad extra del bien o servicio, en este caso sobre la contaminación emitida por los agentes económicos en su consumo o en la producción de una unidad extra. Este tipo de instrumento iguala las reglas del juego para todos los agentes económicos, fijando el mismo precio para cada unidad de contaminación generada e incentivando a emplear procesos productivos menos contaminantes. Su uso reporta tres ventajas: un menor costo global de lucha contra la contaminación (ventaja económica), una incitación efectiva y permanente a la reducción de descargas (ventaja ambiental) y se incrementa los ingresos públicos que conforman el presupuesto nacional (ventaja financiera).

Dentro del grupo de los impuestos CONAMA (1998) señala que existen dos variantes:

- Impuestos sobre Emisiones o Descargas: Consisten en una tasa impositiva sobre la cantidad de volumen del contaminante emitido por el agente económico. Aquí, subyace la idea pigouviana de hacer que los impuestos sean equivalentes al valor social real de los recursos o de las externalidades generadas por alguna actividad. Los impuestos sobre emisiones cambian las conductas económicas, generan ingresos para el gobierno para enfrentar problemas de contaminación, dan libertad de acción a los agentes económicos y promueven la innovación tecnológica.

- Impuestos sobre Productos: Consisten en aplicar una tasa impositiva a ciertos productos cuyo proceso o material ocasione impactos contaminantes al medio ambiente. Cada agente económico paga el impuesto hasta el punto en que éste sea equivalente al beneficio o satisfacción marginal que le reporta su consumo o su utilización. Por medio de este tipo de impuestos se induce a los agentes económicos a cambios favorables en los patrones de consumo, se otorga libertad de acción para el manejo de las emisiones con respecto al manejo de la tecnología y se generan ingresos fiscales para el gobierno.

## **b) Subsidios**

De acuerdo con Field (1992) el subsidio que es determinado por la autoridad ambiental tiene la finalidad de reducir el nivel de contaminación generado por los agentes económicos. El gobierno pagará a un contaminador cuando reduzca sus emisiones a partir de determinado nivel como punto de referencia. Se puede considerar el subsidio como un costo de oportunidad que enfrenta el agente económico, puede decidir acogerse a él o seguir contaminando.

Según Garrido-Lecca (1998) existen varios tipos de subsidios:

- Subsidios pagados por unidad de acto indeseable que no se realiza: El caso de una reducción de emisiones generada por los agentes económicos.
- Subsidios pagados por unidad de un acto deseable que se realiza: Devolución de bienes de consumo por parte de los agentes económicos.
- Subsidios que constituyan la amortización del costo de la inversión: Créditos tributarios o subvenciones para la compra de determinados tipos de equipo con la finalidad de buscar mejoramiento en tecnología y avances en la investigación.

Entre las ventajas de los subsidios se tiene:

- La responsabilidad de reducir la contaminación recae directamente en las actividades que realicen los agentes económicos.
- Promueve la innovación tecnológica en agentes económicos nuevos.

La desventaja es:

- Genera el ingreso de agentes económicos con el fin de cobrar el subsidio. Aunque cada firma reduzca el nivel de emisiones, a nivel agregado y con el ingreso de nuevos agentes económicos se llegará a aumentar la contaminación.

### **c) Sistemas de Depósito y Reembolso**

Este tipo de instrumento de política ambiental de acuerdo con Quadri de la Torre (1994) es una combinación de un impuesto y de un subsidio ya que el agente económico al comprar un producto con residuos contaminantes paga un sobreprecio, pero si reingresa el residuo a los centros de reciclaje recupera el depósito inicial.

Los sistemas de depósito y reembolso, en el campo de la recolección, deben de ser rentables para un buen funcionamiento y debe existir un mercado para los bienes reciclados para su posterior utilización. La principal ventaja de los sistemas de depósito y reembolso es su utilización en productos en los cuales es difícil realizar un monitoreo por parte del gobierno.

### **d) Permisos Transables de Emisión**

En general estos instrumentos tratan de emular condiciones de mercado al crear precios para la contaminación como lo que en términos de Balderrama (1997) se evita la intervención estatal directa y se trata de crear los incentivos que trasladen la decisión de contaminar o no contaminar a los agentes económicos.

Por medio de los permisos transables de emisión se crea un nuevo tipo de derecho de propiedad: el derecho a contaminar. Es un sistema de asignación de derechos de acceso, uso o emisión mediante entrega directa, venta o subasta y que después pueden ser vendidos y comprados en un mercado secundario.

Los permisos transables de emisión permiten alcanzar determinada reducción de emisiones de una manera menos costosa que otros instrumentos medioambientales, la condición para que se realicen es que

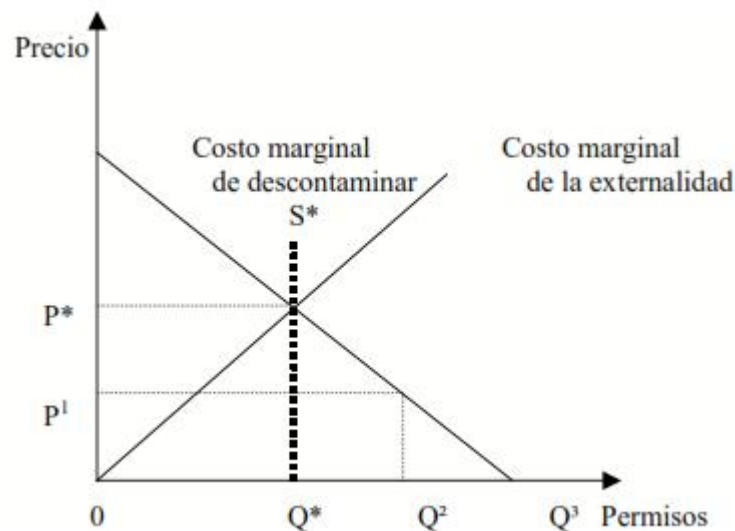


tanto el comprador como el vendedor se beneficien y encuentren los incentivos necesarios para invertir en la reducción de la contaminación por medio de bajos costos de transacción. Asimismo, estos costos de transacción no deben ser considerados como un obstáculo a la negociación.

Después de que el gobierno ofrece los permisos en el mercado, los agentes económicos pueden comprar y vender en un mercado secundario donde la interacción entre la oferta y la demanda determina el precio de los permisos. Los agentes económicos que quieran emitir contaminantes deben adquirir la cantidad de permisos necesaria para cumplir con las disposiciones emitidas por el gobierno.

En la Figura 3, el gobierno determina la cantidad de emisiones que deben producir los agentes económicos igual a  $0Q^*$  de permisos transables de emisión. La curva de costo marginal de descontaminar que muestra el costo de reducir la contaminación en una unidad, es al mismo tiempo la curva de demanda por los permisos transables ya que al precio  $P^1$  el agente económico compra permisos transables de emisión en una cantidad igual a  $Q^2$ , para el agente económico le resulta más barato seguir otro mecanismo para reducir las emisiones que comprar los permisos transables de emisión del punto  $Q^2$  a la derecha.

**Figura 3. Permisos Transables de Emisión**

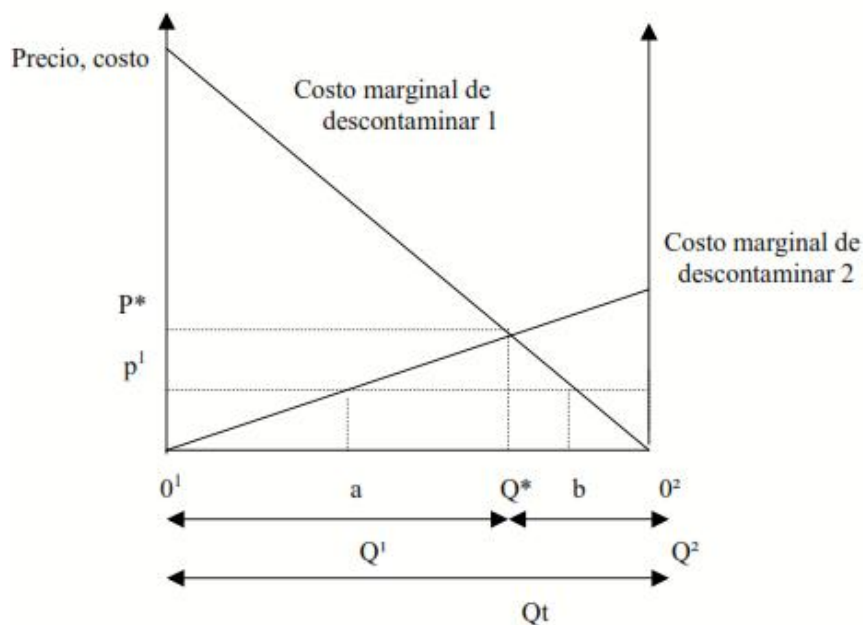


Fuente: Garrido-Lecca, 1998

El punto de equilibrio es donde el precio es igual a  $P^*$ . Si el precio fuera inferior como en  $P^1$ , se produciría un exceso de demanda por los permisos transables de emisión ya que es más económico comprar los permisos que aplicar otro método para disminuir las emisiones; por tal motivo, este exceso produce un aumento del precio hasta el punto de equilibrio igual a  $P^*$ .

Los agentes económicos que tengan menores costos de reducción de emisiones tendrán mayores incentivos de controlar la contaminación por medio de otros métodos y los agentes económicos que tengan costos de reducción altos preferirán recurrir a los permisos transables de emisión.

**Figura 4. Permisos Transables de Emisión y Eficiencia**



Fuente: Garrido-Lecca, 1998

En la Figura 4, se tienen dos agentes económicos con diferentes curvas de costos marginales de descontaminar, estas curvas muestran el aumento del costo por la reducción en una unidad de contaminación. El agente económico 2 es más eficiente en reducir sus emisiones que el 1, ya que le resulta menos costoso hacerlo debido a que la reducción de una unidad de contaminación es más barata. El total de permisos transables de emisión puestos en el mercado por parte del gobierno es igual a  $Q_t$ . El siguiente paso consiste en repartir o asignar dichos permisos a los agentes

económicos lo cual puede ser a través de un proceso de negociación. Consideremos el precio  $P^1$  donde la demanda del agente económico 1 es igual a  $0^1b$  y la demanda del agente económico 2 es igual a  $0^2a$ , al sumar ambas cantidades se puede observar que la demanda total es mayor a la cantidad de permisos transables de emisión disponibles en el mercado; por tal motivo, este exceso de demanda origina un aumento del precio de los permisos transables de emisión hasta llegar a un equilibrio entre demanda y oferta, este punto se consigue en  $P^*$ .

Por lo tanto, el principal objetivo de los diferentes instrumentos de política ambiental es internalizar la externalidad, ya sea positiva o negativa, buscando que el agente económico causante de ella enfrente los costos o beneficios de originarla y así tratar de llegar a un óptimo de Pareto en la economía.

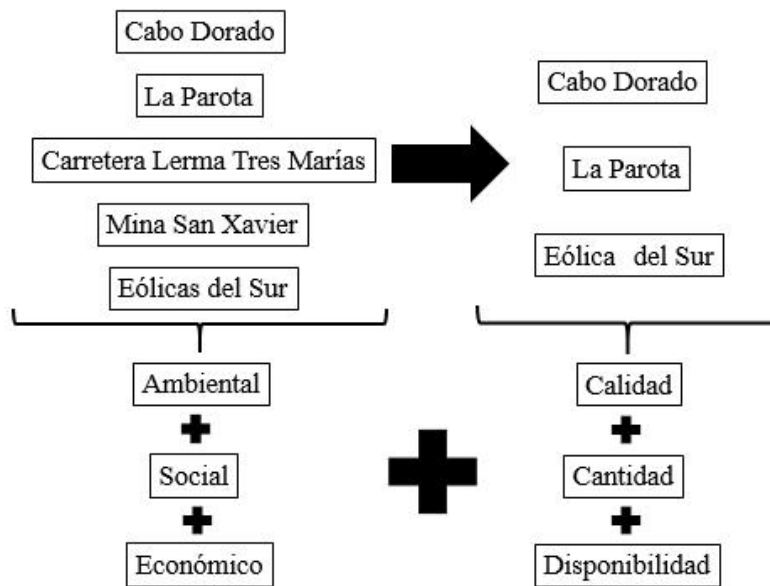
## 4. Estudios de Caso

Es necesario indicar que este estudio se trata de un primer ejercicio para evidenciar cómo en el PEIA, que se encuentra en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), actualmente no se están midiendo en términos económicos este tipo de impactos, lo que genera problemas y/ conflictos y falta de seguridad en las inversiones de las empresas. En ese sentido, el objetivo de este documento es hacer una primera aproximación de la valoración, económica, de diversos impactos ambientales y sociales que no se toman en cuenta en el PEIA y que son indispensables para la toma de decisiones informadas de todas las partes con relación a los costos y beneficios de los proyectos propuestos.

### 4.1. Proyectos Considerados

En un principio, se decidió tener una lista de proyectos donde se involucraran tres temáticas a analizar: i) ambiental, ii) social y iii) económica. De esta lista, se decidió escoger tres proyectos que sean representativos ya sea porque tienen las tres temáticas mencionadas anteriormente, o porque alguna temática es muy relevante. De igual forma, para escoger los tres proyectos se consideró la cantidad más calidad y la disponibilidad de información, tanto cualitativa como cuantitativa para su posterior análisis (Figura 5). Es necesario indicar que, al tratarse de una primera aproximación de valoración económica de impactos ambientales, sociales y/o ambientales, la información con la cual se trabajó no es exhaustiva, y que los resultados se deben considerar con prudencia, sugiriendo profundizar en su posterior análisis.

**Figura 5. Estudios de Caso para la valoración de los impactos ambientales, sociales y económicos vinculados con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA)**



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

#### 4.1.1. Cabo Dorado

##### Nombre del proyecto

Proyecto turístico Cabo Dorado en Baja California Sur.

##### Problemática

Cabo Dorado es un proyecto impulsado por La Rivera Desarrollos BCS para la construcción de una desaladora, una marina y un desarrollo turístico, se tenía contemplada la edificación de 22 mil 503 cuartos de hotel.

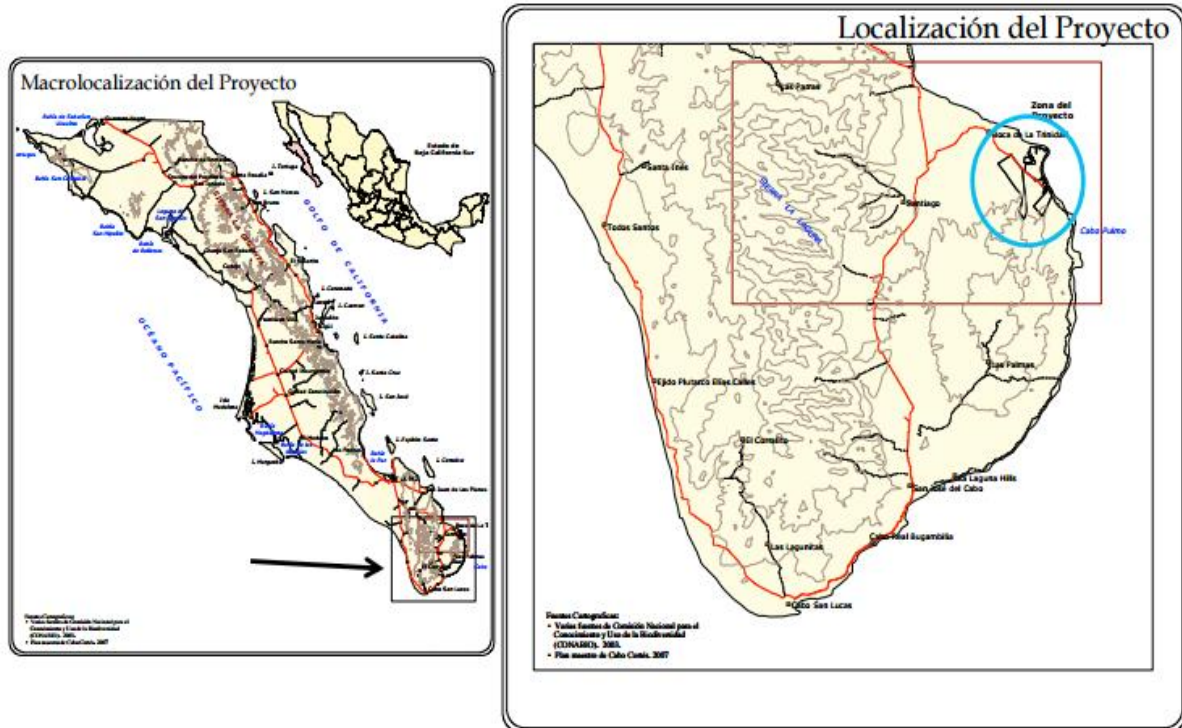
##### Promovente

La Rivera Desarrollos BCS - Privado.

##### Ubicación

Estado de Baja California, afectando al municipio de Los Cabos.

**Figura 6. Ubicación del Proyecto Cabo Dorado**



Fuente: MIA Cabo Dorado.

#### **4.1.2. La Parota**

##### **Nombre del proyecto**

Proyecto Hidroeléctrico Presa "La Parota"

##### **Problemática**

De realizarse, causaría severas afectaciones a recursos ambientales estratégicos como el agua y los servicios ecosistémicos obtenidos en la selva baja y mediana caducifolia, implicaría además el desplazamiento directo de alrededor de 25,000 personas e indirecto de otras 75,000. La mayoría de la población se opone al proyecto y su composición es indígena y mestiza.

##### **Promovente**

Comisión Federal de Electricidad (CFE) - Público.

##### **Ubicación**

Estado de Guerrero afectando a los municipios de Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos.

**Figura 7. Ubicación del Proyecto Hidroeléctrico Presa “La Parota”**



Fuente: MIA La Parota.

### 4.1.3. Eólica del Sur

#### Nombre del proyecto

Eólica del Sur

#### Problemática

El proyecto implica la generación de diversos impactos ambientales, tales como acabar con el 100% de la selva baja de la región de Juchitán; el proyecto no contempla la evaluación de los impactos acumulativos en la región, por la existencia de 21 parques eólicos en toda la región del Istmo; el proyecto no contempla un plan de manejo para el aceite utilizado por los aerogeneradores; el proyecto tendrá afectaciones a especies en peligro de extinción; se afecta el corredor biológico.

Otras violaciones que se generan con el proyecto es el derecho a la consulta de las comunidades indígenas que viven en el lugar, principalmente al pueblo zapoteca de Juchitán, Oaxaca. La consulta que realizó la Secretaría de Energía violó los principios de consulta previa, libre e informada.

## Promovente

La empresa Energía Eólica del Sur, S.A.P.I. de C.V. - Privado.

**Figura 8. Ubicación del Proyecto Eólica del Sur**



Fuente: MIA Eólicas del Sur.

## Ubicación

El proyecto "Eólica del Sur" se ubica en el estado de Oaxaca, en la región del Istmo de Tehuantepec, dentro del distrito 29 de Juchitán.

El proyecto prevé su instalación en dos áreas adyacentes, denominadas poligonal El Espinal y poligonal Juchitán. La poligonal Juchitán se encuentra en el municipio de Juchitán de Zaragoza y la poligonal El Espinal en los municipios del Espinal y Juchitán. Por su parte, la línea de transmisión iniciará en la Subestación EESI dentro del poligonal El Espinal para posteriormente dirigirse a la EESII ubicada en la poligonal Juchitán y entroncarse con una línea de transmisión autorizada por la DGIRA para su conexión con la SE Ixtepec, Oaxaca.



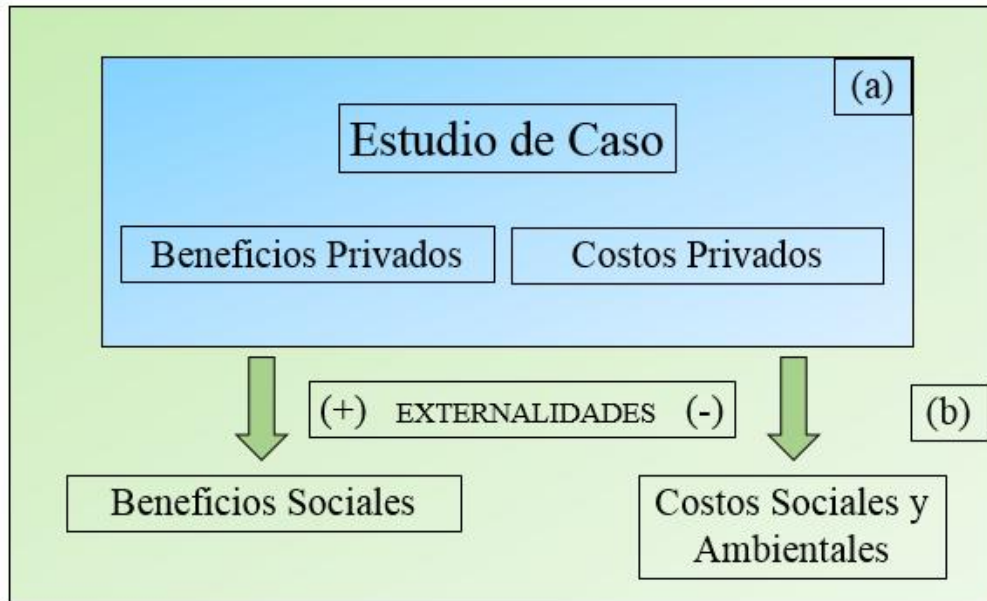
## 4.2. Identificación de Beneficios y Costos (privados y sociales)

En los tres proyectos escogidos (Cabo Dorado, La Parota y Eólica del Sur) se realizaron las siguientes acciones:

- Se identificaron los beneficios y costos privados que se llegaría o que se llegó a generar en su implementación o para su implementación. Los beneficios privados son entendidos como el ingreso por la actividad generada. Mientras que los costos privados son aquellas erogaciones que se realizan. En ambos casos, y al considerar que son privados, básicamente están expresados en términos monetarios (Figura 9a), debido a que existe un mercado en el cual se tiene la certeza del precio que la sociedad tiene sobre estas actividades.
- La implementación de los tres proyectos de caso de estudio, además de generar beneficios y costos privados, origina beneficios y costos ambientales y sociales. Estos beneficios y costos ambientales y sociales, más concretamente en términos económicos, son las externalidades positivas y negativas explicadas en anteriores secciones (Figura 9b). Por lo general, estas externalidades (positivas y/o negativas) no tienen un mercado, y por ende no tienen un precio; sin embargo, el hecho que no tengan un precio, no significa que no posean un valor para la sociedad. En ese sentido, una vez identificadas estas externalidades se debe tratar de asignarles un valor monetario aproximado que la sociedad tendría sobre ellos. Es necesario indicar que no todas las externalidades (positivas o negativas) son susceptibles de ser valoradas en términos monetarios.

Para la valoración en términos monetarios se debe recurrir a distintas metodologías o herramientas de valoración socio-económica que serán consideradas y analizadas en la siguiente entrega.

**Figura 9. Beneficios y Costos (Privados y Sociales) del Estudio de Caso**



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

#### 4.2.1. Cabo Dorado

Los beneficios y costos privados, y los beneficios y costos ambientales y sociales (externalidades) identificados para el proyecto Cabo Dorado son presentados en la tabla 2.

**Tabla 2. Beneficios y Costos Privados, Ambientales y Sociales del Proyecto Cabo Dorado**

PROYECTO: "CABO DORADO"	
PRIVADOS	
BENEFICIOS	COSTOS
Ingresos económicos por la llegada de turistas.	Construcción de la desaladora.
	Construcción de la marina.
	Construcción del desarrollo turístico.
	Adquisición de permisos para su ejecución.
	Impuestos.
AMBIENTALES Y SOCIALES	
BENEFICIOS	COSTOS
Empleo en la zona.	Cambio de uso de suelo.
Desarrollo urbano en la zona.	Explotación de acuíferos.
Polo económico.	Generación de desechos urbanos (basura y aguas negras).
	Pérdida de biodiversidad (endémica).

<b>PROYECTO: "CABO DORADO"</b>	
	Afectación a los arrecifes coralinos.
	Reducción en la captura de carbono.
	Inundación.
	Erosión.
	Intrusión salina.
	Patrimonio Mundial Natural Cabo Pulmo (UNESCO).
	Afectación al humedal (sitio RAMSAR).
	Pérdida en la pesquería.
	Impacto social y cultural.
	Contaminación del mar con agroquímicos (golf).
	Afectación a los sistemas de dunas.
	Afectación al matorral sarcococle.
	Afectación al paisaje.
	Ruido y tráfico.
	Pérdida de playas para anidación.
	Pérdida de superficie de infiltración hacia el subsuelo.
	Reducción de disponibilidad de agua para otras actividades.

Fuente: Elaboración Propia, 2015.

#### 4.2.2. La Parota

Los beneficios y costos privados, y los beneficios y costos ambientales y sociales (externalidades) identificados para el proyecto La Parota son presentados en la tabla 3.

**Tabla 3. Beneficios y Costos Privados, Ambientales y Sociales del Proyecto Hidroeléctrico La Parota**

<b>PROYECTO: "HIDROELECTRICO PRESA LA PAROTA"</b>	
<b>PRIVADOS</b>	
<i>BENEFICIOS</i>	<i>COSTOS</i>
Ingresos económicos por la generación y distribución de energía eléctrica.	Construcción de la presa.
	Adquisición de permisos para su ejecución.
	Impuestos.
<b>AMBIENTALES Y SOCIALES</b>	
<i>BENEFICIOS</i>	<i>COSTOS</i>

<b>PROYECTO: "HIDROELECTRICO PRESA LA PAROTA"</b>	
Empleo en la zona.	Desplazamiento de la población.
Movimiento económico en la construcción (alojamiento y comida).	Inundación de tierras.
Reducción en los Gases Efecto Invernadero (GEI).	Pérdida de biodiversidad (endémica).
Reducción en el uso de energía proveniente de combustibles fósiles.	Cambio de uso de suelo (selva baja y media caducifolia, pequeña agricultura y ganadería).
	Reducción en la captura de carbono.
	Erosión por el impacto en la sedimentación.
	Impacto social y cultural.
	Afectación al paisaje.
	Afectaciones a derecho y libertadores de pueblos indígenas.
	Violaciones a derechos humanos.
	Deforestación.
	Sismicidad inducida.
	Desviación de los ríos (irrigación de cultivos y reducción en la pesca).
	Cambios en el volumen de sedimento en el afluente.
	Contaminación por metales pesados provenientes de la represa.
	Falta de consulta y acceso a la información de las comunidades afectadas.

Fuente: Elaboración Propia, 2015.

### **4.2.3. Eólica del Sur**

Los beneficios y costos privados, y los beneficios y costos ambientales y sociales (externalidades) identificados para el proyecto Eólica del Sur son presentados en la tabla 4.

**Tabla 4. Beneficios y Costos Privados, Ambientales y Sociales del Proyecto Eólica del Sur**

<b>PROYECTO: "EOLICA DEL SUR"</b>	
<b>PRIVADOS</b>	
<i>BENEFICIOS</i>	<i>COSTOS</i>
Ingresos económicos por la generación y distribución de energía eléctrica.	Construcción de los parques eólicos.
	Adquisición de permisos para su ejecución.
	Impuestos.
<b>AMBIENTALES Y SOCIALES</b>	
<i>BENEFICIOS</i>	<i>COSTOS</i>
Empleo en la zona.	Cambio de uso de suelo (agricultura, ganadería).
Movimiento económico en la construcción (alojamiento y comida).	Pérdida de biodiversidad (endémica).
Reducción en los GEI.	Reducción en la captura de carbono.
Reducción en el uso de energía proveniente de combustibles fósiles.	Impacto social y cultural.
	Afectación al paisaje.
	Afectaciones a derecho y libertadores de pueblos indígenas.
	Violaciones a derechos humanos.
	Falta de consulta y acceso a la información de las comunidades afectadas.
	Deforestación.
	Pérdida de selva baja espinosa.
	Impacto acumulativo de las plantas eólicas ya existentes.
	Impacto sobre la avifauna.
	Afectaciones en suelos y aguas (derrames de aceite).
	Generación de ruido.
	Afectación en las telecomunicaciones mediante la refracción o curvatura de giro de las ondas electromagnéticas producidas por el movimiento de los aerogeneradores.
	Cambios en la intensidad de la luz (sombra).

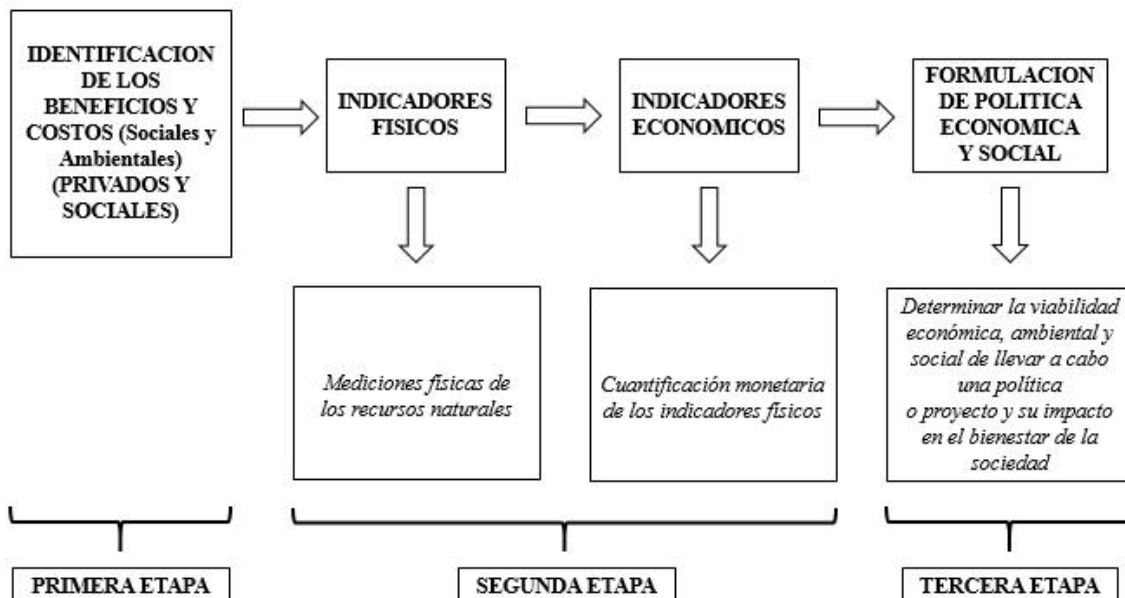
Fuente: Elaboración Propia, 2015.

## 5. Valoración de los impactos ambientales, sociales y económicos

Una vez identificados los beneficios y costos (primera etapa), tanto privados como ambientales y sociales, éstos deben ser traducidos o expresados en términos de indicadores físicos, que servirán para estimar indicadores económicos (segunda etapa). Estos indicadores económicos deben mostrar el impacto ambiental y social de cada uno de los estudios de caso considerados. Sin embargo, es necesario indicar que no todos los beneficios y costos pueden y deben ser expresados en términos monetarios, todo depende de la disponibilidad de información y de la facilidad de estimarlos.

Finalmente, los resultados hallados tanto en la identificación de los beneficios como de los costos, más la estimación o cuantificación económica de éstos, deberán servir para mostrar los distintos impactos que se deben tomar en consideración para el desarrollo de formulación de políticas económicas y/o ambientales y/o sociales. Por ejemplo, en la implementación de este tipo de ejercicio dentro del PEIA.

**Figura 10. Etapas de la Investigación**



Fuente: Elaboración Propia, 2016.

## 5.1. Metodología para realizar la valoración monetaria de los tres casos de estudio

La información necesaria para realizar este análisis se obtuvo por medio de una revisión de bibliografía, de documentos institucionales, de reportes de instituciones de la sociedad civil y de las manifestaciones de impacto ambiental de los proyectos en cuestión. Se indagó principalmente sobre:

- *Gasto en inversión inicial*: Considera todo aquel gasto que se realizó como inversión inicial para empezar a desarrollar el proyecto.
- *Precio de venta del producto*: Se indagó sobre el precio de venta de la producción en los tres casos de estudio.
- *Producción de producto*: De igual forma, se averiguó sobre la cantidad que se produce.
- *Costo de producción*: Se indagó sobre los costos financieros en que se incurren tanto antes como después de la implementación del proyecto, así como durante el transcurso de éste.
- *Beneficio y costo monetario de los impactos socio-ambientales*: Se indagó en la literatura sobre el monto en términos monetarios de los beneficios y costos socio-ambientales de los proyectos.
- *Supuestos*: Dependiendo del proyecto analizado, se consideró un periodo de años para realizar el análisis de beneficios y costos. Los beneficios económicos (ingreso menos precio) (principalmente privados) que son estimados para cada año son traídos a valor presente neto (VPN). Para realizar esto se utiliza una tasa de descuento ( $k$ ) del 9,00%. Es necesario indicar que la Tasa de rendimiento de un Certificado de la Tesorería de la Federación - CETES- a 364 días es aproximadamente igual a 4,11%, inferior a las tasas que se tienen en los bancos, en ese sentido se decidió considerar una tasa moderada (sin embargo, se puede realizar el ejercicio con diferentes valores de tasas). Para el análisis se consideró un tipo de cambio de 18,85 pesos mexicanos por un dólar americano (T.C.: \$18,85 MEX = 1 \$us. AME).

- El cálculo se realizó utilizando el Valor Actual Neto (VAN):

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

VAN = Valor Actual Neto,

$V_t$  = Son los ingresos menos los costos de los diferentes  $t$  periodos analizados,

$k$  = Tipo de interés o el costo de oportunidad de la inversión realizada,

$I_0$  = Inversión realizada al inicio del primer año,

$t$  = son los periodos analizados, en este caso  $n$  depende del proyecto analizado.

$VAN > 0$  = Proyecto es rentable o preferido,  $VAN < 0$  = Proyecto no es rentable o no es preferido,  $VAN = 0$  = Proyecto es indiferente.

## **5.2. Valoración monetaria de los impactos ambientales, sociales y económicos vinculados con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) del caso de estudio Cabo Dorado**

En el caso de estudio de Cabo Dorado se planteó para el análisis que el proyecto tendrá una duración de 40 años de vida útil. Se estimó en términos monetarios los siguientes conceptos:

### a) Privado

- Beneficios (ingresos menos costos) logrados a lo largo del proyecto.
- Inversión inicial del proyecto.
- VPN del flujo de inversión menos los beneficios financieros.

### b) Social

- Generación de empleos directos e indirectos logrados a lo largo del proyecto.
- Costo económico del incremento de la demanda de agua.
- Afectación a los bienes y servicios ambientales del arrecife.
- Generación de residuos sólidos urbanos.



### 5.2.1. VPN del flujo de inversión menos beneficios financieros

Entre los beneficios financieros privados originados por el proyecto Cabo Dorado sólo se consideró la llegada de turistas a los 22.000 cuartos de hotel. Según el reporte para México del JLL's Hotels & Hospitality Group (2015), el beneficio financiero por habitación disponible (*revenue per available room* - RevPAR) para Los Cabos es de aproximadamente \$us. 260 americanos. Por otro lado, según la Manifiestación de Impacto Ambiental del proyecto (MIA Cabo Dorado) y otros estudios (Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, 2014) la inversión alcanzará el valor de 3.600 millones de dólares. Considerando esta información, se estima el Valor Presente Neto (VPN) del flujo de beneficios financieros para diferentes niveles de ocupación de las habitaciones. Por ejemplo, si durante toda la vida útil del proyecto se tuviera una ocupación habitacional del 70%, los beneficios financieros estarían aproximadamente entre \$us. 297 - \$us. 363 millones de dólares.

**Tabla 5. Valor Presente Neto de los Beneficios Financieros por la Llegada de Turistas (\$us. x 40 años)**

Ocupación	VPN (Inv. - Ben. Fin.)					
	Rango: Inferior 10%		Rango: Superior 10%			
10%	-\$	2,734,667,626	-\$	3,038,519,585	-\$	3,342,371,543
20%	-\$	2,229,335,252	-\$	2,477,039,169	-\$	2,724,743,086
30%	-\$	1,724,002,878	-\$	1,915,558,754	-\$	2,107,114,629
40%	-\$	1,218,670,505	-\$	1,354,078,338	-\$	1,489,486,172
50%	-\$	713,338,131	-\$	792,597,923	-\$	871,857,715
60%	-\$	208,005,757	-\$	231,117,508	-\$	254,229,258
70%	\$	297,326,617	\$	330,362,908	\$	363,399,199
80%	\$	802,658,991	\$	891,843,323	\$	981,027,655
90%	\$	1,307,991,365	\$	1,453,323,739	\$	1,598,656,112
100%	\$	1,813,323,739	\$	2,014,804,154	\$	2,216,284,569

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

### 5.2.2. Generación de empleos directos e indirectos en la zona a lo largo del proyecto

Según la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto y otros estudios (Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, 2014), el desarrollo del proyecto generará aproximadamente unos 18.000 empleos directos e indirectos a lo largo de la vida útil. Considerando que esa sería la cantidad de empleos cada año y suponiendo que cada empleado podría ganar desde un salario hasta cinco salarios mínimos, se calcula en términos monetarios la derrama económica. Por ejemplo, si se considera que cada empleado (directo e indirecto) obtendría tres salarios mínimos, la derrama económica estaría aproximadamente entre \$us. 567 - \$us. 693 millones de dólares durante los 40 años de duración del proyecto.

**Tabla 6. Valor Presente Neto de la Generación de Empleos Directos e Indirectos en la Zona (\$us. x 40 años)**

Salarios Mínimos	Rango: Inferior 10%	VPN Salarios Mínimos	Rango: Superior 10%
1	\$ 189,072,413	\$ 210,080,459	\$ 231,088,505
2	\$ 378,144,826	\$ 420,160,917	\$ 462,177,009
3	\$ 567,217,239	\$ 630,241,376	\$ 693,265,514
4	\$ 756,289,651	\$ 840,321,835	\$ 924,354,018
5	\$ 945,362,064	\$ 1,050,402,294	\$ 1,155,442,523

Se consideró un salario mínimo por día de \$. 73.04 pesos mexicanos.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

### 5.2.3. Costo económico del incremento de la demanda de agua

De acuerdo con el estudio realizado por Bunge (2011), la asociación de Hoteles del municipio de Los Cabos genera, por cada habitación de hotel, aproximadamente ocho empleos directos e indirectos. Debido a que este proyecto contempla aproximadamente 22 mil habitaciones, se generaría un movimiento o la creación de nueva ciudadela en su alrededor, con una población aproximada de 440 mil habitantes. Si se considera que en promedio cada persona necesita cierta cantidad de litros de agua por día para sus necesidades (por ejemplo, 250 litros por día por persona), la demanda de agua potable se incrementaría (por ejemplo, 40 millones de m<sup>3</sup> al año para el consumo de 250 litros por día por persona) y, por ende, también se elevarían los costos por el abasto de la misma. En este caso se podría recurrir a una desaladora o bien a la extracción de agua de pozos (muy escasos y explotados en la zona).

**Tabla 7. Valor Presente Neto del Costo por el Aumento de Demanda de la Zona (\$us. x 40 años)**

Consumo de Agua por Persona (Litros/Día)		100	150	200	250
VPN (\$.15/m3)	Inferior 10%	\$ 123,729,616	\$ 185,594,424	\$ 247,459,232	\$ 309,324,040
	Superior 10%	\$ 137,477,351	\$ 206,216,027	\$ 274,954,702	\$ 343,693,378
VPN (\$.25/m3)	Inferior 10%	\$ 151,225,086	\$ 226,837,630	\$ 302,450,173	\$ 378,062,716
	Superior 10%	\$ 206,216,027	\$ 309,324,040	\$ 412,432,054	\$ 515,540,067
VPN (\$.35/m3)	Inferior 10%	\$ 229,128,919	\$ 343,693,378	\$ 458,257,837	\$ 572,822,297
	Superior 10%	\$ 252,041,811	\$ 378,062,716	\$ 504,083,621	\$ 630,104,527
VPN (\$.35/m3)	Inferior 10%	\$ 288,702,438	\$ 433,053,656	\$ 577,404,875	\$ 721,756,094
	Superior 10%	\$ 320,780,486	\$ 481,170,729	\$ 641,560,972	\$ 801,951,216
		\$ 352,858,535	\$ 529,287,802	\$ 705,717,070	\$ 882,146,337

El VPN se generó para tres costos diferentes que se realizaría por medio de una desaladora.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

#### **5.2.4. Costo económico por el posible impacto sobre los bienes y servicios ambientales que provee el arrecife**

El desarrollo inmobiliario que se pretende desarrollar también tiene como objetivo la construcción de dos campos de golf y un campo de práctica con una superficie total de 162.5 hectáreas. Sin embargo, y como lo demuestra Balogh y Walker (1992) y Proskin (2008), esta actividad tiene una alta probabilidad del uso intenso de agroquímicos para el riego, el manejo de las plagas y la fertilización, con posibles consecuencias sobre ecosistemas acuáticos. Lavardiére et al. (2007), estudia que en Québec, Canadá, aproximadamente unos 300 campos de golf contribuyeron al aporte de 40,000 kilogramos de ingredientes activos que son incorporados a los ecosistemas acuáticos (Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, 2014). El escurrimiento de estas sustancias sobre los ecosistemas acuáticos puede originar pérdida de bienes y servicios ambientales. En este caso, se podrían afectar los arrecifes debido a su proximidad con los campos de golf. Estudios para estimar el valor económico de los bienes y servicios ambientales a nivel nacional son escasos, en su mayoría son estudios a nivel mundial. Constanza *et. al.* (1997) y UNEP-WCMC (2006) indican que dicho valor está entre 100,000 y 600,000 dólares americanos por kilómetro cuadrado (considerando una serie de servicios ecosistémicos). En el caso de México, Reyes Bonilla *et. al.* (SF), estiman que el valor económico por los servicios ambientales de los niveles de riqueza específica total y de la evaluación del beneficio económico resultante del secuestro de carbono de la atmósfera, exportación de biomasa pesquera

y el turismo para el caso del arrecife de Cabo Pulmo es de 1,1 millones de dólares anuales, siendo un valor aproximado de 15,500 dólares por kilómetro cuadrado.

Con esta información se puede realizar el ejercicio de estimar el valor económico por la pérdida de cierta cantidad de espacio de arrecife (aproximadamente el arrecife tiene una extensión de 71 kilómetros cuadrados), que se produciría como consecuencia de la contaminación generada por el desarrollo inmobiliario Cabo Dorado.

**Tabla 8. Valor Presente Neto del Costo por la Pérdida de Bienes y Servicios Ambientales del Arrecife (\$us. x 40 años)**

% Afectación	Cabo Pulmo			Internacional		
	Inferior 10%	Superior 10%		Inferior 10%	Superior 10%	
<b>5%</b>	\$ 532,489	\$ 591,655	\$ 650,820	\$ 13,747,906	\$ 15,275,451	\$ 16,802,997
<b>10%</b>	\$ 1,064,979	\$ 1,183,310	\$ 1,301,641	\$ 27,495,813	\$ 30,550,903	\$ 33,605,993
<b>20%</b>	\$ 2,129,957	\$ 2,366,619	\$ 2,603,281	\$ 54,991,625	\$ 61,101,806	\$ 67,211,986
<b>30%</b>	\$ 3,194,936	\$ 3,549,929	\$ 3,904,922	\$ 82,487,438	\$ 91,652,709	\$ 100,817,980
<b>50%</b>	\$ 5,324,893	\$ 5,916,548	\$ 6,508,203	\$ 137,479,063	\$ 152,754,515	\$ 168,029,966
<b>80%</b>	\$ 8,519,829	\$ 9,466,477	\$ 10,413,125	\$ 219,966,501	\$ 244,407,224	\$ 268,847,946
<b>100%</b>	\$ 10,649,787	\$ 11,833,096	\$ 13,016,406	\$ 274,958,127	\$ 305,509,030	\$ 336,059,932

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

### 5.2.5. Generación de residuos sólidos urbanos

Al igual a lo que sucedió con una mayor demanda de agua potable para el consumo de las personas a consecuencia del desarrollo inmobiliario y su posible impacto en el desarrollo de una ciudadela paralela, estas personas necesariamente deben generar residuos sólidos. Con el cálculo de una sección pasada (5.2.3.), se estimó que la población aproximadamente en la zona aumentaría a unos 440 mil habitantes. Según JLL's Hotels & Hospitality Group (2015) y (Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, 2014), una persona puede generar al día entre 3.2 y 46.8 kilos de residuos sólidos (entre residuos domiciliarios y hoteleros). En ese sentido, aproximadamente la cantidad de basura total al día que se podría generar sería de 1,400 toneladas, considerando una generación per cápita de 3.2 kilos. Por lo tanto, esta nueva cantidad de residuos sólidos debe ser recolectada y dispuesta de manera correcta, situación que originaría algunos costos económicos como los que se especifican en la siguiente tabla.

**Tabla 9. Valor Presente Neto del Costo por la Generación de Residuos Sólidos Urbanos (\$us. x 40 años)**

Kilos Residuos - Persona/Día		3	6	9	12
VPN (\$400/Ton)	Inferior 10%	\$ 98,983,693	\$ 197,967,386	\$ 296,951,079	\$ 395,934,772
	Superior 10%	\$ 109,981,881	\$ 219,963,762	\$ 329,945,643	\$ 439,927,524
VPN (\$450/Ton)	Inferior 10%	\$ 120,980,069	\$ 241,960,138	\$ 362,940,207	\$ 483,920,276
	Superior 10%	\$ 111,356,655	\$ 222,713,309	\$ 334,069,964	\$ 445,426,618
VPN (\$500/Ton)	Inferior 10%	\$ 123,729,616	\$ 247,459,232	\$ 371,188,848	\$ 494,918,464
	Superior 10%	\$ 136,102,578	\$ 272,205,155	\$ 408,307,733	\$ 544,410,311
VPN (\$500/Ton)	Inferior 10%	\$ 123,729,616	\$ 247,459,232	\$ 371,188,848	\$ 494,918,464
	Superior 10%	\$ 137,477,351	\$ 274,954,702	\$ 412,432,054	\$ 549,909,405
		\$ 151,225,086	\$ 302,450,173	\$ 453,675,259	\$ 604,900,345

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

### 5.3. Valoración monetaria de los impactos ambientales, sociales y económicos vinculados con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) del caso de estudio La Parota

En el caso de estudio del proyecto hidroeléctrico La Parota, para efectos del análisis se planteó que el proyecto tendrá una duración aproximada de 60 años de vida útil. Se estimaron en términos monetarios los siguientes conceptos:

- a) Privado
  - Beneficios (ingresos menos costos) logrados a lo largo del proyecto.
  - Inversión inicial del proyecto.
  - VPN del flujo de inversión menos los beneficios financieros.
  
- b) Social
  - Generación de empleos directos e indirectos logrados en la etapa de implementación del proyecto.
  - Pérdida de producción agrícola y ganadera.
  - Pérdida de servicios ecosistémicos.
  - Gastos por desplazamiento de la sociedad afectada.

### 5.3.1. VPN del flujo de inversión menos beneficios financieros

Dentro de los beneficios financieros privados originados por el proyecto La Parota se contempla la producción y venta de la energía generada a través de esta tecnología, menos los costos de operación y mantenimiento, y menos la inversión a un periodo de aproximadamente sesenta años (éste es un promedio a nivel mundial de la vida útil de este tipo de proyectos). Al igual a lo que se realizó para el caso de Cabo Dorado y de Eólica del Sur, se estima el Valor Presente Neto del flujo de beneficios financieros a lo largo de la vida útil del proyecto.

Según la Manifestación de Impacto Ambiental, este proyecto tiene la capacidad de generar aproximadamente 1,527 GWh/año. Para el caso de los costos de operación y mantenimiento se recurre al estudio “Costo y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión del Sector Eléctrico” de la Comisión Federal de Electricidad (COPAR, 2012). Finalmente, la MIA y otros estudios indican que la inversión aproximada de este proyecto se sitúa entre 800 millones y 1,000 millones de dólares. Se estima que el VPN de las ganancias del proyecto podría ascender a entre 172 millones y 210 millones de dólares, considerando un precio de venta de la energía de \$us. 0.077 por KWh generado (Tabla 16).

**Tabla 10. Valor Presente Neto de los Beneficios Financieros por la Generación de Electricidad (\$us. x 60 años)**

Precio (\$us./KWh)	VPN Ganancias (\$us.)
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 172,556,010
<b>\$ 0.077*</b>	\$ 191,728,900
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 210,901,790
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 376,063,745
<b>\$ 0.090**</b>	\$ 417,848,606
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 459,633,467
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 527,896,286
<b>\$ 0.100**</b>	\$ 586,551,429
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 645,206,572
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 1,287,058,989
<b>\$ 0.150**</b>	\$ 1,430,065,543
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 1,573,072,098

\* El precio (actualizado a 2016) de la energía se obtuvo de CSF (2007)

\*\* Se consideró tres valores superiores del precio de energía a partir del dato utilizado en CSF (2007)

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

### 5.3.2. Generación de empleos directos e indirectos logrados en la etapa de implementación del proyecto

La implementación de este tipo de proyectos energéticos generalmente necesita el empleo de personas, principalmente en su etapa de construcción y puesta en marcha; por lo cual, puede llegar a crear tanto empleos directos como indirectos. En la siguiente tabla se presenta una gama de escenarios, en la cual se combinan cinco casos con diferentes niveles de empleos generados (indirectos y directos), más tres casos del número de salario mínimos. Por ejemplo, si la construcción del proyecto llegara a generar 10 mil empleos directos e indirectos (este valor es lo que, de acuerdo con notas de prensa revisadas, se estima que el proyecto puede generar). Suponiendo que cada beneficiado ganara, aproximadamente, entre dos y cuatro salarios mínimos, la comunidad se beneficiaría en el primer año con un valor entre \$us. 21,5 millones y \$us.43 millones de dólares (Tabla 17).

**Tabla 11. Valor Presente Neto de la Generación de Empleos Directos e Indirectos en la Zona (Miles \$us. x el primer año de instalación del proyecto)**

N° de Empleos	N° de Salario Mínimos								
	Inferior 10%	2	Superior 10%	Inferior 10%	3	Superior 10%	Inferior 10%	4	Superior 10%
1000	\$ 1,952	\$ 2,169	\$ 2,386	\$ 2,929	\$ 3,254	\$ 3,580	\$ 3,905	\$ 4,339	\$ 4,773
2000	\$ 3,905	\$ 4,339	\$ 4,773	\$ 5,858	\$ 6,509	\$ 7,160	\$ 7,811	\$ 8,679	\$ 9,547
5000	\$ 9,764	\$ 10,849	\$ 11,934	\$ 14,646	\$ 16,274	\$ 17,901	\$ 19,528	\$ 21,698	\$ 23,868
7000	\$ 13,670	\$ 15,189	\$ 16,708	\$ 20,505	\$ 22,783	\$ 25,062	\$ 27,340	\$ 30,378	\$ 33,416
10000	\$ 19,528	\$ 21,698	\$ 23,868	\$ 29,293	\$ 32,548	\$ 35,803	\$ 39,057	\$ 43,397	\$ 47,737

Se consideró un salario mínimo por día de \$. 73.04 pesos mexicanos.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

### 5.3.3. Pérdida de producción agrícola y ganadera

El desarrollo y puesta en marcha de este proyecto energético consiste en inundar aproximadamente 17 mil hectáreas, entre terreno de selva baja y mediana caducifolia, terrenos destinados a la ganadería y terrenos destinados a la agricultura. Para este caso, se estimó en términos monetarios el VPN de las pérdidas tanto en agricultura y ganadería por la eliminación de terreno a consecuencia de dicha inundación. Al igual que lo que se planteó en el caso del proyecto Eólica del Sur, se recurrió a la estimación sobre pérdidas productivas por hectárea de agricultura y ganadería realizada en el estudio de CSF (2007), datos actualizados a

2016. Si bien no son estimaciones del lugar donde se desarrolla este proyecto, sirven como valores aproximados por sus características similares.

La siguiente tabla presenta los resultados de cuatro escenarios de pérdida porcentual del terreno total para las actividades de agricultura y ganadería a consecuencia de la inundación, y al mismo tiempo dos escenarios de un rango inferior y superior del VPN. Las estimaciones demuestran, por ejemplo, que si se llegara a inundar un 30% de terreno destinado a la producción agrícola y ganadera de la comunidad, las pérdidas económicas aproximadamente durante toda la vida útil del proyecto podrían ascender a entre \$us. 36,2 millones y \$us. 44.3 millones de dólares (60 años de vida útil).

**Tabla 12. VPN de la Pérdida de Ingresos Económicos de la Comunidad por Pérdida de Terreno Destinada a la Producción de Agricultura y Ganadería a Consecuencia de la Inundación (\$us. Americanos por 60 Años de Vida del Proyecto)**

Porcentaje Inundar	10%	30%	60%	90%
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 2,450,997	\$ 7,352,990	\$ 14,705,981	\$ 22,058,971
<b>Agricultura*</b>	\$ 2,723,330	\$ 8,169,989	\$ 16,339,979	\$ 24,509,968
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 2,995,663	\$ 8,986,988	\$ 17,973,977	\$ 26,960,965
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 9,634,953	\$ 28,904,859	\$ 57,809,718	\$ 86,714,577
<b>Ganadería*</b>	\$ 10,705,503	\$ 32,116,510	\$ 64,233,020	\$ 96,349,530
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 11,776,054	\$ 35,328,161	\$ 70,656,322	\$ 105,984,483
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 12,085,950	\$ 36,257,849	\$ 72,515,699	\$ 108,773,548
<b>Total*</b>	\$ 13,428,833	\$ 40,286,499	\$ 80,572,999	\$ 120,859,498
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 14,771,716	\$ 44,315,149	\$ 88,630,298	\$ 132,945,448

\* El precio (actualizado a 2016) de la pérdida de producción se obtuvo de CSF (2007)

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

#### 5.3.4. Pérdida de Servicios Ecosistémicos

El cambio de uso de suelo provocaría la pérdida total o parcial de los servicios ecosistémicos presentes en la selva baja y mediana caducifolia que se pretende inundar. En el caso de dicha selva, según Constanza (1997), una hectárea al año presta servicios ecosistémicos por un valor aproximado de 6,082 dólares americanos (valores de 2016). Con esta información, se puede calcular el VPN de la pérdida de servicios ecosistémicos a lo largo de los sesenta años de duración del proyecto. En la siguiente tabla se presentan las aproximaciones de los resultados en dólares americanos para seis escenarios de pérdida porcentual de la cantidad de hectáreas de selva caducifolia a consecuencia de la inundación, cada escenario presenta un rango inferior y superior. Si el



proyecto afectara, por ejemplo, un 20% de hectáreas de selva caducifolia, se estarían perdiendo aproximadamente entre \$us. 205 millones y \$us. 251 millones de dólares durante sesenta años de servicios ecosistémicos.

**Tabla 13. VPN por la Pérdida de Servicios Ecosistémicos de Selva Caducifolia (Dólares de 2016)**

	5%	20%	40%	60%	80%	100%
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 51,406,234	\$ 205,624,936	\$ 411,249,873	\$ 616,874,809	\$ 822,499,745	\$ 1,028,124,682
<b>SE Selva Caducifolia*</b>	\$ 57,118,038	\$ 228,472,152	\$ 456,944,303	\$ 685,416,455	\$ 913,888,606	\$ 1,142,360,758
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 62,829,842	\$ 251,319,367	\$ 502,638,733	\$ 753,958,100	\$ 1,005,277,467	\$ 1,256,596,833

\* El valor (actualizado a 2016) de la pérdida de servicios ecosistémicos es tomando de Constanza et al., (1997)

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

### 5.3.5. Gastos por desplazamiento de la sociedad afectada

La inundación de esas 17 mil hectáreas para la implementación del proyecto en 36 comunidades de 16 núcleos agrarios ocasionaría el desplazamiento directo de aproximadamente 25 mil personas, e indirectamente de 75 mil a consecuencia de desvíos en ríos. Para este caso, se considera como un costo social lo que puede llegar a incurrir la sociedad por tener que movilizar a esta cantidad de personas a otro lugar (25 mil personas, considerando 5 personas por hogar, se tendría aproximadamente 5 mil hogares). La siguiente tabla presenta los resultados para seis escenarios de porcentaje de hogares que se tendrían que desplazar a otro lugar, y que, por ende, tendrían que incurrir en costos por su desplazamiento, por ejemplo, de arrendamiento. Con un porcentaje del 20% de hogares que se desplazaran a causa de la inundación, el gasto aproximado por arriendo durante sesenta años de duración del proyecto, ascendería a entre \$us. 12,1 y \$us. 14,8 millones de dólares.

**Tabla 14. VPN del Gasto en Arriendo que la Sociedad tendría que Incurrir por el Desplazamiento de Personas Afectadas por la Inundación de Terrenos**

	5%	20%	40%	60%	80%	100%
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 3,039,405	\$ 12,157,622	\$ 24,315,244	\$ 36,472,866	\$ 48,630,487	\$ 60,788,109
<b>Gasto por Arriendo*</b>	\$ 3,377,117	\$ 13,508,469	\$ 27,016,937	\$ 40,525,406	\$ 54,033,875	\$ 67,542,344
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 3,714,829	\$ 14,859,316	\$ 29,718,631	\$ 44,577,947	\$ 59,437,262	\$ 74,296,578

\* El valor (actualizado a 2016) considerado como gasto por arriendo es tomando de CSF (2007)

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

## **5.4. Valoración monetaria de los impactos ambientales, sociales y económicos vinculados con el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) del caso de estudio Eólica del Sur**

En el caso de estudio de Eólica del Sur se planteó para el análisis que el proyecto tendría una duración aproximada de 30 años de vida útil. Se estimaron en términos monetarios los siguientes conceptos:

### a) Privado

- Beneficios (ingresos menos costos) logrados a lo largo del proyecto.
- Inversión inicial del proyecto.
- VPN del flujo de inversión menos los beneficios financieros.

### b) Social

- Generación de empleos directos e indirectos logrados en la etapa de implementación del proyecto.
- Pérdida de producción agrícola y ganadera.
- Pérdida de servicios ecosistémicos.
- Impactos sobre la avifauna.
- Retribución o pago a los pobladores por las tierras.

### **5.4.1. VPN del flujo de inversión menos beneficios financieros**

Dentro de los beneficios financieros privados originados por el proyecto Eólica del Sur se contempla la producción y venta de la energía generada a través de esta tecnología, menos los costos de operación y mantenimiento, y menos la inversión a un periodo de aproximadamente treinta años (éste es un promedio a nivel mundial de la vida útil de este tipo de proyectos). Al igual que lo realizado para el caso de Cabo Dorado, se estima el Valor Presente Neto del flujo de beneficios financieros a lo largo de la vida útil del proyecto.

Según la Manifestación de Impacto Ambiental, este proyecto tiene la capacidad de generar aproximadamente 1,310 GWh/año. Para el caso de los costos de operación y mantenimiento se recurre al estudio "Costo y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión del Sector Eléctrico" de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (COPAR,

2012). Finalmente, la MIA y otros estudios indican que la inversión aproximada de este proyecto se sitúa entre 763 millones y 766 millones de dólares. Se estima que el VPN de las ganancias del proyecto podría estar entre 235 millones y 288 millones de dólares, considerando un precio de venta de la energía de \$us. 0.077 por KWh generado (Tabla 10).

**Tabla 15. Valor Presente Neto de los Beneficios Financieros por la Generación de Electricidad (\$us. x 30 años)**

Precio (\$us./KWh)	VPN Ganancias (\$us.)
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 235,931,251
<b>\$ 0.077*</b>	\$ 262,145,834
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 288,360,417
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 398,282,190
<b>\$ 0.090**</b>	\$ 442,535,767
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 486,789,343
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 519,408,571
<b>\$ 0.100**</b>	\$ 577,120,634
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 519,408,571
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 1,125,040,477
<b>\$ 0.150**</b>	\$ 1,250,044,974
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 1,375,049,472

\* El precio (actualizado a 2016) de la energía se obtuvo de CSF (2007)

\*\* Se consideró tres valores superiores del precio de energía a partir del dato utilizado en CSF (2007)

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

#### **5.4.2. Generación de empleos directos e indirectos logrados en la etapa de implementación del proyecto**

En el caso de la construcción del parque eólico en la Ventosa, Oaxaca, en la fase de construcción se generaron aproximadamente 120 empleos de manera directa. Tomando este referente, para el caso de Eólica del Sur se pueden suponer tres escenarios, en el cual en el primero se emplean aproximadamente 1,000 personas, en el segundo 2,000 y en el tercero 3,000 personas de manera directa e indirecta. Por otro lado, este tipo de proyecto sólo emplea o genera la mayor cantidad de empleos en la fase de construcción, en este caso se consideró el primer año. La estimación demuestra que, por ejemplo, en el escenario de generación de 1,000 empleos, la cantidad de derrama económica estaría aproximadamente entre 1,5 millones y 5,4 millones de dólares considerando cinco escenarios, desde el pago de un salario mínimo hasta cinco.

**Tabla 16. Valor Presente Neto de la Generación de Empleos Directos e Indirectos en la Zona (\$us. x el primer año de instalación del proyecto)**

Salarios Mínimos	1	2	3	4	5
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 976,449.87	\$ 1,952,899.73	\$ 2,929,349.60	\$ 3,905,799.47	\$ 4,882,249.34
<b>VPN - 1.000 Personas</b>	\$ 1,084,944.30	\$ 2,169,888.59	\$ 3,254,832.89	\$ 4,339,777.19	\$ 5,424,721.49
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 1,193,438.73	\$ 2,386,877.45	\$ 3,580,316.18	\$ 4,773,754.91	\$ 5,967,193.63
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 1,952,899.73	\$ 3,905,799.47	\$ 5,858,699.20	\$ 7,811,598.94	\$ 9,764,498.67
<b>VPN - 2.000 Personas</b>	\$ 2,169,888.59	\$ 4,339,777.19	\$ 6,509,665.78	\$ 8,679,554.38	\$ 10,849,442.97
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 2,386,877.45	\$ 4,773,754.91	\$ 7,160,632.36	\$ 9,547,509.81	\$ 11,934,387.27
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 2,929,349.60	\$ 5,858,699.20	\$ 8,788,048.81	\$ 11,717,398.41	\$ 14,646,748.01
<b>VPN - 3.000 Personas</b>	\$ 3,254,832.89	\$ 6,509,665.78	\$ 9,764,498.67	\$ 13,019,331.56	\$ 16,274,164.46
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 3,580,316.18	\$ 7,160,632.36	\$ 10,740,948.54	\$ 14,321,264.72	\$ 17,901,580.90

Se consideró un salario mínimo por día de \$. 73.04 pesos mexicanos.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

### 5.4.3. Pérdida de producción agrícola y ganadera

En el terreno donde se piensa llevar a cabo el desarrollo del proyecto (aproximadamente 5,350 hectáreas) existen comunidades que dedican sus terrenos tanto a la producción agrícola y ganadera. De toda la extensión destinada al proyecto, casi un 70% son tierras donde se realiza agricultura, un 25% donde se realiza ganadería y el restante es selva baja espinosa. En un caso similar sobre cambio de uso de suelo para proyectos de energía, CSF (2007) estima que la pérdida de ingresos económicos para la población se sitúa entre 16 mil y 19,5 mil pesos mexicanos al año. Con esta información, se puede calcular la pérdida de ingresos económicos por la pérdida de hectáreas destinadas para la producción en la zona del proyecto Eólica del Sur. La siguiente tabla presenta los resultados de siete escenarios de pérdida porcentual del terreno total para las actividades de agricultura y ganadería, y al mismo tiempo, dos escenarios de un rango inferior y superior del VPN. Las estimaciones demuestran, por ejemplo, que si se llegara a perder un 40% de terreno destinado a la producción agrícola y ganadera de la comunidad, las pérdidas económicas podrían ascender aproximadamente entre 253 millones y 310 millones de dólares por todo el periodo que dure el proyecto (30 años de vida útil).

**Tabla 17. VPN de la Pérdida de Ingresos Económicos de la Comunidad por Pérdida de Terreno Destinada a la Producción de Agricultura y Ganadería (\$us. Americanos por 30 Años de Vida del Proyecto)**

	10%	25%	40%	55%	70%	85%	100%
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 57,099,635	\$ 142,749,088	\$ 228,398,540	\$ 314,047,993	\$ 399,697,445	\$ 479,636,934	\$ 570,996,350
<b>VPN Agricultura Esc.1*</b>	\$ 63,444,039	\$ 158,610,097	\$ 253,776,156	\$ 348,942,214	\$ 444,108,272	\$ 532,929,927	\$ 634,440,389
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 69,788,443	\$ 174,471,107	\$ 279,153,771	\$ 383,836,435	\$ 488,519,100	\$ 586,222,920	\$ 697,884,428
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 69,788,443	\$ 174,471,107	\$ 279,153,771	\$ 383,836,435	\$ 488,519,100	\$ 586,222,920	\$ 697,884,428
<b>VPN Agricultura Esc.2*</b>	\$ 77,542,714	\$ 193,856,786	\$ 310,170,857	\$ 426,484,928	\$ 542,799,000	\$ 651,358,799	\$ 775,427,142
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 85,296,986	\$ 213,242,464	\$ 341,187,943	\$ 469,133,421	\$ 597,078,900	\$ 716,494,679	\$ 852,969,856

\* El precio (actualizado a 2016) de la pérdida de producción se obtuvo de CSF (2007)

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

#### 5.4.4. Pérdida de Servicios Ecosistémicos

Según la Manifestación de Impacto Ambiental, del total de terreno destinado para la implementación del proyecto 46.4 hectáreas corresponden a selva baja espinosa y 1,442 hectáreas a pastizales. El cambio de uso de suelo provocaría la pérdida total o parcial de los servicios ecosistémicos presentes en ellos. En el caso de la selva baja espinosa, según Constanza (1997), una hectárea al año presta servicios ecosistémicos por un valor de aproximadamente 6,000 dólares americanos (valores de 2016). En el caso de los pastizales, uno de los servicios ecosistémicos que prestan es la captura de carbono. Una hectárea logra capturar aproximadamente 82,6 toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente (CO<sub>2</sub>eq). Con esta información, se puede calcular el VPN de la pérdida de los servicios ecosistémicos tanto de la selva baja espinosa como de los pastizales a lo largo de los treinta años de duración del proyecto.

En la siguiente tabla se presentan las aproximaciones de los resultados en dólares americanos para siete escenarios de pérdida porcentual de la cantidad de terreno, ya sea de selva baja espinosa o de pastizal. Es necesario indicar que se observa mayor la cantidad de pérdida económica en el caso del pastizal, debido a que también es el tipo de terreno con mayor extensión considerado en el proyecto.

**Tabla 18. VPN por la Pérdida de Servicios Ecosistémicos tanto de Selva Baja Espinosa y de Pastizal (Dólares de 2016)**

% Afectación	10%	25%	40%	55%	70%	85%	100%
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 260,837	\$ 652,093	\$ 1,043,348	\$ 1,434,604	\$ 1,825,859	\$ 2,217,115	\$ 2,608,370
<b>VPN SE Selva Baja*</b>	\$ 289,819	\$ 724,547	\$ 1,159,276	\$ 1,594,004	\$ 2,028,732	\$ 2,463,461	\$ 2,898,189
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 318,801	\$ 797,002	\$ 1,275,203	\$ 1,753,404	\$ 2,231,606	\$ 2,709,807	\$ 3,188,008
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 1,406,754	\$ 3,516,884	\$ 5,627,015	\$ 7,737,146	\$ 9,847,276	\$ 11,957,407	\$ 14,067,538
<b>VPN CO2 Pastizal**</b>	\$ 1,563,060	\$ 3,907,649	\$ 6,252,239	\$ 8,596,829	\$ 10,941,418	\$ 13,286,008	\$ 15,630,597
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 1,719,366	\$ 4,298,414	\$ 6,877,463	\$ 9,456,511	\$ 12,035,560	\$ 14,614,608	\$ 17,193,657

\* El valor (actualizado a 2016) de la pérdida de servicios ecosistémicos es tomando de Constanza et al., (1997)

\*\*El precio considerado para la captura de carbono es de \$us.12.7 americanos por tonelada de CO<sub>2</sub>.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

#### 5.4.5. Retribución o Pago a los Pobladores por las Tierras

La retribución que la empresa tiene previsto entregar a la comunidad como arriendo por las tierras que ocupe para la implementación del proyecto es de aproximadamente 0.08 pesos mexicanos por metro cuadrado. Teniendo esta información, se presentan siete escenarios del porcentaje de tierra total del proyecto que la empresa podría llegar a arrendar a los comuneros. Por otro lado, se presentan tres escenarios con valores de compensaciones, una inferior (\$. 0.04 MEX/m<sup>2</sup>) y una superior (\$. 0.12 MEX/m<sup>2</sup>), al que la empresa desearía emplear. Considerando el monto de retribución de \$ 0.08 pesos mexicanos por m<sup>2</sup> y que la cantidad de terreno arrendado del total de la implementación del proyecto fuera de entre 40 y 50%, el monto desembolsado hacia la comunidad estaría aproximadamente entre \$us. 930 mil y \$us. 1,2 millones de dólares americanos.

**Tabla 19. VPN del Monto que la Empresa desembolsaría a la Comunidad en Función al Porcentaje de Tierra Arrendada (Dólares de 2016)**

Pago por Tierras	10%	25%	40%	55%	70%	85%	100%
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 104,754	\$ 261,885	\$ 419,016	\$ 576,147	\$ 733,277	\$ 890,408	\$ 1,047,539
<b>VPN (Precio = \$. 0.04 MEX)</b>	\$ 116,393	\$ 290,983	\$ 465,573	\$ 640,163	\$ 814,753	\$ 989,343	\$ 1,163,933
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 128,033	\$ 320,081	\$ 512,130	\$ 704,179	\$ 896,228	\$ 1,088,277	\$ 1,280,326
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 209,508	\$ 523,770	\$ 838,031	\$ 1,152,293	\$ 1,466,555	\$ 1,780,817	\$ 2,095,079
<b>VPN (Precio = \$. 0.08 MEX)*</b>	\$ 232,787	\$ 581,966	\$ 931,146	\$ 1,280,326	\$ 1,629,506	\$ 1,978,685	\$ 2,327,865
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 256,065	\$ 640,163	\$ 1,024,261	\$ 1,408,358	\$ 1,792,456	\$ 2,176,554	\$ 2,560,652
<b>Rango: Superior 10%</b>	\$ 314,262	\$ 785,654	\$ 1,257,047	\$ 1,728,440	\$ 2,199,832	\$ 2,671,225	\$ 3,142,618
<b>VPN (Precio = \$. 0.12 MEX)</b>	\$ 349,180	\$ 872,949	\$ 1,396,719	\$ 1,920,489	\$ 2,444,258	\$ 2,968,028	\$ 3,491,798
<b>Rango: Inferior 10%</b>	\$ 384,098	\$ 960,244	\$ 1,536,391	\$ 2,112,538	\$ 2,688,684	\$ 3,264,831	\$ 3,840,977

\* Valor expresado por la empresa como monto de compensación por cada m<sup>2</sup> de tierra arrendada.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

#### 5.4.6. Impactos sobre la Avifauna

Uno de los principales problemas que genera el desarrollo de proyectos eólicos es la afectación a aves y murciélagos, principalmente cambiando o influyendo en rutas de vuelo y generando mortalidad (Osborn *et. al.*, 2000). A nivel nacional, casi no existen estudios sobre este campo; a nivel internacional la mayoría de los trabajos están realizados en países desarrollados. Por ejemplo, Cheskey y Zedan (2010) estiman que cada aerogenerador instalado en Estados Unidos provoca un máximo de nueve aves muertas. En el caso de España, Vizkaya (2005) demuestra que cada aerogenerador origina una mortalidad entre 1.2 y 64.3 muertes, dependiendo de la especie analizada. Finalmente, Smallwood (2007), estima para el caso de California en Estados Unidos que cada MW generado provoca 4.7 muertes. Con esta información, se puede tratar de obtener un aproximado del número de muertes potenciales que podría ocurrir en la zona de desarrollo del proyecto Eólica del Sur. El proyecto Eólica del Sur proyecta tener una capacidad de generación de 396 MW, con lo cual se puede producir hasta 1,310 GW hora al año. Para generar esa cantidad de energía se tiene planeada la instalación y puesta en marcha de aproximadamente 132 aerogeneradores, lo que provocaría aproximadamente unas 1,900 muertes de aves (Tabla 15).

**Tabla 20. Número Aproximado del Número de Muertes que se Podrían Provocar en la Zona de Desarrollo del Proyecto Eólicos del Sur**

<b>Aerogeneradores</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>132</b>	<b>140</b>	<b>160</b>	<b>180</b>
<b>Rango: Superior 10%</b>	1,084	1,355	1,626	1,789	1,897	2,168	2,439
<b>Prom. N° Aves Muertas (Año)*</b>	1,204	1,506	1,807	1,987	2,108	2,409	2,710
<b>Rango: Superior 10%</b>	1,325	1,656	1,987	2,186	2,319	2,650	2,981

\* Valor obtenido a través de la revisión de estudios internacionales.

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Finalmente, es necesario indicar que el proyecto reporta que la implementación del parque eólico evitará la emisión anual de 879 mil toneladas de Gases de Efecto Invernadero.

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

La implementación de cualquier tipo de proyecto en determinada área del territorio nacional, ya sea energético, turístico, de extracción minera o de infraestructura –entre muchos otros–, genera tanto beneficios y costos privados, como beneficios y costos ambientales y sociales. En términos económicos y de bienestar, estos beneficios y costos sociales están estrechamente ligados con el término de las externalidades (positivas y negativas). El hecho de no incorporar estas externalidades en el análisis económico de los proyectos, puede llegar a generar condiciones no óptimas o no deseadas por algunos sectores de la sociedad. En otras palabras, el no incorporar estas externalidades provoca que tanto beneficios como costos sean transferidos de un sector de la sociedad a otros sectores, sin una compensación de por medio. Dentro de la economía ambiental están disponibles diferentes instrumentos de política pública, como por ejemplo i) políticas descentralizadas, ii) instrumentos de regulación directa y control y/o iii) instrumentos basados en el mercado, para tratar de internalizar estas externalidades. En este sentido, lo que resulta muy relevante, es que tanto los inversionistas, como el gobierno en sus distintos niveles, las comunidades involucradas y la sociedad en su conjunto sean conscientes del impacto positivo o negativo de estas externalidades y de qué forma deben incorporarse dentro de los proyectos, a fin de obtener el máximo beneficio común con los menores impactos ambientales y sociales posibles.

A través del análisis de estos tres casos de estudio se pudo evidenciar, desde un punto de vista práctico, que estos proyectos generan tanto beneficios y costos privados, como ambientales y sociales. El hecho de no considerarlos, puede llegar a provocar situaciones ineficientes desde un punto de vista económico, social y ambiental. En ese sentido, y a fin de evitar –o reducir al mínimo– el número de proyectos que generan problemas socio-ambientales como los sucedidos en el gasto de la devastación de manglar en Tajamar, Quintana Roo; el derrame de sustancias químicas tóxicas provenientes de la actividad minera en el Río Sonora, por mencionar únicamente dos ejemplos, es necesario y urgente que los instrumentos de política pública ambiental en México, particularmente el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA), incluyan en su elaboración un análisis no sólo cualitativo, sino cuantitativo, del impacto de los proyectos sobre la sociedad tanto desde el punto de vista privado como ambiental y social.



De igual forma, esta investigación, además de demostrar la importancia de incluir estas estimaciones cuantitativas dentro del análisis de los proyectos, intenta motivar al sector económico socio-ambiental del país a pensar en el desarrollo de instrumentos o estrategias que hagan que estas externalidades, principalmente las negativas, se reduzcan o se eliminen para mejorar el bienestar de la sociedad, lo cual reeditarán automáticamente en un beneficio económico y brindará mayor certidumbre a las inversiones que se realizan en el país, elevando así nuestro nivel de competitividad frente a otras naciones del mundo

Finalmente, es importante mencionar que las estimaciones cuantitativas realizadas en este primer ejercicio se realizaron con información pública, por lo que no pretenden ser definitivas y deben ser tomadas con precaución. El objetivo fue emplearlas como un ejercicio para demostrar la importancia de incorporar estos beneficios y costos ambientales y sociales dentro del análisis de proyectos y/o políticas públicas.

## Bibliografía

- Balderrama Parada, Pedro, 1997. *Economía de mercado y regulación ambiental*. Tesis de Licenciatura en Economía. U.C.B. La Paz - Bolivia.
- Balogh J. & W Walker, 1992. *Golf course management and construction: environmental issues*. Lewis Publishers. United States of America.
- Baumol, William and Wallace Oates, 1988. *The theory of environmental policy*. Second Edition, Cambridge University Press.
- Bunge V, 2011. Ejercicio preliminar y del impacto de la iniciativa de desarrollo turístico Cabo Cortés, B.C.S., Documento de Trabajo de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Castro Luis, Juan Caycedo, Andrea Jaramillo y Liana Morera, 2002. *Aplicación del principio contaminador – pagador en América Latina*. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos de la CEPAL. Santiago de Chile.
- Cheskey E. & A Zedan. 2010. *What birders in Ontario think about wind energy in relation to birds*, Ontario birds.
- Comisión Federal de Electricidad, 2012. *Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión del Sector Eléctrico (COPAR)*.
- CONAMA, 1998. *Repertorio de instrumentos económicos para la gestión ambiental*. Documento de trabajo número cuatro – serie económica ambiental. Chile.
- Constanza *et. al.*, 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature* 387: 253-260.
- Conservation Fund Strategy (CSF), 2007. *Tenosique: análisis económico-ambiental de un proyecto hidroeléctrico en el Río Usumacinta, México*. Serie Técnica 10. Conservation Strategy Fund.
- Diez de Sollano, Xavier, 2000. *Instrumentos económicos ambientales*. D.F. México. Comisión de ecología y medio ambiente.
- Barry, Field 1992. *Economía Ambiental: una introducción*. McGraw-Hill.
- Garrido – Lecca, Hernán, 1997. *Los bienes públicos y la falla del mercado*. *Economía y ecología: encuentros y desencuentros*. D.F. – México.
- Henderson, James y Richard Quandt, 1971. *Teoría microeconómica*. McGraw-Hill.
- JLL's Hotels & Hospitality Group, 2015. *Hotel Intelligence Mexico*. <http://www.jll.com.mx/mexico/en-us/research/62/hotel-intelligence-mexico-2015>
- Martínez, Ariel J., 1995. *Curso a distancia de economía ecológica: red de formación ambiental del PNUMA*. D.F. – México.
- Miller y Meiners, 1990. *Microeconomía*. Tercera edición, McGraw-Hill.
- Morales, Juan Antonio y José Luis Evia, 1995. *Minería y medio ambiente en Bolivia*. Documento de trabajo N° 4, Instituto de Investigaciones Socio – Económicas. La Paz – Bolivia.

- Osborn, R.G., *et.al.*, 2000. Bird mortality associated with wind turbines at the Buffalo Ridge Wind Resources Area, Minnesota. *Am. Midl. Nat* 143: 41-52.
- Proskin, J., 2008. Implications of Eutrophication for Lake Tourism in Québec. *Les grands équipements touristiques* 27: 59-61.
- Quadri de la Torre, Gabriel. 1994. Economía, sustentabilidad y política ambiental. Secretaría de Desarrollo Social. D.F. - México.
- Reyes Bonilla *et. al.*, SF. Servicios ambientales en arrecifes coralinos: El caso del Parque Nacional Cabo Pulmo, Baja California Sur. Baja California, México.
- Smallwood K.S., 2007. Estimating Wind Turbine-Caused Bird Mortality. *Techniques and Technology Article*. DOI: 10.2193/2007-006.
- UNEP-WCMC, 2006. In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs. UNEP-WCMC, Cambridge, UK 33 pp.
- Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS), 2014. Análisis de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto "Cabo Dorado". [https://fercordovatapia.files.wordpress.com/2016/01/analisis\\_manifestacion-de-impacto-ambiental\\_cabo-dorado\\_uccs\\_2014.pdf](https://fercordovatapia.files.wordpress.com/2016/01/analisis_manifestacion-de-impacto-ambiental_cabo-dorado_uccs_2014.pdf)
- Varian, Hall, 1992. Microeconomía intermedia: un enfoque moderno. Universidad de Michigan.
- La transparencia, el acceso a la información y la participación en el Procedimiento de Evaluación de Impacto Velasco, A.P., A.D Cerami Ulisse, U. Garzón.A., de la Fuente y F.Cravioto, 2015. Ambiental en México: propuestas para su fortalecimiento. Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C., Fundar Centro de Análisis e Investigación, A.C.



**Centro Mexicano de Derecho Ambiental**



**CEMDA**



**Centro Mexicano de Derecho Ambiental**

**[www.cemda.org.mx](http://www.cemda.org.mx)**