



Medición de impactos socioeconómicos en estudios ambientales: Una aproximación metodológica


Measuring socioeconomic impacts in environmental studies: A methodological approach

Luis Amado Sánchez-Alcalde¹, Manuel A. Zambrano Monserrate² y Ana Elena González Guzmán³

Fecha de recepción: 28 de noviembre del 2023
Fecha de aceptación: 12 de febrero del 2024

1 Nacionalidad: peruana. Adscripción: Universidad Autónoma de Coahuila  ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7501-4421>
Correo: sanchez.amado@uadec.edu.mx

2 Nacionalidad: ecuatoriana. Adscripción: Universidad de Especialidades Espíritu Santo  ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0025-7901>
Correo: manuelzambranom@uees.edu.ec

3 Nacionalidad: mexicana. Adscripción: Universidad Autónoma de Coahuila  ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1040-6521>
Correo: aegg1992@outlook.com



Clasificada como competente internacional por Conahcyt



LICENCIA:
Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Resumen

La evaluación (*ex — ante*) de los impactos físicos y biológicos en un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) goza de una metodología revisada y apoyada por la mayoría de la comunidad científica, descansando su medición, en cuanto a intensidad, en diversos parámetros reconocidos internacionalmente, como los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o los Límites Máximos Permisibles (LMP). Sin embargo, ¿cuáles son los parámetros para evaluar los impactos socioeconómicos en un EIA? y ¿qué indicador usar para medir dichos impactos? Estas preguntas pretenden ser respondidas en el presente trabajo, el cual representa una aproximación metodológica, que toma como soporte la teoría económica actual y en donde se construye un grupo de indicadores de intensidad y sus respectivos parámetros. Se espera que esta propuesta pueda ser una referencia para evaluadores, consultores y que sea continuamente revisada por la comunidad científica, y que de esta manera los EIAs sean mejor elaborados y puedan ser idóneos para la toma de decisiones ambientales.

Palabras Clave: EIA, Indicadores Socioeconómicos, Economía, Regional, Metodología.

Abstract

The assessment (*ex — ante*) of the physical and biological impacts in an Environmental Impact Assessment (EIA) has a methodology reviewed and supported by the majority of the scientific community, such as Environmental Quality Standards (ECA) or Maximum Permissible Limits (MPL). However, what are the parameters to assessment socioeconomic impacts in an EIA? And what indicator to use to measure these impacts? These questions are intended to be answered in this work through a methodological approach, taking current economic theory as support and constructing a set of intensity indicators and their respective parameters. It is expected that this proposal can be a reference for evaluators, consultants and that it be continually reviewed by the scientific community, and that in this way the EIAs are better prepared and can be suitable for making environmental decisions.

Keywords: EIA, Socioeconomic Indicators, Economy, Regional, Methodology.

Introducción

El concepto de impacto proviene de la idea del cambio que produce la actividad humana sobre algún componente del sistema. En el contexto del ambiente, la literatura señala que un impacto se refiere al cambio que produce dicha actividad humana sobre algún componente físico, biológico o social (Carlos, 2015). En este sentido, los Estudios de Impacto Ambiental (EIAs) son aquellos que tienen por objetivo valorar, de manera *ex — ante*, los cambios en el ecosistema o ambiente producidos por el hombre. Dicha valoración requiere de un análisis multidisciplinario en donde la ingeniería, la biología y las ciencias sociales convergen hacia un solo fin.

Sin embargo, la tarea no es sencilla, pues si bien los impactos físicos y biológicos pueden medirse en función de Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), Límites Máximos Permisibles (LMPs) u otro método respaldado por las ciencias naturales, en el caso de los impactos socioeconómicos, por pertenecer a las ciencias sociales, estos pueden tener valoraciones subjetivas, lo que conlleva a resultados sesgados. Una correcta evaluación de un EIA debe ser lo suficientemente rigurosa de tal forma que se refleje adecuadamente el cambio en los agentes afectados por algún proyecto, programa o política; como por ejemplo aquellas actividades relacionadas a la extracción de recursos naturales (minería, hidrocarburos, especies forestales, entre otros). Si bien es cierto que gracias a guías y manuales realizados por organizaciones gubernamentales nacionales e internacionales se puede tener una idea de qué variables ambientales y sociales incluir en un estudio de impacto ambiental, aún es escasa la literatura donde se indica cómo medir el impacto *ex — ante* sobre las variables socioeconómicas.

En este sentido, el presente trabajo tiene por objetivo proponer una metodología teórica y práctica para evaluar de manera *ex — ante* los impactos socioeconómicos en el contexto de un EIA. Para ello se recurre a la teoría económica relacionada con aspectos ambientales y a la construcción de indicadores cuantitativos basados en términos de intensidad. A continuación, se presenta el soporte teórico, luego una breve discusión de la forma en que se evalúan los impactos socioeconómicos en el contexto de un EIA a nivel internacional. Posteriormente se muestra la metodología propuesta, junto con un ejercicio práctico, y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

1. Aspectos teóricos y conceptos relevantes

En esta sección se presentan los aspectos teóricos relevantes y necesarios para soportar la propuesta de los indicadores. Por un lado, es pertinente el concepto de teoría del cambio, el cual según Rogers (2014) se refiere a la teoría que tiene como hipótesis que un conjunto de actividades produzca una serie de resultados identificados como impactos. Es decir, el impacto tiene en su naturaleza misma el cambio de una variable. Traducido al contexto de interés de este trabajo, el impacto ambiental representa un cambio sobre las variables físicas, biológicas y socioeconómicas. Cambio que deberá ser medido correctamente.

Para abordar el cambio en el contexto socioeconómico se escogió la teoría económica ortodoxa. En primer lugar, la economía ambiental como corriente teórica relativamente nueva, y cuyo campo de acción se basa en procurar los problemas ambientales a través del uso de instrumentos microeconómicos. Asimismo, se recurrió a la economía regional, la cual ha tomado relevancia en la última década (para el caso de América Latina) por sus aplicaciones en la toma de decisiones espaciales y de ordenamiento territorial. De la misma manera, se usó el concepto de *revenue sharing* o repartición de las rentas, pero en el contexto de los recursos naturales.

A continuación, el detalle de las teorías y conceptos.

1.1 La aplicación de la economía ambiental en la toma de decisiones políticas

La economía ambiental es una disciplina relativamente nueva que surge como respuesta a la necesidad de abordar los problemas ambientales desde una óptica económica. Si bien se puede decir que la economía ambiental tiene raíces históricas en el pensamiento económico clásico, como el trabajo de Thomas Malthus en el siglo XVIII, la disciplina en sí misma comenzó a desarrollarse en la década de los 60 y 70, en el contexto del creciente interés en los problemas ambientales a nivel global (Lewis & Tietenberg, 2019).

Uno de los primeros hitos importantes en el desarrollo de la economía ambiental fue la publicación del libro “La tragedia de los comunes” en 1968, escrito por Garrett Hardin. En este libro se plantea el problema de la sobreexplotación de los recursos comunes, como los océanos, los bosques y la atmósfera, y se sugiere que la solución a este problema puede encontrarse en mecanismos económicos que internalicen los costos ambientales (Hanley, et al., 2019).

Posteriormente, en la década de los 70, se desarrollaron nuevas herramientas y modelos económicos para abordar los problemas ambientales, como el análisis costo-beneficio y el diseño de políticas públicas para incentivar la protección del medio ambiente. El ejemplo clásico de esto son los impuestos pigouvianos, que buscan internalizar los costos y beneficios sociales que se producen sobre terceros cuando los agentes económicos toman decisiones privadas.

La economía ambiental ha soportado, y lo sigue haciendo actualmente, teóricamente los estudios de impacto ambiental en la práctica. Varios manuales sobre evaluación de impacto ambiental en las diferentes direcciones públicas de los gobiernos tienen como herramienta la valoración económica del ambiente, el análisis costo — beneficio socioambiental y la tasa de descuento socioambiental, los cuales pueden ser definidos como instrumentos microeconómicos para la toma de decisiones ambientales en el sector público. Probablemente la herramienta que más se ha usado en los últimos años sea la valoración económica del ambiente o de los servicios ecosistémicos, la cual permite abordar a aquellos bienes y servicios no mercadeables e internalizarlos para la toma de decisiones económicas (Haro y Taddei, 2010).

Asimismo, debe indicarse que la aplicación de la economía ambiental en la toma de decisiones o la elaboración de políticas públicas no sólo se orienta a dirigir teóricamente los EIAs, sino además se ha incorporado en el análisis macroeconómico, en específico en la medición del Producto Interno Bruto; por ejemplo, en el caso de las cuentas nacionales mexicanas en donde, a partir del concepto de externalidades ambientales negativas, se calcula el Producto Interno Neto Ecológico — PINE (INEGI, 2018).

1.2 El enfoque de la economía regional

La economía regional es una rama de la economía que se enfoca en el análisis de una región específica, en lugar de la economía de un país o del mundo en su conjunto. Esta disciplina se centra en el estudio de las condiciones económicas y los procesos que afectan a una región determinada, incluyendo factores como el empleo, la producción, el comercio y la inversión.

Esta rama se interesa por comprender las dinámicas económicas que ocurren en una región determinada, y cómo estas pueden ser influenciadas por factores externos como la globalización, las políticas gubernamentales y las tendencias económicas a nivel nacional e internacional. Asimismo, la

economía regional estudia cómo las condiciones económicas locales influyen en el bienestar de la población, la distribución de la riqueza y el desarrollo sostenible de la región (Hoover & Giarratani, 2020).

Los estudios pueden ser realizados tanto por gobiernos, instituciones académicas y organismos internacionales, como por empresas y organizaciones que desean entender las dinámicas económicas y las oportunidades de inversión en una región determinada. En muchos casos, la economía regional es considerada un enfoque útil para entender las desigualdades económicas y sociales que existen entre diferentes regiones de un país y para diseñar políticas que promuevan un desarrollo más equitativo y sostenible en cada una de estas áreas geográficas (Hoover y Giarratani, 2020).

En cuanto a la relación entre el enfoque regional y el impacto ambiental, Ken y Barradas (2021) indican que “En América Latina y el Caribe se presentan territorios diversos en cuanto a las condiciones naturales: unos con alta diversidad biológica y riquezas naturales, otros con serios procesos de degradación y fuertes limitaciones de recursos naturales o con riesgos de catástrofes... En el medio rural el uso de los recursos naturales como agua, suelos y vegetación suele ser el eje central de las inversiones.” (p. 97). Esto indicaría que el espacio (la región), y todos los componentes bióticos y abióticos que lo conforman, es potencialmente afectado por las dinámicas económicas a través de los proyectos de inversión.

1.3 El uso del *revenue sharing* en las rentas por recursos naturales

El reparto de ingresos o *revenue sharing* es un enfoque utilizado para distribuir los beneficios económicos generados por la explotación de los recursos naturales, entre diferentes actores interesados, como el gobierno, las empresas y las comunidades locales (Hilmawan & Clark, 2019). Además, el reparto de ingresos puede ser una de las herramientas para abordar asuntos de justicia ambiental (Schroeder, 2008). Por ejemplo, en ciertas regiones, se han implementado acuerdos en los que las comunidades reciben una parte de los ingresos generados por el ecoturismo o la conservación de áreas naturales protegidas. Esto crea incentivos para que las comunidades locales participen activamente en la preservación del medio ambiente y los recursos naturales en sus territorios.

Los ingresos generados por la extracción o explotación de recursos naturales, como petróleo, gas, minerales, madera, entre otros, se distribuyen entre los diferentes actores involucrados. Esta distribución puede ser de diferentes formas, incluyendo el pago de impuestos y regalías al gobierno, el pago de dividendos a los accionistas de la empresa y la asignación de fondos para programas y proyectos de desarrollo comunitario (Henri, 2019). En América Latina la experiencia indica que este reparto se ha realizado en forma de transferencias intergubernamentales (Acquatella et al., 2013), las cuales tienen un destino de gasto mayormente de capital (Muineló, 2022), siendo que estas se han vuelto muy populares e importantes en la estructura de fuentes de financiamiento, relegando en parte a los ingresos propios de los gobiernos locales (Sánchez, 2018). Asimismo, estudios recientes para algunos países de la región revelan que la repartición de estas rentas tiene el potencial de generar alta desigualdad territorial (Brosio et al., 2018).

La idea detrás de este reparto es asegurar que las comunidades locales, donde se extraen los recursos reciban una parte justa de los beneficios económicos generados por su explotación. En muchos casos, estas comunidades pueden verse afectadas por la actividad extractiva, como la contaminación del agua o el aire, la pérdida de tierras o la interrupción de sus actividades económicas tradicionales (Ahmadov & Van Der Borg, 2019).

Al permitir que las comunidades locales participen en el reparto se espera que puedan beneficiarse de la explotación de los recursos naturales y que se puedan desarrollar programas y proyectos que fomenten su bienestar y su desarrollo sostenible. No obstante, este mecanismo también puede presentar desafíos, como la asignación justa de los ingresos y la garantía de que los fondos se utilicen de manera efectiva para beneficio de las comunidades locales. Algunos casos que podrían considerarse una buena práctica de este enfoque se basan en la inversión de rentas por recursos naturales en educación que realizaron algunos países africanos ricos en recursos no renovables (Unesco, 2013).

2. La discusión de cómo medir los impactos ambientales

El EIA tiene antecedentes en el siglo pasado, pues la toma de decisiones ambientales *ex - ante* se ha vuelto una necesidad imperante en la sociedad, esto debido a aspectos latentes y fácticos de daño ambiental y su implicancia sobre el bienestar socioeconómico, los cuales se han manifestado con mayor frecuencia a partir de los años 60 y 70 del siglo anterior. Los principales métodos para la valoración de los impactos en un EIA son la Matriz de Leopold y el Método de Battelle-Columbus. Según Coria (2008) en ambas metodologías se supone que los impactos pueden sumarse numéricamente, lo cual es cuestionable según el autor, además de observarse una subjetividad latente. Adicionalmente, el autor reflexiona sobre la falta de multidisciplinariedad en los EIAs.

Un aporte significativo en pro de la rigurosidad numérica y la distancia respecto a la subjetividad de la valoración de los impactos es el de Conesa (1997), quien propone un atributo de Intensidad (I), el cual es cuantificable. Sin embargo, la medición depende de la “experiencia” del investigador o consultor. En este sentido, Plazas et al. (2009) advierten que:

Dentro de las principales limitaciones de las técnicas e instrumentos empleados para dicha valoración, se destacan la subjetividad de los parámetros y ponderadores de los modelos usualmente empleados y, la multicolinealidad no desentrañada de variables que portan gran cantidad de información similar (pág. 4937).

Por otro lado, se sabe *a priori* qué indicadores ambientales, sociales y económicos deben estar presentes en un EIA (la incorporación de estos ha sido un proceso paulatino). Ejemplo de ello es el manual de la Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW por sus siglas en inglés), el cual basa su análisis sobre proyectos mineros. En este se indica que los potenciales impactos sobre variables sociales se basarían en lo siguiente (ELAW, 2020):

- Desplazamiento humano y reubicación.
- Migración de personas.
- Pérdida de acceso al agua limpia.
- Impactos en los medios de subsistencia.
- Impactos sobre la Salud Pública.
- Impactos sobre los recursos culturales y estéticos

Como se puede apreciar, la lista anterior corresponde a impactos negativos; no obstante, también se pueden identificar impactos positivos. Wise y Shtylla (2007) indican que la industria extractiva genera impactos como:

- Generación de empleo.
- Inversión social y comunitaria.

O el trabajo de Mancini & Sala (2018), quienes hacen una revisión de indicadores económicos usados en el contexto de los EIAs, en donde prevalecen los impactos económicos sobre empleo y generación de ingresos.

Como ya se ha venido enfatizando, en el contexto físico y biológico se han utilizado los ECAs, LMPs y otros indicadores, incluso modelos espaciales de aire y ruido para evaluar los impactos, pero ¿cómo valorar los impactos socioeconómicos?, ¿cómo saber si son altos, medios o bajos en términos de Intensidad según Conesa (1997)? Los aportes de la comunidad científica en español para abordar estas preguntas son escasos, aunque se puede citar algunos que pretenden contribuir con aplicaciones matemáticas y estadísticas. Por ejemplo, Plazas et al. (2009) sintetizan diferentes atributos de impacto y elementos ambientales en un “Índice de Calidad Ambiental - ICA” a nivel de proyecto y evaluaciones ambientales parciales al nivel de componente ambiental. En dicho índice se incluyen diferentes componentes sociales que abarcan lo cultural, demográfico, económico y urbano. Los autores proponen una ecuación con parámetros propios y se alejan (en parte) de una valoración subjetiva. Otro aporte es el de Gutiérrez (2006) quien toma como referencia las externalidades negativas en un contexto de contaminación ambiental y daño a la salud.

Asimismo, Dale et al. (2013) indican un conjunto de variables y medidas socioeconómicas en un contexto particular de sostenibilidad. Sus indicadores se basan en categorías de bienestar social, seguridad energética, negocios, conservación de recursos y licencia/aceptabilidad social. Los autores indican que la cuantificación de los impactos puede basarse sobre un indicador de empleo (medido a través del número de empleos a tiempo completo generados por el proyecto); un indicador de ingresos familiares (medido a través de dólares ganados por día); o un indicador de seguridad alimentaria (medido a través del cambio porcentual del precio de los alimentos), entre otros.

Sin embargo, no se ha podido identificar bibliografía que señale los parámetros sobre los cuales los impactos son altos, medios o bajos. A continuación, se presenta una propuesta sobre la forma de medir los impactos socioeconómicos en el contexto de un EIA.

3. Propuesta de evaluación para impactos socioeconómicos

En esta sección se presenta la propuesta metodológica de los autores. Como premisa básica se sigue el concepto de teoría de cambio, por lo cual las mediciones aquí propuestas tienen como fin evaluar correctamente el cambio que representa el impacto, y de esta manera alejarse de la subjetividad, particularidad de las ciencias sociales, de la evaluación tradicional en los EIAs. Como ya se ha mencionado, esta es una propuesta de evaluación de impacto *ex — ante*, por lo que no se debe confundir con los métodos de evaluación *ex — post*, los cuales son muy conocidos y reconocidos por la comunidad científica en ciencias sociales.

La idea fundamental aquí es que se construyen medidas de evaluación bajo el componente de Intensidad de Conesa (1997), pionero en el análisis cuantitativo de los impactos ambientales, por lo que se hace el símil con los indicadores físico-biológicos. Asimismo, se debe precisar que los indicadores de medición propuestos van acompañados de sus propios parámetros, los cuales estarán sujetos a las desviaciones estándar de la variable calculada.

Se ha considerado una serie de pasos necesarios antes de la medición:

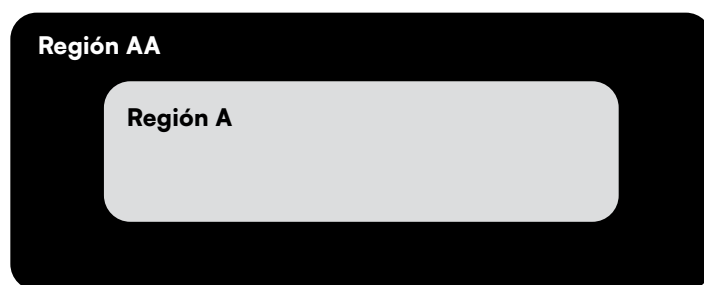
- (i) Delimitación espacial del impacto,
- (ii) identificación de los potenciales impactos, y
- (iii) medición de la variable y su parámetro.

Con el objetivo de que esta sección sea lo más didáctica posible, los autores han propuesto un ejemplo para guiar al lector poniendo como caso hipotético una empresa extractiva y su respectivo proyecto. A continuación, el detalle de la metodología utilizando un ejemplo de actividad extractiva en el sector minero.

3.1 Delimitación espacial del impacto

Una empresa extractiva tiene un proyecto minero, el cual se hará factible al usufructuar el suelo en la parte altoandina de un país. El proyecto se ubicará geográficamente en la región A, la cual a su vez pertenece a la región AA, por lo cual, los impactos tendrán lugar en una región o ambas (ver Grafica 1).

Gráfica 1. Ubicación del Impacto



Fuente: Elaboración propia.

Se puede hacer el supuesto de que en la región AA no ocurrirá ningún impacto. Por lo que esta sirve de contexto, referencia, o parámetro de comparación, puesto que se asume que el contexto social, económico, político y demográfico es similar. Entonces, los impactos socioeconómicos ocurrirán solo en la región A, y sobre esta se hará el análisis de medición respectivo.

3.2 Identificación de los potenciales impactos del proyecto

La mayoría de los proyectos extractivos suelen tener tres etapas: construcción, operación y cierre. En cada una de estas ocurren tanto impactos positivos como negativos. Los componentes físicos y biológicos suelen asociarse con los impactos negativos, dado el daño ambiental; mientras que el componente socioeconómico se relaciona tanto con los impactos negativos y positivos (como se ha descrito en la sección anterior).

Con base en la literatura, se proponen los siguientes impactos socioeconómicos para ejemplificar la metodología:

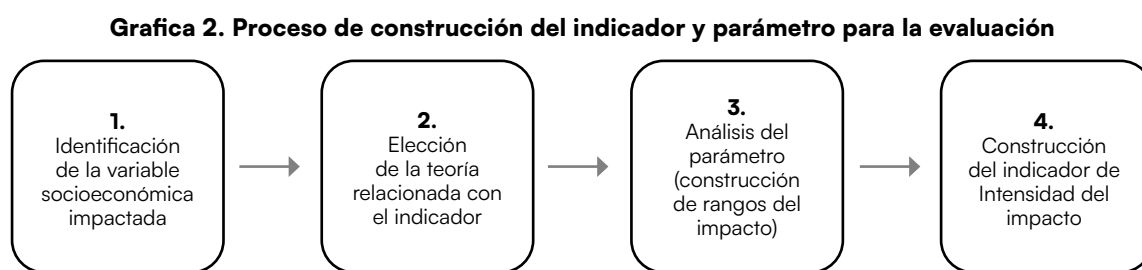
- Impacto positivo sobre el incremento del empleo directo local.
- Impacto positivo sobre el incremento del nivel de ingresos locales.
- Impacto positivo sobre las transferencias intergubernamentales.
- Impacto negativo derivado de la pérdida de espacio agrícola.

3.3 Medición de la variable y su parámetro

Dado el impacto, primero se identificará la variable socioeconómica impactada, es decir, aquel fenómeno social o económico que tendrá un cambio positivo o negativo. Luego se seleccionará la teoría necesaria para proponer la medición del impacto. Posteriormente se analizará el parámetro de evaluación, esto bajo la lógica de que los rangos se construyen siempre y cuando el cambio sobre la variable supere o no la realidad del contexto a comparar. Finalmente se construirá el indicador de Intensidad en el sentido de Conesa (1997).

Cabe precisar que primero se analiza el parámetro, es decir, se construye los rangos de evaluación de impacto. Esto dado que se quiere hacer un símil con los componentes físicos y biológicos, en donde primero se tienen unos rangos definidos, y luego se calcula el impacto para ubicar su Intensidad dentro de estos. Por ejemplo, en cuanto al incremento de partículas, primero se sabe cuáles son los rangos del ECA para PM10 y luego se calcula el impacto del proyecto sobre la calidad del aire, para posteriormente ubicar los resultados dentro de los rangos.

A manera de ilustrar la secuencia metodológica se muestra la Grafica 2.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la propuesta por cada impacto hipotético:

4. Resultados de la metodología

En esta sección se presentan los resultados para los cuatro impactos propuestos.

4.1 Impacto positivo sobre el incremento del empleo directo local

El impacto socioeconómico que tiene un proyecto extractivo sobre el empleo directo local en un determinado territorio es recurrente (Wise & Shtylla, 2007), y por lo tanto es necesario realizar la evaluación, aunque su medición sea compleja (Moritz et al., 2017). En este caso debe entenderse que a la luz de la teoría de la economía ambiental el empleo directo no es una externalidad positiva por parte del proyecto, dado que las externalidades ocurren cuando un tercero es afectado, es decir, aquel individuo que no está considerado en las relaciones de mercado donde intervienen un consumidor y un productor. En este contexto, el empleo se dará vía la demanda de mano de obra por parte del proyecto (consumidor de mano de obra), esto con el objetivo de poner en marcha su vida útil (además de otras razones sociales y/o políticas), por lo que las personas empleadas (productor de mano de obra) no son consideradas un tercero.

En este sentido, si bien la variable afectada es el empleo, se debe escoger una variable con la que se pueda medir el impacto. En este caso se escoge la Población Económicamente Activa (PEA) y sus diferentes dimensiones, pues es la variable económica que representa el número de personas empleadas o no. En nuestro ejemplo, se considera a la PEA de la región A. A continuación, se presenta el parámetro y el indicador de Intensidad.

• **Parámetro y construcción del indicador de Intensidad:**

En este caso se proponen dos tipos de indicadores y parámetros, uno en donde sólo se observa lo ocurrido en la región A, y otro en donde intervienen tanto la región A como la región AA:

Tipo 1: El parámetro elegido es la tasa de desempleo (número de PEA desocupada respecto a la PEA) de la región A, la cual toma el valor de Λ . Entonces, los rangos de Intensidad que toma el parámetro serán del tipo:

- Baja: $\Lambda_0 < \lambda \leq \Lambda_1$
- Media: $\Lambda_1 < \lambda \leq \Lambda$
- Alta: $\Lambda < \lambda \leq \Lambda_2$
- Muy Alta: $\Lambda_2 < \lambda \leq \Lambda_3$

Donde λ es el indicador de impacto sobre el empleo en la región A, y se construye de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{\text{Empleos generados por el Proyecto en la región A}}{\text{PEA en la región A}} \times 100$$

Es decir, si λ es menor o igual que Λ , entonces el escenario será que el número relativo de empleos ofrecidos por el proyecto es menor o igual a la PEA desocupada en la región A, lo cual puede considerarse como un impacto con Intensidad Media, pues la Intensidad del impacto no supera el escenario actual de desempleo en la región. Mientras que si λ es mayor que Λ se estará ante un escenario en donde el número relativo de trabajos ofrecidos por el proyecto será mayor a la tasa de desempleo de la región A, lo cual puede considerarse como un impacto con Intensidad Alta, pues el proyecto generará mayor empleo que el número de desempleados en dicha región.

Tipo 2: En este caso el parámetro será la PEA ocupada en el sector del tipo extractivo de la región AA, cuyo valor será Λ . Entonces los rangos para este parámetro serán:

- Baja: $\Lambda_0 < \lambda \leq \Lambda_1$
- Media: $\Lambda_1 < \lambda \leq \Lambda$
- Alta: $\Lambda < \lambda \leq \Lambda_2$
- Muy Alta: $\Lambda_2 < \lambda \leq \Lambda_3$

Donde λ es el indicador de impacto sobre el empleo en la región A, y se construye de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{\text{Empleos generados por el Proyecto en la región A}}{\text{PEA ocupada en la región A}} \times 100$$

Es decir, si λ es menor o igual que Λ , entonces el escenario será que el número relativo de trabajos ofrecidos por el proyecto respecto a la PEA ocupada en la región A es menor o igual al número de PEA ocupada en el sector extractivo en la región AA, lo cual puede considerarse como un impacto con Intensidad Media, pues la Intensidad del impacto no supera la realidad del contexto en cuestión. Mientras que si λ es mayor que Λ se estará ante un escenario en donde el número de trabajos ofrecidos por el proyecto respecto a la PEA ocupada en la región A es mayor a la PEA ocupada en el sector extractivo de la región AA, lo cual puede considerarse como un impacto con Intensidad Alta, pues el número relativo de trabajos en A será mayor que en AA.

Cabe precisar que en ambos tipos de indicadores los rangos de los parámetros toman valores y en el caso de desviaciones inferiores, es decir, hasta dos desviaciones estándar por debajo del indicador; mientras que los valores y son hasta dos desviaciones estándar por encima del indicador⁴.

Otro aspecto por tomar en cuenta al momento de la evaluación *ex ante* es que el número de empleos generados por el proyecto puede variar a lo largo del periodo de la vida útil del mismo, por lo que la cantidad tomada en cuenta para el análisis puede ser: (i) el pico más alto de contrataciones, (ii) la mediana de contrataciones durante la vida útil, o (iii) el promedio de contrataciones durante la vida útil.

4.2 Impacto positivo sobre el incremento del nivel de ingresos locales

La contratación de la PEA por parte del proyecto mejorará el nivel de ingresos de la población de la región A. Como se revisó en la sección teórica y la discusión de evaluación, los proyectos extractivos pueden generar mayores ingresos que otras actividades económicas, incluso en muchas localidades se prefiere trabajar en la minería dejando atrás a la agricultura.

En este sentido, el impacto sobre los ingresos se considera positivo, dado que los salarios del sector extractivo son más competitivos en comparación a otros sectores. Sin embargo, no se deberá considerar este impacto como una externalidad positiva, sino como una mejora directa del bienestar económico. Cabe precisar que los ingresos indirectos o inducidos sí podrían considerarse una externalidad positiva.

• Parámetro y construcción del indicador de Intensidad:

El parámetro elegido es la tasa anual de crecimiento del nivel de ingresos de la PEA en la región AA, la cual toma el valor de B , y cuyos rangos son los siguientes:

- Baja: $B_0 < \beta \leq B_1$
- Media: $B_1 < \beta \leq B$
- Alta: $B < \beta \leq B_2$
- Muy Alta: $B_2 < \beta \leq B_3$

Y donde β es la tasa de crecimiento anual esperada del ingreso de la PEA contratada en el proyecto,

$$\beta = \frac{\text{Ingresos}_{\text{después del Proyecto}} - \text{Ingresos}_{\text{antes del Proyecto}}}{\text{Ingresos}_{\text{antes del Proyecto}}} \times 100$$

la cual puede medirse de la siguiente manera:

Entonces, si el crecimiento esperado de los ingresos de la PEA de la región A contratada por el proyecto es mayor que el crecimiento promedio de los ingresos de la PEA en la región AA, se dirá que el impacto sobre los ingresos tiene una Intensidad Alta, puesto que la Intensidad del impacto generado por el proyecto supera la realidad del contexto. Los valores B_0 y B_1 se consideran desviaciones inferiores, y B_2 y B_3 desviaciones superiores.

⁴ Por ejemplo, si la tasa de desempleo fue del 5% en la región A, el rango del parámetro oscila entre 5% +/- dos desviaciones estándar.

4.3 Impacto positivo sobre las transferencias intergubernamentales

Este impacto está relacionado con el cambio positivo que sufren las arcas públicas cuando el proyecto extractivo paga algún tipo de impuesto sobre la renta. Hilmawan y Clark (2019) indican que el reparto de ingresos es un enfoque utilizado para distribuir los beneficios económicos generados por la explotación de los recursos naturales entre el gobierno, las empresas y las comunidades locales. En este sentido, se puede proponer, tal y como sucede en los países de América Latina, que dichas rentas sean administradas por diferentes niveles de gobierno. De esta manera, dado que el proyecto pagará impuestos sobre su utilidad operativa, estos se convertirán en recursos disponibles del sector público, los cuales pueden ser transferidos desde el gobierno central recaudador hacia los gobiernos locales en donde se explotan los recursos naturales. Por lo tanto, se espera que estos últimos incrementen sus ingresos a través de un aumento de sus transferencias intergubernamentales.

• **Parámetro y construcción del indicador de Intensidad:**

Dado que las rentas por la extracción de recursos naturales acontecen durante la vida útil del proyecto, se puede tomar el promedio de dichas rentas a lo largo del tiempo o el valor presente de estas para evaluar el impacto *ex ante* (dado que las decisiones de inversión se toman en el presente). En este último caso se deberá considerar la aplicación de una tasa de descuento ambiental para así obtener un indicador del valor presente de las rentas por recursos naturales generadas por la transferencia gubernamental por el pago de impuestos de la empresa extractiva (VP_RNN). Por lo tanto, la variable impactada serán las transferencias intergubernamentales por recursos naturales, las cuales provienen del pago de impuestos (Henri, 2019).

Se propone utilizar como parámetro la participación de los ingresos propios respecto a los ingresos totales del gobierno de la región A, cuyo valor se asume como P. La razón de utilizar los recursos propios se basa en la importancia que debería tener este tipo de financiamiento en la estructura de ingresos totales en un gobierno local. Por lo tanto, los rangos que se proponen son los siguientes:

- Baja: $P_0 < \rho \leq P_1$
- Media: $P_1 < \rho \leq P$
- Alta: $P < \rho \leq P_2$
- Muy Alta: $P_2 < \rho \leq P_3$

Donde ρ se calcular como la relación entre el VP_RNN⁵ y los ingresos totales del gobierno de la región A:

$$\rho = \frac{VP_RNN}{Ingresos\ Totales\ del\ gobierno\ de\ la\ región\ A} \times 100$$

Por lo tanto, si ρ es mayor que P, es decir, si la participación de las rentas por recursos naturales es relativamente más importante que los ingresos propios del gobierno de la región A, entonces el impacto se puede considerar de una Intensidad Alta, pues la Intensidad del impacto supera la realidad del contexto. Mientras que, si dichas rentas son menores a los ingresos propios, la Intensidad se podrá considerar media. Al igual que en los casos anteriores, los rangos completos pueden construirse en función de desviaciones estándar.

A continuación, se presenta un ejemplo utilizando métodos computacionales (lenguaje Python):

⁵ La tasa de descuento ambiental aquí aplicada puede tomar distintos valores. Además de optarse por una tasa de descuento social, se podrían tomar las tasas ambientales de Stern o de Nordhaus (Nordhaus, 2007).

Supóngase que el proyecto tiene una Life of Mine (LOM) de 10 años durante los cuales se ha previsto que se pagará de manera anual las siguientes cantidades de impuestos sobre sus utilidades (en dólares norteamericanos):

```
REVENUE = [0, 595307, 859195, 988553, 1006966, 763992, 713109, 1110283, 691854, 630741, 881528]
```

Utilizando la tasa de descuento ambiental de Nordhaus del 4.3%,

```
Tasa_nordhaus = 0.043
```

Se puede calcular el valor presente utilizando la librería *Numpy Financial*:

```
import numpy_financial as npf

VP_RNN = npf.npv(Tasa_nordhaus, REVENUE)

print ("VP_RNN", VP_RNN)
VP_RNN 6586948.083453193
```

Dado los resultados numéricos, en el presente, la repartición de los ingresos derivados de la extracción de los recursos naturales en este caso hipotético es de US\$ 6 586 948.1, el cual pasará a formar parte de los ingresos del gobierno de la región A (entiéndase que la evaluación en este caso es *ex ante*, por lo que es importante tomar la decisión en el presente).

Por otro lado, asumiendo que los ingresos propios del gobierno de la región A en el presente año ascienden a US\$ 2 000 000; mientras que los ingresos totales a US\$ 17 000 000, entonces el valor redondeando por exceso será de 12%. Sabiendo que esta relación puede tener una desviación hacia arriba y una hacia abajo, y que esta es de seis puntos porcentuales, los rangos del parámetro quedarán establecidos de la siguiente manera:

- Baja: $0\% < \rho \leq 6\%$
- Media: $6\% < \rho \leq 12\%$
- Alta: $12\% < \rho \leq 18\%$
- Muy Alta: $18\% < \rho \leq 24\% - 100\%$

Nótese que el límite superior del rango puede ser mayor a 24%, esto para no limitar hacia arriba el valor de ρ .

Ahora bien, sólo falta determinar el indicador de Intensidad, es decir, ρ . Usando el valor presente neto calculado con la tasa de Nordhaus y el valor de los ingresos totales de la región A se tiene la siguiente tasa:

$$\rho = \frac{\text{US\$ } 6\,586\,948.1}{\text{US\$ } 17\,000\,000} \times 100 = 38.74\%$$

En este caso, el valor de ρ resultó ubicarse en el rango de Intensidad de Muy Alta, siendo superior al 18%.

4.4 Impacto negativo derivado de la pérdida de espacio agrícola

Como se indicó en la literatura, el uso de los recursos naturales en el ámbito rural como la tierra suele ser el eje central de las inversiones (Ken y Barradas, 2021). En este sentido, un impacto negativo y repetitivo en un EIA para un proyecto extractivo es aquel relacionado con la pérdida de suelo agrícola. Dicho impacto puede darse como una externalidad negativa, la cual deberá ser introducida como un costo social (si no se considera un precio de mercado deberá optarse por aplicar algún método de valoración económica del impacto ambiental). Este impacto de manera per se es muy sensible, pues el suelo es un insumo importante para la producción de alimentos, los mismos que pueden servir de autoconsumo o para la venta. En suma, el impacto afectaría el bienestar de la población que se dedica a la actividad agrícola en la región A.

• **Parámetro y construcción del indicador de Intensidad:**

En este caso, la Intensidad del impacto dependerá del porcentaje de afectación del componente ambiental. Conesa (1997) señala que el valor de Intensidad más alto en impacto se dará cuando el proyecto destruye completamente el componente, es decir, el valor más Alto (Muy Alto) será del 100%. Por lo tanto, tomando como punto medio, y a partir de este el 25%, se puede construir diferentes rangos del parámetro, quedando de la siguiente manera:

- Baja: $0\% < \sigma \leq 25\%$
- Media: $25\% < \sigma \leq 50\%$
- Alta: $50\% < \sigma \leq 75\%$
- Muy Alta: $75\% < \sigma \leq 100\%$

Donde σ es el indicador del impacto negativo construido con base en la pérdida del suelo agrícola en la región A debido a la externalidad del proyecto, respecto al total de suelo agrícola en la región A.

$$\sigma = \frac{\text{Pérdida de suelo agrícola en la región A}}{\text{Total de suelo agrícola de la región A}}$$

En este caso el parámetro es puntual en comparación a los otros casos, dado que la pérdida total del suelo (100%) representaría un impacto Muy Alto. En este sentido la construcción de los rangos son valores numéricos definidos, en comparación a los otros indicadores propuestos. La limitación de este indicador justamente puede ser la subjetividad que significan estos rangos, es decir, los valores del 25% o 50% pueden ser muy relativos; sin embargo, siguiendo a Conesa (1997) en donde el impacto Muy Alto se da con la pérdida del 100%, la mediana como el 50% puede ser un buen punto de partida para establecer los rangos.

Conclusiones

Los EIAs, cada vez más recurrentes, empujan a la ciencia hacia nuevos retos. Uno de ellos es contar con herramientas más objetivas y cuantificables en el ámbito social, de manera que el análisis se homologue respecto al ámbito físico-biológico. Dado esto, el presente trabajo tuvo como objetivo proponer una metodología de medición de los impactos socioeconómicos a través de la construcción de un conjunto de indicadores y parámetros cuyo fin es servir de herramienta para una mejor evaluación de los impactos socioeconómicos *ex ante* en el contexto del EIA, y que sirva para tomar mejores decisiones en la política ambiental.

Con base en la economía ambiental, la economía regional y la teoría de la repartición de las rentas provenientes de la extracción los recursos naturales (*Revenue Sharing*) se pudo construir cuatro indicadores relacionados a cuatro impactos socioeconómicos. El primero respecto al empleo directo, en el cual se hace hincapié de que no debe considerarse como una externalidad positiva, pues la economía ambiental rechaza tal idea. El segundo respecto a los ingresos directos en donde se enfatiza la importancia de los ingresos del sector extractivo *versus* los de otras actividades económicas. El tercero se relaciona con el *revenue sharing*, impacto que se repite en muchas zonas de América Latina en donde se explotan recursos naturales. En este se realizó un ejemplo práctico usando métodos computacionales sencillos. Por último, se presenta un cuarto impacto, pero a diferencia de los anteriores, este es negativo, y se relaciona con la pérdida de tierras agrícolas. En todos los casos la propuesta metodológica construida se basó en variables económicas cuantitativas, alejándose lo más que pueda de aspectos subjetivos y obteniendo indicadores y parámetros que pueden ser incorporados en los manuales más recientes de evaluación de impacto ambiental. Sin embargo, una de las limitaciones del trabajo es que no se han abordado todas las variables o indicadores que pueden incluirse en un EIA, lo que se traduce en un reto para los investigadores y consultores que tengan a bien leer este documento.

A manera de prospectiva, la evaluación *ex ante* de los impactos socioeconómicos deberá avanzar distanciándose de la subjetividad hasta que la misma teoría económica y las demás ciencias sociales lo permitan, ese es el límite. En lo sucesivo, para construir otros indicadores deberá ponerse atención a otras disciplinas, como la economía ecológica o incluso la economía del comportamiento. La primera, a través de su enfoque de sostenibilidad fuerte, puede ser el soporte adecuado para un EIA con alta sensibilidad social; la segunda, puede ayudar a evitar sesgos de preferencia de los usuarios de los recursos naturales, y por ende escoger mejor los indicadores a evaluar. Finalmente se espera que esta propuesta pueda ser usada por los evaluadores, consultores y tomadores de decisiones en el contexto de la elaboración y análisis de un EIA, y que a la vez sea mejorada en lo sucesivo.

Referencias

- Acquatella, J., Altomonte, H., Arroyo, A., Lardé, J. (2013, 1 junio). *Rentas de recursos naturales no renovables en América Latina y el Caribe: evolución y participación estatal, 1990-2010*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/7044>
- Ahmadov, A. K., & Van Der Borg, C. (2019). Do natural resources impede renewable energy production in the EU? A mixed-methods analysis. *Energy Policy*, 126, 361-369. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.044>
- Brosio, G., Jiménez, J., Ruelas, I. (2018, 17 diciembre). *Desigualdades territoriales, transferencias de igualación y reparto asimétrico de recursos naturales no renovables en América Latina*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44303>
- Conesa Fernández-Vítora, V. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. MundiPrensa.
- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio*, 11(20), 125–135. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87702010>
- Dale, V. H., Efroymsen, R. A., Kline, K. L., Langholtz, M. H., Leiby, P. N., Oladosu, G. A., Davis, M. R., Downing, M. E., & Hilliard, M. R. (2013). Indicators for assessing socioeconomic sustainability of bioenergy systems: A short list of practical measures. *Ecological Indicators*, 26, 87–102. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.10.014>

- ELAW (2010). Guía para evaluar EIAs de Proyectos Mineros. Alianza Mundial de Derecho Ambiental. https://elaw.org/wp-content/uploads/archive/attachments/publicresource/guia_para_evaluar_eias_de_proyectos_mineros.pdf
- Carlos, O. E. J. (2015). *La Evaluación del Impacto Ambiental En México*. Publicia.
- Gutiérrez Andrade, O., (2006). Aplicación de instrumentos económicos e intervención estatal en el problema de las externalidades. *Perspectivas*, 9(18), 101-126.
- Hanley, N., Shogren, J., & White, B. (2019). *Introduction to environmental economics*. Oxford University Press.
- Haro Martínez, A. A., y Taddei Bringas, C. (2010). Valoración ambiental: aportaciones, alcances y limitaciones. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 41(160), 209-221. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362010000100010&lng=es&tlng=es.
- Henri, P. A. O. (2019). Natural resources curse: A reality in Africa. *Resources Policy*, 63(101406), 101406. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101406>
- Hilmawan, R., & Clark, J. (2019). An investigation of the resource curse in Indonesia. *Resources Policy*, 64(101483), 101483. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101483>
- Hoover, E. M., & Giarratani, F. (2020). *Introduction to regional economics* (4a ed.). McGraw-Hill.
- INEGI (2018). Sistema de Cuentas Nacionales de México 2013. SNIEG. *Información de Interés Nacional*. (11 de diciembre de 2023) https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ee/2013/doc/met_ceem.pdf
- Ken, C. y Barradas, K. (2021). *Recursos Naturales, Desarrollo Regional y Economía*. Ediciones La Biblioteca, S.A. de C.V. (11 de diciembre de 2023). <http://risisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/2912/Recursos%20Naturales%2C%20Desarrollo%20Regional%20y%20Econom%C3%ADa%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lewis, L., & Tietenberg, T. H. (2019). *Environmental economics and policy*. Routledge.
- Mancini, L., & Sala, S. (2018). Social impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks. *Resources Policy*, 57, 98-111. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.02.002>
- Moritz, T., Ejdemo, T., Söderholm, P., & Wårell, L. (2017). The Local Employment Impacts of Mining: An econometric analysis of job multipliers in Northern Sweden. *Mineral economics*, 30(1), 53-65. <https://doi.org/10.1007/s13563-017-0103-1>
- Muñelo Gallo, L. (2022). *Asignación, distribución y uso de los ingresos fiscales derivados de la explotación minera en Chile: un análisis de sus efectos económicos y sociales*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/663081e9-5e8d-4e33-93d7-0b48275dcd81/content>
- Nordhaus, W. D. (2007). A review of the *Stern Review on the economics of climate change*. *Journal of Economic Literature*, 45(3), 686—702. <https://doi.org/10.1257/jel.45.3.686>
- Plazas Certuche, J. A., de J. Lema Tapias, Á., & León Peláez, J. D. (2009). Una propuesta estadística para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. *Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín*, 62(1), 4937—4955. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179915377019>
- Rogers, P. (2014). *La teoría del cambio*. Unicef-irc.org. (02 de marzo de 2023) https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/Brief%20%20Theory%20of%20Change_ES.pdf
- Sánchez Alcalde, L. A. (2018). Transferencias gubernamentales en el Perú. El caso de la región minera Ancash en un contexto de cambios (2003-2015). *Economía y Sociedad*, 38, 87—110. (02 de marzo de 2023) <http://www.economiaysociedad.umich.mx/ojs3/index.php/ecosoc/article/view/18>

- Schroeder, R. A. (2008). Environmental justice and the market: the politics of sharing wildlife revenues in Tanzania. *Society and Natural Resources*, 21(7), 583-596.
- Unesco. (2013). *Informe de Seguimiento de la Educación para Todos*. (09 de mayo de 2023) <https://es.unesco.org/gem-report/node/361>
- Wise H. & Shtylla, S. (2007). *The Role of the Extractive Sector in Expanding Economic Opportunity*. Economics Opportunity Series. The Fellows of Harvard College.