

Análisis comparativo de la Evaluación de Impacto Ambiental, Evaluación ex ante y ex post

Juan Felipe Laverde-Salazar^{1a} ; María Adelaida Torres¹ ; Daniel Cardona Valencia² 

¹Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

²Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

^ajflaverdes@unal.edu.co

Fecha recepción: agosto 4 de 2023

Fecha aceptación: octubre 24 de 2023

Resumen

Este trabajo presenta una revisión de las tendencias en evaluaciones ex ante y ex post, enfocadas en la gestión de proyectos de infraestructura, a partir de un estudio de indicadores bibliométricos que se complementa con revisión documental de legislación colombiana para la Evaluación de Impacto Ambiental y proceso de licenciamiento ambiental. Dentro de los hallazgos se destaca el creciente interés en la temática particularmente orientada hacia evaluaciones socio ambientales y las tendencias en aplicaciones de evaluación acumulativa, justicia social y aplicaciones de inteligencia artificial y realidad aumentada como complementos a la evaluación. Se concluye que la gestión de proyectos de infraestructura requiere implementaciones más rigurosas de metodologías de evaluación de riesgos y que estas pueden ser extrapoladas en dirección al buen desarrollo del proyecto. Este estudio proporciona información relevante para comprender el enfoque actual de las evaluaciones de proyectos y cómo se aplican en el contexto colombiano, contribuyendo al desarrollo de estrategias efectivas de evaluación y gestión ambiental.

Palabras clave: *Evaluación de impacto ambiental; Evaluación ex ante; Evaluación ex post; Gestión de proyectos; Licenciamiento ambiental.*

Comparative analysis of Environmental Impact Assessment, ex ante and ex post evaluation

Abstract

This paper presents a review of trends in ex ante and ex post evaluations focused on the management of infrastructure projects, based on a study of bibliometric indicators complemented by a documentary review of Colombian legislation for the evaluation of environmental impacts and environmental licensing process. Among the findings, it is highlighted the growing interest in the subject, particularly oriented towards socio-environmental evaluations and the trends in cumulative evaluation applications, social justice and artificial intelligence and augmented reality applications as complements to the evaluation. It is concluded that infrastructure project management requires more rigorous implementations of risk assessment methodologies and that these can be extrapolated in the direction of good project development. This study provides relevant information to understand the current approach to project assessments and how they are applied in the Colombian context, contributing to the development of effective environmental assessment and management strategies.

Keywords: *Environmental impact assessment; Ex ante; Ex post; Project management; Environmental licensing.*

Análise comparativa da Avaliação do Impacto Ambiental, avaliação ex ante e ex post

Resumo

Este artigo apresenta uma análise das tendências das avaliações ex ante e ex post centradas na gestão de projetos de infra-estruturas, com base num estudo de indicadores bibliométricos complementado por uma análise documental da legislação colombiana relativa à avaliação de impacto ambiental e aos processos de licenciamento ambiental. Os resultados evidenciam o crescente interesse pelo tema, particularmente orientado para as avaliações socioambientais e as tendências nas aplicações da avaliação cumulativa, a justiça social e as aplicações da inteligência artificial e da realidade aumentada como complementos da avaliação. Conclui-se que a gestão de projetos de infra-estruturas requer implementações mais rigorosas de metodologias de avaliação de riscos e que estas podem ser extrapoladas no sentido do desenvolvimento de projetos bem sucedidos. Este estudo fornece informações relevantes para compreender a abordagem atual das avaliações de projetos e sua aplicabilidade no contexto colombiano, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias eficazes de avaliação e gestão ambiental.

Palavras-chave: *Avaliação do impacto ambiental; Ex ante; Ex post; Gestão de proyectos; Licenciamento ambiental.*

Introducción

La obligatoriedad de realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) surge de la necesidad de garantizar que todas las actividades humanas que ocurren en nuestra vida cotidiana se desarrollen dentro de los límites de capacidad del medio ambiente [1]. Si bien estas actividades están enfocadas en el desarrollo sostenible, es importante tener en cuenta que a largo plazo pueden perder enfoque y atención, lo que podría afectar a las futuras generaciones. Es por ello por lo que se han propuesto enfoques como el biorregionalismo y la gestión conjunta de los diferentes actores involucrados en el proceso [2], los cuales, sustentados en un contexto de políticas que promueven el desarrollo ecológicamente sostenible, apuntan a diferentes escenarios, como la conservación de la diversidad biológica, la garantía de la existencia del capital natural a largo plazo y la comprensión de los límites biofísicos de la tierra [1]. En este contexto, es importante entender el biorregionalismo como un enfoque de planificación y desarrollo que se basa en características naturales y ecológicas para organizar áreas geográficas, llamadas biorregiones. Se centra en la sostenibilidad ambiental, promoviendo la autosuficiencia, la preservación de la biodiversidad y la participación comunitaria. Este enfoque busca reconectar a las personas con la naturaleza y aborda problemas ambientales y sociales de manera integrada, trascendiendo las divisiones políticas [3]. Sin embargo, la EIA por sí sola no es suficiente para generar conclusiones sin contar con indicadores de medición que permitan comparar el grado de afectación al medio ambiente. Por esta razón, existen herramientas complementarias que respaldan el análisis, como el análisis del ciclo de vida ambiental en las etapas de planificación y construcción, utilizando enfoques tanto ex ante como ex post. Esto posibilita la comparación de impactos en dos momentos diferentes y la medición de los cambios generados [4], ampliando así el marco de evaluación de impactos y facilitando la formulación de políticas que fomenten el desarrollo sostenible, basadas en estándares definidos y con un monitoreo constante [1].

También es importante reconocer que existen ciertas limitaciones en la metodología debido a la falta de información en los proyectos, los costos y la incertidumbre asociada, lo que frecuentemente genera que en la EIA de los proyectos se utilice únicamente una de las evaluaciones, ya sea

ex ante o ex post [4]. Por tanto, es necesario promover un enfoque integral que incorpore ambas evaluaciones [5], respaldadas por la aplicación de normas ISO, análisis espaciotemporales relacionados con la construcción del proyecto, la naturaleza de la industria a la que está vinculado, entre otros aspectos [4].

Por otra parte, es fundamental que la EIA respalde la planificación futura de los proyectos, teniendo en cuenta consideraciones económicas como costos, beneficios y financiamiento en la toma de decisiones [6]. Esto incluye la identificación de costos sociales y el costo financiero de la EIA como apoyo para futuras políticas en este ámbito [7]. La omisión de estas consideraciones puede tener graves consecuencias en términos de justicia ambiental, ya que se excluyen los costos y beneficios sociales y ambientales, lo que puede sesgar la toma de decisiones y afectar negativamente a las poblaciones en las áreas de influencia del proyecto y los ecosistemas asociados [6]. Según Angel E *et al.* [8], en su enfoque del “modelo analítico por dimensiones en la Evaluación de Impacto Ambiental”, se plantea que la EIA no debe limitarse únicamente a consideraciones ambientales. Por lo tanto, se proponen 5 dimensiones para llevar a cabo la evaluación. Estas dimensiones abarcan lo físico, biótico, lo cultural, lo económico y lo político. Mientras que las dos primeras se relacionan directamente con aspectos ambientales, el enfoque en estas nuevas dimensiones amplía la perspectiva de manera que también se respaldan las consideraciones económicas y sociales para la planificación futura de proyectos.

Es importante destacar que estas implicaciones están relacionadas con los conflictos ambientales [9], que surgen entre diversos actores o grupos sociales con respecto al uso y gestión de los recursos naturales. Estos conflictos suelen afectar de manera desproporcionada a grupos sociales vulnerables, incluidos grupos étnicos y personas de bajos ingresos [10-11]. Por lo tanto, el concepto de justicia ambiental adquiere una gran importancia en la resolución de estos conflictos desde tres enfoques fundamentales: la distribución equitativa de proyectos contaminantes para evitar la concentración en áreas más vulnerables, la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones sobre cuestiones ambientales que les afectan directamente y el reconocimiento claro de las comunidades ubicadas en el territorio de influencia del proyecto [9].

La necesidad de abordar enfoques más integrales

en la evaluación de impactos puede llevar a cuestionar los métodos tradicionales utilizados hasta ahora. Es crucial desarrollar un marco de evaluación que considere aspectos de inversión, cultura, medio ambiente, entre otros, tanto en la etapa de planificación como en la etapa posterior [12]. Esto implica fortalecer los análisis ambientales y económicos con nuevas metodologías, fomentando las evaluaciones ex ante y ex post [13] y persiguiendo una visión holística del análisis socioeconómico en busca de justicia ambiental [14].

De acuerdo con Asplund T *et al.* [6], la falta de una relación clara y la falta de estandarización en los métodos utilizados permiten que se apliquen parámetros arbitrarios en términos temporales, geográficos y administrativos, a menudo basados en consideraciones de costo-beneficio que favorecen al evaluador. En esta aplicación de metodologías de evaluación de proyectos de infraestructura, rara vez se tienen en cuenta los riesgos y beneficios asociados a las comunidades en las áreas de influencia [15].

Por lo tanto, generar un pensamiento en pro del medio ambiente puede arrojar un resultado exitoso en términos de educación ambiental donde se generen acciones conscientes para la prevención y mitigación de impactos ambientales tales como el consumo de recursos de manera responsable, menor generación de desechos y enfocar a las comunidades con iniciativas de conciencia comunitaria [16]. Esto permitiría una mayor interconexión de metodologías que comparen indicadores en diferentes campos, áreas y periodos de tiempo [13], beneficiando a las organizaciones, a la comunidad y al sector público en la evaluación de impactos antes y después de la implementación de proyectos [12]. Asimismo, se fomentaría una perspectiva integral que abarque tanto la justicia ambiental como la justicia social de manera conjunta [15].

Metodología

Este trabajo propone una metodología de carácter exploratorio, basado en una gestión documental, un seguimiento de indicadores bibliométricos, que tienen como finalidad establecer lineamientos, tendencias, limitaciones y oportunidades en la evaluación ex ante y ex post de proyectos de infraestructura.

Para el análisis bibliométrico se analizaron documentos de *Scopus* y *Web of science* como

bases de datos reconocidas y de amplia aceptación académica en la generación de investigaciones de calidad [17]. Se usó una ecuación de búsqueda sin limitaciones temporales o temáticas con el fin de identificar las orientaciones de manera general en la temática: (*TITLE-ABS-KEY (ex AND ante) AND TITLE-ABS-KEY (ex AND post) AND TITLE-ABS-KEY (evaluation) AND TITLE-ABS-KEY (impact*)*). La ecuación de búsqueda arrojó un resultado de 254 artículos que en su título o palabras clave contenían alguno de los términos equivalentes evaluación ex ante y ex post asociada con evaluación de impacto y sin importar su ubicación relativa.

Con los resultados se hizo una validación similar a la propuesta por Page MJ *et al.* [18] y basada en la metodología PRISMA para filtrar los documentos repetidos, con orientaciones diferentes a la intención de evaluación de impacto en proyectos o que fueran una traducción teniendo una muestra final de 172 documentos. A partir de estos documentos, y con ayuda de la herramienta *biblioshiny* basada en lenguaje de programación R [19], se logra visualizar de manera eficiente los datos de acuerdo con toda la información disponible sobre las publicaciones y generar indicadores relevantes. Este trabajo se complementa con un rastreo a la normativa colombiana y documentación relacionada a la aplicación de conceptos ambientales y de gestión de impactos en proyectos de infraestructura, más enfocado hacia aquellos que son hidroeléctricos, para identificar alcances y limitaciones.

Resultados

Indicadores de cantidad

Estos indicadores buscan identificar tendencias y evolución de la temática a partir del análisis del número de documentos disponibles. De acuerdo con Valencia DC *et al.* [20], los indicadores de cantidad permiten establecer si el desarrollo temático tiene vigencia y mantiene la atención de los investigadores. Como se puede ver en la *Figura 1*, la temática de evaluación ex ante y ex post ha venido en constante crecimiento desde su aparición en el año 1974 con un especial crecimiento después de la década del 2000 gracias al crecimiento del interés por conceptos como la sostenibilidad y los intereses en ámbitos ambientales, económicos y sociales potencializados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible.



Figura 1. Publicaciones por año.
Fuente: Construcción de los autores.

Con relación a la distribución geográfica de las publicaciones, lo que podría ser un buen indicador del interés de los países hacia la aplicación de la temática [17], se tiene que los países con más publicaciones son Italia y Estados Unidos (ver [Figura 2](#)), cada uno con 22 publicaciones, seguido de Reino Unido con 14 y Holanda con 11. Es de destacar que, en el análisis de evaluaciones de impacto, son pocos los documentos investigativos que tienen correspondencia en países latinoamericanos o que se refieren a aplicaciones o casos de estudio en países en vías de desarrollo.

Indicadores de calidad

Los indicadores de calidad son usados para medir la frecuencia de las publicaciones y su impacto con relación al número de citas, identificando interés científico e impacto de sus hallazgos en la comunidad académica [21]. En la [Tabla 1](#) se identifican los 10 principales artículos con relación al número de citaciones y se destacan las orientaciones de estos trabajos para identificar las intenciones de los autores y el carácter reflexivo y/o aplicado de las investigaciones.

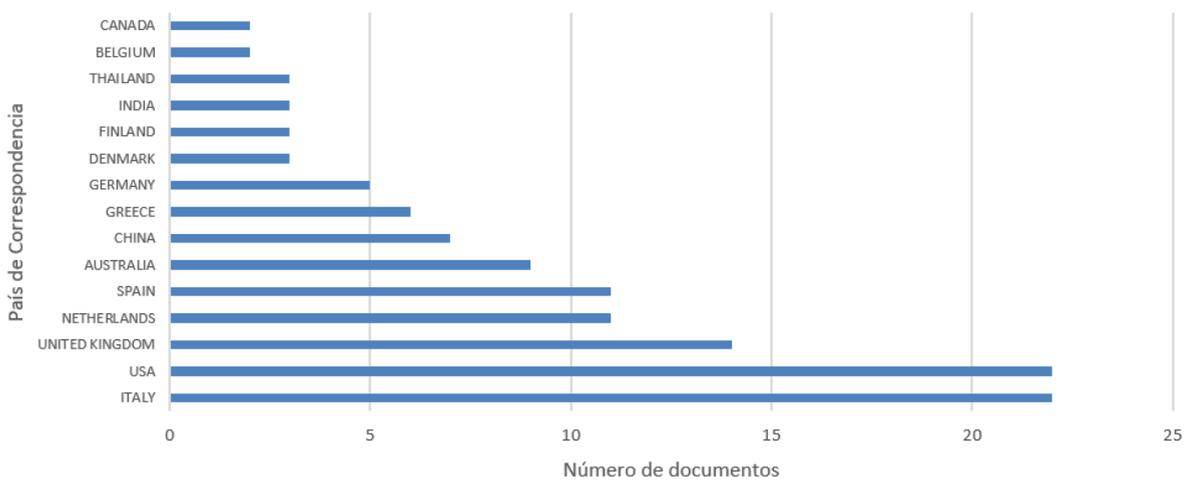


Figura 2. Publicaciones por país.
Fuente: Construcción de los autores.

Tabla 1. Documentos más citados y sus orientaciones

Autor	Revista	Citaciones	Orientación
Irani Z, <i>et al.</i> , 2005.	Information System Journal	226	A partir de revisión de literatura normativa sobre evaluación de proyectos, se propone un marco conceptual inicial para la evaluación de los sistemas de información del sector público, que luego se explora empíricamente en dos administraciones locales. Esto lleva a los autores a cuestionar la idoneidad de los modos tradicionales de evaluación de inversiones cuando se aplican en el sector público [12].
Annarelli A, <i>et al.</i> , 2016.	Journal of Cleaner Production	217	Análisis del impacto económico y el impacto medioambiental/social de los sistemas de servicios de productos. Además, el documento propone una estructura metodológica, relativa a las metodologías y el objetivo de investigación de los artículos analizados. Como conclusión, se destaca un aspecto crítico en la literatura actual referido a la necesidad de actualizar las metodologías y nuevas perspectivas en los análisis económicos y medioambientales [13].
Van Wee B, 2016.	Journal of Transport Geography	212	Las aplicaciones suelen centrarse en evaluaciones ex ante o ex post de los proyectos. Se desarrolla análisis de indicadores para expresar la accesibilidad a proyectos y la manera como se evalúa, incluyendo retos TIC en la accesibilidad y comparación de perceptores [22].
Elia V, <i>et al.</i> , 2016.	Expert Systems with Applications	87	Aplicación de RA para la evaluación de impactos reales ex post. Este artículo propone una herramienta basada en expertos para ayudar a los directores de producción y a los investigadores a evaluar eficazmente un análisis de viabilidad ex ante preliminar para evaluar cuantitativamente los dispositivos de RA individuales (o combinaciones) más eficientes para su aplicación en procesos de fabricación específicos. Se ha propuesto un modelo multicriterio basado en el método del Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) para proporcionar a los responsables de la toma de decisiones conocimientos cuantitativos para diseñar de forma más eficiente las aplicaciones de RA en la fabricación [23].
Van der Giesen C, <i>et al.</i> , 2020.	Journal of Cleaner Production.	85	La ECV es una conocida herramienta de evaluación que identifica y proporciona información sobre el impacto ambiental de productos y servicios a lo largo de su ciclo de vida. El documento identifica los principales retos de aplicar el ACV de forma ex ante y propone una vía para afrontarlos que combina intuiciones de otros campos disciplinarios [24].
Cascetta E, <i>et al.</i> , 2020.	Transportation Research Part A: Policy and Practice.	75	Este documento analiza el crecimiento económico, la accesibilidad del transporte y los impactos sociales observados en Italia tras diez años de funcionamiento del HSV, así como los impactos estimados de la finalización del sistema [25].
Hidalgo D, <i>et al.</i> , 2013.	Research in Transportation Economics	71	El documento presenta las principales características, costes e impactos de TransMilenio, el sistema de transporte masivo basado en autobuses de Bogotá, utilizando corredores BRT y servicios de alimentadores. Se realiza un análisis coste-beneficio ex-post, que incluye la valoración monetaria de los impactos directos sobre el tiempo y el coste de los desplazamientos y las externalidades, como la mejora de la seguridad vial y la calidad del aire. También se presentan las repercusiones sobre la delincuencia, el valor del suelo, el empleo y los ingresos fiscales [14].
Castro Coelho J, <i>et al.</i> , 2001.	Agricultural Systems	67	Se presenta un modelo que incorpora métodos para la evaluación del rendimiento del sistema agrario antes y después de las transformaciones propuestas en el proyecto. Se argumenta que el enfoque sistémico es el método adecuado para integrar cada cambio particular y evaluar el impacto global de cada acción incluida en el proyecto [26].

Autor	Revista	Citaciones	Orientación
Todd Pe, 2007.	Handbook of Development Economics	66	En este capítulo se estudian métodos para evaluar el impacto de los programas sociales en presencia de una colocación o selección no aleatoria del programa. En primer lugar, se presenta el problema de la evaluación como un problema de datos ausentes y, a continuación, se examinan diversas soluciones propuestas en la bibliografía sobre estadística y econometría. Para la evaluación ex post, se discuten los siguientes métodos de estimación: métodos tradicionales de regresión, emparejamiento, métodos de función de control, métodos de variable instrumental y variable instrumental local (VIL), y regresión-discontinuidad. Los estimadores alternativos se describen junto con sus supuestos de identificación, las implicaciones conductuales de esos supuestos y los requisitos de datos para su aplicación [27].
Del Giudice V, et al., 2017.	Sustainability	62	Este trabajo propone un modelo teórico de evaluación de las externalidades medioambientales basado en el análisis de los precios inmobiliarios. Esta cuestión se incluye en las políticas de planificación regional que incluyen actividades e intervenciones que producen efectos económicos y no económicos. La evaluación monetaria de los efectos económicos y no económicos puede expresarse como previsión (ex ante) y/o a posteriori (ex post) de tales actividades e intervenciones. La evaluación del impacto económico, con especial referencia a las intervenciones y obras de infraestructura, se basa ampliamente en procedimientos que recurren a los precios de mercado [28].

Fuente: Construcción de los autores.

En primer lugar, con 226 citaciones, tenemos el artículo titulado “*Evaluating e-government: learning from the experiences of two UK local authorities*” de Zahir Irani *et al.*, quienes presentan un estudio reflexivo sobre los marcos conceptuales para la evaluación ex ante y ex post en el sector público, identificando estructuras rígidas y procedimientos tradicionales con especial orientación a cumplimiento de indicadores. Por su parte, el segundo artículo en citaciones con 217 menciones es “*Product service system: A conceptual framework from a systematic review*” de los autores Alessandro Annarelli *et al.*, hace un análisis de impacto medioambiental y económico de un sistema de producción de servicios aportando una estructura metodológica que tiene en cuenta aspectos relevantes para estas dimensiones. El tercer documento más citado (87 citas) es “*Evaluating the application of augmented reality devices in manufacturing from a process point of view: An AHP based model*” de los autores Valerio Elia *et al.*, quien introduce conceptos de

realidad aumentada para las valoraciones previas y posteriores en proyectos de infraestructura, destacando la posibilidad de mejorar los pronósticos y las aplicaciones en proyectos.

De manera general, se destaca que la mayoría de los trabajos relacionados con metodologías de evaluación de impacto previa y posterior a la implementación de proyectos, son de carácter reflexivo o aplicaciones a casos de estudio específico, sin generar aportes al conocimiento desde modelación o estandarización de procesos. Por su parte, en la [Figura 3](#), se presenta el estudio de correlación entre palabras claves y temáticas desarrolladas con relación a la evaluación de impactos, teniendo como resultados el análisis de correlación mediante el método de análisis de correspondencia múltiple que busca detectar, categorizar y representar estructuras subyacentes con relación a su grado de asociación (cercanía con el origen) y fuerza de dicha asociación (espacio al origen) [29].

además, en la dificultad de identificar cuándo se utilizan estimaciones causales contrafactuales, dadas las diferentes interpretaciones de términos como “impacto” y “atribución” [32]. El desarrollo de nuevos proyectos se ven permeados por el pago por éxito o bonos de impacto, que proponen mejorar indicadores desde una visión sostenible y que conlleva a financiación por pagos de éxito en proyectos, lo que genera nuevos escenarios de exigencia en las estimaciones [33].

Sin embargo, estas limitaciones a la evaluación de impactos combinadas se han venido superando con orientaciones basadas en nuevas tecnologías que permiten mejorar los análisis, tener aprendizajes automáticos y simular escenarios de manera objetiva. La ciencia de datos permite estimar métricas de procesos de adopción en proyectos de infraestructura en niveles laboratorio y piloto con modelos y simulaciones que aprenden y generan réplicas de las relaciones entre variables de entrada y de salida, con datos estadísticos que generen confiabilidad en dichas evaluaciones [34]. Dentro de estos mismos marcos se debe tener en cuenta que la responsabilidad debe ser preventiva para evitar la paralización de actividades que generan grandes externalidades positivas, de acuerdo con la doctrina de la prevención. La responsabilidad debe utilizarse para desalentar la experimentación excesiva en actividades que generan pequeñas externalidades positivas. La regulación de la autorización debe ser indulgente siempre que se utilice de forma coherente con la organización de la regulación en una serie de ámbitos, que van desde la seguridad de los productos a la defensa de la competencia [35].

Necesidad de la evaluación acumulativa:

La evaluación de impactos en proyectos de infraestructura tradicionalmente se realiza de manera aislada, enfocándose en aspectos legales y obligaciones ambientales específicas [32]. Sin embargo, la importancia de medir los impactos como una actividad continua, evaluada en diferentes momentos del proyecto y considerando que se logren analizar características esenciales tales como: perspectivas y expectativas de todos los stakeholders con un enfoque de largo plazo y altamente relacionadas con el concepto de sostenibilidad, perspectivas un poco más holísticas donde se evalúe de manera integral, analizando claramente la causalidad generada entre impactos que permita mejorar los procesos y la toma de decisiones en torno al proyecto [36].

De acuerdo con Martí FP *et al.* [37] a menudo, la falta de información relevante y la falta de claridad en las normativas dificultan la EIA. Países europeos han logrado mejorar estos procedimientos mediante instrumentos y reformas normativas que enfatizan tanto las evaluaciones ex ante y ex post con análisis jurídicos y validaciones particulares sobre procedimientos ambientales [38].

Tendencias relacionadas con Inteligencia Artificial (IA) y Realidad Aumentada (RA):

La evaluación de impactos no solamente se ha visto permeada y mejorada por modelos socioeconómicos y econométricos, sino que también en los últimos años la RA y la IA han mostrado un gran potencial en el contexto de la generación de proyectos a partir de generación de pilotos y modelos con niveles de confianza destacados y la inclusión de modelación y revisión de actividades de control y mantenimiento desde la simulación.

Trabajos como los de [23,39-41] proponen un modelo ex post donde se desarrolla una herramienta basada en expertos y que ayuda a evaluar cuantitativamente proyectos desde modelos multicriterio basados en procesos analíticos jerárquicos con análisis de responsables en toma de decisiones combinando diferentes herramientas tecnológicas asociadas a la IA y RA.

Justicia Ambiental: Los modelos de evaluación integral se usan ampliamente en análisis económicos de proyectos y de esta manera analizar amenazas del cambio climático antropogénico. Sin embargo, es importante que los proyectos incluyan el concepto de justicia social, el grado de maleabilidad del capital en el diseño de políticas climáticas para supuestos alternativos sobre los daños climáticos y el calendario de las políticas de emisiones netas cero [42]. Algunos autores hablan de la necesidad de hablar de proyectos de infraestructura verde como un concepto de sostenibilidad y resiliencia desde una visión de prestación de servicios de múltiples servicios ecosistémicos a comunidades locales y planeación desde conceptos como el criterio de ubicación de los proyectos y los planes urbanísticos, la contaminación ambiental, el manejo de residuos, entre otros [43].

Situación actual en Colombia

En Colombia, existe una amplia legislación ambiental que respalda los aspectos relacionados

con el medio ambiente, desde la Constitución Política hasta la regulación de los estudios de impacto ambiental y el proceso de licenciamiento ambiental necesario para llevar a cabo proyectos hidroeléctricos. Es fundamental realizar un análisis exhaustivo para comprender la situación actual, comenzando con una visión general y luego adentrándose en detalles específicos, como el proceso de licenciamiento ambiental. En la [Tabla 2](#), se pueden observar detalladamente la normativa más representativa correspondiente.

Artículos constitución política de Colombia: Establece el compromiso de proteger las riquezas naturales del país y garantizar los derechos relacionados con el bien público y social. Destaca la inalienabilidad, imprescriptibilidad e inembargabilidad de los bienes de uso público, parques naturales y otros bienes étnicos y patrimoniales. Además, reconoce el derecho de las personas a disfrutar de ambientes saludables, proteger la diversidad e integridad de los ecosistemas y conservar los recursos naturales [\[44\]](#).

La ley 99 de 1993: Tiene como objetivo complementar las orientaciones ambientales establecidas en la constitución. Esta ley establece la estructura del Ministerio del Medio Ambiente y brinda directrices para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables como patrimonio nacional. También promueve la gestión adecuada de los suelos, fuentes hídricas y calidad del aire. Además, la ley asigna al Ministerio del Medio Ambiente la responsabilidad de determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental de las actividades económicas. También se encarga de evaluar los estudios ambientales presentados por los proyectos y otorgar, negar o suspender las licencias ambientales correspondientes [\[45\]](#).

Ley 1333 de 2009: Establece un procedimiento sancionatorio para abordar infracciones. La autoridad ambiental competente, como el Ministerio de Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) o la autoridad ambiental local, impone sanciones según la legislación vigente. Esta autoridad adelanta el proceso sancionatorio, determina las infracciones y su grado de culpabilidad, y garantiza el cumplimiento de las medidas correctivas. Es esencial para promover el cumplimiento de las normas ambientales y preservar el medio ambiente [\[46\]](#).

Decreto 1076 de 2015: Tiene como objetivo recopilar la normativa relacionada con el medio ambiente y ampliar su alcance a la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente en Colombia. Su propósito es garantizar el desarrollo sostenible sin perjudicar las funciones asignadas a otros sectores. Además, este decreto establece las autoridades ambientales competentes responsables de otorgar o negar licencias ambientales. Define la licencia ambiental y su alcance, especificando quiénes deben obtenerla y cuáles son las condiciones asociadas. También establece el estudio ambiental y el estudio de impacto ambiental como componentes necesarios para obtener la licencia ambiental. Estas disposiciones son fundamentales para regular y controlar las actividades que puedan tener impactos ambientales significativos en el país [\[47\]](#).

Resolución 1402 de 2018: Se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudio Ambientales. Se adopta como un instrumento de consulta OBLIGATORIA y de orientación a los usuarios de proyectos sujetos de la licencia ambiental o instrumento equivalente, esto para el Plan de Manejo Ambiental [\[48\]](#).

Tabla 2. Normativa vigente en Colombia.

Normativa	Nombre
Constitución Política de Colombia de 1991	Artículos 8, 58, 63,79, 80 y 95
Ley 99 de 1993	Ley general ambiental de Colombia
Ley 1333 de 2009	Procedimiento administrativo sancionatorio ambiental
Decreto 1076 de 2015	Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 1402 de 2018	Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales

Fuente: Construcción de los autores.

En adición a la normativa ambiental existente en Colombia, también se dispone de manuales que brindan apoyo a los estudios de impacto y licenciamiento ambiental en proyectos hidroeléctricos, así mismo como la evaluación y gestión de proyectos en general. Algunos de estos manuales se presentan en la [Tabla 3](#).

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ha implementado un enfoque paso a paso o “ABC del licenciamiento” como estrategia para estandarizar y asegurar la completitud en las solicitudes de licencias ambientales y modificaciones de instrumentos de manejo ambiental [\[49\]](#). Este enfoque tiene como objetivo proporcionar una guía clara y sistemática para los solicitantes, asegurando que cumplan con todos los requisitos necesarios.

Dentro de los requisitos para la presentación de solicitudes de proyectos ambientales, se incluye una metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Esta metodología proporciona orientaciones detalladas para garantizar que los estudios contengan información suficiente, permitiendo a las autoridades ambientales tomar decisiones sobre el desarrollo de los proyectos de manera transparente, eficiente y efectiva. El objetivo principal es maximizar los beneficios para los territorios y comunidades, al tiempo que se evitan impactos ambientales peligrosos e irreversibles [\[50\]](#).

Los impactos ambientales se sintetizan con ayuda del banco de indicadores para el proceso de licenciamiento ambiental que orienta la caracterización del área de influencia del proyecto, los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos en caso de que sea necesaria como requisito informativo [\[51\]](#). A su vez, el listado de impactos ambientales específicos facilita el diseño de indicadores para evaluar las condiciones

ambientales en todas las fases del proyecto con categorías estandarizadas [\[52\]](#).

Para el caso de proyectos que busquen financiación mediante inversión pública, también se debe seguir la Metodología General Ajustada (MGA) que direcciona a los proyectos en una planeación orientada a objetivos. Esta metodología incluye la evaluación ex ante y ex post enfocadas a la rentabilidad social del proyecto [\[53\]](#).

Normativa y los procesos

De acuerdo con la normativa y los manuales mencionados, se puede observar que desde 1993, con la Ley 99, Colombia ha establecido un marco legal para la evaluación de impactos y la protección del medio ambiente a nivel nacional. Esta ley ha requerido el licenciamiento ambiental para los proyectos, los cuales deben cumplir con ciertas condiciones [\[45\]](#). El Decreto 1076 ha definido las entidades responsables de otorgar o negar las licencias ambientales. Es importante destacar que, dependiendo del tipo de proyecto, existen entidades específicas encargadas de aprobar o rechazar la solicitud de licenciamiento. En el caso de proyectos hidroeléctricos, se dividen en tres categorías. Los proyectos de generación superior a 100 MW corresponden a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Los proyectos con una capacidad inferior a 100 MW, pero superior a 10 MW, excluyendo las pequeñas hidroeléctricas destinadas a operar en Zonas No Interconectadas, son responsabilidad de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR). Por último, los proyectos que no se incluyen en los regímenes anteriores corresponden a las entidades o secretarías ambientales de los municipios o áreas metropolitanas cuya población en el centro urbano sea mayor a 1 000 000 de habitantes [\[54\]](#).

Tabla 3. Manuales y procedimientos ambientales en Colombia.

Nombre	Entidad	Año
ABC del licenciamiento	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	2015
Manual conceptual de la Metodología General Ajustada (MGA)	Departamento Nacional de Planeación (DNP)	2015
Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y Ministerio de Medio Ambiente (MinAmbiente)	2018
Banco de indicadores para el proceso de licenciamiento ambiental	Ministerio de Medio Ambiente (MinAmbiente)	2021
Listado de impactos ambientales específicos.	Ministerio de Medio Ambiente (MinAmbiente)	2021

Fuente: Construcción de los autores.

Para comprender mejor las exigencias ambientales, es importante describir el proceso de licenciamiento ambiental para este tipo de

proyectos. Dicho proceso se puede apreciar en la [Figura 4](#):

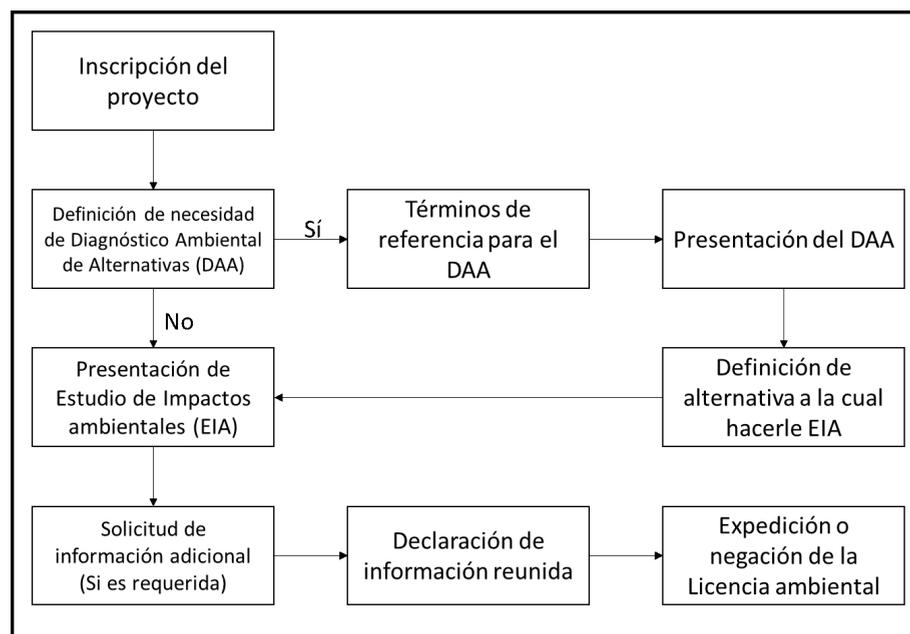


Figura 4. Proceso de licenciamiento ambiental.
Fuente: Elaboración propia con base en [\[49,54\]](#).

La ley 99 de 1993, en su artículo 56, establece que el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) debe presentarse en la etapa de prefactibilidad del proyecto. Este diagnóstico incluye aspectos como la ubicación y características relacionadas con los aspectos geográficos, sociales y ambientales de cada una de las alternativas del proyecto. Además, se realiza un análisis comparativo de los efectos y riesgos asociados, así como posibles soluciones, como medidas de control y mitigación de los impactos causados [\[45\]](#). Es importante destacar que las alternativas del proyecto se refieren a las diferentes opciones disponibles en términos de ubicación, tecnología, entre otros, que deben ser analizadas con diversas herramientas para determinar la mejor alternativa que satisfaga los objetivos establecidos para el proyecto [\[55\]](#). Los términos de referencia del DAA son las condiciones o pautas generales que se deben seguir para llevar a cabo los estudios ambientales requeridos por las autoridades ambientales. En el caso de Colombia, los proyectos hidroeléctricos deben realizar el DAA debido a la exigencia de este estudio en proyectos relacionados con la generación de energía eléctrica, la construcción de presas o embalses, o aquellos que requieren el

trasvase de una cuenca a otra [\[58\]](#). Por otra parte, y como se puede notar en el proceso de licenciamiento ambiental, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es una parte fundamental pero no única del análisis ambiental completo que se debe llevar a cabo. El EIA proporciona información detallada sobre la ubicación del proyecto y los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos del entorno que podrían verse afectados por la obra o actividad para la cual se solicita la licencia. En este estudio se realiza una evaluación exhaustiva de los posibles impactos que podrían generarse. La EIA también incluye el plan de manejo ambiental correspondiente al proyecto, el cual contiene los planes diseñados para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos identificados. Además, se incluyen el plan de contingencia y el plan de monitoreo [\[45\]](#). Es importante mencionar que, en el proceso de identificación de los impactos, se deben considerar tanto los impactos directos como los indirectos y acumulativos, como se establece en la metodología. Esto permite obtener una visión más completa en la evaluación de los impactos ambientales [\[50\]](#).

La Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, establecida por la Resolución 1402 de 2018, define los parámetros mínimos que deben contener tanto el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) como

el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) [48]. Estos parámetros son exigidos por la ley y son necesarios para determinar la otorgación de la Licencia Ambiental [54]. En la Tabla 4 se describen los requisitos mínimos tanto para el DDA como el EIA.

Tabla 4. Requisitos mínimos de los estudios ambientales.

Requisitos mínimos del DAA.	Requisitos mínimos del EIA
Objetivo, alcance y descripción del proyecto	1. Información general del proyecto
Descripción de las alternativas de localización	2. Caracterización del área de influencia
Compatibilidad del proyecto con el Plan de Ordenamiento Territorial o el equivalente	3. Demanda de recursos naturales por parte del proyecto
Identificación y análisis de los riesgos potenciales sobre el medio ambiente	4. Evaluación de impacto ambiental y análisis de riesgos
Identificación y análisis de los riesgos potenciales sobre el medio ambiente	5. Zonificación del manejo ambiental
Análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas	6. Evaluación económica de los impactos
Selección y justificación de la alternativa seleccionada	7. Plan de manejo ambiental
	8. Programa de seguimiento y monitoreo
	9. Plan de contingencias
	10. Plan de desmantelamiento o abandono
	11. Plan de inversión del 1%
	12. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad

Fuente: Elaboración propia con base en [49,54].

En el proceso de licenciamiento ambiental, es importante integrar la consulta previa cuando sea necesario. La consulta previa es un derecho fundamental de los grupos étnicos para tomar decisiones sobre medidas, proyectos o actividades que puedan afectar sus territorios. Es un proceso público y obligatorio que debe realizarse antes de adoptar, decidir o ejecutar cualquier proyecto que pueda afectar la forma de vida de los grupos étnicos en aspectos territoriales, ambientales, culturales, espirituales, sociales, económicos, de salud y otros que afecten su integridad étnica [56]. Sin embargo, para poder implementar correctamente el proceso de licenciamiento ambiental es de vital importancia conocer qué tipos de estudios se requieren en cada una de las fases del proyecto las cuales se pueden definir en planeación, construcción, operación y mantenimiento, y desmonte o cierre [54]. Lo anterior, y aunque no relacionado directamente en la metodología, se puede extrapolar a otra herramienta conocida para la evaluación de proyectos del sector público

la cual tiene sus bases en el “Manual conceptual de la Metodología Ajustada (MGA)” en donde se expresa la necesidad de realizar una evaluación ex ante y ex post bajo los principios de evaluación económica de proyectos [53].

La metodología de evaluación ex ante y ex post se utiliza para evaluar proyectos con un punto de corte en la fase de construcción. Esta metodología se enfoca en aspectos económicos de dos pilares fundamentales, el social y el financiero [53]. El momento de corte que delimita el antes y el después de la evaluación se podría basar en la definición de la Organización Mundial del Comercio para estos conceptos. Según la OMC, “ex ante” se refiere al período anterior a la aplicación de una medida, y “ex post” al período posterior a su aplicación [57]. No obstante, no es la única definición que se pueden encontrar, dado que se menciona que el “Ex ante es la intervención sobre un fenómeno antes de que éste se cristalice, mientras que el ex post es la intervención sobre un fenómeno después de su advenimiento” [58]. En el caso de la evaluación de

proyectos, el momento de aplicación de la medida es el inicio de la construcción del proyecto [59]. En rasgos generales, la MGA es una metodología utilizada para la evaluación de proyectos en el sector público que toman como base un problema del cual se parte para buscar una solución siguiendo los parámetros del marco lógico [53]. Esta metodología tomó fuerza en Latinoamérica y por consiguiente en Colombia gracias a la CEPAL, quien fue una de las principales promotoras del uso de la misma para la gestión de proyectos [55], incluso siendo esta misma entidad quien adicionó la evaluación ex ante y ex post para realizar una pauta metodológica en programas sociales que luchan contra la pobreza, teniendo que la evaluación ex ante se implementa cuando se quiere

escoger el proyecto que pueda contribuir de mejor manera al cumplimiento de los objetivos, y la ex post cuando al evaluar los impactos generados por los proyectos pueden retroalimentar la efectividad del proyecto realizado [59].

A partir de la definición de la EIA y la evaluación Ex ante y ex post se presenta en la Figura 5 una comparación temporal de su aplicación en cada etapa de la gestión de proyectos. Mientras que la EIA se destacan procesos evolutivos relacionados con el desarrollo del proyecto (planeación, construcción, operación y cierre) la evaluación ex ante y ex post aseguran su aplicación durante el estudio de prefactibilidad (ex ante) y durante el plan de manejo ambiental y desarrollo del proyecto (Figura 5).

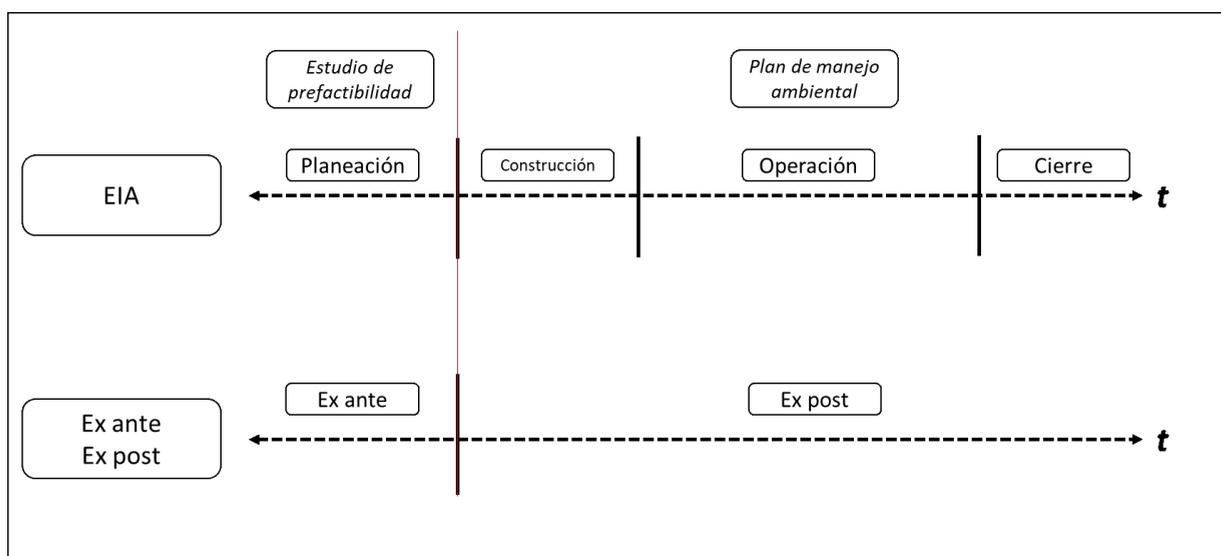


Figura 5. Líneas de tiempo de la EIA y la Evaluación ex ante y ex post. Fuente: Elaboración propia con base en: [54,59].

Conclusiones

Existe una necesidad clara de integrar ambas metodologías que permitan enfocar la gestión de proyectos hacia una justicia ambiental: Se evidencia la importancia de combinar la EIA y la Evaluación Ex ante y Ex post para abordar de manera integral los impactos ambientales y sociales de los proyectos. La integración de estas metodologías permitirá considerar tanto los efectos previstos en la etapa de planificación (ex ante) como los efectos reales una vez que el proyecto esté en funcionamiento (ex post), lo que contribuirá a promover la justicia ambiental al

evaluar y abordar los posibles impactos negativos en las comunidades y los ecosistemas.

Las tendencias en la literatura a nivel mundial van en el mismo sentido de las tendencias en Colombia, donde la Evaluación de Impactos está enfocada a lo ambiental, mientras la Evaluación Ex ante y Ex post se usa para otros fines: Los estudios revisados en la literatura científica tanto a nivel global como en el contexto colombiano muestran una convergencia en la aplicación de la EIA para evaluar los aspectos ambientales de los proyectos. Por otro lado, la Evaluación Ex ante y Ex post se utiliza para otros propósitos, como

evaluar los aspectos socioeconómicos, culturales y de sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

A diferencia de la EIA, que requiere una evaluación en todas las fases del proyecto, la evaluación ex ante y ex post no implica necesariamente la realización de ambas evaluaciones de manera conjunta. Es posible evaluar los impactos previstos antes de la implementación del proyecto (ex ante) y evaluar los impactos reales después de la ejecución (ex post) de forma independiente, según los requerimientos específicos y las regulaciones aplicables de cada contexto. No existe una obligación de llevar a cabo ambas evaluaciones en conjunto; pueden realizarse por separado si así se determina.

Respecto a la evaluación de proyectos hidroeléctricos, la EIA es más específica basada en unos términos de referencia, mientras que la evaluación ex ante y ex post es más general para todo tipo de proyectos: En el caso de la evaluación de proyectos hidroeléctricos, se observa que la EIA se centra en aspectos más específicos y detallados, basados en términos de referencia específicos para este tipo de proyectos. Por otro lado, la Evaluación Ex ante y Ex post tiene un enfoque más general y abarca diferentes tipos de proyectos, permitiendo una evaluación más amplia de los impactos socioeconómicos, culturales y ambientales a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Es posible unir ambas metodologías desde un punto de vista gráfico cuando se comparan líneas de tiempo. En términos de evaluación, se debe entrar más al detalle de cada una: Existe la posibilidad de combinar visualmente ambas metodologías, especialmente cuando se hace en términos temporales. Es importante dejar claro cuáles serían las fases del proyecto que corresponden a la evaluación ex ante y cuáles a la evaluación ex post.

Referencias

- [1] Hare B. Environmental impact assessment: broadening the framework. *Science of The Total Environment*. 1991;108(1-2):17-32. doi.org/10.1016/0048-9697(91)90231-3
- [2] Gardner J, Roseland M. Thinking Globally and Acting Locally Part II: Acting Locally: Community Strategies for Equitable Sustainable Development. *Alternatives: Perspectives on Society, Technology and Environment*. 1989;16(3):36-48.
- [3] Borsatto RS, Althaus Ottmann MM, da Fonte NN. Biorregionalismo: desenvolvimento rural respeitando as diferenças. *Interações*. 2006;7(12):93-100. Available: <https://interacoesucdb.emnuvens.com.br/interacoes/article/view/480/525>
- [4] Saxe S, Guven G, Pereira L, Arrigoni A, Opher T, Roy A, *et al.* Taxonomy of uncertainty in environmental life cycle assessment of infrastructure projects. *Environmental Research Letters*. 2020;15(8):083003. doi.org/10.1088/1748-9326/ab85f8
- [5] Fonseca A, Gibson RB. Testing an ex-ante framework for the evaluation of impact assessment laws: Lessons from Canada and Brazil. *Environ Impact Assess Rev*. 2020;81:106355. doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106355
- [6] Asplund T, Hjerpe M. Project coordinators' views on climate adaptation costs and benefits—justice implications. *Local Environ*. 2020;25(2):114-129. doi.org/10.1080/13549839.2020.1712340
- [7] Clark BD. Environmental impact assessment (EIA): scope and objectives. In: *Perspectives on Environmental Impact Assessment*. Clark BD, Gilad A, Bisset R, Tomlinson P, Editors. Dordrecht: Springer Netherlands; 1984. p. 3-13. doi.org/10.1007/978-94-009-6381-8_1
- [8] Ángel E, Carmona SI, Villegas LC. *Gestión ambiental En Proyectos de Desarrollo*. 4 ed. Medellín; 2010.
- [9] Ruiz Citores A. *Análisis del atlas de justicia ambiental EJOLT*. Álava, 2017.
- [10] Martínez-Alier J. Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad. *Polis*. 2006;13.
- [11] Martínez-Alier J. Conflictos ecológicos y justicia ambiental. *Papeles*. 2008;103:11-28.
- [12] Irani Z, Love PED, Elliman T, Jones S, Themistocleous M. Evaluating e-government: Learning from the experiences of two UK local authorities. *Information Systems Journal*. 2005;15(1):61-82. doi.org/10.1111/j.1365-2575.2005.00186.x
- [13] Annarelli A, Battistella C, Nonino F. Product service system: A conceptual framework from a systematic review. *Journal of Cleaner Production*. 2016;139:1011-1032. doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.061

- [14] Hidalgo D, Pereira L, Estupiñán N, Jiménez PL. TransMilenio BRT system in Bogota, high performance and positive impact - Main results of an ex-post evaluation. *Research in Transportation Economics*. 2013;39(1):133–138. doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.005
- [15] Sengupta U, Sengupta U. SDG-11 and smart cities: Contradictions and overlaps between social and environmental justice research agendas. *Frontiers in Sociology*. 2022;7:995603. doi.org/10.3389/fsoc.2022.995603
- [16] Kalla M, Jerowsky M, Howes B, Borda A. Expanding Formal School Curricula to Foster Action Competence in Sustainable Development: A Proposed Free-Choice Project-Based Learning Curriculum. *Sustainability*. 2022;14(23):16315. doi.org/10.3390/su142316315
- [17] De Filippo D, Fernández M. Bibliometría: Importancia de los indicadores bibliométricos. *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana*, 2002.
- [18] Page MJ, McKenezie JE, Boussyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al.* Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. *J Clin Epidemiol*. 2021;134:103–112. doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.02.003
- [19] Aria M, Cuccurullo C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *J Informetr*, 2017;11(4):959–975. doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007
- [20] Valencia DC, Arevalo JB, Rodr D. Análisis bibliométrico sobre direccionamiento de los estudios en Riesgos Financieros risks. *Revista Venezolana de Gerencia*. 2017;38(59):2–13.
- [21] Tomás-Górriz V, Tomás-Casterá V. La Bibliometría en la evaluación de la actividad científica. *Hospital a Domicilio*. 2018;2(4):145–163. doi.org/10.22585/hospdomic.v2i4.51
- [22] van Wee B. Accessible accessibility research challenges. *J Transp Geogr* 2016;51:9–16. doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.10.018
- [23] Elia V, Gnoni MG, Lanzilotto A. Evaluating the application of augmented reality devices in manufacturing from a process point of view: An AHP based model. *Expert Syst Appl*. 2016;63:187–197. doi.org/10.1016/j.eswa.2016.07.006
- [24] van der Giesen C, Cucurachi S, Guinée J, Kramer GJ, Tukker A. A critical view on the current application of LCA for new technologies and recommendations for improved practice. *J Clean Prod*. 2020;259:120904. doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120904
- [25] Cascetta E, Carteni A, Henke I, Pagliara F. Economic growth, transport accessibility and regional equity impacts of high-speed railways in Italy: ten years ex post evaluation and future perspectives. *Transp Res Part A: Policy Pract*. 2020;139:412–428. doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.008
- [26] Castro Coelho J, Aguiar Pinto P, Mira da Silva L. A systems approach for the estimation of the effects of land consolidation projects (LCPs): a model and its application. *Agric Syst*. 2001;68(3):179–195. doi.org/10.1016/S0308-521X(00)00061-5
- [27] Todd PE. Chapter 60 Evaluating Social Programs with Endogenous Program Placement and Selection of the Treated. *Handbook of development economics*. 2007;4:3847–3894. doi.org/10.1016/S1573-4471(07)04060-0
- [28] Del Giudice V, De Paola P Manganelli B, Forte F. The Monetary Valuation of Environmental Externalities through the Analysis of Real Estate Prices. *Sustainability*. 2017;9(2):229. doi.org/10.3390/su9020229
- [29] Diez DM, Barr CD, Cetinkaya-Rundel M. *OpenIntro Statistics*. 2 ed. Boston, USA; 2012.
- [30] Henry E, Loseto M, Ottaviani M. Regulation with Experimentation: Ex Ante Approval, Ex Post Withdrawal, and Liability. *Manage Sci*. 2022;68(7):5330–5347. doi.org/10.1287/mnsc.2021.4164
- [31] Möhring N, Huber R, Finger R. Combining ex-ante and ex-post assessments to support the sustainable transformation of agriculture: The case of Swiss pesticide-free wheat production. *Q Open*. 2023;3(3):qoac022. doi.org/10.1093/qopen/qoac022
- [32] Hevenstone D, Fraser A, Hobi L, Geuke G. Why is impact measurement abandoned in practice? Evidence use in evaluation and contracting for five European Social Impact Bonds. *Evaluation*. 2023;29(1):91–109. doi.org/10.1177/13563890221136890
- [33] Baglioni T, Ribeiro R. Corporate Bonds Distress and FOMC Announcement Returns. SSRN 4400095. 2023. doi.org/10.2139/ssrn.4400095
- [34] Karka P, Papadokostantakis S, Kokossis A. Digitizing sustainable process development: From ex-post to ex-ante LCA using machine-learning to evaluate bio-based process

- technologies ahead of detailed design. *Chem Eng Sci.* 2020;250:117339. doi.org/10.1016/j.ces.2021.117339
- [35] Zhao D, Gu FF, Wang L. The impact of contractual governance on forms of opportunism. *Industrial Marketing Management.* 2022;102:89–103. doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.01.006
- [36] Araya Palma G, Pérez Muñoz C, Bergamini Ladrón K. *Gestión del cumplimiento ambiental.* 2022.
- [37] Martí FP, Teresa M. Evaluación y simulación del impacto de las políticas públicas sobre las PYMES a través del uso de modelos basados en agentes. 2012.
- [38] Pelozo J. The challenge of measuring financial impacts from investments in corporate social performance. *J Manage.* 2009;36(6):1518–1541. doi.org/10.1177/0149206309335188
- [39] Al-Rumaihi A, McKay G, Mackey HR, Al-Ansari T. Environmental Impact Assessment of Food Waste Management Using Two Composting Techniques. *Sustainability.* 2020;12(4):1595. doi.org/10.3390/su12041595
- [40] Xie J, Wu Z, Zhang X, Hu X, Shi C. Trends and developments in low-heat portland cement and concrete: A review. *Constr Build Mater.* 2023;392:131535. doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131535
- [41] Postacchini L, Simoncini M, Forcellese A, Bevilacqua M, Ciarapica FE, Andreassi G, et al. Environmental assessment of an automated impregnation process of carbon fiber tows. *Procedia CIRP.* 2020;88:445–450. doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.077
- [42] Velazquez G, Kaplan S, Monzon A. Ex-Ante and Ex-Post Evaluation of a New Transit Information App: Modeling Use Intentions and Actual Use. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.* 2018;2672(50):56–65. doi.org/10.1177/0361198118792753
- [43] Hoover FA, Meerow S, Grabowski ZJ, McPhearson T. Environmental justice implications of siting criteria in urban green infrastructure planning. *Journal of Environmental Policy & Planning.* 2021;23(5):665–682. doi.org/10.1080/1523908X.2021.1945916
- [44] Constitución Política de la República de Colombia, Constitución Política de Colombia. Colombia, 1991. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm
- [45] Ministerio de Medio Ambiente. Ley 99. Ley general ambiental de Colombia. Normativa. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>
- [46] Departamento Administrativo de la Función Pública. Procedimiento administrativo sancionatorio ambiental. Gestor normativo. Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=36879
- [47] Departamento Administrativo de la Función Pública. Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible Accessed: May 14, 2023. [Online]. Available: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- [48] Ministerio de Medio Ambiente. Resolución 1402. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1402-de-2018/>
- [49] ANLA. ABC del Licenciamiento Ambiental. Servicios a la ciudadanía. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: https://www.anla.gov.co/01_anla/tramites-y-servicios/servicios/abc-del-licenciamiento-ambiental
- [50] Ministerio de Medio Ambiente y ANLA. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C.; 2018. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/normativa/manuales_guias/metodologia_estudios_ambientales_2018_0.pdf
- [51] Ministerio de Medio Ambiente. Banco de indicadores para el proceso de licenciamiento ambiental. Bogotá D.C.; 2021. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/04/Listado-de-Indicadores-para-la-evaluacion-y-seguimiento-de-impactos-ambientales.pdf>
- [52] Ministerio de Medio Ambiente. Listado de impactos ambientales específicos 2021. Bogotá D.C.; 2021. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/04/Listado-de-Impactos-Ambientales-Especificos-2021-V.4.pdf>

- [53] Departamento Nacional de Planeación. Manual conceptual de la Metodología General Ajustada (MGA). Bogotá; 2015. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/MGA/Tutoriales%20de%20funcionamiento/Manual%20conceptual.pdf>
- [54] Departamento Administrativo de la Función Pública. Decreto 1076. Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gestor normativo. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=78153
- [55] Cohen E, Martínez R. Manual de formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales. Santiago de Chile; 1998. [Online]. Available: http://www.cepal.org/dds/noticias/paginas/8/15448/Manual_dds_200408.pdf
- [56] Ministerio del Interior. Qué es la Consulta Previa en Colombia. Accessed: May 14, 2023. [Online]. Available: <https://www.mininterior.gov.co/que-es-la-consulta-previa-en-colombia/>
- [57] OMC. Ex ante y ex post. Glosario. Accessed: May 10, 2023. [Online]. Available: https://www.wto.org/spanish/thewto_s/glossary_s/ex_ante_ex_post_s.htm
- [58] Frison Roche MA. Ex ante - ex post, justificación de un derecho propio y específico de la regulación. Revista de responsabilidad civil y seguros: publicación mensual de doctrina, jurisprudencia y legislación. 2010;10:3–13.
- [59] Navarro H, Ortegón E, Pacheco JF, King K. Pauta metodológica de evaluación de impacto ex-ante y ex-post de programas sociales de lucha contra la pobreza: aplicación metodológica. Naciones Unidas, CEPAL, ILPES, Área de Proyectos y Programación de Inversiones, Santiago de Chile; 2006.