

Segunda parte

Boletín

Academia Mexicana de Impacto Ambiental, A.C.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Edición **98**

Septiembre - Octubre 2026

www.amia.org.mx

DIRECTORIO

COMITÉ EDITORIAL



Mtro. Alberto
Villa Aguilar



Mtro. Sergio B.
Bustamante Acuña



M. en C. Alejandra
de Villa Meza



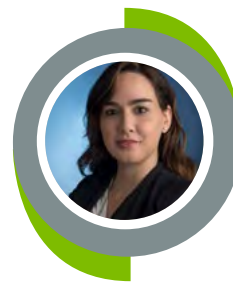
Mtra. Valery
Madero Mabama



I.Q. Carlos Augusto
Ramos Aguilar

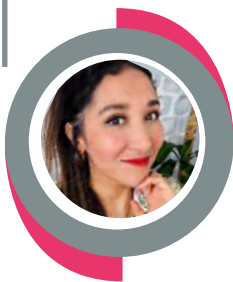


Lic. Ninna
Rippa Solorzano



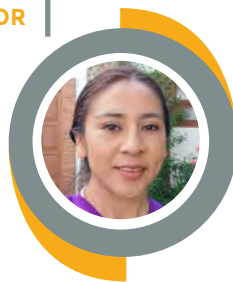
M. en Der. Mariana
Westendarp Palacios

COORDINADOR EDITORIAL Y DE ARTE Y DISEÑO



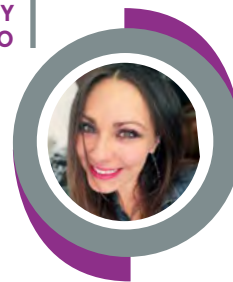
Lic. Yeni A.
Fernández Benítez

EDITOR



Elisa
Zavala Cuevas

ARTE Y DISEÑO



Lic. Jazmín
Rodríguez González



Fotografía de portada:
Fuente: Distritech



amia@amia.org.mx



www.amia.org.mx



(55) _ 5688 _ 1014

ÍNDICE

EL PUNTO CIEGO DE LA IA ANTE LOS
DESAFÍOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL

Por Juan Carlos Valdez Gómez

06

EL ECOSISTEMA DE LA EVIDENCIA: POR
QUÉ LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL SOLO ES
CREÍBLE CUANDO EL DATO LA SOSTIENE

Por Luis Enrique Maumejean Godoy

14

INTELIGENCIA ARTIFICIAL: HUELLA
AMBIENTAL Y USO EN LA MANIFESTACIÓN
DE IMPACTO AMBIENTAL

Por Alberto Villa Aguilar

23

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EVALUACIÓN
DE IMPACTO AMBIENTAL: LA HERRAMIENTA
QUE POTENCIA AL CONSULTOR, NO LO
SUSTITUYE

Por Patricia Eugenia Espinosa Ruiz

33

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EVALUACIÓN
DE IMPACTO AMBIENTAL EN MÉXICO:
DEL CUMPLIMIENTO DOCUMENTAL A LA
INTELIGENCIA AMBIENTAL

Por Martha Elizabeth Guerrero González

40



“Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, por lo que no necesariamente reflejan la opinión de la AMIA. Los reconocimientos, citas y referencias bibliográficas que los colaboradores hicieron u omitieron hacer a la información extraída de otros autores, instituciones, informes, reportes u otros medios, según corresponda en cada caso, son de exclusiva responsabilidad de cada autor”



AMIA^{AC}
Academia Mexicana de
Impacto Ambiental, A.C.*

Boletín AMIA

Publicación bimestral con artículos de interés
en materia de medio ambiente

Distribución gratuita



¡SUSCRÍBETE!

www.amia.org.mx

Consulta todas las publicaciones
anteriores en nuestro sitio web



La Inteligencia Artificial tiene una creciente relevancia e influencia tanto en la vida cotidiana como en el trabajo de los profesionales de la materia ambiental, ya sea que se desempeñen en la consultoría, el sector privado y/o el público, la academia, los grupos sociales, entre otros ámbitos. Por ello, en esta segunda parte del Boletín núm. 98 continuamos el diálogo sobre la “Inteligencia Artificial y Evaluación de Impacto Ambiental”.

La discusión y el análisis profundo de las implicaciones de la Inteligencia Artificial en el proceso de evaluación del impacto ambiental en México, particularmente de sus efectos en la gestión ambiental, aún tienen un largo camino por recorrer. Si bien la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su correspondiente Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental establecen disposiciones específicas sobre las metodologías y la responsabilidad de quien elabora las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA's), la realidad es que el avance tecnológico está superando la capacidad de respuesta del marco vigente, cuyas disposiciones se limitan a establecer las responsabilidades de quienes elaboran los estudios y toman las decisiones.

Desde una perspectiva objetiva, quienes están familiarizados con el proceso de evaluación del impacto ambiental saben que la elaboración de una MIA no se reduce a un trámite ni a la simple recopilación y transcripción de datos. Por el contrario, comprende distintas etapas con diferentes grados de complejidad: (i) planeación; (ii) generación, análisis y procesamiento de información; (iii) desarrollo; (iv) evaluación, y (v) seguimiento. Cada una de ellas presenta oportunidades y retos para la aplicación de la Inteligencia Artificial.

Para ahondar en ello, el maestro Juan Carlos Valdéz Gómez explica los “puntos ciegos” tanto en la fase de la elaboración como en la fase de evaluación del impacto ambiental, argumentando que la Inteligencia Artificial es un software que procesa datos, mas no aporta razonamiento o cálculo, y, por lo tanto, carece del juicio analítico y de la capacidad para detectar falsedades y realizar cuestionamientos técnicos y éticos como lo haría un humano. El gran error de la automatización ambiental es creer que la información digitalizada es la realidad y bajo esta premisa se perderá “el toque humano” y se diluirá la responsabilidad legal y moral del Estado en la emisión de resoluciones en materia de impacto ambiental.

Lo anterior nos lleva a otro frente: el origen de los datos con los que se alimenta la Inteligencia Artificial. Al respecto, el maestro Luis Enrique Maumejan Godoy plantea diversos escenarios hipotéticos y reflexiona sobre sus posibles consecuencias, así como sobre los impactos derivados de confiar en la Inteligencia Artificial para procesar información. En aras de generar un diálogo constructivo y activo con los lectores, presenta una propuesta para articular la función de un responsable de la elaboración de estudios, para sustentar y contar con la evidencia necesaria para verificar y asegurar la trazabilidad de la información.



Por su parte, el maestro Alberto Villa Aguilar aborda la reflexión sobre el impacto y la huella ambiental que provoca el uso mismo de la Inteligencia Artificial en la elaboración de las MIA's desde la etapa de planeación. Asimismo, refiere que aquella constituye una herramienta técnica de soporte a los métodos analíticos tradicionales que están transformando la metodología e innovando la forma de trabajar desde el ámbito de la consultoría. No obstante, nos recuerda la importancia de mantener el rigor científico y la responsabilidad ética, así como legal en el proceso de elaboración de las MIA's.

Ahora bien, tal como lo expresa la maestra Patricia Eugenia Espinosa Cruz no hay vuelta atrás respecto a la discusión o uso de la IA; por el contrario, se debe revisar bajo qué circunstancias éticas, profesionales y regulatorias se puede mejorar su utilización. De hecho, en su artículo, describe algunos de los beneficios que aporta la Inteligencia Artificial, así como las condiciones bajo las cuales puede sumar o restar calidad, lo cual no depende únicamente de la Inteligencia Artificial, sino también del profesional que la utiliza.

Por último, la maestra Martha Elizabeth Guerrero González refuerza la idea de que la Inteligencia Artificial puede ayudar a eficientar el trabajo y potencializar las habilidades analíticas de los expertos en distintos frentes: en el análisis de la información para la preparación de los expedientes, durante las evaluaciones y no menos importante, en el seguimiento para el cumplimiento de las obligaciones en materia de impacto ambiental, una etapa fundamental en el desarrollo y ejecución de los proyectos. Todo lo anterior, sin perder de vista que el objetivo es aprender a utilizarla para comprender mejor los impactos, así como las relaciones ambientales.

A partir de esta entrega y de la anterior del Boletín AMIA, dedicadas a la “Inteligencia Artificial y Evaluación de Impacto Ambiental”, el lector podrá identificar algunos de los dilemas éticos, técnicos y legales a los que se enfrentan los profesionales que intervienen en la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental y sobre los cuales aún no hay soluciones o controles reales, ya que estamos ante un fenómeno tecnológico tan dinámico que evoluciona a una velocidad sin precedentes, por lo que el proceso de adaptación no será posible en el corto o mediano plazo.

Quienes contribuyeron en la presente edición del Boletín nos recuerdan algunos principios y buenas prácticas que deben prevalecer en el uso de cualquier tecnología: actuar con responsabilidad y conservar el criterio para cuestionar, comprobar y validar la información.

Finalmente, los invitamos a revisar las reflexiones en relación con el tema y a que, junto con los miembros de la Academia Mexicana de Impacto Ambiental, generemos ese ejercicio crítico y constructivo que coadyuve a fortalecer la figura de la Manifestación de Impacto Ambiental conforme a los principios constitucionales establecidos en la Carta Magna.

Saludos cordiales,

Mtra. Valery 
Madero Mabama

Integrante del Comité Editorial
2026-2028 de la AMIA, A.C.



¡AFÍLIATE!

La **Academia Mexicana de Impacto Ambiental** (AMIA) asociación gremial sin fines de lucro:

¡Te invita a formar parte de este grupo multidisciplinario!

Disfruta éstos y otros **BENEFICIOS** con tu membresía AMIA:

CONTÁCTANOS



(56) 1838-9419



(55) 5688-1014



membresia@amia.org.mx

¡SÍGUENOS EN REDES SOCIALES!



Recepción quincenal del **AMIActualiza** con novedades del sector



Convocatorias de participación en el proceso de **Evaluación de Impacto Ambiental** que emite la SEMARNAT



Acceso a las grabaciones de **eventos virtuales** especiales



Acceso al **Repositorio AMIA**, con materiales exclusivos compartidos



Beneficios derivados por afiliación de la AMIA a la *International Association for Impact Assessment* (IAIA)



Oportunidad de participar en los diferentes **comités internos** de la AMIA



Incorporación en el chat exclusivo de **socios AMIA** donde existe constante retroalimentación



Recepción bimestral del **Boletín institucional** con colaboraciones de diferentes especialistas



Registro en nuestro directorio web de consultores y trámite de **credencial física o digital**



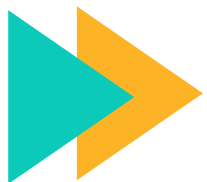
Cuota preferencial en inserción publicitaria sobre tus servicios como consultor



Capacitación profesional con hasta **30% de descuento** con la AMIA y/o instituciones con las que se suscriba convenio



Notificaciones de información de interés como capacitaciones, noticias, avisos, infografías, etc.



Por **Juan Carlos
Valdez Gómez**

Auditor e investigador ambiental, con 17 años de experiencia en consultoría, evaluación de riesgos, sistemas de gestión e innovación ambiental. Doctor en Educación Ambiental, Ingeniero Químico y Maestro en Seguridad Industrial y Protección Ambiental. Experto Técnico Evaluador de la EMA en agua, suelos, residuos, biosólidos y ambiente laboral. Docente universitario de posgrado, integra investigación, dirección de proyectos y formación especializada.

EL PUNTO CIEGO DE LA IA ANTE LOS DESAFÍOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

► Resumen

La inteligencia artificial (IA) está transformando la evaluación ambiental al procesar documentos, cruzar legislación, analizar imágenes y detectar patrones. Sin embargo, no debemos confundir velocidad con conocimiento, correlación con verdad ni predicción con responsabilidad. Un ecosistema no es solo información: es territorio, memoria, cultura, economía y vida. El riesgo surge cuando la IA sustituye al experto, porque la IA trabaja con lo que puede digitalizar, mientras el territorio conserva saberes que no están en ninguna base de datos: la experiencia, la memoria comunitaria, una consulta pública o la intuición técnica ante datos inconsistentes. El futuro no debe enfrentar tecnología y humanidad, sino unirlos con límites claros: la IA debe ser asistente, nunca autoridad; herramienta de análisis, nunca responsable de la decisión. La evaluación ambiental del futuro necesita datos, algoritmos y modelos predictivos, pero también presencia, criterio, ética, experiencia y responsabilidad humana. necesitamos aprender a promptear; pero a la IA, le falta calle.





Imagina a un evaluador ambiental al mediodía, caminando bajo el sol del desierto a lo largo del lecho del río Bacanuchi en Sonora. El agua corre con un tono inusual, pero el evaluador no solo mide el pH. Escucha las preocupaciones del agricultor sobre sus ovejas, vacas, caballos, ve los lixiviados ácidos que se han acumulado en el suelo, y nota de inmediato ese denso olor metálico que recuerda al desastre minero de 2014. En ese momento, la evaluación del impacto ambiental deja de ser un proceso burocrático y se convierte en una experiencia sensorial, ética y comunitaria. El evaluador especialista no solo toma datos duros, comprende el apego del agricultor a su tierra, lee la desconfianza acumulada tras años de promesas incumplidas y siente el pulso de una cuenca que no está muriendo. Ahora, pasemos a la oficina de una firma ambiental que está a punto de resolver todo en términos del estudio de impacto ambiental, en la Ciudad de México o en otro lugar, un modelo de inteligencia artificial de última generación que procesa el futuro de la cuenca del río Sonora en milisegundos, el software está consumiendo las imágenes satelitales de alta resolución, índices de dispersión química, series climatológicas y los

caudales históricos. Luego, en el monitor de la computadora, las proyecciones y los gráficos de la red neuronal se ven bien, limpios, claros e indiscutibles, tan ordenados, la lógica es tan perfecta y un profesionalismo casi indiscutible. Para los promotores del proyecto y los analistas corporativos, el veredicto digital es una "objetividad" reconfortante, al saber que los algoritmos nos dicen que la minería sigue siendo segura, pero solo por un pequeño margen, y en el contexto de la cantidad adecuada de información. Pero el verdadero peligro radica en el software que es el enorme "punto ciego", el software no puede computar todo lo que no se ha traducido en unos y ceros, quiero decir que los algoritmos solo pueden analizar lo que se puede editar en la web, por lo que la IA no reconoce que el río Sonora no es solo un volumen de agua en metros cúbicos, sino de los ocho municipios que han construido sus vidas, la economía y la historia a su alrededor; no conoce la historia no contada de la información local sobre las inundaciones de arroyos y no puede registrar la sutileza de la resistencia civil que fluye por las plazas a voces sordas. Así que si una experiencia, un hecho o un conflicto interno no está indexado en las bases de datos web, la



IA simplemente no existe. Según Camastra, F. D., & Vallejo, R. G. (2025), los resultados de la IA sobre la sostenibilidad pueden verse como un gran problema, la inteligencia artificial es crucial para sostener el medio ambiente, pero conlleva riesgos que deben considerarse (por ejemplo, la objetividad es una preocupación).

La fascinación tecnológica y la falsa promesa de objetividad

La participación gradual de la inteligencia artificial en la gobernanza ambiental no es un fenómeno aislado, sino el punto culminante de una revolución que busca tecnificar la resolución de conflictos sociales complejos. En el contexto mexicano, las agencias regulatorias y las empresas industriales ven el procesamiento algorítmico como una panacea contra los altibajos pasados de la burocracia, el procedimiento lento y la falta de estandarización de procesos y presiones políticas. La idea de un informe ambiental respaldado por una red neuronal (un conjunto de IAs) o un modelo predictivo automatizado crea una sensación de inapelabilidad. Así, lo que varios sectores refieren como objetividad algorítmica se construye como una creencia implícita de que las máquinas, sin pasiones y sesgos humanos, pueden tomar decisiones imparciales y matemáticamente sólidas sobre el destino de nuestros ecosistemas. Pero esta neutralidad se ve socavada cuando observamos el marco filosófico y político en el que operan estas tecnologías. La forma en que la automatización de la toma de decisiones está tomando el control sobre los seres humanos es peligrosa para la sociedad; es un desastre civilizacional y un riesgo que el historiador Yuval Noah Harari (2018, 2024) ha identificado. Harari argumenta que nos estamos rindiendo a los algoritmos para entendernos mejor de lo que lo hacemos nosotros mismos. Si dejamos el juicio de los humanos a la caja negra del software, entonces habrá una alienación institucional en el proceso de evaluación del impacto ambiental. Cuando el algoritmo dice que el acuífero de una región o el lecho de un río será de "movilidad" sostenible, y el proceso de cambio socioambiental se basara en modelos estadísticos abstractos, los funcionarios públicos no siempre son responsables de sus decisiones morales y legales y simplemente ven el juicio de la máquina (IA) como un veredicto

y además correcto. La burocracia ambiental reemplaza la inspección crítica y la deliberación ética con la obediencia automatizada. Aquí es donde el verdadero vacío del objetivismo matemático se convierte en la realidad en la mente de un experto técnico. La IA es un sistema probabilístico de correlaciones; no razona, calcula. Ni siquiera puede dudar de sus propias fuentes y con asombrosa audacia es capaz de interpretaciones estadísticas delirantes y sesgadas bajo la apariencia de una verdad absoluta e incuestionable. Un buen experto ambiental tiene algo que el código nunca tendrá, un criterio de falsabilidad, malicia metodológica y escepticismo ético. El experto técnico sabe cuándo los datos de campo "huelan mal", cuándo un muestreo de suelo fue convenientemente embellecido por la empresa que lo promueve, cuándo una declaración comunitaria oculta tensiones políticas subyacentes. La IA, sin este marco de validación empírica, confía ciegamente en el documento que lee. Confiar en que la máquina entregará el resultado ya digerido es una elección imprudente que pondría en riesgo vidas y territorios. Esto no significa que debamos excluir la tecnología del ámbito ecológico o prohibir su existencia. Por otro lado, como interfaz para la revisión de documentos, la inteligencia artificial es muy útil. Es una herramienta inigualable para comparar simultáneamente miles de páginas de regulaciones actuales, moverse a través de historias de leyes de agua, rastrear patentes de lixiviados químicos o encontrar una bibliografía científica sobre la fauna de una cuenca. Su utilidad radica en mejorar el trabajo analítico del proceso, acelerando la lectura de la compleja burocracia ambiental. El problema aquí no es que la IA sea un poderoso modelador de impacto de datos, sino que el verdadero riesgo es que sea el algoritmo el que esté firmando la resolución ambiental. Esto es moral y legalmente incorrecto. La inteligencia artificial no tiene agencia legal ni conciencia moral, no puede ir a la cárcel por un informe falso, no puede sentir pena por un ecodidio, no puede responder en un tribunal por minimizar un riesgo químico. Al final del día, cualquier Declaración de Impacto Ambiental, cualquier informe técnico o hoja de ruta de remediación debe terminar con el trazo, la firma y la identificación de un ser humano. Si una



decisión va a cambiar el equilibrio ecológico de esa región, debe haber una persona en el centro que arriesgue su licencia profesional, reputación y responsabilidad civil. Un documento para describir el alcance ambiental necesita una conciencia responsable y ética, no el logotipo de un algoritmo de procesamiento de lenguaje natural que no es real. Delegar esta tarea a la Inteligencia Artificial es cubrir un error técnico fundamental, el resultado depende enteramente del diseño del prompt. Y si la primera línea no es precisa y contextual, entonces será un error para todo el análisis que sigue. El verdadero punto no es aprender el modelo técnico en absoluto, sino poder guiar y validar el contenido desde la perspectiva humana. Esta transferencia de autoridad es aún más preocupante cuando despojamos la supuesta pureza de la materia prima del algoritmo, los datos. Como argumenta la socióloga Shoshana Zuboff (2019, 2023) en su análisis de la economía digital, los datos no están simplemente suspendidos en el vacío como partículas elementales de la naturaleza, sino que son un producto de intereses comerciales, decisiones políticas y relaciones de poder preexistentes. En el contexto de la inteligencia artificial para la evaluación ambiental, la recopilación de datos, la toma de decisiones y qué variables recoger

y descartar son decisiones muy políticas. Las vastas bases de datos utilizadas para entrenar modelos de IA reflejan las asimetrías de poder de los mercados tecnológicos, las empresas mineras o energéticas tienen los fondos para comprar grandes cartografías satelitales y sensores de alta gama que validan la viabilidad de su trabajo, mientras que los datos de salud pública comunitaria o incluso la degradación sutil de los micro ecosistemas locales no están ampliamente disponibles o ni siquiera existen. Los datos alimentados a la máquina, sin embargo, no son la realidad actual del espacio; reflejan la agenda de aquellos que tienen los medios económicos y técnicos para digitalizarlo. Finalmente, el gran error de la automatización ambiental es un problema epistemológico básico, la idea de que la información digitalizada es una copia del mundo real. Como ha demostrado el filósofo Luciano Floridi (2019, 2024), la información no es una copia fotográfica o mimética de la realidad, sino una creación interpretativa y un diseño conceptual desarrollado por un agente. En el contexto del impacto ambiental, un ecosistema con toda su riqueza social, biológica y mística se desmantela y reconstituye a través de lo que él llama 'niveles de abstracción' que la máquina puede digerir. Al hacerlo, la naturaleza orgánica del lugar se pierde a través de su filtro poético y de codificación. La IA es un modelo simulado, una abstracción matemática que simplifica las dinámicas de impacto humano que son cualitativas y multifactoriales. Asumir que un algoritmo puede entender el impacto real de un ecocidio a partir de sus lecturas computarizadas es, según Floridi, como mezclar la receta con el sabor del plato. El mapa del algoritmo, por muy detallado que aparezca en la pantalla de un consultor, nunca capturará la complejidad viva de la biodiversidad habitada.

El "Punto Ciego"

El verdadero talón de Aquiles de la inteligencia artificial en la evaluación ambiental en nuestras regiones se puede resumir en una simple afirmación que hace el algoritmo, lo que no está digitalizado simplemente no existe. Los modelos predictivos y los sistemas de procesamiento de datos se basan en repositorios en línea, artículos académicos indexados, mapas gubernamentales y censos oficiales. Pero en un país con una complejidad





social e histórica como México, la mayor parte de la verdad de una región no es visible para los servidores de Silicon Valley o las bases de datos de la Ciudad de México. Hay un inmenso y vital "vacío digital". Pensemos en el conocimiento empírico de un agricultor o un pescador en la cuenca del río Sonora o en los vastos sembradíos de Veracruz. Ese conocimiento no está registrado en un PDF enviado a la nube. Está almacenado en el recuerdo oral de aquellos que han observado la acción de los arroyos durante generaciones, hombres y mujeres que saben, sin necesidad de un sensor satelital, qué tierras se inundan cuando el cielo ruge de cierta manera, qué plantas medicinales desaparecen si el agua tiene una acidez invisible o dónde ciertas cuevas tienen aves que ayudan a controlar plagas agrícolas en ellas. Este conocimiento antiguo, recopilado a través de prueba, error y convivencia cercana con la biosfera, es invisible para la inteligencia artificial. La máquina, al no encontrar la información sobre estos datos antiguos en la web, toma una hoja en blanco y asume que el espacio es una hoja en blanco, un terreno vacío listo para ser intervenido bajo métricas puramente industriales. La amenaza es peor si la IA ignora el tejido social. El conflicto latente sobre la tenencia de la tierra, las asimetrías de poder entre los propietarios comunales y las corporaciones, las historias de despojo y las promesas comunitarias rotas del pasado no están escritas en los mapas de coordenadas que lee el software. Un algoritmo puede declarar que un proyecto es factible porque los flujos de agua teóricos lo permiten, pero no puede predecir que el mismo proyecto causará una fractura social irreversible en una aldea indígena porque perturbará un camino ceremonial o contaminará un pozo comunitario sagrado. La IA no tiene acceso a la experiencia viva no indexada. Y al final, lo que la pantalla transmite como un diagnóstico técnico perfecto es un mapa distorsionado, una abstracción geométrica que ignora la humanidad del mundo por un número.

El "Toque Humano", La parte ética e intuitiva de la evaluación

Es en este vacío digital donde hago referencia a lo que llamo el "toque humano", es lo que la tecnología ya no puede reproducir, porque el toque humano no proviene de un algoritmo o

un cálculo de probabilidad, sino de la empatía, la intuición científica y la presencia física. En la evaluación del impacto ambiental, el toque no es un capricho lírico; es una herramienta de primer orden que define la diferencia entre un burócrata de escritorio y un experto de campo con conciencia social. Y el toque humano es, sobre todo, la capacidad de leer entre líneas durante una consulta pública en la plaza de un pueblo mexicano. Cuando una comunidad se reúne para discutir un proyecto minero, agrónomo o industrial, la verdad rara vez se expresa en un informe en el registro oficial. Sucede en la voz de una madre preocupada por la salud de sus hijos, en los silencios incómodos de las autoridades locales frente a los representantes corporativos, o en los ojos cautelosos de los ancianos. Un evaluador humano experimentado tiene la sensibilidad psicológica y cultural para percibir las tensiones, leer el lenguaje no verbal y saber que el efecto de un megaproyecto nunca es solo medir decibelios de ruido o partes por millón de un contaminante. El impacto ambiental es, en esencia, un impacto humano y emocional y es un producto de la técnica y el conocimiento intercultural de diversas áreas y experiencias y profesionalización. El toque, también, se traduce en lo que los científicos llaman "intuición empírica". El ecologista o ingeniero que recorre el territorio no es solo un recolector de muestras; es un tecnólogo que ve el entorno con sus propios ojos. El polvo que respiran, el calor sofocante que está cambiando el ecosistema, un árbol que se seca temprano y que los sensores remotos aún no han registrado. Ese sentido de asombro y sospecha ética es lo que impulsa al técnico experto a cuestionar los informes corporativos, a mirar los datos oscuros y a exigir que haya salvaguardas para proteger la vida. La inteligencia artificial puede procesar datos con una velocidad asombrosa, pero no puede moverse; no tiene la brújula ética para sentir el sufrimiento de un pueblo sediento o el coraje para rebelarse contra la destrucción de un paisaje. Reemplazar esa mirada humana, comprometida y presente con un algoritmo frío y determinado es enviar la gobernanza ambiental a una indiferencia tecnocrática donde los desastres son sancionados solo porque el software dijo que son estadísticamente improbables. El peligro de elevarlo a la cima de la toma de decisiones no radica solo en sus limitaciones técnicas, sino en el uso político y



corporativo que se podría hacer de ellas. En México, como un país que ha conocido durante mucho tiempo una historia de impunidad, largos litigios y opacidad institucional, la inteligencia artificial amenaza con convertirse en el "escudo burocrático perfecto" del futuro de la gobernanza ambiental. Estamos peligrosamente cerca de una pérdida total de responsabilidad legal y moral porque ahora se asume que "no fui yo, fue el algoritmo". Si un megaproyecto de infraestructura o una concesión minera resulta en un desastre ecológico como la contaminación irreversible de un acuífero o el desplazamiento de una comunidad debido a la escasez de agua, las empresas y los funcionarios que lo sancionaron ya no estarán bajo la misma amenaza de los tribunales como antes. Utilizarán decisiones predictivas automatizadas como la mejor evidencia de su "buena fe" para ser creídos. Al esconderse detrás de una máquina neutral y científica, las autoridades ambientales pueden decir que implementaron las estrategias de optimización que el software declaró correctas. Este algoritmo es entonces una lavandería de decisiones sesgadas y de alto riesgo que luego se presentan al dominio público como hechos fácilmente digeribles y aceptados como correctos, de modo que los

verdaderos tomadores de decisiones quedan sin responsabilidad civil o penal. Este escenario deshumanizado cambia completamente el Derecho Ambiental. La justicia ecológica se basa en la prevención y la clara identificación de la cadena de mando que permitió un ecocidio. Si descentralizamos el juicio técnico a redes neuronales cuyo mundo interior es una caja negra opaca incluso para sus propios programadores, rompemos el vínculo de causalidad legal. ¿Quién será responsable cuando la predicción de la IA falle y un pueblo entero se quede sin agua potable? ¿El desarrollador del código? ¿La base de datos indexada? ¿La agencia reguladora que firmó el permiso con los ojos cerrados? ¿El desarrollador del prompt? La decisión de confiar ciegamente en el veredicto automatizado no es una vanguardia tecnológica; es un fracaso legal por parte de las comunidades más vulnerables de México para enfrentarse en total indefensión al poder corporativo tecnificado.

Conclusión

No se nos permitió usar calculadoras hace 20 años, porque nos ralentizarían en el aprendizaje. Pero ahora tenemos herramientas sofisticadas que nos permiten construir sistemas complejos mucho más rápido y con mayor precisión. Eso



fue lo mismo con los teléfonos celulares; nos ocupamos de las cosas del día a día hasta el punto de que olvidamos cómo recordar los números de teléfono de nuestros propios hijos porque están en un dispositivo. ¿Qué pasó con esa generación? Evolucionó, y este cambio tecnológico es inevitable y no es una cuestión de simples sentimientos. Y la resistencia actual a la inteligencia artificial es una respuesta a esa brecha cognitiva de intentar adoptar una nueva herramienta. Y ya no podemos hablar de un solo tipo de inteligencia artificial, sino de un pueblo de inteligencias artificiales que se construye para poder combinar diferentes sistemas, cada uno diseñado para una función específica. El uso correcto de la tecnología nos dará un aliado y un asistente como ningún otro, y eso hará posible desarrollar textos en minutos y mover la base de datos. Pero todavía queda el ojo analítico y el toque humano. Así que la inteligencia artificial está aquí y negarla del aparato de evaluación ambiental sería un anacronismo desfasado. Su capacidad para la sistematización documental, el cruce legislativo y el procesamiento de macrométricas biofísicas es un arma científica sin precedentes, pero el futuro de salvar nuestro ecosistema dependerá de un cierto límite ético e inquebrantable; la IA debe ser siempre el bloc de notas del evaluador y no la pluma que se utiliza para firmar el destino de las generaciones futuras. En esta era de sostenibilidad puramente digital y abstracta, donde pasamos nuestras vidas en centros de computación lejos de la realidad geográfica, es hora de que propongamos una sostenibilidad arraigada. Esto significa que un diagnóstico de impacto ambiental se debe considerar que los ecosistemas de México no son modelos estadísticos o conjuntos de píxeles satelitales, sino territorios habitados, históricos y profundamente culturales. Una evaluación ambiental arraigada es aquella que postula que el factor humano, el diálogo cara a cara, la memoria compartida de los pueblos y el escepticismo metodológico de los expertos de campo son principios epistemológicos que la tecnología no puede ni debe reemplazar. Al final del día, cuando el sol se pone sobre el lecho herido del río Sonora o las selvas húmedas de Veracruz, la verdad ambiental no se conserva en servidores en la nube. Asegurémonos de que, en nuestro afán de

automatizar el mañana, no borremos la última línea de defensa que queda para nuestros ecosistemas, nuestra propia humanidad. A nosotros nos falta aprender a promptear, pero a la IA, todavía le hace falta calle.

Bibliografía

- Camasta, F. D., & Vallejo, R. G. (2025). *Inteligencia artificial, sostenibilidad e impacto ambiental. Un estudio narrativo y bibliométrico*.
- Floridi, L. (2019). *The logic of information: A theory of philosophy as conceptual design* (Vol. 10). Oxford: Oxford University Press.
- Floridi, L. (2024). *Ética de la inteligencia artificial*. Herder Editorial.
- Harari, Y. N., & Ros, J. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI*. Barcelona: debate.
- Harari, Y. N. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI*.
- Zuboff, S. (2024). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. *Journal of Information Ethics*, 33(1), 84-85.
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. PublicAffairs.
- Zuboff, S. (2023). *La era del capitalismo de la vigilancia*. Paidós.





INSERCIÓN

Publicitaria

20% SOCIOS AMIA

BOLETÍN AMIA

- Publicación bimestral gratuita
- Aborda temas de actualidad con tópicos en materia de medio ambiente.
- Distribución digital a nivel nacional
- Target: Autoridades ambientales, Universidades y Público especializado en materia de impacto ambiental y medio ambiente.



EL ECOSISTEMA DE LA EVIDENCIA: POR QUÉ LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL SOLO ES CREÍBLE CUANDO EL DATO LA SOSTIENE

Resumen

El gremio ambiental vive una fiebre por la inteligencia artificial y casi nadie se pregunta con qué la está alimentando. Este artículo sostiene que la información es la gasolina de cualquier modelo y que, en la evaluación de impacto ambiental mexicana, esa gasolina suele venir sucia: bases históricas incompletas, series con huecos y recorridos de campo insuficientes que la máquina convierte en documentos coherentes pero indefendibles. Se describen tres formas en que un sistema fabrica certeza aparente y se propone un ecosistema de evidencia en cuatro funciones: escuchar el territorio con mediciones reales, custodiar su integridad con registro distribuido como capa de confianza, entender con inteligencia artificial acotada por grafos de conocimiento y ejecutar el seguimiento con contratos inteligentes. Un caso ilustrativo muestra qué ocurre cuando el ecosistema pierde el equilibrio, y se traza la línea que ninguna máquina debe cruzar: el juicio y la firma siguen siendo humanos.



Por **Luis Enrique
Maumejean Godoy**

Licenciado en Ciencias de la Comunicación, con estudios en física, ingeniería industrial, planeación estratégica y sistemas complejos. Vicepresidente y fundador de la **Asociación Iberoamericana de Inteligencia Artificial y Blockchain A.C.** CTO de *Swiss Tech Corp AG* y presidente del consejo de *Expertplan Construction S.A.* de C.V. Diseña arquitecturas de trazabilidad *Blockchain*, con sensores *IoT*, registro distribuido e inteligencia artificial.

in



Hay una fiebre. Se nota en los congresos, en los despachos, en los pasillos de las dependencias y en los grupos de mensajería del gremio. Cada vez más profesionales usan inteligencia artificial para redactar capítulos, resumir normas, generar mapas y preparar en minutos lo que antes exigía semanas. En la evaluación ambiental, esa promesa merece atención. Pero también una pregunta que no cabe en una demostración de velocidad: ¿de dónde sale la información que sostiene lo que la máquina nos entrega?

Llevo años diseñando sistemas que tienen que sobrevivir a un regulador, a un auditor y a un juez, y he aprendido a desconfiar de cualquier tecnología que se vende solamente por su velocidad. La velocidad importa, claro. Pero no puede ser la primera medida de calidad cuando están en juego una inversión, un ecosistema que quizá no se pueda reconstruir y una comunidad que vive río abajo.

Lo que importa es otra cosa: ¿con qué estamos alimentando a la inteligencia artificial cuando le pedimos que nos ayude a evaluar un territorio?

La gasolina del motor: los datos

Conviene empezar por lo más básico. El modelo que redacta un capítulo no fue al campo, no aforó el arroyo, no puso una cámara trampa ni habló con el comisariado ejidal. Que pueda escribir sobre esas actividades no significa que tenga evidencia de que ocurrieron. Si la inteligencia artificial es el motor, los datos son su gasolina. Con combustible de mala calidad, el motor puede sonar perfecto y aun así llevarnos al lugar equivocado.

Pensemos en la información que puede reunirse para una manifestación de impacto ambiental, la MIA: registros de biodiversidad, series de lluvia, cartografía, estudios anteriores y campañas de campo. Las fuentes históricas y secundarias son valiosas; no se vuelven inútiles por no haberse



producido ayer. La cuestión es saber qué representan, para qué sirven y dónde están sus límites.

El riesgo aparece cuando se mezclan registros de distinta antigüedad, escalas incompatibles o periodos incompletos sin dejar constancia de esas diferencias. Si después un sistema convierte todo eso en un texto coherente, extenso y bien escrito, puede atribuirle una seguridad que la evidencia original nunca tuvo.

Eso es lo que me preocupa. No solamente que la inteligencia artificial se equivoque, sino que el error llegue vestido de certeza.

Tres situaciones para entender el riesgo

Permítanme aterrizarlo con tres ejemplos hipotéticos. No describen expedientes reales ni pretenden medir cómo trabaja el sector; sirven para distinguir problemas que no conviene meter en el mismo costal.

La primera. Un modelo que predice dónde podría encontrarse una especie fue entrenado con registros de bosque templado del norte del país. Se utiliza para evaluar un polígono de selva seca en el sur, sin comprobar si es válido trasladarlo a ese contexto. Puede entregar un mapa precioso. Lo que falta no es resolución gráfica: es demostrar que el modelo sirve para ese territorio. Nadie le puso un letrero que diga «aquí todavía no sabemos si funciona».

La segunda. La serie de lluvia de una estación tiene cuatro años sin registro. Antes de calcular el balance de agua, el sistema rellena los huecos con un método que suaviza las variaciones. Estimar datos faltantes no es, por sí mismo, un error. El problema aparece si no se documenta cómo se hizo, no se evalúa el efecto sobre los extremos y después se presentan las estimaciones como si fueran mediciones. El balance puede quedar ordenado en el papel mientras deja fuera una incertidumbre importante para el diseño.

La tercera. Se le pide a un modelo de lenguaje que estructure el capítulo de flora y fauna. Entrega un listado con especies en categoría de riesgo, abundancias plausibles y medidas de rescate bien redactadas. Pero algunas de esas afirmaciones no tienen respaldo en los registros ni en el muestreo.

La literatura sobre generación de lenguaje estudia este problema bajo el término alucinación: contenido que puede parecer convincente y, sin embargo, no estar sustentado en la fuente o ser incorrecto (Ji y colaboradores, 2023).

Son tres problemas distintos: aplicar un modelo fuera de su contexto, manejar mal la incertidumbre y generar afirmaciones sin sustento. Una lectura fluida no basta para descartarlos. Hay que poder regresar a los datos, revisar el método y distinguir lo observado de lo estimado.

Tampoco ayuda plantearlo como una falta de interés de los profesionales. Cuando se exige entregar más información en menos tiempo y con menos presupuesto, la rapidez resulta atractiva. La pregunta útil no es a quién reprochárselo, sino qué controles permiten trabajar mejor sin hacer depender toda la revisión de la memoria o del esfuerzo individual del consultor.

Cuatro piezas que conviene conectar

A partir de mi trabajo en arquitectura tecnológica, propongo ordenar esa conversación en cuatro funciones: **escuchar, custodiar, entender y ejecutar**. A su articulación la llamo aquí «ecosistema de la evidencia». No presento cuatro inventos nuevos: me interesa cómo se conectan herramientas conocidas y qué ocurre cuando una de esas funciones falla.

Escuchar. Uso la palabra como una metáfora de observar, medir y documentar el territorio. Incluye sensores, cámaras, grabadoras acústicas, análisis de laboratorio, campañas de campo y diálogo con quienes conocen el lugar. También incluye revisar las fuentes existentes y reconocer qué información falta.

No se trata de instalar aparatos por todas partes. Se trata de definir qué necesitamos saber y con qué método podemos saberlo. Una estación nueva no sustituye una serie histórica larga; una fotografía no demuestra, por sí sola, que una restauración funcionó. El sensor no reemplaza al biólogo ni al hidrólogo. Puede ampliar su

capacidad de observación, siempre que estén resueltos la calibración, el mantenimiento y la interpretación. Y cada campaña debe dejar registrado cuándo se hizo, con qué esfuerzo, en qué coordenadas y con qué resultados.

Custodiar. De poco sirve medir bien si después no podemos reconstruir qué ocurrió con el dato. Aquí pueden contribuir las tecnologías de registro distribuido, conocidas como DLT por sus siglas en inglés, entre ellas la cadena de bloques o *blockchain*. Hablamos de registros compartidos que permiten detectar y dificultar alteraciones posteriores, no de criptomonedas ni de especulación (Yaga y colaboradores, 2018).

Aplicado a un expediente ambiental, el esquema registra una huella digital del conjunto de datos y se conservan los originales, sus versiones y las transformaciones realizadas. Así se puede comprobar si el material presentado corresponde al que se registró. Eso no demuestra por sí solo que la medición fuera correcta ni que ocurriera en la fecha declarada. Un dato equivocado no se vuelve verdadero por guardarlo en una cadena de bloques. La custodia fortalece la evidencia; no sustituye su validación.

Entender. Sobre esa base tiene sentido incorporar herramientas que ayuden a encontrar relaciones, contradicciones y vacíos. Una de ellas es el grafo de conocimiento¹. Suena técnico, pero la idea es sencilla: un mapa de relaciones. Esta especie aparece en este registro; ese registro corresponde a este polígono; esta norma establece una categoría de riesgo; este instrumento de ordenamiento contiene una condición aplicable.

Ese mapa puede ayudar a que una respuesta vuelva a su fuente. No impide, por sí solo, que un modelo invente. Por eso lo acompañaría de reglas de consulta, comprobación de citas, revisión especializada y una salida que diga «no hay evidencia suficiente» cuando corresponda. La meta no es que la máquina siempre conteste. Es que no presente una suposición como si fuera un hallazgo.

También importa distinguir entre explicar una respuesta después de producirla y comprender cómo se obtuvo. Cynthia Rudin (2019) defiende el uso de modelos interpretables en decisiones de alto riesgo y cuestiona que una explicación posterior de una «caja negra» equivalga a conocer su funcionamiento. Su argumento me interesa por algo concreto: la posibilidad de examinar el razonamiento merece formar parte de la elección del modelo, no ser un adorno al final.

Ejecutar. El seguimiento ambiental continúa después del resolutivo. Lo que se comprometió necesita responsables, plazos y evidencia de cumplimiento. Aquí pueden utilizarse automatizaciones y, cuando aporten valor, contratos inteligentes: programas que aplican reglas al recibir una instrucción o datos. Los llamados oráculos suministran información externa a esos programas; no garantizan que esa información sea verdadera (Yaga y colaboradores, 2018).

Piénsenlo así: una lectura fuera de un umbral genera una alerta y abre una verificación; una medida de restauración documentada permite tramitar un pago, con los controles y autorizaciones previamente acordados. No equivale a que un sensor declare una infracción ni a que un programa decida por su cuenta que un ecosistema se recuperó. Lo interesante es conectar observación y respuesta sin perder la revisión humana donde hace falta.

Cuatro piezas. Escuchar, custodiar, entender y ejecutar. En ese orden como lógica de trabajo, aunque en la práctica se retroalimenten. No basta con tener cuatro herramientas: hay que conseguir que la información y las responsabilidades no se pierdan entre una y otra.

Cuando el ecosistema cojea

Vale la pena mirar los desequilibrios. Mucho análisis y poca observación pertinente puede producir conclusiones sofisticadas sobre un territorio insuficientemente conocido. Buena observación sin custodia dificulta reconstruir qué se midió y qué cambió después. Escuchar, custodiar y entender sin dar seguimiento deja un expediente ordenado, pero no demuestra que las medidas se hayan cumplido.

1. Un grafo de conocimiento representa entidades y las relaciones entre ellas de forma estructurada. Su construcción y uso requieren atender al significado, el contexto y la calidad de la información. Véase Hogan y colaboradores (2021).



Y está el extremo más delicado: ejecutar sobre datos que nadie verificó. Ahí un error deja de ser una cifra en una pantalla y puede convertirse en un pago indebido, una alerta equivocada o una decisión con efectos sobre el territorio.

El equilibrio al que me refiero no exige la misma tecnología para todos los proyectos. Exige que ninguna función quede abandonada. A veces bastarán procedimientos sencillos y bien documentados. En otros casos tendrá sentido una infraestructura más compleja. El tamaño del sistema debe responder al problema, no al entusiasmo del proveedor.

Una historia, dos maneras de trabajar

Déjenme contarle con otro caso hipotético, construido para mostrar la diferencia.

Un camino de acceso de treinta kilómetros cruza una zona de transición entre matorral y selva baja, atraviesa un arroyo estacional y bordea un ejido que aprovecha ese arroyo. El promotor contrata la elaboración de la MIA con un plazo de tres meses.

En la primera versión, se utiliza inteligencia artificial para organizar y redactar el estudio, pero no se

establece un registro claro de las fuentes y sus límites. El capítulo biótico se integra con bases de datos y cartografía; el balance de agua utiliza una serie incompleta, rellena sin documentar el procedimiento; la información social se apoya en el censo y en un recorrido breve. El documento queda coherente y bien escrito.

El problema llega cuando esas limitaciones desaparecen de las conclusiones. La ausencia de un registro se presenta como ausencia de una especie. Una estimación termina tratada como medición. Una visita se convierte en una explicación suficiente de la relación del ejido con el arroyo. Supongamos que el proyecto recibe autorización y comienza a operar.

Dos años después, una avenida extraordinaria arrastra material del camino y afecta la captación del ejido. En una revisión técnica o en una controversia aparecen preguntas sencillas: ¿en qué fechas se muestreó la fauna y con qué esfuerzo?, ¿cómo se completó la serie de lluvia?, ¿quién habló con la comunidad y qué quedó documentado?



El expediente no puede responder con precisión. Guardó conclusiones, pero no dejó un camino claro para reconstruirlas. Nadie mintió a propósito, y aun así el instrumento falló en lo único que tenía que hacer: servir de prueba. Eso no determina por sí solo el resultado de un juicio. Sí muestra el problema que quiero señalar: una redacción convincente no permite saber qué se conocía, qué se supuso y qué se decidió con esa información.

En la segunda versión, el mismo proyecto incorpora el ecosistema que propongo. Antes de correr modelos se identifican las fuentes, sus límites y las necesidades de campo. Las campañas documentan esfuerzo, fechas y coordenadas. Se integran mediciones nuevas con antecedentes históricos adecuados. Si tres meses no alcanzan para responder una pregunta estacional, esa limitación se reconoce y se determina qué información adicional hace falta.

El diálogo con el ejido se documenta, sin confundir un acta con la garantía de haber comprendido todas sus preocupaciones. Los originales se conservan; las estimaciones se distinguen de las mediciones; las conclusiones se relacionan con sus fuentes y con la revisión de un especialista. Las medidas de seguimiento tienen responsables y criterios de verificación.

Llega la misma avenida. La tecnología no evita la avenida ni garantiza ganar un litigio. La diferencia es más concreta: se puede revisar qué escenarios se consideraron, qué incertidumbre se reconoció y por qué se adoptó una solución. Si hay daños, existe una base para investigar lo ocurrido, revisar las medidas y atender las obligaciones correspondientes.

La diferencia entre ambas versiones no está en escribir más rápido ni en comprar más tecnología. Está en poder responder por el camino que llevó a una conclusión.

Lo que esto vale en dinero

Hablemos de dinero. Medir, conservar información y revisar resultados cuesta, y ignorarlo haría poco sería la propuesta. Pero casi siempre cuesta más

repetir una campaña, reconstruir un expediente, corregir una inconsistencia tarde o interrumpir una operación.

El ahorro no viene incluido en la compra de tecnología; se demuestra. Una mejor trazabilidad puede facilitar la revisión de un expediente o aportar información útil a un financiador, pero de ahí a prometer autorizaciones más rápidas o financiamiento más barato hay un trecho. Esos resultados tendrían que comprobarse en cada proyecto.

Yo empezaría por cuentas menos espectaculares y más útiles: horas empleadas en localizar evidencia, correcciones entre versiones, visitas repetidas por registros incompletos y tiempo necesario para contestar una pregunta técnica. Compararía esos resultados con el costo de instalar, mantener y operar el sistema.

Para quien revisa, la propuesta es poder llegar de una conclusión a su respaldo sin perderse entre carpetas. Eso puede facilitar el trabajo; no elimina la evaluación técnica ni convierte verificar una huella digital en evaluar un impacto ambiental. Si hablamos de eficiencia, también hay que demostrarla.

Lo que la ley ya pide

Un lector abogado puede preguntarse qué parte de esto responde a una obligación y qué parte es una propuesta tecnológica. Conviene separarlas.

En el ámbito federal, el artículo 16 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece la exigencia de fundamentar y motivar los actos de molestia. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 35, dispone que la evaluación considere los efectos sobre el conjunto del ecosistema y que la resolución esté fundada y motivada.

Por su parte, los artículos 12 y 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental requieren identificar los instrumentos metodológicos y los elementos técnicos que sustentan la información o los resultados de la MIA. El Acuerdo de Escazú incorpora los derechos de acceso a la información ambiental y participación pública en las decisiones ambientales (CEPAL, 2018).

Esas disposiciones no prescriben la arquitectura que aquí propongo. Mi planteamiento es que una mejor organización de la evidencia puede ayudar a atenderlas. La elección tecnológica es distinta de la obligación jurídica, y ninguna plataforma garantiza por sí sola el cumplimiento.

Una comunidad no necesita dominar un algoritmo para preguntar de dónde salió una conclusión. Necesita información accesible y elementos para examinar lo que el estudio afirma, dentro de las reglas de acceso y protección de la información que correspondan.

La línea que no se cruza

Quiero ser claro sobre dónde termina la tecnología, porque el entusiasmo también puede equivocarse de ese lado.

Vale la pena automatizar tareas como organizar registros, comparar versiones o señalar posibles contradicciones. Hay otras que exigen

supervisión especializada y validación: clasificar coberturas, estimar la distribución de una especie o simular el desplazamiento de un contaminante. Y hay decisiones cuya responsabilidad no debe descargarse en una máquina: valorar la significancia de un impacto, la suficiencia de una mitigación o las condiciones bajo las cuales procede autorizar un proyecto.

No porque esas decisiones prescindan de cálculos, sino porque los cálculos no agotan el juicio profesional ni las competencias de la autoridad. Delegarlas a una máquina no las vuelve objetivas. Las vuelve de nadie.

La responsabilidad tampoco desaparece al utilizar inteligencia artificial. El artículo 35 Bis 1 de la LGEEPA y el artículo 36 de su reglamento regulan la responsabilidad sobre los estudios y la declaración bajo protesta de decir verdad. Que intervenga un proveedor tecnológico no sustituye las obligaciones de quienes elaboran o suscriben el documento.



El ecosistema que propongo no le quita esa responsabilidad a nadie. Busca darle a quien firma mejores medios para saber qué está firmando.

Una pregunta que nos toca compartir

Cierro con lo que abrí: ¿con qué alimentamos a la inteligencia artificial cuando queremos que nos ayude a tomar decisiones sobre un territorio?

La pregunta les corresponde a consultores, investigadores, promotores, autoridades, desarrolladores y comunidades. Desde mi campo, propongo una práctica concreta para discutir: acompañar los resultados relevantes con un anexo de trazabilidad. De dónde salió el dato, cómo se obtuvo, qué transformación tuvo, qué incertidumbre permanece y quién lo revisó. No otra carpeta que nadie abra, sino un recorrido que otro pueda seguir.

La conversación no tendría que enfrentar velocidad con rigor. El objetivo es aprovechar la primera sin sacrificar el segundo. Medir donde haga falta medir, estimar cuando sea pertinente y dejar clara la diferencia. Conservar lo que sostiene una afirmación y reconocer lo que todavía no sabemos.

Las máquinas pueden ayudarnos a escuchar, custodiar, entender y ejecutar. Lo que no pueden hacer es asumir por nosotros la responsabilidad de las conclusiones ante quienes viven con sus consecuencias.

Llevo tiempo trabajando en esa dirección, con los tropiezos que implica conectar tecnología con problemas reales. No tengo todas las respuestas. Creo que tengo las preguntas correctas, y ganas de discutir las con quienes estudian, evalúan, financian y habitan los territorios.

Si algo de lo que leyó aquí le movió una idea, una duda o una objeción, búsqieme. Esta

conversación no termina con el punto final de un artículo. Un México más sustentable no se escribe rápido. Se mide, se custodia y se firma con la conciencia tranquila.

Referencias

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917). *Diario Oficial de la Federación*, 5 de febrero de 1917. Artículo 16. Texto vigente consultado el 25 de septiembre de 2026.
- Hogan, A., Blomqvist, E., Cochez, M., d'Amato, C., de Melo, G., Gutiérrez, C., Labra Gayo, J. E., Kirrane, S., Neumaier, S., Polleres, A., Navigli, R., Ngonga Ngomo, A.-C., Rashid, S. M., Rula, A., Schmelzeisen, L., Sequeda, J., Staab, S. y Zimmermann, A. (2021). Knowledge graphs. *ACM Computing Surveys*, 54(4), artículo 71, 1–37. doi:10.1145/3447772.
- Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., Ishii, E., Bang, Y. J., Madotto, A. y Fung, P. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. *ACM Computing Surveys*, 55(12), 1–38. doi:10.1145/3571730.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (1988). *Diario Oficial de la Federación*, 28 de enero de 1988. Artículos 35 y 35 Bis 1. Texto vigente consultado el 25 de septiembre de 2026.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. (2000). *Diario Oficial de la Federación*, 30 de mayo de 2000. Artículos 12, 13 y 36. Texto vigente consultado el 25 de septiembre de 2026.
- Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence*, 1, 206–215. doi:10.1038/s42256-019-0048-x.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N. y Scarfone, K. (2018). *Blockchain technology overview* (NISTIR 8202). National Institute of Standards and Technology. doi:10.6028/NIST.IR.8202.



Síguenos en redes sociales



Conecta para recibir
nuestras últimas noticias
y actualizaciones

**ACADEMIA MEXICANA DE IMPACTO
AMBIENTAL, A.C.**

📞 (56) 1838-9419

☎️ (55) 5688-1014

✉️ membresia@amia.org.mx

🌐 www.amia.org.mx



en X @AMIAac_MX



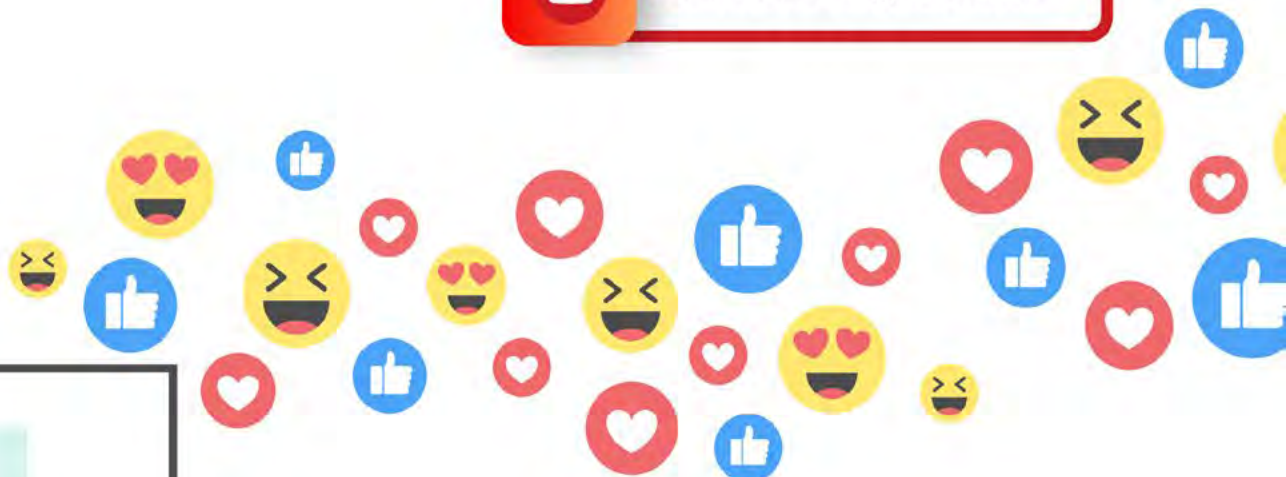
en LinkedIn @Academia Mexicana
de Impacto Ambiental A.C.



en Instagram @amiaac



en YouTube @amiaac



INTELIGENCIA ARTIFICIAL: HUELLA AMBIENTAL Y USO EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



Resumen ■

El presente ensayo aborda la huella tecnológica y ecológica del uso de la IA, la cual se trata de dispersar y la fragmentan en tres elementos críticos: la externalización del consumo de energía en los centros de datos remotos, el costo hídrico asociado al enfriamiento de los procesadores y la obsolescencia del hardware de los componentes de la IA. El uso en la Elaboración de la MIA siempre como regla técnica, legal y ética siempre deber ser verificada y supervisada por el criterio humano para mantener un documento coherente, predictivo y con el menor margen de error.

El criterio técnico humano resulta de suma importancia a fin de considerar, “**cuando y donde**” debe ser utilizada la IA frente a los métodos de análisis tradicionales. Para resolver un problema real, siempre estará en función del criterio técnico humano para decidir usar la herramienta más eficiente, ética y económica.



■ Por Alberto Villa Aguilar

Ingeniero bioquímico Industrial con Maestría en Ingeniería y consultor ambiental con experiencia de más de 20 años en el sector público y privado en materia de impacto ambiental, manejo de residuos peligrosos, caracterización y restauración de suelos contaminados y emisiones contaminantes a la atmósfera.



La inteligencia artificial y el impacto ambiental en su uso

Recientemente, la Inteligencia Artificial (IA) ha estado de moda en varios aspectos de la vida moderna de la población, la educación, el trabajo de oficina, consultoría y diversos sectores industriales, el uso de la IA comúnmente se ha utilizado principalmente para crear contenido, automatizar procesos, análisis de datos masivos, modelos y escenarios predictivos y el uso de tecnología acopladas a la IA (**algoritmos**) para el monitoreo en tiempo real de factores de riesgos mediante drones y sensores acoplados a sistemas capaces de realizar tareas que simulan el juicio e interpretación humana.

Todas las actividades antropogénicas y uso de tecnologías tienen una huella de carbono de manera directa e indirecta y generan impactos ambientales adversos al medio ambiente, que para la IA no queda exentada de dicha condición, según la difusión de diversos artículos sobre la IA y

su impacto ambiental, consideran que su uso tiene un costo ambiental alto, por ejemplo, solo en una consulta en un buscador integrado con IA (como el ChatGPT) llega a consumir **hasta 10 veces más electricidad** que una búsqueda Web convencional, asimismo los servidores y sistemas de enfriamiento de los Data Center consumen grandes cantidades de electricidad, lo que incrementa las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) hasta 500 toneladas de CO₂ (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2025).

Qué decir del consumo de agua de los Data Center que utilizan grandes cantidades de agua para mantener los equipos a temperaturas adecuadas para su funcionamiento para evitar que las tarjetas gráficas avanzadas (GPU) de IA se derritan por el calor. Un solo centro de datos de hiperescala puede consumir hasta **19 millones de litros de agua al día** (Sierra I. 2026), compitiendo directamente por el acceso de este recurso con las comunidades locales, la industria, el comercio y la agricultura.



El acelerado despliegue de infraestructuras tecnológicas a nivel internacional impone un severo desafío de sustentabilidad hídrica; un informe global publicado por el Instituto de la Universidad de la Organización de las Naciones Unidas, (la ONU) advierte que, si el crecimiento de la **IA** continúa sin control, para el año 2030 las infraestructuras tecnológicas consumirán cerca de **9.3 billones de litros de agua al año** (United Nations University Institute for Water, Environment and Health [UNU-INWEH], 2026).

Esto introduce un grave problema de **justicia ambiental y estrés hídrico local**: muchas veces la consultora realiza una consulta a través de la **IA** para un proyecto en una zona del país que sufre por sequías, mientras que los servidores que procesan el estudio (ubicados en otras regiones) están sobreexplotando los acuíferos para enfriar sus computadoras limitando el acceso del recurso a las comunidades vulnerables.

Por último, los equipos tecnológicos que se utilizan para la **IA**, carecen de un análisis de ciclo de vida integral generando un problema de generación, manejo y destino final de sus productos y componentes al quedar obsoletos en pocos años debido al veloz cambio y avance tecnológico, lo cual acelera la generación y acumulación de basura electrónica.

A medida que ha crecido el uso de la **IA** en modelos complejos, la huella ambiental de la **IA** se ha convertido en un desafío crítico de sostenibilidad. En este sentido, es necesario realizar la siguiente pregunta: *¿El uso de la IA en la integración de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), en su etapa de planeación previa a su ejecución incrementa su huella ecológica comparada con los procedimientos tradicionales o convencionales que se han utilizado?*

Existen escritores de la **IA**, que declaran que su uso incrementa de manera marginal su huella ecológica con relación al uso de métodos convencionales en el desarrollo de las actividades de consultoría ambiental. Sin embargo, no es más que un efecto aparente

de ilusión contable que desplaza y oculta las necesidades reales de energía, el uso masivo de agua y la generación de residuos de los centros de datos remotos y cadenas de suministro globales.

En resumen, los métodos de contabilidad ambiental de la huella ecológica de la **IA**, ignoran el impacto de su huella tecnológica y ecológica, que se dispersa y fragmenta en estos tres elementos críticos: (i) la externalización del consumo de energía en los centros de datos remotos, (ii) el costo hídrico asociado al enfriamiento de los procesadores y (iii) la obsolescencia del hardware de los componentes de la **IA**. Las regulaciones de algunos gobiernos y organismos internacionales han iniciado actividades para legislar el ocultamiento del impacto ecológico indirecto de las empresas de los sistemas en el uso de la **IA**.

Para mitigar esta paradoja, el uso del criterio técnico humano resulta de suma importancia a fin de considerar, “cuando y donde” debe ser el uso de la **IA** frente a los métodos de análisis tradicionales. La decisión de su uso para resolver un problema real, siempre estará en función del criterio técnico humano para decidir usar la herramienta más eficiente, ética y económica, es decir cuando la estadística tradicional es suficiente el humano protege el presupuesto de la organización y evita activar la infraestructura tecnológica oculta de la **IA** de los Data Center, mitigando el impacto ambiental global.

No es por demás decirlo, que la **IA** para los estudios ambientales logra acelerar el procesamiento masivo de datos para obtener un conocimiento estratégico automatizado, que a los profesionistas, técnicos o científicos les tomaría mucho tiempo procesar, sin embargo, lo que no puede hacer la **IA** es el valor intrínseco del criterio técnico y científico del humano para aplicar juicio crítico, ético, intuición y contextualización profunda al interpretar datos y tomar decisiones. En este sentido la **IA** ejecuta cálculos y patrones estadísticos, pero el raciocinio humano aporta “**por qué**” y el “**para qué**”, condición que no radica en la velocidad de procesamiento de los datos, sino en el



expertise y sabiduría para que el conocimiento se aplique de manera adecuada a la naturaleza de un problema.

A pesar del costo ecológico que genera su infraestructura, esta tecnología se convierte en una herramienta aliada cuando se aplica en la optimización de los procesos, en específico como una herramienta de apoyo y soporte técnico en la formulación de la Manifestación de Impacto Ambiental (**MIA**), la **IA** constituye una evolución metodológica e innovación que pueden transformar la forma tradicional del trabajo dentro de la ingeniería y consultoría ambiental, al ofertarse como una herramienta dinámica y cuantitativa para modelar la dispersión de contaminantes, predecir los escenarios de riesgo hidrológico o atmosférico y la capacidad para integrar capas complejas de información en Sistemas de Información Geográfica (SIG). A pesar del poder de cálculo y predicción que ofrece la **IA**, el especialista humano seguirá siendo el núcleo insustituible del proceso de la integración de la **MIA**, ya que ningún software o algoritmo podrá sustituir el muestreo biológico *in situ* de la flora y la fauna, la verificación física de las condiciones del suelo y cuerpos de agua, ni poseer el pensamiento crítico para interpretar la aplicación correcta de la legislación ambiental y diseñar medidas de mitigación viables, realistas y económicamente factibles.

El éxito de una **MIA** asistida por la **IA**, no radica en la autonomía de la máquina, sino en la forma para guiar el desarrollo, la implementación y el uso de las tecnologías de manera segura, ética y responsable con base en el criterio del experto garantizando en todo momento, que los procesos de automatización permanezcan subordinados al juicio científico y a la legislación vigente actualizada.

En el ámbito de la ingeniería y consultoría ambiental y la elaboración de la **MIA**, es un proceso estrictamente **metodológico** y **sistemático multidisciplinario**, siendo un documento técnico-legal que no admite suposiciones, siempre estará basada en el método científico para predecir los efectos de

un proyecto sobre el ecosistema o el medio ambiente. En este sentido, la pregunta obligada es *¿cómo usar esta herramienta de la **IA** de manera ética y adecuada para el desarrollo de un documento de carácter técnico, jurídico y científico, que nos dé como resultado un documento coherente, predictivo y con el menor margen de error e incertidumbre?*

Pueden existir muchas respuestas a la pregunta planteada que pueden ser correctas o con falsas interpretaciones, sin embargo, no hay que perder de vista que la regla fundamental del uso de la **IA** debe ser como una *herramienta de apoyo técnico y analítico para procesar datos masivos y agilizar procesos, más nunca para sustituir el trabajo de campo, el criterio experto ni la responsabilidad legal en su elaboración.*

En su formulación e integración de una **MIA** para robustecerla con el uso de la **IA**, se deberá considerar *estrictamente como regla técnica, legal y ética que el uso de la **IA** siempre deber ser verificada y supervisada por el criterio humano* para mantener un documento coherente, predictivo y con el menor margen de error. A continuación, se expresan algunas de las razones imprescindibles del criterio humano en su uso:

■ **Nunca perder el rigor científico en los estudios de Línea Base Ambiental:** Nunca por ahorrar costos económicos y reducir tiempos en su elaboración, dejar que la **IA** utilice datos de fuentes o bases de la web que no se hayan realizado mediante las técnicas de recopilación en campo con métodos científicamente reconocidos que siempre requieren de validación física real y directa por especialistas y nunca permitir que la **IA** construya o complete inventarios de flora o fauna, estudio hidrológicos, geotécnicos o geofísicos, entre otros, para ser utilizados en la integración de la **MIA**.

Cada modelación de escenarios ambientales creada por la **IA**, debe ser verificado y auditado paso a paso por el personal experto o especialista de la disciplina objeto del estudio de modelación, por ejemplo, de la dispersión de

contaminantes en suelo, aire o agua, modelado hidrológico o predicción de escenarios arrojados por algoritmos comúnmente pueden generar caracterizaciones ecológicas falsas o importar contextos de otras regiones geográficas que no correspondan al sitio del proyecto, creando una cadena de errores técnicos, legales y ecológicos que pueden distorsionar por completo la realidad del proyecto. Nunca hay que perder de vista que la simulación errónea de la dispersión de un contaminante no es solo un error matemático, sino un fallo estructural que inactiva el criterio técnico real dando como resultado, falsa plumas de dispersión y medidas de mitigación inútiles.

Nunca se debe interpretar que la información generada en los estudios de línea base ambiental o modelos de simulación por la **IA por sí misma es considerada evidencia científica**, recordar de manera reiterativa que la **IA es un instrumento de procesamiento, simulación o modelado, pero no un emisor de verdades científicas**.

■ **Nunca delegar la vinculación del cumplimiento Normativo a la IA:** La **IA** nunca deberá de interpretar los aspectos jurídicos bajo el análisis de congruencia con los instrumentos de planeación del ordenamiento ecológico del territorio, de los planes de Desarrollo Urbano o Leyes Generales y específicas, la **IA** nunca sabe de actualizaciones de la dinámica legislativa en la publicación de los instrumentos jurídicos aplicables, en este sentido, el error más grave es realizar una vinculación desactualizada u obsoleta del proyecto con el marco normativo y jurídico aplicable.

Esta actividad es indelegable al uso de la **IA**, siempre debe ser realizado bajo el criterio legal humano.

■ **Nunca trasladar la responsabilidad legal de la elaboración de la MIA al uso de la IA:** Ningún estudio de línea base ambiental, ingeniería o consideraciones

técnicas integradas en la **MIA** pueden ser resultado por sí misma del uso de la **IA**, no hay que perder de vista que la **IA** no es un sujeto de derecho, sino una herramienta de procesamiento de datos, que el asumir la responsabilidad directa del uso del algoritmo utilizado anularía la validez del marco técnico- jurídico ambiental, siempre el ser humano provee el juicio, la ética y la garantía legal de las decisiones y resultados técnicos que bajo el establecimiento de las medidas que son técnica y ambientalmente viables protegen la biodiversidad, las comunidades y el ecosistema.

Hay que recordar siempre, que la **MIA** se integra y se presenta bajo la declaratoria obligatoria escrita de bajo protesta de decir verdad que en la elaboración de la **MIA** se usaron las mejores técnicas y metodologías científicas disponibles, en las que se debe de incluir el uso de la **IA** (artículo 35 Bis 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y artículo 36 del Reglamento de la



LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (**REIA**) para que los prestadores de servicio y quienes suscriben el documento de la MIA respondan ante la autoridad por la veracidad de los datos técnicos presentados.

Si la información o los datos carecen de veracidad y confiabilidad, el marco normativo federal prevé sanciones severas por declarar con falsedad ante una autoridad administrativa, tal como la **Sanción Penal: El Artículo 247 (Fracción I) del Código Penal Federal** castiga con prisión y multas a quien, al declarar bajo protesta de decir verdad, falte a ella o la oculte ante una autoridad.

En resumen, cuando se utilice la **IA** el promovente y el responsable de la elaboración de la **MIA** debe de ser capaz de demostrar y explicar la lógica científica del algoritmo de la **IA** utilizado; los modelos de “caja negra” (donde no se sabe cómo la **IA** llegó al resultado) pueden violar este principio de certeza técnica.

- **Nunca poner en riesgo la secrecía y confidencialidad de la información o datos al hacer uso de la IA:** Nunca subir información confidencial sensible del promovente a plataformas comerciales abiertas (como las versiones gratuitas de ChatGPT u otras), ya que se puede incurrir de manera involuntaria a una filtración masiva de información confidencial, vulnerando secretos industriales, estrategias comerciales y datos personales sensibles.

Hacer esta acción rompe el principio de reserva y anula la protección legal del secreto industrial que el Estado mexicano que otorga a los promoventes frente a sus competidores y al público en general (Artículo 34 de la **LGEEPA** y el secreto industrial contenido en la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (**LGTAIP**), en este sentido, la información deja de estar en reserva antes de que la autoridad pueda protegerla.

- **Siempre ser transparentes y éticos en el uso de la IA para la elaboración de**

una MIA: Cuando se utilice la **IA** como procesador de texto avanzado y redactor asistido, en la integración de la **MIA**, las consultorías ambientales deben evitar la función de “copiar y pegar”, en la integración de la información de la **MIA** siempre deben mantener la lógica argumentativa humana basada en los ciertos criterios multidisciplinarios de los especialistas (biólogos, ingenieros, abogados, geólogos, geógrafos, etc.) cumpliendo rigurosamente con los procedimientos y lineamientos establecidos en las guías de la autoridad ambiental.

Las consultorías ambientales, deben añadir una cláusula de transparencia donde se identifique las herramientas de **IA** empleadas, sus versiones y los fines específicos para que fueron utilizadas en la integración de la **MIA**, cuando se utilicen datos bibliográficos que la **IA** utilice en el texto, debe ser siempre validada por el criterio humano bajo una revisión y supervisión cruzada manualmente contra el documento original físico o digital antes de la firma o su presentación ante la autoridad ambiental.

Si por razones de fuerza mayor (inseguridad del sitio por la delincuencia organizada) en el sitio del proyecto y no arriesgar la seguridad física del personal de la consultoría ambiental se utilizan datos bibliográficos para construir la línea base ambiental a través del uso de la **IA** en sustitución de los muestreos de campo, esto debe declararse transparentemente ante la autoridad ambiental para evitar una simulación técnica que ponga en riesgo la validez legal y certidumbre de la **MIA**. La responsabilidad del criterio humano y ético exige de manera obligatoria y transparente la obligación de establecer una cláusula que demuestre que los datos bibliográficos utilizados procesados son vigentes y provienen de fuentes oficiales (INEGI, CONABIO, CONAGUA, etc.) o artículos científicos indexados y que fueron en la región ecológica del proyecto bajo el criterio de representatividad local, para garantizar la certidumbre científica exigida por la ley.



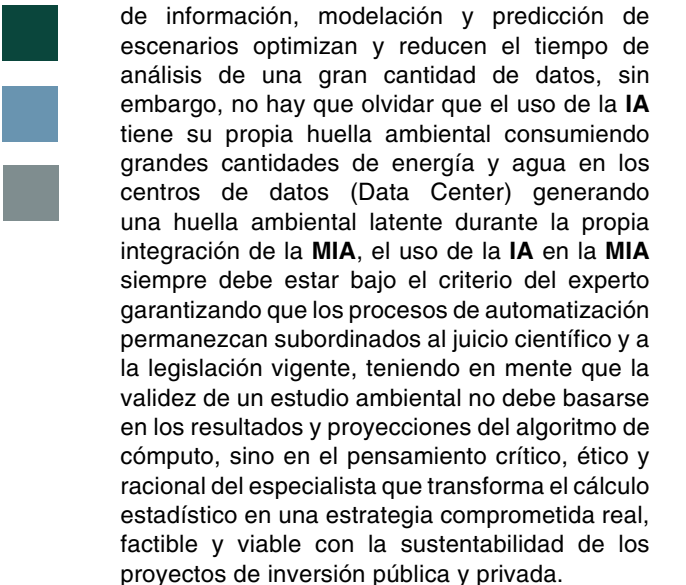
Si con base en los resultados utilizados generados por la **IA** en los estudios de línea de base ambiental, su interpretación y su proyección de los escenarios predictivos del proyecto en el entorno ambiental, declarar que fueron supervisados, auditados, corregidos y validados por el equipo de consultoría ambiental, quien garantiza con base en su expertise y conocimiento técnico adquirido en su formación profesional garantizan la plena certidumbre, confiabilidad y veracidad de los datos ante la autoridad ambiental (artículo 36 del **REIA**).

En conclusión, para la integración de la **MIA** cuando se utilice la **IA**, se debe realizar la validación del criterio humano para garantizar la certeza jurídica, técnica y científica del estudio, previniendo que datos falsos, desactualizados o erróneos generados por la **IA** provoquen el rechazo del proyecto o futuras sanciones legales.

■ **Porcentaje de uso de la IA en la integración de la MIA:** A juicio del autor del presente artículo

el uso de la **IA** en la integración de una **MIA** no debe ser más del 25% de la información dentro de la **MIA**, el equipo multidisciplinario siempre debe dedicarse a lo verdaderamente crítico de la información contenida en la **MIA**, a través de la interpretación de las dinámicas funcionales ecológicas del sistema ambiental o la región ecológica donde se pretende insertar el proyecto, la evaluación de los impactos ambientales adversos bajo criterios de metodologías científicamente reconocidas y el diseño eficaz de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambiental para minimizar, reducir los impactos ambientales adversos generados por el proyecto.

En resumen, la integración de la **MIA** asistida por **IA** ha dejado de ser una proyección teórica para convertirse en un componente operativo importante de la consultoría ambiental. A lo largo de este análisis se ha manifestado que la automatización de ciertos procesos



de información, modelación y predicción de escenarios optimizan y reducen el tiempo de análisis de una gran cantidad de datos, sin embargo, no hay que olvidar que el uso de la **IA** tiene su propia huella ambiental consumiendo grandes cantidades de energía y agua en los centros de datos (Data Center) generando una huella ambiental latente durante la propia integración de la **MIA**, el uso de la **IA** en la **MIA** siempre debe estar bajo el criterio del experto garantizando que los procesos de automatización permanezcan subordinados al juicio científico y a la legislación vigente, teniendo en mente que la validez de un estudio ambiental no debe basarse en los resultados y proyecciones del algoritmo de cómputo, sino en el pensamiento crítico, ético y racional del especialista que transforma el cálculo estadístico en una estrategia comprometida real, factible y viable con la sustentabilidad de los proyectos de inversión pública y privada.

Conclusión

Como líderes de la consultoría ambiental, debemos entender el panorama completo del ciclo de vida digital. La **IA** introduce una "huella ecológica oculta" tangible: desde los picos de consumo eléctrico en la fase de cómputo intensivo hasta los mililitros de agua evaporados por cada interacción en la nube. La consultora ambiental por obligación ética y un acto de consistencia ambiental se debe reconocer la huella digital y los impactos ambientales ocultos de la **IA** que se genera en la integración de la **MIA**, siempre buscando que su uso este basado en la sustentabilidad digital para no frenar su desarrollo, sino que se utilice como método que refina la eficiencia para que los proyectos sean más competitivos sin demeritar su calidad y rigor científico.

Para la consultoría ambiental enfocada en el sector de proyectos de inversión pública o privada, la incorporación de la Inteligencia Artificial (**IA**) en la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental (**MIA**) se puede postergar de manera indefinida o evitar su uso, debido a que por décadas se han

desarrollado bajo los métodos tradicionales, la decisión de incorporar o no esta tecnología depende exclusivamente de la estrategia, el presupuesto y el criterio humano de la empresa consultora. Si el enfoque de una consultoría para el uso de la **IA** representa una innovación opcional para convertirse en un imperativo de competitividad, reducir los tiempos de entrega de meses a semanas, como competencia debe ser respetado y válido, siempre y cuando se respete el criterio humano, la ética del control de la información y la transparencia de su uso ante la autoridad ambiental sin delegar la responsabilidad legal de su contenido y se ponga en riesgo su calidad técnica y legal.

La clave del éxito en esta transición no radica en delegar ciegamente el trabajo a un algoritmo, sino en la aplicación estricta del principio del "**Criterio Humano**" por encima del uso de la **IA**. Para las autoridades ambientales y los tribunales, el software no tiene validez legal ni responsabilidad jurídica; la evidencia científica y la certeza legal siguen recayendo en la firma del consultor acreditado y en los protocolos humanos de validación en campo. Una **MIA** robusta es aquella donde el algoritmo procesa el volumen masivo de datos, pero el experto humano aporta el criterio técnico y ético indispensable para la viabilidad del proyecto.

Finalmente, la **IA** no va a sustituir a las firmas de consultoría ambiental; sin embargo, las firmas que dominen y adopten la **IA** bajo un enfoque de **mesura digital consciente** y eficiencia de carbono serán las que lideren el mercado y pero nunca desplazarán a los métodos científicos de generación de información que sustentan la ciencia tradicional frente a las nuevas tecnologías como lo es la **IA** y frente a los conocimientos ancestrales que se han transmitido de generación en generación. Integrar de forma inteligente estas tecnologías nos permite ofrecer a los clientes del sector de desarrollos de proyectos de inversión pública y privada lo que el entorno actual exige: proyectos viables con rigor científico, técnico y legal, integraciones más rápidas y un verdadero compromiso con el desarrollo sostenible.

Bibliografía consultada por el autor

De Vries, A. (2023). *The growing energy footprint of artificial intelligence*. Joule, 7(10), 2138–2144. doi.org

De Vries, A. (2026). *Electricity Demand and Grid Impacts of AI Data Centers: Challenges and Prospects*. *Data Center Dynamics & ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/395352695_Electricity_Demand_and_Grid_Impacts_of_AI_Data_Centers_Challenges_and_Prospects

Masanet, E., & Zimmer, K. (2026). How much of a problem is AI's water use? *Knowable Magazine*. <https://knowablemagazine.org/content/article/technology/2026/how-much-water-do-ai-data-centers-use>

Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos [IAIA]. (2025). *Escrutinio público de la EIA con datos abiertos e inteligencia artificial* (Vol. 43, No. 5). IAIA Publications. iaia.org.

Devera AI. (2024). *The environmental impact of AI: Energy, carbon, and water footprint*. Devera Resources. devera.ai

Google Cloud. (2024). Measuring the environmental impact of AI inference. Google Cloud Blog. google.com

Li, P., Yang, J., Islam, M. A., & Ren, S. (2023). Making AI less "thirsty": *Uncovering and addressing the secret water footprint of large language models*. University of California, Riverside. arxiv.org

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2024). *How much water does AI consume?* OECD.AI Wonk. oecd.ai

The Institution of Engineering and Technology [IET]. (2024). *How to boil an egg and other simple searches: Why ChatGPT is worse for the environment than you may think*. E&T Magazine. theiet.org

United Nations Environment Programme [UNEP]. (2024). *AI has an environmental problem: Here is what the world can do about it*. United Nations. unep.org

United Nations University [UNU]. (2024). *The environmental cost of AI's energy use: Carbon, water, and land footprints*. *UNU Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH)*. unu.edu

United Nations University Institute for Water, Environment and Health [UNU-INWEH]. (2026). *Environmental cost of AI's energy use: Carbon, water and land footprints*. United Nations University <https://unu.edu/inweh/news/environmental-cost-of-AIs-Enrgy-use-carbon-water-and-land-footprints>

Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUMA), Reportaje “La IA plantea problemas ambientales. Esto es lo que el mundo puede hacer al respecto”, Noviembre de 2025.

Ivette Sierra Praeli “Inteligencia artificial: crecen los conflictos alrededor de los centros de datos por el agua, la energía y el territorio”, Marzo, 2026.



2026

DIRECTORIO DE CONSULTORES AFILIADOS A LA ACADEMIA MEXICANA DE IMPACTO AMBIENTAL



www.amia.org.mx





INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: LA HERRAMIENTA QUE POTENCIA AL CONSULTOR, NO LO SUSTITUYE



Resumen

Este artículo analiza, desde la práctica cotidiana de elaborar y revisar Manifestaciones de Impacto Ambiental, el papel actual y potencial de la inteligencia artificial (IA) en las distintas etapas de la Evaluación de Impacto Ambiental en México. Sostiene que la IA aporta valor real en tareas estructuradas: sistematización normativa, integración de matrices, análisis geoespacial y, sobre todo, el procesamiento y síntesis eficiente de grandes volúmenes de información, siempre que el usuario domine la materia, defina parámetros claros, alimente la herramienta con fuentes confiables y revise críticamente cada resultado. Identifica también riesgos regulatorios, éticos y de responsabilidad profesional vigentes en México, y propone líneas de gobernanza gremial para que la IA fortalezca, en lugar de debilitar, la robustez y transparencia de las MIA.



Por **Patricia
Eugenia Espinosa
Ruiz**

Consultora ambiental independiente con más de 25 años de experiencia en evaluación de impacto ambiental, derecho ambiental y regularización de proyectos ante autoridades federales, estatales y municipales en México. Perita forense en ecología e impacto Ambiental por la SOMEFODESC y miembro de la International Association for Impact Assessment (IAIA); con sede en Chetumal, Quintana Roo.



I. Introducción

Llevo más de dos décadas elaborando, revisando y defendiendo estudios en materia de impacto ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y ante instancias estatales y municipales. En ese tiempo he visto pasar varias "revoluciones" metodológicas: los sistemas de información geográfica, las bases de datos normativas digitalizadas y los sistemas expertos que, desde hace más de dos décadas, buscaban sistematizar la identificación y calificación de impactos ambientales combinando inteligencia artificial (IA) con sistemas manejadores de bases de datos (Cuevas y Kemper, s.f.). La irrupción de la IA generativa —modelos de lenguaje como ChatGPT, Gemini o Claude, y herramientas especializadas de análisis geoespacial, redacción o diseño, es sin duda, la transformación más rápida y de mayor alcance que he presenciado en el ejercicio de esta profesión.

Hoy la IA ya está dentro de la consultoría ambiental mexicana, aunque avance sin un marco regulatorio específico que delimite su alcance en instrumentos

como la MIA y/o el Informe Preventivo (IP), lo que abre lo que un análisis reciente describe como una "zona gris" regulatoria (Energy21, 2026). Se usa para redactar documentos técnicos, procesar información geoespacial y analizar grandes volúmenes de datos (Energy21, 2023). La pregunta que interesa plantear a la comunidad de la Academia Mexicana de Impacto Ambiental (AMIA) no es si la IA debe usarse —ya se usa, y no hay vuelta atrás—, sino bajo qué condiciones éticas, profesionales y regulatorias su uso mejora, en lugar de erosionar, la calidad técnica, la transparencia y la robustez jurídica de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en México.

II. Dónde la IA ya está aportando valor en la EIA

La EIA es un proceso con etapas claramente diferenciadas —caracterización del proyecto y del sistema ambiental, identificación y valoración de impactos, diseño de medidas de mitigación, integración documental, gestión del trámite y, eventualmente, seguimiento y verificación del cumplimiento—, y la IA no aporta lo mismo en todas ellas.

En las tareas estructuradas y repetitivas es donde el impacto es más claro y medible: la sistematización de legislación aplicable, la elaboración de borradores de capítulos descriptivos, la integración de matrices de impacto y los análisis preliminares de información permiten reducir tiempos y mejorar la consistencia de los documentos (Energy21, 2026). Para quienes trabajamos bajo plazos de entrega ajustados y con la exigencia de que la autoridad resuelva en 60 a 120 días hábiles el trámite de evaluación (SEMARNAT, s.f.), cualquier eficiencia genuina en la fase de integración documental —sin sacrificar rigor— es bienvenida.

Una de las aportaciones más valiosas, en mi experiencia práctica, es la capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de información en poco tiempo, lo que ayuda a reducir de forma sensible los tiempos de análisis porque permite ir directamente a lo concreto: expedientes extensos, estudios previos, bases normativas dispersas o reportes técnicos de cientos de páginas pueden ser procesados y resumidos con rapidez, integrando conclusiones preliminares de forma eficiente. Esta ventaja, sin embargo, solo se materializa



cuando previamente se han definido con claridad los parámetros de búsqueda y análisis, y cuando cada resumen o conclusión generado es revisado línea por línea por el profesional responsable; sin esa doble condición, la síntesis rápida puede convertirse en una simplificación engañosa que omite matices técnicos determinantes.

En el terreno geoespacial, la IA potencia lo que quienes usamos QGIS, ArcView, Google Earth y polígonos KML que ya hacíamos de forma manual: cruces de capas, detección de traslapes con Áreas Naturales Protegidas (ANP), análisis de cambio de uso de suelo o identificación preliminar de cuerpos de agua y vegetación relevante. Bien usada, acelera el reconocimiento del sistema ambiental regional antes de ir a campo, sin sustituir el trabajo de campo mismo.

En la revisión de calidad y control de congruencia, la IA puede ser un segundo par de ojos útil: detectar inconsistencias entre capítulos, verificar que las cifras de una tabla coincidan con las del texto, o confirmar que la normativa citada corresponda al sector y ubicación del proyecto, por ejemplo que las referencias a la NOM-001-SEMARNAT-1996 sobre descargas de aguas residuales estén correctamente aplicadas (SEMARNAT, 2024). Esta función de auditoría cruzada es, en mi experiencia, una de las aportaciones más valiosas y menos riesgosas, porque parte de un documento ya elaborado por el profesional y solo lo somete a verificación.

Sin embargo, existen componentes del trabajo ambiental que no pueden automatizarse: el trabajo de campo, la interpretación ecológica del sitio, la valoración final de los impactos y la definición de medidas de mitigación viables requieren conocimiento del territorio, la experiencia profesional y juicio técnico especializado que ninguna herramienta de IA posee por sí misma (Energy21, 2026). La IA no ha estado, no está ni estará en el manglar, en el acuífero o en la duna costera midiendo, observando y decidiendo con criterio profesional lo que realmente ocurre ahí.

III. Seis condiciones que determinan si la IA suma o resta calidad

A partir de mi propia experiencia usando IA para apoyar la elaboración de estudios, matrices, cronogramas y documentos técnicos, identifico seis condiciones que separan un documento robusto de uno que solo luce robusto.

Primero, el dominio profundo del tema por parte del usuario. La IA rinde su mejor desempeño cuando quien la opera ya sabe, con solidez, de qué está hablando, porque puede corroborar, acotar, corregir y complementar cada salida hasta afinar el resultado. Sin ese dominio previo, la herramienta no enseña impacto ambiental; simplemente devuelve texto que el usuario no está en condiciones de auditar.

Segundo, instrucciones claras, específicas y con parámetros bien definidos. Redactar un buen prompt es, en el fondo, un ejercicio de precisión técnica: hay que saber exactamente qué se quiere obtener, bajo qué norma, con qué alcance geográfico, para qué tipo de proyecto y con qué nivel de detalle. Instrucciones vagas producen resultados genéricos; instrucciones puntuales y bien estructuradas —como redactaríamos los términos de referencia de un estudio— son las que efectivamente llevan al resultado buscado.

Tercero, la alimentación con bases normativas, técnicas y documentales confiables. Cuando se trabaja con estudios o análisis regulatorios, hay que nutrir a la herramienta con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), su reglamento en materia de impacto ambiental, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables o los estudios de línea base del proyecto, e indicarle explícitamente en dónde buscar. La IA a veces no sabe por sí misma, cuál es la norma vigente para un sitio específico; hay que decírselo o proporcionárselo.

Cuarto, la lectura detallada, analítica y crítica de cada resultado. El dominio del tema es la única defensa real contra las alucinaciones: la IA con frecuencia induce errores, aporta datos no relacionados o cita fuentes incongruentes entre sí, y solo un revisor que conoce la materia puede detectarlo antes de que ese dato equívoco llegue a un documento que se presentará ante la autoridad.

Quinto, el conocimiento específico de la herramienta empleada. Los modelos generalistas son útiles para redacción, síntesis y razonamiento general, pero existen plataformas especializadas para análisis espacial, procesamiento de imágenes satelitales o desarrollo de aplicaciones, cada una con fortalezas y límites propios. Usar la herramienta equivocada para la tarea equivocada es una fuente frecuente de resultados mediocres que después se atribuyen

erróneamente "a la IA", cuando en realidad es un problema de selección de herramienta.

Sexto, la capacidad de síntesis a gran escala bajo parámetros definidos. La IA permite analizar, contrastar y resumir grandes cantidades de información —expedientes, literatura técnica, bases normativas— e integrar conclusiones de forma eficiente, siempre que el usuario haya definido primero con precisión los parámetros de búsqueda y revisado después cada conclusión generada; de lo contrario, la velocidad se traduce en superficialidad, no en eficiencia real.

Tengo un ejemplo muy concreto de esto. En un proyecto hotelero en Bacalar que he acompañado durante 20 años -con dos procedimientos ante PROFEPA, varias modificaciones de proyecto, dos Manifestaciones previas y un DTU en el expediente-, ahora que estamos preparando el ingreso de una nueva MIA enfrentamos una tarea tediosa pero crítica: verificar que los números de todas las obras fueran congruentes entre sí, que cada una ya hubiera sido sancionada o autorizada en algún trámite anterior, y que las tablas de conceptos y áreas cuadraran entre ellas sin duplicidades ni omisiones. Hablamos de años de historial documental, elaborado por diferentes consultores a lo largo del tiempo, cruzado contra tablas nuevas. Ahí la IA no sustituyó mi criterio técnico, pero sí lo multiplicó: correr análisis de congruencia numérica entre matrices y tablas de conceptos y obras, una y otra vez, permitió detectar sumatorias erróneas, conceptos duplicados y conceptos faltantes que a simple vista, revisando manualmente cientos de celdas en múltiples estudios, resolutivos y expedientes administrativos, habrían tomado días o semanas en encontrarse. El resultado no lo generó la máquina; lo generé yo, revisando cada alerta que arrojó el cruce de datos. Pero sin ese cruce automatizado, la revisión completa del expediente histórico habría consumido un tiempo que, frente a los plazos de la autoridad, simplemente no teníamos. En este sentido, la economía temporal es una de las virtudes de la IA.

Estas seis condiciones tienen un hilo común: todas dependen del profesional, no de la máquina. La IA amplifica la capacidad de quien ya sabe hacer bien su trabajo, y amplifica también los errores de quien no lo sabe.

IV. Riesgos éticos, metodológicos y regulatorios

Junto a las oportunidades, hay riesgos concretos que ya se están materializando en la práctica y que merecen la atención crítica de nuestra comunidad de la AMIA.

El primero es el vacío regulatorio. El uso de IA en la elaboración de estudios ambientales en México avanza sin un marco normativo específico que delimite su alcance en instrumentos regulados por la LGEEPA, lo que genera incertidumbre sobre hasta qué punto puede intervenir sin comprometer el rigor técnico y la validez jurídica de una MIA (Energy21, 2026). No existe hoy un criterio homologado de la autoridad sobre qué grado de asistencia de IA es aceptable, ni sobre la obligación, o no, de declarar su uso.

El segundo riesgo, quizá el más delicado, es la generación de estudios con apariencia de rigor técnico pero sin sustento real en análisis especializado o trabajo de campo (Energy21, 2026). Esto ya provocó un episodio público en 2026: durante la Reunión Pública de Información convocada por SEMARNAT para el proyecto de restauración en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, organizaciones como el CEMDA cuestionaron abiertamente el uso de IA en parte de la presentación del proyecto, señalando además inconsistencias entre la MIA y lo expuesto ante la autoridad (Diario El Independiente, 2026). Este caso ilustra el riesgo reputacional que corre todo el gremio cuando la IA se usa sin el filtro profesional adecuado, especialmente en espacios de consulta pública donde la transparencia hacia comunidades y autoridades es un valor no negociable, como ya lo señalaba la propia AMIA al pedir garantizar una consulta pública significativa y temprana en el proceso de EIA (AMIA, 2024).

El tercer riesgo es la responsabilidad legal, que no se transfiere ni se diluye. La IA no sustituye al profesionalista ambiental ni asume responsabilidad legal sobre los estudios; su papel se limita a complementar el trabajo técnico (Energy21, 2026). Como Prestadoras y Prestadores de Servicios Ambientales, quienes firmamos una MIA respondemos personal y profesionalmente por su contenido ante la autoridad, ante el promovente y, en su caso, ante instancias de responsabilidad civil, penal o administrativas. Delegar en la IA la

elaboración de un capítulo crítico sin la supervisión profesional debida no exime de responsabilidad a quien firma; al contrario, la agrava, porque implica una falta al deber de cuidado técnico exigido a todo consultor ambiental.

El cuarto riesgo es el sesgo de los modelos entrenados con datos no representativos de nuestras condiciones ecológicas. Los grandes modelos de lenguaje se entrenan mayoritariamente con literatura producida en el hemisferio norte, en ecosistemas templados y con marcos regulatorios distintos a los mexicanos. Cuando se les consulta sobre humedales costeros del Caribe mexicano, manglares de Quintana Roo o acuíferos cársticos de la península de Yucatán —ecosistemas que quienes trabajamos en el sureste conocemos de primera mano—, el riesgo de recibir generalizaciones importadas de otros contextos es alto, lo que exige un ejercicio de verificación local todavía más riguroso.

Finalmente, existe un riesgo sobre la equidad de acceso: si el uso eficiente de la IA depende de que el consultor domine ya la materia, tenga acceso a bases normativas robustas y conozca herramientas especializadas, la brecha de calidad entre firmas grandes y bien equipadas y consultores

independientes podría ampliarse, contrariamente a la promesa de "democratización" que suele atribuirse a estas tecnologías.

V. Hacia una gobernanza responsable de la IA en la práctica de la EIA

El desafío principal no es tecnológico, sino regulatorio y ético: se trata de establecer condiciones que permitan aprovechar la eficiencia de la IA sin debilitar la calidad técnica de los estudios ambientales ni comprometer el objetivo de protección ambiental que sustenta la política pública en la materia (Energy21, 2026). Propongo cinco líneas de acción concretas que la AMIA, la SEMARNAT y el gremio de Prestadores de Servicios Ambientales podrían impulsar de forma conjunta.

Primero, lineamientos gremiales de uso responsable de IA en la elaboración de MIA e Informes Preventivos, que la AMIA podría emitir como guía de buenas prácticas mientras la autoridad desarrolla su propio marco normativo.

Segundo, un principio de trazabilidad documental interna, de forma que el uso de IA sea auditable en caso de controversia.



Tercero, capacitación específica y continua para consultores ambientales sobre el uso crítico de IA generativa, geoespacial y documental, entendiendo que esta capacitación es hoy tan indispensable como lo fue, en su momento, la formación en sistemas de información geográfica.

Cuarto, fortalecer los criterios de suficiencia técnica y verificabilidad que ya aplica la autoridad al evaluar una MIA, exigiendo siempre evidencia de campo y coherencia normativa, independientemente de la herramienta usada para producir el borrador.

Quinto, preservar como innegociable el trabajo de campo y el juicio profesional como el núcleo irreductible de la EIA: ninguna herramienta, por sofisticada que sea, puede pisar el manglar, dialogar con la comunidad afectada o interpretar con responsabilidad ética lo que un ecosistema realmente puede tolerar.

VI. Conclusión

La inteligencia artificial no es enemiga ni salvadora de la Evaluación de Impacto Ambiental en México; es una herramienta cuya utilidad depende por completo de la mano que la opera. Puede acelerar la sistematización normativa, analizar y resumir

grandes volúmenes de información, mejorar la consistencia documental y liberar tiempo del consultor para dedicarlo a lo que exige criterio humano: la interpretación ecológica, el trabajo de campo y el diseño de medidas de mitigación viables. Pero también puede, usada sin dominio técnico, sin instrucciones precisas, sin bases normativas confiables, sin lectura crítica y sin conocimiento de sus propias limitaciones, producir documentos con apariencia de rigor técnico que en realidad debilitan la robustez, la transparencia y la validez jurídica de las MIA, erosionando la confianza pública en el instrumento mismo de la EIA. La responsabilidad profesional y legal, en cualquier escenario, sigue y seguirá recayendo en quien firma el estudio. Ese es, a fin de cuentas, el verdadero llamado de este artículo a la comunidad de la AMIA: adoptar la IA con la misma disciplina técnica y ética con la que hemos defendido, durante décadas, la seriedad del instrumento de impacto ambiental en México.

Referencias

- Academia Mexicana de Impacto Ambiental, A.C. (2024). Política ambiental en México: hacia una administración 2024-2030. Boletín AMIA, No. 84. <https://amia.org.mx/wp-content/uploads/2024/06/BoletA%C2%ADn-AMIA-No.-84-2.pdf>
- Cuevas, M., y Kemper, K. (s.f.). La evaluación del impacto ambiental apoyada por la inteligencia artificial. Laboratorio de Sistemas Inteligentes, CCADET-UNAM. <https://ambiental.uaslp.mx/historico/foroslp/cd/M-CuevasYetal-021121.pdf>
- Diario El Independiente. (2026, agosto 31). Cuestionan uso de inteligencia artificial para presentar proyecto en Sierra La Laguna. <https://www.diarioelindependiente.mx/2026/09/cuestionan-uso-de-inteligencia-artificial-para-presentar-proyecto-en-sierra-la-laguna/>
- Energy21. (2026, julio 2). IA entra a estudios ambientales en México sin reglas claras. <https://energy21.com.mx/ia-entra-a-estudios-ambientales-en-mexico-sin-reglas-claras/>
- SEMARNAT. (2024). Manifestación de impacto ambiental (ejemplo de matriz de evaluación y cumplimiento normativo NOM-001-SEMARNAT-1996). <http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/F69/2024/132/4T/12GE2024TD062.pdf>
- SEMARNAT. (s.f.). Evaluación de manifestaciones de impacto ambiental. https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/proc/711-DGIRA/8._Evaluacion_de_manifestaciones_de_ia.pdf





AMIA AC
Academia Mexicana de
Impacto Ambiental, A.C.®

**NUEVO BENEFICIO EXCLUSIVO
PARA MIEMBROS**

Repositorio AMIA

Herramienta diseñada para el intercambio de conocimientos y como un acervo documental para concentrar, organizar y facilitar el acceso a contenido técnico y académico relevante para nuestra comunidad.

¡AFÍLIATE!

**Obtén éste y otros
beneficios**



MIEMBROS
AMIA

www.amia.org.mx



INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN MÉXICO: DEL CUMPLIMIENTO DOCUMENTAL A LA INTELIGENCIA AMBIENTAL



Por **Martha Elizabeth Guerrero González**

Arquitecta y consultora ambiental con más de 20 años de experiencia en evaluación de impacto ambiental, gestión ambiental y desarrollo urbano. Directora General de Urbanik, Planificación Urbana y Medio Ambiente. Maestra en Derecho y Políticas Públicas Ambientales, con experiencia en administración pública e iniciativa privada, especializada en proyectos turísticos, inmobiliarios y urbanos.



Resumen

- **L**a Inteligencia Artificial comienza a transformar la consultoría ambiental y plantea nuevas posibilidades para fortalecer la Evaluación de Impacto Ambiental en México. Su verdadero potencial no reside únicamente en automatizar la elaboración de documentos, sino en ampliar la capacidad para analizar información, comprender el territorio, identificar relaciones entre variables, comparar alternativas, anticipar impactos y evaluar la eficacia de las medidas ambientales. El ensayo propone avanzar hacia una Evaluación de Impacto Ambiental aumentada por Inteligencia Artificial (EIA+IA), en la que los datos, las herramientas tecnológicas, la validación de campo y el criterio experto converjan dentro de un proceso trazable y sujeto a supervisión humana. Asimismo, analiza los riesgos asociados con la confiabilidad de la información, la transparencia, la confidencialidad y la responsabilidad profesional. El objetivo final es evolucionar del cumplimiento documental hacia una inteligencia ambiental orientada a mejores decisiones.
-
-



¿Estamos utilizando la IA para hacer más rápido lo mismo o para evaluar mejor?

Quienes hemos trabajado durante años en la elaboración, evaluación y seguimiento de estudios de impacto ambiental sabemos que una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) no debería ser simplemente la suma de capítulos, mapas, inventarios y anexos técnicos.

Su verdadero valor se encuentra en algo más complejo: comprender cómo un proyecto interactuará con un territorio y anticipar las consecuencias de esa interacción antes de que ocurran. En México, el artículo 30 de la aun vigente Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que la MIA debe describir los posibles efectos sobre los ecosistemas, considerando el conjunto de los elementos que los conforman, así como las medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2026, art. 30).

La legislación, por tanto, no pide simplemente información: exige comprender relaciones ambientales. Ahí encuentro uno de los espacios más interesantes para la Inteligencia Artificial.

La primera tentación frente a las herramientas de IA generativa puede ser utilizarlas para redactar capítulos, resumir legislación, ordenar bibliografía o producir textos con mayor rapidez. Estas funciones pueden incrementar la productividad, pero representan apenas la superficie de una transformación más profunda. La literatura reciente sobre IA y evaluación de impactos reconoce posibles ahorros de tiempo y mejoras formales, pero también riesgos de credibilidad, verificación y calidad de la evidencia (Bond et al., 2024; Khan et al., 2024).

¿Estamos utilizando la Inteligencia Artificial solamente para hacer más rápido lo que ya hacemos, o tenemos la oportunidad de utilizarla para mejorar la calidad de la Evaluación de Impacto Ambiental?

De la digitalización a la inteligencia ambiental

La consultoría ambiental lleva décadas incorporando tecnología. Pasamos de planos impresos y fotografías aéreas a Sistemas de Información Geográfica (SIG), ortofotos, imágenes satelitales, drones, GPS, modelos digitales de elevación y grandes bases de información ambiental. La presentación de las MIA también se ha digitalizado: actualmente SEMARNAT contempla la presentación en línea mediante el sistema MIA-E para los trámites de

impacto ambiental (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2022a).

Sin embargo, digitalizar información no significa necesariamente analizarla de manera inteligente. Un SIG puede superponer múltiples capas ambientales; una base de datos puede almacenar miles de registros; un dron puede generar cientos de imágenes de un sitio. El desafío profesional continúa siendo el mismo: ¿qué nos dicen esos datos sobre el posible comportamiento ambiental de un proyecto?

Aquí aparece una diferencia fundamental entre digitalización e Inteligencia Artificial. La IA permite procesar grandes cantidades de información, identificar patrones y relaciones y desarrollar modelos que apoyen procesos de clasificación, predicción o comparación. Combinada con SIG, percepción remota, monitoreo ambiental y conocimiento especializado, puede convertirse en una herramienta particularmente poderosa para la EIA. En conservación, por ejemplo, el aprendizaje automático ya se utiliza para procesar grandes conjuntos de datos provenientes de sensores y para apoyar la interpretación ecológica, siempre en combinación con conocimiento de dominio (Tuia et al., 2022).

No se trata de reemplazar al especialista, sino de ampliar su capacidad de observar y analizar.

¿Dónde puede aportar realmente la IA a una Manifestación de Impacto Ambiental?

Una MIA integra información muy diversa: proyecto ejecutivo, características físicas y biológicas del territorio, ordenamientos, legislación, vegetación, fauna, hidrología, paisaje, riesgos, aspectos sociales y urbanos, entre muchas otras variables. Tradicionalmente, buena parte de esta información se analiza por disciplinas y posteriormente se integra. La Inteligencia Artificial abre la posibilidad de explorar las relaciones entre esas variables de una manera más amplia.

Conocer mejor el territorio

Una primera aplicación se encuentra en la caracterización del sistema ambiental. La combinación de Inteligencia Artificial, imágenes satelitales, SIG y series temporales puede fortalecer el análisis de cambios de cobertura

vegetal, crecimiento urbano, fragmentación, modificación de escurrimientos o transformación del paisaje. La literatura sobre aprendizaje profundo en conservación documenta precisamente el uso creciente de imágenes satelitales y otros sensores para procesar información ecológica a escalas difíciles de abordar manualmente (Barta, 2024; Tuia et al., 2022).

En lugar de observar exclusivamente una fotografía del territorio al momento de realizar la MIA, podríamos comprender mejor cómo ha evolucionado ese territorio. Un proyecto no llega a un ecosistema estático: se incorpora a un territorio con historia de transformación y presiones preexistentes. El análisis de series históricas y patrones puede ayudar al consultor a comprender esa dinámica y fortalecer la delimitación del sistema ambiental y la identificación de impactos.

Flora y fauna: tecnología al servicio del especialista

Otro campo particularmente prometedor es la biodiversidad. Los sistemas de reconocimiento de imágenes pueden apoyar la clasificación de grandes volúmenes de fotografías obtenidas mediante cámaras trampa; los modelos de reconocimiento acústico pueden ayudar a detectar determinados grupos de fauna; y la percepción remota puede contribuir al análisis de hábitat, cobertura vegetal y conectividad (Barta, 2024; Tuia et al., 2022).

En bioacústica, BirdNET demuestra el potencial de las redes neuronales profundas para identificar cientos de especies de aves a partir de registros sonoros, mientras que las revisiones del campo advierten que aún existen problemas de generalización, calidad de datos y validación (Kahl et al., 2021; Stowell, 2022).

El potencial es enorme, pero es necesario establecer un límite profesional claro: una identificación automatizada no equivale a una validación biológica. Un algoritmo puede sugerir una especie; el especialista debe determinar si esa identificación es consistente con su distribución conocida, el hábitat, la temporalidad del registro y las características observadas en campo. La tecnología puede ampliar nuestra capacidad de detección; el conocimiento especializado debe continuar validando el resultado.

De las matrices estáticas al análisis de relaciones

Quizá uno de los campos más interesantes para la Inteligencia Artificial se encuentre precisamente en el corazón de una MIA: la identificación y evaluación de impactos. Durante décadas hemos utilizado matrices, listas de verificación, indicadores y diferentes metodologías para relacionar acciones del proyecto con componentes ambientales. Estas herramientas continúan siendo útiles, pero inevitablemente simplifican sistemas que son mucho más complejos.

Los impactos ambientales no siempre ocurren de manera lineal. Una modificación de la cobertura vegetal puede afectar infiltración, temperatura superficial, escurrimientos, disponibilidad de hábitat, conectividad, paisaje y otros componentes simultáneamente. A su vez, esos cambios pueden interactuar con impactos producidos por proyectos existentes.

La IA y los modelos de análisis de datos podrían contribuir a identificar relaciones que una matriz convencional difícilmente muestra con la misma claridad. En otros campos de evaluación ambiental, el aprendizaje automático ya ha mostrado utilidad para predicción, descubrimiento de patrones y eficiencia computacional, aunque la literatura insiste en la necesidad de mejores datos, análisis de incertidumbre y transparencia metodológica (Romeiko et al., 2024). Particularmente relevante para la EIA sería explorar su aplicación al análisis de impactos indirectos, acumulativos y sinérgicos.

No significa delegar a un algoritmo la determinación de la significancia de un impacto. Significa proporcionar al especialista más elementos para construir y defender técnicamente esa valoración.

Evaluar alternativas antes de mitigar impactos

Una buena evaluación ambiental no debería comenzar preguntando cómo mitigar el impacto de un proyecto ya definido. Una pregunta previa resulta todavía más importante: ¿existe una alternativa ambientalmente mejor? La propia guía de SEMARNAT para la MIA regional contempla los pronósticos ambientales y, en su caso, la evaluación de alternativas como parte del contenido del estudio (SEMARNAT, 2022b).

Aquí la combinación de IA, SIG y análisis multicriterio puede resultar especialmente útil. Imaginemos un desarrollo turístico en una zona costera mexicana. Antes de definir completamente su desplante podrían integrarse variables relacionadas con vegetación, pendientes, escurrimientos, cuerpos de agua, presencia potencial de especies sensibles, corredores biológicos, restricciones de ordenamiento ecológico, infraestructura existente y transformación histórica del territorio.

El análisis conjunto podría identificar áreas de mayor sensibilidad y permitir comparar distintas configuraciones del proyecto. La tecnología dejaría entonces de utilizarse únicamente para documentar impactos y comenzaría a utilizarse para evitarlos desde el diseño. Desde la perspectiva de un consultor ambiental, éste podría ser uno de los cambios más valiosos. La mejor medida de mitigación continúa siendo, siempre que resulte técnica y jurídicamente posible, aquella que evita que el impacto ocurra.

Del cumplimiento de condicionantes a la eficacia ambiental

Existe otro ámbito donde considero que la Inteligencia Artificial puede generar una transformación todavía más importante: el seguimiento ambiental. Después de obtener una autorización, buena parte del trabajo se concentra en demostrar que las medidas y condicionantes fueron ejecutadas: se realizaron recorridos, se colocó señalización, se ejecutó un programa de rescate, se realizó una reforestación, se presentaron informes.

Todo ello es necesario. Pero existe una pregunta adicional que no siempre respondemos con la misma profundidad: ¿la medida realmente funcionó?

El siguiente paso de la gestión ambiental debería ser transitar del indicador de cumplimiento hacia el indicador de eficacia. Por ejemplo, no solamente preguntar cuántos individuos fueron reforestados, sino cuál fue su supervivencia después de determinado periodo y si la medida contribuyó realmente al objetivo ambiental que justificó su implementación.

La combinación de sensores, drones, imágenes satelitales, fotografías georreferenciadas, SIG, bases de datos e Inteligencia Artificial

podría facilitar este cambio. Las aplicaciones de aprendizaje automático en conservación muestran que estas herramientas pueden ayudar a procesar monitoreos a escalas espaciales y temporales mayores, siempre que se integren con conocimiento experto y protocolos de validación (Tuia et al., 2022). Podríamos comparar condiciones ambientales antes, durante y después del desarrollo de un proyecto, identificar tendencias y detectar desviaciones con mayor rapidez. La supervisión ambiental podría comenzar a adquirir un carácter más preventivo y adaptativo.

El riesgo de confiar demasiado en la Inteligencia Artificial

Precisamente porque las posibilidades son amplias, también debemos hablar de sus riesgos. Una IA puede entregar una respuesta técnicamente redactada y, sin embargo, estar equivocada. En investigación sobre EIA, Bond et al. (2024) documentan preocupaciones de credibilidad y desarrollan un protocolo de verificación de evidencia; Khan et al. (2024), a partir de entrevistas con especialistas en evaluación de impactos, reportan beneficios potenciales pero también preocupaciones sobre calidad, plagio y confiabilidad.

Los modelos generativos pueden producir referencias bibliográficas inexistentes, interpretar incorrectamente una disposición jurídica, asociar una especie con un territorio donde no existe evidencia suficiente de su presencia o presentar como hecho una inferencia que debería verificarse. En una MIA, estos errores pueden tener consecuencias importantes.

Por ello, debería haber una regla sencilla: ningún dato producido o interpretado mediante IA debería incorporarse a un estudio ambiental sin conocer su fuente y verificarlo. Existe además un problema fundamental: la calidad de los datos. Podemos disponer de un algoritmo extraordinariamente sofisticado, pero si la información de entrada es incompleta, desactualizada o incorrecta, el resultado también lo será. La evidencia disponible en aprendizaje automático aplicado a evaluación ambiental insiste en la necesidad de datos confiables, evaluación de incertidumbre y transparencia del modelo (Romeiko et al., 2024).

A ello debemos sumar sesgos algorítmicos, protección de información confidencial, propiedad de los datos y explicabilidad de los resultados. Si una herramienta determina qué zona presenta



mayor sensibilidad ambiental, el consultor debería poder responder: ¿por qué? La trazabilidad no es un elemento accesorio; es indispensable para sostener técnicamente una conclusión.

La responsabilidad continúa siendo humana

Este punto adquiere especial importancia en el contexto jurídico mexicano. El artículo 35 BIS 1 de la LGEEPA establece que quienes prestan servicios de impacto ambiental son responsables ante la Secretaría por los estudios que elaboran y deben declarar, bajo protesta de decir verdad, que incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y las medidas de prevención y mitigación más efectivas (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2026, art. 35 BIS 1).

El artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental desarrolla esa obligación y exige que los resultados se obtengan mediante las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y con la mayor información disponible; además, atribuye la responsabilidad del contenido al prestador de servicios o a quien suscriba el documento (SEMARNAT, 2000, art. 36).

La incorporación de Inteligencia Artificial no elimina esa responsabilidad. Una plataforma no firma una Manifestación de Impacto Ambiental; el especialista sí. Por ello, cualquier incorporación de IA a la consultoría ambiental debería partir del principio de supervisión humana.

Este enfoque coincide con la Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial de UNESCO, que incluye principios de transparencia y explicabilidad, responsabilidad y rendición de cuentas, supervisión y decisión humanas, así como sostenibilidad. Además, dedica un ámbito específico de acción política al medio ambiente y los ecosistemas, reconociendo tanto el potencial de la IA para su protección y gestión como la necesidad de evaluar los impactos ambientales de estas tecnologías (UNESCO, 2022).

La misma Recomendación advierte que los sistemas de IA tienen efectos positivos y negativos sobre el ambiente y los ecosistemas. Es una

paradoja que no deberíamos ignorar: utilizar IA para proteger el ambiente también tiene una huella ambiental. Esto ocurre porque los sistemas de IA dependen de infraestructura física y de datos que consume energía durante su operación, y porque su ciclo de vida también implica la fabricación de equipos y la extracción de materias primas. Por ello, sus beneficios ambientales deben valorarse junto con su huella de carbono y su consumo de recursos (UNESCO, 2022).

Evaluación de Impacto Ambiental aumentada por Inteligencia Artificial

Propongo denominar a este enfoque Evaluación de Impacto Ambiental aumentada por Inteligencia Artificial (EIA+IA). No significa una evaluación automatizada. Significa una evaluación donde las capacidades tecnológicas amplifican las capacidades del especialista, dentro de un proceso continuo y adaptativo.



Figura 1. Modelo conceptual de EIA+IA: de los datos ambientales confiables a una decisión ambiental trazable. Fuente: elaboración propia.

El orden es importante. El territorio continúa siendo la fuente primaria de conocimiento y el especialista conserva la responsabilidad de interpretar los resultados. La IA ocupa una función de apoyo analítico dentro del proceso, no el lugar de la decisión profesional.

Este modelo también podría modificar el perfil profesional del consultor ambiental. Durante años hemos dedicado una parte considerable de nuestro tiempo a localizar, clasificar, transcribir e integrar información. La automatización realizará progresivamente una parte de estas tareas. El valor profesional tendrá que desplazarse hacia aquello que resulta más difícil automatizar: interpretar, cuestionar, relacionar, verificar y decidir. La literatura de conservación coincide en que el mayor potencial surge cuando el aprendizaje automático se integra con el conocimiento del dominio, no cuando intenta sustituirlo (Tuia et al., 2022).

El consultor ambiental del futuro probablemente será menos integrador de documentos y mucho más analista ambiental.

Diez principios para el uso responsable de IA en la consultoría ambiental

1. **Verificación:** Ningún dato generado mediante IA debe utilizarse sin comprobar su fuente.
2. **Trazabilidad:** Todo resultado relevante debe poder reconstruirse y explicarse metodológicamente.
3. **Fuentes primarias:** La IA no debe sustituir la consulta directa de legislación, normas, publicaciones científicas y bases oficiales.
4. **Validación especializada:** La información técnica debe ser revisada por profesionales competentes en cada disciplina.
5. **Trabajo de campo:** La tecnología debe complementar, no sustituir, las verificaciones de campo que sean necesarias.
6. **Confidencialidad:** No deben incorporarse indiscriminadamente a plataformas externas

coordenadas, proyectos ejecutivos, información de clientes o bases de datos sensibles.

7. **Transparencia metodológica:** Cuando la IA intervenga de manera sustantiva en un análisis, debería documentarse suficientemente el procedimiento utilizado.
8. **Reconocimiento de incertidumbre:** Un resultado algorítmico no debe presentarse automáticamente como certeza científica.
9. **Supervisión humana:** Las decisiones ambientales relevantes deben permanecer bajo control profesional.
10. **Responsabilidad:** La utilización de IA no modifica la responsabilidad técnica de quienes elaboran y presentan el estudio.

Estos principios son consistentes con el énfasis de AMIA en reconocer las fuentes, integrar información confiable y adecuadamente interpretada, trabajar de manera interdisciplinaria, declarar incertidumbres, aplicar el marco jurídico actualizado y promover innovaciones en la EIA (Academia Mexicana de Impacto Ambiental [AMIA], s. f.).

Protección de información y datos

La utilización de plataformas externas de IA requiere además distinguir entre información ambiental, información pública, información confidencial del proyecto y datos personales. La Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares vigente regula el tratamiento legítimo, controlado e informado de datos personales y busca garantizar la privacidad y la autodeterminación informativa (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025, art. 1).

En la práctica, ello obliga a extremar precauciones cuando se pretendan cargar en servicios externos expedientes, datos de propietarios, representantes, trabajadores o comunidades. Como buena práctica profesional, también debe manejarse responsablemente la información ambiental sensible, como determinadas coordenadas de especies, aunque su protección pueda provenir de un régimen jurídico distinto al de datos personales.

El siguiente paso: inteligencia ambiental

La Inteligencia Artificial no resolverá por sí sola las debilidades de la Evaluación de Impacto Ambiental. Tampoco sustituirá la experiencia adquirida caminando un terreno, reconociendo un ecosistema, observando una especie, interpretando un escurrimiento o comprendiendo las particularidades sociales y ambientales de una región. Pero ignorar su capacidad sería igualmente equivocado.

Estamos frente a una herramienta que puede permitirnos procesar más información, relacionar variables que antes analizábamos separadamente, comparar escenarios y, particularmente, evaluar con mayor precisión los resultados de nuestras decisiones. La evidencia científica ya muestra aplicaciones concretas en monitoreo de biodiversidad, bioacústica, procesamiento de información ambiental y apoyo a procedimientos de evaluación (Kahl et al., 2021; Leal et al., 2025; Stowell, 2022; Tuia et al., 2022).

El desafío consiste en decidir para qué queremos utilizarla. Si solamente la empleamos para redactar capítulos con mayor rapidez, habremos conseguido estudios más rápidos. Si la utilizamos

para comprender mejor el territorio, detectar impactos que antes pasaban inadvertidos, diseñar mejores alternativas y verificar si nuestras medidas realmente funcionan, podremos avanzar hacia mejores evaluaciones ambientales.

Después de años trabajando en consultoría ambiental, considero que el conocimiento del territorio, la experiencia profesional y el criterio técnico seguirán siendo insustituibles. Pero ahora tenemos herramientas capaces de ampliar significativamente nuestra capacidad de análisis.

El objetivo final no debería ser producir más información. Debería ser tomar mejores decisiones. Porque la pregunta ya no es si la Inteligencia Artificial llegará a la Evaluación de Impacto Ambiental: ya está llegando. La verdadera pregunta es si aprenderemos a utilizarla simplemente para producir documentos más rápido o para comprender mejor los impactos y tomar mejores decisiones ambientales.

Declaración sobre uso de inteligencia artificial. Se utilizó inteligencia artificial únicamente como apoyo editorial para revisión de estilo, organización formal y consistencia del manuscrito. El planteamiento, análisis, conclusiones, criterios profesionales y validación de fuentes corresponden a la autora.



Figura 2. Evolución conceptual de la MIA documental hacia la inteligencia ambiental. Fuente: elaboración propia.

Referencias

- Academia Mexicana de Impacto Ambiental. (s. f.). Código de conducta. <https://amia.org.mx/codigo-de-conducta/>
- Barta, Z. (2024). Deep learning in terrestrial conservation biology. *Biología Futura*, 74(4), 359–367. <https://doi.org/10.1007/s42977-023-00200-4>
- Bond, A., Cilliers, D., Retief, F., Alberts, R., Roos, C., & Moolman, J. (2024). Using an artificial intelligence chatbot to critically review the scientific literature on the use of artificial intelligence in environmental impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 42(2), 189–199. <https://doi.org/10.1080/14615517.2024.2320591>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2025). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPDPPP.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2026). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de enero de 2026). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Kahl, S., Wood, C. M., Eibl, M., & Klinck, H. (2021). BirdNET: A deep learning solution for avian diversity monitoring. *Ecological Informatics*, 61, 101236. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101236>
- Khan, M., Chaudhry, M. N., Ahsan, M., & Ahmad, R. (2024). ChatGPT and the future of impact assessment. *Environmental Science & Policy*, 157, 103779. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103779>
- Leal, A., Maldonado, S., Martínez, J. I., Bertazzo, S., Quijada, S., & Vairetti, C. (2025). Enhancing environmental governance: A text-based artificial intelligence approach for project evaluation involvement. *Environmental Impact Assessment Review*, 110, 107707. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107707>
- Romeiko, X. X., Zhang, X., Pang, Y., Gao, F., Xu, M., Lin, S., & Babbitt, C. (2024). A review of machine learning applications in life cycle assessment studies. *Science of the Total Environment*, 912, 168969. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168969>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. <https://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/pdf/wo88543.pdf>

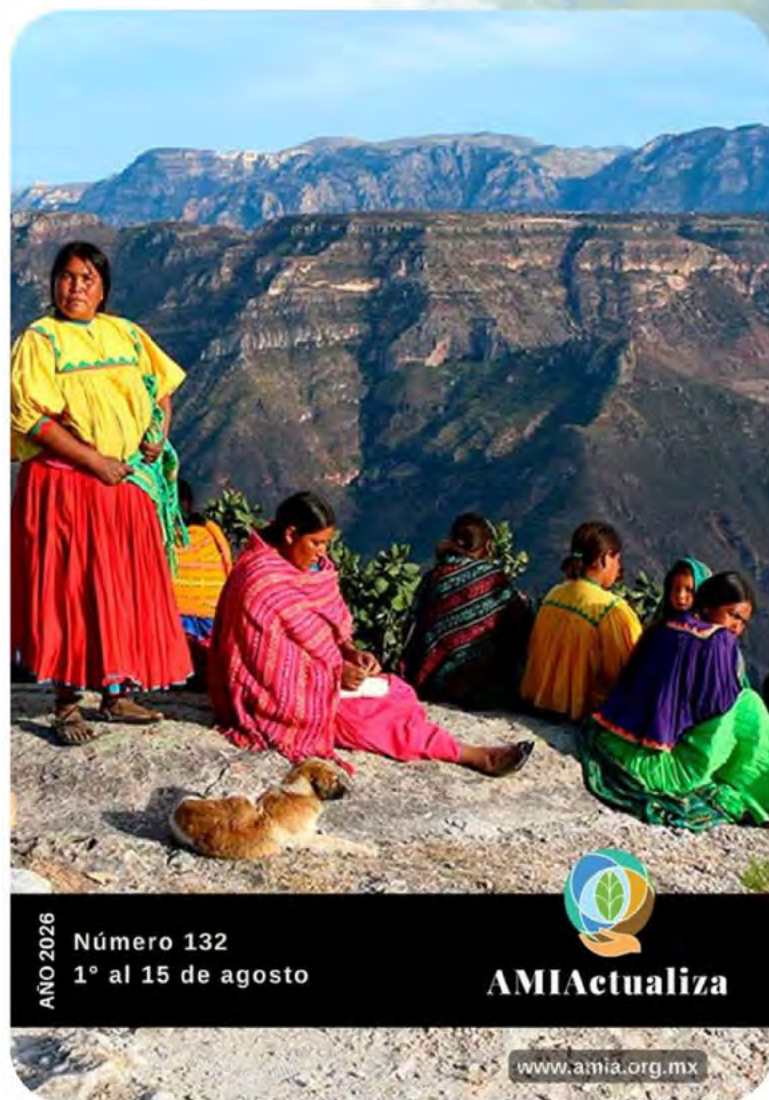


- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022a, 28 de enero). Trámite SEMARNAT-04-003-A: Autorización de la MIA regional modalidad A, sin actividad altamente riesgosa. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-04-003-a>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022b). Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD010243.pdf>
- Stowell, D. (2022). Computational bioacoustics with deep learning: A review and roadmap. *PeerJ*, 10, e13152. <https://doi.org/10.7717/peerj.13152>
- Tuia, D., Kellenberger, B., Beery, S., Costelloe, B. R., Zuffi, S., Risse, B., Mathis, A., Mathis, M. W., van Langevelde, F., Burghardt, T., Kays, R., Klinck, H., Wikelski, M., Couzin, I. D., van Horn, G., Crofoot, M. C., Stewart, C. V., & Berger-Wolf, T. (2022). Perspectives in machine learning for wildlife conservation. *Nature Communications*, 13, 792. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-27980-y>
- UNESCO. (2022). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa



AMIA Actualiza

Publicación quincenal exclusiva para miembros



Encuentra:

- *Noticias*
- *Reformas*
- *Gacetas ecológicas*
- *Métrica mensual de los Proyectos dentro del PEIA*



Visítanos en nuestro

NUEVO
LinkedIn



@Academia Mexicana de
Impacto Ambiental, A.C.

Síguenos

**Conecta con la
comunidad de
especialistas en
impacto ambiental.**

