

VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR

ASSESSMENT OF SITES OF HYDROLOGICAL INTEREST IN THE AMBI RIVER BASIN, IMBABURA PROVINCE, ECUADOR

Oscar Vinicio Garzón Collahuazo¹
Sixto Andrés Garzón Collahuazo²

Resumen

La investigación tuvo como objetivo valorar de lugares de interés hidrológico en la cuenca del río Ambi, provincia de Imbabura-Ecuador, bajo una metodología enfoque cuantitativo, tipo descriptivo, exploratorio, prospectivo, y documental, Los hallazgos demuestran que la caracterización de la cuenca del río Ambi evidencian la notable relevancia del paisaje natural en la provincia de Imbabura, lo que facilitó establecer que es un área con significativo potencial hídrico, que contribuirá a la elaboración de una evaluación de Lugares de Interés Hidrológico, orientada al uso científico, cultural y recreativo. Además, de la valorización de los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi, es una herramienta que facilita a los Gobiernos Autónomos Descentralizados entender la realidad del significativo potencial hídrico que tiene la provincia de Imbabura, con el fin de implementar proyectos que permitan llevar a cabo un manejo integral a nivel de cuencas hidrográficas. Además, se busca implementar el apoyo a través de acuerdos y compromisos de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Locales, con el objetivo de que, en un periodo corto a mediano, se defina una línea base que abarque todas las tipologías geológicas para la creación de Patrimonio Geológico.

Palabras clave: Lugares de interés hidrológico, Cuencas Hidrológicas, Gestión de Cuencas Hidrográficas, Recursos Hídricos.

Abstract

The objective of the research was to assess places of hydrological interest in the Ambi River basin, province of Imbabura-Ecuador, under a quantitative approach methodology, descriptive, exploratory, prospective, and documentary. The findings demonstrate that the characterization of the Ambi river basin Ambi River show the notable relevance of the natural landscape in the province of Imbabura, which made it easier to establish that it is an area with significant water potential, which will contribute to the preparation of an evaluation of Places of Interest Hydrological, oriented to scientific, cultural and recreational use. In addition, the valorization of the Places of Hydrological Interest in the Ambi River basin is a tool that makes it easier for the Decentralized Autonomous Governments to understand the reality of the significant water potential that the province of Imbabura has, in order to implement projects that allow carry out comprehensive management at the hydrographic basin level. In addition, it seeks to implement support through agreements and commitments of the Local Decentralized Autonomous

Recibido: 10 de septiembre de 2024 /Evaluación: 12 de octubre de 2024 / Aprobado: 29 de noviembre de 2024

¹ Ingeniero en Geología. Email: ovgarzon@hotmail.com

² Ingeniero en Geología y Minas. Email: andresgc_9516@hotmail.com

Governments, with the objective that, in a short to medium period, a baseline is defined that covers all geological typologies for the creation of Geological Heritage.

Keywords: Places of hydrological interest, Hydrological Basins, Management of Hydrographic Basins, Water Resources.

Introducción

Los diversos procesos evolutivos de la litosfera que han ocurrido desde la formación de la Tierra, han originado la creación de paisajes a nivel global. A lo largo del tiempo, se evidencian procesos geológicos que originan espacios geográficos de especial relevancia, singularidad o belleza; los cuales pueden ser considerados en la propuesta de Patrimonio Geológico Nacional dentro de la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Es decir, mediante la identificación de los recursos naturales bajo la noción de Lugares de Interés Hidrológico se puede establecer geositos que fomenten la gestión de recursos naturales renovables y no renovables, aportando un valor científico, cultural, educativo y paisajístico, vinculado al recurso hídrico y su uso racional para el mejoramiento de la calidad de vida de la población y su entorno (Zhiña et al., 2024).

En el ámbito latinoamericano, el movimiento de creación de geositos está en pleno crecimiento, mostrando un claro interés en la dinámica de formación de los LIH's, buscando aprovechar el potencial hídrico de cada país para mejorar las condiciones económicas y sociales de una localidad específica mediante la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas (Ochoa-Tocachi et al., 2018). Asimismo, Tang y Adesina (2022), sostienen que el mayor enfoque en la gestión de cuencas hidrográficas se logra observar en la significativa cantidad de inversión realizada en proyectos de cuencas hidrográficas en los últimos años a nivel global, puesto que una cuenca hidrográfica es, en realidad, un área de tierra preservada que capta la lluvia, el aguanieve y la nieve, y que desemboca o infiltra en los acuíferos. La gestión de las actividades relacionadas con la cuenca hidrográfica se considera una gestión integral de cuencas, que abarca aspectos sociales, económicos y ambientales, junto con los sistemas humanos, institucionales, naturales y de sostenibilidad, que son los factores clave señalados en este análisis, así como la implicación y los intereses de la comunidad, para administrar de manera sostenible los recursos hídricos subterráneos.

De manera que, estas cuencas hidrográficas, ríos y acuíferos ofrecen servicios valiosos para las comunidades y la diversidad biológica, ya que la elaboración de estrategias integradas para la gestión de cuencas hidrográficas orientadas al uso sostenible se lleva a cabo a través de la inclusión de técnicas de gestión adaptativa y el saber ecológico tradicional. Además, la relación entre la variabilidad climática y la urbanización puede intensificar los pulsos hidrológicos, así como la exportación de carbono, nutrientes y contaminantes en varios ríos urbanos (Dengshuai et al., 2018).

En tal sentido, Martínez y Villalejo (2018), afirman que el objetivo de la gestión de cuencas es fomentar el uso y manejo adecuado de los recursos naturales, buscando un balance entre el crecimiento económico, la equidad, la sostenibilidad integral y la mejora en la calidad de vida de las personas, dado que el desafío es producir mientras se conserva y conservar mientras se produce, a diversas escalas y con horizontes de planificación y ejecución de acciones a corto, medio y largo plazo. En cambio, los fundamentos hidrológicos para el manejo y control de cuencas se basan en el ciclo del agua, ya que entender el funcionamiento hidrológico de la cuenca es esencial para la planificación, control y gestión sostenible de sus recursos naturales.

Desde otra óptica, el desarrollo de estrategias de gestión integrada de cuencas hidrográficas para un manejo sostenible se lleva a cabo a través de la integración de técnicas de gestión adaptativa y saberes ecológicos tradicionales (He & James, 2021). De manera similar, la relación entre la variabilidad climática y el desarrollo urbano puede intensificar los pulsos hidrológicos y la salida de carbono, nutrientes y contaminantes en varios ríos urbanos, ya que las infraestructuras y métodos de gestión del agua modifican de manera esencial los procesos hidrológicos cruciales que sustentan la diversidad del hábitat fluvial y las óptimas condiciones de calidad del agua. Se puede observar que las cuencas hidrográficas son ecosistemas sumamente sensibles y de manejo complejo, por lo que su gestión demanda una investigación detallada sobre los distintos factores que influyen en la degradación de la calidad del agua (Shifflett & Schubauer-Berigan, 2019).

Además, conocer la disponibilidad de agua es fundamental para facilitar el uso responsable de los recursos hídricos, lo que apoya decisiones orientadas hacia una gestión hídrica eficaz y sostenible (Lima et al., 2019; Schmidt; Lima & Jesús, 2018). La gestión de los recursos hídricos fundamentada en la probabilidad de fenómenos hidroclimáticos a largo plazo, implica una actualización continua de los valores bajos de caudal que se conceden (Pousa et al., 2019).

La razón para la evaluación y creación de la gestión de recursos hídricos en cuencas hidrográficas se fundamenta en la necesidad de disponer de herramientas que faciliten una gestión adaptativa y sustentada en evidencia de los recursos hídricos. Indicadores adecuadamente elaborados pueden simplificar la vigilancia constante del estado de los recursos, medir la efectividad de las acciones y ofrecer datos esenciales para la toma de decisiones (Herd & Wals, 2017). Asimismo, dicha gestión debe poder captar la complejidad de las cuencas fluviales, incorporando dimensiones hidrológicas, ecológicas, económicas y sociales en un enfoque integral que muestre las interacciones entre estos elementos (Loucks & Van Beek, 2017).

El objetivo del presente estudio es valorar los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura orientado a la gestión del recurso hídrico, catalogar los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi y plantear la puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi. Además, la investigación tiene como finalidad proporcionar conocimiento técnico científico sobre el recurso hidrológico con base en la importancia de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi para promover la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas enfocado en la valoración del recurso.

Metodología

Enfoque metodológico

La investigación actual se realizó con un enfoque cuantitativo, ya que pretende recopilar y expresar la información de las variables relevantes mediante cifras numéricas, las cuales provienen de un proceso de medición que permitirá aplicar técnicas estadísticas para lograr una aproximación lo más objetiva viable del fenómeno o problema investigado (Rodríguez, 2018).

Tipo de estudio

La investigación es de tipo descriptivo, exploratorio, prospectivo, y documental debido a que los resultados serán empleados a futuro por las instituciones, para la toma de decisiones.

Técnica de recolección de datos

Se tomó en cuenta como técnica la revisión y análisis de la bibliografía documental disponible en base a cartas temáticas: (mapa geológicos escalas 1:10000, mapa de paisajes del Ecuador escala 1:1000000, mapas edafológicos escala 1:100000, preparación de insumos básicos digitales: MDT, fotografías aéreas, cartografía), informes de entidades públicas y privadas, trabajos investigativos referente a Patrimonio Geológico, Puntos/Lugares de Interés Geológico, Geoparques; obteniendo un informe de diagnósticos que sirve para alimentar la base de datos, se tomó en consideración como técnica de recolección de datos. De igual manera, se emplearon como fuentes secundarias de información varias bases de datos, como Scopus, Dialnet, Google Scholar, Scienedirect, entre otras.

Análisis de datos

Para llegar a obtener la valoración del inventario de Lugares de Interés hidrológico, se consideró la metodología de inventario, catalogación y clasificación de LIG's, establecido por el INIGEMM (2013) enfocado a la tipología hidrológica. Esta metodología diseña fases para desarrollar el inventario de LIG's en el Ecuador, estableciendo la identificación, localización, clasificación, caracterización y valoración de sitios de interés geológico

Resultados

Los criterios de valoración aplicados en los cuatro (4) LIH's, expresados a través de una puntuación que se estableció en un rango ascendente de 1 a 4 según el criterio técnico del investigador en función a la importancia de los criterios establecidos, lo cual permitió obtener una valoración integrada, es decir, medible por medio de una sumatoria ponderada individual para el valor intrínseco y utilización de carácter específico, didáctico y recreativo; y también una global. De las visitas en campo realizadas a los geositos mencionados, para el levantamiento de la información necesaria, se desprende la situación actual y las potencialidades de estos lugares, en función de las cuales se ha direccionado la propuesta de puesta en valor de cada uno de estos Lugares de Interés Geológico:

Geositos de la cuenca del río Ambi	Aspectos observados en campo por mejorar	Interés
Lago San Pablo (Grado de interés alto)	No existen accesos adecuados para ingreso a los alrededores del lago, y los lugares existentes para acceso son privatizados. Es evidente una falta de limpieza del lago, observó basura en el lago y sus alrededores.	Contiene interés geológico por su contenido. Mayor escala en cuanto al interés por su utilización, en los tres ámbitos científico, didáctico y recreacional, en relación de los demás lugares.
Laguna Cuicocha (Grado de interés alto)	Falta de divulgación de información científica respecto al origen de este geosito, así como la	Mayor escala en cuanto al interés por su utilización, en los tres ámbitos científico, didáctico y recreacional, es

	explicación de su importancia geológica que puede complementarse a los miradores de la ruta de este lugar para promoción turística del sitio.	el único lugar que tiene una valoración muy alto, motivo por el cual indica una gran potencialidad para el aprovechamiento del recurso hídrico sobre los criterios de utilización.
Laguna Yahuarcocha (Grado de interés medio)	Es evidente la contaminación de la laguna. Hace falta la socialización del contenido geológico y las características hidrológicas de este geosítio.	Este lugar refleja un importante valor en cuanto al ámbito recreacional dado que si existen lugares propicios para los turistas y didáctico dado que de cierta manera si existe una explicación cultural sin embargo sin contenido científico.
Cascada de Peguche (Grado de interés bajo)	Según la verificación en sitio, el mantenimiento de las rutas para los turistas necesita mantenimiento, así como la instalación de basureros para evitar la contaminación de este sitio. Así como los demás lugares, es necesario plasmar en lugares visibles para los visitantes de este sitio la información de carácter científico de este sitio.	Este lugar tiene un interés geológico por el contenido mínimo, sin embargo, este lugar es frecuentado de manera significativa por turistas locales por creencias culturales de los pueblos ancestrales de la zona sobre este lugar, así como también por turistas nacionales como internacionales, por tanto, es relevante para la promoción de programas de cuidado, conservación y los que se crean convenientes.

Valoración de LIH'S Lago San Pablo

La valoración de los LIH's del Lago San Pablo se ha valorado en relación al contenido y a su posible uso.

Por su Contenido

El contenido de este LIH está íntimamente relacionado con la tipología vulcanológica- hidrológica, que guarda asociación a procesos geomorfológicos evidentes en el último periodo geológico. La calificación obtenida en el tipo de interés geológico por su contenido es alta en la tipología de hidrología, justificado en el argumento que, el Lago San Pablo se ubica al pie del Complejo Volcánico Imbabura, como consecuencia de la actividad de glaciación y desglaciación, se evidencia al pie de Huarmi Imbabura, una forma de relieve característica de morrenas frontales y laterales, cuyas geoformas dieron el posible origen de la formación del Lago San Pablo.

Por su utilización

Se obtuvo ponderaciones altas referente a al tipo de interés geológico por su utilización, asociados a características de representatividad, diversidad, espectacularidad, entre otras.

Por sus condiciones y características geológicas-hidrologicas con un valor científico, didáctico y recreativo, obteniendo una puntuación de 241 puntos, permitiendo indicar que el Lago San Pablo tiene un valor de interés muy alto como un Lugar de Interés Hidrológico.

Valoración de LIH'S Cascada Peguche

La valoración de los LIH's de la Cascada Peguche se ha valorado en relación al contenido y a su posible uso, concordante con la tipología estructural, pero predominantemente con la con rasgos hidrologicos característicos. Por sus condiciones y características geológicas con un valor científico, didáctico y recreativo, obteniendo una puntuación de 141 puntos, indicando que tiene un valor de interés medio.

Valoración de LIH'S Laguna Cuicocha

La tipología de interés muy marcado es el vulcanológico, evidenciado por procesos eruptivos, que dieron forma al Complejo Volcánico Cotacachi, distinguiéndose diferentes edificios; el edificio principal corresponde al Volcán Cotacachi, como segundo evento se relaciona depósitos piroclásticos y avalancha de escombros y como un tercer evento a la formación de una caldera en el flanco sur, que corresponde a la formación de la laguna cratérica Cuicocha, dando relevancia a la tipología hidrologica.

Los datos de campo recolectados y mediante los criterios establecidos en la metodología, se permite determinar a la Laguna Cuicocha como un Lugar de Interés Hidrológico. Por sus condiciones y características geológicas con un valor científico, didáctico y recreativo, obteniendo una puntuación de 316 puntos, indicando que la Laguna Cuicocha posee un valor de interés muy alto como Lugar de Interés Hidrológico.

Valoración de LIH'S Laguna Yahuarcocha

La determinación de la calificación en base a las características de contenido y de utilización, ayudaron a establecer que el geositio posee una tipología hidrologica con una calificación alta debido a las características geológicas que posee, del mismo modo, asociado a procesos estructurales, evidencian que este LIH, por sus condiciones y características con un valor científico, didáctico y recreativo, obteniendo una puntuación de 232 puntos, indicando que tiene un valor de interés muy alto. En la siguiente figura se observa la georeferenciación de los LIH detallados anteriormente.

Catalogación Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi.

La catalogación de Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi, corresponde a la relación entre el tipo de interés geológico según su contenido y el tipo de interés por su utilización con carácter científico, recreativo y didáctico de los sitios de importancia hidrologica ya valorada, descrita en el acápite anterior, obteniendo como resultado el grado de interés de cada uno de los geositios. La puntuación obtenida, corresponde a una ponderación ascendente de 1 a 4 puntos, asignada a cada geositio en función de su interés de importancia, de acuerdo al criterio técnico del investigador.

Figura 1. Catalogación Lugares de Interés Hidrológico, cuenca río Ambi

 GOBIERNO NACIONAL DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR		PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLOGICO MINERO INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLOGICO - TABLA DE CATALOGACION										 INGEMM				
LUGARES DE INTERÉS GEOLOGICO		TIPO DE INTERÉS GEOLOGICO POR SU CONTENIDO										TIPO DE INTERÉS POR SU UTILIZACIÓN				
Nº	DENOMINACION	ESTRATIGRAFICO	SEDIMENTARIO	PALEONTOLOGICO	PETROGRAFICO	VULCANOLOGICO	GEOMORFOLOGICO	MINERALOGICO	ESTRUCTURAL	HIDROLOGICO	INDICIOS MINERALES	OTROS	CIENTIFICO	RECREATIVO	DIDACTICO	GRADO
1	LAGO SAN PABLO		2			2	1			4		2	4	4	4	ALTO
2	CASCADA PEGUCHE											2	1	2	2	BAJO
3	LAGUNA CUICOCHA					4			4	4		2	4	4	4	ALTO
4	LAGUNA YAHUARCOCHA		2							4		4	2	4	4	MEDIO
<p style="text-align: center;"> ● ALTO ● MEDIO ● BAJO </p>																

En función a la asignación de la escala mencionada, se obtuvo como resultado que los geositios: Lago San Pablo y Laguna Cuicocha son lugares catalogados con un grado de interés hidrológico alto. Mientras que, Laguna Yahuarcocha, según la tabla de catalogación de Lugares de Interés Hidrológico, corresponde a un lugar con un grado de interés hidrológico medio.

La Cascada Peguche corresponde a un lugar de interés hidrológico bajo, dado que, este geositio no presenta mayor relevancia de contenido geológico, debido a las condiciones genéticas existentes, a diferencia de los demás lugares hídricos que si tienen relevancia geológica.

Puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi.

Los Lugares de Interés Hidrológicos determinados en la cuenca del río Ambi, son sitios que representan un valor de interés hidrológico medio a muy alto, razón por la cual deben ser establecidos como geositios destinados a la conservación, aprovechamiento turístico, investigativo y didáctico de la zona norte del país. Considerando el amplio contenido de recurso hídrico que posee la provincia de Imbabura, así mismo por ser conocida a nivel nacional como la provincia de los lagos; la cuenca del río Ambi constituye un sitio de gran potencial hidrológico para el desarrollo de diferentes actividades de carácter cultural, recreativo y científico.

La Propuesta de puesta en valor de Los Lugares de Interés Hidrológicos determinados en la cuenca del río Ambi, se estructura de tal manera que pretende fortalecer e involucrar a los actores políticos gubernamentales y comunitarios, así como instituciones académicas con la finalidad de establecer una gestión integral de la cuenca del río Ambi apegado a las normativas establecidas. La mencionada propuesta contiene iniciativas de carácter científico, didáctico y recreativo con la finalidad de promover resultados y logros en beneficio de la comunidad en general, enfocados a dinamizar la actividad de la cuenca.

Para la ejecución de proyectos con el objetivo de conseguir la promulgación de estrategias de diversificación socioeconómica y alternativas complementarias simultáneas a la actividad turística, se debería implementar en los geositios lo siguiente:

- Acondicionamiento y ampliación de senderos dentro de LIH'S.
- Construcción de miradores con su respectiva señalética.
- Trabajos de restauración y adecuación de espacios para parqueaderos y lugares amplios para el desarrollo de actividades lúdicas.

Al poseer un alto recurso hídrico en la provincia de Imbabura, la potencialidad del aprovechamiento destinado a diferentes actividades que permitan el desarrollo local y regional de la provincia aumenta significativamente, haciendo de la provincia una zona interesante para promocionar lugares naturales a nivel nacional e internacional. Bajo este lineamiento también se propone lo siguiente:

La determinación de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi, servirá como insumo principal para la generación de una línea base técnica-científica de lugares geológicos, para establecer de manera conjunta con las demás tipologías geológicas, el establecimiento de Patrimonio Geológico de la provincia de Imbabura e incentivar la conformación del Geoparque Imbabura.

Promover la gestión integral de la cuenca del río Ambi, dirigido a la creación de geositios turísticos en los Lugares de Interés Hidrológico mediante el trazado de georutas, lo cual permitirá dar a conocer a los visitantes, los detalles de los paisajes naturales que posee la provincia de Imbabura.

Los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi valorados como un alto grado de interés, son zonas sensibles a las actividades antrópicas como por ejemplo la contaminación de residuos líquidos y sólidos, para lo cual se propone que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Locales designen a esta zona como Área Protegidas Municipales conforme la categoría que establece el Ministerio del Ambiente.

Los (4) Lugares de Interés Hidrológicos catalogados en la Cuenca del río Ambi, y su puesta en valor de acuerdo al tipo de interés por su contenido y por su utilización, en la siguiente tabla, se describe la puesta en valor especificada para los geositios considerando la situación actual de la misma y en relación a la puesta en valor propuesta:

Potenciales de Uso de los Geositios	Puesta en Valor
Científico	Socialización de la información científica referente al origen de este geositio, descripción de las características geológicas, dominios volcánicos y la demás información contenida en el documento de los LIG's de la cuenca del río Ambi. Formulación de programas integrales de gestión de los recursos hídricos de las zonas, gestión que deberá ser normada por los GAD's locales y regionales competentes en este ámbito, acorde a la normativa legal.
Didáctico	Estructuración de planes de conservación, valoración y socialización por parte de los organismos educativos y organismos competentes de la protección de este tipo de lugares para la puesta en conocimiento del origen científico y su importancia de conservación que se ha obtenido en el presente documento tanto a los pobladores locales como visitantes.

	Impulsar programas de conservación de estos lugares mediante campañas divulgativas que involucren la participación de entidades del sector educativo, sector público y privado. Suscribirse a proyectos como Geoparques, Global Geosite.
Recreativo	Proponer a los organismos municipales, asumir la competencia de la construcción de lugares de acceso a los alrededores de los geositos para los turistas, con la construcción de la infraestructura necesaria, como miradores alrededor de estos lugares con la debida señalización e información científica que se propone. Formular la elaboración de programas de orden deportivo, social, académico u otras índoles para promoción y potencialización de estos lugares como puntos de interés turístico. Consecuentemente, impulsar la economía local de los sectores aledaños a estos lugares.

Discusión

Teniendo en cuenta el propósito de este estudio que facilitó valoración de lugares de interés hidrológico en la cuenca del río Ambi, provincia de Imbabura-Ecuador, ya que dicha valoración y catalogación de los Lugares de Interés Hidrológico establecen lineamientos representativos de cada geosito, justificando los aspectos relevantes de carácter científico, didáctico y recreativo existentes en la cuenca del río Ambi. Además, la aplicabilidad de la gestión de geositos de gran potencial hidrológico, se establece mediante una puesta en valor, la cual propone ejecutar actividades que dinamicen la gestión del georecurso, enfocado a la parte ambiental, turística o cultural de cada lugar.

Desde esta perspectiva, Cevallos et al. (2024) sostienen que el ciclo del agua, que abarca fenómenos extremos como sequías e inundaciones, define el entorno acuático. Por esta razón, la cantidad y la calidad de los recursos hídricos pueden ser influenciadas por el cambio climático global y la polución del aire. Además, cuando se emplea de manera correcta, funciona como área de esparcimiento, fuente de energía y hábitat de flora y fauna acuáticas que también consumen los humanos.

Por su parte, Maldonado et al- (2023) señalan que el enfoque de la gestión integrada de cuencas es una necesidad creciente y compleja que enfrenta múltiples desafíos por resolver, dado que mediante este método consiste en observar la cuenca de manera integral, incorporando los servicios ecosistémicos y los diversos sectores, con la finalidad de lograr la sostenibilidad del agua y de otros recursos naturales o servicios ecosistémicos vinculados. Además, una cuenca hidrográfica es un ecosistema en constante cambio y con rasgos ecológicos y ambientales específicos en el que la formación de la comunidad, los aspectos económicos, el efecto del cambio climático, la investigación y la voluntad política en la toma de decisiones son factores determinantes para el desarrollo sostenible y las prácticas efectivas de gobernanza en cada área, ya que la mayor parte de los estudios examinados sobre los efectos del cambio climático afirman que el sector del agua sería el más perjudicado.

De igual forma, Zy et al. (2022) confirman que la distribución y la falta de agua a nivel de cuenca hidrográfica podrían ser tratadas empleando métodos inter e intracuenca, ya que estos métodos ofrecen numerosas ventajas al aplicar la estrategia hídrica en una cuenca y entre diferentes cuencas, al caracterizar la competencia e interacción entre canales,

laderas y cuencas vecinas, al abordar problemas y conflictos de escasez de agua, así como al diseñar políticas hídricas e iniciativas de gestión del agua. No obstante, llevar a cabo transferencias de agua entre cuencas e intracuencas a gran escala implica un elevado costo económico, por lo que se sugiere un enfoque científico para prevenir perjuicios al sistema, la ecología, la sostenibilidad y el entorno del caudal de río.

Asimismo, los hallazgos de Braz et al. (2020) sostienen que la gestión como una opción de conservación para las cuencas fluviales y la calidad del agua, así como su conexión con los distintos usos, permitió a los autores meditar sobre cómo modificar una metodología establecida para que funcione bajo una nueva perspectiva. Por ello, la dinámica y estructura de un sistema ambiental es complicada, a causa de los flujos de energía y materia que surgen de la interacción entre sus elementos, además entender las cuencas hidrográficas como sistemas integrales es esencial para proponer estrategias y acciones de planificación ambiental y gestión integrada que apunten a regular el uso del suelo y la conservación de los recursos hídricos, reduciendo los efectos provocados por las actividades socioeconómicas que se realizan en ellas.

Asimismo, Moran-González et al. (2024) refuerzan las afirmaciones de los autores previos al evidenciar que, para progresar hacia una gestión del agua más eficiente y sostenible, es importante crear y normalizar indicadores que incluyan aspectos hidrológicos, ecológicos y socioeconómicos, respaldados por tecnologías de vanguardia y concebidos para abordar los retos del cambio climático. La cooperación internacional y un enfoque interdisciplinario serán fundamentales para vencer los desafíos señalados y asegurar una administración del agua justa y sostenible en los años venideros. De manera que, es fundamental crear y normalizar indicadores que combinen aspectos hidrológicos, ecológicos y socioeconómicos, respaldados por tecnologías avanzadas, a fin de optimizar la gestión del agua.

Conclusiones

La identificación de las propiedades hidrológicas de la cuenca del río Ambi en la provincia de Imbabura, permitió conocer desde la perspectiva hidrológica los parámetros morfológicos y morfométricos como superficie, perímetro, longitud axial, ancho medio, factor de forma, coeficiente de compacidad, altitud mínima, altitud máxima, desnivel altitudinal, coeficiente de masividad, pendiente de la cuenca, curva hipsométrica, cuyas cifras se utilizarán en la delimitación de la cuenca para la realización de mapas temáticos.

Por tanto, los resultados de la caracterización de la cuenca del río Ambi evidencian la notable relevancia del paisaje natural en la provincia de Imbabura, lo que facilitó establecer que es un área con significativo potencial hídrico, que contribuirá a la elaboración de una evaluación de Lugares de Interés Hidrológico, orientada al uso científico, cultural y recreativo.

Además, la evaluación y catalogación de los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del Río Ambi, permitió identificar cuatro (4) geositos que muestran un interés hidrológico que varía de medio a alto grado de interés científico, didáctico y recreativo, obteniendo así: Lago San Pablo, sitio de interés muy alto con 241 puntos; Cascada Peguche sitio de interés medio con 141 puntos; Laguna Cuicocha sitio de interés muy alto con 316 puntos; y Laguna Yahuarcocha sitio de interés muy alto con 232 puntos.

Por otro lado, la valorización de los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi, es una herramienta que facilita a los Gobiernos Autónomos Descentralizados entender la realidad del significativo potencial hídrico que tiene la provincia de Imbabura,

con el fin de implementar proyectos que permitan llevar a cabo un manejo integral a nivel de cuencas hidrográficas. La creación de información sobre Lugares de Interés Hidrológico establece una línea base técnico-científica que actúa como insumo fundamental para la constitución del Patrimonio Geológico en la provincia de Imbabura, y luego formar la Red de Geoparques promovida por la UNESCO.

Por esta razón, es fundamental promover y difundir los Lugares de Interés Hidrológico de la provincia de Imbabura a nivel nacional e internacional para atraer turistas y resaltar la identidad cultural, turística y científica que caracterizan los paisajes naturales de la región. Asimismo, se buscará implementar el apoyo a través de acuerdos y compromisos de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Locales, con el objetivo de que, en un periodo corto a mediano, se defina una línea base que abarque todas las tipologías geológicas para la creación de Patrimonio Geológico.

Referencias bibliográficas

- Braz, A.; Mirandola, P.; Pinto, A.; Salinas, E.; De Oliveira, Ivanilton, J. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1): 69-85. doi:10.15446/rcdg.v29n1.76232
- Cevallos Delgado, W., Zambrano, M., Cedeño, J. & Moreira, A- (2024). Importancia de la hidrología en el manejo de cuencas hidrográficas. *Dom. Cien.*, 10(2), 1295-1310. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3879>
- Dengshuai, CH., Li, J., Zhou, Z., Liu, Y., Li, T. & Liu. J. (2018). Simulating and Mapping the Spatial and Seasonal Effects of Future Climate and Land-Use Changes on Ecosystem Services in the Yanhe Watershed, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(2): 1115-1131. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0499-8>.
- He, C., & James, L. A. (2021). Watershed science: Linking hydrological science with sustainable management of river basins. *Science China Earth Sciences*, 64(5), 677-690. <https://doi.org/10.1007/s11430-020-9723-4>
- Lima, E.; Andrade, R.; Sedyama, G. & Bof, L. (2019). Temporal-spatial Control of the difference between Precipitation and Evapotranspiration in Paracatu Sub-basins. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(6), 617-622. 10.22161/ijaers.6.6.70
- Loucks, D. P., & van Beek, E. (2017). *Water Resource Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models, and Applications*. Springer.
- Maldonado Santana, C.; Franco-Billini, C. & Jáuregui-Haza, U. (2023). Gestión integrada de las cuencas hidrográficas: hacia un nuevo paradigma en la gobernanza del agua. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 6(2), 67-101. <https://doi.org/10.22206/cac.2023.v6i2.2951>
- Martínez, Y., & Villalejo, V. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Scielo*, 58-72. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100005&lng=es&nrm=iso
- Moran-González, M. R., Guerrero-Calero, J. M., Miele-Giler, J. W., & Cabrera-Verdesoto, C. A. (2024). Evaluación de Indicadores para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas Hidrográficas. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 25–38. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/129>

- Ochoa-Tocachi, Boris F., Buytaert, W., Antiporta, J., Acosta, L., Bardales, J., Céleri, R., Crespo, P., Fuentes, P., Gil-Ríos, J., Guallpa, M., Llerena, C., Olaya, D., Pardo, P., Rojas, G., Villacís, M., Villazón, M., Viñas, P. & De Bièvre, B. (2018). High-Resolution Hydrometeorological Data from a Network of Headwater Catchments in the Tropical Andes. *Scientific Data*, 5: 180080. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.80>.
- Pousa, R.; Costa, M. H.; Pimenta, F. M.; Fontes, V. C.; Brito, V. F. A. D. & Castro, M. (2019). Climate Change and Intense Irrigation Growth in Western Bahia, Brazil: The Urgent Need for Hydroclimatic Monitoring. *Water*, 11(5), 933. <https://doi.org/10.3390/w11050933>
- Rakotoarimanana Zy Harifidy, Rakotoarimanana Zy Misa Harivelo, Ishidaira Hiroshi, Magome Jun & Souma Kazuyoshi (2022). *A Systematic Review of Water Resources Assessment at a Large River Basin Scale: Case of the Major River Basins in Madagascar*. *Sustainability*, 14 (19), article 12237. <https://doi.org/10.3390/su141912237>
- Shifflett, Shawn Dayson, y Joseph Schubauer-Berigan. 2019. “Assessing the Risk of Utilizing Tidal Coastal Wetlands for Wastewater Management”. *Journal of Environmental Management*, 236, 269-279. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.082>
- UNESCO. (2009). The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. UNESCO Publishing.
- Tang, X., & Adesina, J. A. (2022). Integrated watershed management framework and groundwater resources in Africa-a review of west Africa sub-region. *Water*, 14(3), 288. <https://doi.org/10.3390/w14030288>
- Zhiña, d., Avilés, a., González, l., Astudillo, a., Astudillo, A. & Matovelle, C. (2024). Efectos del cambio climático y los cambios de uso y cobertura del suelo sobre el rendimiento hídrico en una cuenca andina ecuatorial, *Hidrología*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/hydrology11090157>