

Universidade do Minho

Escola de Ciências

Marianela Vargas Anaya

**Contribución al desarrollo de
estrategias de geoconservación en
Colombia: un método para promover
el inventario nacional de patrimonio
geológico**

Outubro de 2018



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Marianela Vargas Anaya

Contribución al desarrollo de estrategias
de geoconservación en Colombia: un
método para promover el inventario
nacional de patrimonio geológico

Dissertação de Mestrado em Geociências
Especialização em Património Geológico e
Geoconservação

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professor Doutor José Bernardo Rodrigues Brilha

Outubro de 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Marianela Vargas

Endereço electrónico: nelaknela@gmail.com

Telefone: (+57) 350 8952468

Passaporte: AN519530

Título dissertação: Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico

Orientador: Professor Doutor José Bernardo Rodrigues Brilha

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Geociências, Especialização em Património Geológico e Geoconservação

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS
PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO
INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE

Universidade do Minho, 21/10/2018

Assinatura: _____



El presente trabajo fue realizado gracias a la beca concedida a la autora, otorgada por la Fundación para el Futuro de Colombia (COLFUTURO)

A mi madre, ejemplo de fortaleza y resiliencia

*“Through interpretation, understanding;
through understanding, appreciation;
through appreciation, protection.”*

Anon. (US National Park Service)

AGRADECIMIENTOS

Manifiesto mi gratitud a quienes durante estos dos años fueron cómplices de este proceso personal y profesional. De cada uno me llevo enseñanzas, anécdotas y recuerdos que hicieron de esta vivencia algo entrañable. En especial extendiendo mi agradecimiento...

A mis padres por darme alas para volar;

A mi familia por ayudarme a superar eventualidades durante este proceso;

Al profesor José Brilha por guiarme a lo largo de este recorrido personal e investigativo;

Al Grupo Museo Geológico e Investigaciones Asociadas del SGC por brindarme la oportunidad de construir conocimiento para el país;

Al grupo OPGP de la Universidad Nacional de Colombia por sus contribuciones;

Por último, pero no menos importante, a Tian, Pante, Alexa y Nicole por su apoyo incondicional.

¡Gracias totales!

RESUMEN

El inventario de patrimonio geológico representa la primera acción en cualquier estrategia de geoconservación. Este es el tema principal de este trabajo, adaptado para Colombia, un país donde ha venido aumentando el interés por la preservación del patrimonio geológico nacional. Se presenta una revisión bibliográfica sobre esta temática, tomando como referencia algunas iniciativas internacionales, así como ejemplos de países que cuentan con más experiencia en la identificación y evaluación del patrimonio geológico. También se presenta un historial del desarrollo de la geoconservación en Colombia, incluyendo los antecedentes más destacados, el marco normativo asociado, algunos de los proyectos actualmente en curso y un análisis de la importancia de esta temática en el contexto nacional del posconflicto.

Teniendo en cuenta que, desde el final de la década de 1990, Colombia ha venido avanzando en la construcción de una estrategia nacional de geoconservación, este trabajo refuerza la importancia de definir un método de inventario de patrimonio geológico, adaptado a las características del territorio nacional, así como a los lineamientos establecidos por el Decreto 1353 de 2018, la herramienta legal más reciente que rige la gestión del patrimonio geológico en el país. El método de inventario propuesto en este trabajo es una adaptación de aquel que ha sido aportado por el Instituto Geológico y Minero de España, utilizado en la fase inicial del inventario nacional realizado en el Departamento de Boyacá. Esta nueva propuesta fue construida teniendo en cuenta los métodos utilizados en otros países y en ella se abordan los pasos principales a seguir durante el proceso de inventario, desde el levantamiento de información bibliográfica hasta la declaratoria oficial de los elementos que constituyen el Inventario Nacional Geológico y Paleontológico. La valoración de los sitios geológicos hace parte integral del método de inventario propuesto, en donde se han implementado cambios respecto al método anterior, basados en las necesidades identificadas durante la fase del proyecto piloto en Boyacá, y de acuerdo con las bases conceptuales de otros métodos, que consideran el valor científico como el principal criterio en la evaluación del patrimonio geológico, independientemente del posible uso educativo o turístico que este pueda tener.

Se espera, con este trabajo, contribuir a la consolidación de un método oficial de inventario del patrimonio geológico de Colombia, en el cual la participación activa de instituciones como el Servicio Geológico Colombiano y la comunidad académica son parte fundamental en su construcción e implementación.

ABSTRACT

The inventory of geological heritage is the first action in any geoconservation strategy. This is the main theme of this work, adapted to Colombia, a country where the interest for the preservation of the national geological heritage has increased. A bibliographic review on this theme is presented, taking as reference some international initiatives, as well as examples of countries with more experience in the identification and evaluation of geological heritage. It is also presented an analysis of the development of geoconservation in Colombia, including the most relevant previous works, the statutory framework, some of the ongoing projects and a reflection about the importance of this topic in the national context of the post-conflict.

Considering that, since the end of the 1990s, Colombia has been making progresses in the construction of a national geoconservation strategy, this work reinforces the importance of defining a method of inventory of the geological heritage, adapted to the characteristics of the national territory and to the guidelines established by Decree No 1353 of 2018, the most recent legislation governing the management of geological heritage in the country. The inventory method proposed in this work is an adaptation of the one promoted by the Geological and Mining Institute of Spain, used in an initial phase of the national inventory carried out in the Department of Boyacá. This new proposal was built taking into account the methods implemented in other countries and it addresses the main steps to be followed during the inventory process, from a bibliographical review to the official declaration of the elements that integrate the National Geological and Paleontological Inventory. The assessment of geological sites is an integral part of the proposed inventory method, implementing changes with respect to the previous method, based on the needs identified during the pilot project phase in Boyacá, and according to the conceptual bases of other methods, which consider the scientific value as the main criterion in the evaluation of the geological heritage, regardless of the possible educational or tourist use it may have.

With this work, we hope to contribute to the consolidation of an official method of inventorying the geological heritage of Colombia, in which the active participation of organizations such as the Geological Survey of Colombia and the academic community are a fundamental part of its construction and implementation.

RESUMO

O inventário de património geológico constitui a primeira ação em qualquer estratégia de geoconservação. Este é o tema principal deste trabalho, adaptado à Colômbia, um país onde tem vindo a aumentar o interesse pela preservação do património geológico nacional. É apresentada uma revisão bibliográfica sobre esta temática, tomando como referência algumas iniciativas internacionais, bem como exemplos de países com mais experiência na identificação e avaliação do património geológico. É feito um historial do desenvolvimento da geoconservação na Colômbia, incluindo os antecedentes mais proeminentes, o quadro regulamentar associado, alguns dos projetos em andamento e uma análise da importância deste tema no contexto nacional do pós-conflito.

Tendo em conta que, desde o final da década de 1990, a Colômbia tem vindo a fazer progressos na construção de uma estratégia nacional de geoconservação, este trabalho reforça a importância de definir um método de inventário do património geológico, adaptado às características do território nacional e às diretrizes estabelecidas pelo Decreto nº 1353 de 2018, a mais recente norma legislação que rege a gestão do património geológico no país. O método de inventário proposto neste trabalho é uma adaptação daquele promovido pelo Instituto Geológico e Mineiro de Espanha, utilizado numa fase inicial do inventário nacional realizado no Departamento de Boyacá. Esta nova proposta foi construída tendo em conta os métodos implementados em outros países e nela são abordados os principais passos a seguir durante o processo de inventário, desde o levantamento de informação bibliográfica até à declaração oficial dos elementos que constituem o Inventário Nacional Geológico e Paleontológico. Constitui parte integrante do método de inventário proposto, a avaliação dos sítios geológicos, implementando mudanças relativamente ao método anterior, com base nas necessidades identificadas durante a fase do projeto-piloto em Boyacá, e de acordo com as bases conceituais de outros métodos, que consideram o valor científico como principal critério na avaliação do património geológico, independentemente do possível uso educacional ou turístico que possa ter.

Espera-se, com este trabalho, contribuir para a consolidação de um método oficial de inventário do património geológico da Colômbia, no qual a participação ativa de organizações como o Serviço Geológico da Colômbia e a comunidade académica são parte fundamental na sua construção e implementação.

ÍNDICE

1.	Introducción.....	1
2.	Conceptos y definiciones.....	5
2.1	<i>Geodiversidad</i>	5
2.2	<i>Patrimonio Geológico</i>	6
2.3	<i>Inventario de patrimonio geológico</i>	7
2.4	<i>Geotopos</i>	8
2.5	<i>Geoconservación</i>	9
2.6	<i>Geoparque Mundial de la UNESCO</i>	10
3.	Panorama actual de la geoconservación	13
3.1	<i>Iniciativas internacionales</i>	13
3.1.1	<i>Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO</i>	13
3.1.2	<i>Proyecto Global Geosites</i>	16
3.1.3	<i>ProGEO</i>	19
3.1.4	<i>Geoparques Mundiales de la UNESCO</i>	20
3.2	<i>Iniciativas nacionales en Europa</i>	25
3.2.1	<i>Reino Unido</i>	25
3.2.2	<i>España</i>	29
3.2.3	<i>Portugal</i>	32
3.2.4	<i>Francia</i>	35
3.2.5	<i>Consideraciones finales de la geoconservación a nivel europeo</i>	37
3.3	<i>Iniciativas nacionales en Latinoamérica</i>	40
4.	Estado del arte de la geoconservación en Colombia	45
4.1	<i>Contexto geológico y geográfico de Colombia</i>	45
4.2	<i>Antecedentes de la geoconservación en Colombia</i>	47
4.3	<i>Normatividad colombiana en relación al patrimonio geológico</i>	52
4.4	<i>Iniciativas de geoconservación en curso</i>	56
4.5	<i>El papel de la geoconservación en el postconflicto</i>	60
5.	Aportes al método de inventario del patrimonio geológico del Colombia	65
5.1	<i>Directrices metodológicas</i>	66
5.2	<i>Propuesta para el desarrollo del inventario de patrimonio geológico inmueble</i>	67
5.3	<i>Aportes a la metodología de valoración de patrimonio geológico inmueble</i>	80
6.	Conclusiones	89
7.	Referencias bibliográficas	93
	ANEXO I: LISTADO DE PUBLICACIONES SOBRE EL PATRIMONIO GEOLÓGICO COLOMBIANO	105
	ANEXO II: FORMULARIO PARA LA DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS GEOTOPOS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de las 1073 propiedades que poseen Valor Universal Excepcional incluidas en la Patrimonio Mundial (WHL) de la UNESCO, basada en 6 criterios culturales y 4 criterios naturales	15
Figura 2. Evolución del número de geoparques en la Red Europea de Geoparques (2000-2003) y en la Red Global de Geoparques (2004-2017)	23
Figura 3. Distribución geográfica de los Geoparques Mundiales de la UNESCO.....	23
Figura 4. Estado del progreso de los inventarios nacionales de patrimonio geológico en Europa con el número de geotopos identificados hasta octubre de 2014	38
Figura 5. A: Localización geográfica de Colombia en el extremo NW de Suramérica. B: Identificación en detalle de los tres accidentes geográficos principales del país	46
Figura 6. Marco tectónico del margen NW de Suramérica	46
Figura 7. A: Evolución del número de publicaciones sobre patrimonio geológico en Colombia en el tiempo. B: Departamentos de Colombia donde se han realizado publicaciones sobre el patrimonio geológico de Colombia. C: Principales temáticas abordadas en las publicaciones.	51
Figura 8. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda a 2030 planteados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.	62
Figura 9. Flujograma con los pasos sugeridos para el proceso de inventario del patrimonio geológico colombiano.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de los tipos de inventario de patrimonio y sus características adoptados por Gran Bretaña, España, Portugal y Francia.....	39
Tabla 2. Listado de los tipos de interés geológico incluidos en el formulario descriptivo de valoración de los geotopos con ejemplos de rasgos y procesos geológicos asociados a cada uno.....	81
Tabla 3. Listado de los parámetros utilizados para el cálculo del valor científico y el potencial de uso educativo y turístico de los geotopos que fueron modificados y su respectiva justificación	84
Tabla 4. Listado de los parámetros utilizados para el cálculo de la susceptibilidad antrópica y natural de los geotopos que fueron modificados y su respectiva justificación	84

LISTA DE ABREVIACIONES, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

APGN	Red de Geoparques Asia Pacífico
ASGMI	Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos
CPRM	<i>Serviço Geológico do Brasil</i>
CYTED	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
EGN	<i>European Geopark Network</i>
FARC	Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia
GCR	<i>Geological Conservation Review</i>
GEA	Grupo de Investigación en Geología Ambiental
GEOLOC	Red de Geoparques de Latinoamérica y del Caribe
GGN	<i>Global Geopark Network</i>
GILGES	<i>Global Indicative List of Geological Sites</i>
GSSP	<i>Global Boundary Stratotype Section and Point</i>
GVR	Geoparque Volcánico del Ruiz
ICANH	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
ICNF	<i>Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas</i>
IELIG	Inventario Español de Lugares de Interés Geológico
IGCP	<i>Council of the International Geoscience Programme</i>
IGGP	<i>International Program of Geosciences and Geoparks</i>
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
INGEOMINAS	Instituto Colombiano de Geología y Minería
INGEP	Inventario Nacional Geológico y Paleontológico
INGP	<i>Inventaire National du Patrimoine Géologique</i>
INPN	<i>Inventaire National du Patrimoine Naturel</i>
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
IUGS	<i>International Union of Geological Sciences</i>
JNCC	<i>Joint Nature Conservation Committee</i>
LNEG	<i>Laboratório Nacional de Energia e Geologia</i>
MINAMBIENTE	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MUHNAC	<i>Museu Nacional de História Natural e da Ciência</i>
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible

OPGP	Observatorio de Patrimonio Geológico y Paleontológico de Colombia
OUV	<i>Outstanding Universal Value</i>
PNN	Parques Nacionales Naturales
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ProGEO	Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico
RIGS	<i>Regionally Important Geological /Geomorphological Sites</i>
RUMYS	Rutas Minerales y Sostenibilidad
SCAP	<i>Stratégie de Création d'Aires protégées</i>
SEDPGYM	Sociedad para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero
SEGAOT	Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SGE	Sociedad Geológica Española
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SPNN	Sistema de Parques Nacionales Naturales
SSSI	<i>Sites of Special Scientific Interest</i>
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
WHL	<i>World Heritage List</i>
ZPPGP	Zona de Protección Patrimonial Geológica y Paleontológica

1. Introducción

Las primeras iniciativas encaminadas a la conservación del patrimonio geológico datan de finales del siglo XX, destacándose particularmente aquellas promovidas por los países europeos. En años más recientes, el interés hacia el cuidado de este patrimonio se ha extendido a varios países del mundo gracias al apoyo de instancias internacionales como la UNESCO, la IUGS y la IUCN, entre otras. Hoy en día, la línea de investigación encaminada al estudio del patrimonio geológico ha sido propuesta incluso como una rama propia de las geociencias, teniendo en cuenta el compromiso y la aceptación que ha adquirido la comunidad científica frente a este tema. En este sentido, los estudios sobre el patrimonio geológico se han enfocado en plantear estrategias que permitan garantizar la perdurabilidad en el tiempo de los rasgos y procesos geológicos más valiosos, para efectos de su disfrute por parte de la sociedad en general. La primera línea de acción que plantean estas estrategias es la identificación y evaluación del patrimonio geológico de un territorio, tema que será abordado en este trabajo como parte de una estrategia de geoconservación nacional para Colombia.

Desde 2016, el Servicio Geológico Colombiano ha venido desarrollando el inventario nacional de geotopos y geositios (lugares de relevancia geológica nacional e internacional respectivamente), a través de un proyecto piloto llevado a cabo en el Departamento de Boyacá, en el cual se implementó un método de inventario aportado por el Instituto Geológico y Minero de España. A partir de ese proyecto se identificó la necesidad de avanzar en la consolidación de un método de valoración que respondiera a las características del territorio nacional, así como desarrollar un método de inventario del patrimonio geológico que incluyera desde el levantamiento de información bibliográfica hasta la declaratoria de Zonas de Protección Patrimonial Geológica y Paleontológica (ZPPGP), de acuerdo con los lineamientos establecidos por el recientemente expedido Decreto 1353 de 2018 que regula la gestión integral del patrimonio geológico en Colombia.

El objetivo de este trabajo consiste en analizar las diferentes estrategias de geoconservación llevadas a cabo en países que cuentan con una mayor trayectoria en el tema, así como evaluar el desarrollo que ha tenido la geoconservación en Colombia, con el fin de proponer una serie de ajustes al método de inventario y cuantificación del patrimonio geológico que actualmente se viene implementando en el país. Para ello, se realizó una recopilación bibliográfica juiciosa de los antecedentes en esta temática y se llevaron a cabo mesas de trabajo y reuniones con las personas que participaron de cerca en el

inventario del Departamento de Boyacá, a efectos de identificar los puntos débiles del método de inventario aplicado. Con esto en mente, se procedió a plantear una propuesta de pasos clave a tener en cuenta durante las diferentes etapas del inventario (figura 9), así como a elaborar las fichas de valoración de los geotopos con las respectivas modificaciones expuestas en este trabajo (anexo II).

La estructura de este trabajo se describe a continuación:

La primera parte aborda los siguientes conceptos y definiciones claves a tener en cuenta para el desarrollo de esta investigación: geodiversidad, patrimonio geológico, inventario de patrimonio geológico, geotopo, geoconservación y Geoparque Mundial de la UNESCO.

La segunda parte describe el panorama de la geoconservación en relación a iniciativas de orden internacional (Lista de Patrimonio Mundial y Geoparques de la UNESCO, Proyecto Global Geosites y ProGEO) y nacional, tomando como casos de estudio cuatro países europeos (Reino Unido, España, Portugal y Francia). A nivel de Latinoamérica se presenta un estado del arte general de la geoconservación en varios países y se enfatiza en el caso de Brasil, al ser un país pionero en esta temática.

La tercera parte comprende específicamente el estado del arte de la geoconservación en Colombia, donde se expone el contexto geológico y geográfico del país, los antecedentes históricos de dicha temática, el marco normativo asociado, así como su panorama actual y se analiza el rol de la geoconservación en el marco del post-conflicto.

Una cuarta parte expone las directrices metodológicas del inventario nacional de patrimonio geológico inmueble de Colombia, así como las propuestas y aportes concretos al método de inventario y valoración de este patrimonio.

Por último, a manera de conclusión, se presentan algunas propuestas para la valorización del patrimonio geológico en Colombia y se plantean nuevos retos para la elaboración de este inventario.

Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un
método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico

2. Conceptos y definiciones

2.1 Geodiversidad

El término geodiversidad es una abreviación de diversidad geológica y se refiere a la variedad de ambientes, fenómenos y procesos activos generadores de paisajes, rocas, minerales, fósiles, suelos y otros depósitos superficiales que constituyen la base de la vida en la Tierra (Brilha, 2005). Según Gray (2013), la geodiversidad representa “la gama natural (diversidad) de rasgos geológicos (rocas, minerales, fósiles), geomorfológicos (formas de relieve, topografía, procesos físicos), pedogenéticos e hidrológicos, incluyendo sus ensamblajes, estructuras, sistemas y contribuciones a los paisajes”. Por su parte, Carcavilla et al. (2014) presentan una analogía para explicar la geodiversidad, según la cual, si consideramos los registros de la historia de la Tierra como piezas de un gigantesco rompecabezas, cuantas más piezas de este rompecabezas tenga una región, más geodiversa esta será. Cabe mencionar que la geodiversidad se encuentra consignada no solo en nuestros paisajes naturales, sino también en las rocas empleadas en distintos usos cotidianos como utensilios, edificaciones y construcciones, entre otros.

El concepto de ‘geodiversidad’ fue propuesto en los años 90’s y ha sido ampliamente aceptado por los geocientíficos alrededor del mundo (Dixon, 1996; Eberhard, 1997; Gordon, 2012; Gordon et al., 2012; Gray, 2004, 2005, 2008, 2013, 2018; Kiernan, 1995, 1996; Kostrzewski, 1998, 2011; Kozłowski, 1997, 2004; Najwer & Zwolinski, 2014; Serrano & Ruiz-Flaño, 2007; Sharples, 1993; Wiedenbein, 1993; Zwolinski, 2004 en Zwolinski et al., 2018). Este término es reconocido internacionalmente, incluso por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (*International Union for Conservation of Nature* - IUCN) la cual, si bien está enfocada en la bioconservación, cuenta con un grupo de especialidad en patrimonio geológico que asesora todos los aspectos de la geodiversidad en relación con las áreas protegidas y su gestión (Gray, 2018).

Así como la biodiversidad describe la variedad biótica de una determinada región, la geodiversidad describe su variedad abiótica e involucra una amplia apreciación de la Tierra variable en tiempo y espacio (Wimbledon & Smith-Meyer, 2012). Sin embargo, la biodiversidad y la geodiversidad guardan una estrecha relación si pensamos por ejemplo en ciertos ecosistemas que encuentran sustento a partir de la configuración geológica de un territorio, como lo son los páramos colombianos que se asientan en una de las cadenas montañosas más altas del planeta existentes a latitudes tropicales: los Andes

Colombianos. Por consiguiente, el estudio de la relación entre la geodiversidad y la biodiversidad puede contribuir en gran medida a la comprensión de los territorios y a una gestión más eficaz e integral del patrimonio natural.

Según los expertos, la geodiversidad de la Tierra ha ido en aumento desde la formación de nuestro planeta, a medida que los nuevos materiales, topografías, especies, etc., han evolucionado por procesos naturales (Gray 2013, 2018). A pesar de ello, la geodiversidad encuentra serias amenazas en actividades como la explotación indiscriminada de los recursos geológicos, la realización de obras de infraestructura, la forestación, deforestación y agricultura, las actividades recreativas, la colecta de muestras para fines no científicos e incluso en el desconocimiento cultural que radica en los usos inadecuados de las personas sobre la geodiversidad (Gray, 2013). Por consiguiente, su estudio y caracterización son indispensables a la hora de establecer prioridades de protección que garanticen la perdurabilidad de los elementos más representativos y significativos de la geodiversidad.

De acuerdo con Carcavilla et al. (2015), la geodiversidad puede medirse con indicadores cuantitativos objetivos basados en el cálculo del número y variedad de elementos geológicos presentes en un lugar mediante el uso de la geoestadística. Por su parte, Zwolinski et al. (2018) presentan un estado del arte sobre las técnicas de evaluación de la geodiversidad basadas tanto en métodos cuantitativos como cualitativos, así como una discusión sobre las lagunas existentes en las metodologías actuales que representan limitaciones en el entendimiento del concepto de la geodiversidad. Al revisar los métodos de evaluación de la geodiversidad, dichos autores pretenden llamar la atención sobre el papel de la geodiversidad en el desarrollo de planes de acción orientados a la mejora del patrimonio geológico, así como la importancia de la geodiversidad en estudios ecológicos, territoriales y paisajísticos por medio de la comprensión de su rol en el desarrollo humano.

2.2 Patrimonio Geológico

El patrimonio geológico es una parte integral del patrimonio natural y comprende aquellos elementos de la geodiversidad que se destacan por su gran valor científico (Brilha, 2016) u otros valores (didáctico, intrínseco, etc.), ya que juegan un rol determinante en el entendimiento de la historia de la Tierra, proporcionando una visión especial de la evolución del planeta durante los últimos 4,500 millones de años (Wimbledon & Smith-Meyer, 2012). Por consiguiente, hacen parte de este patrimonio todas aquellas localidades y objetos (especímenes ex situ y en museos) que proporcionan esta valiosa

información y, por consiguiente, deben ser protegidos. De hecho, para algunos autores como Brilha (2018) este término es utilizado para identificar aquellos elementos específicos de la geodiversidad que son objeto de geoconservación.

Para entender la naturaleza de las partes que constituyen el patrimonio geológico, se puede establecer una analogía con una sombrilla (el patrimonio geológico en sí) que cubija los diferentes enclaves que componen la geología (la geomorfología, mineralogía, paleontología, estratigrafía, etc.). Por consiguiente, según sea el caso de estudio, se puede hablar de patrimonio geomorfológico, mineralógico, paleontológico, estratigráfico, etc. (Carcavilla et al. 2014). Según estos mismos autores, este patrimonio consta de una parte objetiva que no cambia (los elementos que lo integran) y una parte subjetiva sujeta a variación (el valor de los mismos). El tipo de elemento es lo que determina el tipo de patrimonio, mientras que el valor del elemento es lo que determina si es patrimonio o no.

Una correcta valoración del patrimonio geológico debe ser realizada por especialistas con competencias según el elemento en consideración y debe incluir una serie de criterios objetivos que permitan la determinación de tres aspectos fundamentales: su valor intrínseco, potencialidad de uso y riesgo de degradación. Sólo mediante la valoración de estos aspectos, es posible establecer el mejor sistema de gestión de los elementos que conforman el patrimonio geológico de una región.

2.3 Inventario de patrimonio geológico

Un inventario de patrimonio geológico consiste en un listado ordenado de lugares de interés geológico, geositios, geotopos, etc., que contiene información sobre sus características, valor y ubicación. Gracias a la realización de este tipo de inventarios en un territorio, es posible diseñar y establecer medidas de gestión, de ordenamiento territorial y de evaluación ambiental (Carcavilla et al. 2015).

Según Lima et al. (2010) es importante tener en consideración los siguientes aspectos antes de iniciar cualquier labor de inventario: el tema, entendido como el objeto de estudio a ser inventariado (p. ej. el patrimonio paleontológico); el valor, relacionado al potencial de uso del lugar (p. ej. científico, educativo y/o turístico); la escala, asociada a la dimensión del área donde se realizará el inventario (p. ej. departamental); y el uso, relacionado al propósito del inventario (p. ej. la creación de un geoparque).

A escala nacional, un inventario de patrimonio geológico permite inventariar los elementos inmuebles de relevancia regional, nacional e internacional y, de preferencia, se debe efectuar su delimitación

cartográfica a escala adecuada para garantizar así su correcta gestión. De acuerdo con Carcavilla et al. 2015, este tipo de inventario debe contener también información referente a la ubicación de los elementos muebles del patrimonio.

Idealmente, los inventarios nacionales deben ser de carácter sistemático, donde la valoración de los lugares de interés geológico sea realizada mediante análisis cuantitativos, con el fin de disminuir la subjetividad asociada a cualquier proceso de evaluación (Brilha, 2016). Una metodología de este tipo permite también garantizar que dichos lugares sean representativos de la diversidad geológica del territorio bajo estudio. Por su parte, aquellos inventarios que no siguen una metodología sistemática y que constituyen casos aislados dentro de un territorio, se denominan inventarios *ad hoc*.

2.4 Geotopos

Estos reciben diferentes denominaciones alrededor del mundo, tales como ‘geositios’ ‘lugares de interés geológico’, ‘puntos de interés geológico’, entre otros. Según Wimbledon & Smith-Meyer (2012), se trata de localidades o áreas que poseen características geológicas de interés científico intrínseco, cuyos rasgos nos permiten comprender las etapas clave de la evolución de la Tierra y dada su gran importancia, estos lugares deberían estar protegidos bajo los instrumentos legales de cada país. Estos pueden ser de pequeña dimensión (puntos o sitios), o de grandes extensiones (parques, reservas, área protegidas). Ya sean de grande o pequeña superficie, estos se distinguen por su interés principal y en ocasiones por una elevada vulnerabilidad combinada con su gran importancia para la ciencia.

En el caso particular de Colombia, un geotopo es entendido como un “segmento o porción espacial claramente delimitada de la geosfera, definida en virtud de los valores patrimoniales geológicos o paleontológicos existentes en sus elementos integrantes o en el conjunto de los mismos”, mientras que un geositio corresponde a un “tipo especial de geotopo de interés global”, de acuerdo con lo establecido por el Decreto 1353 de 2018.

Con el fin de mantener una coherencia a lo largo del texto y teniendo en cuenta la normatividad colombiana vigente, se utilizará el término ‘geotopo’ para denominar estos lugares, cualquiera sea el caso de estudio abordado.

2.5 Geoconservación

El término ‘geoconservación’ ha venido adquiriendo un mayor peso en años recientes y se refiere al conjunto de acciones, técnicas y medidas destinadas a asegurar la conservación (incluida la restauración) y el monitoreo del patrimonio geológico basado en el análisis de sus valores, de la vulnerabilidad y del riesgo de degradación (Brilha, 2002; Brockx & Semeniuk, 2007; Carcavilla et al., 2007; Fuertes-Gutiérrez et al., 2016; García-Ortiz et al., 2014; Henriques et al., 2011; Stevens, 1994; White et al., 2003 en Díez-Herrero et al., 2018).

A diferencia de la conservación de otros elementos naturales, la geoconservación presenta ciertas particularidades puesto que la mayoría de los lugares de alto valor geológico son recursos no-renovables, por lo que su destrucción es irreversible (Carcavilla et al. 2015). Por ello, resulta importante adoptar medidas de conservación que no solo eviten la destrucción de elementos geológicos singulares, sino que también prevengan, corrijan o minimicen las afectaciones que estos puedan sufrir (Carcavilla et al. 2014). De esta forma, es posible garantizar el uso de estos recursos, ya sea para investigación científica, educación y, en casos donde se requiera, para la divulgación misma de las geociencias para un público más amplio (Wimbledon & Smith-Meyer, 2012). En este sentido, la geoconservación también debe considerar factores geoéticos, culturales y ecológicos al desarrollar enfoques de gestión, lo que permite priorizar los valores de determinados sitios y evaluar sus usos más apropiados (Brilha, 2016; Reynard et al., 2016 en Gordon et al., 2018).

El enfoque de la geoconservación varía de acuerdo con las condiciones específicas de cada sitio, así como del contexto ambiental, y puede incluir, por ejemplo, medidas de restricción de acceso al público, mantenimiento de afloramientos y controles sobre la degradación del sitio, entre otros (Crofts & Gordon, 2015; Sharples, 2002 en Newsome & Dowling, 2018). Aunque en la mayoría de casos estas acciones resultan apropiadas, muchas de ellas se realizan sin evaluar la efectividad de las mismas o monitorear el deterioro de los geotopos a largo plazo (Bollati et al., 2015; Díez-Herrero et al., 2015; Fuertes-Gutiérrez et al., 2016 en Díez-Herrero et al., 2018), contrario a lo que ocurre con el monitoreo en sitios de interés cultural o de naturaleza biótica. En este sentido, el campo de la geoconservación requiere definir con urgencia una serie de indicadores que permitan identificar, cuantificar y mitigar los cambios causados por procesos naturales y sobre todo por la actividad humana (García-Cortés et al., 2012 en Díez-Herrero et al., 2018).

La aplicación de acciones sistemáticas con la finalidad de conservar el patrimonio geológico se define como estrategia de geoconservación (Lima, 2008). A nivel internacional, existen diversos tipos de estrategias de geoconservación, tales como las adoptadas por la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO) o el programa de Geoparques Mundiales de la UNESCO, las cuáles serán abordadas más adelante. A nivel nacional, resulta imprescindible que cada país adopte una estrategia de geoconservación específica con miras a una gestión integral del patrimonio geológico de su territorio, tal y como lo ha venido realizando Brasil y Colombia, representando modelos de referencia para otros países. En líneas generales, una estrategia de geoconservación debe incluir las siguientes acciones: inventario, cuantificación, protección, valorización, divulgación y monitoreo (Brilha, 2005).

2.6 Geoparque Mundial de la UNESCO

Se trata de áreas geográficas únicas y unificadas, en las que se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional, con un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible (UNESCO, 2017).

Estas iniciativas buscan explorar los vínculos existentes entre el patrimonio geológico y los demás componentes patrimoniales tangibles e intangibles de un territorio, incluyendo diversos tipos de intereses como el natural, el histórico y el cultural. Según Brilha (2016), los geoparques están tornándose cada vez más populares en ciertas regiones del mundo, al tratarse de territorios con planes de desarrollo que buscan integrar la conservación del patrimonio geológico con la preservación de la identidad cultural de las comunidades locales.

Una característica fundamental de los Geoparques Mundiales de la UNESCO es que representan una marca de calidad que persigue objetivos comunes y cuyo trabajo se desarrolla en el marco de una red global denominada Red Global de Geoparques (*Global Geopark Network – GGN*) (UNESCO, 2018a).

Por otra parte, existen territorios cuyos objetivos son muy similares a los de los geoparques promovidos por la UNESCO pero que no cuentan con el reconocimiento de esta organización, los cuales reciben diversas denominaciones alrededor del mundo tales como parques geológicos, reservas y parques mineros, entre otros. En particular, en algunos países como Alemania y China, existen geoparques nacionales organizados a través de redes de carácter nacional.

3. Panorama actual de la geoconservación

Con el fin de contextualizar a diferentes escalas geográficas el desarrollo de la geoconservación, se llevó a cabo una revisión bibliográfica a partir de artículos publicados en revistas científicas, memorias de simposios, congresos y encuentros en el área de la geología, así como publicaciones de los servicios geológicos de determinados países y tesis de grado. Con base en dicha revisión, este capítulo expone las principales estrategias de geoconservación alrededor del mundo, con miras a la aplicación de los métodos más completos desde el punto de vista científico y que sean adecuados a los objetivos del presente trabajo. Para efectos de mantener una coherencia en este documento se hará uso del término 'geotopo' como sinónimo de 'geositio', 'lugar de interés geológico', etc., reconociendo que cada país utiliza diferentes formas para referirse a estos lugares, a excepción de la sección 3.1 donde se emplea el término 'geositio', puesto que se pretende hacer énfasis en la relevancia internacional de los geotopos, en concordancia con la terminología oficial de Colombia.

3.1 Iniciativas internacionales

En las últimas décadas, la comunidad científica internacional ha venido realizando varias iniciativas relacionadas a la identificación, protección y conservación del patrimonio geológico, las cuales incluyen programas y acciones legales en cumplimiento de ciertos objetivos específicos. A continuación, se enuncian los principales programas de geoconservación de orden mundial que en los últimos años han promovido una gran visibilidad y repercusión en la comunidad internacional, motivando a que varios países del mundo se esfuercen para llevar a cabo la implementación de dichos programas (Lima, 2008).

3.1.1 Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* - UNESCO) fue creada en 1945 con el fin de promover la paz y la seguridad mundial, a través de la educación, la ciencia, la cultura y las comunicaciones (UNESCO, 2018b). Uno de los objetivos específicos de esta organización es proteger el patrimonio y fomentar la creatividad, para lo cual se han estipulado ciertos acuerdos internacionales que buscan proteger y conservar el patrimonio cultural y natural (UNESCO, 2018c).

La Convención sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural (*Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage*), adoptada a partir de la Conferencia General

de la UNESCO que se celebró en París en 1972, es única por dos motivos. En primera instancia reconoce el patrimonio natural y el cultural, y en segundo lugar provee un mecanismo global para la identificación y protección de sitios geológicos importantes (De Wever et al., 2015). Dicha convención establece que aquellos lugares de la Tierra que cuenten con un Valor Universal Excepcional (*Outstanding Universal Value* - OUV) pertenecen al patrimonio común de la humanidad y por ende el deterioro o la desaparición de uno de estos bienes constituye un empobrecimiento nefasto del patrimonio de todos los pueblos del mundo (UNESCO, 1972). En total, 193 Estados Miembro han ratificado dicha convención y forman parte de una comunidad internacional unida en la misión conjunta de identificar y proteger el patrimonio natural y cultural más importante de nuestro planeta. A 2018, la Lista del Patrimonio Mundial incluye un total de 1.092 propiedades distribuidas en 167 Estados Miembro, de las cuales 845 se encuentran inscritas debido a valores culturales, 209 debido a valores naturales y 38 debido a ambos tipos de valor (UNESCO, 2018d).

De acuerdo con lo estipulado en dicha convención, el patrimonio geológico se encuentra incluido en la definición de patrimonio natural (artículo 2), el cual incluye “(...) *las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el habitat de especies, animal y vegetal, amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico (...)*” (UNESCO, 1972). A pesar de su inclusión dentro del patrimonio natural, el patrimonio geológico no se encuentra bien representado en la WHL si se tiene en cuenta que, de las 1.092 propiedades, apenas 92 de ellas fueron incluidas tanto por razones geológicas como por otras razones. Por otra parte, teniendo en cuenta que tan solo 20 de las propiedades fueron seleccionadas a partir de criterios puramente geológicos, representando apenas un 2% del patrimonio de la humanidad, es evidente que la Convención de Patrimonio Mundial es muy restrictiva en lo que concierne al reconocimiento del OUV de los sitios geológicos (figura 1) (Henriques & Brilha, 2017).

Una vez identificados los bienes de interés natural y/o cultural, le corresponde al Comité de Patrimonio Mundial evaluar si estos poseen o no un OUV. Para esto se deben tener en cuenta 10 criterios que han sido definidos en las Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención de Patrimonio Mundial, de los cuales seis están asociados a valores culturales y los restantes cuatro a valores naturales. De estos últimos, solo el criterio número “viii” está relacionado al patrimonio geológico, según el cual los bienes propuestos tendrán que “*ser ejemplos eminentemente representativos de las grandes fases de la historia de la tierra, incluido el testimonio de la vida, de procesos geológicos en curso en la evolución de las formas terrestres o de elementos geomórficos o fisiográficos significativos*” (UNESCO, 2012).

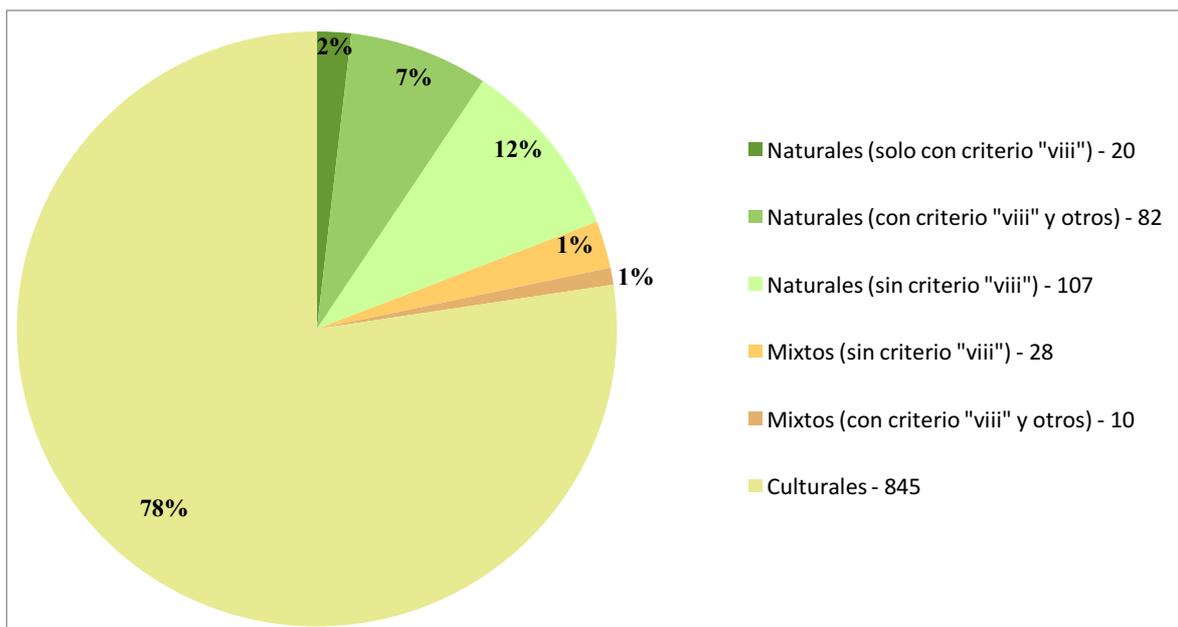


Figura 1. Representación de las 1073 propiedades que poseen Valor Universal Excepcional incluidas en la Patrimonio Mundial (WHL) de la UNESCO, basada en 6 criterios culturales y 4 criterios naturales, de los cuales el criterio "viii" es el único que está directamente relacionado al patrimonio geológico. Del total de propiedades, un 2% (20) fue elegido solo con base en el criterio "viii" y otro 7% (82) con base en el criterio "viii" asociado a otros criterios naturales (datos a octubre de 2018, UNESCO, 2018d) (modificado de Henriques & Brilha, 2017).

El hecho de estar tan solo uno de los cuatro criterios naturales relacionado al patrimonio geológico, siendo el resto alusivos a aspectos bióticos y estéticos, puede explicar por qué este tipo de patrimonio no está bien representado dentro de la WHL como se mencionó anteriormente. Adicional a esto, se suma el hecho que varios lugares de gran relevancia geológica (p. ej. el Monte Fuji en Japón) han sido incluidos dentro de la WHL por razones ajenas a las geológicas, lo que plantea la necesidad de promover estas candidaturas desde una perspectiva más incluyente con los elementos abióticos del paisaje.

Por otra parte, teniendo presente que el patrimonio cultural y natural se encuentra amenazado por diversas razones, la Convención señala en el artículo 3 que es responsabilidad de cada Estado Miembro identificar y delimitar los diversos bienes situados en su territorio. Adicionalmente, deja en claro que cada uno de los Estados Miembro está en obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio (UNESCO, 1972). Para ello, la Convención plantea instrumentos tales como adoptar políticas generales de protección al patrimonio e integrarlo a los programas de planificación general, instruir personal adecuado para la protección y conservación del patrimonio natural y cultural, así como adoptar las medidas jurídicas, científicas, técnicas, administrativas y financieras adecuadas, para identificar, proteger, conservar, revalorizar y rehabilitar dicho patrimonio (Medina, 2012).

Dado que la responsabilidad de salvaguardar el patrimonio corresponde única y exclusivamente a cada Estado Miembro, la UNESCO en sí no constituye una herramienta de protección legal del patrimonio. Desde esta perspectiva, la UNESCO adquiere más un sentido de renombre que de figura garante de protección y termina por convertirse en una “etiqueta” o “sello de calidad” para los lugares que hacen parte de la WHL.

Por último, otra de las responsabilidades que debe asumir cada uno de los Estados Miembro según la Convención, es aquella de presentar al Comité del Patrimonio Mundial, en la medida de lo posible, un inventario de los bienes del patrimonio cultural y natural situados en sus respectivos territorios (UNESCO, 1972). Cabe mencionar que esta recomendación no contempla la elaboración de inventarios exhaustivos y solo constituye una herramienta para determinar la localización y el interés que presentan los bienes.

Ratificando la importancia de proteger el patrimonio geológico, en 1991 se realiza la Declaración Internacional de los Derechos de la Memoria de la Tierra en Digne-les-Bain (Francia) según la cual “(...) Ha llegado el momento de proteger el patrimonio natural y el ambiente físico porque el pasado de la Tierra no es menos importante que el del hombre. Es la hora de aprender a conocer este patrimonio y poder leer este libro del pasado, escrito en las rocas y en el paisaje antes de nuestra llegada (...)” (ProGEO, 2017a). Queda a criterio de cada quien asumir esta responsabilidad y dejarse guiar por las páginas plasmadas a lo largo de la historia nuestro planeta.

3.1.2 Proyecto Global Geosites

Las primeras tentativas de seleccionar los sitios geológicos para el estatus de Patrimonio Mundial se encontraron con el problema de la inexistencia de una lista internacional y con la ausencia de realización de un inventario global o de una base de datos de los sitios clave para la geología (Wimbledon et al., 1999). A raíz de esto, nace en 1996 el proyecto Geosites por iniciativa de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (*International Union of Geological Sciences - IUGS*), cuyo objetivo era, entre otros, involucrar a la comunidad geológica en los esfuerzos globales por la geoconservación. Este proyecto contó además con el auspicio de la UNESCO y, en los países europeos, con el apoyo de la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO).

En Wimbledon et al. (2000) se menciona que el objetivo del proyecto Geosites era proporcionar una

base objetiva de inventario y toma de datos que sirviera de soporte para cualquier iniciativa de ámbito nacional o internacional para la protección del patrimonio geológico, siendo este el principal recurso para la investigación y la educación. Con ello se pretendía compensar el desequilibrio en la conservación, ya que como lo menciona Wimbledon (1999) la geoconservación ha sido “la Cenicienta” de la conservación de la naturaleza, al carecer la geología de un mecanismo para reconocer y justificar internacionalmente aquellos elementos de mayor importancia. Por ende, este autor insiste en la necesidad de mantener una visión holística de la naturaleza, teniendo en cuenta que la geología es subyacente a todos los procesos bióticos de la naturaleza y del paisaje, y por consiguiente un fuerte elemento determinante de la biodiversidad.

Con el fin de llevar a cabo el proyecto Geosites, la IUGS constituyó un grupo de trabajo específico denominado Grupo de Trabajo de Geositios Globales (*Global Geosites Working Group - GGWG*). Wimbledon et al. (1998) mencionan entre los principales objetivos del GGWG: realizar la recopilación de lugares de interés geológico global; construir una base de datos de geositios; utilizar el inventario de geositios para promover la causa de la geoconservación; participar y apoyar encuentros y grupos de trabajo que evaluaran los criterios y métodos de selección y la conservación de lugares significativos; asesorar a la IUGS y a la UNESCO sobre las prioridades para la conservación en el contexto global, incluido el Patrimonio Mundial, entre otros.

Una de las tentativas anteriores al proyecto Geosites para seleccionar sitios eventuales para el estado de Patrimonio Mundial fue la denominada Lista Indicativa Global de Sitios Geológicos (*Global Indicative List of Geological Sites - GILGES*) bajo el amparo de la IUGS, la UNESCO, la IUCN y el Consejo del Programa Internacional de Geociencias (*Council of the International Geoscience Programme - IGCP*). Dicha tentativa reveló un vacío en el conocimiento y evidenció claramente aquellas regiones y países donde había carencia de información, además de sufrir los problemas intrínsecos de la valoración a través de sitios aislados como sugerencias *ad hoc* no relacionadas. A raíz de esto, el proyecto Geosites buscó superar estas limitaciones y surgió como inventario de sitios particulares, pero con la diferencia que sus métodos estaban basados en la compilación de grupos nacionales “anidados” de localidades, justificados comparativamente en un contexto geológico regional definido (Wimbledon et al., 1999).

Sin duda, uno de los retos principales que tuvo que afrontar el proyecto Geosites consistió no solo en identificar y seleccionar los lugares potenciales para el listado internacional, sino también las áreas y los sitios que presentaban características y patrones más amplios, permitiendo realizar comparaciones

y correlaciones y posibilitando así una profunda comprensión de la historia evolutiva de la Tierra (Lima, 2008). Por ende, fue indispensable la selección limitada, pero a la vez representativa de sitios, para así generar una cobertura balanceada entre los países y las regiones inventariadas. Dada la escala de trabajo requerida, fue necesaria la utilización de métodos sistemáticos que incluyeran un aporte de la comunidad científica a partir de la creación de grupos nacionales e internacionales de geocientíficos. Cabe resaltar que ni la geología ni el paisaje están confinados por límites nacionales, por lo tanto, la cobertura de sitios y terrenos tenía que ajustarse a patrones regionales (supranacionales) (Wimbledon, 1999).

En líneas generales, la metodología seguida por este proyecto apuntaba a la selección (lo más objetivamente posible) de geositos, teniendo en cuenta el contexto o dominio geológico (*framework*) en el que estos se encontrarán inscritos. Este concepto clave de dominio geológico se refiere a cualquier elemento geológico regional, evento tectónico, serie estratigráfica, asociación paleobiológica, etc., que sea característico de la geología de cada país o región (García-Cortes, 2008), como por ejemplo la faja pirítica ibérica de España o el vulcanismo cenozoico de Italia. De esta forma, la selección de los geositos no se realizaba de manera aislada, sino que se veía orientada y facilitada por la representatividad del geosito dentro del dominio geológico abordado. Cabe mencionar que la selección de tales dominios era realizada por grupos nacionales y/o regionales, mientras que la propuesta de geositos podía darse por sugerencias tanto nacionales como externas.

Resumiendo, el proyecto Geosites tuvo como objetivo combinar un método comparativo, de base científica, con aproximaciones nacionales objetivas y cuya aplicación sirviera para seleccionar lugares de interés científico merecedores de reconocimiento internacional y protección (Wimbledon et al., 2000). A pesar de haber sido planeado para una escala global, su proyecto piloto fue desarrollado únicamente en Europa. Lamentablemente, a pesar de la necesidad de tornar las geociencias más visibles a la sociedad, este proyecto llega a su fin en 2003 por decisión del Comité Ejecutivo de la IUGS. Seguido al cierre del programa, dicho comité se encaminó hacia la búsqueda de formas en las que la IUGS se tornara más activa y amplia, de tal forma que pudiera despertar un mayor interés por parte de la comunidad no científica (IUGS, 2004).

A las razones referidas por la IUGS se podrían sumar otros factores que explicarían el fracaso del proyecto Geosites. Uno de ellos sería la carencia de inventarios nacionales de los países donde se intentó llevar a cabo este proyecto. Otro posible factor estaría relacionado al nivel de exigencia

requerido por la UNESCO para que un determinado geotopo entrara a ser parte de la WHL, teniendo en cuenta que para esto se debe cumplir el criterio viii estipulado por las Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención de Patrimonio Mundial, el cual resulta difícil de cumplir. Sin embargo, aunque la labor del proyecto Geosites no se llevó a cabo en su totalidad, la iniciativa de realizar inventarios transnacionales continuó a nivel europeo por medio de ProGEO.

3.1.3 *ProGEO*

La Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO) es una asociación creada en 1993 con el objetivo general de “incentivar la Conservación del Patrimonio Geológico (Geoconservación) y la protección de sitios y paisajes de interés geológico en Europa” (ProGEO, 2017b).

Durante el último cuarto de siglo, ProGEO se ha encargado de llevar a cabo iniciativas tales como: realización de inventarios para definir aquellos geositiros cuya conservación es vital a nivel europeo; informar al público general sobre la importancia del patrimonio geológico y su relevancia en la sociedad moderna; proponer una estrategia política para la geoconservación; y lograr un enfoque integrado de conservación de la naturaleza, promoviendo un enfoque holístico para la conservación ya sea de fenómenos biológicos como físicos (ProGEO, 2017b).

A nivel global, tan solo una minoría de países ven a la geoconservación como una actividad esencial. Sin embargo, Europa es un modelo de referencia para otras partes del mundo, ya que a través de ProGEO sus países reconocen que la evidencia vital de 4,500 millones de años de la historia de la Tierra constituye un indiscutible legado internacional compartido (Wimbledon & Smith-Meyer, 2012). Es por esto que, desde su creación, esta asociación viene promoviendo el intercambio de ideas e información entre los países europeos, así como la formación de grupos de trabajo con miras a la formulación de un listado europeo integrado de lugares de excepcional interés geológico, desde el punto de vista científico (Lima, 2008).

El reconocimiento de esta iniciativa por parte los órganos gubernamentales e instituciones internacionales no hubiera sido posible sin la creación de los grupos de trabajo nacionales que se encargan de promover y direccionar el trabajo en sus propios territorios. Actualmente ProGEO cuenta con una sede principal en Suecia y se organiza a través de grupos nacionales en la mayor parte de los países europeos.

3.1.4 Geoparques Mundiales de la UNESCO

El término “geoparque” fue usado por primera vez en Alemania en 1989 en el denominado Geoparque del distrito de Gerolstein, cuyo motivo de creación fue la protección de geotopos, en especial aquellos de interés paleontológico, así como el fomento del geoturismo y la promoción del desarrollo económico local (Bitschene, 2015 en Brilha & Henriques, 2017). Estos mismos objetivos fueron retomados años después en la creación de la figura de geoparques a nivel europeo, a partir de una discusión entre Nickolas Zouros (Grecia) y Guy Martini (Francia) durante el 30º Congreso Internacional de Geología realizado en Beijing en 1996 (Zouros, 2004). En dicha discusión se planteó la necesidad de proteger y promover simultáneamente el patrimonio geológico europeo y el desarrollo sostenible local, en donde se abordarán las necesidades de las comunidades que viven en zonas caracterizadas por un rico patrimonio geológico (Martini & Zouros, 2001 en McKeever & Zouros, 2005).

Un primer intento de conformar una Red Global de Geoparques fue llevado a cabo en 1999, cuando se propone la creación del Programa de Geoparques de la UNESCO con el propósito de identificar y salvaguardar áreas que tuviesen características geológicas particulares (Patzak & Eder, 1998 en Henriques & Brilha, 2017; UNESCO, 2001). Sin embargo, esta iniciativa no se concretó debido a que en 2001 la Junta Ejecutiva de la UNESCO decide no proseguir con el desarrollo de este programa, sino apoyar esfuerzos *ad hoc* con los Estados Miembro (UNESCO, 2001). Aun así, esto abre las puertas para el comienzo de una estrecha colaboración con la Red Europea de Geoparques (*European Geopark Network* - EGN), que había sido creada un año antes sin ninguna relación formal con las iniciativas que había estado llevando a cabo la UNESCO (Henriques & Brilha, 2017).

La EGN fue justamente la primera iniciativa de red de cooperación de Geoparques en ser concretizada. Esta surge en el año 2000 cuando se reúnen en Grecia los representantes de cuatro territorios europeos (Francia, Grecia, Alemania y España) que habían estado promoviendo separadamente la geoconservación y el desarrollo sostenible, para discutir sobre cómo la protección del patrimonio geológico y la promoción del turismo geológico podían contribuir a solucionar problemáticas tales como el desarrollo económico estancado, el desempleo y la despoblación rural, entre otras (McKeever & Zouros, 2005). De esta forma, la EGN fue creada con el objetivo de generar una red dentro de la cual se pudiera compartir información y experiencias, así como definir herramientas de apoyo comunes para abordar los aspectos ya mencionados (Zouros & Martini, 2003 en McKeever & Zouros, 2005).

Según Carcavilla & García (2014) este proyecto constituye la iniciativa más importante para la conservación y promoción del patrimonio geológico en la Unión Europea y desde su formación ha venido creciendo rápidamente, contando a 2018 con 73 geoparques distribuidos en 23 países europeos. Pero, ¿qué significado tiene la constitución de un Geoparque? Se trata de un territorio que cuenta con un patrimonio geológico particular y con una estrategia de desarrollo territorial sostenible. Además de esto debe: tener límites definidos, así como un área suficiente para permitir el desarrollo económico principalmente a través del turismo; contener sitios de importancia geológica en términos de su calidad científica, rareza, atractivo estético y valor educativo; asegurar que los sitios dentro del geoparque estén ligados a una red que garantice medidas adecuadas de protección y manejo. Adicionalmente, un geoparque puede incluir también sitios de interés arqueológico, ecológico, histórico y cultural.

Una de las razones por las cuales la EGN tuvo un gran suceso, fue debido a la firma en 2001 de un acuerdo oficial de colaboración con la División de Ciencia de la Tierra de la UNESCO que colocó la nueva red bajo el auspicio de esta importante organización (McKeever et al., 2010). Tres años después, la UNESCO tomaría esta red europea como modelo a seguir para la conformación de la Red Global de Geoparques (*Global Geopark Network - GGN*) (Eder, 2004 en McKeever & Zouros, 2005). Fue la presión de la comunidad internacional geológica y en particular la geoconservacionista, lo que llevó finalmente a que, en febrero de 2004, la División de Ciencias de la Tierra aceptara el establecimiento de una Red Global de Parques Geológicos Nacionales (Geoparques) que buscaban asistencia de la UNESCO (Zouros, 2004) y cuya denominación cambiaría posteriormente a la utilizada hoy en día.

De esta forma, todos los geoparques que para ese entonces hacían parte de la EGN, pasaron automáticamente a ser parte de la GGN, además de otros ocho geoparques chinos. Tres objetivos concretos fueron establecidos para esta red global: la conservación de un ambiente sano, educación sobre Ciencias de la Tierra para un público general y el fomento del desarrollo económico local sostenible (McKeever & Zouros, 2005).

Cabe mencionar que durante una década la GGN fue tan solo una estructura informal de la UNESCO. Solo hasta el 2014, esta red se convertiría en una organización legalmente constituida sin ánimo de lucro y con la capacidad de participar en la administración general de los Geoparques Mundiales de la UNESCO. Un año después, luego de las tentativas fallidas llevadas a cabo a finales del siglo XX de formalizar un programa de geoparques de la UNESCO, esta organización aprueba finalmente en 2015

el Programa Internacional de Geociencias y Geoparques (*International Program of Geosciences and Geoparks* - IGGP) que involucra tanto el IGCP, como los Geoparques Mundiales de la UNESCO (Henriques & Brilha, 2017). Las nuevas directrices para los Geoparques Mundiales de la UNESCO establecen que se debe aplicar “un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible” al manejo de áreas con “patrimonio geológico de relevancia internacional” representado por “sitios y paisajes de importancia geológica internacional” (UNESCO, 2015a).

Los datos a 2018 indican que 140 Geoparques hacen parte de la GGN y se encuentran distribuidos en 38 Estados Miembro. Los países con mayor número de Geoparques Mundiales de la UNESCO son China (37), España (12), Italia (10), Japón (9), Francia (7), Reino Unido (6) Alemania (5) y Grecia (5) (GGN, 2018). El trabajo de Henriques & Brilha (2017) muestra cómo la evolución de la EGN y de la GGN ha sido notable durante los últimos años (figura 2). Sin embargo, la membresía en esta red no es definitiva puesto que los miembros designados deben pasar por un proceso de revalidación cada cuatro años. Para ello, todos los geoparques deben someterse a un proceso exhaustivo de evaluación tanto teórico como práctico, con el objetivo de mantener los estándares de calidad de la red. En casos donde el nivel de calidad de la red no haya sido cumplido, el proceso de revalidación puede incluso conducir a la expulsión de un geoparque de la red. Por otra parte, es importante destacar que la GGN organiza cada dos años conferencias internacionales para promover el intercambio de experiencias entre los miembros de la red y también para acoger a los geoparques que aspiran a ser parte de la GGN (Henriques & Brilha, 2017).

Como se observa en la figura 3, la distribución de países que cuentan con Geoparques Mundiales de la UNESCO en su territorio es bastante desigual, siendo los grandes focos las zonas más desarrolladas del planeta como lo son Europa y la parte más oriental de Asia. Por un lado, esto es coherente con el hecho de que el desarrollo de la geoconservación ha tenido una mayor trayectoria en los países europeos y por consiguiente la creación de estrategias afines, como lo es la conformación de geoparques, ha tenido una mayor cabida en este continente. Adicional a esto, hay que tener en cuenta que estos focos geográficos constituyen lugares donde suele ser común la financiación y el apoyo a proyectos científicos que permiten el reconocimiento, estudio y promoción del patrimonio geológico de esas regiones. Por otra parte, resulta contradictorio que exista una elevada concentración de geoparques en países primermundistas, teniendo en cuenta que uno de los objetivos primordiales en la creación de un geoparque es el fomento del desarrollo económico sostenible de un territorio y por ello debería ser una estrategia más incluyente con los países menos favorecidos en temas de desarrollo.

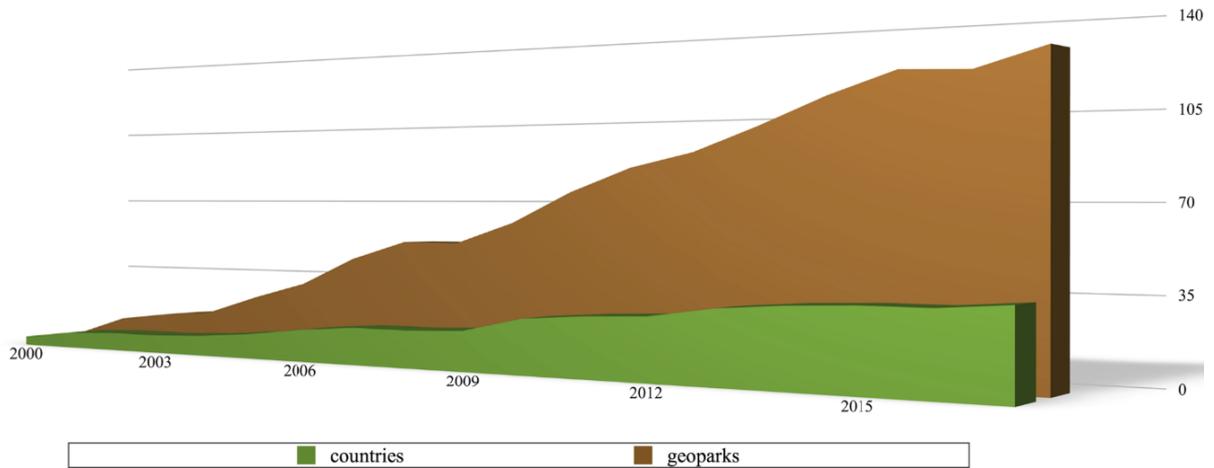


Figura 2. Evolución del número de geoparques en la Red Europea de Geoparques (2000-2003) y en la Red Global de Geoparques (2004-2017). No se incluyen en la gráfica los geoparques/países excluidos de la red antes del 2017 (tomado de Henriques & Brilha, 2017).

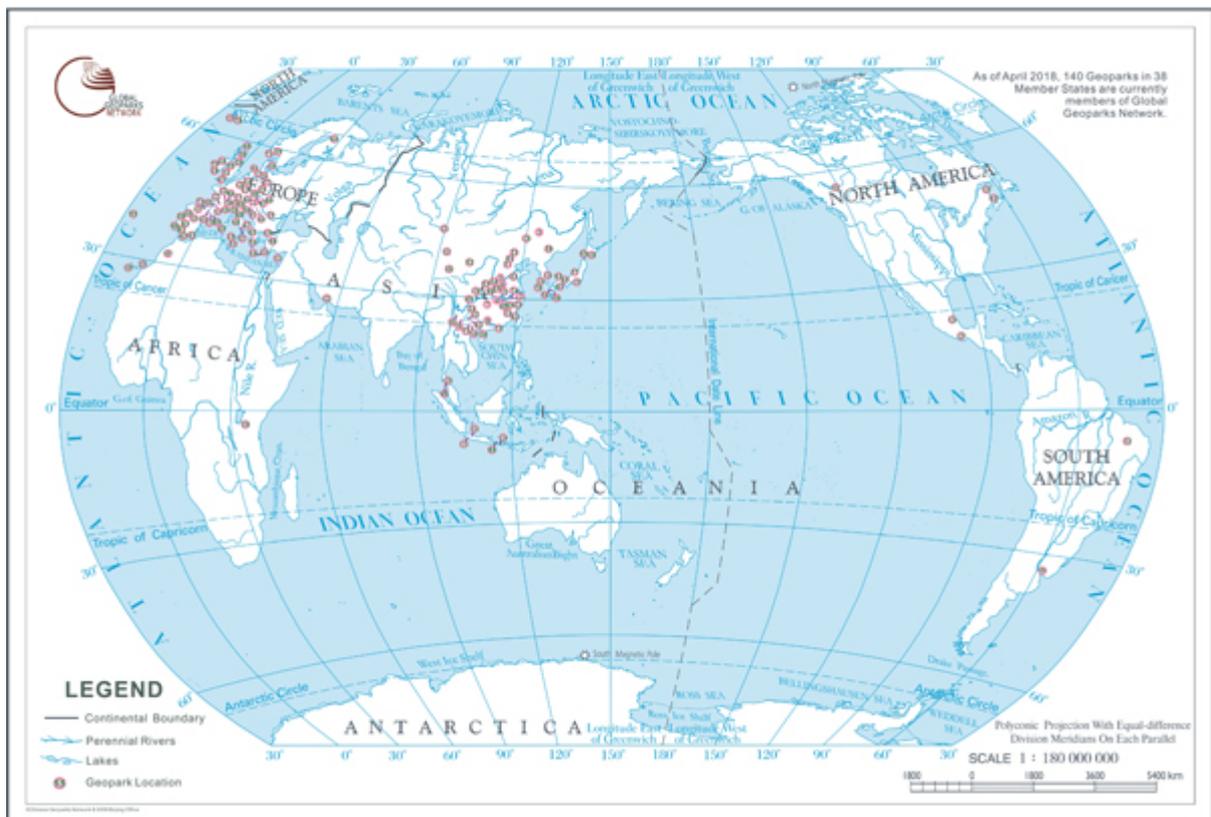


Figura 3. Distribución geográfica de los Geoparques Mundiales de la UNESCO (imagen tomada de GGN, 2018).

Autores como Sá et al. (2017) abordan este tema enfocado a la región de Latinoamérica y el Caribe y plantean que el concepto de geoparques surgió en un contexto europeo que difiere sustancialmente al de la realidad latinoamericana. Por consiguiente, aplicar el modelo de geoparque europeo en territorios con realidades sociales, políticas y culturales tan diferentes, resulta inapropiado si se tienen en consideración los criterios de evaluación del formato de aplicación para candidatos a Geoparques Mundiales de la UNESCO. Adicionalmente, estos mismos autores mencionan que en Latinoamérica no se tiene un claro entendimiento de los principios fundamentales de estas figuras de la UNESCO, lo cual ha llevado a un mal uso del concepto de geoparque, creando en muchos casos una interpretación social negativa sobre dichas figuras. Esto explicaría por qué los Geoparques Mundiales de la UNESCO no han prosperado en Latinoamérica y deja abiertos varios debates sobre cómo y quiénes deberían encargarse del proceso de aplicación de los geoparques aspirantes en estos territorios.

Con miras a superar el sesgo de distribución de geoparques alrededor del mundo, fue creada en mayo de 2017 la Red de Geoparques Latinoamericanos y del Caribe (GeoLAC) con cuatro miembros fundadores: el Geoparque Araripe en Brasil, el Geoparque Grutas del Palacio en Uruguay, el Geoparque Comarca Minera en México y el Geoparque Mixteca Alta en México, junto con 11 proyectos oficiales de geoparques aspirantes. Esta red se encuentra actualmente integrada a la GGN, del mismo modo que ya lo han hecho otras redes como la EGN y la Red de Geoparques Asia Pacífico (APGN), y tiene como reto propiciar la retroalimentación y las sinergias entre los proyectos y geoparques globales de América Latina. Una correcta focalización junto a un adecuado plan de trabajo, convierten a esta red en un instrumento pertinente y efectivo para el desarrollo de estos territorios y sus comunidades (UNESCO, 2015b). Para Sá et al., 2017 esto crea además una gran oportunidad para la cooperación internacional y el *networking*, sentando las bases para un trabajo más coordinado e inclusivo que conduzca a la promoción y el progreso de estos territorios teniendo en cuenta los 17 objetivos de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible.

Se espera que con la integración Red de Geoparques Latinoamericanos y del Caribe a la GGN incremente en los próximos años el número de Geoparques Mundiales de la UNESCO en países en vía de desarrollo y que esto conlleve a una mejora sustancial de las condiciones económicas de estos territorios, especialmente en áreas rurales que es donde generalmente se localizan estos proyectos. Esto teniendo en consideración que estudios como el de Farsani et al. (2012) y Ólafsdóttir & Dowling (2014) demuestran como el geoturismo ha contribuido a disminuir notablemente las tasas de desempleo y emigración en varios territorios rurales, al involucrar a las comunidades locales dentro de

las actividades de los geoparques. En la mayoría de casos, esto se traduce en la creación de empresas locales innovadoras (pequeños negocios, industria artesanal, etc.) que representan nuevas fuentes de ingresos para los lugareños. No se debe olvidar que los geoparques son hechos con y para las comunidades que viven en estos territorios, las cuales buscan desarrollar un turismo sustentable en su región de la mano del concepto global de marketing.

Por último, cabe resaltar que, al igual que ocurre con los sitios que se encuentran dentro de la WHL, la etiqueta de Geoparque Global denota calidad, pero no es estatutaria. Por consiguiente, la GGN no es un sustituto de los inventarios sistemáticos ni garantía de protección del patrimonio geológico nacional. Por el contrario, la iniciativa de GGN resulta más valiosa como instrumento para divulgar la geología y como ganancia turística (Wimbledon & Smith-Meyer, 2012).

3.2 Iniciativas nacionales en Europa

Aunque en términos generales el propósito de los geoconservacionistas es semejante, sus metodologías no lo son. Esto se debe en gran parte a la herencia nacional, dado que las prácticas de conservación se desarrollan en países diferentes de formas diferentes, siguiendo patrones legales y culturales separados (Moat et al., 1999). Este subcapítulo muestra algunas estrategias nacionales adoptadas para el inventario de geotopos en cuatro países europeos que cuentan con una larga trayectoria en el desarrollo de la geoconservación, con el objetivo de compartir las experiencias obtenidas, así como las dificultades encontradas en dicho proceso.

3.2.1 Reino Unido

El Reino Unido está compuesto por Gran Bretaña (Inglaterra, Escocia y Gales) y por Irlanda del Norte y aunque no existe una legislación general ni un conjunto de legislaciones para cada territorio en cuanto a geoconservación (Thomas & Cleal, 2012), este país ha sido pionero en la conservación del patrimonio geológico a nivel mundial desde el siglo XIX.

La primera medida legal para la geoconservación en Gran Bretaña se remonta a 1949 y, aunque esta contemplaba principalmente la conservación de la vida salvaje, en ella se incluyó también la conservación de sitios geológicos y geomorfológicos (“fisiográficos”). En los años siguientes se realizan numerosos cambios en los organismos encargados de la conservación de la naturaleza que administran la legislación de la geoconservación en cada uno de los territorios hasta conformar aquellos que existen

en la actualidad: el Consejo para la Conservación de la Naturaleza y el Campo (*Council for Nature Conservation and the Countryside*), la Agencia Ambiental de Irlanda del Norte (*Northern Ireland Environmental Agency*), el Consejo Rural para Gales (*Countryside Council for Wales*), Inglaterra Natural (*Natural England*) y el Patrimonio Natural Escocés (*Scottish Natural Heritage*). Posteriormente, la aparición de grupos y asociaciones tales como el Instituto Británico de Conservación Geológica (*British Institute for Geological Conservation*), cuya base de acción no es estatutaria como ocurre con los organismos anteriormente mencionados, evidencian el creciente interés de la opinión pública en temas de geoconservación (Thomas & Cleal, 2012).

Gran Bretaña cuenta con dos categorías para la designación de geotopos: las Reservas Nacionales y Locales Naturales (*National and Local Nature Reserves*) y los Sitios de Interés Científico Especial (*Sites of Special Scientific Interest – SSSIs*). Bajo el amparo de la primera categoría están aquellas áreas que han sido compradas o arrendadas por agencias gubernamentales nacionales o locales, o donde se han establecido acuerdos contractuales con terratenientes y propietarios, con el fin de garantizar su protección y manejo adecuados. A pesar de ser la categoría que proporciona mayor protección, tales reservas se han establecido en un número muy limitado de sitios que hacen parte del patrimonio geológico de la isla. Por otra parte, la categoría de SSSIs tiene una mayor importancia para la geoconservación de Gran Bretaña, ya que muchos de estos sitios han sido seleccionados debido a su interés geológico y geomorfológico principalmente (Thomas & Cleal, 2012).

Aunque los SSSIs son conservados como reservas naturales, ya sea en un marco nacional o local, varios de ellos son propiedad privada e incluso se encuentran abiertos al público como atracciones turísticas. Su conservación se logra por medio de leyes de planeación de desarrollo nacional y gracias al trabajo conjunto con los propietarios de los sitios, tanto para mantener y aumentar el interés del sitio como para promover su uso con fines educativos e investigativos (Moat et al., 1999). Cabe mencionar que la designación como SSSI no implica el derecho de acceso público al sitio, siendo necesario un consentimiento previo otorgado por el propietario y/o por la agencia de conservación nacional (Ellis et al., 2008).

La selección de geotopos en el Reino Unido comenzó desde la década de los 40's y fue esta lista inicial la que sirvió como base para la red de SSSIs de importancia geológica en Gran Bretaña. Posterior a esto fueron adicionados algunos sitios a la red, aunque estos fueran el resultado de inventarios *ad hoc*. La primera iniciativa de realizar una revisión sistemática del área cubierta por los sitios se inició en 1977

mediante el programa Revisión de la Conservación Geológica (*Geological Conservation Review - GCR*) (Black, 1985; Crowther & Wimbledon, 1988 en Wimbledon & Smith-Meyer, 2012). La revisión de todos los sitios llevó 14 años, pero esta garantizaba la utilización de criterios de selección rigurosos, los cuales se describen en el trabajo de Wimbledon et al. (1995) y que a su vez han sido usados como base de referencia en muchos proyectos internacionales (Wimbledon 1996; Ishchenko et al. 1999 en Thomas & Cleal, 2012). En la actualidad existen más de 3000 SSSIs registrados en la base de datos disponible en la página web del Comité Mixto de Conservación de la Naturaleza (*Joint Nature Conservation Committee - JNCC*) (<http://jncc.defra.gov.uk>), la cual incluye sitios de relevancia nacional e internacional que engloban aspectos clave de la historia geológica de Gran Bretaña. Cabe mencionar que este inventario no es estático en el sentido que puede y debe garantizar una continua renovación de los sitios registrados, teniendo en cuenta que la ciencia evoluciona, las interpretaciones cambian y nuevos sitios pueden ser descubiertos (Brown et al., 2017).

Con el objetivo de poder realizar análisis comparativos entre los sitios, la clasificación de los SSSIs se realiza tomando como base alrededor de 100 Bloques de Selección (*Selection Blocks*), mediante los cuales se puede dividir la geología del país en unidades de tiempo, geografía y génesis. El trabajo de cada bloque es coordinado por un especialista en ciencias de la tierra dentro de la Unidad de CRG, quien a su vez se encarga de generar una lista preliminar de sitios de interés potenciales y de verificar las condiciones de los mismos, luego de que dicha lista ha sido revisada y depurada por otros especialistas e interesados en la materia. Los sitios de la GCR (Sitios GCR) resultantes constituyen por tanto la base para los SSSIs geológicos (Thomas & Cleal, 2012).

En términos sencillos, antes de que un sitio pueda contar con la protección bajo la designación de SSSI debe ser primero un Sitio GCR y para esto debe ser conservable *in situ* y cumplir con los siguientes criterios científicos especificados en el proceso de evaluación y selección (Brown et al., 2017):

- Ser sitios de importancia para la comunidad internacional de geocientíficos;
- Ser sitios científicamente importantes al contener características excepcionales;
- Ser sitios de importancia nacional al ser representativos de un rasgo, evento o proceso que es fundamental para la comprensión de la historia geológica de Gran Bretaña.

Aunque estos criterios no son mutuamente excluyentes y haya casos donde un sitio cumpla con más de uno de estos criterios, la mayor parte de la base de datos de la GCR está compuesta por sitios

seleccionados con base a un criterio único: la representatividad (JNCC, 1977).

Además de la GCR, existen en Gran Bretaña otros instrumentos no legales de protección. Ante la falta de inclusión en la GCR que garantizara una protección legal y el deterioro de algunos sitios de menor importancia, un grupo de científicos y voluntarios deciden crear los Sitios de Importancia Geológica/Geomorfológica Regional (*Regionally Important Geological /Geomorphological Sites* - RIGS). Se trata de una iniciativa a pequeña escala que ha tenido como objetivo “inventariar sitios a nivel local, regional o nacional de interés para la geodiversidad” (Mason & Stanley, 2000 en Alterio et al. 2015) “con base en su importancia científica, educativa, estética e histórica” (Defra, 2006; Nature Conservancy Council, 1990; Prosser & King, 1998; RSNC, 1999; Whiteley & Browne, 2013 en Brown et al., 2017). En la actualidad hay 3664 RIGS formalmente designados solo en Inglaterra y aunque no cuentan con una protección legal estos son tenidos en cuenta en las decisiones de planificación que pueden tener un impacto en ellos (Brown et al., 2017). Esta iniciativa refleja sin duda la tradición británica de voluntariado y aunque actúa desde un ámbito local, esta se encuentra integrada a una asociación de ámbito nacional denominada Asociación para la Conservación UKRIGS (*UKRIGS Conservation Association*). Es importante aclarar que los inventarios de la GCR y el de los RIGS son completamente independientes en términos de sus objetivos y metodologías. Sin embargo, esto no excluye que pueda haber superposiciones entre sitios de importancia nacional y de interés local (Alterio et al. 2015).

A pesar de las numerosas contribuciones por parte de grupos y asociaciones en la identificación y promoción de la geoconservación de sitios de ámbito local y regional, Brown et al. (2017) mencionan también la necesidad de involucrar a la comunidad geológica en estas iniciativas. Según estos autores, el respaldo de la comunidad geoconservacionista ha sido esencial para la geoconservación en Inglaterra, a pesar que solo una reducida porción de la comunidad geocientífica ha tomado un rol activo en su mantenimiento y difusión. Sin duda alguna, existen objetivos y ambiciones compartidas entre estas dos comunidades, aunque por lo general estas sean concebidas separadamente. Por un lado, los geocientíficos son los principales usuarios de los sitios de interés geológico y a su vez se requiere de una ciencia actualizada y robusta para justificar la conservación de los mismos. Es por ello que ambas comunidades requieren fortalecer la comunicación, cooperación y coordinación entre ellos, con el fin de aunar esfuerzos que permitan sensibilizar al gobierno y a la sociedad sobre la importancia de las geociencias y de los sitios donde estas se practican.

3.2.2 España

Los inicios de la geoconservación en España se remontan a comienzos del siglo XX cuando surge la necesidad de crear leyes que protegieran el medio ambiente ante la creciente urbanización e industrialización de aquella época. Según Carcavilla et al. (2009), durante las primeras décadas la protección del patrimonio biótico y abiótico se desarrolló a la par, aunque a partir de la segunda mitad del siglo XX la geoconservación comenzó a ser subestimada. De manera equívoca se comenzó a dar más peso al valor escénico del paisaje que al valor científico basado en la representatividad y singularidad del patrimonio geológico.

Carcavilla et al. (2009) exponen en su trabajo las etapas más representativas del desarrollo del estudio del patrimonio geológico en España, el cual ha dependido en su mayoría de la colaboración de los investigadores con el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). A continuación, se resumen estas etapas:

- Primera etapa (1978 – 1989): es en este periodo donde se establecen las bases para el Inventario Nacional de Puntos de Interés Geológico. Se realizan varios inventarios en el centro y norte del país cubriendo un 16% del territorio nacional. Este proyecto se abandona en 1989 por cuestiones de presupuesto.
- Segunda etapa (1989 – 2003): la realización del inventario de patrimonio geológico se incorpora a la producción del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 y se cubre cerca de un 20% del territorio nacional (García-Cortés et al., 2012). Durante estos años no se desarrollan proyectos específicos sobre patrimonio geológico.
- Tercera etapa: esta comienza con la integración de estudios e inventarios por parte de varias instituciones ya sea públicas o privadas y de carácter nacional o regional.

Según Carcavilla et al. (2007), para lograr una geoconservación efectiva es necesario que exista un marco legal adaptado a las necesidades del patrimonio geológico. En el caso español esto fue posible gracias a que la lista de Contextos Geológicos obtenida a partir del proyecto *Global Geosites* en ese país fue utilizada como herramienta para realizar sugerencias y correcciones a la legislación inherente al patrimonio natural. Como consecuencia, se establece por primera vez en la historia de ese país una ley que está inspirada en el principio de conservación de la geodiversidad, la Ley 42/2007 sobre el Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Esta ley, además de contener las definiciones de varios términos

asociados a la geoconservación (e.g. geodiversidad, geoparque, patrimonio geológico, etc.), establece que el Ministerio de Ambiente, en colaboración con gobiernos regionales e instituciones/organizaciones científicas, deben elaborar y mantener actualizado un Inventario de Sitios de Interés Geológico que sea representativo de los 20 Contextos Geológicos Españoles identificados en el marco del proyecto *Spanish Global Geosites* y de otras siete unidades representativas de la geodiversidad española (García-Cortés et al., 2012). Una descripción detallada de estos 20 contextos se encuentra disponible en la publicación del IGME por García-Cortés (2008).

En España, al igual que ocurre en otros países, se usa un instrumento legal de carácter cultural, y no natural como debería ser, para proteger el patrimonio paleontológico. Esto ocurre en gran parte por el desconocimiento de quienes dictan las leyes y a su vez por la carencia de expertos en la materia que asesoren a estas personas. En la mayoría de casos resulta difícil establecer una diferenciación entre los elementos producidos por y para el hombre (elementos antropológicos) y lo que es resultado de un proceso natural (los fósiles). Algunos ejemplos de situaciones en que es difícil establecer esta diferenciación serían los casos en los que los restos humanos de civilizaciones antiguas se hallan enterrados junto con fósiles, al ser considerados estos últimos como elementos sagrados; otro caso sería cuando los fósiles han sido usados como material de construcción de viviendas. Esto genera una enorme confusión a la hora de definir normativas que aboguen por la protección de los elementos fósiles y por tal motivo el patrimonio paleontológico suele ser incluido dentro del patrimonio cultural y/o histórico. Este es justamente el caso de España, donde existe un instrumento legal que se encarga de proteger de manera aislada este tipo de patrimonio geológico, la denominada Ley/1985 sobre el Patrimonio Histórico Español. Como consecuencia, el patrimonio paleontológico español está regido por dos legislaciones separadas y su protección está sujeta a dos administraciones igualmente separadas (Carcavilla et al., 2009).

Una vez identificados los instrumentos principales de protección del patrimonio geológico en España resta esclarecer como estos son aplicados teniendo en cuenta que se trata de un territorio dividido en Comunidades Autónomas. Para eso hay que tener en cuenta el aspecto científico y el administrativo de la organización y normatividad de este patrimonio. Por un lado, el aspecto científico es abordado por diferentes sociedades y agencias a nivel nacional, mientras que el administrativo está en manos de los departamentos o agencias ambientales de las Comunidades Autónomas o de los Parques Nacionales de la Red de Parques Nacionales.

Dentro de las sociedades que se encargan de promover el patrimonio geológico se encuentran la Comisión para el Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica Española (SGE), la Sociedad para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM) y la Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio (SEGAOT). Por su parte, dentro de las agencias que tratan sobre el patrimonio geológico de España sin tener un rol administrativo sobre el mismo, se encuentran el IGME y el Museo de Ciencias Naturales y Paleontología. Por último, aquellas agencias que sí desempeñan una función de manejo y gestión del patrimonio geológico actúan de manera independiente dentro de cada gobierno autónomo. Esto acarrea algunas problemáticas, ya que la adecuada protección, uso y conservación del patrimonio geológico resta en manos de agencias encargadas del manejo del patrimonio natural pero que, en la mayoría de casos, no cuentan con el personal idóneo para llevar a cabo funciones geológicas. A esto se le suma la problemática ya mencionada de la superposición de esferas de actividad en lo que respecta al patrimonio paleontológico (García-Cortés et al., 2012).

Como se mencionó anteriormente, antes de 2003 se habían llevado a cabo dos iniciativas de inventario de sitios de interés geológico en España, las cuales permitieron inventariar cerca de un 40% del territorio nacional. En áreas que no están cubiertas por ninguno de estos dos inventarios realizados por el IGME, existen algunos inventarios llevados a cabo por administraciones locales y autónomas (García-Cortés et al., 2012). A pesar de que el actual Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) se concibe como un inventario sistemático (Sharples, 2002; Carcavilla et al., 2007 en García-Cortés et al., 2014), la realización de inventarios regionales ha generado una gran desigualdad en cuanto a los productos obtenidos, teniendo en cuenta que cada región utiliza métodos propios y solo en algunas de ellas se desarrollan inventarios sistemáticos acorde a la metodología del inventario nacional (Carcavilla, 2007).

Además de las dificultades ya mencionadas asociadas al desarrollo de la geoconservación en España, Carcavilla et al. (2009) menciona otras tales como: falta de conexión con otras iniciativas para la conservación de la naturaleza; varios de los sitios de elevado valor científico no cuentan con ningún tipo de protección; existe un grado de protección mayor de los elementos de interés geomorfológicos respecto a otros tipos de interés; ausencia del concepto de patrimonio geológico o geoconservación en la legislación regional; las redes regionales de áreas naturales protegidas no reflejan la geodiversidad del territorio que representan, a excepción de algunas Comunidades Autónomas. Otro aspecto que debe ser referido a consideración de la autora del presente trabajo y que dificulta las labores de geoconservación en dicho país, es la carencia de ofertas educativas especializadas en este tema. Es

claro que si no existen programas a diferentes niveles educativos que permitan dar a conocer la importancia del patrimonio geológico, resulta muy difícil protegerlo.

A pesar de las dificultades anteriormente mencionadas, es importante destacar que en España se ha llevado a cabo una buena labor de divulgación del patrimonio geológico, especialmente por iniciativa del IGME que ha invertido en la publicación de materiales acerca del estudio y conservación del patrimonio geológico y de la geodiversidad (García-Cortés & Fernández-Gianotti, 2005). Además de esto España ha venido promoviendo en gran medida el geoturismo, hecho que se ve reflejado en el elevado número de geoparques (12) dentro de su territorio, siendo el país con mayor número de ellos a nivel europeo.

3.2.3 Portugal

Respecto a otros países europeos, Portugal inició a tomar acciones para la conservación de la naturaleza con un significativo atraso, teniendo en cuenta que solo hasta el año de 1970 se publica la legislación que soporta la existencia de áreas protegidas y un año después se crea el primer parque nacional (casi un siglo después de la creación del Parque Nacional Yellowstone, considerado el primer parque nacional en el mundo) (Brilha, 2009).

Tendrían que pasar tres décadas para que la legislación ambiental de Portugal comenzara a incluir principios de geoconservación gracias a la labor de ProGEO-Portugal constituida en el año 2000. El año en que los esfuerzos de esta organización y otras instituciones dieron frutos significativos fue el 2008 cuando se crea la Ley para la Conservación de la Naturaleza y la Biodiversidad, en la cual se definen por primera vez en un contexto legal los términos 'geositios', 'patrimonio geológico' y 'geoconservación'. Esto marca el inicio de una nueva era de la geoconservación en Portugal mediante el reconocimiento de espacios protegidos con una justificación basada en la existencia de patrimonio geológico y prevé la aplicación de penalidades en caso de que dicho patrimonio sea destruido (Brilha, 2012). Cabe resaltar que, aunque los 'geoparques' no están claramente definidos dentro de un marco legal como ocurre en otros países, la Ley para la Conservación de la Naturaleza y la Biodiversidad considera áreas reconocidas por instituciones internacionales como la UNESCO (Brilha, 2009). Por último, cabe destacar que en mayo de 2018 fue publicada la nueva Estrategia Nacional de Conservación de la Naturaleza y Biodiversidad 2030, en la cual se hace mención al patrimonio geológico reconociendo que su importancia es equiparable a la de la biodiversidad y la necesidad de protegerlo mediante una

estrategia nacional de geoconservación que contemple la conclusión de delimitación de los geotopos, los criterios para su identificación y valoración, así como la armonización de los inventarios existentes.

En la actualidad existen tres organizaciones importantes a nivel nacional para la geoconservación en Portugal. En primer lugar, el Instituto para la Conservación de la Naturaleza y las Florestas (ICNF) que constituye la autoridad oficial para la creación y manejo de áreas protegidas a nivel nacional y además tiene la labor de definir estrategias de conservación de la naturaleza incluyendo los geotopos. A pesar de ser la institución más indicada para proteger el patrimonio geológico de Portugal, esta ha demostrado un reducido interés para trabajar en pro de la geoconservación del país, hecho que se ve reflejado en la ausencia de geólogos dentro del personal técnico. En segundo lugar, está el servicio geológico portugués denominado Laboratorio Nacional de Energía y Geología (LNEG), que es tal vez la institución más importante que ha tratado de desarrollar un inventario de patrimonio geológico a nivel nacional. Sin embargo, debido a limitaciones técnicas y financieras, dicho inventario no parece ser una prioridad para el LNEG y aunque existe una base de datos disponible online (Ramalho et al., 2005), los lugares allí referenciados no son representativos de la geodiversidad portuguesa. Por último, está el Museo Nacional de Historia Natural y de la Ciencia (MUHNAC) que promovió la clasificación de algunos geotopos (Brilha, 2012).

El inventario nacional de patrimonio geológico existente actualmente en Portugal, el cual cuenta con una metodología sistemática, tuvo dos aspectos en su ejecución que lo hacen particular respecto a otros ejemplos alrededor del mundo. Por un lado, este surge por la iniciativa de la comunidad geológica al ver la necesidad de aplicar una estrategia de geoconservación en el país y no por acción de las entidades que legalmente tuvieran que encargarse de realizar ese tipo de inventarios. Por otra parte, la definición de *frameworks* fue realizada de manera previa al proceso de identificación de geotopos, gracias a la iniciativa de ProGEO-Portugal en 2004.

Durante el 2007 y 2010 un grupo de trabajo compuesto por geocientíficos de varias partes del país llevaron a cabo un proyecto financiado por la agencia nacional de ciencia y tecnología y que tuvo como base de información un inventario geomorfológico (Pereira *et al.*, 2004), el cual dio como resultado i) la publicación de una base de datos on-line (geossitios.progeo.pt) de los geotopos representativos de los contextos geológicos de Portugal, estando registrados a la fecha 300 de ellos y distribuidos en 27 *frameworks*; ii) la presentación de propuestas a la legislación sobre geoconservación; iii) la solicitud a las autoridades nacionales para la clasificación e integración de los geotopos más importantes del país

dentro de la Red Nacional de Áreas Protegidas; iv) la cooperación científica entre geoconservacionistas de España y Portugal para la identificación de geotopos de relevancia ibérica, de acuerdo con la metodología propuesta por la IUGS y ProGEO (Brilha, 2009). Cabe mencionar que este inventario es dinámico y posee para cada registro una valoración cuantitativa tanto de su valor científico, como de su vulnerabilidad.

Portugal continental cuenta con un total de 32 áreas protegidas, dentro de las cuales siete son Monumentos Naturales. Todos ellos han sido clasificados de acuerdo con características geológicas y muchas otras áreas protegidas también cuentan con rasgos geológicos significativos. Sin embargo, en ninguno de estos casos las áreas han sido incluidas dentro de planes de manejo en proyectos de conservación. Existen ejemplos donde se encuentran geotopos o bienes de interés geológico a pocos metros y por fuera del límite de un parque, lo cual demuestra que no existió ninguna preocupación por los elementos de importancia geológica cuando estas áreas fueron delimitadas. En las dos regiones autónomas de Portugal (Azores y archipiélago de Madeira) existe una legislación especial en cada una, por lo que las áreas protegidas allí localizadas poseen una categorización diferente y los inventarios de patrimonio geológico son llevados a cabo por grupos locales. En el caso de los Azores el inventario se encuentra completo (Lima, 2007 en Brilha, 2012) y además existe un inventario de cavernas volcánicas realizado por un grupo de trabajo local especializado en ese tema. Por su parte, el patrimonio geológico del archipiélago de Madeira está bajo estudio como parte de una iniciativa del gobierno regional (Brilha, 2012).

A pesar de que la geoconservación en Portugal ha tenido un desarrollo relativamente rápido, han existido algunas dificultades en este proceso. De manera sintética estas serían: la ausencia de una institución nacional que se responsabilice por la implementación de una estrategia de conservación bien estructurada (i.e. que integre el inventario, conservación, valoración, interpretación y monitoreo de los geotopos) (Brilha, 2009); el predominio de preservación de elementos bióticos respecto a los abióticos; aglomeración de geotopos en ciertas partes del territorio, lo que demuestra que a pesar de ser un inventario sistemático este no fue realizado con base en una recolección de información científica representativa del territorio nacional; la información disponible en la página web de ProGEO-Portugal contiene un lenguaje demasiado técnico no apto para el público general; la falta de delimitación precisa de algunos geotopos, lo que resulta urgente de solucionar si se tiene en cuenta que esta información es continuamente consultada por las municipalidades con diversos propósitos, como por ejemplo la elaboración de estudios de impacto ambiental (Brilha, comunicación oral).

Hoy en día, Portugal es un país que cuenta con un gran número de ofertas educativas e interpretativas relacionadas a la geología, que promueven la importancia de esta ciencia en la sociedad, haciendo de este país un caso ejemplar a nivel global. En Brilha (2012) se presenta un listado de instalaciones donde se prestan diversos tipos de servicios (desde museos y centros interpretativos hasta cavernas) que pueden o no estar directamente relacionados a la geoconservación. Otra gran ventaja que tiene este país es que los programas educativos contienen un curso sobre geología a partir de la secundaria, donde se integran los conceptos de geotopos y patrimonio geológico. A esto se le suman los módulos (obligatorios y electivos) dictados en varias universidades sobre geoconservación, especialmente en los programas de Geología, Geografía y Biología, además del programa de Maestría en Patrimonio Geológico y Geoconservación creado desde 2005 en la Universidad de Minho (Brilha, 2009).

3.2.4 Francia

La idea de ‘patrimonio natural’ surge en Francia en 1976 con la ley sobre la protección de la naturaleza que oficialmente establece el concepto de “reservas naturales” (De Wever et al., 2015). Dichas reservas son una base importante para la protección del patrimonio geológico en Francia, pero no constituyen la única herramienta de protección. Guiomar & Pages (2012) mencionan que este patrimonio puede ser también protegido al estar dentro de un parque nacional, en reservas de biológicas, bajo figuras legales más amplias como la Red Natura 2000 o mediante eventuales herramientas legales específicas.

El paso más importante hasta la fecha en materia de geoconservación en este país fue dado en el año 2002 mediante la ley ‘Democracia de la Proximidad’ (*Démocratie de proximité*) que reconoce oficialmente el patrimonio geológico como parte del patrimonio natural. Mediante esta ley se crean las reservas naturales regionales y se indica explícitamente que estas pueden proteger el patrimonio geológico (Guiomar & Pages, 2012). Esta ley anuncia además la creación de un inventario nacional de patrimonio natural que contempla, además de la fauna y flora, los recursos geológicos, paleontológicos y mineralógicos (Egoroff et al., 2016).

En años más recientes surge la preocupación por parte del gobierno francés debido a la escasa presencia de áreas altamente protegidas en el territorio nacional. Para dar solución a esta situación se crea en 2009 la Estrategia para la Creación de Áreas Protegidas (*Stratégie de Création d’Aires protégées – SCAP*) cuyo objetivo para 2019 es incrementar el porcentaje de áreas protegidas a un 2% en las zonas metropolitanas del país. Aunque desde un comienzo la geodiversidad no había sido contemplada en

esta estrategia, su inclusión fue realizada un año después (Guiomar & Pages, 2012). Gracias a esto se conforma un grupo de trabajo de especialistas en geología para analizar y proponer sitios de interés geológico dentro de esta estrategia, dado que el inventario nacional no se encuentra aún terminado. Las categorías identificadas para este propósito incluyen lugares de referencia internacional (como estratotipos o GSSPs), sitios restringidos (por ejemplo, lugares con contenido mineral específico), así como complejos geológicos principales y paisajes importantes debido a su geomorfología. Una lista inicial de 140 lugares ya fue propuesta y se espera que esta sirva de base para fortalecer la regulación de este patrimonio (De Wever et al., 2015).

De acuerdo con lo establecido por la ley 'Democracia de la Proximidad', se lanza oficialmente en 2007 el Inventario Nacional de Patrimonio Geológico en Francia (Guiomar & Pages, 2012). A la cabeza de ese proyecto se encuentra el ministro a cargo de ecología (ambiente) y la responsabilidad científica recae en el Museo de Historia Natural de Francia. Es importante aclarar que este inventario, al igual que el inventario de patrimonio natural, tiene una función informativa y, por ende, estos inventarios nacionales no proporcionan una protección legal directa a los sitios en ellos incluidos. Sin embargo, la inclusión de estos sitios dentro del inventario les confiere una existencia legal que promueve su integración en programas de protección como la SCAP anteriormente mencionada (Egoroff et al., 2016).

La metodología de este inventario fue definida por el Ministro de Ambiente de Francia quien optó por no hacer un proceso de selección de geotopos por medio de *frameworks*, a pesar de que dicho procedimiento había sido sugerido por ProGEO (el procedimiento general de esta metodología solo ha sido aplicada en Francia en la SCAP) (De Wever et al., 2015). Para mantener la homogeneidad dentro del territorio la metodología del inventario ha sido fijada a escala nacional pero los datos se recolectan de forma ascendente, es decir partiendo desde una escala regional y pasando por varias revisiones hasta ser validados por una comisión nacional. El resultado de este proceso es una base de datos compilada online (iGéotope) que es transferida al Museo Nacional de Historia Natural, instituto encargado de la revisión final de la información. La metodología detallada que ha sido utilizada puede ser consultada en De Wever et al. (2014).

Dado que el marco legal de la ley de 2002 contempla que toda la información del inventario de patrimonio natural (incluyendo el de sitios de interés geológico) debe estar disponible al público, existe una base de datos sobre este patrimonio que puede ser consultada en el sitio oficial del Inventario

Nacional de Patrimonio Natural (Inventaire National du Patrimoine Naturel - INPN) (<https://inpn.mnhn.fr>). La ventaja de este proceso de recolección de datos geológicos es que es perfectamente compatible con otros sets de datos de elementos naturales (flora, fauna, ecosistemas, hábitats, etc.) (De Wever et al., 2015) y además la información permite ser transferida a otros sitios web nacionales e internacionales (Egoroff et al., 2016).

Con el fin de evaluar la importancia de los geotopos, se ha establecido una organización jerárquica donde cada uno de ellos recibe una determinada puntuación de acuerdo con su importancia según el tema al que está asociado y dicho valor se traduce al final a un número equis de estrellas (a mayor número de estrellas, mayor será la importancia del geotopo). Cabe mencionar que este inventario incluye colecciones en museos o universidades y también contiene información que ha sido incorporada a partir de inventarios previamente existentes. Hasta el 2014 el inventario había sido completado en ocho de las trece regiones metropolitanas (excluyendo las regiones no continentales) (De Wever et al., 2015) y aún sigue en proceso de elaboración.

Aunque las ofertas educativas relacionadas al patrimonio geológico no son un pilar importante en la estrategia de geoconservación de Francia, este es un país que le apuesta a la iniciativa de los geoparques que hacen parte de la EGN, contando actualmente con 7 de ellos en su territorio. Guiomar & Pages (2012) mencionan que gracias a estas iniciativas ha sido posible tener cada vez más adeptos a los planes de conservación y apreciación del patrimonio geológico.

3.2.5 Consideraciones finales de la geoconservación a nivel europeo

Las leyes sobre protección de la naturaleza surgen en Europa a comienzos del siglo XX, pero fue solo hasta mediados de ese siglo que las legislaciones modernas, los inventarios y las estrategias de conservación comenzaron a tener fuerza. La creación de ProGEO marca sin duda el inicio de una nueva era para la geoconservación en este continente. La escogencia de cuatro países como caso de estudio en este trabajo permite delinear el panorama de estrategias de geoconservación en el ámbito europeo, teniendo en cuenta que dos de ellos (Reino Unido y Portugal) poseen inventarios nacionales completos mientras que los otros dos (España y Francia) se encuentran aún en ese proceso (figura 4). Con base en la información recolectada de estos cuatro países, junto con información obtenida de los trabajos de Alterio et al. (2015) y De Wever et al. (2015), se exponen a continuación las principales diferencias y similitudes entre los casos de estudio (tabla 1).

a nivel transnacional, teniendo en cuenta que el no utilizar una misma metodología impide que iniciativas como Global Geosites se concreten algún día. A pesar de esto, países como España y Portugal que han adoptado una misma metodología de inventario, al contar con un proyecto para integrar sus inventarios nacionales por medio de la creación de una lista de *frameworks* en la península ibérica (Carcavilla et al., 2009). Lamentablemente este proyecto aún no se ha concretado hasta la fecha (Brilha, comunicación oral).

País	Denominación del Inventario	Tipo de metodología	Escala	Tipo de protección	Número de sitios
Gran Bretaña	Geological Conservation Review (GCR)	Temática	Nacional e internacional	Protección legal en contra de destrucción, daño o negligencia	3000
	Regionally Important Geomorphological and Geological Sites (RIGS)	Inventario sistemático regional	Local, regional	Sin protección efectiva	Más de 3400 (estimados)
España*	Proyecto Global Geosites	Temática	Internacional	Sin protección (a excepción de aquellos localizados en áreas protegidas)	20 contextos geológicos (152 lugares o geosites)
	Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)	Inventario sistemático	Local, regional y nacional	Sin protección A excepción de aquellos localizados en áreas protegidas	1500 (estimados)
Portugal	Inventário nacional do património geológico	Temática	Nacional e internacional	Sin protección (a excepción de aquellos localizados en áreas protegidas)	300
Francia*	Inventaire National du Patrimoine Géologique (INPG)	Inventario sistemático	Nacional y regional	Protección indirecta (inventario se usa como base para la definición de futuras áreas protegidas (SCAP))	4700 (estimados)

Tabla 1. Resumen de los tipos de inventario de patrimonio y sus características adoptados por Gran Bretaña, España, Portugal y Francia. Datos de Gran Bretaña de Ellis (2011) y Mason & Stanley (2000), de España de García-Cortés & Carcavilla (2009), de Portugal (Brilha, 2009) y de Francia de De Wever et al. (2006). Adaptado de De Wever et al., 2015. Los países con asterisco (*) indican que el inventario en ese país aún no ha sido completado. La metodología 'temática' hace referencia a la sugerida por ProGEO, la cual está basada en la identificación de dominios geológicos o frameworks en cada país.

En conclusión, la mayoría de países europeos han comenzado o planean comenzar la elaboración de inventarios nacionales de patrimonio geológico (Wimbledon & Smith-Meyer, 2012), aunque solo un trabajo armonizado entre ellos conduciría sin duda alguna a la agrupación coherente y homogénea de datos (Alterio et al., 2015).

3.3 Iniciativas nacionales en Latinoamérica

Así como Europa cuenta con una publicación hecha por Wimbledon & Smith-Meyer (2012) sobre el patrimonio geológico y su conservación en ese continente, a nivel de Latinoamérica existe el trabajo realizado en el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por Palacio et al. (2016), el cual permite tener un panorama general de los avances, dificultades y perspectivas de la geoconservación en distintos países latinoamericanos hasta esa fecha. Es claro que el desarrollo de esta temática ha sido bastante heterogéneo de país a país debido a varios factores tales como diferencias en las características geográficas de los territorios, en el nivel de conocimiento geológico incluso dentro de un mismo país, en el grado de actuación de la comunidad científica, en el tipo de legislación que ampara el patrimonio geológico y a la diferencia de prioridades y estrategias en la gestión de los recursos públicos financieros, entre otros (Palacio et al., 2016). Una vez expuesto el concepto de patrimonio geológico en Latinoamérica, dicho trabajo busca establecer un puente de comunicación entre los especialistas interesados en la materia que permita articular las diversas iniciativas y que, por consiguiente, sea de alcance internacional.

A manera de síntesis, se destacan a continuación los ejes comunes que ha tenido el desarrollo de la geoconservación en Latinoamérica, de acuerdo con lo planteado en el trabajo de Palacio et al. (2016).

- Si bien el concepto de patrimonio geológico es relativamente nuevo en los distintos países, existe un creciente interés hacia el mismo, lo cual se ve reflejado en la realización de simposios y reuniones de carácter local, nacional e internacional en donde se abordan temas diversos relacionados a la geoconservación. Esto acompañado también de una amplia gama de actividades de divulgación como charlas, capacitaciones, publicaciones de distinta índole, guías geoturísticas, georutas, paneles, etc.
- Ausencia de inventarios sistemáticos nacionales que contemplen la identificación de geotopos. En algunos países como Perú existen proyectos que contemplan la creación de un inventario de patrimonio geológico nacional, aunque se trata de iniciativas que cuentan solo con listados

de geotopos, que cubren solo una porción del territorio o que no son representativos de la geología del país. Por el contrario, existe un gran número de inventarios *ad hoc* llevados a cabo, en su mayoría, por entidades no gubernamentales. En la mayoría de casos estos se realizan en áreas específicas como parques nacionales, áreas naturales y urbanas o como parte de proyectos de creación de geoparques.

- El abordaje de la geoconservación suele estar supeditada a las áreas naturales protegidas y por lo general las estrategias de conservación están direccionadas hacia los aspectos bióticos. Si bien las áreas nacionales protegidas constituyen territorios idóneos para la identificación, evaluación y promoción del patrimonio geológico, se debe mantener siempre un enfoque holístico de los recursos naturales a proteger.
- Carencia de legislaciones que aboguen por la protección del patrimonio geológico a escala nacional. En la mayoría de casos, las medidas de conservación aplicadas al patrimonio geológico ocurren de manera indirecta (asociadas a valores biológicos, estéticos o histórico culturales) sin tener en cuenta el valor intrínseco y científico de este patrimonio (Lima et al., 2016). El caso más frecuente es la inclusión del patrimonio paleontológico dentro de la legislación de patrimonio cultural. Por otra parte, hay que tener en cuenta que la existencia de legislación no necesariamente implica su cumplimiento. En algunos países como Brasil esta se ha hecho efectiva, ya que existen fuertes medidas sancionatorias para efectos de colecta y comercialización ilegal de fósiles (Lima et al., 2016). Sin embargo, en países como Chile, a pesar de que existe una legislación que reconoce el patrimonio geológico ese país, este no cuenta con un órgano nacional que asegure la adecuada implementación de una estrategia de geoconservación que garantice la protección legal de dicho patrimonio (Mourgues et al., 2016).
- Ausencia de designación de organismos a nivel nacional que sean referentes y formadores en la temática de geoconservación y que se encarguen de articular la acción de los diversos actores implicados (Miranda & Lema, 2016). En algunos países la problemática gira entorno a la existencia de distintos cuerpos normativos y en otros a que el número de grupos interesados en la temática es aún incipiente, lo cual da como resultado estudios aislados y de escasa coordinación.
- Aunque existen instrumentos jurídicos de carácter internacional (programas de la UNESCO y sitios RAMSAR, entre otros) que pueden ser aplicados en ciertas áreas con el fin de salvaguardar el patrimonio geológico de los distintos países, el cumplimiento de los mismos no

siempre resulta viable debido a la ausencia de acciones específicas de gestión que estén debidamente detalladas en los planes de manejo y planeación territorial (Lima et al., 2016).

- Ausencia de núcleos de investigación dedicados a la temática de geoconservación en universidades (a excepción de países como Brasil, Colombia y Ecuador).

Por otra parte, aunque Palacio et al. (2016) reportan una ausencia de estrategias concretas de geoconservación fomentadas por los servicios geológicos latinoamericanos y teniendo en cuenta el sesgo actual en el desarrollo de metodologías sistemáticas de identificación, caracterización y valoración de patrimonio geológico existente a nivel de Latinoamérica, la Asociación de Servicios Geológicos y Minería Iberoamericanos (ASGMI) encabezó en junio del 2018 un curso con miras a promover la sinergia entre los servicios geológicos de Iberoamérica en pro de la gestión integral del patrimonio geológico y minero de estos territorios.

En particular, este evento planteó la necesidad de compartir una serie de lineamientos que permitan el desarrollo de herramientas para el inventario, valoración y protección de geotopos susceptibles a ser aplicadas por los servicios geológicos que integran la ASGMI, con el fin de establecer un lenguaje unificado entre los distintos territorios y que contribuya a su vez al desarrollo económico, social y cultural de los países Iberoamericanos. Esta propuesta de valoración es sistemática y toma como base el Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) implementado por el IGME (García-Cortés et al., 2014), teniendo en cuenta que varios servicios geológicos han tomado y eventualmente adaptado dicho documento para la elaboración de estudios a diversas escalas. El objetivo de esta valoración pretende establecer el valor científico, educativo/didáctico y/o turístico/recreativo de los geotopos, así como determinar la susceptibilidad de degradación de los mismos, teniendo en cuenta ya sea los factores naturales o antrópicos que inciden sobre ellos.

De acuerdo con las ponencias realizadas durante el taller realizado por la ASGMI, en los últimos años la temática de patrimonio geológico y geoconservación ha venido adquiriendo una mayor relevancia en los países latinoamericanos, lo cual se ha visto reflejado en la amplia difusión de estas temáticas a través de eventos internacionales, así como el creciente interés en torno a la conformación de Geoparques Mundiales de la UNESCO que permitan fortalecer la recién creada GeoLAC (Canet, 2018). Por su parte, encuestas realizadas a varios servicios geológicos de Latinoamérica, entre los que se encuentran Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Honduras y Perú, indican que la mayoría

de países cuenta con un inventario de patrimonio geológico si bien no en todos existe una valoración por cada uno de los lugares inventariados; también se señala que algunos países poseen parques geológicos y en general la presencia de Geoparques Mundiales de la UNESCO es escasa, aunque varias candidaturas se encuentran actualmente en proceso; por último, respecto a la normatividad, la mayoría de países continúan reportando no tener una legislación propia para patrimonio geológico (Gómez, 2018).

Por último, vale la pena resaltar el caso de Brasil y en especial del Estado de São Paulo, al ser el primero a nivel de Latinoamérica en aplicar una metodología sistemática de inventario de patrimonio geológico. Una razón por la cual dicha labor no se ha extendido a todo el territorio nacional es debido a la gran extensión geográfica de este país, lo que convierte a la identificación geotopos en una tarea bastante ardua y demorada (Lima et al., 2016). Adicional a esto, existen divergencias metodológicas de inventario entre los diferentes estados que dificultan la integración de estos datos a nivel nacional, aunque el Servicio Geológico de Brasil (CPRM) adelanta en la actualidad el inventario de geotopos de relevancia nacional e internacional, cuyos resultados se encuentran disponibles al público mediante el aplicativo online 'Geossit' (García et al., 2017).

El Estado de São Paulo cuenta hoy en día con un inventario sistemático que constituye el cimiento para la elaboración futura de una estrategia de conservación en dicho estado. La participación de la comunidad geocientífica ha jugado un rol fundamental en este proceso, cuya metodología sigue los lineamientos del modelo desarrollado por ProGEO en los 90's, el cual sugiere la creación de dominios geológicos o *frameworks* que sean representativos de la historia geológica del territorio bajo estudio. En el caso del estado de São Paulo, durante 2013 y 2015 fueron identificados 11 dominios geológicos representados por 142 geotopos (García et al. 2017). Sin duda, este inventario resulta un referente no solo para los demás estados brasileros sino también para el resto de países latinoamericanos al ser dinámico y sistemático, además de incluir la creación de una base de datos del patrimonio geológico para ese estado.

4. Estado del arte de la geoconservación en Colombia

4.1 Contexto geológico y geográfico de Colombia

En concordancia con su elevada biodiversidad, la cual ocupa uno de los primeros puestos a nivel mundial (COLCIENCIAS, 2018), la geodiversidad en Colombia podría considerarse como una de las más amplias y ricas del mundo, puesto que el territorio nacional cuenta con toda una gama de recursos minero-energéticos, gran variedad rocas de diferente origen y composición, geoformas asociadas a procesos volcánicos, kársticos, glaciales y costeros entre otros, así como numerosos yacimientos fósiles (SGC, 2018a); todo esto enmarcado en un contexto geológico singular relacionado a la convergencia de tres placas tectónicas y a una posición geográfica privilegiada por poseer costas en dos océanos, tres cordilleras, diversidad de climas, flora, fauna y abundantes recursos hídricos.

Colombia se localiza en el extremo Noroccidental de Suramérica en la denominada franja intertropical, limitando con los territorios de Panamá al Noroccidente, Venezuela y Brasil al Este, Perú y Ecuador al Sur y con los Océanos Pacífico y Atlántico al Oeste y al Norte respectivamente. El territorio colombiano cuenta con una superficie de 1.141.748 km² (IGAC, 2018), lugar en el que la imponente cordillera de los Andes sufre una ramificación en los tres accidentes geográficos principales del país: las cordilleras Oriental, Central y Occidental (figura 5). Al igual que ocurre en los demás países andinos de Suramérica, la formación de estas cadenas montañosas está relacionada al proceso de subducción existente entre las placas tectónicas de Nazca, de afinidad oceánica, y Suramérica de afinidad continental. Sin embargo, Colombia presenta una complejidad tectónica aún mayor debido a la interacción de una tercera placa tectónica: la placa del Caribe. Esta última, de afinidad oceánica, converge de forma oblicua con la placa de Suramérica, dando lugar a una intensa zona de deformación debido a la interacción de las tres placas mencionadas (figura 6). Dicha zona de deformación es llamada Bloque de los Andes del Norte (Trenkamp et al., 2002) y ha sido definida como un segmento geológico distintivo (SGC, 2018b).

Sin duda, la historia geológica de Colombia es bastante compleja iniciándose hace aproximadamente 1800 millones de años (Lobo-guerrero, 1987). Toda esta diversidad de procesos y productos geológicos constituyen una parte esencial del patrimonio natural de la Nación y por consiguiente merecen ser protegidos a la par de los elementos bióticos, teniendo en cuenta que Colombia constituye un claro ejemplo en el que la biodiversidad ha encontrado un sustento a partir de los procesos geológicos que han modelado el paisaje durante millones de años.

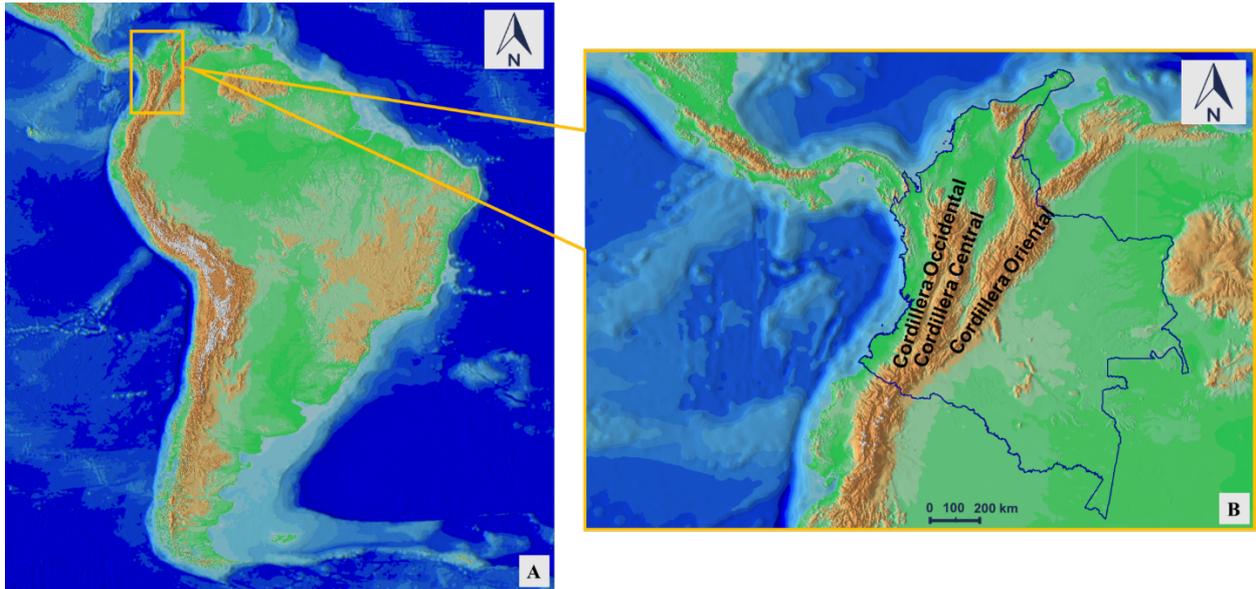


Figura 5. A: Localización geográfica de Colombia en el extremo NW de Suramérica. **B:** Identificación en detalle de los tres accidentes geográficos principales del país.

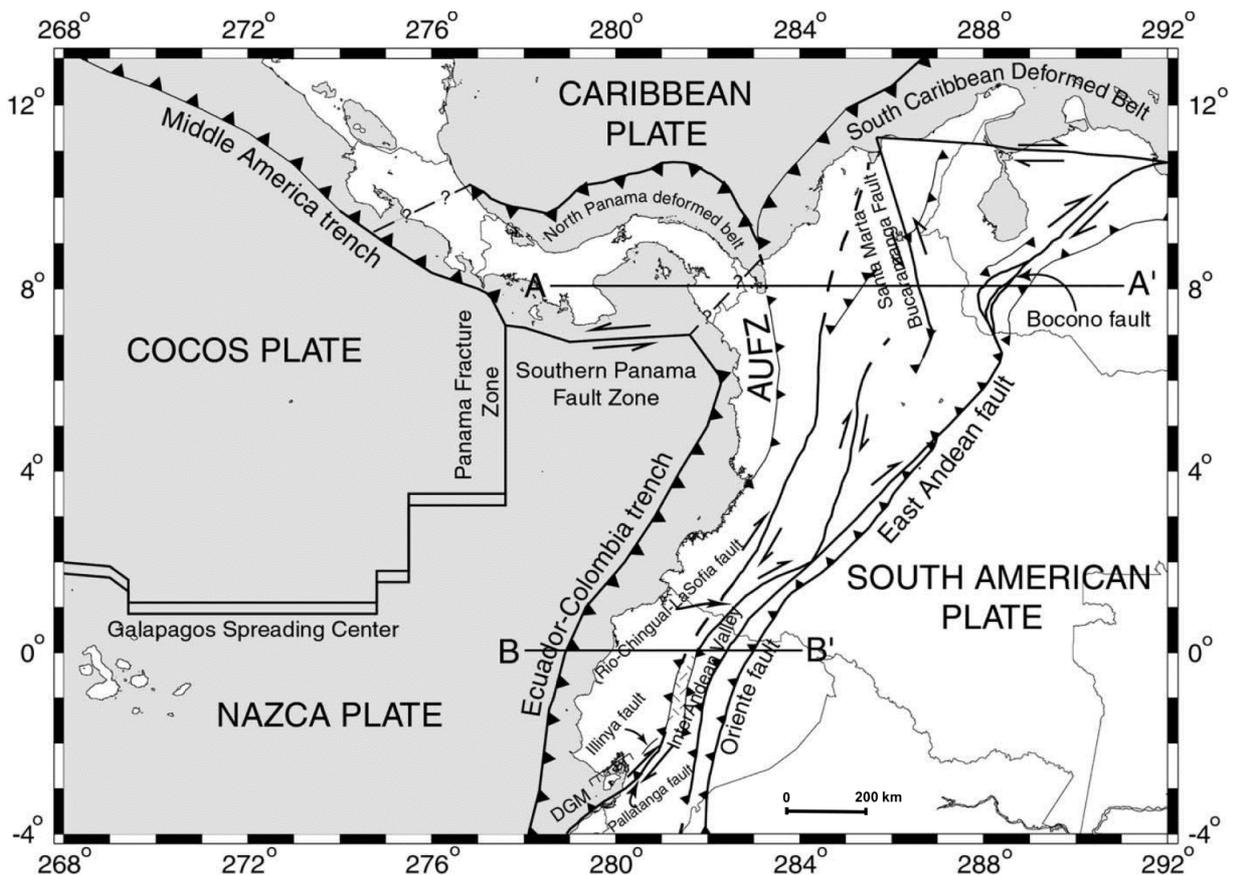


Figura 6. Marco tectónico del margen NW de Suramérica. Tomado de Trenkamp et al. (2002).

4.2 Antecedentes de la geoconservación en Colombia

La historia de la geoconservación en Colombia de remonta a finales del siglo XX con la labor de Margaret Medo, geóloga del entonces Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), hoy Servicio Geológico Colombiano (SGC), quien planteó por primera vez el concepto de patrimonio geológico en el país, así como las bases para la realización de un inventario de sitios con potencial para ser declarados como parte del patrimonio geológico colombiano. Según Mercado (1999a, 1999b), la iniciativa de realizar dicho inventario surge de la preocupación sobre el desconocimiento, deterioro y destrucción de tales sitios, a la vez que plantea la necesidad de reglamentar su protección, uso y mantenimiento. Para esta geóloga, el conocimiento del patrimonio geológico de la Nación representa un pilar en la construcción de identidad de un pueblo y su inclusión dentro de la planeación territorial plantea numerosas oportunidades de desarrollo económico, tal y como se evidencia en sus trabajos enfocados hacia el aprovechamiento del potencial geoturístico de dos municipios colombianos (Mercado, 1997a, 1997b).

Posteriormente, en el año de 1990 Colombia da un primer paso hacia la apropiación del conocimiento geocientífico con la adecuación de la mina y catedral de sal de Zipaquirá (Cundinamarca) donde los visitantes tienen la posibilidad de conocer el origen geológico del cuerpo salino, el funcionamiento de la mina y realizar actividades entorno al turismo religioso, lo cual trajo consigo un aumento en las actividades turísticas del lugar (Osorio & Henao, 2011; Rendón et al., 2013; Tavera, 2015).

Si bien Colombia se caracteriza por ser un país minero-energético donde el patrimonio geológico es visto como una rama de la geología aún en desarrollo, a inicios de los 2000 comienzan a gestarse una serie de estudios de carácter local sobre la identificación y valoración de este patrimonio que dan como resultado inventarios *ad hoc* en diferentes partes del territorio colombiano, en especial en zonas centrales del país como el eje cafetero (departamentos de Antioquia y Caldas) y el departamento de Santander, los cuales han sido el producto de propuestas académicas promovidas principalmente por universidades como la Nacional, Industrial de Santander y Caldas, entre otras (Restrepo & Rodríguez, 2005). En líneas generales, estos estudios plantean diversos enfoques siendo los más sobresalientes aquellos que tratan sobre aspectos geomorfológicos (Colegial et al., 2002; Piscioti, 2001; Restrepo, 2003a, 2003b, 2003d) y sobre el patrimonio geológico y minero (Cárdenas & Restrepo, 2006; Molina & Mercado, 2003; Rodríguez & Betancurth, 2005). Cabe mencionar que las metodologías de valoración del patrimonio geológico aplicadas en Colombia son muy diversas, sin embargo varias de ellas toman

como modelo metodologías existentes en otros países, principalmente la implementada por la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, debido en gran parte a la cercanía lingüística con dicho país (Jaramillo et al., 2016).

En particular, se destacan los numerosos estudios enfocados en identificar y valorar la geodiversidad de la región antioqueña a cargo varios autores (Cárdenas & Restrepo, 2006; Henao & Osorio, 2015; Jaramillo et al., 2014; Molina & Torres, 2012; Osorio et al., 2015; J. Osorio & Henao, 2011; Rendón et al., 2013; Restrepo, 2003c, 2003b, 2004; Torres et al., 2012; Marin & Tavera, 2017; Osorio et al., 2017), teniendo en cuenta que se trata de una zona con un elevado potencial geoturístico al poseer unas características paisajísticas destacables y un patrimonio geológico que permite entender parte de evolución geológica del norte de Suramérica. Esto favorecido por las condiciones de municipios como Santa Fe de Antioquia, Olaya y Sopetrán, que cuentan con infraestructura y desarrollo turístico propicias para el aprovechamiento de este potencial en pro del desarrollo socioeconómico local. Son justamente algunas de las publicaciones mencionadas, las que recogen los fragmentos importantes de la historia del patrimonio geológico nacional, como lo son la primera propuesta de ruta geológica con carácter patrimonial en la reserva de Rio Claro en Antioquia (Osorio et al., 2015) y la primera propuesta metodológica planteada con el fin de iniciar en el país un proceso sistemático de inventario, clasificación y valoración del patrimonio geológico, tomando como zona piloto de aplicación el Departamento de Antioquia (Rendón et al., 2013).

Además de los diversos estudios a nivel nacional sobre valoración y divulgación del patrimonio geológico, Colombia ha hecho parte de iniciativas de geoconservación a nivel internacional como lo es el proyecto Rutas Minerales y Sostenibilidad (RUMYS) del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Dicho programa surge en el 2007 en aquellos países de Iberoamérica en los que la minería tiene un valor representativo en la economía, con el fin de potenciar y difundir estrategias regionales para establecer modelos de desarrollo, considerando las rutas minerales como factor integral de sostenibilidad (RUMYS, n.d.). Colombia se suma a este proyecto con dos iniciativas denominadas 'Ruta del Oro del Suroccidente' y 'Nordeste Antioqueño'. El primero de ellos representa una nueva opción de turismo en Colombia que articula el patrimonio geológico minero y la riqueza en biodiversidad de dos distritos auríferos ubicados en los departamentos de Nariño y Valle del Cauca, donde se ha visto la oportunidad de avanzar en la búsqueda y aplicación de procesos de aprovechamiento minero sostenible con la participación activa de la comunidad, el apoyo de instituciones nacionales y la cooperación internacional, para así lograr una visión positiva entorno a la

minería. Este conjunto de acciones conlleva a que los distritos no solo sean atractivos por su patrimonio geológico, minero y biodiverso sino también por ser modelos al lograr un equilibrio entre estos componentes y brindar mejores opciones de vida para sus comunidades (Pantoja, 2008, 2009).

Por su parte, el proyecto del Nordeste Antioqueño documenta la complejidad del problema de la minería aurífera en esa región de Colombia y plantea ciertas acciones para garantizar la sostenibilidad de este tipo de proyectos, cuya aplicación también resultaría válida en los demás países iberoamericanos a la luz de un problema de carácter internacional (Romero & Molina, 2008). Entre las acciones formuladas, García & Molina (2009) proponen para esta región la creación de un centro provincial de gestión minero agro-empresarial con el apoyo de instituciones nacionales y entes territoriales, con el objetivo garantizar la mejora de las condiciones y el desarrollo sostenible en la región. A pesar de ser iniciativas ejemplares de geoturismo entorno a la minería, el proyecto RUMYS se consolida solo hasta cierto punto, pues su plan de ejecución para el periodo 2007-2010 finaliza sin una aparente continuidad de los proyectos planteados.

En términos del desarrollo que la geoconservación ha tenido en Colombia, los trabajos de Restrepo & Rodríguez (2005), Jaramillo et al. (2016) y Gómez et al. (2017) presentan un estado del arte al respecto. Sin embargo, con el fin de analizar más detalladamente la evolución de esta temática en el país a través del tiempo, se muestran a continuación algunos gráficos que sintetizan la cronología, tipología y localización de las publicaciones relacionadas a dicha temática. Los datos analizados fueron recopilados a partir de una base de datos generada por el grupo de investigación Observatorio de Patrimonio Geológico y Paleontológico de Colombia (OPGP) de la Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá), la cual han sido complementada y actualizada, dando como resultado una lista final de 69 trabajos relacionados al patrimonio geológico en Colombia (Anexo I).

Los datos analizados permiten establecer que la evolución de esta temática en el país no ha sido muy homogénea a lo largo del tiempo, mostrando que los estudios sobre el patrimonio geológico se han realizado en algunas épocas con más apogeo y en otras con poca investigación, siendo los años con mayor número de publicaciones el 2017, 2015, 2013 y 2011 con 12, 7, 7 y 7 reportes respectivamente (figura 7A). En dicha figura se evidencia también que ha habido años sin publicación alguna y que en los años más recientes el número de publicaciones ha tendido a aumentar notablemente. En particular, el año 2017 registra un pico de publicaciones, ya que ese año se llevó a cabo el XVI Congreso Colombiano de Geología donde por primera vez se incluye la categoría temática de patrimonio

geológico y en el cual se abordaron 10 de las 12 publicaciones reportadas para ese año. Por otro lado, la figura 7B indica que los departamentos del país en los que se han llevado a cabo publicaciones relacionadas al patrimonio geológico se localizan al centro-norte del país, siendo Antioquia, Santander, Caldas y Boyacá los que mayor número de trabajos registran respectivamente. Sin duda alguna, esto se correlaciona con la existencia de universidades con programas de geología en los departamentos donde prevalece el mayor número de publicaciones. Por último, la figura 7C evidencia que las principales temáticas abordadas en las publicaciones son primordialmente sobre inventarios a escala local, geoturismo y divulgación respectivamente.

Al igual que sucede en muchos países, el recurso humano dedicado al área de patrimonio geológico en el país es bastante escaso. Sin embargo, aunque los programas de geología a nivel universitario no cuentan con asignaturas o especializaciones a nivel de maestría o doctorado en patrimonio geológico, en los últimos años se han venido consolidando grupos de investigación en torno a esta temática. Dos de ellos, el Grupo de Investigación en Geología Ambiental (GEA) y el OPGP, se han gestado desde las aulas de la Universidad Nacional de Colombia, la cual cuenta con la escuela de geología más antigua del país. La labor de estos grupos de investigación se ha centrado en impulsar el concepto del patrimonio geológico mediante la publicación de propuestas metodológicas de inventarios y acciones de divulgación, así como la realización de trabajos de grado y la organización de eventos científico-divulgativos con invitados de talla internacional, como lo han sido los cursos de patrimonio geológico celebrados bianualmente desde 2012 en la ciudad de Medellín y cuya cuarta versión se llevó a cabo en octubre de 2018. Por otro lado, en el año 2004 la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia organizó el Curso Internacional de Aprovechamiento y Conservación del Patrimonio Geológico y Minero, en el cual se contó con la participación de varios expositores internacionales de España, Portugal, México, Ecuador y Venezuela junto con profesionales colombianos, para discutir y reflexionar acerca de la conservación y aprovechamiento del patrimonio geológico y minero colombiano (Cárdenas & Restrepo, 2006).

Además de la academia, otro gremio que ha contribuido a la salvaguardia del patrimonio geológico colombiano es el de los museos. Restrepo & Rodríguez (2005) exponen un listado de museos en Colombia que guardan relación con el patrimonio geológico (paleontológico, mineralógico y petrográfico) y minero de la Nación, dentro de los cuales se destacan el Museo de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia en la ciudad de Medellín especializado en minerales, el Museo Paleontológico de Villa de Leyva de la Universidad Nacional de Colombia en Boyacá y el Museo José

Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico

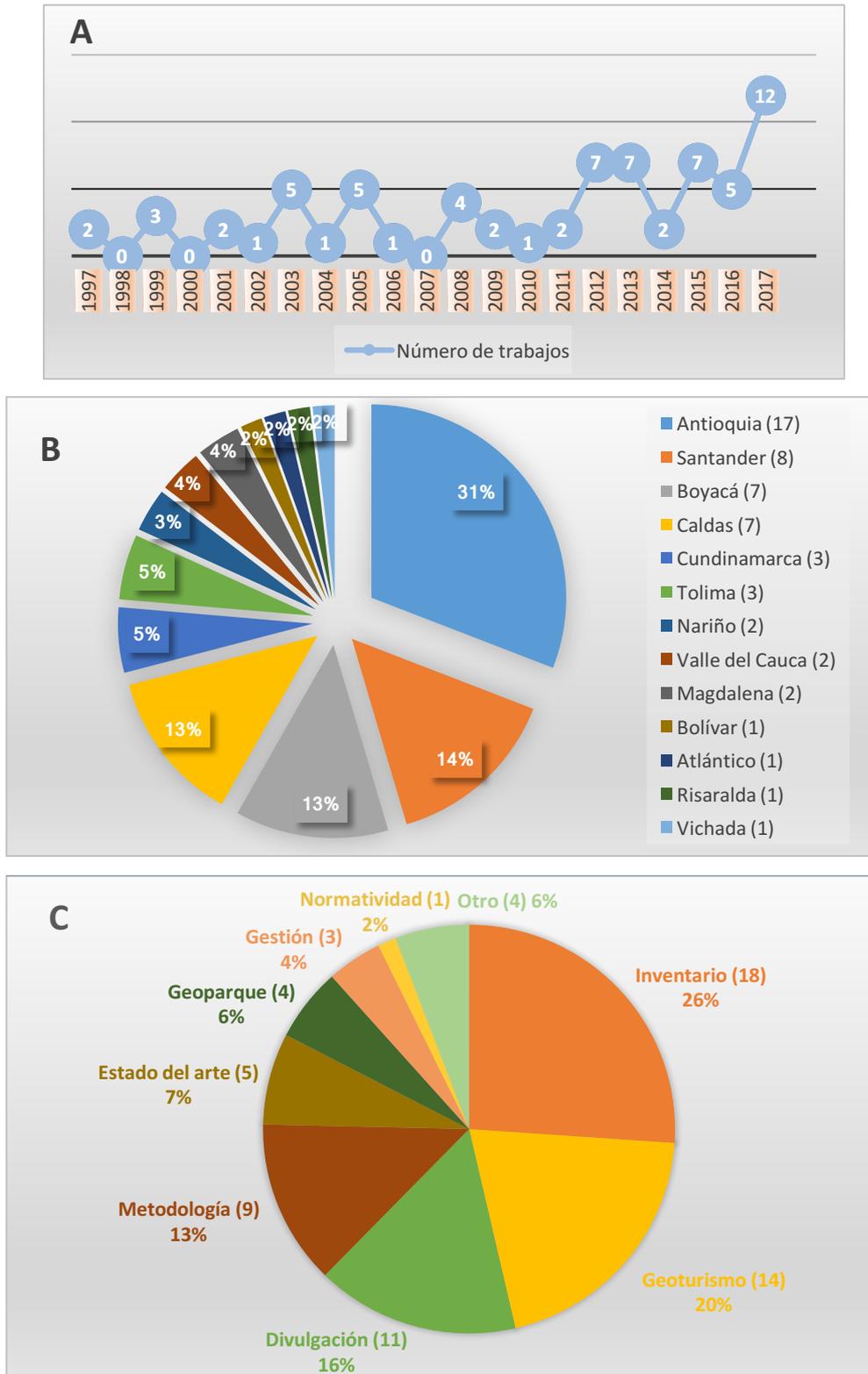


Figura 7. A: Evolución del número de publicaciones sobre patrimonio geológico en Colombia en el tiempo. **B:** Departamentos de Colombia donde se han realizado publicaciones sobre el patrimonio geológico de Colombia. **C:** Principales temáticas abordadas en las publicaciones.

Royo y Gómez del Servicio Geológico Colombiano en Bogotá que reúne más de 60.000 piezas, de las cuales 4500 se exponen al público de forma permanente. Por otra parte, iniciativas nacionales como la de la Sociedad Espeleológica de Colombia dirigidas a estudiar y preservar las cavernas del país, así como iniciativas más locales de carácter comunitario como la de Fundamugeo en el Municipio de Floresta (Boyacá) fundamentadas en el rescate del patrimonio geológico, cultural e histórico, representan otros ejemplos de estrategias de geoconservación en el país.

En años recientes, el estudio, la salvaguardia y la promoción del patrimonio geológico del país ha estado en manos del Servicio Geológico Colombiano que, desde el Grupo Museo e Investigaciones Asociadas ha impulsado numerosos proyectos con miras a establecer una estrategia de geoconservación a nivel nacional, cuyas iniciativas serán tratadas con mayor detenimiento en la sección 4.4.

4.3 Normatividad colombiana en relación al patrimonio geológico

Durante cerca de medio siglo, la protección legal de patrimonio geológico en Colombia se llevó a cabo de forma indirecta, es decir sin la existencia de una ley, decreto o estatuto que abordara de manera explícita este aspecto. Sin embargo, hoy en día Colombia cuenta con una legislación que aborda de forma directa esta temática, en parte gracias al cambio de naturaleza jurídica del antiguo INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico Colombiano) en 2011, institución de orden nacional que a la fecha lidera tanto a nivel investigativo como jurídico, la gestión integral del patrimonio geológico de la Nación.

Los primeros estatutos legales existentes como medida indirecta de protección del patrimonio geológico en el país son la Ley 163 de 1959 y el Decreto reglamentario 264 de 1963 mediante los cuales se dictan medidas sobre la defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación. En ellos se reconocen como parte del patrimonio los monumentos inmuebles conformados entre otros, por aquellas obras de la naturaleza de belleza especial o que tengan interés científico para el estudio de la flora, la fauna, la geología y la paleontología. En particular, el Decreto 264 de 1963 estipula que cualquier solicitud de licencia para la realización de excavaciones paleontológicas debe presentarse ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) y se declara la Sierra de la Macarena como Monumento Nacional debido a su importancia científica, estableciendo además que a futuro se podrá proponer y declarar como patrimonio inmueble otros accidentes geográficos del país.

Posterior a esto, en el Decreto 2811 de 1974 se dicta el “Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente”, mediante el cual se crea el Sistema de Parques Nacionales, definido como el conjunto de áreas con valores excepcionales para el patrimonio nacional que aportan beneficio a los habitantes de la Nación, siendo una de sus finalidades principales la protección de ejemplares de fenómenos naturales, culturales, históricos y otros de interés internacional, con el fin contribuir a la preservación del patrimonio común de la humanidad. Si bien los tipos de áreas que componen este sistema abordan los componentes bióticos principalmente, algunas de ellas como Reserva Natural, Área Natural Única y Vía Parque hacen alusión a componentes abióticos bajo la denominación ‘gea’, así como las panorámicas con belleza paisajística natural. En particular, la categoría de Parque Nacional contempla aquellas áreas que no han sido alteradas sustancialmente por la explotación u ocupación humana y en donde las especies vegetales y animales, complejos geomorfológicos y manifestaciones históricas o culturales tienen valor científico, educativo, estético y recreativo nacional, por lo que esta categoría incluye de cierta forma al patrimonio geológico.

Más adelante, con la Ley 45 de 1983 se aprueba la “Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural” proferida por la UNESCO en 1972 y posteriormente, en el año 1986, Colombia se adhiere a la Convención de 1970 de la UNESCO donde se establecen las “Medidas que Deben Adoptarse para Prohibir e Impedir la Importación, la Exportación y la Transferencia de Propiedad Ilícitas de Bienes Culturales”, en la cual se consideran como objetos culturales *“las colecciones y ejemplares raros de zoología, botánica, mineralogía, anatomía, y los objetos de interés paleontológico”*. Por su parte, la Constitución Política de Colombia de 1991 hace alusión a los bienes naturales de la Nación, considerados como inalienables, imprescriptibles e inembargables (artículo 63). Si bien esta constitución abriga gran parte de las piezas muebles del patrimonio geológico, aquellas de valor comercial como lo son ciertos minerales (ej. oro, plata, piedras preciosas) no resultan ser objeto de declaratoria como bienes de interés patrimonial de la Nación.

Si bien el medio ambiente debe concebirse con un enfoque holístico, la Ley 99 de 1993 mediante la cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente representa una medida legal que, al igual que otras, prioriza los aspectos bióticos del medio ambiente sobre los abióticos. Sin embargo, no se puede ignorar que varios de sus artículos son susceptibles a ser interpretados como medidas de protección a favor del patrimonio geológico, como por ejemplo uno de los numerales sobre los Principios Generales Ambientales en el que se contempla específicamente el paisaje como patrimonio común que deberá ser protegido. Mediante esta ley se establece además el Sistema Nacional Ambiental (SINA), definido

como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales, orientados hacia el desarrollo sostenible (Banrepcultural, 2015).

Hasta este punto, la legislación colombiana muestra una clara tendencia hacia la conservación de los recursos renovables de la Nación. Es solo hasta el año 2001 que gracias a la Ley 685 conocida como el Código de Minas, el país comienza a avanzar jurídicamente hacia la protección y recuperación indirecta de los recursos no renovables como parte constituyente del medio ambiente. En ella se proclama una explotación más consiente y sostenible de los recursos mediante la obligatoriedad de obtención de licencias ambientales para ejercer actividades de exploración, explotación y abandono. Asimismo, esta ley pone sobre la mesa conceptos clave para la industria minera, como lo son los Planes de Manejo Ambiental y la Evaluación de Impacto Ambiental. Sin duda, el Código de Minas hace parte del camino recorrido por la legislación colombiana para lograr un reconocimiento estatutario del patrimonio geológico.

Una herramienta legal que ha sido indispensable para la salvaguardia del patrimonio geológico en Colombia es la Ley 1185 de 2008, también conocida la 'Ley de Cultura', mediante la cual se establece que deben aplicarse al patrimonio paleontológico los mismos instrumentos establecidos para el patrimonio arqueológico. Si bien casos similares a este se presentan con frecuencia en otros países como España, el considerar la aplicación de medidas de preservación sobre el patrimonio natural concernientes al patrimonio cultural resulta erróneo desde el punto de vista técnico, además de generar discrepancias en términos de una adecuada gestión del patrimonio paleontológico. A pesar de ello, se debe reconocer que gracias a medidas legales indirectas como esta, algunas áreas del país han adquirido valor gracias a que poseen elementos como los petroglifos, considerados como parte del patrimonio intangible de la humanidad, lo cual ha conllevado a un apersonamiento por parte de los entes administrativos con jurisdicción en ciertas regiones del país como el Cerro Tusa (Antioquia) y el Volcán Galeras en Pasto (Nariño), entre muchos otros (Henao & Osorio, 2012).

Sin duda, uno de los pasos más importantes hacia la creación de un estatuto reglamentario sobre el patrimonio geológico colombiano se da por medio del decreto 4131 de 2011 que determina el cambio de naturaleza jurídica del entonces INGEOMINAS, dando lugar al primer estatuto legal que de manera directa y explícita contempla el patrimonio geológico. A partir de ese momento, dentro de las nuevas funciones del SGC se contempla *“Identificar, evaluar y establecer zonas de protección, que en razón de*

la presencia de patrimonio geológico o paleontológico del país, puedan considerarse áreas protegidas". Posterior a esto, el decreto 2703 de 2013 por el cual se establece la estructura interna del SGC, contempla entre las funciones de la Dirección General del instituto: *"Realizar las actividades necesarias para desarrollar e implementar las políticas de protección del patrimonio geológico o paleontológico del país"*; *"Promover las acciones de competencia de la entidad en materia de protección del patrimonio geológico o paleontológico del país"*; e *"Identificar, evaluar y establecer zonas de protección del patrimonio geológico o paleontológico del país"*. Por consiguiente, con el fin de dar cumplimiento a los estatutos previamente mencionados, en el año 2016 se consolida dentro del Museo e Investigaciones Asociadas del SGC un grupo profesional dedicado enteramente al tema de patrimonio geológico. Además, cabe mencionar que a raíz del Decreto 1464 del 2016, el SGC se incorpora como parte de la Comisión Intersectorial Nacional de Patrimonio Mundial, cuyo objetivo es aquel de agrupar a aquellas entidades que velan por el manejo, cuidado y protección del patrimonio cultural y natural de la Nación.

En el año 2009, a raíz de una noticia que generó gran polémica en la comunidad científica nacional relacionada a la salida del país de los restos de la Titanoboa, la serpiente más grande del mundo que vivió en territorio colombiano hace más de 60 millones de años, quedó evidenciado que en Colombia no existe una normatividad sobre el manejo paleontológico y tampoco personal experto para su tratamiento. Si bien todo resto paleontológico que sale del país debe contar con autorización explícita del SGC previo al cumplimiento de varios requisitos y la formalización del compromiso de retornar las piezas a Colombia, se ve la necesidad no solo de reglamentar en el país el registro nacional oficial de piezas del patrimonio paleontológico mueble de la nación, sino también de formular una legislación que permita proteger el patrimonio geológico del país. Por tal motivo, el SGC en conjunto con la academia e instituciones del orden internacional como el IGME, elaboró el recientemente aprobado Decreto 1353 de 2018, por medio del cual se busca regular la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación. Cabe resaltar que la distinción entre patrimonio geológico y paleontológico en este decreto deriva de la recomendación por parte del IGME, teniendo en cuenta que el patrimonio paleontológico es mayormente susceptible a la degradación y al expolio, por lo que su diferenciación respecto al patrimonio geológico resulta ser una estrategia para fomentar en mayor medida su protección. Por otra parte, teniendo en cuenta que la ley de Cultura ampara el patrimonio paleontológico, se considera pertinente hacer dicha distinción a efectos de articular ambos estatutos legales.

El objetivo principal del Decreto 1353 consiste en *“establecer un sistema de gestión integral que permita la identificación, la protección, la conservación, la rehabilitación y la transmisión a las futuras generaciones del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación”*. Dicho documento, además de hacer referencia a términos clave como *“patrimonio geológico”, “geotopo”, “geositio”, etc.*, incluye las acciones que conducen a garantizar la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico, tanto de naturaleza mueble como inmueble. Dentro de las medidas que regulan la gestión del patrimonio mueble se encuentran: el registro de bienes de interés geológico y paleontológico en el Inventario Nacional Geológico y Paleontológico (INGEP), así como la tenencia temporal, la movilización y/o exhibición dentro del territorio nacional, la exportación temporal y/o exhibición fuera del país de los mismos, además de la prohibición de comercializar los bienes de interés paleontológico. Por su parte, el patrimonio geológico y paleontológico inmueble está regulado bajo la figura de Zonas de Protección Patrimonial Geológica y Paleontológica (ZPPGP) y la respectiva autorización para realizar obras en dichas zonas. Adicional a esto, el decreto hace énfasis en los requisitos y condiciones específicas para la realización de actividades científicas de carácter paleontológico y por último modifica las funciones de la Dirección de Geociencias Básicas del SGC, dirección encargada de dar cumplimiento a este decreto, atribuyéndole labores específicas sobre la gestión integral de este patrimonio.

Por último, cabe mencionar que, aunque durante la construcción y oficialización de este decreto se evidenciaron algunas dificultades como lo fue la armonización de los estatutos frente a la Ley de Cultura, se trata sin duda de una herramienta que sienta unas bases sólidas para actuar en pro de la geoconservación en Colombia, postulándose como un modelo de referencia a nivel internacional en cuanto a protección legal del patrimonio geológico se refiere.

4.4 Iniciativas de geoconservación en curso

Colombia cuenta con un total de 1027 áreas protegidas (incluyendo los ámbitos de gestión nacional, regional y privado), dentro de las cuales 59 constituyen áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) (PNN, 2018) que representan el 13,9% del territorio nacional, siendo esta cobertura una de las más grandes del mundo en proporción al tamaño del país y ubicando a Colombia como el tercer país de América Latina con mayor número de parques nacionales después de Brasil y México. Restrepo & Rodríguez (2005) mencionan que gran parte de los parques nacionales de Colombia presentan un fuerte componente geológico y que varios de ellos como la Sierra Nevada de Santa Marta, el Volcán Galeras y Los Estoraques, deberían considerarse como parte del patrimonio geológico del

país. Sin embargo, tal y como ocurre en otras partes del mundo, estos no han sido declarados como áreas protegidas por sus características geológicas propiamente. A pesar de ello, Colombia ha encontrado en las áreas protegidas nacionales un soporte jurídico para instaurar medidas de conservación y gestión de los diversos elementos que componen el patrimonio geológico.

A partir de la reforma minero-energética del 2011, la geoconservación en Colombia adquiere una mayor relevancia al consolidarse un instituto de investigación cuyas funciones están encaminadas a desarrollar una estrategia de geoconservación nacional, lo que posiciona hoy en día al SGC como la entidad oficial a cargo de esta temática, contando con los recursos humanos, jurídicos y financieros para tal fin. Además de esto, existen disposiciones legales (artículo 105 del SINA) que otorgan al SGC funciones en materia ambiental, en específico aquella de complementar y apoyar *“las investigaciones y estudios del medio ambiente físico que tengan por objeto conocer la Tierra, su evolución, su dinámica, sus componentes y recursos...”* (MinAmbiente, 2013), lo cual representa una enorme oportunidad de participación por parte de esta institución en la gestión ambiental del país desde su esfera abiótica de actuación.

Dentro del SGC, el grupo de trabajo Museo Geológico e Investigaciones Asociadas es quien lidera la temática de patrimonio geológico (mueble e inmueble), cuya labor principal es aquella de custodiar, salvaguardar, promover y divulgar dicho patrimonio. Cabe mencionar además que las colecciones científicas que alberga el Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez del SGC constituyen el repositorio oficial de las colecciones geocientíficas de Colombia, cuyas piezas forman parte del patrimonio natural de la nación. A la fecha, el Grupo Museo Geológico e Investigaciones Asociadas ha impulsado proyectos relacionados a líneas de acción tales como la apropiación social del conocimiento en patrimonio geológico, la gestión del patrimonio geológico y paleontológico en algunas zonas específicas del país, la identificación y valoración de este patrimonio, y el apoyo a estrategias de geoconservación como lo son las iniciativas de geoparques.

El proyecto relacionado a la apropiación social del conocimiento en patrimonio geológico tiene como objetivo la prevención de tráfico ilícito del patrimonio geológico, así como la implementación de mecanismos de atención al ciudadano y la generación de actividades de divulgación dirigidas a generar conciencia en el público general sobre dicho patrimonio. Respecto al primer campo de acción el SGC adelanta continuamente capacitaciones a la Policía Nacional de Turismo, dirigidas al reconocimiento de elementos de interés patrimonial que son objeto de actividades ilícitas. A la fecha, este proyecto ha

dado sus frutos, ya que se han incautado varios fósiles de contrabando de origen extranjero, llevando a cabo su respectiva devolución al país de origen. Por otra parte, la segunda línea de acción de este proyecto incluye la generación de una plataforma virtual a través de la cual los ciudadanos pueden realizar los trámites relacionados a los bienes del patrimonio geológico y paleontológico mueble que contempla el Decreto 1253 de 2018. Por último, el tercer campo de acción se ha enfocado en la generación de material divulgativo, ya sea en formato digital o físico.

Por su parte, la gestión del patrimonio del Alto Ricaurte se ha llevado cabo a través de un proyecto piloto que incluye la designación de lugares de interés geológico y zonas de protección patrimonial, además de la realización de actividades que promueven la inclusión social y el desarrollo de estrategias económicas alternativas para las comunidades y actores sociales de esta región (SGC, 2018a). El Alto Ricaurte incluye municipios como Sáchica y Villa de Leyva, los cuales tienen una amplia tradición en hallazgos paleontológicos de relevancia internacional pero que también han sido afectados por acciones de vandalismo y tráfico ilícito de este material fósil. Por ello, se ve la necesidad de implementar medidas encaminadas hacia una gestión integral de este patrimonio, dentro de las cuales se destacan: atención a la comunidad frente a hallazgos fortuitos, visitas a museos de la región con el fin de brindar asesoría técnica en el manejo de las piezas paleontológicas, actividades encaminadas a fomentar un turismo responsable como la realización de georutas urbanas, entre otras.

En relación a la identificación, caracterización y valoración del patrimonio geológico de relevancia nacional y/o internacional, esta labor se ha desarrollado a partir de los documentos sobre bases conceptuales para el levantamiento del inventario nacional (García-Cortés et al., 2015) y la metodología de valoración de patrimonio geológico y paleontológico (IGME & SGC, 2016), ambos aportados por el IGME, institución que en el 2015 suscribió un convenio de cooperación con el SGC. Desde el 2016 se dio inicio a la identificación y valoración de geotopos en el departamento de Boyacá, dada la presencia de lugares de relevancia nacional e internacional y ante la necesidad de implementar una gestión adecuada de los elementos patrimoniales allí presentes, que son comúnmente objeto de acciones antrópicas negativas tales como el expolio, la construcción de infraestructura y el comercio ilícito, entre otros. A la fecha, se han identificado en este departamento 99 geotopos que representan 9 tipos de intereses en el área de las geociencias, siendo los principales el estratigráfico, el paleontológico y el geomorfológico respectivamente. En total, un 23% de ellos poseen un valor científico muy alto y por lo menos 3 de los 99 geotopos constituyen geositos potenciales.

Por último, el SGC se ha encargado de brindar apoyo técnico y científico a la iniciativa de Geoparque Volcánico del Ruiz (GVR), con miras a postularse ante la UNESCO para el reconocimiento como el primer geoparque de este tipo a nivel nacional. La propuesta de geoparque se localiza en la Cordillera Central de Colombia, entre los departamentos de Caldas, Tolima, Risaralda y Quindío, región que ejemplifica el patrimonio geológico, biológico y cultural de los Andes. Los lugares de interés geológico de este proyecto abarcan desde imponentes cuerpos volcánicos de relevancia internacional, que han incidido en la configuración actual de la Cordillera de los Andes, hasta vestigios de la actividad glaciaria reciente del trópico, que han sido relevantes para el estudio del cambio climático. Sin duda, los vínculos existentes entre la historia natural, el patrimonio y la sociedad hacen excepcional este territorio, a diferencia de otros lugares que atestiguan procesos volcánicos similares en el mundo. Enfocar la gestión del patrimonio enmarcado en este proyecto bajo los lineamientos de la UNESCO, representa una oportunidad no solo para promover el patrimonio geológico, la gestión del riesgo volcánico y la sensibilización frente al cambio climático, sino también para el fortalecimiento del tejido social y la construcción de la paz a través de la difusión de la ciencia y la cultura desde estrategias de conservación y educación que a su vez fomenten la articulación de alternativas económicas sostenibles tales como el geoturismo.

Además del proyecto GVR, existen en Colombia otras iniciativas de geoparques en diversas fases de desarrollo, dentro de las que se destacan la de la Reserva de Rio Claro en Antioquia y la del Chicamocha en Santander (Rios et al., 2017). Sin embargo, para un país geodiverso como lo es Colombia que cuenta con sitios del patrimonio geológico tan abundantes, el número de iniciativas como los geoparques encaminadas a promover la geoconservación, es escaso. Tavera et al. (2017) mencionan que esto se debe a que el carácter de 'geoparque' en el país ha sido reemplazado por figuras de protección de la naturaleza tales como reservas o parques nacionales, lo que demuestra una prevalencia en la protección del patrimonio natural biótico respecto al abiótico. Adicional a esto, se suma el hecho de que no exista un comité nacional de geoparques que coordine, promueva y asesore la creación de nuevos Geoparques Mundiales de la UNESCO en Colombia. Teniendo en cuenta esta situación, resulta pertinente plantear la promoción de iniciativas con enfoques similares a los abordados por los Geoparques Mundiales de la UNESCO, sin que cuenten necesariamente con el aval de la UNESCO. Por último, es de vital importancia dar a conocer a la comunidad los beneficios que puede aportar la figura de 'geoparque' a las poblaciones rurales, siendo necesaria una mayor divulgación de esta temática en el país. En este sentido, entidades como el SGC, MinAmbiente, la academia y demás organizaciones

que puedan tener un rol activo en este tipo de iniciativas, deben ser las encargadas de promocionar esta figura a lo largo y ancho del territorio nacional.

Respecto a los sitios incluidos en el listado de Patrimonio Mundial de la UNESCO, Colombia cuenta en la actualidad con 9 lugares inscritos (6 de categoría cultural, 2 de categoría natural y 1 de carácter mixto), de los cuales ninguno ha sido seleccionado en relación al criterio viii, referente a aspectos geológicos. Sin embargo, vale la pena resaltar que de los 16 lugares que conforman la lista tentativa de posibles sitios a ser nominados como patrimonio mundial, 4 de ellos (la Cuenca Baja del Río Chicamocha; el Desierto de la Tatacoa; el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, Parque Nacional Natural Tayrona y su Conjunto Arqueológico; y el Sur de la Provincia de Ricaurte) estarían nominados bajo categorías mixta y de paisaje cultural teniendo en cuenta dicho criterio. Cabe resaltar que algunos de los sitios incluidos tanto en la lista de nominados como en la de tentativos, poseen una relevancia geológica significativa, aunque la UNESCO no reconozca en ellos el cumplimiento del criterio viii. Como ejemplo claro de esto en Colombia, se encuentra el recién nominado a patrimonio mixto 'Parque Nacional Chiribiquete-La Maloca del Jaguar', en donde se localizan unas mesetas abruptas llamadas Tepuyes que son características del escudo guayanés y que representan una de las formaciones geológicas expuestas más antiguas del planeta. Esto demuestra una vez más, que el criterio viii es un requisito bastante restrictivo a la hora de evaluar el Valor Universal Excepcional de los posibles bienes del patrimonio mundial.

4.5 El papel de la geoconservación en el postconflicto

La Agenda 2030 sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) plantea una serie de objetivos, 17 en total (figura 8), los cuales promueven la erradicación de la pobreza extrema, el hambre, la educación de calidad, mejores servicios de salud, la protección del medio ambiente, la construcción de sociedades pacíficas, el cerramiento de brechas sociales en todo el planeta, así como la promoción de sociedades pacíficas y prósperas (PNUD, n.d.). Para Colombia, esto representa una gran oportunidad para aportar en el cumplimiento de tales objetivos, teniendo en cuenta que el mismo año en que estos objetivos se pusieron en marcha, se firmó el histórico acuerdo de paz entre las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) y el gobierno nacional.

Durante los últimos 50 años, el conflicto armado interno en Colombia ha dejado 7.620.114 víctimas (a septiembre de 2015), siendo el desplazamiento, los homicidios y las desapariciones forzadas los delitos con mayor número de víctimas que la violencia ha dejado en el país (Sanz et al., 2016). Según esta misma fuente, la violencia en Colombia ha resultado la trampa de pobreza más importante, lo cual se evidencia en datos que demuestran que el país ha perdido cerca de 30 años de producción de valor agregado por culpa del conflicto. De igual manera, y no menos preocupante, son las diferencias urbano-rurales que siguen generando resultados de desigualdad en todo el territorio nacional.

Frente a esta situación, se busca plantear el rol que la geoconservación puede llegar a tener en la consecución de varios de los ODS mencionados en el marco del post-conflicto. Sin duda, una estrategia clave de geoconservación que permitiría alcanzar estos objetivos es la creación de geoparques, como figuras que fungen como motor para el desarrollo socio-económico en regiones esencialmente rurales. Como objeto de este análisis se abordará el caso de la iniciativa nacional del GVR, territorio que como muchos otros ha sufrido la inclemencia del conflicto armado colombiano. Justamente, es su posición geográfica en el corazón de la Cordillera Central andina, la que hizo de este territorio un lugar estratégico para la permanencia y el tránsito de varios grupos armados ilegales, incluidas las FARC, de lado a lado de esta cordillera. A causa de esta situación, los municipios que conforman el área de este proyecto, resultaron aislados e incommunicados durante largos periodos de tiempo. Ante estos hechos, las comunidades locales han venido desarrollado estrategias entre las que sobresalen grupos de mujeres que asumieron la representatividad en Juntas de Administración Local (JAL), la promoción de iniciativas productivas, organizaciones de derechos humanos y otras expresiones locales que han construido la paz en el territorio que hoy habitan, a través de las voces de líderes campesinos, mujeres y jóvenes que hoy fortalecen el tejido social de la región (PNUD, 2015). Son precisamente estas iniciativas que plantean oportunidades de desarrollo territorial, las que se buscan potenciar mediante la figura de geoparque. Sin duda, el reconocimiento que daría UNESCO a este territorio, traería muchas oportunidades de negocio y empleo, generando así un mayor nivel de vida para las comunidades allí asentadas.

En un sentido más amplio, los geoparques aprovechan el potencial de la geodiversidad de un territorio evidenciando los beneficios que las personas pueden obtener a partir de los servicios geoeosistémicos. Gray (2011) clasifica estos servicios en cuatro categorías que son regulación, soporte, aprovisionamiento, conocimiento y cultural. Dentro de estos, los dos últimos guardan una estrecha relación con estrategias como los geoparques, al incluir aspectos como la calidad ambiental (p. ej.

paisajes terapéuticos), el geoturismo y el esparcimiento (p. ej. escalada de roca), el desarrollo social (p. ej. salidas de campo), el significado cultural, espiritual e histórico (p. ej. lugares sagrados), el conocimiento de la historia de la Tierra (p. ej. origen de las geoformas), la investigación (p. ej. estudio de fósiles), la educación y el empleo (p. ej. sitios clave usados por guías turísticos), entre otros. Es por ello, que un geoparque se debe concebir más que como un espacio geográfico, como una estrategia de desarrollo del territorio colombiano cuya implementación puede contribuir a la consecución de los ODS N° 1 y 16 de la agenda 2030 sobre la disminución de la pobreza y la promoción de sociedades en paz, además de otros objetivos tales como el N° 3 que busca asegurar vidas saludables y promover el bienestar de las personas, o el N° 4 sobre la educación de calidad, mediante programas educativos que promulguen la importancia de las geociencias y su relación con los demás aspectos patrimoniales del territorio (figura 8).



Figura 8. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda a 2030 planteados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Hoy en día los colombianos podemos transitar por sitios en los que en otra época era algo impensable de realizar. Asimismo, se abre todo un horizonte de nuevos lugares a ser explorados no solo para fines turísticos, sino para la ciencia misma. Zonas cuyo estudio no había sido posible debido al conflicto armado son ahora accesibles, lo que representa un campo de acción potencial para abordar desde las geociencias. Desde esa perspectiva, debemos asumir un rol responsable con el medio ambiente, promoviendo prácticas sostenibles de explotación de los recursos y de apropiación del conocimiento que conlleven a buenas prácticas de gestión de los mismos. Colombia es un país que camina hacia la paz y mediante estrategias de geoconservación como los Geoparques Mundiales de la UNESCO, puede

fomentar la visibilidad de sus valores y riquezas naturales ante la comunidad internacional, además de enviar un potente mensaje de resiliencia al mundo sobre un país que reconoce y aprende de su historia, y que construye el devenir de su territorio con y para sus comunidades.

5. Aportes al método de inventario del patrimonio geológico del Colombia

En la actualidad, Colombia constituye una de las referencias a nivel de Latinoamérica en el desarrollo de estrategias de geoconservación, teniendo en cuenta los avances y logros que se tienen a la fecha, los cuales han sido propiciados principalmente por el SGC, como lo son el avance de un inventario sistemático del patrimonio geológico a escala nacional; la existencia de una legislación propia que aborda directamente la gestión integral del patrimonio geológico de la Nación; el apoyo a iniciativas que promueven la geoconservación como lo es el proyecto aspirante a Geoparque Mundial UNESCO; y el desarrollo de actividades dirigidas a diferentes públicos encaminadas a fomentar la apropiación del conocimiento geocientífico.

Frente a los objetivos estratégicos del SGC, se considera necesario fortalecer el método de inventario que se viene implementando actualmente a nivel nacional, de modo tal que este incluya una serie de insumos estratégicos organizados a manera de pasos clave que garanticen la correcta implementación del INGEP (figura 9). Lo anterior, teniendo en consideración que la realización de este inventario es el primer paso crucial para la gestión integral del patrimonio geológico en Colombia y que en principio este debe ser de carácter dinámico. Para el desarrollo de la propuesta metodológica de inventario que se plantea en seguida, se tomaron como referencia los modelos de inventario aplicados en otros países tales como España, Portugal, Reino Unido, Francia y Brasil (Brilha, 2016; Brilha, 2009; De Wever et al., 2014; García-Cortés, 2008; Garcia et al., 2017; Lima et al., 2010; Wimbledon & Smith-Meyer, 2012).

El objetivo de este capítulo está orientado a discutir las líneas de acción que se consideran estratégicas para el desarrollo del inventario nacional de patrimonio inmueble, con miras a nutrir y consolidar una nueva versión del documento aportado por el IGME (García-Cortés et al., 2015) sobre las bases conceptuales para el desarrollo del inventario nacional geológico y paleontológico. Las propuestas desarrolladas en este trabajo están fundamentadas en las necesidades surgidas a partir de un primer proyecto piloto de inventario desarrollado por el SGC en el Departamento de Boyacá entre el año 2016 y 2017, en el cual se implementó una metodología de valoración del patrimonio geológico aportada por el IGME (García-Cortés et al., 2015; IGME & SGC, 2016). Asimismo, cabe resaltar que las propuestas realizadas, buscan responder a los lineamientos que establece el Decreto 1353 de 2018 frente a la consolidación del INGEP y, por consiguiente, los términos empleados, así como las directrices metodológicas se encuentran en concordancia con lo reglamentado en esa normatividad.

5.1 Directrices metodológicas

De acuerdo con García-Cortés et al. (2015), el Inventario Nacional Geológico y Paleontológico (INGEP) de Colombia se plantea como un inventario sistemático, en el sentido de Sharples (2002), o de reconocimiento avanzado (Carcavilla et al., 2007). Esto se traduce en la necesidad de recurrir a encuestas con metodologías claramente definidas a expertos en la geología del área bajo estudio. Este tipo de metodología contempla la valoración de los geotopos no solo debido a su valor intrínseco sino también a valores de uso como el científico, didáctico, turístico, etnológico, entre otros. Por su parte, la metodología propuesta en este trabajo considera la evaluación de los lugares teniendo en consideración tanto su valor científico, como el potencial de uso de los mismos para fines educativos y turísticos. Frente a esto, resulta importante tener clara la diferencia entre “valor” y “uso”, ya que por ejemplo el valor estético del lugar puede dar pie a un uso recreativo del mismo.

Además de la identificación y valoración de los geotopos, resulta indispensable llevar a cabo una evaluación de su estado actual teniendo en cuenta aspectos como el estado de conservación, la susceptibilidad de degradación que estos puedan presentar ante una posible amenaza natural o antrópica, además del uso que se les pueda dar. Por esto, es indispensable aplicar una serie de parámetros que permitan evaluar la susceptibilidad de degradación de los geotopos, así como realizar recomendaciones y acciones que favorezcan la preservación y uso sostenible de estos lugares en el tiempo. En este sentido, el INGEP se concibe como una herramienta útil para idear y establecer medidas de gestión y aprovechamiento de los geotopos, para lo cual el Decreto 1353 de 2018 dispone que los geotopos deben ser analizados de forma integral dando lugar a su identificación, localización, clasificación, definición de su valor intrínseco, potencialidad de uso y riesgo de degradación.

Por último, y en concordancia con la normatividad existente, esta metodología contempla la delimitación de los geotopos con miras a establecer medidas de gestión adecuadas y aplicables a la escala de trabajo específica. Sin embargo, se debe considerar que el territorio nacional se encuentra cartografiado geológicamente en su totalidad a escala 1:1.000.000 pero tan solo en un 60% a escala 1:100.000 (SGC, 2018c), por lo que la ejecución de este inventario presenta ciertas limitantes en zonas donde no se tiene un conocimiento profundo de la geología. A esta limitante se le suma la carencia de expertos en ciertas temáticas especializadas de la geología, si bien el país cuenta con aproximadamente una decena de programas educativos a nivel universitario con formación en geología. Teniendo en consideración lo anterior, resulta clave el desarrollo de un inventario de reconocimiento que abarque

en primera medida aquellas zonas donde se tiene un mayor conocimiento de la geología, como lo es la zona andina y el norte del país.

5.2 Propuesta para el desarrollo del inventario de patrimonio geológico inmueble

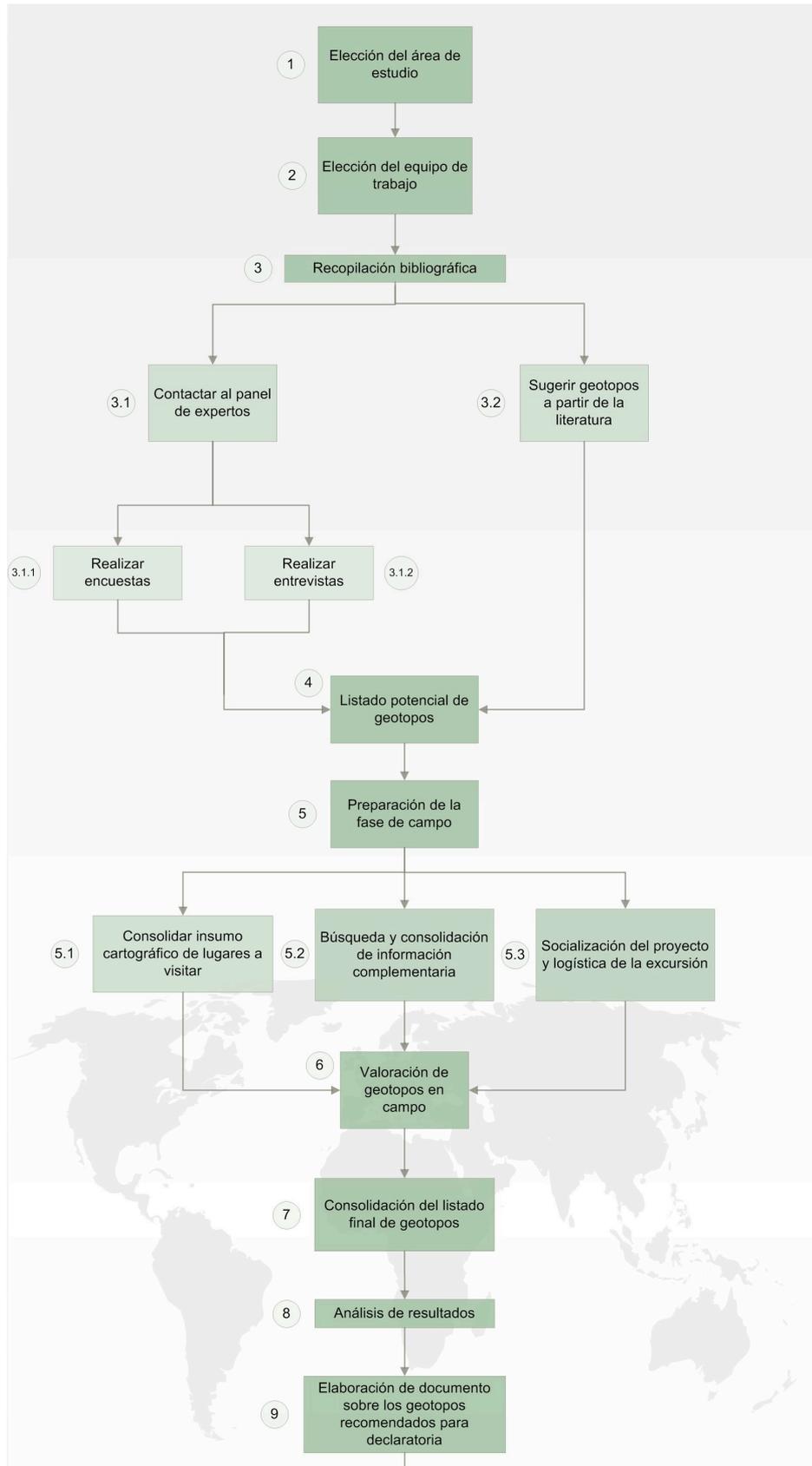
A la hora de abordar un inventario sistemático de patrimonio geológico, se considera indispensable establecer una base metodológica que conduzca a la valoración de geotopos, proceso que debe contar con la participación de un número significativo de colaboradores, cuyo rol debe estar bien definido desde un comienzo. Con miras a establecer un esquema de actores y acciones estratégicas para el desarrollo del método de inventario en Colombia, este subcapítulo plantea una secuencia sugerida (figura 9), conformada por quince pasos clave que describen el proceso de inventario desde las fases previas a la valoración de los lugares en campo, hasta el establecimiento de Zonas de Protección Patrimonial Geológica y Paleontológica (ZPPGP). Según el Decreto 1353 de 2018, estas zonas se definen como “*áreas de protección y aplicación de consideraciones especiales en virtud de la presencia de patrimonio geológico y/o paleontológico*”, representando la figura legal bajo la cual se rige el patrimonio geológico inmueble del INGEP.

Previo al desarrollo de cada uno de los pasos propuestos, es importante definir el tema, el valor y la escala del inventario de acuerdo con lo sugerido por Lima et al. (2010). En este caso, el tema que aborda el inventario es el patrimonio geológico inmueble de relevancia regional y nacional (geotopos) e internacional (geositios); los valores que involucra son el científico, educativo y turístico; la escala es nacional; y el uso que tiene se traduce en la implementación de una estrategia de geoconservación nacional.

1) Elección del área de estudio

De acuerdo con lo establecido en García-Cortés et al. (2015), el inventario sistemático de patrimonio geológico de Colombia debe abordarse en cada uno de los grandes dominios geológicos de Colombia. Dichos autores proponen utilizar como referencia los siguientes dominios geológicos de Colombia a escala supra-departamental: Cordillera Oriental, Cordillera Central, Cordillera Occidental, Serranía de Baudó, Cuenca del Atrato, Región Pacífica Meridional, Valle Medio y Superior del Magdalena, Valle del Cauca-Patía, Llanuras del Caribe, Sierra Nevada de Santa Marta, Península de la Guajira, Llanos Orientales-Orinoquía, Región de Amazonia, Islas y cayos del Caribe.

Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico



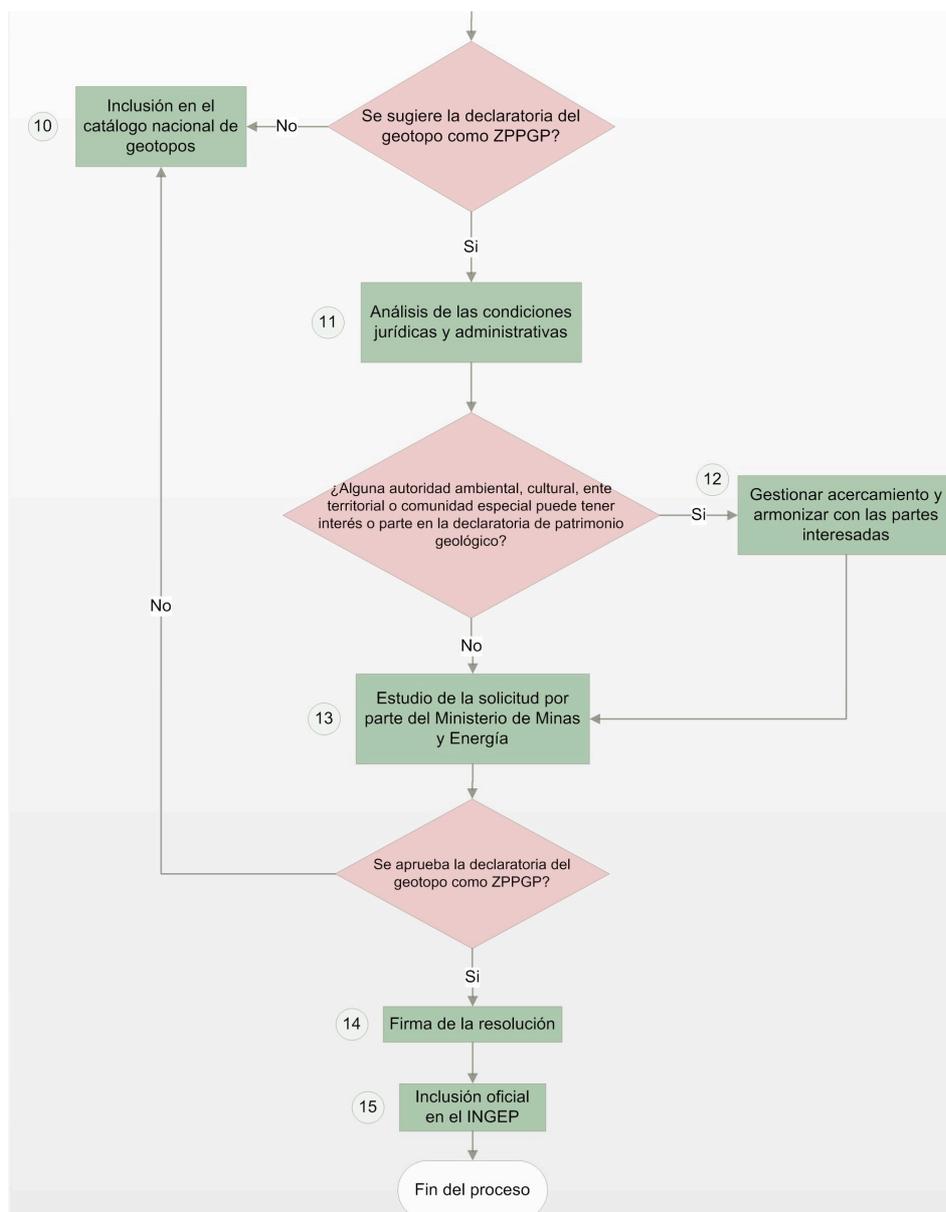


Figura 9. Flujograma con los pasos sugeridos para el proceso de inventario del patrimonio geológico colombiano

Si bien este mismo documento sugiere no abordar el inventario desde el punto de vista departamental, el proyecto piloto de Boyacá se llevó a cabo para poner a prueba la metodología aportada por el IGME, bajo la sugerencia de este mismo instituto de considerar nuevos subdominios para la clasificación geológica en ese ámbito territorial. A la fecha, los resultados obtenidos a partir de dicho proyecto demuestran que, si bien fueron definidos unos subdominios a escala departamental, es necesario abordar este inventario a partir de un marco geológico que permita ponderar la representatividad de los geotopos a escala regional y nacional, y no circunscribir los proyectos a límites administrativos.

Por su parte, los dominios geológicos propuestos por García-Cortés et al. (2015), no han sido consensuados con la comunidad científica a efectos de verificar su idoneidad para representar la geodiversidad del territorio nacional, por lo que esta propuesta merece ser discutida y analizada a fondo. Por consiguiente, se propone que el INGEP sea abordado a partir de dominios geológicos definidos, delimitados y justificados a partir del consenso entre el SGC y la comunidad geocientífica, atendiendo a la necesidad de identificar geotopos que sean representativos de la geología colombiana, a partir de la definición de las principales áreas temáticas relacionadas a los materiales y/o procesos geológicos que permitan el entendimiento de la historia geológica del país.

Para ello, se recomienda tener como base insumos cartográficos como lo son mapas de los terrenos geológicos de Colombia (Gómez et al., 2015), mapas geomorfológicos del país, así como la delimitación de Regiones Naturales de Colombia (Llinás, 2013) y la clasificación fisiográfica del terreno construidos con criterios geológicos de base como las geo-estructuras (Villota, 1997). Si bien esto involucra un arduo proceso que requiere del consenso entre la comunidad científica, se sugiere que el inventario nacional avance con miras a definir con rigurosidad aquellas áreas que constituyen los capítulos más representativos de la historia geológica del país (p. ej. la cuenca cretácica de la Cordillera Oriental) y que contribuyan a la consolidación a mediano y largo plazo de los dominios geológicos de Colombia.

Cabe mencionar que solo hasta culminar el inventario en todo el país, el nivel de importancia “nacional” de un geotopo tendrá carácter definitivo. Asimismo, la relevancia “internacional” que se le atribuya a los geositos representará tan solo una propuesta hasta no contar con un inventario (por lo menos a nivel de Suramérica) con el cual se puedan realizar análisis comparativos, tal y como se ha sugerido en proyectos a escala global como el Global Geosites (García-Cortés et al., 2015).

2) Elección del equipo de trabajo

Teniendo en cuenta que el INGEP debe tener un carácter universal y pluridisciplinar, la elección del equipo de trabajo debe contemplar personal experto dentro y fuera del SGC. Este listado incluye principalmente:

- ✓ Un coordinador científico del dominio geológico a inventariar quien debe ser el responsable de validar los geotopos representativos de dicho dominio.
- ✓ Expertos que harán parte de la comisión de inventario encargados de realizar la recopilación bibliográfica, la encuesta a expertos y de valorar los geotopos en campo.

- ✓ Panel de expertos colaboradores. Es posible que la conformación de este panel requiera de convenios interinstitucionales con universidades y centros de investigación. De acuerdo con García-Cortés et al. (2015), este panel debe contar con expertos en las siguientes ramas de la geología: 1. Geología regional (cartografía geológica), 2. Estratigrafía, 3. Sedimentología, 4. Geomorfología, 5. Cuaternario, 6. Paleontología de invertebrados, 7. Paleontología de vertebrados, 8. Paleobotánica y palinología, 9. Tectónica, 10. Petrología y geoquímica, 11. Vulcanología, 12. Metalogenia y recursos minerales, 13. Mineralogía y cristalografía y 14. Hidrogeología.
- ✓ De ser posible, contar con la participación de expertos en otras áreas del patrimonio natural y cultural, en casos donde la zona de estudio coincida con un área protegida de orden nacional o local, resguardos indígenas o sitios de interés cultural particular. Para ello, el SGC deberá entrar en contacto con las administraciones responsables, organismos públicos y de investigación de las áreas involucradas para solicitar la colaboración de los expertos que se estimen convenientes.

Previo a las labores de campo será indispensable llevar a cabo la socialización de la metodología de valoración con la comunidad científica, lo que garantiza que su aplicación sea consensuada e idóneamente replicable. En dichas socializaciones es importante dejar claro que el objetivo del inventario es aquel de representar la geodiversidad de una determinada área, mediante la identificación de materiales (rocas, sedimentos, suelos, minerales, fósiles, etc.) y de procesos activos que puedan tener un gran potencial para la investigación, la divulgación geocientífica y el geoturismo, entre otros.

3) Recopilación bibliográfica

La finalidad de la recopilación bibliográfica consiste en consolidar una línea base de información, que incluya un repositorio documental sobre los lugares potenciales que abordaría el inventario, así como el listado del panel de expertos colaboradores. Como parte del proceso de consulta a expertos (3.1), se incluye tanto la realización de encuestas (3.1.1), como la aplicación de entrevistas (3.1.2) que sigan un protocolo específico. Por su parte, se debe llevar a cabo una revisión juiciosa de la literatura del área de estudio (3.2), la cual resulta importante tanto para conocer el dominio geológico del área en estudio, como para alimentar el listado potencial de geotopos producto del aporte de los expertos que hayan hecho investigación en esa área.

Respecto al proceso de consulta a expertos a través de encuestas (3.1.1), García-Cortés et al. (2015) describen un protocolo detallado que utiliza la metodología de Delphi según la cual se deben realizar dos rondas diferentes de consulta y donde el número mínimo de expertos por cada una de las áreas temáticas representativas de la geología mencionadas es de 2 e idealmente de 7. Teniendo en cuenta que se proponen 14 especialidades diferentes, el número de expertos consultados debería oscilar entre 28 y 98, dependiendo de la disponibilidad de los mismos y del grado de geodiversidad que se presente en el dominio geológico considerado. De acuerdo con la experiencia adquirida en el proyecto piloto, se detectó que este proceso conlleva mucho tiempo y que en la mayoría de casos la disponibilidad de tiempo con la que cuentan los expertos no es suficiente para garantizar el diligenciamiento idóneo del formulario. Esto sumado a que la cantidad de expertos en los diferentes bloques disciplinarios puede no cumplir con las cifras ideales indicadas anteriormente, se plantea la necesidad de generar métodos de captura de la información más eficientes y sucintos. Para ello se propone el uso de formularios a través de plataformas virtuales como *Google Forms*, donde se incluyan una serie de datos mínimos, enunciados a continuación:

- ✚ Datos del experto: nombre, institución, profesión, especialidad, nivel de formación académica, justificación de su experticia en el dominio geológico considerado y grado de conocimiento personal del lugar propuesto
- ✚ Nombre del geotopo propuesto utilizando la denominación estándar indicada, es decir de acuerdo con el tipo de interés geológico principal, la edad del rasgo y haciendo mención a una referencia geográfica (ejemplo: "Yacimiento fosilífero del Devónico Medio en la Quebrada Monticelo")
- ✚ Localización del geotopo incluyendo departamento, municipio, topónimo y coordenadas
- ✚ Fotografía del geotopo
- ✚ Posible relevancia del geotopo a nivel regional, nacional e internacional
- ✚ Evaluación cualitativa de la representatividad, integridad, rareza y grado de conocimiento científico del geotopo en una escala de 1 a 5
- ✚ Descripción y justificación científica de la relevancia científica del geotopo
- ✚ Descripción y justificación de la relevancia educativa, turística y recreativa del geotopo (si la tiene)
- ✚ Evaluación cualitativa de las condiciones de acceso, siendo los rangos 1. Muy difícil (caminata mayor a una hora con alta exigencia física), 2. Difícil (Caminata de no más de una hora de alta

exigencia, o caminata de 2 horas o más con exigencia media a baja), 3. Medio (Caminata de dificultad media a baja no mayor a una hora). 4. Fácil (acceso directo por medio de vehículos 4x4) y 5. Muy fácil (acceso directo por medio de vehículo familiar o de transporte público).

- ✚ Descripción de la ruta de acceso y de las condiciones de seguridad
- ✚ Descripción de posibles amenazas naturales o antrópicas que representen un riesgo para la integridad del geotopo
- ✚ Referencias bibliográficas (a modo de cita o anexo)

Por otra parte, se sugiere contemplar la posibilidad de llevar a cabo entrevistas presenciales a expertos (3.1.2), ya que esto puede ser incluso más eficiente que realizar encuestas, siempre y cuando se implemente un protocolo de entrevistas adecuado. Dicho protocolo debe incluir una serie de preguntas mínimas y estratégicas que permitan guiar la entrevista acorde a los objetivos del inventario y permitir el uso de herramientas de captura de información adecuadas. Por ejemplo, si el experto desconoce las coordenadas exactas del lugar, resultaría estratégico poder contar con la ayuda de mapas de la zona actualizados y con herramientas virtuales de localización como *Google Earth* al momento de la entrevista, que permitan tener una idea aproximada de la ubicación del lugar. De cualquier forma, la decisión de emplear encuestas o entrevistas dependerá de cada caso, por ejemplo, si se considera que una visita presencial puede ser provechosa no solo para realizar la entrevista sino también para efectos de la socialización misma de la metodología, especialmente en aquellos casos donde haya lugar a convenios de cooperación interinstitucionales.

En cuanto a la consulta de literatura (3.2), es importante recurrir a diversos tipos de publicaciones ya sea geológicas (trabajos de grado, publicación en revistas científicas, memorias de planchas geológicas, memorias de eventos de geología, etc.), como no geológicas (libros-guía de excursiones científicas, guías de la naturaleza o de espacios naturales protegidos que tengan un rigor científico suficiente), así como información complementaria obtenida a partir de inventarios de patrimonio geológico preexistentes (García-Cortés et al., 2015).

Por último, se recomienda que todo el proceso de recopilación bibliográfica quede registrado en una base de datos que discrimine la información geológica recolectada según su tipología (presencial, virtual o consulta en literatura). Dado que esta información también puede brindar nociones sobre el panel de expertos colaboradores, es importante que quede consignado un listado de nombres potenciales de expertos a ser consultados durante las diversas fases del inventario.

4) Listado potencial de geotopos

Una vez realizado el proceso de recopilación bibliográfica se debe proceder a generar un listado potencial de geotopos del dominio geológico que se ha elegido inventariar, el cual debe enlistar los geotopos de forma organizada según su grado relativo de relevancia, de acuerdo con el análisis de la información previamente levantada.

5) Preparación de la fase de campo

La preparación previa a la fase de campo debe incluir al menos tres pasos clave que permitan una efectiva y apropiada captura de la información.

En primera instancia, se requiere consolidar un insumo cartográfico soportado en una plataforma de Sistema de Información Geográfica (SIG) con la localización (si no exacta aproximada) de los lugares a ser visitados y que facilite su reconocimiento en campo (5.1). De ser posible, se recomienda que previo a la excursión se estimen las dimensiones de los geotopos mediante el uso de sensores remotos. Esta delimitación debe ser refinada en campo cuando lo amerite y, eventualmente, la delimitación de los lugares deberá realizarse de forma detallada y rigurosa en aquellos casos donde uno o varios geotopos sean propuestos como ZPPGP, teniendo en cuenta que dicha delimitación representa un insumo vital para la construcción del plan de manejo que acompaña su declaratoria.

Un segundo paso clave que contribuye al efectivo diligenciamiento del formulario de valoración, es la búsqueda y consolidación previa de información complementaria no geológica (5.2), como lo es la consulta de planes de desarrollo y ordenamiento territorial (EOT's, POT's, POMCA, etc.), así como información referente a figuras de protección presentes en el área de estudio, uso de suelos, etc. El tiempo requerido para obtener esta información será variable dependiendo de la zona de estudio, por lo que resulta importante contar con líneas base de información proporcionadas por instituciones públicas para llevar a cabo este proceso de forma efectiva.

Por último, en concordancia a las actividades que se suelen realizar de manera previa a cualquier trabajo en campo, se recomienda establecer comunicación con las administraciones locales, entes territoriales, policía y ejército, entre otros, con el fin de dar a conocer las actividades que involucran el inventario, así como los objetivos y resultados esperados a partir de su ejecución (5.3). Asimismo, es importante que durante esta etapa se indague sobre las condiciones de acceso a la zona de estudio en

términos de infraestructura, seguridad y orden público, para así garantizar la toma de decisiones estratégicas para la realización del trabajo en campo.

6) Valoración de geotopos en campo

Para el análisis cuantitativo del valor científico, del posible uso educativo, del posible uso turístico, así como de la susceptibilidad de degradación de los geotopos, es importante recurrir a herramientas que permitan la captura, el almacenamiento y el procesamiento de la información. Para ello, resulta indispensable el desarrollo de una plataforma SIG que integre estos procesos en cada una de las fases del INGEP. Eventualmente, el desarrollo de una plataforma SIG facilitará la consulta sistemática de los datos, contribuyendo también a una visualización interactiva de los mismos.

En cuanto a la captura de la información, es importante contar con herramientas tales como *Survey123* o *Collector for Arcgis* que permiten no solo el uso de aplicativos móviles para diligenciar el formulario de valoración en campo, simplificando y agilizando este proceso, sino que además permite migrar con facilidad los datos registrados a un SIG. De esta forma, la información recolectada durante la fase de campo puede ser almacenada y asociada directamente al polígono de cada geotopo delimitado cartográficamente. Cabe resaltar que no toda la información que se consigna en el formulario de valoración de los geotopos se recolecta en campo, ya que una parte significativa requiere de ser diligenciada en la oficina, bien sea antes o posterior a la fase de campo. Esto presupone el uso de una *geodatabase* con diversas capas de información, de donde se pueda extraer la información solicitada en el formulario, como por ejemplo información referente al uso del suelo, la presencia de figuras de protección en la zona y la cercanía de otros elementos patrimoniales de interés, entre otros.

El análisis de la información puede involucrar diversas herramientas como *Insights for ArcGis* que además de generar mapas, permiten el análisis estadístico de la información con diversos tipos de salidas gráficas. Una herramienta como esta, permitiría por ejemplo llevar a cabo análisis comparativos entre los diferentes dominios geológicos inventariados. La utilización de un SIG facilitaría además que la información, una vez procesada, fuera divulgada y consultada por el público a través de un geovisor.

Por último, es importante aclarar que durante esta etapa del inventario pueden surgir nuevos geotopos que no hayan sido identificados en la bibliografía ni hayan sido propuestos por los expertos, por lo que se sugiere llevar estos casos a estudio y, de ser consensuada la importancia de incluirlos en el inventario, se deberá contemplar un plazo de tiempo adicional para llevar a cabo su respectiva

valoración. De igual forma, cuando se requiera realizar la cartografía de geotopos localizados en áreas que no estén cubiertas por la cartografía geológica a escala 1:100.000, se deberá contar también con plazos de tiempo adicionales para realizar un esbozo geológico de toda la superficie del lugar, tal y como lo recomiendan García-Cortés et al. (2015). Para llevar a cabo esta actividad, se recomienda contar con el apoyo de profesionales y expertos tanto del SGC, como de la academia y de centros de investigación.

7) Consolidación del listado final de geotopos

Una vez concluida la fase de campo se debe proceder a consolidar el listado final de los geotopos valorados, el cual debe contener los geotopos ordenados de acuerdo con su valor científico y con la susceptibilidad de degradación que estos presentan. A partir de esa lista, se definirán los geotopos que posean un elevado valor científico y sobre los que exista una mayor susceptibilidad de degradación, condiciones esenciales para ser propuestos como objetos de declaratoria bajo la figura de ZPPGP.

8) Análisis de resultados

El listado final de geotopos deberá ser revisado y analizado por el coordinador científico del dominio geológico en consideración, a fin de garantizar que los resultados obtenidos sean coherentes. En caso de no serlo, se debe revisar la metodología aplicada y analizar el porqué de los resultados para efectuar las modificaciones pertinentes. Eventualmente, el análisis de los resultados obtenidos también podría efectuarse por parte de una comisión de expertos en ciertas temáticas que conformen un comité o foro nacional de patrimonio geológico. Para establecer las temáticas principales que abordaría esta agrupación, se sugiere tomar como ejemplo la estructura de comités conformados en otros países. A continuación, se muestra una propuesta inicial de las líneas de acción que trataría el comité/foro nacional de patrimonio geológico:

- ✓ Tectónica, geología estructural y petrología metamórfica
- ✓ Geoquímica, mineralogía, petrología ígnea y metalogenia
- ✓ Estratigrafía, sedimentología y pedología
- ✓ Paleontología
- ✓ Geomorfología y geología del Cuaternario
- ✓ Vulcanología y amenaza geológica
- ✓ Hidrología, hidrogeología y climatología

9) Elaboración de documento sobre los geotopos recomendados para declaratoria

Posterior al análisis de los resultados el coordinador científico del dominio, eventualmente en colaboración con el grupo de expertos que conformen el comité/foro nacional de patrimonio geológico, debe emitir su concepto sobre los geotopos que considere deben ser declarados como ZPPGP, mediante un documento oficial que incluya tanto el listado de geotopos sugeridos para declaratoria, así como observaciones y recomendaciones entorno a la conservación, divulgación y cualquier otra información que pueda ser de interés para la gestión adecuada de dichos lugares.

10) Inclusión en el catálogo nacional de geotopos

Aquellos geotopos que no sean objeto de declaratoria como ZPPGP se incluirán en un catálogo nacional de geotopos que estaría disponible al público como insumo para el desarrollo de eventuales actividades de investigación, educativas, turísticas y recreativas, entre otras.

11) Análisis de las condiciones jurídicas y administrativas

Aquellos geotopos que sean susceptibles de ser objeto de declaratoria puede requerir un proceso de evaluación de las condiciones jurídicas y administrativas a tenerse en cuenta para efectuar su declaratoria como ZPPGP. Esto teniendo en cuenta que sobre los geotopos podrían recaer algunas restricciones que impidan o limiten su declaratoria, como por ejemplo estar ubicados en títulos mineros adjudicados o al interior del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), para lo cual el Decreto 1353 de 2018 dispone que en ese caso el SGC debe *“... generar recomendaciones en torno a la protección del Patrimonio Geológico y Paleontológico de la Nación a la autoridad ambiental administradora del área protegida, quien a su vez, las deberá incorporar en el plan de manejo ambiental de dicha área, en caso de que a ello hay lugar, y siempre y cuando las mismas no riñan con el régimen de usos del área protegida”*.

12) Gestionar el acercamiento y armonizar con las partes interesadas

En casos en los que alguna autoridad territorial, entidad pública o comunidad especial pueda tener interés o parte en la declaratoria de uno o varios geotopos, se debe gestionar la consulta a las partes involucradas de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Decreto 1353 de 2018.

13) Estudio de la solicitud por parte del Ministerio de Minas y Energía

El resultado que se obtenga a partir de las consultas realizadas se emitirá para estudio por parte del Ministerio de Minas y Energía, entidad nacional encargada de emitir las recomendaciones y conclusiones finales frente al proceso de declaratoria de una ZPPGP, teniendo en consideración que dicha declaratoria no debe efectuarse en zonas donde se adelanten actividades mineras, de hidrocarburos o energéticas.

14) Firma de la resolución

De no haber ninguna restricción o limitación para la declaratoria del o los geotopos, el SGC deberá proceder a evaluar la información recolectada y a efectuar la firma de la resolución que le(s) confiere oficialmente el estatus como ZPPGP. De acuerdo con el Decreto 1353 de 2018, el SGC debe establecer las condiciones para la conservación y protección de las ZPPGP, para lo cual se contempla la construcción de planes de manejo y protección de las áreas de interés, los cuales deben ser elaborados por las autoridades territoriales correspondientes en conjunto con el SGC. En casos donde haya lugar a zonas de interés arqueológico o áreas protegidas, la realización de dichos planes debe involucrar al ICANH y a las autoridades ambientales regionales correspondientes.

15) Inclusión oficial en el INGEP

Una vez efectuada su declaratoria, las ZPPGP entrarán a ser parte del INGEP y eventualmente podrán ser consultadas en la página web institucional del SGC por parte del público general.

Dado que el INGEP se concibe como un inventario dinámico, debe plantearse la posibilidad de eliminar e incorporar nuevos lugares con el tiempo. De acuerdo con lo descrito por García-Cortés et al. (2015), la actualización del INGEP se contempla mediante dos mecanismos. El primero de ellos es permante y puede ser llevado a cabo por iniciativa de una persona natural o institución que aporte propuestas concretas de nuevos geotopos, para lo cual se debe considerar que las personas puedan descargar desde la página institucional del SGC el formato descriptivo de valoración de los geotopos y, una vez diligenciado, puedan enviarlo al equipo de trabajo del SGC para el respectivo análisis de la propuesta. Como se mencionó anteriormente, la posibilidad de incorporar herramientas digitales y dispositivos móviles para facilitar la captura de información, permitiría que el público general también pueda hacer

uso de ellos, contribuyendo de esta forma a la captura y análisis eficiente de la información, tal y como sucede en Francia mediante el uso del software *iGéotope* (De Wever et al., 2014).

El segundo mecanismo plantea un procedimiento institucional para la actualización y consiste en reevaluar cada uno de los dominios geológicos considerados para obtener los nuevos geotopos representativos de cada dominio. Este proceso puede dar como resultado la eliminación de geotopos previamente incluidos en el INGEP, así como la inclusión de nuevos lugares. Dado que este mecanismo no puede llevarse a cabo antes de la finalización del INGEP, García-Cortés et al. (2015) sugieren actualizar el inventario en ciclos de 10 años. Sin duda, la implementación de un SIG asociado al inventario de patrimonio geológico de Colombia, facilitaría en gran medida la ejecución de este mecanismo de actualización.

Otras ventajas que brindaría el desarrollo de un SIG de patrimonio geológico en Colombia serían la generación de insumos para análisis cuantitativos y cualitativos de la biodiversidad del territorio nacional, de tal forma que esto contribuya a la propuesta de declaratorias de ZPPGP, geoparques, u otras figuras que promuevan la geoconservación. Dado que el seguimiento del estado de conservación de los geotopos es parte fundamental en cualquier estrategia de geoconservación, el SIG puede brindar las herramientas necesarias para documentar el monitoreo continuo de los lugares, para lo cual es fundamental que este brinde la posibilidad de incorporar nuevos indicadores del estado de conservación de los geotopos en el tiempo.

Como aporte final frente al proceso de inventario descrito se sugiere que, una vez concluido el proceso de validación por parte de todas las instancias involucradas sobre los geotopos que sean representativos de un determinado dominio geológico, se elabore una publicación científica donde se consigne:

- ✓ Mapa geológico del dominio inventariado a partir de la compilación de la cartografía a escala 1:100.000 (cuando no se cuente con cartografía a esta escala, incluir un esbozo de la geología del lugar)
- ✓ Mapa del dominio geológico con los respectivos geotopos y ZPPGP declaradas
- ✓ Caracterización científica del dominio geológico
- ✓ Descripción de los geotopos y de las ZPPGP

- ✓ Recomendaciones y lineamientos en torno a medidas de geoconservación para el uso científico, educativo y turístico de estos lugares

La anterior recomendación está encaminada a la realización de una serie de publicaciones periódicas conforme vaya avanzando el inventario nacional, que constituyan un soporte científico sobre el levantamiento del inventario y que sean un insumo no solo para el desarrollo de eventuales iniciativas de geoconservación como la creación de geoparques, sino además para la elaboración de planes de ordenamiento territorial, estudios de impacto ambiental, etc.

5.3 Aportes a la metodología de valoración de patrimonio geológico inmueble

La metodología de valoración del patrimonio geológico que se ha venido aplicando en Colombia desde el 2016, fue aportada por el IGME (García-Cortés et al., 2015; IGME & SGC, 2016). A partir del desarrollo del proyecto piloto en Boyacá, se vio la necesidad de generar ciertos ajustes que permitieran adaptarla a la realidad geográfica, científica y socio-económica de territorio nacional. En colaboración con el grupo de patrimonio geológico del SGC, la autora de este trabajo ha venido participando activamente en su adaptación y consolidación, con el fin de generar una nueva versión que acompañe la puesta en marcha del Decreto 1353 de 2018. Se espera que, en los meses a seguir, esta metodología sea consensuada con la comunidad geocientífica colombiana, teniendo en cuenta que las universidades y sus investigadores representan aliados estratégicos para la identificación del patrimonio geológico del territorio colombiano. De esta forma, se busca fortalecer la aplicación de la metodología de valoración del patrimonio geológico nacional y así aumentar paulatinamente el conocimiento científico en torno al entendimiento de la geología colombiana.

Este subcapítulo busca sustentar los cambios realizados a la metodología de valoración previa y además expone algunos puntos que no fueron integrados en la nueva versión de la metodología pero que, a consideración de la autora, merecen ser abordados. A continuación, se enuncian los principales aspectos sobre los cuales se abordaron las modificaciones:

- ✓ **Reducción de la cantidad de campos solicitados en el formulario de valoración**

Considerando que el diligenciamiento del formulario de valoración para cada geotopo era bastante extenso, se vio la necesidad de establecer unos datos de campo mínimos requeridos que permitan caracterizar el geotopo de forma sucinta. Dentro de los datos de campos mínimos se incluye

información base referente a la identificación, denominación, localización, justificación y descripción de cada geotopo, además de aspectos clave a tener en cuenta en su posible utilización para fines educativos y turísticos. La selección de los campos mínimos mencionados fue realizada teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas por la ASGMI (2018), de las cuales la autora de este estudio fue partícipe.

✓ **Definición de los principales intereses geológicos**

Los principales intereses geológicos fueron redefinidos teniendo en cuenta que estos deben corresponder a la tipología del rasgo o proceso geológico y no a su posible aplicación en estudios geocientíficos como lo son el cambio climático o la amenaza geológica. Por ejemplo, un interés vulcanológico o uno geomorfológico pueden dar lugar a estudios de riesgos geológicos. A continuación, se enuncian los tipos de interés geológico adoptados en la metodología propuesta, en concordancia con los planteados en el documento de la ASGMI (2018) (tabla 2).

INTERÉS GEOLÓGICO	EJEMPLOS
Estratigráfico	Localidad tipo de una formación; columna o sección stratigráfica; unidades cronoestratigráficas, litoestratigráficas o aloestratigráficas, entre otras.
Sedimentológico	Secciones con estructuras sedimentarias.
Geomorfológico	Geoformas producto de procesos de erosión o acumulación de diferente origen (glaciar, periglaciar, desértico, kárstico, fluvial, costero, astroblema, eólicas, entre otras).
Paleontológico	Fósiles (restos directos/indirectos), yacimientos paleontológicos, localidades tipo.
Tectónico-Estructural	Estructuras tectónicas (fallas, pliegues, estructuras deformacionales, entre otras) de escala variable.
Petrológico	Afloramientos de carácter ígneo-metamórfico. Litologías, composiciones y texturas particulares.
Vulcanológico	Edificios y estructuras de origen volcánico.
Mineralógico	Minerales, paragénesis, cristalizaciones, estructuras o texturas; localidades tipo y yacimientos minerales.
Pedológico	Secciones tipo de suelos.
Hidrogeológico	Fuentes, manantiales, surgencias, aguas termales, geysers, sumideros.

Tabla 2. Listado de los tipos de interés geológico incluidos en el formulario descriptivo de valoración de los geotopos con ejemplos de rasgos y procesos geológicos asociados a cada uno. Adaptado de ASGMI (2018).

✓ **Modificación de los enunciados**

La gran mayoría de las premisas de los parámetros de valoración fueron modificados, teniendo en cuenta la necesidad de adaptar los textos frente a aspectos tales como: el uso de expresiones poco frecuentes o en desuso en el léxico latino, la presencia de algunos términos que no son compatibles con los referidos en el decreto 1353 de 2018, la modificación de fondo de los contenidos y mejoras en su redacción para efectos de un fácil entendimiento de los enunciados. A continuación, se exponen las razones que justifican los cambios realizados en 25 de los 31 parámetros y el porqué de la inclusión de dos nuevos parámetros de valoración (tablas 3 y 4).

PARÁMETRO	JUSTIFICACIÓN
Representatividad	La adaptación de los enunciados responde a que la definición de dominios geológicos aún no está establecida en Colombia, por lo que este parámetro puede aplicarse temporalmente para determinar la representatividad del rasgo o proceso geológico en determinadas áreas de estudio donde se realice el inventario. Se sugiere abordar el inventario a partir del análisis de áreas enmarcadas en algún contexto geológico denominadas subdominios geológicos.
Carácter de localidad de referencia	Los cambios obedecen a la necesidad de hacer este parámetro menos restrictivo, ya que en Colombia hay pocas localidades de referencia establecidas a nivel internacional. Por su parte, la premisa para el valor 4 se ha ampliado a cualquier asociación internacional, pues no solo existen las localidades de referencia aceptadas por la IUGS y la IMA.
Grado de conocimiento científico	Las modificaciones responden a la necesidad de hacer las premisas más descriptivas y menos restrictivas. Además de los trabajos de grado y publicaciones en revistas científicas, se incluyen ahora resúmenes presentados en eventos académicos, así como informes técnicos y publicaciones científicas (p. ej. memorias de los mapas geológicos oficializados) realizadas por instituciones u organizaciones reconocidas.
Potencial de investigación relevante para las geociencias	Este nuevo parámetro fue incluido teniendo en cuenta que en el país existen geotopos de gran valor para las geociencias que, si bien no han sido estudiados, contienen un elevado potencial investigativo. Teniendo en cuenta que esta situación es bastante común en el territorio nacional, se identificó la necesidad de incluir un parámetro que permita dar mayor significancia a esos geotopos que previamente habían sido subvalorados, considerando que la metodología inicial otorgaba un peso significativo al “grado de conocimiento científico” del lugar. Las premisas del nuevo parámetro fueron elaboradas teniendo en cuenta el número y tipo de personas que pueden tener un criterio de evaluación sólido frente al potencial investigativo del geotopo. El personal que se contempló incluye a quien aplica la metodología de valoración del geotopo evaluado, el personal experto consultado durante la etapa inicial de recopilación bibliográfica y por último aquellos investigadores que son expertos en el interés geológico principal del geotopo.
Estado de conservación	Se redujo a 4 el número de premisas para efectos de homogeneizar el documento.

Condiciones de uso	El nombre de este parámetro ha sido modificado, teniendo en cuenta que la metodología anterior solo contemplaba las condiciones de observación del geotopo. Sin embargo, este parámetro ha sido reevaluado con miras a incluir otros factores que puedan llegar a limitar el uso científico (investigativo), educativo o didáctico del geotopo. En este sentido, las premisas incluyen ahora la evaluación de las condiciones físicas o legales que puedan representar un obstáculo para los usos mencionados.
Rareza	Este parámetro ha sido modificado en concordancia con las premisas para evaluar el parámetro de 'representatividad', al tomar como referencia para efectuar el análisis comparativo de la singularidad del rasgo o proceso geológico, un área de estudio determinada (subdominio geológico).
Diversidad geológica	La modificación de este parámetro responde a la necesidad de dar importancia no tanto al número de intereses geológicos involucrados, sino al número de rasgos y/o procesos geológicos en sí que estén presentes en el lugar, los cuales deben cumplir la condición de ser fácilmente distinguibles, además de relevantes.
Contenido/Usos didáctico	A diferencia de las premisas anteriormente propuestas para evaluar este parámetro, las actuales contemplan en un mismo rango de importancia el contenido didáctico y el uso actual que pueda tener el geotopo, en función del tipo de contenidos curriculares que este ilustre según los diferentes niveles educativos. Esto si se considera que el contenido didáctico del geotopo puede dar lugar automáticamente a un uso didáctico del mismo (si las condiciones del sitio así lo permiten).
Seguridad	Este parámetro ha sido incluido, ya que para la organización de visitas al lugar resulta indispensable evaluar las condiciones de seguridad con las que este cuenta. Con este parámetro se busca evaluar no solo la infraestructura física de seguridad que existe en el lugar, sino además la presencia de centros de salud en el perímetro, la posibilidad de acceder a redes móviles, así como las condiciones de orden público de la zona.
Resistencia a la degradación	Teniendo en cuenta que a mayor puntaje reciba este parámetro, menor es la fragilidad que presentan los rasgos y/o procesos geológicos evaluados, se ha optado por denominarlo de esta forma y no como "no fragilidad", ya que dicha denominación podría generar confusión. Adicionalmente, este parámetro busca evaluar el grado de afectación que puedan llegar a sufrir los rasgos o procesos geológicos evaluados, pero sin hacer énfasis únicamente a la litología de los materiales ya que puede darse el caso en que se deban valorar procesos geológicos activos.
Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural	El cambio en la redacción de la premisa correspondiente al valor 4, responde a la necesidad de atribuir el valor máximo a aquellos geotopos que guarden una relación directa con los elementos del patrimonio natural y/o cultural. Ejemplo de esto serían aquellos geotopos que resultan ser el sustento de un determinado ecosistema, que representan lugares sagrados para las comunidades, etc.
Contenido/Usos divulgativo	Las premisas anteriores se consideran poco adecuadas al emplear el término "nivel cultural" para indicar la capacidad de entendimiento de las personas sobre el lugar que busca ser divulgado. Por consiguiente, se sugiere hacer énfasis en el grado de formación que requiere tener el público para poder entender la importancia o utilidad de la geología. Por su parte, el puntaje mayor corresponde a un grado de dificultad muy bajo que permite al público general comprender con facilidad la geología del lugar.
Turismo y actividades recreativas	Los cambios realizados obedecen a la necesidad de diferenciar aquellos lugares que cuentan con potencial para realizar actividades bien sea turísticas o recreativas, de aquellos en los que ya existen actividades recreativas que pueden dar lugar a turismo organizado y, por último, aquellos que ya cuentan con turismo organizado.

Espectacularidad o belleza, Tamaño y Simbolismo	Las modificaciones de estos parámetros fueron realizadas con la intención de mejorar la redacción de los enunciados y corresponden a cambios de forma mas no de fondo.
Infraestructura logística, Densidad de población, Accesibilidad y Entorno socioeconómico	Las cifras de estos parámetros han sido ajustadas de acuerdo con las condiciones geográficas, demográficas, administrativas, viales etc. propias del territorio nacional.

Tabla 3. Listado de los parámetros utilizados para el cálculo del valor científico y el potencial de uso educativo y turístico de los geotopos que fueron modificados y su respectiva justificación.

PARÁMETRO	JUSTIFICACIÓN
Fragilidad	El nombre de este parámetro se mantuvo, ya que un mayor puntaje de este parámetro se traduce en mayor fragilidad de los rasgos y/o procesos geológicos evaluados. En cuanto a la modificación de los enunciados, estos se han realizado bajo la misma justificación expuesta para el parámetro denominado "resistencia a la degradación".
Tamaño, Amenazas naturales, Interés para la explotación minera o para la captación de agua, Proximidad a infraestructuras	Las modificaciones de estos parámetros fueron realizadas con la intención de mejorar la redacción de los enunciados y corresponden a cambios de forma mas no de fondo.
Vulnerabilidad al expolio	Los enunciados han sido modificados respondiendo a la necesidad de no restringir la valoración de este parámetro únicamente a los yacimientos paleontológicos. Las premisas propuestas involucran a todos los elementos geológicos del lugar que puedan tener un valor significativo y que sean escasos, en función de la facilidad con que pueden ser extraídos de su lugar de origen.
Accesibilidad, Densidad de población y Régimen de protección del lugar	Las cifras de estos parámetros han sido ajustadas de acuerdo con las condiciones geográficas, demográficas, administrativas, viales etc. propias del territorio nacional.
Protección física y/o indirecta	Las modificaciones de este parámetro buscan incluir una medida de protección indirecta complementaria en la premisa que recibe la puntuación de 1, correspondiente a la existencia de señalética disuasiva que puede impedir el deterioro del lugar. Si bien la efectividad de esta medida puede llegar a ser cuestionada, se sugiere comprobar su efectividad directamente en campo. De no serlo, lo recomendable es puntuar este parámetro con un valor de 2 o 4, según el caso.

Tabla 4. Listado de los parámetros utilizados para el cálculo de la susceptibilidad antrópica y natural de los geotopos que fueron modificados y su respectiva justificación.

✓ **Cambio en la ponderación de criterios**

Frente a los nuevos parámetros incluidos, así como la experiencia adquirida en inventarios previos, se vio la necesidad de modificar los pesos porcentuales de los parámetros. Para ello, fue necesario ponderar cualitativamente la relevancia de cada parámetro de acuerdo con los tres aspectos evaluados (valor científico y potencial de uso educativo y turístico) y con base en ello les fue asignado un valor sobre 100 según su peso relativo. Cabe resaltar que desde el punto de vista estadístico no se generó ninguna modificación a las fórmulas planteadas en la metodología inicial ni a los rangos de clasificación de los geotopos según su valor científico. Eventualmente estos rangos de clasificación podrán ser reconsiderados, a medida que avance el inventario nacional frente a la aplicación de esta nueva metodología de valoración.

✓ **Valoración de geotopos**

En el documento de García-Cortés et al. (2015) se establece que para valorar un geotopo se tienen en cuenta los siguientes criterios de acuerdo con Cendrero (1996): el valor intrínseco y el valor ligado a la potencialidad de uso. Esto da lugar a los tres conjuntos distinguibles de valoración de los geotopos de acuerdo con su interés o valor científico, didáctico y turístico-simbólico. Dichos autores presentan una tabla donde se definen los parámetros de valoración de los geotopos según la clase de valor o necesidad de protección a los que corresponden cada uno, definiéndose así 4 posibles agrupaciones: parámetros que evalúan el valor intrínseco (p. ej. representatividad, carácter de localidad tipo, estado de conservación, etc.), el valor intrínseco de uso (p. ej. contenido/uso divulgativo, contenido/uso didáctico, etc.), el valor de uso (p. ej. infraestructura logística, entorno socioeconómico) y el valor de uso y necesidad de protección (p. ej. accesibilidad, fragilidad, tamaño, etc.).

La propuesta metodológica aquí propuesta, aborda lo sugerido por Brilha (2016), según el cual el patrimonio geológico debe validarse con base en el valor científico, teniendo en cuenta que los datos científicos son los menos subjetivos para seleccionar los sitios más representativos de la historia evolutiva del planeta. El autor sugiere entonces, que cualquier geotopo de valor científico significativo debe ser conservado por lo que este representa en sí y no por su potencial de uso científico a corto plazo. Por consiguiente, se ha definido que los geotopos que integren el inventario de patrimonio geológico de Colombia deben ser seleccionados de acuerdo con el valor científico que obtengan, en una escala de 1 a 10. Solo aquellos que reciban un puntaje mayor a 7,5 serán susceptibles a ser

declarados como ZPPGP, según la prioridad de protección que estos requieran y las condiciones jurídico-administrativas que recaigan sobre ellos.

Adicionalmente, los geotopos también deben ser valorados teniendo en cuenta su potencial de uso para educación y turismo, con el fin de incrementar el impacto que estos puedan tener en la sociedad (Brilha, 2016). A diferencia del valor científico, los valores educativos y recreativos están estrechamente relacionados al uso del geotopo, ya que como lo menciona este autor, solo tiene sentido conservar un geotopo con valor educativo o turístico si este efectivamente va a ser empleado como recurso educativo o como atractivo turístico. En este sentido, se propone que los geotopos en Colombia sean valorados de acuerdo con los siguientes tres criterios: valor científico, potencial de uso educativo y potencial de uso turístico (Anexo II).

Si bien el artículo 2.2.5.10.3. del Decreto 1353 de 2018 establece que el SGC debe asignar un valor científico, educativo y/o cultural a los geotopos, se considera que lo correcto es determinar el potencial de uso turístico y no el potencial de uso cultural, ya que el valor cultural no necesariamente presenta un tipo de uso cultural automático, sino que se encuentra relacionado a la identidad cultural de una comunidad. Por su parte, la metodología propuesta contempla la valoración del aspecto cultural de los geotopos mediante el análisis de parámetros como “simbolismo” y “uso tradicional” que, junto con los demás parámetros que evalúan la facilidad de uso del geotopo, permiten determinar el potencial de uso del mismo para fines turísticos. Cabe resaltar que, para darle más relevancia al aspecto cultural de los geotopos, han sido asignados pesos mayores a los parámetros anteriormente mencionados, respecto a los demás parámetros evaluados.

En cuanto al establecimiento de la necesidad de protección de un geotopo, García-Cortés et al. (2015) indican que esta puede determinarse mediante el cálculo del riesgo de degradación, el cual se obtiene al computar el valor de cada geotopo con su respectiva susceptibilidad de degradación (natural o antrópica), entendida como la facilidad que este presenta para degradarse en función de su tamaño, su fragilidad y su vulnerabilidad. Esto considerando que el riesgo de degradación (R_D) busca medir el daño potencial sobre el patrimonio geológico, en función de la magnitud de las consecuencias de la degradación del lugar, por lo que el R_D resulta ser un indicador para priorizar actuaciones de conservación. Sin embargo, se sugiere reconsiderar lo anterior con base en lo propuesto por Brilha (2016), ya que el valor de un geotopo no está directamente relacionado a su vulnerabilidad, por lo que la susceptibilidad de degradación debe evaluarse de forma independiente al valor mismo del geotopo.

Cabe resaltar que, si bien ambos son aspectos fundamentales a la hora de definir estrategias de manejo para los geotopos, no se requiere computarlos en simultaneo para obtener un resultado numérico final.

Finalmente, se recomienda priorizar la conservación de los geotopos teniendo en cuenta en primera instancia la susceptibilidad de degradación ante las amenazas antrópicas, tal y como lo indican García-Cortés et al. (2015). Sin embargo no se considera prudente establecer una susceptibilidad de degradación global (S_D), como lo sugieren dichos autores, al promediar la susceptibilidad de degradación natural (S_{DN}) y antrópica (S_{DA}), ya que puede darse el caso en que un geotopo presente una elevada S_{DA} y por el contrario una baja S_{DN} , dando como resultado una S_D relativamente baja que podría dar pie a una interpretación equívoca haciendo creer que el geotopo no requiere de acciones urgentes de conservación o protección.

6. Conclusiones

El estado del arte de la geoconservación en Colombia demuestra que en los últimos años ha habido un notable aumento en el interés hacia la temática de patrimonio geológico, lo que se evidencia por ejemplo en la existencia desde el 2017 de una línea específica sobre dicha temática en el Congreso Colombiano de Geología que se realiza cada dos años en el país. Adicional a esto, la gestión integral del patrimonio geológico ha tomado un mayor impulso desde 2011 gracias al cambio de naturaleza jurídica del SGC, otorgándole funciones específicas a esta institución en materia de identificación, valoración, promoción y protección de este patrimonio. Esto representa sin duda un gran reto para un país, cuyo conocimiento geológico del territorio no es total, teniendo en cuenta que la investigación científica se ha visto limitada por condiciones geográficas, socio-económicas y de orden público principalmente. Ante esta situación, se deben crear estrategias de valorización, conservación y promoción del patrimonio geológico colombiano que a la vez contribuyan a subsanar las heridas de una sociedad que camina hacia la paz, a través de iniciativas como los geoparques que fomentan el desarrollo económico de las poblaciones rurales de forma sostenible. Una pieza fundamental en ese proceso es la identificación de la riqueza patrimonial geológica de Colombia, y es en este sentido donde se hace imperante contar con un método de inventario del patrimonio geológico estándar para el país.

Asimismo, es importante que exista una coordinación a nivel nacional en esta materia, por lo que se ve la necesidad de crear un comité nacional de patrimonio geológico que reúna instancias como el SGC, el Consejo Profesional de Geología, la Sociedad Colombiana de Geología, la academia y otros actores estratégicos para avanzar en el inventario nacional, de tal forma que se posicione más el patrimonio geológico en el país mediante el fomento de proyectos regionales y locales, generando más inclusión y compromiso por parte de la comunidad y de las autoridades, así como aportes económicos a estos proyectos a través de la sensibilización de los tomadores de decisiones. Eventualmente, tendrá que analizarse si la consolidación de este comité puede enmarcarse en iniciativas de orden internacional como lo es el Programa de Geociencias y Geoparques de la UNESCO o en programas de actuación regional a nivel de Latinoamérica, con la finalidad de consolidar una red de cooperación que permita a países como Colombia seguir avanzando en la construcción y priorización de investigación del patrimonio geológico, a partir de unas directrices sólidas establecidas por países que llevan una mayor trayectoria en dicha temática. Un ejemplo claro de este tipo de estrategias es la iniciativa que ha venido implementando la ASGMI, con la finalidad de generar lineamientos entorno al inventario, valoración y

protección del patrimonio geológico, así como un lenguaje unificado susceptible a ser aplicado por los diversos servicios geológicos en Iberoamérica.

A diferencia de otros países, Colombia cuenta desde 2018 con un instrumento legal que aborda de forma directa la protección del patrimonio geológico. Dicho instrumento ha sido el resultado de un arduo proceso colaborativo entre la comunidad académica, ministerios e institutos de investigación que además ha ido muy de la mano de la normatividad cultural del país, teniendo en cuenta la estrecha relación que guarda el patrimonio geológico (especialmente el paleontológico) con el patrimonio arqueológico. Si bien esto evidencia una situación común que se presenta en otros países, resulta indispensable articular la gestión del patrimonio geológico con la normatividad ambiental existente en Colombia, puesto que técnicamente se trata de una línea de acción en el ámbito del patrimonio natural y no del cultural. En este sentido, y ante la necesidad de abordar de manera holística la protección de la naturaleza integrando los componentes biótico y abiótico del entorno, se deben promover alianzas estratégicas con las autoridades nacionales ambientales a través de mecanismos como el SINA y la inclusión del patrimonio geológico dentro de los planes de manejo de las Áreas Protegidas Nacionales.

Como primera línea de acción en una estrategia de geoconservación para Colombia, se han expuesto en este trabajo las bases conceptuales metodológicas para la identificación, clasificación y valoración de patrimonio geológico de relevancia regional y nacional, con miras a construir una guía metodológica de inventario que sea replicable a lo largo y ancho del territorio nacional y que permita aunar esfuerzos en pro de un trabajo continuo y conjunto entre la entidad nacional encargada de velar por este patrimonio y otras instancias como lo son la academia y los centros de investigación del país. Una vez identificado este patrimonio, será posible encaminar los esfuerzos hacia su protección, conservación, divulgación y monitoreo, labores que deben ser acompañadas por expertos con formación en geoconservación y patrimonio geológico, temas que a la fecha no se encuentran incluidos en los programas curriculares de colegios y universidades del país.

La metodología de valoración presentada en este trabajo tiene en cuenta el valor científico para clasificar los geotopos y establecer su prioridad de protección, si se considera que los geotopos deben protegerse por su valor científico, independientemente del uso inmediato que estos puedan tener. Esto no sucede con el valor educativo y turístico de los geotopos, ya que su protección solo se justifica si estos van a ser utilizados para estos propósitos Brilha (2016). En este sentido se propone abordar el

potencial de uso educativo y turístico de los geotopos, a fin de definir si existen condiciones favorables para llevar a cabo estrategias didácticas o divulgativas entorno a estos lugares. En relación al cálculo del riesgo de degradación, la metodología presentada sugiere no computar el valor científico del geotopo con su respectiva susceptibilidad de degradación para obtener dicho valor, puesto que la capacidad de degradarse de un geotopo no depende directamente de su valor. Se recomienda entonces analizar estas dos variables de forma independiente, no sin antes descartar del todo la pertinencia de los rangos propuestos por la metodología aportada por el IGME basados en el cálculo del riesgo de degradación para determinar las prioridades de protección de los geotopos.

Por último, cabe resaltar que esta propuesta debe ser concebida como un insumo para seguir avanzando en la consolidación de una metodología que permita la identificación y valoración de aquellos rasgos y procesos geológicos que son fundamentales para el desarrollo de las geociencias en el país, metodología que por su naturaleza dinámica deberá seguir siendo adaptada y ajustada durante las etapas posteriores del inventario nacional. Adicionalmente, y como acción a corto plazo, se considera apropiado el desarrollo de un glosario y de una guía de uso que acompañe esta metodología, permitiendo de esta forma su correcta aplicación.

7. Referencias bibliográficas

- Alterio, I.; De Wever, P.; Egoroff, G. & Cornée, A. (2015). Comparison of some geological inventories in Europe. In "Actes du congrès international «Les inventaires du géopatrimoine»", Cornée, A.; Egoroff, G.; De Wever, P.; Lalanne, A. & Duranthon, F. (Eds), Mémoires hors-série de la Société géologique de France, 16, 33-42.
- ASGMI – Asociación de Servicios de Geología y Minería de Iberoamérica. (2018). Bases para el desarrollo común del Patrimonio Geológico en los Servicios Geológicos de Iberoamérica. 25p.
- Banrepultural - Red Cultural del Banco de la República en Colombia. (2015). SINA. [online] Disponible en internet vía: <http://www.banrepultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/sina> Visitado en julio de 2018
- Brilha, J. (2005). Património geológico e geoconservação : a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 190p.
- Brilha, J. (2009). Geological Heritage and Geoconservation in Portugal. In "Proceedings of the VIII European Geoparks Conference, New Challenges with Geotourism", Neto de Carvalho, C. & J. Rodrigues (Eds.), 31–35.
- Brilha J. (2012). Portugal. In "Geoheritage in Europe and its conservation", Wimbledon, W. & Smith-Meyer, S. (Eds), ProGEO, AIT Otta AS, 264-273.
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Brilha, J. (2018). Chapter 4 - Geoheritage: Inventories and Evaluation. In "Geoheritage: Assessment, Protection, and Management", Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), Elsevier, 69-85. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00004-6>
- Brown, E.; Evans, D.; Larwood, J.; Prosser, C. & Townley, H. (2017). Geoconservation and geoscience in England: a mutually beneficial relationship. *Proc. Geol. Assoc.*; 13p.
- Canet, C. (2018). Los geoparques en América Latina: una disertación desde la experiencia mexicana. In 1er Taller de Patrimonio Geológico de la ASGMI. Villa de Leyva, Colombia.
- Carcavilla, L.; López-Martínez, J. & Durán J. (2007). Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 360p.
- Carcavilla, L.; Durán, J.; García-Cortés, A. & López-Martínez, J. (2009). Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present, and Future. *Geoheritage* 1, 75-91. <https://doi.org/10.1007/s12371-009-0006-9>
- Carcavilla, L. & García-Cortés, A. (2014). Geoparques. Significado y funcionamiento. Instituto Geológico y Minero de España (IGME). 7p.
- Carcavilla, L.; Delvene, G.; Díaz-Martínez, E.; García-Cortés, A.; Lozano, G.; Rábano, I.; Sánchez, A. & Vegas, J. (2014). Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España (IGME). 21p.

- Carcavilla, L.; Martínez C. & García-Cortés, A. (2015). Guía de buenas prácticas para la gestión del patrimonio geológico y paleontológico de Colombia. Instituto Geológico y Minero de España en colaboración con el Servicio Geológico Colombiano (SGC). 62p.
- Cárdenas, J. & Restrepo, C. (2006). Patrimonio Geológico y Patrimonio Minero de la Cuenca Carbonífera del Suroeste Antioqueño, Colombia. Boletín de Ciencias de La Tierra, 18, 91–102.
<https://doi.org/10.1180/minmag.1991.055.378.17>
- Cendrero, A. (1996). Propuesta sobre criterios para la clasificación y catalogación del patrimonio geológico. In “El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización”, MOPTMA (Ed.), 29-38.
- COLCIENCIAS - Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo. [online] Disponible en internet vía:
http://www.colciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo Visitado en junio de 2018
- Colegial, J. D.; Piscioti, G. & Uribe, E. (2002). Metodología para la definición, evaluación y valoración del patrimonio geológico y su aplicación en la geomorfología glaciar de Santander (municipio de Vetas). Boletín de Geología, 24 (39), 121–135.
- De Wever, P.; Egoroff, G.; Cornée, A. & Lalanne, A. (Eds.). (2014). Géopatrimoine en France. In Mémoires hors-série de la Société géologique de France, 14, 180p.
- De Wever, P.; Alterio, I.; Egoroff, G.; Cornée, A.; Bobrowsky, P.; Collin, G.; Duranthon, F.; Hill, W.; Lalanne, A. & Page, K. (2015). Geoheritage, a National Inventory in France. Geoheritage 7(3), 205–247.
<https://doi.org/10.1007/s12371-015-0151-2>
- Díez-Herrero, A.; Vegas, J.; Carcavilla, L.; Gómez-Heras, M. & García-Cortés, Á. (2018). Chapter 24 - Techniques for the Monitoring of Geosites in Cabañeros National Park, Spain. In “Geoheritage: Assessment, Protection, and Management”, Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), Elsevier, 417-430.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00024-1>
- Egoroff, G.; De Wever, P.; Cornée, A. & Lalanne, A. (2016). The national geological heritage inventory in France. In “Actes du congrès international «Les inventaires du géopatrimoine»”, Cornée, A.; Egoroff, G.; De Wever, P.; Lalanne, A. & Duranthon, F. (Eds), Mémoires hors-série de la Société géologique de France, 16, 126-132.
- Ellis, N. (Ed); Bowen, D.; Campbell, S.; Knill, J.; Mckirdy, A.; Prosser, C.; Vincent, M. & Wilson, R. (2008). Contents of An Introduction to the Geological Conservation Review. [online] Disponible en internet vía: <http://jncc.defra.gov.uk/page-2965> Visitado en noviembre de 2017
- Farsani, N.; Coelho, C. & Costa, C. (2012). Geotourism and Geoparks as Gateways to Sociocultural Sustainability in Qeshm Rural Areas, Iran. Asia Pacific Journal of Tourism Research, 17 (1), 30-48
- García-Cortés, A. & Fernández-Gianotti, J. (2005). Estrategia del Instituto Geológico y Minero de España para el estudio y protección del Patrimonio Geológico y la Geodiversidad. In “Geociencias, recursos y patrimonios geológicos”, Lamolda, M. (Ed), IGME, 59-72.

- García-Cortés, A. (Ed.) (2008). Contextos geológicos españoles: una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional. Instituto Geológico y Minero de España, 235p.
- García-Cortés, A.; Gallego, E. & Carcavilla, L. (2012). Spain. In "Geoheritage in Europe and its conservation", Wimbledon, W. & Smith-Meyer, S. (Eds), ProGEO, AIT Otta AS, 334-343.
- García-Cortés, A.; Carcavilla, L.; Díaz-Martínez, E. & Vegas, J. (2014). Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Instituto Geológico y Minero de España, 64p.
- García-Cortés, A., Díaz, E., Vegas, J., & Carcavilla, L. (2015). Inventario Nacional Geológico y Paleontológico Bases Conceptuales, 96p.
- García, O. & Molina, J. (2009). El Desarrollo Sostenible en una Ruta Minera, el Centro provincial de gestión Minero Agroempresarial como una estrategia. In "Rutas Minerales en el Proyecto RUMYS", Carrión, P. (Ed.), 31–41.
- Garcia, M.; Brilha, J.; de Lima, F.; Vargas, J.; Pérez-Aguilar, A.; Alves, A.; Campanha, G.; Duleba, W; Faleiros F.; Fernandes, L.; Fierz, M.; Garcia, M.; Janasi, V.; Martins, L.; Raposo, M.; Ricardi-Branco, F.; Ross, J.; Filho, W.; Souza, C.; Bernardes-de-Oliveira, M.; Neves, B.; Neto, M., Christofolletti, S.; Henrique-Pinto, R.; Lobo H.; Machado, R.; Passarelli, C.; Perinotto, J.; Ribeiro, R. & Shimada, H. (2017). The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives. *Geoheritage* 10(2), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s12371-016-0215-y>
- GGN - *Global Geopark Network*. (2018). Distribution of GGN Members. [online] Disponible en internet vía: <http://www.globalgeopark.org/homepageaux/tupai/6513.htm> Visitado en agosto de 2018
- Gray, M. (2011). Other nature: Geodiversity and geosystem services. *Environmental Conservation*, 38(3), 271–274. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000117>
- Gray, M. (2013). *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, Second Edition. Wiley Blackwell, 508p.
- Gray, M. (2018). Chapter 1 - Geodiversity: The Backbone of Geoheritage and Geoconservation. In "Geoheritage: Assessment, Protection, and Management", Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), Elsevier, 13-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00001-0>
- Gómez, J.; Nivia, Á.; Montes, N.; Almanza, M.; Alcárcel, F. & Madrid, C. (2015). Notas explicativas: Mapa Geológico de Colombia. *Publicaciones Geológicas Especiales*, 33, 9–33.
- Gómez, M.; Valentín, C.; Cabrera, N.; Vivas, D., Gómez, M. & Salgado, E. (2017). Estado del arte del Patrimonio Geológico Colombiano. In XVI Congreso Colombiano de Geología. Santa Marta, Colombia.
- Gómez, M. (2018). Villa de Leyva, un punto de partida. "Lo hecho y por hacer." In 1er Taller de Patrimonio Geológico de la ASGMI. Villa de Leyva, Colombia.
- Gordon, J.; Crofts, R. & Díaz-Martínez, E. (2018). Chapter 12 - Geoheritage Conservation and Environmental Policies: Retrospect and Prospect. In "Geoheritage: Assessment, Protection, and Management", Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), Elsevier, 213–235. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00012-5>

- Guiomar, M. & Pages, J-S. (2012). France. In “Geoheritage in Europe and its conservation”, Wimbledon, W. & Smith-Meyer, S. (Eds), ProGEO, AIT Otta AS, 124-131.
- Henao, A. & Osorio, J. (2012). Propuesta metodológica para la identificación y clasificación del patrimonio geológico como herramienta de conservación y valoración ambiental. In Congreso Latinoamericano de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente. Santiago de Chile, Chile.
- Henao, A. & Osorio, J. (2015). Inventario del patrimonio geológico de la Reserva Natural Cañón del Río Claro, Antioquia, Colombia: identificación, clasificación y valoración. In “Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos”, Hilario, A.; Mendía, M.; Monge-Ganuzas, M.; Fernández, E.; Vegas, J. & Belmonte A. (Ed.), Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 18, 173–178.
- Henriques, M. & Brilha, J. (2017). UNESCO Global Geoparks: a strategy towards global understanding and sustainability. *Episodes*, 40 (4), 349-355 <http://dx.doi.org/10.18814/epiugs/2017/v40i4/017036>
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2018). [online] Disponible en internet vía: http://www2.igac.gov.co/igac_web/contenidos/plantilla_general_titulo_contenido.jsp?idMenu=212 Visitado en julio de 2018
- IGME & SGC – Instituto Geológico y Minero de España & Servicio Geológico Colombiano. (2016). Metodología de Valoración del Patrimonio Geológico y Paleontológico Inmueble (Geotopos y Geositios), 11p.
- IUGS - *International Union of Geological Sciences*. (2004). Annual Report of the International Union of Geological Sciences for 2003. [online] Disponible en internet vía: <http://iugs.org/uploads/images/PDF/Annual%20Report%202003%20IUGS.pdf> Visitado en noviembre de 2017
- Jaramillo, J.; Caballero, J. & Molina, J. (2014). Patrimonio geológico y geodiversidad: bases para su definición en la zona andina de Colombia: caso Santa Fe de Antioquia. *Boletín Ciencias de La Tierra*, (35), 53–66.
- Jaramillo, J.; Castro, N.; Caballero, J. & Molina, J. (2016). Colombia. In “Patrimonio geológico y su conservación en América Latina Situación y perspectivas nacionales”, Palacio, J.; Sánchez, J. & Schilling, M. (Eds.), Instituto de Geografía, UNAM, 18, 121–148.
- JNCC - *Joint Nature Conservation Committee*. (1977). Guidelines for Selection of Earth Science SSSIs. [online] Disponible en internet vía: <http://www.jncc.gov.uk/page-2317> Visitado en noviembre de 2017
- Lima, F. (2008). Proposta Metodológica para a Inventariação do Património Geológico Brasileiro. Dissertação de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação, Universidade do Minho, Braga. 91p
- Lima, F.; Brilha J. & Salamuni, E. (2010). Inventorying Geological Heritage in Large Territories: A Methodological Proposal Applied to Brazil. *Geoheritage* 2(3-4), 91–99. <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0014-9>

- Lima, F.; Schobbenhaus, C. & Nascimento, M. (2016). Brasil. In “Patrimonio geológico y su conservación en América Latina Situación y perspectivas nacionales”, Palacio, J.; Sánchez, J. & Schilling, M. (Eds.), Instituto de Geografía, UNAM, 18, 55-79.
- Llinás, R. (2013). Delimitación de las regiones naturales de Colombia. Sociedad Geográfica de Colombia, Colección Exposiciones Geográficas, 6, 104p.
- Lobo-guerrero, A. (1987). La geología de Colombia. INGEOMINAS, 8p.
- Marin, M. & Tavera, M. (2017). Georutas en los alrededores de Medellín una estrategia de divulgación científica y de valoración de sitios geodiversos. In XVI Congreso Colombiano de Geología. Santa Marta, Colombia.
- Mc Keever, P. & Zouros, N. (2005). Geoparks: Celebrating Earth heritage, sustaining local communities. *Episodes*, 28 (4), 274-278.
- Mc Keever, P.; Zouros, N. & Patzak, M. (2010). The UNESCO Global Network of National Geoparks: The George Wright Forum, 27 (1), 14 -18.
- Medina, W. (2012). Propuesta Metodológica para el Inventario del Patrimonio Geológico de Argentina. Dissertação de Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação, Universidade do Minho, 106p.
- Mercado, M. (1997a). Potencial Geoturístico, Municipio de La Peña, Cundinamarca. INGEOMINAS.
- Mercado, M. (1997b). Potencial Geoturístico, Municipio de Marmato, Caldas. INGEOMINAS.
- Mercado, M. (1999a). Patrimonio geológico de Colombia, fase cero, estructuración. INGEOMINAS.
- Mercado, M. (1999b). Patrimonio Geológico de Colombia: una propuesta preliminar para su inventario.
- MinAmbiente – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). Nuestra Ley Nuestro Sistema SINA, 15 Años: Edición Especial, Ley 99 de 1993. Villegas Editores, 189p.
- Miranda, F. & Lema, H. (2016). Argentina. In “Patrimonio geológico y su conservación en América Latina Situación y perspectivas nacionales”, Palacio, J.; Sánchez, J. & Schilling, M. (Eds.), Instituto de Geografía, UNAM, 18, 21-54.
- Moat, T.; Larwood, J. & King, A. (1999). A holistic approach to conserving the Earth’s natural heritage. In “Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia”, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, vol. LIV, 303-308.
- Molina, J. & Torres, H. (2012). Aproximación al Patrimonio Geológico y Geodiversidad en Santafé de Antioquia, Olaya y Sopetrán, Departamento de Antioquia, Colombia. *Boletín Ciencias de La Tierra*, 33, 23–34.
- Molina, J. & Mercado, M. (2003). Patrimonio Geológico Minero y Geoturístico. Enfoque conceptual y de casos en Colombia. In “Patrimonio Geológico y minero en el contexto del Cierre de Minas”, Villas-Bôas, R.; González, A. & Sá, G. de A. (Eds.), CETEM/IMAAC/CYTED, Rio de Janeiro, Brasil. 169-185.

- Mourgues, F.; Contreras, K.; Schilling, M.; Benado, J. & Partarrieu, D. (2016). Chile. In "Patrimonio geológico y su conservación en América Latina Situación y perspectivas nacionales", Palacio, J.; Sánchez, J. & Schilling, M. (Eds.), Instituto de Geografía, UNAM, 18, 81-120.
- Newsome, D. & Dowling, R. (2018). Chapter 17 - Geoheritage and Geotourism. In "Geoheritage: Assessment, Protection, and Management", Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), Elsevier, 305-321.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00017-4>
- Ólafsdóttir, R. & Dowling, R. (2014). Geotourism and Geoparks—A Tool for Geoconservation and Rural Development in Vulnerable Environments: A Case Study from Iceland. *Geoheritage*, 6 (1), 71-87.
<https://doi.org/10.1007/s12371-013-0095-3>
- Osorio, J. & Henao, A. (2011). Propuesta para la divulgación del inventario de reconocimiento del patrimonio geológico del Departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, Grupo de Investigación en Geología Ambiental GEA.
- Osorio, J.; Henao, A. & Rendón, A. (2015). Propuesta de ruta interpretativa del patrimonio geológico de la Reserva Natural Cañón del Río Claro, Antioquia - Colombia. In "Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos", Hilario, A.; Mendiola, M.; Monge-Ganuzas, M.; Fernández, E.; Vegas, J. & Belmonte A. (Ed.), Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 18, 425-430.
- Osorio, J.; Henao, A.; Rendón, A. Sándigo, M.; Quintero, J.; Cifuentes, L.; Jiménez, A. & Ramírez, S. (2017). Estrategia educativa y de divulgación del patrimonio geológico de La Reserva Natural Cañón del Río Claro, Antioquia-Colombia. In XVI Congreso Colombiano de Geología. Santa Marta, Colombia.
- Palacio, J.; Sánchez, J. & Schilling, M. (Eds) (2016). Patrimonio geológico y su conservación en América Latina. Instituto de Geografía, UNAM, 18, 266p.
- Pantoja, F. (2008). Ruta del Oro del suroccidente de Colombia: una Oportunidad Sostenible Minera y Natural. In "Rutas Minerales en el Proyecto RUMYS", Carrión, P. (Ed.), Cámara Ecuatoriana del Libro - Núcleo de Pichincha, 18–25.
- Pantoja, F. (2009). Ruta del Oro del suroccidente de Colombia, sector Nariño: una Oportunidad Sostenible Minera y natural-Segundo Informe. In "Rutas Minerales en el Proyecto RUMYS", Carrión, P. (Ed.), 43-50.
- Pereira, D.; Pereira, P.; Alves, M. & Brilha J. (2004). Geomorphological frameworks in Portugal - a contribution for the characterization of the geological heritage. In 32nd International Geological Congress, Abs. Vol., pt. 1, abs. 27-26, 142p.
- Pisciotti, G. (2001). Inventario y Catalogación del Patrimonio Geológico Aplicado al patrimonio Geomorfológico Glaciar de Santander. Inédito, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- PNN - Parques Nacionales Naturales. (2018). Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP. [online] Disponible en internet vía: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protégidas-sinap/registro-unico-nacional-de-areas-protégidas/> Visitado en junio de 2018

- PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (n.d.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. [online] Disponible en internet vía: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html> Visitado en julio de 2018
- PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). Tolima: Análisis de conflictividades y construcción de paz. [online] Disponible en internet vía: <http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/ourwork/crisispreventionandrecovery/analisis-de-conflictividades-y-construccion-de-paz.html> Visitado en julio de 2018
- ProGEO - Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (2017a). Digne-les-Bains declaration. [online] Disponible en internet vía: http://www.progeo.ngo/downloads/DIGNE_DECLARATION.pdf Visitado en noviembre de 2017
- ProGEO- Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico. (2017b). [online] Disponible en internet vía: http://www.progeo.pt/progeo_pt.htm Visitado en noviembre de 2017
- Ramalho, M.; Laiginhas, C.; Loureiro, M.; Silva, F. (2005). O projecto Geo-sítios e a divulgação do património geológico nacional. *Geonovas*, 19, 79-81.
- Rendón, A.; Henao, A. & Osorio, J. (2013). Propuesta metodológica para la valoración del patrimonio geológico, como base para su gestión en el Departamento de Antioquia – Colombia. *Boletín Ciencias de La Tierra*, 33, 85-92.
- Restrepo, C. (2003a). Áreas Naturales Protegidas y su relación con el Patrimonio Geomorfológico. In I Jornadas Iberoamericanas Sobre Patrimonio Geológico y Minero. Machala, Ecuador.
- Restrepo, C. (2003b). Estudio, análisis y valoración de las geoformas en una región de Antioquia para una política de conservación y protección ambiental del patrimonio territorial, paisajístico y geológico. Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.
- Restrepo, C. (2003c). Patrimonio Geomorfológico de la Región Central Antioqueña (Colombia). In IV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero. Utrillas, España, 229-238.
- Restrepo, C. (2003d). Propuesta metodológica para inventariar lugares de interés geomorfológico. In IX Congreso Colombiano de Geología. Medellín, Colombia.
- Restrepo, C. (2004). Patrimonio Geológico de las Salinas, Antioquia-Colombia. In Memorias del V Congreso Internacional Sobre Patrimonio Geológico y Minero. Sant Corneli-Cercs, España.
- Restrepo, C. & Rodríguez, Y. (2005). Estado del Patrimonio Geológico en Colombia. In Actas del VI Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero X Sesión científica de la SEDPGYM. León, España, 105-113
- Ríos, C.; Amorocho, R.; Villareal, C. & Castellanos, O. (2017). Geoparque Nacional del Chicamocha: estrategia para puesta en valor del patrimonio geológico, educación con pertinencia territorial, geoturismo y geoconservación. In XVI Congreso Colombiano de Geología. Santa Marta, Colombia.
- Rodríguez, Y. & Betancurth, L. (2005). Patrimonio Minero: un nuevo concepto del valor agregado de la minería en Colombia. In XII Congreso Colombiano de Minería. Medellín, Colombia.

- Romero, A. & Molina, J. (2008). Implementación de Prácticas Adecuadas para el Mejoramiento de la Productividad de la Minería Aurífera del Nordeste Antioqueño. In "Rutas Minerales en el Proyecto RUMYS", Carrión, P. (Ed.), Cámara Ecuatoriana del Libro - Núcleo de Pichincha, 28–38.
- Rutas Minerales y Sostenibilidad - RUMYS. (n.d.). Rutas minerales de Iberoamérica y ordenamiento territorial: un factor integral para el desarrollo sostenible de la sociedad. [online] Disponible en internet vía: <http://www.rumys.espol.edu.ec/informacion.asp?pagina=Informacion> Visitado en julio de 2018
- Sá, A.; Silva, E.; Rosado-González, E.; Melo, P. & Palacio-Prieto, J. (2017). Contribution for the discussion and new approaches about the development of UNESCO Global Geoparks in Latin America and the Caribbean – Oral presentation. In "14th European Geoparks Conference Abstracts Book", Lima, E.; Nunes, J.; Meirinho, P. & Machado, M. (Eds), Azores, Portugal, 143.
- Sanz, B.; Wartenberg, L.; Acosta, O.; Herrera, F.; Corredor, C.; Wilches, G.; De Zubiria, J.; Bernal, A. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible, Colombia: Herramientas de aproximación al contexto local. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD, 341p.
- SGC - Servicio Geológico Colombiano. (2018a). Patrimonio Geológico y Paleontológico. [online] Disponible en internet vía: <https://www2.sgc.gov.co/patrimonio/Paginas/patrimonio-geologico.aspx> Visitado en junio de 2018
- SGC - Servicio Geológico Colombiano. (2018b). Colombia. [online] Disponible en internet vía: <https://geored2.sgc.gov.co/geologia/Paginas/Colombia.aspx> Visitado en julio de 2018
- SGC - Servicio Geológico Colombiano. (2018c). Estado de la Cartografía Geológica, Escala 1:100.000. [online] Disponible en internet vía: http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Estado_Cartografia_Geologica/ Visitado en septiembre de 2018
- Sharples, C. (ed.) (2002). Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks & Wildlife Service website – Version 3, 79 p.
- Tavera, M. (2015). Evaluación e implementación de una propuesta de patrimonio geológico en el Parque Nacional Natural Los Nevados Cordillera Central colombiana. In "Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos", Hilario, A.; Mendía, M.; Monge-Ganuzas, M.; Fernández, E.; Vegas, J. & Belmonte A. (Ed.), Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 18, 179-183.
- Tavera, M.; Errázuriz, C. & Hermelin, M. (2017). Georutas o itinerarios geológicos : un modelo de geoturismo en el Complejo Volcánico Glaciar Ruiz-Tolima, Cordillera Central de Colombia. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 26(2), 219-240. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v26n2.59277>
- Thomas, B. A. & Cleal, C. J. (2012). United Kindom. In "Geoheritage in Europe and its conservation", Wimbledon, W. & Smith-Meyer, S. (Eds), ProGEO, AIT Otta AS, 392-403.
- Torres, H.; Jaramillo, J.; Molina, J. & Caballero, J. (2012). Patrimonio geológico y geodiversidad en Santa Fe de Antioquia y Olaya, departamento de Antioquia, Colombia. In XIII Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero. Manresa, España, 289-298.

- Trenkamp, R.; Kellogg, J.; Freymueller, J. & Mora, H. (2002). Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations. *Journal of South American Earth Sciences*, 15(2), 157-171. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(02\)00018-4](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(02)00018-4)
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. [online] Disponible en internet vía: <http://whc.Unesco.org/archive/convention-es.pdf> Visitado en noviembre de 2017
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2001). Decisions adopted by the Executive Board at its 161st session. [online] Disponible en internet vía: <http://unesdoc.Unesco.org/images/0012/001229/122959E.pdf> Visitado en noviembre de 2017
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2012). Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. [online] Disponible en internet vía: <https://whc.Unesco.org/archive/opguide12-en.pdf> Visitado en noviembre de 2017
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2015a). Statutes of the International Geoscience and Geoparks Programme. [online] Disponible en internet vía: <http://unesdoc.Unesco.org/images/0026/002606/260675e.pdf> Visitado en noviembre de 2017
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2015b). Hacia una Red de Geoparques Latinoamericanos y del Caribe [online] Disponible en internet vía: <http://www.Unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/GEO-PropuestaCreacionRedGeoparquesLAC-2015.pdf> Visitado en noviembre de 2017
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2017). Los Geoparques Mundiales de la UNESCO: Celebrando el Patrimonio de la Tierra, Sosteniendo las Comunidades Locales [online] Disponible en internet vía <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243650S.pdf> Visitado en octubre de 2018
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2018a). UNESCO Global Geoparks. [online] Disponible en internet vía <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/> Visitado en marzo de 2018
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2018b). Sobre la UNESCO. [online] Disponible en internet vía: <http://www.Unesco.org/new/es/Unesco/about-us/who-we-are/introducing-Unesco/> Visitado en marzo de 2018
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2018c). Proteger el patrimonio y fomentar la creatividad. [online] Disponible en internet vía: <https://es.Unesco.org/themes/proteger-patrimonio-y-fomentar-creatividad> Visitado en mar de 2018
- UNESCO - *United Nations Organization for Education, Science and Culture*. (2018d). World Heritage List. [online] Disponible en internet vía: <https://whc.unesco.org/en/list/> Visitado en octubre de 2018
- Villota, H. (1997). Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno. *CIAF*, 15(1), 83–117.
- Wimbledon, W.; Benton, M.; Bevins, R.; Black, G.; Bridgland, D.; Cleal, C.; Cooper, R. & May, V. (1995). The development of a methodology for the selection of british geological sites for conservation: Part 1. *Modern Geology*, 20, 159-202.

- Wimbledon, W.; Ishchenko, A.; Gerasimenko, N.; Alexandrowicz, Z.; Vinokurov, V.; Liscak, P.; Vozar, J.; Vozarova, A.; Bezak, V.; Kohut, M.; Polak, M.; Mello, J.; Potfaj, M.; gross, P.; Elecko, M.; Nagy, A.; Barath, I.; Lapo, A.; Vdovets, M.; Klincharov, S.; Marjanac, L.; Mijovic, D.; Dimitrijevic, M.; Gavrilovic, D.; Theodossiou-Drandaki, I.; Serjani, A.; Todorov, T.; Nakov, R.; Zagorchev, I.; Perezgonzalez, A.; Benvenuti, M.; Boni, M.; Brancucci, G.; Bortolami, G.; Burlando, M.; Costantini, E.; D'Andrea, M.; Gisotti, G.; Guado, G.; Marchetti, M.; Massoli-Novelli, R.; Panizza, M.; Pavia, G.; Poli, G.; Zarlenga, F.; Satkunas, J.; Mikulenas, V.; Suominen, V.; Kananoja, T.; Lehtinen, M.; Gonggrijp, G.; Look, E.; Grube, A.; Johansson, C.; Karis, L.; Parkes, M.; Raudsep, R.; Andersen, S.; Cleal, C. & Bevins, R. (1998). A first attempt at a geosites framework for Europe: an IUGS initiative to support recognition of World Heritage and European geodiversity. *Geologica Balcanica*, 28 (3-4), 5-32.
- Wimbledon, W. (1999). GEOSITES - an International Union of Geological Sciences initiative to conserve our geological heritage. *Polish Geological Institute Special Papers*, 2, 5-8.
- Wimbledon, W.; Andersen, S.; Cleal, C.; Cowie, J.; Erikstad, L.; Gonggrijp, G.; Johansson, C.; Karis, L. & Suominen, V. (1999). Geological World Heritage: GEOSITES - a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation. In "Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia", Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, vol. LIV, 45-60.
- Wimbledon, W.; Ishchenko, A.; Gerasimenko, N.; Karis, L.; Suominen, V.; Johansson, C. & Freden, C. (2000). Geosites- an IUGS initiative: science supported by conservation. In "Geological Heritage: its conservation and management", Baretino D.; Wimbledon W. & Gallego E. (Eds), 69-94.
- Wimbledon, W. & Smith-Meyer, S. (Eds.). (2012). *Geoheritage in Europe and its conservation*. ProGEO, AIT Otta AS, 405p.
- Zouros, N. (2004). The European Geoparks Network: Geological heritage protection and local development. *Episodes*, 27 (3), 165-171.
- Zwoliński, Z.; Najwer, A. & Giardino, M. (2018). Chapter 2 - Methods for Assessing Geodiversity. In "Geoheritage: Assessment, Protection, and Management", Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), Elsevier, 27-52. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00002-2>

ANEXO I: LISTADO DE PUBLICACIONES SOBRE EL PATRIMONIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

NOMBRE DE LA PUBLICACIÓN	AUTOR/AUTORES	TEMÁTICA PRINCIPAL	AÑO DE PUBLICACIÓN	DEPARTAMENTO
POTENCIAL GEOTURÍSTICO, MUNICIPIO DE LA PEÑA, CUNDINAMARCA	MARGARET MERCADO	GEOTURISMO	1997	CUNDINAMARCA
POTENCIAL GEOTURÍSTICO, MUNICIPIO DE MARMATO, CALDAS	MARGARET MERCADO	GEOTURISMO	1997	CALDAS
EL PATRIMONIO GEOLÓGICO-MINERO DEL EJE CAFETERO CUENCA DEL RIO CHINCHINA – COLOMBIA	LILIANA BETANCURTH	INVENTARIO	1999	CALDAS
PATRIMONIO GEOLÓGICO DE COLOMBIA: UNA PROPUESTA PRELIMINAR PARA SU INVENTARIO	MARGARET MERCADO	METODOLOGÍA	1999	N/A
PATRIMONIO GEOLÓGICO DE COLOMBIA, FASE CERO, ESTRUCTURACIÓN	MARGARET MERCADO	METODOLOGÍA	1999	N/A
LA GEOLOGÍA CIENCIA Y CULTURA	LEOPOLDO GONZÁLEZ OVIEDO, VICTOR LAVERDE EASTMAN, RAFAEL ENRIQUE DUARTE RODRÍGUEZ	DIVULGACIÓN	2001	N/A
INVENTARIO Y CATALOGACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO APLICADO AL PATRIMONIO GEOMORFOLÓGICO GLACIAR DE SANTANDER	GENEVIEVE PISCIOTTI	INVENTARIO	2001	SANTANDER
METODOLOGIA PARA LA DEFINICION, EVALUACION Y VALORACION DEL PATRIMONIO GEOLOGICO Y SU APLICACIÓN EN LA GEOMORFOLOGIA GLACIAR DE SANTANDER (MUNICIPIO DE VETAS)	JUAN DIEGO COLEGIAL, GENEVIEVE PISCIOTTI, ELIECER URIBE	METODOLOGÍA	2002	SANTANDER
PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO Y GEOTURÍSTICO. ENFOQUE CONCEPTUAL Y DE CASOS EN COLOMBIA.	JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR, MARGARET MERCADO	METODOLOGÍA	2003	N/A
ESTUDIO, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS GEOFORMAS EN LA REGIÓN CENTRAL ANTIOQUEÑA, PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y TERRITORIAL	CATALINA RESTREPO MARTINEZ	INVENTARIO	2003	ANTIOQUIA
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y SU RELACIÓN CON EL PATRIMONIO GEOMORFOLÓGICO	CATALINA RESTREPO MARTINEZ	OTRO	2003	N/A
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA INVENTARIAR LOS LUGARES DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO	CATALINA RESTREPO MARTINEZ	METODOLOGÍA	2003	N/A
PATRIMONIO GEOMORFOLÓGICO DE LA REGIÓN CENTRAL ANTIOQUEÑA (COLOMBIA)	CATALINA RESTREPO MARTINEZ	INVENTARIO	2003	CALDAS, CUNDINAMARCA
PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LAS SALINAS, ANTIOQUIA-COLOMBIA	CATALINA RESTREPO MARTINEZ	INVENTARIO	2004	ANTIOQUIA

Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico

GEOLOGIA SOCIAL COMO ELEMENTO EDUCATIVO PARA EL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD	MARIE JOELLE GIRAUD LOPEZ	DIVULGACIÓN	2005	N/A
ESTADO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN COLOMBIA	CATALINA RESTREPO MARTINEZ, YOHANA RODRIGUEZ VEGA	ESTADO DEL ARTE	2005	N/A
PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO MINERO PARA LA EMPRESA CEMENTOS EL CAIRO	BEATRIZ ORDOÑEZ	OTRO	2005	ANTIOQUIA
VALORACIÓN TURÍSTICA DEL SISTEMA KÁRSTICO DE LA DANTA	CLAUDIA MESA, CATALINA RESTREPO MARTÍNEZ	GEOTURISMO	2005	ANTIOQUIA
PATRIMONIO MINERO: UN NUEVO CONCEPTO DEL VALOR AGREGADO DE LA MINERÍA EN COLOMBIA	YOHANA RODRÍGUEZ, LILIANA BETANCURTH	OTRO	2005	N/A
PATRIMONIO GEOLOGICO Y PATRIMONIO MINERO DE LA CUENCA CARBONIFERA DEL SUROESTE ANTIOQUEÑO, COLOMBIA	JORGE IGNACIO CARDENAS, CATALINA RESTREPO MARTINEZ	INVENTARIO	2006	ANTIOQUIA
IMPLEMENTACION DE PRÁCTICAS ADECUADAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MINERÍA AURÍFERA DEL NORDESTE ANTIOQUEÑO	ANTONIO ROMERO, JORGE MOLINA	GEOTURISMO	2008	ANTIOQUIA
RUTA DEL ORO DEL SUROCCIDENTE DE COLOMBIA: UNA OPORTUNIDAD SOSTENIBLE MINERA Y NATURAL	FREDDY PANTOJA TIMARÁN	GEOTURISMO	2008	NARIÑO, VALLE DEL CAUCA
GERARDO BOTERO: MEMORIA Y ESPÍRITU CIENTÍFICO DE LA FACULTAD DE MINAS	RODRÍGUEZ	INVENTARIO	2008	N/A
ITINERARIO GEOLÓGICO DEL BASAMIENTO CRISTALINO DE LA REGIÓN, SUROCCIDENTE DEL MACIZO DE SANTANDER	CARLOS ALBERTO RIOS REYES, OSCAR MAURICIO CASTELLANOS ALARCON	INVENTARIO	2008	SANTANDER
EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN UNA RUTA MINERA. EL CENTRO PROVINCIAL DE GESTIÓN MINERO AGROEMPRESARIAL COMO UNA ESTRATEGIA	OSEAS GARCIA, JORGE MOLINA	GEOTURISMO	2009	ANTIOQUIA
RUTA DEL ORO DEL SUROCCIDENTE DE COLOMBIA: UNA OPORTUNIDAD SOSTENIBLE MINERA Y NATURAL - SEGUNDO INFORME	FREDDY PANTOJA TIMARÁN	GEOTURISMO	2009	NARIÑO, VALLE DEL CAUCA
MESA DE BARICHARA - PATRIMONIO GEOLÓGICO DE COLOMBIA	FRANCISCO VELANDIA, NADIA ROJAS	DIVULGACIÓN	2010	SANTANDER
PROPUESTA PARA LA DIVULGACIÓN DEL INVENTARIO DE RECONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA - COLOMBIA CASO APLICATIVO.	ANGELA HENAO, JUAN OSORIO	DIVULGACIÓN	2011	ANTIOQUIA
GEOMETRO OR HOW TO DISCOVER A VALLEY'S GEOMORPHOLOGY BY AN INTEGRATED TRANSPORTATION SYSTEM IN MEDELLIN (COLOMBIA)	CLAUDIA AGUIRRE MINVIELLE, MICHEL HERMELIN	GEOTURISMO	2011	ANTIOQUIA

Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico

FOSILIZ-ARTE: UNA EXPERIENCIA EN EL MUNICIPIO DE FLORESTA (BOYACÁ) A TRAVÉS DEL RECONOCIMIENTO DE LOS FÓSILES Y EL ARTE COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	LAURA PATRICIA LÓPEZ PIÑEROS	DIVULGACIÓN	2012	BOYACÁ
APROXIMACIÓN AL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD EN SANTAFÉ DE ANTIOQUIA, OLAYA Y SOPETRÁN, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA	HARLISON TORRES HERRERA, JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR	INVENTARIO	2012	ANTIOQUIA
ITINERARIO GEOLÓGICO DEL ÀREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA, SANTANDER	KARENINA GONZÀLEZ MUÑOZ, MARIA XIMENA ROJAS FORERO, SAIT KHURAMA VELASQUEZ	INVENTARIO	2012	SANTANDER
PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD EN SANTA FE DE ANTIOQUIA Y OLAYA, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA	JULIAN ESTEBAN JARAMILLO ZAPATA, JOSE HUMBERTO CABALLERO ACOSTA, JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR, HARLISON TORRES HERRERA	INVENTARIO	2012	ANTIOQUIA
CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA PLANCHA 254 (SAN JOSÉ DE OCUNÉ) BLOQUE 9 – DEPARTAMENTO DEL VICHADA	SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO	INVENTARIO	2012	VICHADA
CONSIDERACIONES PARA FORTALECER EL PATRIMONIO GEOLOGICO-MINERO EN COLOMBIA	JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR, LUIS HERNÁN SÁNCHEZ ARREDONDO	DIVULGACIÓN	2012	N/A
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO COMO HERRAMIENTA DE CONSERVACIÓN Y VALORACIÓN AMBIENTAL - CASO ESPECÍFICO PARA COLOMBIA	ANGELA HENAO, JUAN OSORIO	METODOLOGIA	2012	N/A
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO, COMO BASE PARA SU GESTIÓN EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA –COLOMBIA	ANGELA HENAO, JUAN OSORIO, ALBEIRO DE JESUS RENDON RIVERA	METODOLOGIA	2013	ANTIOQUIA
JUVENTUD PALEONTOLÓGICA: EN BUSCA DE LO PERDIDO. RECONOCIENDO Y VALORANDO EL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE FLORESTA-BOYACÁ	CLAUDIA PATRICIA CASTRO AYALA, MONICA JOHANA GIL ACOSTA	DIVULGACIÓN	2013	BOYACÁ
EL CAÑÓN INTERANDINO DEL RIO CAUCA AL OCCIDENTE DE MEDELLÍN - COLOMBIA, COMO PATRIMONIO GEOLÓGICO A ESCALA DEPARTAMENTAL	ALBEIRO DE JESUS RENDON RIVERA, JOSE HUMBERTO CABALLERO ACOSTA, GALLEGU J.; UASAPUD N.	GEOTURISMO	2013	ANTIOQUIA

Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico

RECONOCIMIENTO DEL YACIMIENTO FOSILÍFERO DEL ARMA COMO PATRIMONIO GEOLÓGICO: GUIA GENERAL DE GESTIÓN	ANGELA HENAO, ELIAS HURTADO, JUAN OSORIO	GESTIÓN	2013	CALDAS, ANTIOQUIA
PROPUESTA DE ÍNDICES DETERMINATIVOS DE LA GESTIÓN ADECUADA PARA EL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN COLOMBIA	ALBEIRO DE JESUS RENDON RIVERA, ANGELA HENAO, JUAN OSORIO	GESTIÓN	2013	N/A
PATRIMONIO GEOLÓGICO-UN TEMA DEL AYER PARA EL FUTURO	ZULUAGA, P., CASTILLO, D., BAYONA, G., LAMUS, F. & MARTÍNEZ, C.	DIVULGACIÓN	2013	CUNDINAMARCA
ITINERARIO GEOLÓGICO ENTRE EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA - PEAJE MESA DE LOS SANTOS, SANTANDER: APROVECHAMIENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO.	JUAN JOSÉ VILLABONA ALMEYDA, ERIK MANTILLA ROJAS	INVENTARIO	2013	SANTANDER
PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD: BASES PARA SU DEFINICIÓN EN LA ZONA ANDINA DE COLOMBIA: CASO SANTA FE DE ANTIOQUIA GEOLOGICAL HERITAGE AND GEODIVERSITY: DEFINITION FOR COLOMBIAN ANDEAN ZONE SANTA FE DE ANTIOQUIA CASE	JULIAN ESTEBAN JARAMILLO ZAPATA, JOSE HUMBERTO CABALLERO ACOSTAJORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR	INVENTARIO	2014	ANTIOQUIA
EL MAR EN LA LOCALIDAD TIPO DEL DEVÓNICO MEDIO, DEL MUNICIPIO DE FLORESTA-BOYACÁ, COLOMBIA	MARIE JOELLE GIRAUD LOPEZ	DIVULGACIÓN	2014	BOYACÁ
DISCUSIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PROYECTO DE DECRETO EL CUAL BUSCA LA PROTECCIÓN Y REGULACION DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO DE COLOMBIA	PICÓN, A.F., PARRA, S.D, FLORIÁN, L.T.	DIVULGACIÓN	2015	N/A
INVENTARIO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA RESERVA NATURAL CAÑÓN DEL RIO CLARO, ANTIOQUIA, COLOMBIA : IDENTIFICACION, CLASIFICACIÓN Y VALORACION	ANGELA HENAO, JUAN OSORIO	INVENTARIO	2015	ANTIOQUIA
EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DE PATRIMONIO GEOLÓGICO EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL LOS NEVADOS CORDILLERA CENTRAL COLOMBIANA.	MIGUEL ANGEL TAVERA	INVENTARIO	2015	CALDAS, TOLIMA
PROPUESTA DE RUTA INTERPRETATIVA DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA RESERVA NATURAL CAÑÓN DEL RIO CLARO, ANTIOQUIA - COLOMBIA	ANGELA HENAO, JUAN OSORIO, ALBEIRO DE JESUS RENDON RIVERA	GEOTURISMO	2015	ANTIOQUIA
PROTOTIPO DE GEOPARQUE PARA EL MUNICIPIO DE FLORESTA, BOYACA - COLOMBIA	MANUEL EDUARDO GOMEZ GUERRERO	GEOPARQUE	2015	BOYACÁ

Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico

ESTUDIO GEOLOGICO DE AREAS CON POTENCIAL PARA GEOPARQUE, ALTERNATIVA DE MANEJO Y CONSERVACION DEL PATRIMONIO PALEONTOLOGICO EN COLOMBIA. ESTUDIO DE CASO: PATRIMONIO PALEONTOLOGICO EN EL MUNICIPIO DE FLORESTA- BOYACÁ	MANUEL EDUARDO GOMEZ GUERRERO	GEOPARQUE	2015	BOYACÁ
ESTADO DEL ARTE DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN COLOMBIA	CRISTIAN DAVID VALENTIN RAMIREZ, EVELIN NATALIA CABRERA CLAROS, DIANA KATHERINE VIVAS RIVEROS	ESTADO DEL ARTE	2015	N/A
PRESENTACIÓN DEL OBSERVATORIO DE PATRIMONIO GEOLÓGICO COLOMBIANO	MANUEL EDUARDO GOMEZ GUERRERO, ESTEFANIA SALGADO JAUREGUI, DIANA KATHERINE VIVAS RIVEROS, DANIEL ANIBAL VELOZA NARANJO	ESTADO DEL ARTE	2016	N/A
PATRIMONIO GEOLOGICO Y SU CONSERVACION EN AMERICA LATINA, SITUACION Y PERSPECTIVAS NACIONALES. COLOMBIA	JULIAN ESTEBAN JARAMILLO ZAPATA, JOSE HUMBERTO CABALLERO ACOSTA, JORGE MARTIN MOLINA ESCOBAR, NESTOR CASTRO QUINTERO	ESTADO DEL ARTE	2016	N/A
PATRIMONIO PALEONTOLOGICO EN COLOMBIA: CONCEPTOS, IMPORTANCIA, ESTUDIO NORMATIVO Y PERSPECTIVAS DE REGULACIÓN	SANDRA PATRICIA MAYA EALO	NORMATIVIDAD	2016	N/A
MÓDULO DIDÁCTICO SOBRE ESMERALDAS COLOMBIANAS DESDE LA PERSPECTIVA DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO	ESTEFANIA SALGADO JAUREGUI, JOSÉ GÓMEZ ROMERO	DIVULGACIÓN	2016	N/A
GEORUTAS O ITINERARIOS GEOLÓGICOS: UN MODELO DE GEOTURISMO EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO GLACIAR RUIZ-TOLIMA, CORDILLERA CENTRAL DE COLOMBIA	MIGUEL ÁNGEL TAVERA ESCOBAR, NICOLÁS ESTRADA SIERRA, CARLOS ERRÁZURIZ HENAO, MICHEL HERMELIN	GEOTURISMO	2016	CALDAS, TOLIMA
GUÍA PARA RECONOCER OBJETOS DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y PALEONTOLOGICO	MANUEL EDUARDO GOMEZ GUERRERO, ESTEFANIA SALGADO JAUREGUI	DIVULGACIÓN	2017	N/A
PROPUESTA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y PALEONTOLOGICO DE COLOMBIA	LUIS CARCAVILLA URQUI, ENRIQUE DÍAZ-MARTÍNEZ, ÁNGEL GARCÍA-CORTÉS, LEOPOLDO GONZÁLEZ, CAROLINA MARTÍNEZ-	GESTIÓN	2017	N/A

Contribución al desarrollo de estrategias de geoconservación en Colombia: un método para promover el inventario nacional de patrimonio geológico

	JARAIZ, DIANA MUNTOYA, JUANA VEGAS			
EVALUACIÓN PRELIMINAR DE 5 GEOSITIOS EN EL CARIBE COLOMBIANO	FAWCETT, L., PARGA, N., LAMUS, F.	INVENTARIO	2017	ATLÁNTICO, BOLÍVAR, MAGDALENA
GEOSITIO PATRIMONIO GEOLÓGICO MUNDIAL: UNA PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE UN AFLORAMIENTO TIPO DEVÓNICO MEDIO, MONTICELLO (FLORESTA-BOYACÁ- COLOMBIA)	GÓMEZ-RAMÍREZ, J.E.	OTRO	2017	BOYACÁ
ESTADO DEL ARTE DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO COLOMBIANO	MANUEL GÓMEZ, CRISTIAN VALENTÍN, NATALIA CABRERA, DIANA VIVAS, MIGUEL GÓMEZ, ESTEFANÍA SALGADO	ESTADO DEL ARTE	2017	N/A
PROPUESTA DE GEOPARQUE VOLCÁNICO DEL RUÍZ - AVANCES	LEOPOLDO GONZÁLEZ	GEOPARQUE	2017	CALDAS, TOLIMA, RISARALDA
GEORUTAS EN LOS ALREDEDORES DE MEDELLÍN UNA ESTRATEGIA DE DIVULGACION CIENTIFICA Y DE VALORACION DE SITIOS GEODIVERSOS	MARIN-CERÓN, M.I, TAVERA, M.A.	GEOTURISMO	2017	ANTIOQUIA
ESTRATEGIA EDUCATIVA Y DE DIVULGACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA RESERVA NATURAL CAÑÓN DEL RÍO CLARO, ANTIOQUIA- COLOMBIA	OSORIO, J.G., HENAO, A., RENDÓN, A., SÁNDIGO, M.G., QUINTERO, J.E., CIFUENTES, L.M., JIMÉNEZ, A.M., RAMÍREZ, S.V.	GEOTURISMO	2017	ANTIOQUIA
GEOPARQUE NACIONAL DEL CHICAMOCHA: ESTRATEGIA PARA PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO, EDUCACIÓN CON PERTINENCIA TERRITORIAL, GEOTURISMO Y GEOCONSERVACIÓN	RÍOS-REYES, C.A., AMOROCHO-PARRA, R., VILLARREAL-DÍAZ, C.A., CASTELLANOS- ALARCÓN, O.M.	GEOPARQUE	2017	SANTANDER
VALORACIÓN MULTICRITERIO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO COMO ALTERNATIVA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES	ESTEFANIA SALGADO, CRISTINA GARZON	METODOLOGÍA	2017	N/A
ITINERARIO GEOLÓGICO DE LA FRANJA COSTERA ENTRE EL AEROPUERTO INTERNACIONAL SIMÓN BOLÍVAR Y LA BAHÍA DE TAGANGA, PROVINCIA GEOTECTÓNICA DE SANTA MARTA	JULIE ANDREA SÄENZ REYES, CARLOS ALBERTO RÍOS REYES, OSCAR MAURICIO CASTELLANOS ALARCÓN	GEOTURISMO	2017	MAGDALENA
PATRIMONIO GEOLÓGICO. IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y GESTIÓN DE SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO EN EL MUNICIPIO DE LOS SANTOS, SANTANDER – COLOMBIA	DAVID ENRIQUE YEPES FRANCO JORGE DAVID DAZA ZÁRATE	INVENTARIO	2017	SANTANDER

ANEXO II: FORMULARIO PARA LA DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LOS GEOTOPOS

(Los campos señalados con asterisco son obligatorios y los comentarios aclaratorios se indican en color rojo)

DATOS GENERALES			
1. IDENTIFICACIÓN			
*Código			
*Denominación (Descripción del tipo de interés principal, edad del rasgo, referencia geográfica)			
*Confidencialidad de los datos			
<input type="checkbox"/> Público	<input type="checkbox"/> Restringido	<input type="checkbox"/> Confidencial	
	Si se aconseja discreción	Si es necesario guardar confidencialidad	
2. LOCALIZACIÓN			
*Topónimo (Nombre popular del lugar ej. Cascada la Periquera, Loma la Yesera...)			
*Dominio/sub-dominio geológico			
*Departamento(s)			
*Municipio(s)			
*Plancha 1:25.000			
*Plancha 1:100.000			
Coordenadas del lugar (coordenadas geográficas decimales)			
*Datum			
*Latitud		*Longitud	
Altitud:	Max.	Min.	*Media
Coordenadas del punto óptimo de observación (coordenadas geográficas decimales)			
Latitud		Longitud	
Altitud			
Si hay más de un punto de observación, indicarlos todos			
3. SITUACIÓN GEOLÓGICA			
*Unidad(es) Geológica(s) (ej. Formación Paja, Complejo Cajamarca, Neis de Bucaramanga...)			
Edad del rasgo			
Edad absoluta			
*Edad relativa:	Límite inferior	Límite superior	
Si el elemento es geomorfológico se debe indicar la edad del proceso y no de la roca			
Edad de las rocas encajantes			
Edad absoluta			
*Edad relativa:	Límite inferior	Límite superior	
4. INTERÉS			
*Interés geológico principal (una sola opción)			
<input type="checkbox"/> Estratigráfico	<input type="checkbox"/> Sedimentológico	<input type="checkbox"/> Geomorfológico	<input type="checkbox"/> Paleontológico
<input type="checkbox"/> Tectónico-Estructural	<input type="checkbox"/> Petrológico	<input type="checkbox"/> Vulcanológico	<input type="checkbox"/> Mineralógico
<input type="checkbox"/> Pedológico	<input type="checkbox"/> Hidrogeológico	<input type="checkbox"/> Otro:	
*Justificación:			
Es recomendable que el texto no supere las 300 palabras. Si se desea dar más detalles, adjuntar PDF con los datos adicionales que se desee			

Interés geológico secundario (puede ser más de uno)			
<input type="checkbox"/> Estratigráfico	<input type="checkbox"/> Sedimentológico	<input type="checkbox"/> Geomorfológico	<input type="checkbox"/> Paleontológico
<input type="checkbox"/> Tectónico-Estructural	<input type="checkbox"/> Petrológico	<input type="checkbox"/> Vulcanológico	<input type="checkbox"/> Mineralógico
<input type="checkbox"/> Pedológico	<input type="checkbox"/> Hidrogeológico	<input type="checkbox"/> Otro:	
Justificación:			
Es recomendable que el texto no supere las 200 palabras. Si se desea dar más detalles, adjuntar PDF con los datos adicionales que se desee			
Interés NO geológico del lugar (puede ser más de uno)			
<input type="checkbox"/> Minero-industrial	<input type="checkbox"/> Medicinal	<input type="checkbox"/> Botánico/faunístico	<input type="checkbox"/> Paisajístico
<input type="checkbox"/> Arquitectónico	<input type="checkbox"/> Arqueológico	<input type="checkbox"/> Etnológico	<input type="checkbox"/> Histórico o cultural
<input type="checkbox"/> Ecológico	<input type="checkbox"/> Gestión del riesgo	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Otro:
Justificación del interés no geológico:			
Es recomendable que el texto no supere las 100 palabras			
Interés cultural o recreativo (justificación):			
Es recomendable que el texto no supere las 100 palabras			
Interés educativo (justificación):			
Es recomendable que el texto no supere las 200 palabras. Si se desea dar más detalles, adjuntar PDF con los datos adicionales que se desee.			
5. SUSCEPTIBILIDAD DE DEGRADACIÓN			
Propiedad del terreno			
Pública (%)		Privada (%)	
Uso actual del suelo			
Proyección del uso del suelo en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial			
Vulnerabilidad Intrínseca: ¿Los procesos geodinámicos que provocan la alteración o deterioro del lugar son los mismos que lo han generado o que lo caracterizan?		<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> En parte
<input type="checkbox"/> No			
Comentarios sobre las amenazas antrópicas actuales o potenciales			
5.1. PROTECCIÓN			
Instrumentos jurídicos de protección existentes			
Referencia y fecha:			
Enlace URL:			

6. USO Y RECOMENDACIONES DE SEGUIMIENTO		
<input type="checkbox"/> Sin problemas para su utilización didáctica		
<input type="checkbox"/> Con incidencias para su utilización didáctica (comentario):		
<input type="checkbox"/> Sin problemas para su utilización turística o recreativa		
<input type="checkbox"/> Con incidencias para su utilización turística o recreativa (comentario):		
Si se dispone de datos, nº de visitantes al año:		
Recomendaciones para la preservación del lugar como valor patrimonial		
Recomendaciones para la recuperación del lugar como valor patrimonial (de especial interés para las canteras y minas abandonadas)		
Seguimiento:		
7. DATOS ADICIONALES PARA LA ORGANIZACIÓN DE VISITAS		
<input type="checkbox"/> Mirador	<input type="checkbox"/> Mesas, bancos, etc.	<input type="checkbox"/> Itinerarios señalizados
¿Existe peligro para el visitante? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Especificar el peligro, si procede.
¿Existe fuente de hidratación (agua potable u otras bebidas) en las inmediaciones (< 250 m)? Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Dificultad física del itinerario:	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta
Tipo de acceso (una sola opción)		
<input type="checkbox"/> Acceso sin camino ni senda	<input type="checkbox"/> Camino o senda. Acceso a pie	
<input type="checkbox"/> Vía sin asfaltar. Es posible el acceso en vehículo todo terreno	<input type="checkbox"/> Vía sin asfaltar. Es posible el acceso en vehículos livianos.	
<input type="checkbox"/> Vía asfaltada, sin parqueaderos	<input type="checkbox"/> Vía asfaltada, con parqueaderos para vehículos livianos y pesados	
<input type="checkbox"/> Vía asfaltada, con parqueaderos para vehículos livianos y pesados	<input type="checkbox"/> Tren turístico	
<input type="checkbox"/> Barco		
A veces no es sencillo indicar una opción porque se combinan varios tipos de acceso, por ejemplo “pista sin asfaltar acceso turismo” y “camino o senda acceso a pie”. En estos casos se indicará el tipo de acceso que suponga más dificultad o duración con dificultad.		
Accesos adaptados a discapacitados:		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*Descripción del itinerario de acceso		
Distancia del lugar a carretera asfaltada (en km):		
Duración aproximada en horas y minutos del itinerario para un recorrido normal:		
8. DOCUMENTOS		
<input type="checkbox"/> Fotos con comentarios	<input type="checkbox"/> Croquis con itinerarios, si procede	
<input type="checkbox"/> Esquema Geológico	<input type="checkbox"/> Ortofoto o plano mapa topográfico de delimitación	
<input type="checkbox"/> Plano topográfico de situación a escala adecuada (1:25.000 a 1:100.000)		
<input type="checkbox"/> Adquisición de datos en campo	<input type="checkbox"/> Adquisición de datos por bibliografía	
Autor(es) de la propuesta del lugar		
Autor del formulario		
Fecha de diligenciamiento o de la última modificación del formulario		
9. BIBLIOGRAFÍA (seguir normas APA)		

PARÁMETROS E INDICADORES PARA EL CÁLCULO DEL VALOR CIENTÍFICO, EDUCATIVO Y CULTURAL DEL LUGAR	
Esta sección es obligatoria y en cada pregunta debe seleccionar una sola opción	
Puntos	I. Representatividad (R)
0	<input type="checkbox"/> Poco útil como ejemplo para representar, aunque sea parcialmente, un rasgo o proceso
1	<input type="checkbox"/> Útil como ejemplo en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique) para representar parcialmente un rasgo o proceso
2	<input type="checkbox"/> Uno de los mejores ejemplos conocidos del área de estudio (dominio geológico cuando aplique) para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso
4	<input type="checkbox"/> Mejor ejemplo conocido del área de estudio (dominio geológico cuando aplique) para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso
Puntos	II. Carácter de localidad de referencia (L)
0	<input type="checkbox"/> No es una localidad de referencia
1	<input type="checkbox"/> Localidad de referencia a nivel regional
2	<input type="checkbox"/> Localidad de referencia a nivel nacional
4	<input type="checkbox"/> Localidad de referencia reconocida por alguna asociación internacional
Puntos	III. Grado de conocimiento científico (K)
0	<input type="checkbox"/> No existen trabajos publicados sobre el lugar
1	<input type="checkbox"/> Lugar objeto de tesis de pregrado o de trabajos publicados en revistas nacionales o internacionales no indexadas o de informes técnicos internos de instituciones científicas o instituciones públicas o de resúmenes presentados en algún evento académico
2	<input type="checkbox"/> Lugar objeto de tesis de maestría o doctorales o de publicaciones científicas realizadas por instituciones u organizaciones reconocidas o de trabajos publicados en revistas científicas internacionales o nacionales indexadas
4	<input type="checkbox"/> Lugar objeto de tesis de maestría o doctorales o de publicaciones científicas realizadas por instituciones u organizaciones reconocidas y de trabajos publicados en revistas científicas internacionales o nacionales indexadas
Puntos	IV. Potencial de investigación relevante para las geociencias (P)
0	<input type="checkbox"/> El lugar no ha sido estudiado ni tiene potencial de investigación relevante para las geociencias
1	<input type="checkbox"/> El evaluador y un experto consultado consideran que el lugar presenta potencial de investigación relevante para las geociencias
2	<input type="checkbox"/> Al menos dos expertos consultados consideran que el lugar presenta potencial de investigación relevante para las geociencias
4	<input type="checkbox"/> Al menos un experto especializado en el interés geológico principal del lugar considera que este presenta potencial de investigación relevante para las geociencias
Puntos	V. Estado de conservación (C)
0	<input type="checkbox"/> Degradado: el lugar está parcial o totalmente destruido
1	<input type="checkbox"/> Alterado: el lugar presenta deterioros que impiden apreciar algunas características de interés

2	<input type="checkbox"/> Favorable con alteraciones: el lugar presenta algunos deterioros que no afectan de manera determinante sus rasgos relevantes
4	<input type="checkbox"/> Favorable: el lugar se encuentra bien conservado, prácticamente íntegro
Puntos	VI. Condiciones de uso (U)
0	<input type="checkbox"/> Con elementos y condiciones físicas o legales que impiden el uso del lugar
1	<input type="checkbox"/> Con elementos y condiciones físicas o legales que dificultan el uso del lugar
2	<input type="checkbox"/> Con algún elemento que limita moderadamente el uso del lugar
4	<input type="checkbox"/> No existen limitantes para el uso del lugar
Puntos	VII. Rareza (A)
0	<input type="checkbox"/> Existen bastantes ejemplos similares en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique)
1	<input type="checkbox"/> Existen pocos ejemplos (no más de 5) similares en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique)
2	<input type="checkbox"/> Uno de los escasos ejemplos (no más de 3) conocidos en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique)
4	<input type="checkbox"/> El mejor ejemplo conocido en el área de estudio (dominio geológico cuando aplique)
Puntos	VIII. Diversidad geológica (D)
0	<input type="checkbox"/> El lugar solo presenta un rasgo geológico distintivo y relevante
1	<input type="checkbox"/> El lugar presenta dos rasgos geológicos distintivos y relevantes
2	<input type="checkbox"/> El lugar presenta tres rasgos geológicos distintivos y relevantes
4	<input type="checkbox"/> El lugar presenta más de tres rasgos geológicos distintivos y relevantes
Puntos	IX. Contenido/Uso didáctico (Cd)
0	<input type="checkbox"/> El lugar no ilustra ni está siendo utilizado para explicar rasgos o procesos geológicos
1	<input type="checkbox"/> El lugar ilustra o está siendo utilizado para explicar rasgos o procesos geológicos como parte de contenidos curriculares universitarios en geociencias
2	<input type="checkbox"/> El lugar ilustra o está siendo utilizado para explicar rasgos o procesos geológicos como parte de contenidos curriculares en educación superior
4	<input type="checkbox"/> El lugar ilustra o está siendo utilizado para explicar rasgos o procesos geológicos en todos los niveles educativos
Puntos	X. Infraestructura logística (IL)
0	<input type="checkbox"/> Alojamiento para grupos de hasta 20 personas y almacén de suministros básicos a más de 25 km del lugar
1	<input type="checkbox"/> Alojamiento para grupos de hasta 20 personas y almacén de suministros básicos a menos de 25 km del lugar
2	<input type="checkbox"/> Alojamiento para grupos de hasta 20 personas y almacén de suministros básicos a menos de 15 km

4	<input type="checkbox"/> Alojamiento para grupos de hasta 20 personas y almacén de suministros básicos a menos de 5 km
Puntos	XI. Seguridad (Se)
0	<input type="checkbox"/> El lugar no cuenta con condiciones mínimas de seguridad
1	<input type="checkbox"/> El lugar no cuenta con infraestructura segura (cercas, barandas, etc.), existe un centro de salud a menos de 25 km y se presentan ocasionalmente problemas de orden público en la zona
2	<input type="checkbox"/> El lugar no necesariamente cuenta con infraestructura segura (cercas, barandas, etc.), existe un centro de salud a menos de 20 km y no se presentan mayores problemas de orden público en la zona
4	<input type="checkbox"/> El lugar cuenta con infraestructura segura (cercas, barandas, etc.) y con cobertura de redes móviles, existe un centro de salud a menos de 15 km y no se presentan problemas de orden público en la zona
Puntos	XII. Densidad de población (Dp)
0	<input type="checkbox"/> Menos de 500 habitantes en un radio de 15 km
1	<input type="checkbox"/> Entre 500 y 5.000 habitantes en un radio de 15 km
2	<input type="checkbox"/> Entre 5.000 y 20.000 habitantes en un radio de 15 km
4	<input type="checkbox"/> Más de 20.000 habitantes en un radio de 15 km
Puntos	XIII. Accesibilidad (Ac)
0	<input type="checkbox"/> Lugar prácticamente inaccesible
1	<input type="checkbox"/> Lugar con restricciones significativas en el medio de transporte o a más de 3 km caminando desde la vía de acceso más cercana
2	<input type="checkbox"/> Lugar con restricciones en el medio de transporte terrestre o entre 800 m y 3 km caminando desde la vía de acceso más cercana
4	<input type="checkbox"/> Lugar sin restricciones en el medio de transporte o a menos de 800 m desde la vía de acceso más cercana
Puntos	XIV. Espectacularidad o belleza (B)
0	<input type="checkbox"/> El lugar no presenta ninguna de las siguientes características: 1) formas de relieve atractivas; 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo); 3) variedad cromática notable; 4) fósiles, rocas y/o minerales de belleza notable
1	<input type="checkbox"/> El lugar posee una de las siguientes características: 1) formas de relieve atractivas; 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo); 3) variedad cromática notable; 4) fósiles, rocas y/o minerales de belleza notable
2	<input type="checkbox"/> El lugar posee dos (2) de las siguientes características: 1) formas de relieve atractivas; 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo); 3) variedad cromática notable; 4) fósiles, rocas y/o minerales de belleza notable
4	<input type="checkbox"/> El lugar posee tres (3) o más de las siguientes características: 1) formas de relieve atractivas; 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo); 3) variedad cromática notable; 4) fósiles, rocas y/o minerales de belleza notable
Puntos	XV. Tamaño (T)
0	<input type="checkbox"/> Rasgo o proceso geológico métrico (vulnerable por las visitas, el pisoteo o la respiración, como tobos, espeleotemas, etc.)

1	<input type="checkbox"/> Rasgo o proceso geológico decamétrico (no vulnerable por las visitas, pero sensible a actividades antrópicas más agresivas, como una sección estratigráfica, etc.)
2	<input type="checkbox"/> Rasgo o proceso geológico hectométrico (podría sufrir cierto deterioro por actividades antrópicas)
4	<input type="checkbox"/> Rasgo o proceso geológico kilométricos (difícilmente deteriorable por actividades antrópicas)
Puntos	XVI. Resistencia a la degradación (Re)
0	<input type="checkbox"/> Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven fuertemente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
1	<input type="checkbox"/> Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven considerablemente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
2	<input type="checkbox"/> Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven moderadamente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
4	<input type="checkbox"/> Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico no se ven afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
Puntos	XVII. Uso tradicional (Ut)
0	<input type="checkbox"/> Lugar carente de cualquier uso tradicional
1	<input type="checkbox"/> Lugar esporádicamente utilizado como centro de rituales, celebraciones, ceremonias, romerías, peregrinaciones por la comunidad local
2	<input type="checkbox"/> Lugar muy frecuentado como centro de rituales, celebraciones, ceremonias, romerías, peregrinaciones por la comunidad local
4	<input type="checkbox"/> Lugar muy frecuentado como centro o destino de rituales, celebraciones, ceremonias, romerías, peregrinaciones tanto por la comunidad local como por el resto de la población colombiana
Puntos	XVIII. Simbolismo (S)
0	<input type="checkbox"/> Lugar carente de valores simbólicos
1	<input type="checkbox"/> Lugar con ciertos valores simbólicos para la población local
2	<input type="checkbox"/> Lugar especialmente simbólico para la población regional o departamental
4	<input type="checkbox"/> Lugar especialmente simbólico para la población nacional en general
Puntos	XIX. Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural (NC)
0	<input type="checkbox"/> No existen elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km
1	<input type="checkbox"/> Presencia de un único elemento del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km
2	<input type="checkbox"/> Presencia de varios elementos del patrimonio natural y/o cultural en un radio de 5 km
4	<input type="checkbox"/> Asociación directa con uno o varios elementos del patrimonio natural y/o cultural
Puntos	XX. Contenido/Uso divulgativo (Cv)
1	<input type="checkbox"/> Debido a la enorme dificultad de interpretación que presenta el lugar, se requiere de conocimientos muy especializados para poder entender la importancia o utilidad de la geología

2	<input type="checkbox"/> Debido a la elevada dificultad de interpretación que presenta el lugar, se requiere de formación académica en geociencias para poder entender la importancia o utilidad de la geología
3	<input type="checkbox"/> Debido a la moderada dificultad de interpretación que presenta el lugar, se requiere de nociones básicas en geociencias para poder entender la importancia o utilidad de la geología
4	<input type="checkbox"/> Ilustra con facilidad la importancia o utilidad de la geología a un público general
Puntos	XXI. Turismo y actividades recreativas (Tr)
0	<input type="checkbox"/> Sin posibilidades de realizar actividades turísticas ni recreativas en el lugar
1	<input type="checkbox"/> Existe potencial para realizar turismo y actividades recreativas en el lugar
2	<input type="checkbox"/> Existen actividades recreativas con potencial para el desarrollo de turismo organizado en el lugar
4	<input type="checkbox"/> Existe turismo organizado en el lugar
Puntos	XXII. Entorno socioeconómico (Es)
0	<input type="checkbox"/> Región con Necesidades Básicas Insatisfechas inferior al 10%
1	<input type="checkbox"/> Región con Necesidades Básicas Insatisfechas entre el 10% y el 25%
2	<input type="checkbox"/> Región con Necesidades Básicas Insatisfechas entre el 25% y el 50%
4	<input type="checkbox"/> Región con Necesidades Básicas Insatisfechas superior al 50%
Puntos	XXIII. Proximidad a zonas recreativas (Zr)
0	<input type="checkbox"/> Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)
1	<input type="checkbox"/> Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas
2	<input type="checkbox"/> Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa
4	<input type="checkbox"/> Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DEL VALOR CIENTÍFICO Y DEL POTENCIAL DE USO EDUCATIVO Y TURÍSTICO

PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
I. Representatividad	Informa sobre la cualidad del lugar para ilustrar adecuadamente las características de un determinado rasgo o proceso geológico en relación al área de estudio considerada.
II. Carácter de localidad de referencia	Informa sobre la cualidad del lugar como referencia estratigráfica, paleontológica, mineralógica, etc. a nivel regional, nacional e internacional
III. Grado de conocimiento científico	Indica que la relevancia geológica e interés geocientífico del lugar lo hacen objeto de publicaciones y estudios científicos
IV. Potencial de investigación relevante para las geociencias	Informa si el lugar presenta potencial de investigación para fines geocientíficos, de acuerdo con el grado de experticia de las personas consultadas
V. Estado de conservación	Informa de la existencia de deterioro físico del rasgo o proceso geológico
VI. Condiciones de uso	Indica la existencia de obstáculos físicos o legales para el uso del lugar
VII. Rareza	Informa sobre la escasez de lugares con rasgos similares al descrito en relación al área de estudio considerada.
VIII. Diversidad geológica	Informa de la existencia de varios rasgos o procesos de interés geológico
IX. Contenido/Uso didáctico	Indica si el lugar ilustra rasgos o procesos geológicos que puedan ser explicados en la docencia a estudiantes de distintos niveles educativos, o ya se utiliza para este fin
X. Infraestructura logística	Informa sobre la existencia de alojamientos y almacén de suministros básicos en un radio determinado
XI. Seguridad	Informa sobre la existencia de infraestructura segura en el lugar, acceso a redes móviles, condiciones de orden público, así como de la presencia de centros de salud en un radio determinado
XII. Densidad de población	Ligado al número de habitantes en un radio determinado y su potencial de carga de visitantes, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados
XIII. Accesibilidad	Ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados
XIV. Espectacularidad o belleza	Informa el atractivo visual del rasgo o proceso geológico

XV.	Tamaño	Orienta sobre la capacidad de carga del lugar, en función de su extensión y su vulnerabilidad respecto a las visitas
XVI.	Resistencia a la degradación	Indica sobre la dificultad de degradarse del rasgo o proceso geológico, de acuerdo con sus características intrínsecas frente a las condiciones físico-químicas del entorno
XVII.	Uso tradicional	Informa sobre el uso que puede tener el lugar para grupos étnicos o comunidades religiosas
XVIII.	Simbolismo	Informa sobre la importancia simbólica que pueda tener el lugar para las personas a nivel local, regional o nacional
XIX.	Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural	Informa si el lugar presenta otros elementos de interés no geológico pertenecientes al patrimonio natural y/o cultural, o si se encuentra en proximidad a estos, lo cual puede atraer un mayor número de visitantes
XX.	Contenido/Uso divulgativo	Indica la facilidad con la que el lugar ilustra la importancia o utilidad de la geología al público general (sin conocimientos en geología)
XXI.	Turismo y actividades recreativas	Informa si el lugar tiene potencial para la realización de actividades de turismo y recreación, o si ya se utiliza para este fin
XXII.	Entorno socioeconómico	De acuerdo con el porcentaje de Necesidades Básicas Insatisfechas – NBI del DANE, informa sobre las condiciones socioeconómicas de la región, las cuales se pueden ver beneficiadas con la utilización del lugar como factor de desarrollo local
XXIII.	Proximidad a zonas recreativas	Indica la cercanía de zonas recreativas o turísticas al lugar, ligado tanto al número potencial de visitas, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados

PESOS PROCENTUALES ASIGNADOS A CADA PARÁMETRO SEGÚN EL VALOR CIENTÍFICO Y TIPO DE USO POTENCIAL

Parámetros v	Valor y potencial de uso>	Valor Científico	Potencial de uso educativo	Potencial de uso turístico
		Peso porcentual	Peso porcentual	Peso porcentual
I.	Representatividad (R)	25	5	0
II.	Carácter de localidad de referencia (L)	10	5	0
III.	Grado de conocimiento científico (K)	15	0	0
IV.	Potencial de investigación relevante para las geociencias (P)	10	0	0
V.	Estado de conservación (C)	10	5	0
VI.	Condiciones de uso (U)	5	10	5
VII.	Rareza (A)	15	5	0
VIII.	Diversidad geológica (D)	10	10	0
IX.	Contenido/Uso didáctico (Cd)	0	20	0
X.	Infraestructura logística (IL)	0	5	5
XI.	Seguridad (Se)	0	5	5
XII.	Densidad de población (Dp)	0	5	5
XIII.	Accesibilidad (Ac)	0	15	5
XIV.	Espectacularidad o belleza (B)	0	5	10
XV.	Tamaño (T)	0	5	5
XVI.	Resistencia a la degradación (Re)	0	0	5
XVII.	Uso tradicional (Ut)	0	0	10
XVIII.	Simbolismo (S)	0	0	10
XIX.	Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural (NC)	0	0	5
XX.	Contenido/Uso divulgativo (Cv)	0	0	15
XXI.	Turismo y actividades recreativas (Tr)	0	0	5
XXII.	Entorno socioeconómico (Es)	0	0	5
XXIII.	Proximidad a zonas recreativas (Zr)	0	0	5
Total pesos		100	100	100

FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL VALOR CIENTÍFICO Y DEL POTENCIAL DE USO EDUCATIVO Y TURÍSTICO

Valor científico

$$(V_c) = \frac{25(R) + 15(K + A) + 10(L + P + C + D) + 5(U)}{40}$$

Potencial de uso educativo

$$(P_E) = \frac{20(Cd) + 15(Ac) + 10(U + D) + 5(R + L + C + A + IL + Se + Dp + B + T)}{40}$$

Potencial de uso turístico

$$(P_T) = \frac{15(Cv) + 10(B + Ut + S) + 5(U + IL + Se + Dp + Ac + T + Re + NC + Tr + Es + Zr)}{40}$$

Posterior al cálculo del valor científico de los geotopos, estos serán clasificados de acuerdo con los siguientes rangos:

- Geotopo de valor muy alto $V_c \geq 7,5$
- Geotopo de valor alto $6,5 \leq V_c \leq 7,4$
- Geotopo de valor medio $3,3 \leq V_c \leq 6,4$
- Geotopo de valor bajo $V_c \leq 3,2$

PARAMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE DEGRADACIÓN	
En esta sección seleccionar una sola opción	
8.1 SUCEPTIBILIDAD DE DEGRADACION NATURAL	
Puntos	I. Tamaño (T)
10 <hr style="width: 20px; margin: 0 auto;"/> 400	<input type="checkbox"/> Rasgo o proceso geológico métrico (vulnerable por las visitas, el pisoteo o la respiración, como tobas, espeleotemas, etc.)
6 <hr style="width: 20px; margin: 0 auto;"/> 400	<input type="checkbox"/> Rasgo o proceso geológico decamétrico (no vulnerable por las visitas, pero sensible a actividades antrópicas más agresivas, como una sección estratigráfica, etc.)
3 <hr style="width: 20px; margin: 0 auto;"/> 400	<input type="checkbox"/> Rasgo o proceso geológico hectométrico (podría sufrir cierto deterioro por actividades antrópicas)
1 <hr style="width: 20px; margin: 0 auto;"/> 400	<input type="checkbox"/> Rasgo o proceso geológico kilométricos (difícilmente deteriorable por actividades antrópicas)
Puntos	II. Fragilidad (F)
1	<input type="checkbox"/> Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico no se ven afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
5	<input type="checkbox"/> Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven moderadamente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
10	<input type="checkbox"/> Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven considerablemente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
20	<input type="checkbox"/> Las características intrínsecas del rasgo o proceso geológico se ven fuertemente afectadas por las condiciones físico-químicas del entorno
Puntos	III. Amenazas naturales (An)
1	<input type="checkbox"/> Los rasgos o procesos geológicos relevantes no están expuestos significativamente a ningún tipo de proceso natural (geológico, biológico y/o meteorológico)
5	<input type="checkbox"/> Los rasgos o procesos geológicos relevantes están expuestos a procesos naturales de escasa intensidad
10	<input type="checkbox"/> Los rasgos o procesos geológicos relevantes están expuestos a procesos naturales de moderada intensidad
20	<input type="checkbox"/> Los rasgos o procesos geológicos relevantes están expuestos a procesos naturales de gran intensidad
8.2 SUCEPTIBILIDAD DE DEGRADACION ANTRÓPICA	
Puntos	IV. Interés para la explotación minera o para la captación de agua (MH)
0	<input type="checkbox"/> Rasgos o procesos geológicos relevantes, sin interés o de escaso interés para la explotación minera o para la captación de agua, y sin explotaciones en la zona
1	<input type="checkbox"/> Rasgos o procesos geológicos relevantes, de escaso o moderado interés para la explotación minera o para la captación de agua, y de los que ya hay explotaciones alternativas en la zona
2	<input type="checkbox"/> Rasgos o procesos geológicos relevantes, de gran interés para la explotación minera o para la captación de agua, y de los que ya hay explotaciones alternativas en la zona
4	<input type="checkbox"/> Rasgos o procesos geológicos relevantes, de gran interés para la explotación minera o para la captación de agua, y de los que no hay explotaciones alternativas en la zona
Puntos	V. Vulnerabilidad al expolio (Ex)
0	<input type="checkbox"/> Los elementos geológicos del lugar son de difícil expolio
1	<input type="checkbox"/> Los elementos geológicos del lugar son de escaso valor y fácil expolio
2	<input type="checkbox"/> Los elementos geológicos del lugar son de gran valor, numerosos y de fácil expolio

4	<input type="checkbox"/> Los elementos geológicos del lugar son de gran valor, escasos y de fácil expolio
Puntos	VI. Proximidad a infraestructuras (Urb)
0	<input type="checkbox"/> Lugar sin amenazas potenciales debido a su lejanía a carreteras, actividades industriales o mineras, o suelo urbano
1	<input type="checkbox"/> Lugar con amenazas potenciales: situado a alrededor de 100 m de una carretera principal, a 1 km de una actividad industrial o minera, a 2 km de suelo urbano en ciudades de menos de 100.000 habitantes o a 5 km de poblaciones mayores
2	<input type="checkbox"/> Lugar colindante con una actividad industrial o minera, con suelo urbano no urbanizado o situado a una distancia aproximada de 25 m de una carretera principal
4	<input type="checkbox"/> Lugar situado en un polígono industrial, una explotación minera, en suelo urbano o en el borde de una carretera principal
Puntos	VII. Accesibilidad (Ac)
0	<input type="checkbox"/> Lugar prácticamente inaccesible
1	<input type="checkbox"/> Lugar con restricciones significativas en el medio de transporte o a más de 3 km caminando desde la vía de acceso más cercana
2	<input type="checkbox"/> Lugar con restricciones en el medio de transporte terrestre o entre 800 m y 3 km caminando desde la vía de acceso más cercana
4	<input type="checkbox"/> Lugar sin restricciones en el medio de transporte o a menos de 800 m desde la vía de acceso más cercana
Puntos	VIII. Titularidad del suelo y régimen de acceso (Ts)
1	<input type="checkbox"/> Lugar situado en áreas de acceso restringido y propiedad pública
2	<input type="checkbox"/> Lugar situado en áreas de acceso restringido y propiedad privada
4	<input type="checkbox"/> Lugar situado en áreas de acceso libre (propiedad pública o privada)
Puntos	IX. Régimen de protección del lugar (Rp)
1	<input type="checkbox"/> Lugar con figura de protección del orden nacional (ej.: parques nacionales naturales, reservas naturales, etc.)
2	<input type="checkbox"/> Lugar con figura de protección del orden regional asociado a un plan de ordenamiento territorial
4	<input type="checkbox"/> Lugar carente de figura alguna de protección
Puntos	X. Protección física o indirecta (Pf)
0	<input type="checkbox"/> Lugar con infraestructura o condiciones del terreno que impidan la degradación del rasgo o proceso
1	<input type="checkbox"/> Lugar con señalética disuasiva
2	<input type="checkbox"/> Lugar con elementos antrópicos o naturales que oculten el rasgo o proceso
4	<input type="checkbox"/> Lugar carente de todo tipo de protección
Puntos	XI. Densidad de población (Dp)
0	<input type="checkbox"/> Menos de 500 habitantes en un radio de 15 km
1	<input type="checkbox"/> Entre 500 y 5.000 habitantes en un radio de 15 km

2	<input type="checkbox"/> Entre 5.000 y 20.000 habitantes en un radio de 15 km
4	<input type="checkbox"/> Más de 20.000 habitantes en un radio de 15 km
Puntos	XII. Proximidad a zonas recreativas (Zr)
0	<input type="checkbox"/> Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)
1	<input type="checkbox"/> Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas
2	<input type="checkbox"/> Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa
4	<input type="checkbox"/> Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE DEGRADACIÓN NATURAL

PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
I. Tamaño	Orienta sobre la capacidad de carga del lugar, en función de su extensión y su vulnerabilidad respecto a las visitas
II. Fragilidad	Indica sobre la facilidad de degradarse del rasgo o proceso geológico, de acuerdo con sus características intrínsecas frente a las condiciones físico-químicas del entorno
III. Amenazas naturales	Informa sobre la existencia de amenazas naturales y su intensidad, que pueden afectar los rasgos o procesos geológicos relevantes.

La valoración de la susceptibilidad de degradación natural (S_{DN}), con valores entre 0 y 10, se realiza mediante la fórmula:

$$S_{DN} = T \times F \times An$$

Donde T, F y An toman el puntaje asignado en el respectivo formulario de valoración, dependiendo del caso que corresponda. **Cuando exista la posibilidad de encajar la respuesta en más de un apartado, se optará por la puntuación más alta.**

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE DEGRADACIÓN ANTRÓPICA Y SU RESPECTIVO PESO PORCENTUAL

PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN	PESO PORCENTUAL
IV. Interés para la explotación minera o para la captación de agua	Informa acerca de la vulnerabilidad del lugar por el interés que puede tener para la explotación minera o hídrica	25
V. Vulnerabilidad al expolio	Indica la vulnerabilidad del lugar de acuerdo con el valor, abundancia y facilidad de extracción del lugar de origen de los elementos geológicos allí presentes	25
VI. Proximidad a infraestructuras	Informa sobre la existencia de amenazas antrópicas por infraestructuras en general	15
VII. Accesibilidad	Ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados	10
VIII. Titularidad del suelo y régimen de acceso	Informa sobre el régimen de propiedad del lugar (privado o público) y el acceso libre o restringido al mismo	5
IX. Régimen de protección del lugar	Informa sobre la posible protección del lugar en función de su ubicación dentro o fuera de un área protegida	5
X. Protección física o indirecta	Informa acerca de las dificultades físicas y/o indirectas de acceso al lugar	5
XI. Densidad de población	Ligado al número de habitantes en un radio determinado y su potencial de carga de visitantes, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados	5
XII. Proximidad a zonas recreativas	Indica la cercanía de zonas recreativas o turísticas al lugar, ligado tanto al número potencial de visitas, pero proporcional a una mayor probabilidad de ocurrencia de actos de vandalismo o daños no intencionados	5
TOTAL		100

La valoración de la susceptibilidad de degradación antrópica (S_{DA}) se realiza multiplicando el factor tamaño (T) por la suma ponderada de los parámetros relacionados en el formulario de valoración respectivo, con los puntos que correspondan, según la siguiente fórmula:

$$S_{DA} = T [25 (MH + Ex) + 15 (Urb) + 10 (Ac) + 5(Ts + Rp + Pf + Dp + Zr)]$$