

PROYECTO *GEOSITES*, UNA INICIATIVA DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS (IUGS). LA CIENCIA RESPALDADA POR LA CONSERVACIÓN

Wimbledon, W.A.P.¹, Ishchenko, A.A.², Gerasimenko, N.P.³, Karis, L.O.⁴, Suominen, V.⁵, Johansson, C.E.⁶ y Freden, C.⁴

¹ PRIS, University of Reading, Reading RG6 6AG, United Kingdom.

² Centre of Environmental Radiochemistry, Academy of Sciences of Ukraine, 34 Palladina Av., Kyiv 142, Ukraine.

³ Institute of Geography, Academy of Sciences of Ukraine, 44 Volodimirska Str. Kyiv 252034, Ukraine

⁴ Geological Survey of Sweden, Box 670, Uppsala S-57128, Sweden

⁵ Geological Survey of Finland, Kivimiehentie 1, Espoo 02150, Finland

⁶ Swedish Environmental Agency, Blekhölmsterrassen 36, Stockholm S-10648, Sweden

INTRODUCCIÓN

Desgraciadamente, muchos científicos relacionados con la Geología no llegan a comprender el papel fundamental que tiene la conservación de lugares de interés geológico (*geosites*). Su objetivo principal es mantener disponibles los lugares que sirven como recurso vital para las necesidades de nuestra comunidad para futuras investigaciones, así como para objetivos de educación y formación. En esencia, se trata de un principio muy simple: si no existen dichos lugares, no hay ciencia. La "geoconservación" es esencial para el mantenimiento de lo mejor de nuestro patrimonio geocientífico. Con respecto a la conservación biológica y de hábitats, nuestro retraso es evidente. Muchos gestores, con frecuencia biólogos preocupados únicamente por el interés biológico, tienden a pasar por alto la conservación de lugares y monumentos de interés geológico; por otro lado, debe admitirse que los geólogos no somos eficientes a la hora de "vender" la geo(morfo)logía. Existe la creencia, errónea, de que el patrimonio biológico es siempre más vulnerable ante cambios o amenazas que los lugares de interés geológico; sin embargo, la naturaleza biológica tiene casi siempre una cierta capacidad para ajustarse a los cambios, mientras que con frecuencia, éste no es el caso de la naturaleza abiótica: muchos monumentos geológicos y geomorfológicos tienen una extensión finita; no pueden acomodarse al desarrollo, ni mantener su valor intrínseco; y son completamente no renovables. Olvidar este principio puede amenazar nuestros mejores recursos geocientíficos, y de hecho todos conocemos en nuestros países casos de lugares con valor a nivel nacional o internacional que han sido perdidos o dañados de forma irreparable. El proyecto *Geosites* fue puesto en marcha en 1996 por la *International Union of Geological Sciences* (IUGS). Se trata de un proyecto que aglutina a la comunidad geológica con interés en la "geoconservación"; su objetivo es proporcionar una base objetiva (inventario y toma de datos) que sirva de soporte para cualquier iniciativa de ámbito nacional o internacional para la protección del patrimonio geológico, nuestro principal recurso para la investigación y la educación. Se pretende con ello compensar el desequilibrio en la conservación.

Traducido por: José Francisco Martín Duque.

Departamento de Geodinámica

Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid

Sus objetivos no son ejecutivos, pero se diseñan para coordinar iniciativas nacionales procedentes de la comunidad geológica.

ANTECEDENTES

En los últimos diez años ha tenido lugar un debate acerca de las posibilidades de incluir lugares de interés geológico en esquemas globales de conservación, y en las Listas de Patrimonio Mundial. El debate más fuerte ha tenido lugar en Europa. En distintos grupos organizados de trabajo de ProGEO, IUGS y UNESCO se ha discutido sobre la elaboración de inventarios interrelacionados a nivel global y nacional. De manera específica, en los últimos tres años se ha desarrollado toda una cadena completa de grupos de trabajo a nivel regional¹ sobre *Geosites* en: Johannesburgo, Copenhague, Vilnius, Pekín, Estocolmo, Cracovia, Sofía, San Petesburgo y Moscú, así como en los dos primeros simposios internacionales, en Digne y Roma. En todos los casos se ha discutido sobre cuál es la mejor manera de representar la diversidad y riqueza de los lugares de interés geológico más importantes. Además, han tenido lugar numerosos encuentros nacionales. En la organización de tales esfuerzos han jugado, y jugarán, un papel esencial las academias de ciencias, los comités nacionales y los distintos servicios e institutos geológicos.

En 1995, la IUGS, con el posterior apoyo de la UNESCO, decidió promover un nuevo proyecto encargado de recopilar un inventario global, así como su base de datos asociada. El presidente de la IUGS escribió en 1996 a todos los comités nacionales y estructuras asociadas para conseguir su apoyo hacia el proyecto. Para la comunidad geológica, dicha base de datos podría tener otros muchos usos además de la conservación. La IUGS ha constituido un nuevo y específico grupo de trabajo sobre *Geosites* a nivel global (*Global Geosites Working Group*, GGWG) con el objeto de acometer dicho trabajo y apoyar cualquier esfuerzo internacional que facilite la conservación de lugares y terrenos con interés geocientífico.

El GGWG tiene los siguientes objetivos:

- 1 Recopilar la lista de lugares de interés geológico "globales".
- 2 Construir la base de datos *Geosites* de aquellos lugares y terrenos "clave".
- 3 Utilizar el inventario de lugares de interés geológico para promover la causa de la "geoconservación" y apoyar así las ciencias geológicas en todas sus formas.
- 4 Apoyar las iniciativas nacionales y regionales cuya intención es realizar inventarios comparativos.
- 5 Participar en, y apoyar, encuentros y grupos de trabajo que evalúen los criterios y métodos de selección, o la conservación, de lugares significativos.
- 6 Evaluar los méritos geológicos de esos lugares en colaboración con especialistas, grupos de investigación, asociaciones, comisiones, subcomisiones, etc.
- 7 Asesorar a la IUGS y a la UNESCO sobre las prioridades para la conservación en el contexto global, incluido el Patrimonio Mundial.

La "geoconservación" es una responsabilidad internacional. Todos los geólogos y profesionales afines, y todas las organizaciones, tienen un papel que jugar en la pro-

¹ La escala regional tiene aquí siempre un ámbito supranacional.

tección de este patrimonio. Los lugares de interés geológico y la geología no están confinados por límites nacionales; la geología y sus paisajes asociados cruzan dichos límites. Los mejores sitios y yacimientos –desde la Formación Morrison en Estados Unidos, con sus dinosaurios, el Paleozoico Inferior de Bohemia, las secuencias del Pleistoceno de Calabria, el yacimiento Burgess Shale de la Columbia Británica, los vertebrados de Karoo, Bushveld, Atapuerca, etc.– tienen con frecuencia un significado regional e incluso global, y tienen importancia y relevancia para todos. A diferencia de la conservación biológica, la geología ha carecido de un mecanismo para reconocer y justificar internacionalmente sus elementos más importantes, aquéllos del máximo valor para la ciencia. Todo ello a pesar de que podría considerarse que la geo(morfo)logía dispone de un mayor y mejor objetivo, y más equilibrado, para la comprensión de los recursos, tal y como existen, en el espacio y en el tiempo. La Geología ha sido una ciencia coherente durante doscientos años, y desde William Smith, Cuvier y Hutton en adelante ha estado basada en el estudio de localizaciones específicas.

El proyecto *Geosites* pretende seleccionar un listado internacional de los lugares más importantes para la ciencia geológica. El Segundo Simposio Internacional para la Conservación Geológica, celebrado en Roma en 1996, fue el marco para la primera discusión del proyecto *Geosites*. Y para la exposición de los principios y directrices (Wimbledon *et al.*, 1998) encaminados a realizar dichas selecciones. Éste fue el primer intento de promover una metodología efectiva y ampliamente utilizable, que pudiera ser aplicada en todos los países, con independencia de sus distintas aproximaciones a la “geoconservación”.

Los principios y directrices expuestos en el Simposio de Roma tratan de combinar un nuevo método comparativo, de base científica, con aproximaciones nacionales objetivas, y aplicarlas para seleccionar lugares de interés científico merecedores de reconocimiento internacional y protección. El mecanismo para construir sistemas y estructuras nacionales para la citada selección fue probado en la reunión de trabajo de 1998 en Belogradchik (Bulgaria). Corresponde ahora a los distintos países reconocer y asimilar dichos sistemas, y comenzar a seleccionar lugares y áreas, siguiendo las directrices y el método propuesto.

Los hitos del proyecto *Geosites* son los siguientes:

- 1995. Se discute la estrategia en la reunión de trabajo de Europa suroriental, en Sofía
- 1996. El presidente de la IUGS escribe a todos los comités nacionales, anunciando el proyecto *Geosites*
- 1996. Primera reunión de trabajo sobre *Geosites* en el Segundo Simposio Internacional sobre Conservación del Patrimonio Geológico, en Roma (mes de junio). Establecimiento de criterios para la selección de “lugares”
- 1996. Reunión de trabajo sobre geoconservación en el Congreso Geológico Internacional de Pekín
- 1997. Reunión de trabajo sobre bases de datos de lugares de interés geológico, en Tallinn, Estonia
- 1997. Primera reunión de trabajo sobre lugares de interés geológico africanos y Patrimonio Mundial GSSA, Johannesburgo (mes de septiembre)

- Conferencia de ProGEO en Belogradchik, Bulgaria; reunión de trabajo sobre Patrimonio Mundial de la UNESCO y lugares de interés geológico de la IUGS. Borrador sobre la lista de lugares de interés geológico europeos, recopilada y discutida
- Reunión de trabajo sobre lugares de interés geológico en el Tercer Simposio Internacional, Madrid (mes de noviembre)

En 1998, el Centro para el Patrimonio Mundial de la UNESCO proporcionó un apoyo financiero sustancial para el encuentro de trabajo del Simposio Europeo, celebrado en Belogradchik bajo los auspicios de ProGEO y de la Academia de Ciencias de Bulgaria. En 1999 han tenido lugar conversaciones muy fructíferas entre la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la IUGS, alcanzándose un acuerdo formal para el mutuo apoyo entre las dos instituciones; en este sentido, la IUGS reúne sus conocimientos técnicos únicos en la ciencia geológica y contribuye a las funciones de Patrimonio Mundial de la IUCN a través del proyecto *Geosites*.

¿CÓMO IDENTIFICAMOS LOS MEJORES LUGARES DE INTERÉS PARA LA CIENCIA GEOLÓGICA?

La Geología, como ciencia basada en recursos espaciales localizados (afloramientos, yacimientos), tiene un alcance inmenso: su ámbito espacial y temporal es difícil de abarcar. Cualquiera que considere la conservación de estos sitios o lugares se enfrenta a esta complejidad. Encontrar rápidamente los lugares "clave" en un contexto internacional es "como tratar de encontrar una aguja en un pajar". Incluso, si uno está simplemente tratando de etiquetar lugares catalogables como "de importancia internacional", la utilización de criterios de prioridad es inevitable. Por tanto, el establecimiento de una aproximación sistemática es una absoluta necesidad. Todo ello en tanto no existe una manera rápida o superficial de encontrar prioridades. Tiene que ser sobre la base de la máxima objetividad, y de una consideración y comprensión sistemática de los recursos. Así fue reconocido desde los inicios en 1996: se requería un mayor número de datos y de juicios bien dirigidos, antes de que cualquier progreso significativo pudiera ser realizado. Si se quiere realizar una consideración verdaderamente objetiva para la propuesta de "lugares geológicos", ésta es la única posibilidad. Es imposible mirar simultáneamente a todas las categorías de lugares en todas las áreas geográficas. Por tanto, las directrices promulgadas en el encuentro de Roma son esenciales (ver Apéndice 3).

No hay posibilidad de decir, a priori, que un lugar es especial o único, sino que debe ser juzgado en un contexto identificado como objetivo, y no aisladamente. No intentamos seleccionar las denominadas "localizaciones especiales", sino comenzar observando un marco comparativo. Los criterios para ese marco se discuten más adelante (ver sección 6, Principios y directrices). Por tanto, antes de que cualquier lugar pueda ser seleccionado, debe ser examinado el marco en el que se inscribe (país o región). Y el contexto o escenario necesita ser identificado.

METODOLOGÍA APLICADA

La literatura geológica, desarrollada a lo largo de más de 200 años, es voluminosa.

Existe toda una comunidad de geólogos, geógrafos, geomorfólogos y otros especialistas, con un interés por la ciencia, y por la conservación de lugares de interés para la misma, y por tanto para la sociedad. Dicha comunidad científica debería reconocer que tiene la obligación y el interés de proteger los lugares "clave".

La metodología definida en el Simposio de Roma ha sido aplicada desde entonces, a la vez que comenzó el proceso de su traducción a otras lenguas distintas del inglés (por ejemplo, *Svetovna geoloska dediscina: Geosites 1998*), y se emprendió su aplicación a circunstancias nacionales (por ejemplo, en Ucrania: Ishchenko, Gerasimenko, & Wimbledon, en prensa). Siempre debería recordarse que no partimos de cero: muchos países ya han elaborado inventarios en este sentido (por ejemplo Lituania, Polonia, Reino Unido, Bielorrusia, Suecia). El método empleado en el proyecto *Geosites* consiste en identificar qué es lo realmente especial y representativo de la geología de cada país. Siempre observando a cada país dentro de su marco regional. Antes de seleccionar un lugar, tenemos que fijar la mirada en la identificación de aquellos rasgos (edad, tema, unidad geográfica o geotectónica) que de forma esencial y destacada son característicos de un país o una región. Podrían ser: el completo registro estratigráfico de los *loess* pleistocenos de China, los suelos fósiles y *loess* de Ucrania, los paisajes graníticos de Macedonia o Zimbawe, los fósiles del Jurásico de Inglaterra, o el vulcanismo del Cenozoico reciente de Italia.

El trabajo piloto sobre criterios y sistemas de referencia para la evaluación ha sido llevado adelante usando la red de coordinación europea y sus representantes nacionales de los países miembro. Como ejemplos, Ucrania ha mostrado el uso efectivo de comités nacionales geológicos y geográficos con el objeto de iniciar el proceso de definición del marco de trabajo; y Yugoslavia, por ejemplo, ha demostrado gran eficacia a la hora de formar grupos de especialistas, pequeños y efectivos, bajo un liderazgo nacional. Nuestros colegas de Polonia están trabajando en subgrupos especializados para revisar sus listas basadas en un inventario detallado ya existente. Los colegas británicos han sido pioneros a la hora de publicar sobre esta aproximación, y sobre el listado sugerido por el Reino Unido (Cleal *et al.*, 1999). Esta publicación y la invitación a un debate abierto es la aproximación más adecuada para cada proyecto nacional. Los grupos regionales han comenzado tanto a identificar el conjunto de categorías que servirán como base para la selección, como a escoger lugares y áreas (p.e., Johansson *et al.*, 1998). Dicho proceso de identificación operará a través de dos mecanismos: en primer lugar a través de grupos nacionales y agrupamientos regionales de países participantes, y en segundo lugar a través de la contribución de especialistas que proporcionen una perspectiva internacional más amplia, por ejemplo sobre fósiles, minerales o de la historia de la ciencia. El apoyo de tales grupos de especialistas ya ha sido buscado y acordado, incluyendo la Comisión sobre Estratigrafía e INHIGEO, por ejemplo. Muchos especialistas pueden apoyar esfuerzos nacionales en otros países. Ya ha sido publicado para su consulta un primer y preliminar escenario global para plantas fósiles del Paleozoico (Cleal y Thomas, 1996). Este listado de lugares de interés proporciona una llamada a la colaboración transnacional, y un mecanismo real de asistencia y soporte al proceso de identificación de lugares para los distintos países.

La relación obtenida en junio de 1998 en el encuentro de trabajo de Belogradchik, Bulgaria, sobre sistemas de referencia para la evaluación (Ishchenko *et al.*, 1998), y la

metodología general del proyecto *Geosites* en relación con el Patrimonio Mundial, puede resumirse como sigue:

IUGS GEOSITES	Patrimonio Mundial (<i>World Heritage</i> , WH)
1 Establecer una red de informadores nacionales	
2 Definición de sistemas de referencia regionales/temporales ("frameworks")	
3 Selección nacional provisional de <i>Geosites</i>	
4 Comparación a nivel regional y finalización	
6) Aceptación por el GGWG	5) Selección nacional de una lista indicativa de WH de las listas regionales
8) Inclusión de los <i>Geosites</i> en la base de datos de la IUGS	7) Propuesta de lugares WH por países

El trabajo sobre *Geosites* de la IUGS (fases 1 a 4, y 6), justifica de manera inequívoca los inventarios regionales y globales que, en un proceso paralelo y superpuesto, pueden ser usados eventualmente para formar una base objetiva para iniciativas más amplias, incluyendo la selección de lugares de Patrimonio Mundial a nivel nacional (5 y 7). Otras valoraciones internacionales de todo tipo pueden resultar como consecuencia de las evaluaciones del proyecto *Geosites*, y el trabajo en este proyecto es en sí mismo una consecuencia natural de la actividad nacional de "geoconservación". El proyecto *Geosites* pueden alimentar el conjunto de datos y justificaciones del Patrimonio Mundial.

El proyecto *Geosites* trabaja a través de la constitución de grupos de trabajo regionales, y éstos son legitimados por las aportaciones nacionales: comités nacionales, agencias, o servicios geológicos. El método empleado en el proyecto *Geosites* consiste en identificar aquello que es especial y representativo de cada país dentro de su contexto regional. Antes de seleccionar un lugar determinado, nos centramos en la identificación de aquellos rasgos (tiempo, tema, contexto geotectónico y geográfico, etc.) que son características esenciales del país o de la geología regional (ver Apéndice 1).

Los listados que se adjuntan al final, como ejemplos, constituyen listados de interés de varios países (Ucrania, Grecia y Reino Unido). Éstos fueron presentados en la reunión de trabajo de Bulgaria. Dichos ejemplos muestran el nivel de interés de cada uno de los elementos de la propuesta, su significado geocientífico, así como la manera en que son clasificados dentro de las distintas categorías que distingue el proyecto *Geosites*. El objetivo será entonces comparar estos listados con otros de países adyacentes, dentro de los grupos de trabajo regional para el noroeste de Europa o de los Balcanes respectivamente, y racionalizar los listados entre países vecinos. Comienza entonces la dificultad de selección, y los distintos lugares de interés serán ajustados

en sus contextos geológicos. Como el primer ejemplo de este proceso, el Apéndice 4 muestra este segundo paso: una comparación provisional de lugares de interés entre Finlandia y Suecia. Por esta razón, presentamos tres ejemplos del paso inicial del proceso (Apéndice 1), la construcción de contextos geológicos de referencia, así como un ejemplo de comparación de listas (Apéndice 4).

El objetivo actual de nuestro proyecto es extender y divulgar la comprensión de la metodología. La evaluación comparativa de lugares de interés geológico a escala global está comenzando a tomar forma, pero únicamente está empezando. El trabajo preparatorio sobre criterios y contextos geológicos también ha sido realizado. Para Europa, se tiene un primer borrador de lista, al objeto de provocar un debate (Ishchenko *et al.*, 1998). Ahora, cada país necesita establecer definitivamente sus marcos tectónicos y estratigráfico/temporales a través de un proceso de refinamiento. Esto mostrará los elementos esenciales que tienen un significado regional. Posteriormente viene el trabajo de selección de lugares, tal y como se muestra en el ejemplo entre Finlandia y Suecia.

LOS PROGRESOS HECHOS HASTA AHORA: PRIMEROS PASOS A NIVEL NACIONAL

El GGWG está constituido por, y opera a través de, grupos regionales de trabajo. Éstos están constituidos por representantes nacionales y especialistas. En las fases iniciales del proyecto se aprendieron algunas lecciones, a través de la comprobación de criterios en Europa, donde la "geoconservación" está más avanzada. En Europa, varios grupos regionales se encuentran operativos (Norte, Sureste, Central, Sur y Rusia). En la conferencia de ProGEO en Bulgaria, el grupo de trabajo llegó a elaborar un primer borrador de lista de contextos geológicos, estableciendo los bloques esenciales para los países europeos. Hubo entonces una discusión sobre esta aproximación, y de cómo ésta podía cumplir el desafío de elaborar una cobertura de lugares para Europa. Cada país está trabajando ahora su lista objeto de evaluación. En Italia, el grupo italiano de ProGEO tiene la responsabilidad de coordinar dicho trabajo.

Un elemento importante de la metodología del proyecto *Geosites* es el hecho de que la propuesta de lugares no depende de sugerencias hechas por individuos o por una única agencia nacional, o por sugerencias externas, sino que se basa en selecciones acordadas por todas las partes interesadas (y examinadas finalmente por el comité nacional de la IUGS). Se trata pues de un proceso abierto de consultas. Los grupos, nacionales y regionales, están definiendo sus distintos contextos geológicos, dentro de los cuales se hará la selección de lugares. Así, se han publicado y se publicarán varios listados nacionales. Algunos grupos tienen realizados estudios sobre la explicación de los criterios básicos que están en funcionamiento, establecidas a través de varias reuniones de trabajo nacionales (Rusia –Lapo *et al.*, en prensa–) y regionales (Noroeste de Europa –Johansson *et al.*, 1998–; Europa central –Alexandrowicz, 1999–).

En el proceso de selección de lugares, es necesario encontrar una forma de vencer y superar la complejidad del registro geológico. Muchos países tienen algún tipo de inventario, pero otros no. Algunos, si acaso, tienen evaluaciones y comparaciones de

lugares. En términos prácticos, el trabajo del proyecto *Geosites* se llevará a cabo en los distintos países, y también a través de grupos de especialistas.

Para cualquier país, en función de la naturaleza de su geología y sus paisajes, deberíamos identificar elementos especiales, los cuales deben de ser demostrados: podrían ser, por ejemplo, límites de glaciaciones, límites del registro estratigráfico, el desarrollo de una provincia volcánica, un arco orogénico o un conjunto de impactos meteoríticos. En los países nórdicos, los límites de extensión de los hielos de las glaciaciones pleistocenas fueron identificados muy pronto como lugares especiales para la investigación, relacionados con el cambio climático y la estratigrafía. En todos los países existe la necesidad de grupos que lleven el trabajo hacia adelante: un comité nacional, el grupo nacional de ProGEO en Europa, o un grupo específicamente convocado para abordar los objetivos del proyecto. Cada uno necesita suficientes especialistas procedentes de distintas disciplinas de manera que las responsabilidades sean distribuidas de forma efectiva y se obtenga el mejor asesoramiento. Este sistema está operativo ya en distintos países (ver Alexandrowicz, 1999).

Las fases a seguir en el proceso son las siguientes:

- 1) Constituir un grupo nacional.
- 2) Invitar a la participación general de geólogos y de otros especialistas del país.
- 3) Identificar los sistemas de referencia o contextos geológicos de cada país, y realizar consultas.
- 4) Seleccionar los primeros lugares en cada contexto geológico.
- 5) Publicar las listas de lugares y realizar consultas.
- 6) Revisión de listas y contextos geológicos.
- 7) Comparación en colaboración con colegas de los países vecinos.
- 8) Obtener un balance entre las distintas opciones transfronterizas.
- 9) Publicar y consultar listas regionales de lugares de interés geológico.
- 10) Finalizar la lista.
- 11) Documentar los lugares seleccionados, y registrarlos en la base de datos de *Geosites*.

El trabajo realizado para la conferencia de Belogradchik, Bulgaria, recopilando una lista borrador de los contextos geológicos para los países europeos, fue el primero trabajo realizado de este tipo. Llevará algún tiempo antes de que se puedan realizar comparaciones y clasificaciones válidas a cualquier escala, pero el proceso ha comenzado. El trabajo piloto ha sido realizado en Europa. Después de Europa, las siguientes prioridades serán África y Asia oriental y occidental. Las próximas reuniones de trabajo que tendrán lugar en Sudáfrica y Kazajistán serán los pasos determinantes para el progreso del proyecto *Geosites*.

PRINCIPIOS Y DIRECTRICES, "CRITERIOS", PARA LA SELECCIÓN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

Los "principios para la evaluación" y "directrices para la selección" originales del proyecto fueron promulgados en el Simposio de Roma (Wimbledon *et al.*, en prensa), y aparecen repetidos aquí en el Apéndice 3. Éstos son familiares para todos aquéllos que estén relacionados con la evaluación y selección de lugares a nivel nacional. Teniendo

en cuenta únicamente las variaciones en la terminología, dichos principios y criterios son familiares para muchos, no son inusuales, diferencia lo singular, tienen una utilidad general, y no están afectados ni interfieren con las prácticas locales o nacionales.

Ishchenko y Gerasimenko (en prensa) elaboraron y discutieron de forma adecuada los criterios para la selección de lugares, los cuales aparecen resumidos más adelante.

El método establecido se basa en el uso de una matriz comparativa y contextual para la evaluación de lugares. Ésta proporciona un método para seleccionar los lugares y áreas más valiosos y representativos, y se pretende que éstos sean una manifestación de los aspectos elegidos del patrimonio geológico en sus propios patrones espaciales (tiempo/espacio) y genéticos (proceso/tipología). Pero es necesario disponer de criterios que permitan evaluar lugares del mismo tipo, o seleccionar lugares que concurren con otros dentro de un área homogénea desde un punto de vista genético.

Los principios y directrices de Roma subrayaban cuatro aspectos importantes, como mecanismos de control en la selección de localizaciones propuestas como lugares de interés geológico:

- 1) Que los rasgos especiales, típicos o únicos, tanto en el espacio como en el tiempo, debían de ser demostrados a la hora de proponer un lugar.
- 2) La representatividad de una localización en el contexto de la columna geológica completa debería ser demostrada.
- 3) Un lugar "candidato" debería tener un proceso de evaluación dentro de un determinado contexto (tiempo/espacio), de manera que, sobre la base de dicha información, puedan realizarse valoraciones y comparaciones con otros candidatos.
- 4) Aquellos lugares que posean registros complejos, o una larga historia de investigación, etc., son preferidos como candidatos (pero los lugares nuevos o sin explorar no deben excluirse).

La Geología como ciencia utiliza la clasificación como una herramienta básica para la comprensión, pero su esfuerzo principal se centra en la interpretación. La geoconservación se ocupa, no tanto de la clasificación y entendimiento de los tipos, sino de los distintos temas que comprende el estudio de la Naturaleza, y de una comprensión del recurso y de su ciencia afín. Esta comprensión permite seleccionar los lugares más importantes, como evidencia de los acontecimientos y procesos ocurridos a lo largo de tiempo geológico, así como su representación tridimensional en ese continuo.

Los "criterios" son los siguientes:

La REPRESENTATIVIDAD es el primer criterio universal propuesto por la metodología del proyecto *Geosites*. Para ser seleccionado, un lugar debería representar la manifestación más completa y expresiva de un fenómeno geo(morfo)lógico, de una cierta categoría y dentro de un contexto espacial y genético, y debería permitir la máxima y más exhaustiva comprensión sobre la naturaleza y origen del fenómeno. La clasificación no es la clave, sino su relevancia contextual. Los lugares seleccionados deben de ser considerados en un contexto, y no de forma aislada. La tendencia natural, pero a menudo subjetiva y parcial, de seleccionar "el mejor" afloramiento o lugar

(véase SINGULAR y ÚNICO más adelante), debe de ser subordinado a la necesidad de ser objetivo y sistemático, y a reflejar la diversidad geológica natural. De otra manera, aunque algunos lugares importantes quedaran seleccionados, muchos otros, vitales para la representación del conjunto, quedarían sin reconocimiento.

El criterio de “ser característico” o “típico” es más apropiado para evaluaciones a niveles nacionales, o subnacionales, al objeto de mostrar el patrón más común de una determinada zona con objetivos prácticos o científicos. Un lugar característico puede no ser representativo, y no tiene por qué contribuir de manera significativa a la comprensión general del proceso relacionado, o de su patrón espacial y genético, considerado éste en un contexto más amplio, regional o global.

Los criterios de ser SINGULAR o ÚNICO están íntimamente relacionados. Realmente, el último no es sino una manifestación extrema del primero. Aunque debe decirse a este respecto que no existen dos lugares iguales, y entonces todos los lugares podrían ser considerados únicos. La singularidad depende en buena parte del tamaño del área objeto de estudio, e incluso las investigaciones de carácter más restringido identificarían lugares presuntamente únicos o singulares. Es necesario por tanto considerar patrones más amplios y áreas de estudio más grandes. La singularidad (unicidad) de un lugar puede depender de diferentes indicadores; por ejemplo, de parámetros cuantitativos: espesor, profundidad, altura, tamaño, frecuencia (p.e., para microfósiles), concentración (p.e., en menas metálicas), tasas de cambio (p.e., erosión y sedimentación); o de parámetros cualitativos (una sucesión estratigráfica especialmente completa, asociaciones o paragénesis minerales poco usuales, combinaciones especiales de fósiles, procesos edáficos, evidencias químicas de episodios volcánicos significativos); o de indicadores espacio-temporales (inicial, final, rango de edad, aparición, p.e., primera aparición de un complejo florístico boreal, un evento transgresivo datable, las rocas cristalinas más antiguas, microformas criogénicas más modernas, los últimos elementos culturales datados del Musteriense), una distribución disyuntiva para determinadas especies, o una línea de sutura de placas. Este criterio es importante tanto a escala global como nacional. Una localización, representativa de una provincia geológica, puede considerarse como un lugar singular en esta categoría a escala global. Uno de los objetivos de las contribuciones nacionales a los inventarios globales es mostrar diferentes patrones de singularidad para una categoría global, que se manifiestan dentro del conjunto de provincias geotectónicas de un territorio nacional. Aquellos lugares que son únicos a nivel nacional, pueden no serlo a un nivel regional o global, mientras que otros pueden ser representativos a nivel nacional pero únicos en un contexto global. Estos últimos son particularmente valiosos (y significativos) para un inventario global.

El criterio de APTITUD o IDONEIDAD PARA CORRELACIONAR es importante, en tanto los lugares seleccionados sobre esta base manifiestan evidencias fiables de conexiones espacio-temporales entre las diferentes “células” de un marco geotectónico, y permiten justificar un significado más amplio (global/regional). Los objetos correlacionados entre sí no tienen necesariamente por qué ser muy representativos, pero son característicos en su marco. La fiabilidad y utilidad de su correlación es el criterio significativo para la evaluación de dichos lugares. Los lugares de interés geológico más valiosos son aquéllos que permiten su correlación interregional. Así, los estratotipos cronoestratigráficos, o las biozonas, por ejemplo, deben tener siempre un sig-

nificado más amplio que los tipos litoestratigráficos o las localidades tipo para distintas especies (minerales o fósiles).

El criterio de ESTUDIO MULTIDISCIPLINAR GLOBAL es esencial como herramienta para la justificación adecuadamente razonada de la naturaleza, origen y atributos de un lugar, y de su posición en un marco contextual y comparativo, especialmente a nivel global y regional.

Es necesario considerar el criterio de DISPONIBILIDAD y POTENCIALIDAD, debido a las necesidades prácticas de la ciencia, para posteriores estudios, reinterpretaciones, etc., de manera que el lugar puede ser usado como estándar para algunos fenómenos geo(morfo)lógicos, así como para objetivos educacionales o culturales.

Los dos últimos criterios mencionados no son los más importantes, en tanto no están condicionados por los rasgos intrínsecos del lugar o monumento, sino por una preocupación humana sobre ellos. La evaluación de lugares empleando estos criterios no es constante, y depende del desarrollo de las necesidades científicas y prácticas.

Los criterios de COMPLEJIDAD y (GEO)DIVERSIDAD pueden ser útiles en la consideración de problemas específicos encontrados a la hora de evaluar complejos de lugares de interés geológico, y lugares de interés geológico complejos. Debido al efecto mutuo de los procesos geológicos endógenos y exógenos (rocas y formas), la mayor parte de los lugares son complejos y tienen en esencia un carácter esencialmente poligénico. Esta situación puede ser aún más compleja si consideramos las implicaciones socioeconómicas y estético-culturales hacia determinados lugares de interés geológico, lo cual les añade otras complejidades y otros aspectos a valorar. Por ejemplo, una localización estratigráfica de interés, en un mismo afloramiento, puede ser considerada al mismo tiempo desde un punto de vista paleontológico, sedimentario, geocronológico, paleoambiental, petrográfico, histórico y geoeconómico, y ser además un lugar para identificar una unidad estratigráfica. Un lugar de interés geomorfológico, por ejemplo una terraza fluvial, puede tener un interés neotectónico, y si aparece disectada puede tener además un significado estratigráfico, y bajo determinadas circunstancias podría ser un lugar de interés geoarqueológico (por ejemplo, por incluir herramientas paleolíticas) o histórico-cultural (geotnográfico, estético, o relacionado con la historia de la ciencia). Para evaluar esas localizaciones complejas en un contexto regional, es necesario llevar a cabo primero una evaluación de cada uno de los aspectos parciales de interés en un contexto comparativo y contextual a escala nacional. Así, el primer paso a tener en cuenta es observar el contexto definido por las categorías del inventario, más que mirar al conjunto de aspectos interesantes de todos los sitios. El siguiente paso consiste en seleccionar todos aquellos aspectos de los complejos que son más sobresalientes, los más destacados a diferencia de los menos importantes. Esto mostraría para qué categorías es más representativo el lugar en cuestión, lo cual favorecería su nominación. La representatividad de un lugar en una categoría específica es un criterio principal para futuras evaluaciones. Pero bajo condiciones de una escala aproximadamente igual, y usando este criterio, un lugar más complejo debería ser preferido y seleccionado.

Tal y como se ha mencionado, existen terrenos que se caracterizan por una alta concentración de lugares de interés geológico de distinta tipología –sitios individuales– en la metodología de lugares globales (Wimbledon *et al.*, en prensa). Un lugar de interés

geológico complejo podría también manifestar una combinación de interés único de diferentes lugares. Como una expresión de diferentes patrones de diversidad geológica, dichas localizaciones tienen un valor inestimable en sí mismas. Pueden ser consideradas en una categoría especial: sitios de diversidad geológica. Esta categoría es completamente diferente de las categorías publicadas en la clasificación original del proyecto. Para todos aquellos de nosotros que usamos métodos de análisis de interés y datos individuales, para estos enclaves de diversidad usamos síntesis de registros. Ahora mismo, la categoría estándar de lugar usada en la clasificación original del proyecto *Geosites* es más importante para la selección y protección de lugares, mientras que el uso del criterio de diversidad puede ser usado adicionalmente para los objetivos de la evaluación. Cada tema o componente de estos lugares es evaluado individualmente, aislándolo de todo el posible "ruido de fondo". Pero su valoración final puede verse aumentada por el hecho de que también juega un papel fundamental por su manifestación de diversidad geológica.

ACTUACIONES

El camino a seguir es el siguiente:

- 1) extender la red de especialistas implicados en cada país, para formar grupos de colaboradores capaces de abarcar todos los campos geológicos y geomorfológicos;
- 2) identificar los contextos geológicos, como elementos vitales de la geología de cada país (o región); aquellos rasgos sobresalientes o importantes, grandes o pequeños, que deben ser validados;
- 3) seleccionar los lugares y áreas elegidos como ejemplos de los citados contextos geológicos, o partes importantes de los mismos;
- 4) utilizar el formato estándar de registro (ver Apéndice 2) para comenzar a documentar los lugares y terrenos seleccionados preliminarmente;

Nuestro patrimonio geológico internacional es esencial para la ciencia y la educación, y es una responsabilidad compartida por todos los científicos de la geología. Todos aquellos con este interés están llamados a participar en el proyecto *Geosites*, un esfuerzo cooperativo para documentar lo mejor de este recurso insustituible.

REFERENCIAS

- ANDERSEN, S. *et al.* (1998). Svetovna geoloska dediscina: Geosites. *Geoloska Naravna Dediscina*. 100-120. Uprava RS za varstvo narave, Ljubljana.
- ALEXANDROWICZ, Z. (Ed.) (1999). Proceedings of Workshop Draft candidate list of Geosites representative of central Europe. *Przełd Geologiczny (Geological Review)*, 47.
- ALEXANDROWICZ, Z., POPRAWA, D. & R' CZKOWSKI, W. (1998). The regional network of geosites in the Polish Carpathians. *Przełd Geologiczny (Geological Review)*, 46, 8/2: 775-781.
- CLEAL, C.J. & THOMAS, B.A. (1996). A provisional list of Geosites for Palaeozoic palaeobotany. *International Organisation of Palaeobotany Newsletter*, 59: 8-10.
- CLEAL, C.J., THOMAS, B.A., BEVINS, R.E. & WIMBLEDON, W.A.P. (1999). GEOSITES an international geoconservation initiative. *Geology Today*, 15: 64-68.

- COWIE, J.W. (1993). *Report on World Heritage*. UNESCO. 34 pp.
- COWIE, J.W. & WIMBLETON, W.A.P. (1994). The World Heritage List and its relevance to geology. *Proceedings of the Malvern Conference 1993*, pp. 71-73.
- GRUBE, A. (1993). Die "WorldHeritageList" der UNESCO. *Materialien Ökolog. Bildungsstätte Oberfranken*, 1/93: 25-27 (Mitzwitz/Oberfranken).
- ISHCHENKO, A.A. & GERASIMENKO, N.P. (in press). A first attempt at a Geosites framework for Europe an IUGS initiative to support recognition of World Heritage and European geodiversity. Belogradchik June 1998 Conference proceedings. *Geologica Balcanica*.
- ISHCHENKO, A.A., GERASIMENKO, N.P. & WIMBLETON, W.A.P (1999). The GEOSITES project: aims, methodology, and Ukrainian implications. In: *Problemy ohorony geologichnoi spadshchyny Ukrainy*. National Committee of Geologists of Ukraine.
- ISHCHENKO, A.A., GERASIMENKO, N.P., 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., THEODOSSIOUDRANDAKI, 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., MASSOLINOVELLI, R., PANIZZA, M., PAVIA, G., POLI, G., ZARLENGA, F., SATKUNAS, J., MIKULENAS, V., SUOMINEN, V., KANANOJA, T, LEHTINEN, M., GONGGRIJP, G.P., LOOK, E.R., GRUBE. A., JOHANSSON, C. E., KARIS, L.O., PARKES, M., RAUDSEP, R., ANDERSEN, S., CLEAL, C.J., BEVINS, R., & WIMBLETON, W.A.P. (1998). A first attempt at a GEOSITES framework for Europe an IUGS initiative to support recognition of world heritage and European geodiversity. In: *Proceedings of Belogradchik Workshop on Geological World Heritage*. Belogradchik, Bulgaria, June 1998. *Geologica Balcanica* 28, 3-4 pp. 5-32
- JOHANSSON C.E., ANDERSEN, S., ALEXANDROWICZ, Z., ERIKSTAD, L., FEDERE, I., FREDEN, C., GONGGRIJP, G.P., KARIS, L.O. RAUDSEP, R., SATKUNAS, J., SUOMINEN, V., & WIMBLETON, W.A.P. (1998). A framework for Geosites in northern Europe. *Proceedings of ProGEO Conference* Tallinn, June 1987. Geological Survey of Estonia.
- LAPO, A.V., DAVYDOV, V.I., PASHKEVICH, N.G., PETROV, V.V., VDOVETS, M.S. (1993). Methodic principles of study of geological monuments of nature in Russia. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 1, N 6: 636-644.
- LAPO, A.V. (in press). Criteria for revealing geosites in an effort to compile their Global list. In: *Proceedings of the Second International Symposium on the Conservation of the Geological Heritage*, Roma June 1996: *Memoirs of the Geological Service of Italy*. *Proceedings of the Special Symposium on Geological Heritage in SouthEast Europe*, May 1995. *Geologica Balcanica* 26
- WIMBLETON, W.A.P. (1993). World Heritage Sites and geological conservation. *Geotechnica Abstracts*, Cologne
- WIMBLETON, W.A.P. *et al.* (in press). Geological World Heritage: GEOSITES a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation. In: Proceedings of the Second International Symposium on the Conservation of the Geological Heritage, Roma June 1996: *Memoirs of the Geological Service of Italy*.
- WIMBLETON, W.A.P. (1996). National site selection, a stop on the way to a European Geosite list. Proceedings of the Special Symposium "Geological Heritage in SouthEast Europe" , May 1995. *Geologica Balcanica* 26: 15-27
- WIMBLETON, W.A.P. (1996). Geological World Heritage: Geosites a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation. *Proceedings 30th International Geological Congress, Beijing*. Abstract Vol 1, 74 pp.
- WIMBLETON, W.A.P. (1996). Geosites a new conservation initiative. *Episodes*, 19: 87-88.
- WIMBLETON, W.A.P. (1998). A European Geosite Inventory. In: *Comunicaciones de la IV Reunion Nacional de la Comision de patrimonio Geologico*, 15-18

APÉNDICE 1

Reino Unido

Estratigráfico

- Cuaternario*
- Estratigrafía de las terrazas de gravas interglaciares pleistocenas del Támesis
 - Límite de los hielos en el Weichseliense (Sur de Gales)
 - Límite de los hielos en el Angliense (estadio isotópico 12)/tills del interglaciar Cromeriense (Norfolk)
 - Secuencias del río Támesis (estadios isotópicos 6-10)
 - Sedimentos de playas y cuevas del Pleistoceno Superior (interglaciar/glaciar) (Saaliense-Weichseliense), Sur de Gales
 - Playas elevadas del Sur de Inglaterra del interglaciar (estadios isotópicos 7, 5e) del Pleistoceno Superior (Cornwall, Sur de Gales)
- Fanerozoico*
- Área tipo del Cámbrico (norte y suroeste de Gales)
 - Área tipo del Ordovícico (Arenig, Llanvirn, Llandeilo, y Caradoc) de Gales
 - Estratotipos del Sur de Gales del Silúrico Inferior (Llandovery)
 - Arrecifes silúricos, transición cuenca-plataforma, secuencias clásicas del Ludlow-Wenlock (Welsh Borders)
 - Devónico tipo (marino) en carbonatos y clásticos del Devon Old Red Sandstone, estratos del Wenlock-Ludlow en las secuencias de Welsh Borders
 - Devónico tipo (marino) en carbonatos y clásticos de la estratigrafía del Devon Old Red Sandstone; ambientes fluviales y lacustres de la cuenca de Orcadian y del Sur de Gales.
 - Calizas del Carbonífero Inferior de Pennines y secuencias parállicas del Sur de Escocia.
 - Sistemas deltaicos del Carbonífero Superior de Millstone Grit de Yorkshire, Derbyshire y Lancashire.
 - Mejores depósitos de carbón del Carbonífero Superior de Europa (Sur de Gales).
 - Límite regional para los estratotipos del Carbonífero Superior
 - Facies marinas marginales y discordancia basal del Jurásico (Gales)
 - Serie marina clásica del Hettangiense-Toarciense (Jurásico Inferior), oeste de Dorset
 - Secuencias marinas condensadas del Aalenense-Bajociense (Dorset)
 - Estratotipos del Oxfordiense, Kimmeridgiense y Portlandiense de Dorset

	<p>Depósitos de carbón del Carbonífero Superior en secciones costeras, no deformados por la orogenia Varisca (noroeste de Inglaterra)</p> <p>Lechos rojos del Carbonífero Superior, carbones marginales y controles tectónicos de la sedimentación (oeste de Inglaterra)</p> <p>Depósitos del mar de Zechstein y evaporitas (Pérmico Superior), noroeste de Inglaterra</p> <p>Lechos del límite Pérmico-Triásico (Somerset-Vale of Glamorgan)</p> <p>Secuencia de lechos rojos del Pérmico-Triásico, costa de Devon</p> <p>Lechos de transición marino/no marino del Jurásico-Cretácico, Dorset-Wiltshire</p> <p>Estratigrafía y ambientes fluviales y lacustres del Weald, Weald tipo, Cretácico Inferior</p> <p>Discordancia regional sub-Albense (Dorset-Devon)</p> <p>Depósitos de creta del Cretácico superior, sureste de Inglaterra</p> <p>Terciario inicial de la cuenca Hampshire-París</p> <p>Terciario Basal de Kent</p>
<i>Proterozoico</i>	Lechos rojos del Proterozoico Superior (Torridoniense), noroeste de Escocia
<i>Arcaico</i>	Lewisense (Scourienne y Laxfordiense) Arcaico/Proterozoico, noroeste de Escocia
Paleoambiental	<p>Rellenos de uadis desérticos del Triásico Superior, sur de Gales</p> <p>Secuencias más complejas marginales marinas/no marinas del Jurásico terminal, Wiltshire</p>
Paleontológico	<p>Agnatos del Silúrico Superior, Lesmahagow</p> <p>Primeras plantas vasculares, y radiación principal de plantas terrestres, Silúrico Superior-Devónico, Old Red Sandstone, sur de Gales</p> <p>Peces y agnatos en el Old Red Sandstone, Orcadian Cuvette, Welsh Borders</p> <p>Flora petrificada 3D del Devónico Inferior, insectos</p> <p>Petrificaciones de plantas del Carbonífero Inferior, evolución de gimnospermas y helechos, sur de Escocia</p> <p>Depósitos de carbón del Carbonífero Superior, mejores plantas del Westfaliense, sur de Gales</p> <p>Peces del Carbonífero Inferior, primeros reptiles, sur de Escocia/Midland Valley</p> <p>Faunas de insectos en depósitos de carbón del Carbonífero Superior, oeste de Inglaterra/sur de Gales</p>

	<p>Reptiles similares a mamíferos, Triásico de Elgin</p> <p>Faunas de insectos del Oligoceno, cuenca de Hampshire</p> <p>Flora y fauna del Triásico Superior, primeros mamíferos de todo el mundo</p> <p>Insectos del Triásico Superior, oeste de Inglaterra</p> <p>Reptiles marinos e insectos, Jurásico Inferior</p> <p>Plantas del Jurásico Medio, Inglaterra central y oriental; mejores faunas de mamíferos del mundo del Jurásico Medio, sur de Inglaterra; mayor riqueza de mamíferos, reptiles e insectos del mundo del Jurásico Inferior-Cretácico Inferior, Isla de Purbeck</p> <p>Plantas del Weald, flora clásica e insectos del Cretácico Inferior, Weald</p> <p>Dinosaurios del Weald, Cretácico Inferior, Isla de Wight</p> <p>Insectos en ámbar del Cretácico, Isla de Wight</p> <p>Mejores bosques de selva tropical del Paleógeno, crisis florística por enfriamiento, cuencas de Londres y Hampshire</p>
Petrología ígnea, metamórfica y sedimentaria, texturas y estructuras	<p>Lavas e intrusiones terciarias, Inner Hebridias, apertura del Atlántico Norte</p> <p>Emisiones volcánicas del Pérmico-Carbonífero, Edimburgo</p> <p>Ofiolitas, melange, rocas del manto, lavas almohadilladas, etc., del fondo oceánico Hercínico (Rheic)</p> <p>Rocas ígneas del Devónico-Pérmico, suroeste de Inglaterra, granitos postorogénicos</p> <p>Vulcanismo del Ordovícico-Silúrico, margen sur del océano de lapetus del Paleozoico Inferior</p>
Mineralógico, económico	<p>Mineralizaciones metasomáticas post-graníticas, estaño, etc., Cornwall</p> <p>Menas polimetálicas en areniscas triásicas, noroeste de Inglaterra</p>
Estructural	<p>Estructuras del frente varisco, sur de Gales</p> <p>Fallas de desgarre variscas, principales deformaciones en el sur de Gales</p>
Rasgos geomorfológicos, procesos de erosión y sedimentación, formas del terreno y paisajes	<p>Tómbolo singular en la playa de Chesil</p> <p>Costa erosiva de control litológico/estructural, este de Dorset</p> <p>Rías de oeste de Gales, Devon/Cornwall</p> <p>Cuspate foreland Dungeness</p> <p>Tors graníticos, Devon/Cornwall</p> <p>Calzada de los gigantes</p>

Astroblemas

Rasgos geológicos a escala continental u oceánica, relaciones entre placas tectónicas y "terrains"

Subducción en el margen sur del océano de lapetus, prisma de acreción, sur de Escocia

Submarino

Histórico, para el desarrollo de la ciencia geológica

Secciones de Hutton, Salisbury Grags, Edimburgo
Discordancias clásicas, p.e., Discordancia de la Beche
Jurásico sobre Carbonífero descrito en 1822
Lias fosilífero e intrusiones terciarias de Portrush, base del debate entre neptunistas y plutonistas
Discordancia angular de Hutton (1795), sur de Escocia
Jurásico Medio condensado de S.S. Buckman, sur de Inglaterra
Primeros yacimientos de mamíferos preterciarios descritos, sur de Inglaterra

Grecia

Estratigráfico

Cuaternario Secuencia controlada por la tectónica del Neógeno-Pleistoceno: marina mixta, lacustre y fluvial

Fanerozoico Secuencias de Creta, Plattenkalk
Primeros depósitos de flysh con significado orogénico
Secuencias del basamento pre-alpino
Molasas del Eoceno-Mioceno Medio (depressiones Rhodope, Mesohellenic y Axios)
Pequeñas cuencas molásicas (Oeste y Cíclades)

Proterozoico *Arcaico*

Paleoambiental Crisis salina Mesiniense, evaporitas y petróleo
Cuencas de lignito y faunas (Mioceno, Plioceno, Pleistoceno)

Paleobiológico Fauna de mamíferos del Mioceno Superior

Petrología ígnea, metamórfica y sedimentaria, texturas y estructuras

Arco volcánico, sur del Egeo
Complejo ofiolítico, sedimentos de aguas profundas, secuencias Iro & Ero
Vulcanismo de arcos iniciales

Mineralógico, económico

Menas de bauxita y aluminio
Asociaciones ígneas con Au, Ag, Fe, Pb y Zn

Estructural

Rasgos geomorfológicos, procesos de erosión y sedimentación, formas del terreno y paisajes

Terrazas marinas, controles en el cambio del nivel del mar

Astroblemas

Rasgos geológicos a escala continental u oceánica, relaciones entre placas tectónicas y "terrains"

Zonas isotópicas, mostrando regímenes geotectónicos y paleogeografía

Submarino

Histórico, para el desarrollo de la ciencia geológica

Ucrania

Estratigráfico

- Cuaternario*
- Secuencias de loess y paleosuelos, sur y centro de Ucrania
 - Secuencias glaciares y de loess, norte de Ucrania
 - Secuencias marinas y de loess, región de Kerch
 - Secuencias glaciares de Dnieper (Saaliniense), norte de Ucrania
 - Turberas fósiles de Likhvin (Holsteiniense), oeste de Ucrania
 - Turberas fósiles de Mikulino (Eemiense), región de Dnieper
 - Suelos de tipo chernozem (estándar a nivel mundial)
- Fanerozoico*
- Véndico-Devónico, Podillya
 - Lechos del límite Silúrico-Devónico, Podillya
 - Secuencias del Devónico, macizo varisco de Donetsk
 - Secuencias del Carbonífero, macizo de Donetsk
 - Secuencias del Pérmico Inferior, macizo de Donetsk
 - Secuencias del Triásico, Donetsk y Cárpatos
 - Flysh del Triásico Superior, Crimea
 - Secuencias del Jurásico Inferior y Medio, Donetsk y Dnieper central
 - Cretácico y Jurásico Superior, Crimea
 - Cretácico Inferior, Podillya
 - Cretácico Superior, Volyn, Donetsk y Novgorod-Siversky
 - Flysh del Cretácico Superior, Cárpatos
 - Secuencias del Paleógeno, Cárpatos y Crimea
 - Secuencias del Eoceno, región de Dnieper-Donetsk
 - Secuencias del Oligoceno, Cárpatos y Dnieper-Donetsk
 - Mioceno, Precárpatos y Dnieper
 - Mioceno Inferior, Ternopil-Dniester
 - Mioceno Medio, Precárpatos
 - Mioceno-Plioceno, región de Konka
 - Plioceno marino, región de Kerch
 - Correlación marino-continental del Plioceno, región de Odessa
 - Plioceno continental, Crimea
- Proterozoico*
- Granitos básicos y ultrabásicos, Ovruch, Koroste & Priazovye
 - Granitos del Proterozoico Inferior del complejo de Kirovograd-Zhitomir
 - Dioritas y gabro-noritas del Proterozoico Inferior, Complejo de Osnitsa

<i>Arcaico</i>	Granitos, charnoquitas y gneises, escudo cristalino de Ucrania Yacimientos de hierro, macizo de Saksagan
Paleoambiental	Sistema arrecifal del Silúrico Superior, Podillya Bosque del carbonífero, macizo de Donetsk Sistema arrecifal del Permico, macizo de Donetsk Suelos fósiles del Pérmico y Triásico, macizo de Donetsk Depósitos de carbones marrones del Eoceno, Kirovograd Arrecifes del Mioceno, Podillya & Crimea Erráticos de Dnieper (Saaliense)
Paleobiológico	Algas del Véndico, Podillya Plantas del Silúrico Superior Plantas del Devónico, Podillya Biotas del Carbonífero y Pérmico Inferior, macizo de Donetsk Biota del Jurásico Inferior, macizo de Donetsk Biotas del Cretácico, Volyn'-Podillya, y regiones de Novgorod-Siversky y Donetsk Plantas del Paleógeno, Kirovograd Faunas del Paleoceno, región de Cherkassy Moluscos del Eoceno, región de Zadonets Fauna del Paleoceno, región Dnieper-Donetsk Biota del Eoceno-Oligoceno, Dnieper central Plantas del Mioceno, Zaporizhyya, Ternopil & Kirovograd Peces del Mioceno, Precárpatos Biota del Plioceno, catacumbas de Odessa Yacimientos de mamíferos del Cuaternario Inferior, región de Prichernomorsk Yacimientos de mamíferos del Cuaternario Medio, Dnieper central Yacimientos de mamuts, Ucrania del norte Yacimientos de cuevas de osos, montañas de Crimea
Petrología ígnea, metamórfica y sedimentaria, texturas y estructuras	Volcanes del Plioceno, Transcárpatos Volcanes del Jurásico, Crimea "Riphean" basaltos, Rivne Margas del Jurásico, Transcárpatos Rocas ígneas del Devónico, macizo de Donetsk
Mineralógico, económico	Caolinitas, escudo cristalino de Ucrania Plomo/zinc, macizo varisco de Donetsk

	<p>Minerales hidrotermales, Cárpatos</p> <p>Palygorskita/bentonita, escudo cristalino de Ucrania</p> <p>"Ozokerite", Cárpatos</p> <p>Minerales de hierro, Kryvy Rig</p> <p>Minerales de hierro, Kerch</p> <p>Minerales de manganeso, Nikopol</p> <p>Reservas de mercurio, región de Donetsk</p> <p>Minerales de hierro y titanio, Polesse</p> <p>Reservas de grafito, escudo cristalino ucraniano</p> <p>Rocas salinas, región de Donetsk</p> <p>Minerales de venas pegmatíticas, escudo cristalino ucraniano</p> <p>Asociaciones minerales (amatista, calcedonia, ónice, cornalina, jaspe) en venas de rocas ígneas, Crimea</p> <p>Costras de meteorización de tobas, Transcárpatos</p> <p>Venas de espato de Islandia, Crimea oriental</p> <p>Mineralizaciones polimetálicas (galena, esfalerita, smithsonita, cerusita), Precárpatos</p> <p>Placeres de ilmenita (oligoceno), región de Dnieper-Donetsk</p>
Estructural	<p>Tectónica por diapirismo, Dnieper & Transcárpatos</p> <p>"mud Volcano", Indol-Kerch</p> <p>"gothic folds", Cárpatos</p> <p>Pliques y fallas en rocas del Proterozoico, region de Dnieper</p> <p>Falla de Vasilievsky (Precámbrico) y falla de Donetsk norte (Varisca), macizo de Donetsk</p> <p>Fallas de los Cárpatos volcánicos y Crimea (alpinas)</p>
Rasgos geomorfológicos, procesos de erosión y sedimentación, formas del terreno y paisajes	<p>Lagos kársticos de Volyn</p> <p>Cavidades kársticas en carbonatos de Crimea</p> <p>Karst salino, Donetsk</p> <p>Cuevas en yeso, Podillya</p> <p>Formas erosivas, Dnieper</p> <p>Deslizamientos, Cárpatos y Crimea</p> <p>Cañones de Crimea</p> <p>Pináculos en rocas cristalinas, escudo ucraniano</p> <p>Pináculos en rocas cretácicas, macizo de Donetsk</p> <p>Pináculos en conglomerados jurásicos, Crimea</p> <p>Cuevas en rocas ígneas, Cárpatos</p> <p>Glaciadislocación, Dnieper central</p> <p>Dunas arenosas del Dnieper bajo</p> <p>Sistema deltaico del Danubio</p>

Geoarqueológicos, e histórico-geológicos

- Yacimientos multicapa del Acheuliense/Mesolítico, Transcárpatos
- Yacimientos paleolíticos, Crimea
- Yacimientos del Paleolítico Superior, Dnieper medio
- Yacimientos del Musteriense, region de Dniester
- Yacimientos del Paleolítico final, región de Donetsk
- Yacimientos neolíticos, región del Dnieper central
- Yacimientos de la Edad de Bronce, región de Donetsk
- Yacimientos del Scytiense, región del Dnieper bajo
- Templos bárbaros en rocas de los Cárpatos
- Poblaciones medievales en cuevas, en cuevas de Crimea
- La minería más antigua en la cuenca de carbón de Donetsk
- La primera explotación de petróleo de los Precárpatos

APÉNDICE 2

Formato para el registro de lugares de interés geológico, para su inclusión en la base de datos IUGS-GEOSITES

Datos básicos de identificación

- 1) Número de acceso en el proyecto GEOSITES
- 2) *Número de acceso como lugar nacional
- 3) *Nombre del lugar de interés geológico (sinónimos)
- 4) *Estado, provincia, población (o equivalentes)
- 5) *Coordenadas geográficas: referencias al sistema nacional, o longitud y latitud (preferentemente en un sistema de coordenadas internacional)
- 6) Características del lugar (p.e., roquedo, cantera, acantilado marino, terraza fluvial, mina, cresta, circo, cueva, drumlin, esker)

Datos geológicos principales

- 7) Tipo de lugar o yacimiento (p.e., forma del terreno, perfil estratigráfico, cueva, etc.)
- 8) *Interés geo(morfo)lógico principal (cualificación para la categoría en GEOSITES)
- 9) *Categoría del inventario o contexto representado (tema, región/provincia o edad, p.e., posición de los hielos, unidad de tiempo, grupo mineral/fósil)
- 10) *Cronoestratigrafía
- 11) *Descripción del interés principal
- 12) *Valoración/justificación comparativa (justificación de la localización como parte de un tema, provincia o edad)
- 13) Cualidades con relación a otros lugares o yacimientos

Datos secundarios de apoyo

- 14) Hoja del mapa (al menos a escala 1:50.000)
- 15) Altitud
- 16) Área (hectáreas o km²)
- 17) Estado de protección (garantía de integridad), accesibilidad
- 18) Literatura, referencias más destacadas
- 19) Fuentes de datos, colecciones
- 20) Ilustraciones
- 21) *Autor(es) de la propuesta

* La información señalada con un asterisco se considera esencial, y es necesaria en la primera fase de la propuesta de GEOSITES. El resto pueden ser rellenados con posterioridad.

APÉNDICE 3

Principios para la evaluación de los valores científicos de los lugares de interés geológico propuestos

Todo aquel que haga una propuesta de un lugar de interés geológico (*geosite*), debería preguntarse las siguientes cuestiones relacionadas con el lugar o yacimiento potencialmente candidato:

- i) ¿Cuál es su significado para la comprensión de la evolución geológica (inorgánica y orgánica)?
- ii) ¿Cuál es su significado para una comprensión de los procesos y mecanismos geológicos/geomorfológicos?
- iii) ¿Cómo son de completos los fenómenos presentes: aparecen representados todos los rasgos relevantes, p.e., en un volcán, cómo son de completas las series magmáticas, cuántos tipos de rocas efusivas aparecen, y cuántos periodos de erupción, etc.)
- iv) ¿Ha sido bien estudiado el lugar objeto de discusión? ¿Es extensa la literatura sobre él? ¿En qué grado han sido medidas sus características más importantes (datación radiométrica absoluta, identificación de minerales, fósiles, etc.)?
- v) ¿Cuál es el rasgo especial, característico o único del lugar/yacimiento en el tiempo y/o en el espacio? ¿Cómo son de significativas las relaciones entre rocas/depósitos/formas del terreno y sus características espacio-temporales?
- vi) ¿Cuál es la calidad del material que es objeto particular de interés del lugar?
- vii) ¿Para qué posición de la columna geológica, o para qué fenómeno geológico, es representativo este lugar?
- viii) Las categorías (p.e., estratigráfico, mineralógico, volcánico, etc.) no son significativas en términos de (o entendidas como) cuotas. Los tipos de lugar o yacimiento que un país selecciona tienen que estar determinados por su composición geo(morfo)lógica, sus rasgos más sobresalientes y su contribución a la geodiversidad.
- ix) ¿En qué parte de la red de selección (temporal o temática) entra esta localidad, y es una parte vital de la misma?

Directrices para la selección

La justificación de los valores más sobresalientes de un lugar de interés geológico propuesto debería ser demostrada: esto quiere decir que su posición en un contexto tanto nacional como regional debe de ser clarificada. Su validación como un ejemplo, o una parte, pongamos por caso, de una estructura regional, de un intervalo estratigráfico vital, de un episodio tectónico o de una fase glacial, depende de la parte esencial que juega en la aclaración de dicho tema, estructura, evento, o época.

- i El tamaño de un lugar o yacimiento no es significativo. Las grandes áreas pueden contener múltiples núcleos, cada uno con un interés especial independiente; el interés, significado y representatividad deberían ser demostrados para cada uno de ellos.

- ii La integridad es importante, y cualquier lugar propuesto debería ser susceptible de conservación y protección efectiva ante su deterioro.
- iii Los principios para la conservación geológica deberían aplicarse, es decir, conservación significa protección ante su uso, incluyendo donde sea apropiado la recolección.
- iv Tanto como sea posible, la recolección inadecuada, bien por profesionales bien por aficionados, debería ser desaconsejada (excepto, y particularmente, en aquellos lugares donde exista una pérdida apreciable de material debido a procesos naturales).
- v Los lugares y yacimientos no deberían agotarse, extrayendo y transportando aquel material mejor y más representativo a museos, colecciones o establecimientos privados. Si no aparecen especímenes visibles directamente, podría constituir un buen potencial para futuras recolecciones.
- vi El establecimiento de museos en los lugares y yacimientos, con colecciones, puede ser una alternativa satisfactoria.
- vii La preparación de lugares y yacimientos con objetivos educativos, de recreo, formación e investigación, es un hecho deseable.
- viii Allí donde sea posible y apropiado, la integridad y conservación de lugar propuesto debería ser objeto de monitorización.
- ix Es mejor considerar los lugares de interés geo(morfo)lógico de manera aislada, cada uno de ellos evaluado según su interés más significativo; sin embargo, y de manera sinérgica, puede ser deseable realizar agrupaciones de lugares, o dentro de entidades mayores (tales como parques nacionales). Sin embargo, cada lugar debe de ser juzgado de manera individual, y ser capaz de permanecer por sí mismo para los objetivos de su evaluación y justificación.
- x No es posible establecer concentraciones similares de lugares de interés por área (relativos al tamaño del país, región, etc.); debe tenerse en cuenta este aspecto, al objeto de evitar toda posible carga de subjetividad.
- xi A la hora de seleccionar lugares de interés geológico, es más importante evaluar candidatos de manera comparativa dentro de un contexto, al objeto de llevar a cabo comparaciones de información con otros posibles candidatos; esto implica investigaciones futuras.
- xii Tamaño (el más grande) y edad (el primero o más antiguo) son sólo algunos de los factores relevantes, pero que no pueden hacerse equivaler automáticamente a 'lo mejor'.
- xiii Aquellos lugares con un registro complejo, sujetos a estudios multidisciplinarios, con una larga historia de investigación, o con una bibliografía sustancial, es posible que sean los mejores candidatos. Pero esta afirmación no debe servir para descartar lugares nuevos y sin explorar.
- xiv La nominación de un lugar de interés geológico debería ser hecha a través de un razonamiento conciso y bien argumentado. Para ello, debería usarse el formato de documentación de *Geosites*.

APÉNDICE 4

Características geológicas	Finlandia	Suecia	Evaluación
<i>Estratigrafía Cuaternario</i>	—	—	
<i>Fanerozoico</i> Rellenos de fisuras de sedimentos cámbricos en el basamento cristalino	Archipiélago de Turku	Provincia de Uppland	Turku
Paleozoico Inferior	Escasa representación	Representado en Suecia	
<i>Proterozoico</i> Véndico	Muhos, S. Oulu, noroeste de Finlandia	Área de Torneträsk, noroeste de Suecia	Igual
Doleritas "Post-Jotniense" ricas en olivino	Vaasa, Finlandia centro-oriental	Ulvön y Costa Alta, Suecia centro-oriental	Igual
Sedimentos del "Jotniense"	Satakunta	Transtrand-Fulufjället, Suecia centrooeste	Transtrand
Intrusiones 'Rapakivi'	Archipiélago Åland	Costa Alta	Åland
Granitos postorogénicos, c. 1.8 Ga	Seglinge, suroeste de Finlandia	Granitos de Dala, Suecia central	Igual
Intrusiones sinorogénicas			Pendiente
Turbiditas y vulcanismo "Svecofennian"	Pellinge	Área oriental de Bergslagen	Igual
Rocas carbonáticas con estromatolitos	Torneå, noroeste de Finlandia	Kiruna, norte de Suecia, provincia mineral del sur de Suecia	Igual
Argilitas	Pizarras de Tampere, Finlandia centro-sur	Pizarras de Grythyttan, sur de Suecia	Igual
Cuarcitas	Formación Koli, sur de Suecia	Formación Leksand	Igual
<i>Arcaico</i>	Kuhmo, Finlandia oriental 2800-3200 Ma		Kuhmo
<i>Paleoambiental</i> <i>Paleobiológico</i>	— —	— —	

Características geológicas	Finlandia	Suecia	Evaluación
<i>Petrología ígnea, metamórfica y sedimentaria, texturas, eventos y procesos</i> Intrusiones fanerozoicas de rocas alcalinas	Iivaara, 365 Ma	Alnön, Suecia central c. 550 Ma	Igual
<i>Mineralógico, económico</i>	—	—	
<i>Estructural</i> Zona de deformaciones plásticas y cabalgamientos			
Polifases proterozoicas	Kullaa, suroeste de Finlandia	Karlskoga, Värmland oriental	Pendiente
Elementos de los mantos de los <i>Scandes</i> centrales		Alsen, Jämtland	Alsen
<i>Rasgos geomorfológicos, procesos y formas de erosión y sedimentación</i> Morrenas marginales	Salpauskäki I Lohja, sur de Finlandia	Fjärås bräcka, suroeste de Suecia	Igual
Morrenas De Geer	Archipiélago de Vaasa	Bahía de Årås Viken	Igual
Turberas	Olavassuo aapa, Norte de Lapland	Taavavuoma	Igual
Deltas marginales	Sääksjärvi, sur de Finlandia	Ödskölts moar, suroeste	Igual
Morrenas 'rogen'		Área de Rogen, Suecia centro-oeste	Pendiente
Complejos de esker	Säkylänharju	Uppsala	Igual
Kames		Valle härad, sur, suroeste	Pendiente
Sandur	Pohjangangas-Hämeengangas	Röjan, Suecia central	Pendiente
Drumlins	Pieksämäki	Hackvad, sur de Suecia	Pendiente
Depósitos eólicos, dunas	Lohtaja	Área de Mora, sur de Suecia	Pendiente

Características geológicas	Finlandia	Suecia	Evaluación
Terrazas detríticas de conchas	Depósitos menores	Área de Uddevalla, suroeste	Uddevalla
Marmitas de gigante	Hirvas, norte de Finlandia	Sveafallen	Hirvas
Playas elevadas		Costa Alta, Suecia centrooriental	Sobresaliente
<i>Astroblemas</i>	Lappajärvi, Cretácico Superior, 77 Ma	Distrito de Siljan, Paleozoico Superior	Igual
<i>Rasgos geológicos a escala oceánica o continental, relaciones de tectónica de placas y "terrains"</i>	—	—	
<i>Submarino</i>	—	—	
<i>Histórico, para el desarrollo de la ciencia geológica</i>	—	—	

(en cursiva categorías originales de GEOSITES)