



Década por una Educación para la Sostenibilidad



Boletín N° 69

Objetivo Durban: Un acuerdo inaplazable para luchar contra el cambio climático

El próximo 28 de noviembre se inaugura en Durban la convención mundial del clima, COP 17. Tras el rotundo fracaso de la COP 15 (Copenhague 2009), en la COP 16 (Cancún 2010) todos los países aceptaron, atendiendo a las recomendaciones de la comunidad científica, la necesidad de alcanzar este año en Durban acuerdos vinculantes y justos de fuertes reducciones de gases de efecto invernadero (GEI) para evitar que el cambio climático alcance una dimensión incontrolable e irreversible que conduzca a un colapso civilizatorio.

Existe el peligro, sin embargo, de que la preocupación por la actual crisis económica actúe como distractor y provoque nuevas e injustificadas dilaciones de muy graves consecuencias. Se precisa, por el contrario, como ha señalado el Secretario General de Naciones Unidas, “redoblar los esfuerzos para luchar contra el cambio climático”. Como nos recuerda Ban Ki-moon, millones de personas están ya sufriendo las consecuencias del incremento, en número e intensidad, de fenómenos climáticos extremos como huracanes, inundaciones o prolongadas sequías. Y cada día que pasa la mitigación del cambio climático se hace más difícil y costosa.

Proponer que se pospongan las medidas de protección ambiental a la superación de la crisis económica constituye un nuevo ejemplo de miopía “cortoplacista”: ignora que dicha crisis y la crisis ambiental son dos aspectos de una misma problemática y se potencian mutuamente. E ignora la posibilidad de convertir esta vinculación en oportunidad de impulsar un desarrollo auténticamente sostenible, una *Economía Verde*, con inversiones productivas en, por ejemplo, nuevas tecnologías de energía renovable y de eficiencia energética y alimentaria que contribuyan a la creación de millones de puestos de trabajo y, al propio tiempo, a mitigar el cambio climático.

Necesitamos, pues, crear un clima social que obligue a los responsables políticos a cumplir lo previsto en Cancún. Podemos y debemos movilizar a las Asociaciones Científicas y Culturales, a las ONGs, a las universidades y demás centros educativos, a los sindicatos, a los partidos políticos, a las corporaciones municipales, a los medios de difusión, etc., para que reclamen a los gobiernos los mayores esfuerzos para que en Durban se alcance el necesario acuerdo de reducción de emisiones de GEI.

Tenemos pocas semanas para movilizar a la sociedad, pero podemos lograrlo si multiplicamos las iniciativas, como está ya sucediendo. Precisamente el 24 de septiembre se celebra el día “Planeta en Movimiento”, concebido como “un día para alejarse de los combustibles fósiles” y hacer que prevalezcan los derechos de las personas por encima de los intereses de las entidades contaminantes (<http://www.moving-planet.org/ideas>). Celebremos esta fecha poniendo en marcha planes de actuación para lograr que Durban sea un éxito.



COP17/CMP7
UNITED NATIONS
CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2011
DURBAN, SOUTH AFRICA

Las Hoyas: El primer humedal moderno en la historia del planeta

La última campaña de excavación en el yacimiento de Las Hoyas, concluida este verano, cierra un ciclo de estudio de uno de los ecosistemas fósiles más antiguos y mejor preservados del mundo. Así lo confirma el equipo de especialistas de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y la Universidad Complutense (UCM) que ha estado al frente de la investigación del yacimiento desde su descubrimiento, hace 25 años, en la Serranía de Cuenca. A partir de ahora los esfuerzos se dirigen a extrapolar el conocimiento de Las Hoyas a una escala global.



La última campaña de excavación en el yacimiento de Las Hoyas, concluida este verano, cierra un ciclo de estudio de uno de los ecosistemas fósiles más antiguos y mejor preservados del mundo. Así lo confirma el equipo de especialistas de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y la Universidad Complutense (UCM) que ha estado al frente de la investigación del yacimiento desde su descubrimiento, hace 25 años, en la Serranía de Cuenca. A partir de ahora los esfuerzos se dirigen a extrapolar el conocimiento de Las Hoyas a una escala global.

John Rojas-Uribe - El yacimiento paleontológico de Las Hoyas es reconocido internacionalmente por aportar extraordinarios testimonios fósiles. Reptiles, peces, insectos, pájaros, algas, microorganismos y plantas de hace 125 millones de años se cuentan entre las numerosas especies que ha revelado en condiciones excepcionales de conservación. Es el escenario donde fueron encontrados los restos que dieron la clave para determinar la relación que vincula a los dinosaurios con las aves modernas, y el mismo donde apareció el *Concavenator corcovatus*, el particular dinosaurio jorobado recientemente presentado por paleontólogos españoles a la comunidad científica internacional.

Sin embargo, “todavía más sorprendente y valioso que los mismos ejemplares hallados en el yacimiento, es la posibilidad que hoy tenemos de articular todo ello en su conjunto: la posibilidad de reconstruir, con un nivel de detalle sin precedentes, el puzzle completo de un ecosistema de la Era Mesozoica”, enfatiza Ángela D. Buscalioni, profesora de la Unidad de Paleontología de la UAM, e investigadora principal de Las Hoyas.

La imagen que dibuja la compleja trama de organismos encontrados al cabo de 25 años de investigación es, desde un punto de vista ecológico, la del primer humedal moderno en la historia del planeta. “Si definiésemos Las Hoyas incorporando todos los taxones descubiertos así como su rango filogenético (de grado de parentesco), el promedio de la composición evolutiva de este ecosistema de humedal tropical se acercaría al de los actuales humedales tropicales”, explica la investigadora.

Jesús Marugán, miembro del mismo equipo investigador, destaca el valor del yacimiento de Las Hoyas señalando que su datación corresponde, exactamente, al periodo mesozoico que se conoce como Cretácico Inferior: “este es el periodo en el que se diversifican las primeras aves, los mamíferos, muchos reptiles como los cocodrilos modernos o los lagartos, los peces teleósteos, las plantas con flor; es decir: el momento en el que eclosiona el esplendor de la vida en el planeta tal como la conocemos hoy”.

Actualmente Las Hoyas sólo puede compararse con la famosa biota de Jehol, en China, donde se han hallado fósiles similares correspondientes a la misma época. Sin embargo, “las investigaciones en el yacimiento chino no han alcanzado aún una etapa que permita comprenderlo en su complejidad ecológica. En este sentido Las Hoyas es un yacimiento único en el mundo”, añade Marugán.

De Las Hoyas al ecosistema global

Entre los restos fósiles que aportó la última campaña de excavación en Las Hoyas se encuentra un nuevo ejemplar de ave mesozoica, cuyo estudio quizás evidencie por primera vez la morfología del

cráneo; cientos de algas carófitas, altamente útiles para los trabajos de datación; y una gran variedad de gusanos que han desvelado a los investigadores los fondos vivos más profundos del ancestral humedal.

Con la finalización de esta campaña se da por concluida la segunda etapa de estudio en el yacimiento; etapa que fue iniciada hace una década bajo la coordinación de la Dra. Buscalioni y la Dra. Marian Fregenal (UCM), tras un ciclo inicial en el que se clasificaron registros fósiles y se identificaron sus relaciones de parentesco con las especies modernas.

La segunda etapa de estudio tuvo como propósito elaborar una reconstrucción paleoecológica del complejo ecosistema de lagos, charcas y suelos anegados que alguna vez existió en lo que hoy es un secarral. Gracias a esta tarea los especialistas pueden ahora constatar que el yacimiento de Las Hoyas es un exclusivo ejemplar de los primeros humedales modernos que surgieron en el Cretácico Inferior. Y, además, comprender las complejas relaciones bióticas que albergó, así como las razones que explican su exuberante diversidad y su extraordinaria preservación.

“El trabajo que tenemos ahora por delante consiste en extrapolar todo este conocimiento local a una escala global”, asegura Buscalioni, y añade que “esto exigirá sumar mayores recursos técnicos y humanos para poder llevar a cabo un extenso trabajo comparativo con yacimientos de otras latitudes, como los que hay en China, Brasil o Líbano”. El objetivo de la nueva etapa de estudio que comienza consistirá, por tanto, en “aunar esfuerzos internacionales para intentar conocer –con el mismo nivel de detalle que hoy conocemos Las Hoyas– qué fue lo que realmente ocurrió hace 125 millones de años en el planeta, cuando detonó esa exuberante diversidad biológica que hoy conocemos”; concluye la investigadora.

La exuberante diversidad y extraordinaria preservación de Las Hoyas

El ecosistema de Las Hoyas abarca un amplio rango de grupos biológicos, según ha constatado el equipo de especialistas de la UAM y la UCM tras 25 años de excavaciones: Se destacan organismos de cuerpo blando con cuerpos segmentados, tales como larvas de dípteros, anélidos y otros animales vermiformes (con forma de gusano) nunca antes descritos en el registro fósil; insectos con modos de vida diversos (sobre todo los acuáticos); algas carófitas completamente articuladas (la mayor diversidad conocida para el registro mesozoico); y un número considerable de crustáceos (desde pequeños ostrácodos hasta cangrejos de agua dulce, casi indistinguibles de los que actualmente viven en lagos y ríos).

Las plantas constituyen, en términos de diversidad, el 15% de las especies que se han recuperado en Las Hoyas. Si se incluyen todas las especies descritas de animales y vegetales, las plantas son después de los artrópodos (crustáceos e insectos) el grupo más diverso. Además de las acuáticas, y de diferentes tipos de helechos y coníferas, se han descubierto también hojas de angiospermas. Las angiospermas son las plantas con flor, y en la actualidad constituyen el grupo dominante de nuestros paisajes, de nuestros alimentos y medicamentos.

Las Hoyas también es la localidad donde aparece el registro más antiguo de algunos grupos biológicos descritos excepcionalmente en épocas muy puntuales, como sucede con los crustáceos denominados peracáridos, que actualmente sólo habitan en cuevas kársticas.

El Dr. Francisco Poyato-Ariza, especialista de la UAM en procesos de fosilización y en el registro fósil de los peces, comprueba que éstos también constituyen un grupo muy representativo del humedal, con familias diversas de formas primitivas y con una gran variedad de teleosteos modernos.

Otros moradores habituales de Las Hoyas fueron algunos anfibios con y sin cola –como las salamandras y las ranas, respectivamente–, lagartos con diversas adaptaciones locomotoras, tortugas de caparzones ligeros y cocodrilos enanos. En cuanto a los cielos, fueron dominados por un grupo de aves que no dejó descendientes, y por los pterosaurios, un grupo de reptiles voladores de pico agudo y gran cresta cuyo registro más antiguo de sus representantes edentados (sin dientes) corresponde precisamente

a este yacimiento. También abundaron aves con dientes y garras (enantiornitas), por lo que hoy ésta es una de las localidades más emblemáticas en el estudio de la diversidad de las aves con dichas características.

El registro fósil de dinosaurios también es significativo en el humedal, aunque son considerados como animales incidentales —que acudían o atravesaban esporádicamente estos ecosistemas de modo análogo a como lo hacen hoy los mamíferos en los humedales tropicales—.

Pero incluso los organismos más pequeños han sido enormemente significativos en estos 25 años de investigación. Recientes estudios llevados a cabo por la Unidad de Paleontología y el Departamento de Ecología de la UAM, han concluido que, curiosamente, las bacterias son las responsables de la extraordinaria conservación acaecida por millones de años en este primigenio humedal moderno. Según dichos estudios, todo el ecosistema estaría tapizado por espesos velos microbianos de algas y bacterias que, al envolver los cuerpos, generaron en estos unas condiciones particulares, frenando su descomposición.

Plásticos en los océanos: un problema ambiental a nivel mundial

Entre 1986 y 2008 siete mil estudiantes universitarios que colaboran con un proyecto científico han recogido 64 mil piezas de plástico en redes que han sido volcadas en el oeste del Atlántico Norte. Se trata de un proyecto destinado a estudiar qué sucede con el plástico en los océanos. “Sabemos que el plástico está siendo consumido por organismos de diferente escala, desde el plancton hasta peces y organismos más grandes”, afirman los investigadores.



Entre 1986 y 2008 siete mil estudiantes universitarios que colaboran con un proyecto científico han recogido 64 mil piezas de plástico en redes que han sido volcadas en el oeste del Atlántico Norte. Se trata de un proyecto destinado a estudiar qué sucede con el plástico en los océanos. “Sabemos que el plástico está siendo consumido por organismos de diferente escala, desde el plancton hasta peces y organismos más grandes”, afirman los investigadores.

Agencia CyTA – Instituto Leloir. La preocupante realidad de las toneladas de plásticos que contaminan los océanos ha sido y sigue siendo título de los diarios. Entre Estados Unidos y Japón se estima que los desechos cubren un área de 700 mil kilómetros cuadrados, con cientos de miles de piezas de plástico por kilómetro cuadrado.

El océano Atlántico no es ajeno a esta problemática. En un artículo difundido en la revista *Oceanus* —publicación de la Institución oceanográfica estadounidense Woods Hole— se describe un proyecto que tiene como objetivo analizar los desechos plásticos que flotan en esas aguas.

En las últimas décadas, cada año la Asociación de Educación Marítima (SEA según sus siglas en inglés), en Estados Unidos, lleva en un barco a estudiantes universitarios que arrojan redes al océano y recoger muestras biológicas y de desechos en el oeste del Atlántico Norte. El programa dura 12 semanas. Es así que, entre 1986 y 2008, siete mil estudiantes han recogido 64 mil piezas de plástico. Ya en 1987, en esa misma publicación -*Oceanus*- el científico de SEA, Jude Wilber escribió: “Es virtualmente imposible tirar una red en las superficies del mar de los Sargazos (océano Atlántico) y no encontrar desechos plásticos del algún tipo.”

El objetivo de este proyecto es de largo plazo y consiste en realizar estudios relacionados con la cantidad de desechos plásticos y el grado de descomposición que experimentan esos materiales en el agua. Asimismo científicos de diferentes centros de investigación aprovechan ese voluminoso material para realizar sus estudios.

En forma paralela, en un estudio publicado en *Science* en agosto de 2010, un equipo de científicos indicó que la producción global de plásticos entre 1986 y 2008 se ha incrementado en forma significativa,

sin embargo “resulta sorprendente encontrar que la concentración de ese material en la superficie no está aumentando”, indica Kara Lavender Law, investigadora de SEA y una de las autoras del trabajo que analizaron muestras de desecho plástico recogido en el Atlántico Norte Occidental y en el Mar Caribe en un período de 22 años. Y agrega: “esto significa que deben ocurrir determinados procesos que remueven el plástico de la superficie.”

En ese estudio, Law y sus colegas realizaron mediciones de plástico flotante, tomadas entre 1986 y el 2008, en el Atlántico Norte Occidental y en el Mar Caribe. Los autores del estudio intentan explicar por qué la concentración de plástico no aumentó en las muestras recogidas. De acuerdo con los investigadores es posible que las redes no atrapen los pedazos de plástico a causa de su fragmentación en pequeños pedazos. También es posible, aseguran, que el cambio de densidad en esos materiales –producto de diferentes procesos– provoque su hundimiento al fondo de los océanos.

Por otra parte científicos de la Institución Oceanográfica Woods Hole (WHOI, por sus siglas en inglés) indican en un estudio publicado a fines de 2010 en *Marine Pollution Bulletin* que las enzimas de determinadas bacterias marinas tendrían la capacidad de metabolizar fragmentos plásticos. Asimismo consideran que es posible que la turbulencia del mar y determinadas reacciones químicas inducidas por la luz solar, entre otros factores, fragmenten los plásticos en pequeños pedazos que las redes no logran capturar.

Recientemente investigadores de SEA encontraron restos plásticos en el tracto digestivo de peces ballesta. “Sabemos que el plástico esta siendo consumido por organismos de diferente escala, desde el plancton hasta peces y organismos más grandes, pero no sabemos cuánto consumen. Tampoco sabemos si una vez que lo consumen, queda en su organismo o si lo eliminan”, indicó Lawen el artículo publicado en *Oceanus*. Son muchas las preguntas que giran en torno a lo que sucede con los desechos plásticos en los océanos. Lo que si queda en evidencia es el largo camino aún recorre la humanidad para lograr un manejo responsable de los residuos urbanos e industriales que contaminan el planeta.

Durante un semestre, estudiantes universitarios lanzan una red desde un barco dos veces al día para recoger muestras biológicas y desechos plásticos. El proyecto está organizado por la Asociación de Educación Marítima (SEA según sus siglas en inglés), en Estados Unidos.

Créditos: Kara Lavender Law, SEA.

Cómo transformar aguas contaminantes de mataderos en biocombustible

Dentro de la industria cárnica, los residuos originados en los mataderos son los que poseen un mayor poder contaminante, fundamentalmente por la presencia en ellos de sangre. Una tesis doctoral, obra de Juan José Espinosa, de la Universidad de Burgos (UBU), ha demostrado que a través de una serie de técnicas es posible convertir todos estos residuos en biogás que, si bien no va a generar la energía suficiente como para mantener una planta entera, sí puede servir de combustible para este proceso de depuración.



Dentro de la industria cárnica, los residuos originados en los mataderos son los que poseen un mayor poder contaminante, fundamentalmente por la presencia en ellos de sangre. Una tesis doctoral, obra de Juan José Espinosa, de la Universidad de Burgos (UBU), ha demostrado que a través de una serie de técnicas es posible convertir todos estos residuos en biogás que, si bien no va a generar la energía suficiente como para mantener una planta entera, sí puede servir de combustible para este proceso de depuración.

DICYT - La técnica desarrollada consiste en la combinación de dos procesos, uno denominado anaerobio de película fija, y otro aerobio de membrana. El primero de ellos es capaz de convertir los

contaminantes en biogás, mientras que el segundo puede eliminar prácticamente por completo la materia orgánica y el nitrógeno del agua contaminada, ha explicado a DiCYT Juan José Espinosa, doctorando de la Universidad de Burgos, ha obtenido la calificación de sobresaliente 'cum laude'.

Los microorganismos aerobios necesitan de oxígeno para subsistir y desarrollarse, mientras que los anaerobios no es así y la materia orgánica sobrevive sin contacto con el aire, creciendo los microorganismos con la poca energía de la que disponen para mantenerse vivos. En estas condiciones anaerobias, los contaminantes se transforman en metano y en dióxido de carbono (CO₂), es decir, en biogás, el denominado gas de los pantanos.

Además de producir energía que puede ser posteriormente utilizada, el proceso anaerobio genera la décima parte del fango que el aerobio -el más común en los mataderos-, lo que también contribuye a la reducción de los costes de tratado.

Anaerobio de película fija y aerobio de membranas

Las grasas que presenta el agua residual de los mataderos pueden provocar que el tratamiento de los contaminantes mediante este método anaerobio sea menos eficiente. “Si los microorganismos están suspendidos en el agua lo que ocurre es que se despegan las grasas y, como tienen baja densidad, flotan, se marchan con las burbujas que se generan y salen fuera del reactor. Entonces, pierdes capacidad de depuración, estás perdiendo los “bichos” que hacen el trabajo”, ha precisado el investigador, que ha desarrollado su trabajo durante siete años.

Para solucionar este problema y evitar su salida del reactor, Espinosa añadió a los residuos un material de relleno con forma tubular al que los microorganismos se adherían. Mediante este material formaban, además, una película que les protegía contra productos tóxicos inhibidores, ha destacado el doctorando, que ha estado tutelado por Victorino Díez y Gonzalo Salazar, profesores del Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos de la UBU.

El efluente -líquido que procede de una planta industrial- de los sistemas anaerobios tiene la desventaja de que es de mala calidad, lo que fue tenido en cuenta por el investigador, pues las bacterias anaerobias no son capaces de coger sustratos a cualquier concentración, “tiene que ser a concentraciones altas”. Para sortear esta dificultad, se combinó este sistema anaerobio con otro aerobio de membranas de fibras huecas. Éste es capaz de retener en el efluente a los microorganismos, los cuales crecen en unas condiciones adversas en las que hay mucho nitrógeno y se especializan en eliminar los sustratos, los contaminantes.

Los experimentos para desarrollar este sistema se han realizado a escala piloto con aguas residuales procedentes de mataderos que se han tratado en reactores utilizados comunmente en estas instalaciones, que poseen una capacidad de uno y dos metros cúbicos, ha manifestado el científico, para quien de esta forma se ofrecen resultados más fiables que si las experiencias se realizaran con instrumentos de un tamaño más reducido.

Adopción del sistema

La adopción de este sistema por parte de los mataderos no conllevaría unos costes mucho más altos que si instalaran el tradicional aerobio. En concreto, la inversión mayor sería en las membranas y el material de relleno necesarios para la ejecución de los procesos aerobio y anaerobio. No obstante, el que con este método se consiga generar una mucho menor cantidad de fango supondría una reducción de los costes derivados de su tratamiento, ha concluido.

Cambio climático, actividad humana y agua subterránea en Santa Fe

La variabilidad climática que afecta al planeta, combinada con la actividad humana, obliga a encarar acciones que tiendan a mitigar sus probables consecuencias y a adaptar la gestión de los recursos naturales a nuevos escenarios. Para lograrlo, el conocimiento científico constituye una herramienta ineludible. Así lo afirma un grupo de investigación de Santa Fe cuyo trabajo será incluido en una publicación de la Unesco.



La variabilidad climática que afecta al planeta, combinada con la actividad humana, obliga a encarar acciones que tiendan a mitigar sus probables consecuencias y a adaptar la gestión de los recursos naturales a nuevos escenarios. Para lograrlo, el conocimiento científico constituye una herramienta ineludible. Así lo afirma un grupo de investigación de Santa Fe cuyo trabajo será incluido en una publicación de la Unesco.

Agencia CyTA – Instituto Leloir / Prensa UNL La variabilidad climática combinada con la actividad humana precisa encarar acciones que tiendan a mitigar sus probables consecuencias y a adaptar la gestión de los recursos naturales a nuevos escenarios. En este sentido, el Grupo de Investigaciones Geohidrológicas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (Fich) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), dirigido por la doctora Ofelia Tujchneider, estudia desde hace más de cinco años la incidencia del cambio climático y la acción humana en la cantidad y calidad de los recursos de agua dulce subterráneos del centro de la provincia de Santa Fe.

“Nuestro trabajo está muy avanzado. Las investigaciones que desarrollamos en el sistema acuífero de esa zona, con foco en Esperanza, nos permite contar con una valiosa cantidad de información y una conceptualización del sistema natural suficientemente consistente como para proyectar, con baja incertidumbre, escenarios que podrían afectar tanto los procesos de recarga del acuífero, como el uso del recurso”, explicó Tujchneider.

Por este amplio conocimiento demostrado y la afinidad con los objetivos del programa de Unesco “Evaluación de los recursos hídricos subterráneos bajo los efectos de la actividad humana y del cambio climático para América Latina y el Caribe” (Graphic-LAC), este caso de estudio fue seleccionado para integrar el libro “Climate changes effects in groundwater resources”.

Esta publicación de la Unesco y la Asociación Internacional de Hidrogeólogos reúne experiencias e iniciativas exitosas de todo el mundo en relación con aguas subterráneas, cambio climático y actividad humana, a fin de avanzar en el conocimiento de esta temática a partir de realidades locales. “Son casos en los cuales por primera vez se hace una proyección de efectos de la variabilidad climática y la actividad humana en aguas subterráneas. Esto, sin duda, tendrá un alto impacto a nivel mundial y nuestro caso de estudio forma parte de esta iniciativa. Es el único ejemplo de Argentina y, junto con otro de Brasil, los únicos dos casos de Latinoamérica y el Caribe”, subrayó la experta.

Prospectiva

El estudio de la Fich, cuyas coautoras son la doctora Marta Paris y las magísteres Marcela Pérez y Mónica D’Elía, representa una problemática habitual en las sociedades contemporáneas, donde la diversificación y expansión de la actividad económica genera una demanda creciente de agua dulce, afectando su calidad y cantidad.

En este marco, el trabajo plantea dos escenarios en el área central de la provincia de Santa Fe en la cual las aguas subterráneas constituyen la principal fuente de abastecimiento de la región, a fin de estimar la disponibilidad del recurso para el consumo humano y la producción de alimentos en el presente y durante el período 2081-2090.

Los resultados de este análisis indican que los sistemas de aguas subterráneas en esa área estarían expuestos a un gran estrés hídrico, motivado por el cambio climático, debido al incremento de la demanda de agua y al peligro de contaminación, así como a la disminución de la recarga, esto es, el ingreso de agua al acuífero.

Por ello, concluye el estudio, “se deberán incentivar actividades de investigación que permitan mejorar el conocimiento sobre los sistemas geohidrológicos, tanto a escala local como regional, para la elaboración de modelos de gestión adecuados”.