

# Código de conducta del SCAR para la exploración e investigación de medioambientes acuáticos subglaciales

## Antecedentes

1. El presente Código de Conducta (CC) del Comité Científico de Investigación Antártica (SCAR) ofrece directrices para la comunidad científica que tenga interés en llevar a cabo actividades de exploración e investigación en los medioambientes acuáticos subglaciales (SAE) de la Antártida.
2. Originalmente, la preparación de este CC fue estuvo a cargo de un Grupo de Acción del SCAR<sup>1</sup>, en consulta con especialistas en SAE —incluido el Consejo de Administradores de Programas Antárticos Nacionales (COMNAP)— pertenecientes a un amplio abanico de disciplinas.
3. El CC fue elaborado en reconocimiento del valor de estos medioambientes, de la necesidad de llevar adelante una gestión ambiental y del creciente interés científico en las investigaciones subglaciales.
4. El CC se basa en la literatura publicada y presta especial atención a los informes del programa de investigación científica Exploración Lacustre Subglacial (SALE) del SCAR (ver <http://www.sale.scar.org/>) y al informe de las Academias Nacionales de Estados Unidos sobre gestión ambiental de los SAE<sup>2</sup>.
5. Estados Unidos presentó el informe de las Academias Nacionales de ese país sobre gestión ambiental de los SAE como Documento de Información IP 110 en la XXXI RCTA-XI Reunión del CPA.
6. En 2011, el SCAR presentó el CC como Documento de Información IP 33 en la XIV Reunión del CPA. En 2017, el SCAR coordinó una revisión de este CC a través de expertos y de la comunidad más amplia del SCAR, y la versión revisada se presentó ante la XX Reunión del CPA. Se seguirá actualizando y perfeccionando este Código a medida que surjan nuevos resultados científicos y se elaboren futuros informes del impacto ambiental a partir de campañas de exploración de los SAE planificadas. Los desarrollos en materia de investigación logrados en este campo están resumidos en dos volúmenes editados<sup>3, 4</sup>.

## Introducción

7. El hielo antártico encallado es muy reconocido como un componente fundamental del sistema terrestre que influye en la dinámica de las corrientes oceánicas y del clima mundial, y que afecta sobremanera el nivel global del mar.
8. En los primeros modelos de corrientes de hielo desde el interior del continente hasta el océano, se daba por sentado que había una fricción considerable entre la parte inferior de las capas de hielo y la roca subyacente.
9. El descubrimiento del lago subglaciar Vostok y, más adelante, de más de 400 características lacustres restantes bajo el hielo ha cambiado nuestra visión de los medioambientes subglaciales.
10. Cuando se realiza una perforación del hielo hasta la roca madre, a menudo se encuentra agua en la interfase hielo/roca. Además, los cambios en la altura de la superficie de hielo que cubre los lagos sugieren que el agua fluye activamente bajo el hielo.

---

<sup>1</sup> Miembros del Grupo de Acción del SCAR: Warwick Vincent (Presidente, Canadá), Irina Alekhina (Rusia), Peter Doran (Estados Unidos), Takeshi Naganuma (Japón), Guido di Prisco (Italia), Bryan Storey (Nueva Zelandia), Jemma Wadham (Reino Unido) y David Walton (Reino Unido).

<sup>2</sup> National Research Council, “Exploration of Antarctic Subglacial Aquatic Environments: Environmental and Scientific Stewardship”, National Academies Press, ISBN -13: 978-0-309-10635, 152 pp. (2007).

<sup>3</sup> Siegert, M.J., Kennicutt, M., Bindschadler, R. (eds.). Antarctic Subglacial Aquatic Environments. AGU Geophysical Monograph 192, 246 pp. (2011).

<sup>4</sup> Siegert, M.J., Prisco, J., Alekhina, I., Wadham, J. y Lyons, B. (eds.). Antarctic Subglacial Lake Exploration: first results and future plans. Transactions of the Royal Society of London, A. 374, número 2059. (2016).

11. A partir de estas y otras observaciones, se ha llegado a la conclusión de que, en la mayoría de los casos, hay agua libre en la interfase hielo/roca; de que el agua suele acumularse en lagos, dentro de cuencas; y de que las actividades científicas que contaminan una zona podrían contaminar también los medioambientes subglaciares ubicados corriente abajo.
12. Gran parte de la atención científica se ha centrado en la posibilidad de que las aguas subglaciares contengan ecosistemas activos, incluidas comunidades microbianas que sobreviven o prosperan en dichos medioambientes. Asimismo, las investigaciones demostraron que hay microbios que existen en las cercanías del borde del hielo encallado y que los lagos subglaciares pueden constituir ecosistemas microbianos activos<sup>5</sup>.
13. Para proteger esos lagos singulares, así como el medioambiente acuático subglaciar en su totalidad, es esencial que exista un CC acordado a nivel internacional.
14. Durante las etapas de elaboración y revisión del presente CC, el SCAR se basó en los debates internacionales entablados en reuniones de su programa SALE y en las recomendaciones de las Academias Nacionales de Estados Unidos en materia de gestión ambiental de los SAE<sup>2</sup>.

### **Principios rectores**

15. La gestión responsable efectuada durante la exploración de los medioambientes acuáticos subglaciares debería llevarse a cabo en consonancia con el Protocolo del Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, de manera que se reduzca a un mínimo la contaminación y los daños posibles a los medioambientes y que el valor de estos medioambientes prístinos se mantenga protegido para las generaciones futuras, no solo en términos científicos, sino también en términos de conservación y protección.
16. De conformidad con el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, todas las actividades propuestas deben someterse a una Evaluación del Impacto Ambiental antes de su comienzo.
17. Es probable que aquellos proyectos de perforación del hielo para llegar a medioambientes acuáticos subglaciares requieran una Evaluación Ambiental Inicial (IEE), aunque quizás el nivel de evaluación adecuado sea una Evaluación Medioambiental Global (CEE), dados los posibles efectos que implica dicha actividad.
18. La CEE garantiza que toda la información pertinente esté disponible a nivel mundial, que las propuestas se expongan a una amplia variedad de comentarios de especialistas y que la comunidad científica siga las prácticas recomendables disponibles.
19. En consonancia con el principio de cooperación científica establecido en el Tratado Antártico, se alienta la participación multinacional en la exploración de los SAE.
20. La exploración debería llevarse a cabo con un enfoque conservador y gradual mediante el cual la información recopilada y las lecciones aprendidas en cada etapa se archiven y se utilicen para orientar la gestión medioambiental, las investigaciones científicas y el desarrollo tecnológico en el futuro. Dicha información debería ser pública y distribuirse de manera gratuita, por ejemplo, a través de las autoridades nacionales, a los Miembros del Comité para la Protección del Medio Ambiente, entre otros.
21. Se recomienda evaluar cada posible sitio de exploración en el marco de los conjuntos de datos geofísicos y del modelado del flujo del hielo que identifican lagos y otras regiones donde hay derretimiento basal. Eso ayudaría a identificar las características singulares de cada lugar y a seleccionar los sitios de perforación. Algunas consideraciones adicionales en relación con los sitios incluyen la profundidad del agua, la accesibilidad, las conexiones hacia ambientes acuáticos subglaciares no locales, las limitaciones logísticas, los costos y las posibles consecuencias ambientales del campamento de superficie.
22. Deben recopilarse, mantenerse y publicarse registros exactos de manera gratuita para favorecer todos los futuros esfuerzos de muestreo subglaciar.

---

<sup>5</sup> Christner, B.C., Priscu, J.C., Achberger, A.M., Barbante, C., Carter, S.P., Christianson, K., Michaud, A.B., Mikucki, J.A., Mitchell, A.C., Skidmore, M.L., Vick-Majors, T.J. A microbial ecosystem beneath the West Antarctic ice sheet. *Nature*, 512 Número 7514, pp 310-313 (2014).

23. El Anexo V al Protocolo permite que se designen áreas como Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP), ya sea para gestionarlas con fines de investigación, o para conservarlas como ejemplares prístinos para generaciones futuras. Una vez que haya suficiente información disponible acerca de las características de los lagos subglaciares, los esfuerzos deberían centrarse en seleccionar medioambientes acuáticos subglaciares ejemplares y en designarlos ZAEP en pos de lograr su conservación a largo plazo, de conformidad con el Artículo 3 del Anexo V al Protocolo.

### **Perforación y entrada a los SAE**

24. A menos que existan evidencias específicas del sitio que demuestren lo contrario, cuando se perfora hasta la base de una capa de hielo de la Antártida, debe darse por sentado que hay agua en estado líquido debajo del hielo basal y que esa agua forma parte de una red de drenaje subglacial que requiere un alto nivel de protección ambiental. En general, puede decirse que los sitios ubicados corriente abajo, sobre todo aquellos que están más cerca del mar, corren un riesgo ambiental menor que los sitios ubicados corriente arriba.
25. Los protocolos de exploración también deben asumir que los medioambientes acuáticos subglaciares contienen organismos vivos, por lo que deben tomarse precauciones para prevenir cualquier alteración permanente de la biología —incluida la introducción de especies no autóctonas— o de las propiedades del hábitat de dichos medioambientes.
26. Los fluidos de perforación y el equipo asociado que vayan a ingresar al medioambiente acuático subglacial deben limpiarse en el mayor grado posible, y deben llevarse registros de las pruebas de esterilidad, tales como registros bacterianos mediante microscopía de fluorescencia en el sitio de perforación, entre otros. Como directriz provisional para la limpieza general, la cantidad de microorganismos presentes en esos objetos debe ser menor que la cantidad presente en un volumen equivalente del hielo que se esté perforando para llegar al medioambiente subglacial. Esta norma debería reevaluarse cuando haya nuevos datos disponibles sobre poblaciones microbianas acuáticas subglaciares.
27. Debería documentarse la concentración de contaminantes químicos introducidos por los fluidos de perforación y por el equipo de muestro, y deberían utilizarse tecnologías de perforación limpias — como agua caliente— en la máxima medida posible.
28. No debería esperarse que la cantidad total de las sustancias contaminantes agregadas a estos medioambientes acuáticos modifique las propiedades químicas mensurables del medioambiente.
29. Antes de realizar la perforación, deberían calcularse la presión del agua y la presión parcial de los gases en los lagos, a efectos de evitar que el flujo arrastre la contaminación y que los hidratos de gas se desestabilicen. Además, deberían adoptarse medidas preparatorias en caso de erupciones.

### **Muestreo e instalación de instrumentos**

30. Los planes y protocolos de muestreo deben optimizarse para garantizar que un tipo de investigación no incida por accidente en otras investigaciones, que los regímenes de muestreo contemplen la máxima utilización interdisciplinaria de las muestras y que toda la información se comparta a fin de promover una mejor comprensión.
31. Los protocolos deben estar diseñados con el objetivo de reducir a un mínimo las alteraciones en la estructura y las propiedades químicas y físicas de los medioambientes acuáticos subglaciares durante la exploración y el muestro de agua y sedimentos.
32. Los sistemas de muestreo y otros instrumentos que se sumerjan en los medioambientes acuáticos subglaciares deben limpiarse con meticulosidad para asegurarse de reducir al mínimo la contaminación química y microbiológica, de acuerdo con las recomendaciones del punto 26.
33. Es posible que sea necesario introducir ciertos objetos y materiales en medioambientes acuáticos subglaciares por razones de seguimiento, por ejemplo, para calcular los efectos a largo plazo de las actividades humanas en el medioambiente subglacial, en cuyo caso se definirían en la Evaluación del Impacto Ambiental del proyecto, o por razones científicas, por ejemplo, para

## *Informe Final de la XL RCTA*

realizar el seguimiento a largo plazo de los procesos geofísicos o bioquímicos. En estos casos, deberán cumplirse las exigencias microbiológicas detalladas en el punto 26 y, para usos científicos, deberá incluirse un análisis de los riesgos ambientales —como la probabilidad y las implicancias de la falta de recuperación de instrumentos— en contraposición con los beneficios científicos descritos en los documentos de evaluación ambiental.

Siempre que sea posible, deben retirarse los objetos y los materiales que se hayan ingresado a un medioambiente acuático subglaciar una vez que se hayan cumplido los objetivos previstos.