



Convenio sobre la Diversidad Biológica

Distr.
GENERAL

UNEP/CBD/SBSTTA/16/10
12 de marzo de 2012

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

ÓRGANO SUBSIDIARIO DE ASESORAMIENTO
CIENTÍFICO, TÉCNICO Y TECNOLÓGICO

Decimosexta reunión

Montreal, 30 de abril a 5 de mayo de 2012

Tema 7.3 del programa provisional*

CUESTIONES TÉCNICAS Y NORMATIVAS DE GEOINGENIERÍA EN RELACIÓN CON EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Nota del Secretario Ejecutivo

RESUMEN

En su décima reunión, la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), adoptó una decisión sobre la geoingeniería relacionada con el clima y sus efectos en el logro de los objetivos del Convenio como parte de su decisión X/33 sobre la diversidad biológica y el cambio climático. En respuesta a esta decisión se prepararon tres estudios que fueron presentados ante el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico como documentos de información. Los estudios recopilan y sintetizan información sobre: i) los posibles impactos de las técnicas de la geoingeniería en la diversidad biológica y las consideraciones sociales, económicas y culturales relacionadas, ii) el marco normativo de la geoingeniería pertinente al Convenio, y iii) las opiniones y experiencias de las comunidades indígenas y locales y otros interesados acerca de los efectos de la geoingeniería en la diversidad biológica.

El estudio técnico indica que la utilización de algunas técnicas de geoingeniería, si es factible y eficaz, podría reducir la magnitud del cambio climático y sus efectos en la diversidad biológica. Al mismo tiempo, la mayoría de las técnicas de geoingeniería llevan asociados efectos imprevistos en la diversidad biológica, sobre todo cuando se utilizan a una escala significativa para el clima, junto con riesgos e incertidumbres importantes. El estudio también reconoce numerosas áreas donde los conocimientos son todavía muy limitados.

El estudio sobre el marco jurídico y normativo de la geoingeniería indica que los mecanismos normativos existentes que se podrían aplicar a la geoingeniería relacionada con el clima pertinentes al Convenio no constituyen un marco para la geoingeniería en su conjunto que cumpla los criterios de tener una base científica, ser mundial, transparente y eficaz. Con las posibles excepciones de los experimentos de fertilización de los océanos y del almacenamiento de dióxido de carbono en formaciones geológicas, el actual marco jurídico y normativo no guarda proporción con la posible escala y el posible alcance de la geoingeniería relacionada con el clima, incluidos los efectos transfronterizos. Posiblemente para lo que más pertinente es la necesidad de mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y eficaces es para los conceptos de geoingeniería que tienen potencial para causar efectos

* UNEP/CBD/SBSTTA/16/1.

transfronterizos adversos importantes, y para los desplegados en áreas que están fuera de la jurisdicción nacional y en la atmósfera. La falta de mecanismos normativos para métodos de reflexión de la luz del sol es una laguna importante, especialmente teniendo en cuenta el potencial para provocar efectos transfronterizos deletéreos significativos.

Las opiniones y experiencias inicialmente presentadas por las comunidades indígenas y locales y otros interesados directos indican que hasta ahora la contribución de los pueblos indígenas a este debate ha sido muy limitada, y que tanto los programas de creación de capacidad culturalmente pertinentes como la información sobre estos temas son escasos. Es necesario continuar explorando las perspectivas indígenas sobre los efectos de la geoingeniería. Varias normas de las Naciones Unidas, incluida la *Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas*

RECOMENDACIONES SUGERIDA

El Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico podría estimar oportuno recomendar que la Conferencia de las Partes, en su undécima reunión, tome una decisión del siguiente tenor:

La Conferencia de las Partes

1. *Acoge con beneplácito* el informe sobre los efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28), el estudio sobre el marco normativo de la geoingeniería relacionada con el clima pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29) y el examen general de las opiniones y experiencias de las comunidades indígenas y locales y otros interesados (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30);

2. *Toma nota* de los principales mensajes presentados en el presente documento (UNEP/CBD/SBSTTA/16/10);

3. *Toma nota* de que la geoingeniería relacionada con el clima puede ser definida como una intervención intencional que se realiza en el medio ambiente planetario de naturaleza y escala deseadas para contrarrestar el cambio climático antropogénico y/o sus efectos, entre otras cosas, mediante métodos de reflexión de la luz solar o mediante la eliminación de los gases de efecto invernadero de la atmósfera;

4. *Toma nota asimismo* de que quedan importantes lagunas en la comprensión de los efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica, incluidas las siguientes:

a) la eficacia global de algunas de las técnicas, teniendo en cuenta estimaciones realistas de su margen de ampliación sin perder eficacia;

b) cómo pueden las técnicas de geoingeniería propuestas afectar al tiempo y el clima regional y mundialmente;

c) cómo es probable que la diversidad biológica, los ecosistemas y sus servicios respondan a cambios inducidos mediante geoingeniería en el clima;

d) los efectos imprevistos de diferentes técnicas de geoingeniería propuestas en la diversidad biológica;

e) las implicaciones sociales y económicas, especialmente en lo que se refiere a la aceptación geopolítica, gobernanza y posible necesidad de abordar la cuestión de que algunos se beneficien y otros sufran impactos negativos.

5. *Recordando* el párrafo 8 x) de su decisión X/33, *acoge con beneplácito* la consideración a la que se está sometiendo en el marco del Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias de 1972 y su Protocolo de 1996 a la posible creación de un

* Resolución de la Asamblea General 61/295, anexo

marco normativo para técnicas de geoingeniería marina propuestas más allá de la fertilización de los océanos;

6. *Tomando nota* de que el derecho consuetudinario, incluida la obligación de evitar daños transfronterizos y la obligación de llevar a cabo evaluaciones del impacto ambiental, se podría aplicar a posibles actividades de geoingeniería pero de todas formas constituiría una base incompleta de regulación mundial;

7. *Toma nota asimismo* de que la posible pertinencia de tratados y organizaciones existentes a la gobernanza de posibles actividades de geoingeniería, incluida la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, el Convenio de Londres y su Protocolo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto, el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y su Protocolo de Montreal, y las convenciones regionales, así como la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial;

8. *Reconoce* que, para la mayoría de las técnicas de geoingeniería relacionada con el clima propuestas, los elementos del marco normativo existente no constituyen un marco con base científica, mundial, transparente y eficaz;

9. *Reconoce* que posiblemente para lo que más pertinente es la necesidad de mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y eficaces es para los conceptos de geoingeniería que tienen potencial para causar efectos transfronterizos adversos importantes, y para los desplegados en áreas que están fuera de la jurisdicción nacional y en la atmósfera;

10. *Pide* al Secretario Ejecutivo que transmita esta decisión y los informes mencionados en el párrafo 1 anterior a las secretarías de los tratados y organizaciones mencionados en el párrafo 7 anterior, para su posible consideración.

I. INTRODUCCIÓN

1. En su décima reunión, la Conferencia de las Partes adoptó la decisión X/33 sobre la geoingeniería relacionada con el clima y sus efectos en el logro de los objetivos del Convenio como parte de su decisión sobre la diversidad biológica y el cambio climático.

2. En concreto, en el párrafo 8 de esa decisión, la Conferencia de las Partes invitó a las Partes y otros gobiernos, conforme a las circunstancias y prioridades nacionales, así como a organizaciones y procesos pertinentes, a considerar la orientación siguiente sobre maneras de conservar, utilizar de manera sostenible y restaurar la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, contribuyendo a la vez a la mitigación del cambio climático y la adaptación a este: [...]

“w) Asegurar, de conformidad y en armonía con la decisión IX/16 C sobre fertilización de los océanos y diversidad biológica y cambio climático, a falta de mecanismos de control y mecanismos normativos con base científica, mundiales, transparentes y eficaces para geoingeniería, y de acuerdo con el enfoque de precaución y el artículo 14 del Convenio, que no se lleven a cabo actividades de geoingeniería relacionadas con el clima¹ que puedan afectar a la diversidad biológica hasta que no haya una base científica adecuada que justifique dichas actividades y no se hayan considerado de manera apropiada los riesgos conexos para el medio ambiente y la diversidad biológica, y los impactos sociales, económicos y culturales relacionados, excepto estudios de investigación científica de pequeña escala que se realizarían en un entorno controlado de acuerdo con el artículo 3 del Convenio, y solamente si están justificados por la necesidad de recopilar datos científicos específicos y son sometidos a una minuciosa evaluación previa de los posibles impactos en el medio ambiente;

x) Se señala que la insolación solar se define como una medida de la energía de la radiación solar recibida en una superficie dada a una hora dada y que el secuestro de carbono se define como el proceso de aumento del contenido de carbono de un reservorio/depósito que no sea la atmósfera.»

3. Asimismo, en el párrafo 9 de esa decisión, la Conferencia de las Partes pidió al Secretario Ejecutivo que: [...]

«l) Compil[ase] y sinteti[zase] la información científica disponible, y las opiniones y experiencias de la comunidades indígenas y locales y otros interesados, acerca de los posibles impactos de las técnicas de geoingeniería en la diversidad biológica y las consideraciones sociales, económicas y culturales relacionadas, y opciones de definiciones y entendimientos acerca de la geoingeniería relacionada con el cambio climático pertinentes al Convenio sobre la Diversidad Biológica y las [diese] a conocer para que sean estudiadas en una reunión del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico anterior a la 11.^a reunión de la Conferencia de las Partes

m) Tomando en cuenta la posible necesidad de contar con mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y eficaces, y sujeto a la disponibilidad de recursos financieros, llev[ase] a cabo un estudio sobre deficiencias en los mecanismos existentes para geoingeniería relacionada con el clima pertinentes al Convenio sobre la Diversidad Biológica, teniendo en cuenta que dichos mecanismos pueden no encontrar en el Convenio sobre

¹ Sin perjuicio de futuras deliberaciones sobre la definición de actividades de geoingeniería, entendiendo que cualquier tecnología que reduzca deliberadamente la insolación solar o aumente el secuestro de carbono de la atmósfera a gran escala que pueda afectar a la diversidad biológica (excluyendo el secuestro y el almacenamiento de carbono procedentes de combustibles fósiles cuando capturan dióxido de carbono antes de que sea liberado a la atmósfera) debería ser considerada una forma de geoingeniería que resulta pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica hasta que se pueda elaborar una definición más precisa. Se señala que la insolación solar se define como una medida de la energía de la radiación solar recibida en una superficie dada a una hora dada y que el secuestro de carbono se define como el proceso de aumento del contenido de carbono de un reservorio/depósito que no sea la atmósfera.

la Diversidad Biológica el contexto más adecuado, para que sea estudiado por el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico antes de una futura reunión de la Conferencia de las Partes, y comuni[case] los resultados a las organizaciones pertinentes.»

4. De conformidad con el párrafo 9 l) de la decisión X/33, después de los debates de un grupo de contacto convocado gracias al apoyo financiero del Gobierno del Reino Unido y de Noruega, un grupo de expertos y la Secretaría del Convenio prepararon un estudio sobre los efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica. El informe recopila y sintetiza la información científica disponible sobre los posibles efectos de las técnicas de geoingeniería en la diversidad biológica, incluyendo información sobre consideraciones sociales, económicas y culturales relacionadas, así como opciones de definiciones. Los principales mensajes del estudio están expuestos en la sección II más adelante. El documento UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28 contiene el informe completo.

5. En respuesta al párrafo 9 m) de la decisión X/33, un autor destacado ha preparado para la Secretaría un informe sobre el marco normativo de la ingeniería relacionada con el clima pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica, con comentarios y contribuciones adicionales de un grupo de expertos así como de la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad. Los principales mensajes del estudio están expuestos en la sección III más adelante. El documento UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29 contiene el informe completo.

6. El estudio sobre los efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica que se ha mencionado en el párrafo 4 anterior reconoce que actualmente hay muy poca información disponible sobre las perspectivas de las comunidades indígenas y locales. Paralelamente a la séptima reunión del Grupo de trabajo especial de composición abierta entre períodos de sesiones sobre el artículo 8 j) y disposiciones conexas del Convenio sobre la Diversidad Biológica y a la decimoquinta reunión del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico, la Secretaría organizó dos sesiones para iniciar un diálogo sobre este tema y para escuchar opiniones preliminares y experiencias de las comunidades indígenas y locales y otros interesados.

7. La Secretaría también lanzó un debate electrónico con el fin de recopilar las opiniones y experiencias de las comunidades indígenas y locales y otros interesados en relación con los posibles efectos de las técnicas de geoingeniería en la diversidad biológica, para lo que utilizó el foro global de pueblos indígenas, pequeñas islas y comunidades vulnerables denominado «En primera línea frente al cambio climático» que está disponible en Internet y es gestionado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en asociación con la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Secretaría del Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas de la ONU (UNPFII) y la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (OACDH). El foro llega a más de 46 000 personas y funciona en inglés, francés y español. La sección IV incluida más adelante presenta un resumen de los principales mensajes de este debate a través de Internet. El documento UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30 contiene el informe completo sobre este debate mantenido a través de Internet.

II. EFECTOS DE LA GEOINGENIERÍA RELACIONADA CON EL CLIMA EN LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

8. Los mensajes más importantes del estudio sobre los efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica se exponen a continuación. El documento UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28 contiene el informe completo.

9. **La diversidad biológica, los ecosistemas y sus servicios son críticos para el bienestar humano. La protección de la diversidad biológica y de los ecosistemas requiere que los impulsores de la pérdida de diversidad biológica se reduzcan.** Los principales impulsores directos de dicha pérdida son la conversión de hábitats, la sobrexplotación, la introducción de especies invasoras, la contaminación

y el cambio climático. Estos a su vez son impulsados por cambios demográficos, económicos, tecnológicos, sociopolíticos y culturales. El cambio climático inducido por el ser humano debido a emisiones de gases de efecto invernadero se está convirtiendo en un impulsor cada vez más importante de la pérdida de diversidad biológica y de la degradación de los servicios de ecosistemas. La mejor estrategia para reducir esos efectos adversos en la diversidad biológica es una transición rápida a una economía con bajos niveles de carbono. No obstante, dadas las actuales emisiones de gases de efecto invernadero, su larga permanencia en la atmósfera y la acción relativamente limitada hasta la fecha para reducir las emisiones futuras, también se ha sugerido el uso de las técnicas de geoingeniería para limitar la magnitud del cambio climático inducido por el ser humano y sus efectos.

Técnicas propuestas de la geoingeniería relacionada con el clima

10. **En este informe, la geoingeniería relacionada con el clima se define como una intervención intencional que se realiza en el medio ambiente planetario de naturaleza y escala deseada para contrarrestar el cambio climático antropogénico y sus efectos.** Entre las técnicas de geoingeniería se incluye el aumento de la reflectividad de la superficie o la atmósfera terrestres y la eliminación de gases de efecto invernadero de la atmósfera, aunque también se han propuesto otros enfoques. Esta definición de geoingeniería engloba un amplio abanico de acciones posibles para contrarrestar (o remediar) el calentamiento global y sus consecuencias. Lo que tienen en común esas acciones es que podrían producir un enfriamiento global si se aplicasen a una escala suficiente. Por lo tanto es posible diferenciar la geoingeniería de las acciones que mitigan (reducen o previenen) las emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas. Aquí no se considera que la captura y almacenamiento de carbono (CAC) vinculados al uso de combustibles de origen fósil entren dentro de la geoingeniería, aunque algunas técnicas de geoingeniería puedan seguir los mismos procesos, o parecidos, que el almacenamiento gestionado de carbono. Sin embargo, la forestación, la reforestación y los cambios en la gestión de la tierra a gran escala sí se incluyen, a pesar de que ya se toman esas medidas para mitigar el cambio climático y otros fines, y que conllevan un uso mínimo de nuevas tecnologías. (Secciones 2.1-2.2)²

11. **Los métodos de reflexión de la luz solar (MRL), el conjunto de los cuales también recibe el nombre de gestión de la radiación solar, tienen como fin contrarrestar el calentamiento y los correspondientes cambios climáticos reduciendo la incidencia y consiguiente absorción de radiación solar de onda corta, reflejando una pequeña proporción para que vuelva al espacio.** Se espera que surtan efecto rápidamente una vez que hayan sido desplegados a la escala apropiada, y que por lo tanto sean capaces de reducir las temperaturas globales en la superficie en unos pocos meses o años si se considerase que es lo conveniente. Los métodos de reflexión de la luz solar no abordarían la causa primordial del cambio climático inducido por el ser humano al aumentar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo que harían sería enmascarar el efecto de calentamiento por acumulación de gases de efecto invernadero. Introducirían una nueva dinámica entre los efectos de calentamiento por gases de efecto invernadero y los efectos de enfriamiento por métodos de reflexión de la luz solar, con consecuencias climáticas inciertas, especialmente en el ámbito regional. Los MRL no abordarían directamente la acidificación de los océanos. MRL propuestos:

1. *Enfoques espaciales:* reduciendo la cantidad de energía solar que llega a la Tierra, colocando blindajes solares en el espacio con el fin de reflejar o desviar la radiación solar;
2. *Cambios en aerosoles estratosféricos:* inyectando sulfatos u otro tipo de partículas en la alta atmósfera, con el fin de aumentar la dispersión de la luz solar, mandándola nuevamente al espacio;
3. *Aumentos en la reflectividad de las nubes:* aumentando la densidad de los núcleos de condensación de las nubes en la baja atmósfera y, en consecuencia, cambiando el brillo de las

² La información entre paréntesis indica que los detalles, incluidas referencias, están disponibles en esas secciones del informe principal (UNEP/CBD/SBSTTA/INF/28).

nubes, sobre todo encima de áreas oceánicas, con el objeto de aumentar la reflexión de la radiación solar;

4. *Aumentos en el albedo superficial*: modificando la superficie de la tierra y los océanos con el objeto de reflejar más radiación solar hacia el espacio exterior.

Los MRL se podrían poner en práctica por separado o combinados, a diferentes escalas. (*Sección 2.2.1*)

12. **Las técnicas de eliminación del dióxido de carbono tienen como fin eliminar el CO₂, un gas de efecto invernadero importante, de la atmósfera**, lo que permitiría que la radiación saliente de onda larga (infrarrojo térmico) escape más fácilmente. En principio también podrían eliminarse de la atmósfera, o reducirse en origen, otros gases de efecto invernadero, como el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄), pero esos enfoques aún son muy especulativos. Técnicas de eliminación del dióxido de carbono que se han propuesto:

1. *Fertilización de los océanos*: mediante el enriquecimiento de nutrientes en los medios marinos con la intención principal de estimular la producción de plantas y, por lo tanto, el secuestro de CO₂ proveniente de la atmósfera y la deposición del carbono en los grandes fondos oceánicos;
2. *Aumento de alteración por agentes atmosféricos*: aumentando artificialmente el ritmo al que se elimina naturalmente el CO₂ de la atmósfera, mediante la alteración por agentes atmosféricos (disolución) de las rocas silicatadas y carbonadas;;
3. *Aumento del secuestro de carbono mediante la gestión de ecosistemas*: por ejemplo, a través de la forestación, reforestación o medidas que aumenten el almacenamiento natural de carbono en el suelo y los humedales
4. *Captura y almacenamiento posterior de carbono biológico utilizando biomasa cosechada*: por ejemplo mediante biocarbón, el almacenamiento de residuos de cultivos o madera a largo plazo, o bioenergía con captura y almacenamiento de carbono
5. *Captura química directa del carbono de la atmósfera y su almacenamiento posterior*, por ejemplo almacenándolo como CO₂ líquido en formaciones geológicas o en los grandes fondos oceánicos.

Los enfoques para eliminar el dióxido de carbono incluyen dos pasos: (1) 1) captura del CO₂ de la atmósfera y (2) almacenamiento a largo plazo (secuestro) del carbono capturado. En las tres primeras técnicas, estos dos pasos están muy vinculados, aunque la permanencia del almacén y la técnica específica pueden variar; en la cuarta y la quinta, la captura y el almacenamiento se pueden separar en el tiempo y en el espacio. Los enfoques basados en ecosistemas, como la forestación, la reforestación o el aumento del carbono en el suelo, ya se emplean como actividades de mitigación del cambio climático, y no todo el mundo considera que algunos sean tecnologías de geoingeniería. Las técnicas de eliminación de dióxido de carbono tienen un efecto relativamente lento: para tener un efecto significativo en el clima, de manera individual o colectiva, requerirían la eliminación de varias Gt C/año (gigatoneladas de carbono al año) de la atmósfera, manteniendo ese ritmo durante décadas. Es poco probable que se pueda conseguir con varios de los enfoques de eliminación del dióxido de carbono que se han propuesto. (*Sección 2.2.2*)

13. **No hay un solo enfoque de geoingeniería que actualmente cumpla los tres criterios básicos de ser eficaz, seguro y asequible. Cada técnica está en una etapa diferente de desarrollo, la mayoría están en la etapa teórica, y la eficacia de muchas es dudosa.** Solo se puede considerar que unos pocos de los enfoques propuestos anteriormente, si es que hay alguno, esté bien investigado, aún hay que estudiar los aspectos prácticos de la puesta en práctica de la mayoría, y además los mecanismos para su gobernanza podrían resultar problemáticos. Según las primeras indicaciones es poco probable que varias de las técnicas, tanto de reflexión de la luz solar como de eliminación del dióxido de carbono, sean eficaces a escala global. (*Sección 2*)

El cambio climático y la acidificación de los océanos y sus efectos en la diversidad biológica

14. **El aumento continuo de CO₂ y otros gases de efecto invernadero atmosféricos tiene consecuencias profundas no solo para las temperaturas medias mundiales y regionales, sino también para las precipitaciones, la humedad del suelo, la dinámica de los casquetes polares, la subida del nivel del mar, la acidificación de los océanos y la frecuencia y la magnitud de fenómenos extremos como las inundaciones, las sequías y los incendios forestales.** Las futuras perturbaciones climáticas podrían ser bruscas o irreversibles y prolongarse potencialmente durante miles de años; tendrán inevitablemente consecuencias importantes para los sistemas naturales y humanos, afectando seriamente a la diversidad biológica y produciendo costes socioeconómicos muy altos. *(Sección 3.1).*

15. **Desde 2000 el ritmo de aumento de las emisiones antropogénicas de CO₂ se ha acelerado, llegando a una media de ~3,1% al año. Las emisiones de otros gases de efecto invernadero también están aumentando. Como consecuencia, va a resultar mucho más difícil limitar el calentamiento global a 2 °C, que es la meta que se ha propuesto.** De hecho, los compromisos actuales para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero corresponden a un mundo entre 3 y 5 °C más cálido. Por lo tanto, evitar el elevado riesgo de un cambio climático peligroso requiere un esfuerzo urgente y masivo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y para proteger los sumideros de carbono naturales que existen, entre otras cosas mediante una gestión sostenible de la tierra. Si no se realizan tales esfuerzos, es probable que se propongan cada vez más enfoques de geoingeniería para compensar por lo menos algunos de los efectos del cambio climático, a pesar de los riesgos y las incertidumbres que conllevan. *(Sección 3.1.2).*

16. **Incluso con sólidas políticas de mitigación del cambio climático, es inevitable que haya más cambios climáticos inducidos por el ser humano, debido a las respuestas retardadas en el sistema climático de la Tierra.** Se prevén aumentos de la temperatura media de la superficie del planeta de 0,3 a 2,2 °C durante varios siglos después de que las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero se hayan estabilizado, con los consiguientes ascensos del nivel del mar debido a la expansión térmica y la fusión de los hielos. La gravedad de estos cambios es la razón por la que la geoingeniería ha llamado la atención. *(Sección 3.1.2)*

17. **El cambio climático inducido por el ser humano supone una gama cada vez más grave de amenazas para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, lo que aumenta enormemente el riesgo de extinción de especies y de desapariciones locales de especies.** La temperatura, las precipitaciones y otros atributos climáticos influyen mucho en la distribución y la abundancia de las especies así como en sus interacciones. Debido a que las especies reaccionan al cambio climático de maneras diferentes, los ecosistemas (y los servicios que prestan) se verán perturbados. El cambio climático proyectado no sólo es más rápido que el que se da naturalmente (p. ej. durante los ciclos de la era glacial), sino que ahora el margen para dar tales respuestas adaptables se ha visto reducido por otras presiones antropogénicas, como la sobrexplotación, la pérdida, fragmentación y degradación de los hábitats, la introducción de especies foráneas y la contaminación. Por lo tanto, el riesgo de extinción global y de extirpaciones locales ha aumentado, puesto que la abundancia y la diversidad genética de muchas especies ya se han reducido y estas han perdido capacidad de adaptación. *(Sección 3.2.1)*

18. **Los efectos terrestres del cambio climático proyectado posiblemente serán más grandes para los hábitats subalpinos y polares, las áreas costeras afectadas por el cambio del nivel del mar y donde haya cambios importantes en la disponibilidad de agua.** Las especies con capacidad limitada de adaptación estarán particularmente en peligro, mientras que las plagas de insectos y los vectores de enfermedades de las regiones templadas probablemente se verán beneficiados. Probablemente los ecosistemas forestales y los bienes y servicios que proporcionan se verán afectados en la misma medida, o más, por cambios en los regímenes hidrológicos (que influyen en el peligro de incendio) y la abundancia de plagas que por los efectos directos de los cambios de temperatura. *(Sección 3.2.2)*

19. **Las especies y los ecosistemas marinos se ven sometidos cada vez más a la acidificación de los océanos y a cambios de temperatura.** Ya se están produciendo cambios impulsados por el clima en

el éxito de la reproducción, la abundancia y la distribución de los organismos marinos, más rápidamente que en tierra. La pérdida de hielo marino estival en el Ártico tendrá consecuencias importantes en la diversidad biológica. Los efectos biológicos de la acidificación de los océanos (una consecuencia química inevitable del aumento del CO₂ atmosférico) son más inciertos; no obstante una concentración atmosférica de 450 ppm de CO₂ reduciría el pH superficial en ~0,2 unidades, lo que probablemente tendría efectos a gran escala y ecológicamente significativos. Los corales tropicales parecen estar especialmente en peligro, ya que son vulnerables a la combinación de la acidificación de los océanos, el estrés térmico (blanqueo de corales), la contaminación costera (eutrofización y mayor carga sedimentaria), la subida del nivel del mar y la explotación humana (pesca excesiva y recogida de coral). (*Sección 3.2.3*)

20. **La biosfera desempeña un papel clave en los procesos climáticos, especialmente como parte de los ciclos del carbono y del agua.** En los ecosistemas terrestres y marinos circulan y se almacenan naturalmente grandes cantidades de carbono con procesos impulsados biológicamente. Los cambios proporcionalmente pequeños en el almacenamiento oceánico y terrestre del carbono, causados por los cambios en el equilibrio de los procesos naturales de intercambio, pueden tener grandes consecuencias para los niveles atmosféricos de CO₂. No se conocen bien los posibles puntos de inflexión que podrían desencadenar la liberación del carbono de viejos almacenes, p. ej. en forma de metano. (*Sección 3.3*)

Posibles efectos de la geoingeniería de reflexión de la luz solar en la diversidad biológica

21. **La reflexión de la luz solar, si resulta eficaz para disminuir la magnitud del calentamiento, reduciría varios de los efectos relacionados con el cambio climático que sufre la diversidad biológica.** También es probable que tales técnicas tengan otros efectos, no previstos, en la diversidad biológica. La evaluación de la totalidad de esos impactos no es sencilla: no solo son inciertos los efectos de cada medida concreta de reflexión de la luz solar, sino que además el resultado de la evaluación del riesgo dependerá de la estrategia alternativa, diferente a la reflexión de la luz solar, que se utilice como «control» para las comparaciones. Puesto que se prevé que el clima cambie, las posibles situaciones de cambio climático proporcionan controles pertinentes para evaluar los riesgos y beneficios de la geoingeniería, incluidas las implicaciones para la diversidad biológica. (*Capítulo 4; introducción*)

22. **Una serie de análisis basados en modelos y muestras recogidas tras erupciones volcánicas indican que el oscurecimiento uniforme de la luz solar entre un 1% y un 2% mediante una técnica atmosférica no especificada de reflexión de la luz solar podría reducir, en la mayor parte del planeta, los futuros cambios de temperatura previstos si no se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero.** En general, sería de esperar que esto redujese algunos de los efectos negativos del cambio climático proyectado en la diversidad biológica. Estos beneficios variarían de una región a otra y en algunas zonas podrían ser insignificantes o nulos. Sin embargo, la investigación que se ha hecho es limitada, el oscurecimiento uniforme es un concepto teórico y quizá que no sea posible, además aún quedan muchas dudas sobre los efectos de diferentes medidas atmosféricas de reflexión de la luz solar y sus consecuencias geoespaciales para el ciclo hidrológico y la distribución del calor. Por lo tanto aún no es posible predecir los efectos con certeza. (*Sección 4.1.1*)

23. **Los métodos de reflexión de la luz solar introducirían una nueva dinámica entre los efectos de calentamiento de los gases de efecto invernadero y los efectos de enfriamiento debidos a la reducción de la luz solar.** No se conocen paleoprecedentes para equilibrar los impactos radiactivos de elevadas concentraciones de gases de efecto invernadero reduciendo la cantidad de luz, de ahí que la estabilidad de esa combinación sea incierta, y que no esté claro qué retos ambientales concretos podría presentar un «mundo de reflexión de la luz solar» a especies y ecosistemas individuales, ya sea a corto o a largo plazo. (*Sección 4.1.3*)

24. **Los métodos de reflexión de la luz solar no afectan a la cantidad de CO₂ antropogénico que hay en la atmósfera. Por lo tanto estos métodos tendrían poco efecto en la acidificación de los**

océanos y sus correspondientes efectos en la diversidad biológica marina, así como en los efectos (positivos o negativos) de altas concentraciones de CO₂ atmosférico en los ecosistemas terrestres. Es posible que los métodos de reflexión de la luz solar tengan algunos efectos indirectos en el CO₂ atmosférico, p. ej. si tales técnicas impiden la liberación de CO₂ adicional de los sistemas naturales inducida por la temperatura. No obstante, no se puede considerar que los métodos de reflexión de la luz solar sean una alternativa a la mitigación de las emisiones o la eliminación de dióxido de carbono en lo que se refiere a evitar efectos adversos en la biosfera (marina). (*Sección 4.1.4*)

25. **Si se pusiera rápidamente fin a métodos de reflexión de la luz solar que se hubiesen estado utilizando durante algún tiempo y hubiesen estado enmascarando un alto grado de calentamiento debido a continuas emisiones de gases de efecto invernadero, casi con seguridad habría grandes efectos negativos en la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas.** Esas consecuencias adversas serían más graves que las de un cambio climático gradual, puesto que la oportunidad de adaptación, entre otras cosas a través de la migración de la población, se habría reducido mucho. (*Sección 4.1.5*)

26. **La inyección de aerosoles estratosféricos, utilizando partículas de sulfato, afectaría a la cantidad y calidad global de la luz que alcanza la biosfera, tendría efectos relativamente menores en la acidez atmosférica, y también podría contribuir al agotamiento del ozono estratosférico.** Todos estos efectos imprevistos tienen implicaciones para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas. Los aerosoles estratosféricos disminuirían la cantidad de radiación fotosintéticamente activa que llega a la Tierra en un 1-2%, pero aumentarían la proporción de radiación difusa (en comparación con la directa). Cabría esperar que esto afectase a la composición y la estructura de las comunidades. Podría llevar a un aumento de la productividad primaria bruta en ecosistemas forestales, pero disminuiría la productividad de los océanos. Sin embargo, la magnitud y la naturaleza de los efectos en la diversidad biológica probablemente sean mixtos y en la actualidad no se comprendan muy bien. Un mayor agotamiento del ozono estratosférico, especialmente en las regiones polares, provocaría un aumento de la radiación ultravioleta que llega a la Tierra, aunque podría ser contrarrestada por la dispersión de la radiación ultravioleta de las propias partículas o aerosoles. (*Sección 4.2.1*)

27. **El aumento del brillo de las nubes es un método propuesto de reflexión de la luz solar más localizado, cuya aplicación probablemente se limite a zonas oceánicas concretas. Actualmente la previsibilidad de sus efectos climáticos es incierta,** pero es probable que se produzca un enfriamiento regional con sus correspondientes perturbaciones atmosféricas y oceánicas, las cuales podrían afectar notablemente a la diversidad biológica y los ecosistemas terrestres y marinos. Los efectos imprevistos podrían ser tanto positivos como negativos. (*Sección 4.2.2*)

28. **Los cambios del albedo superficial tendrían que ser desplegados por zonas terrestres muy grandes (escala subcontinental) o por gran parte de la masa oceánica total para que tuvieran efectos apreciables en el clima global, y también afectarían a los ecosistemas. Un intenso enfriamiento localizado podría perturbar los regímenes meteorológicos regionales.** Por ejemplo, el recubrimiento de los desiertos con material reflectante a una escala lo suficientemente grande para abordar con eficacia los efectos del cambio climático, reduciría enormemente la disponibilidad de hábitats para la fauna y flora del desierto, y además afectaría a la utilización consuetudinaria de dichos desiertos. (*Sección 4.2.3*)

Posibles efectos de las técnicas de geoingeniería para la eliminación de dióxido de carbono en la diversidad biológica

29. **Cabría esperar que las técnicas de eliminación de dióxido de carbono, si son eficaces y factibles, redujesen los efectos negativos del cambio climático en la diversidad biológica y, en la mayoría de los casos, los de la acidificación de los océanos.** Al eliminar el CO₂ de la atmósfera, estas técnicas reducen la concentración del principal agente causante del cambio climático antropogénico. La

acidificación de la capa superficial de los océanos también se reduciría, pero el efecto de la eliminación de CO₂ en los océanos en su conjunto dependerá de la ubicación del almacenamiento de carbono a largo plazo. En general estos métodos afectan lentamente a la concentración atmosférica de CO₂, y hay desfases sustanciales en los beneficios climáticos. Varias de las técnicas tienen una eficacia dudosa, porque su margen de ampliación sin perder eficacia es limitado. (*Sección 5.1*)

30. **Las técnicas individuales de eliminación de dióxido de carbono tienen efectos imprevistos significativos en los ecosistemas terrestres y/u oceánicos, dependiendo de la naturaleza, escala y ubicación de la captura y almacenamiento de carbono.** En algunos procesos impulsados biológicamente (fertilización de los océanos; forestación, reforestación y aumento del carbono en los suelos), la eliminación de carbono de la atmósfera y su posterior almacenamiento están estrechamente vinculados. En estos casos es probable que los efectos en la diversidad biológica se limiten a los sistemas marinos y terrestres respectivamente. En otros casos, los pasos son discontinuos y puede haber diversas combinaciones de opciones de captura y almacenamiento. Por tanto, el carbono que se fija en biomasa terrestre, por ejemplo, podría ser: vaciado en el océano en forma de residuos agrícolas; incorporado al suelo como carbón; o utilizado como combustible con el CO₂ resultante eliminado en origen y almacenado en depósitos subsuperficiales o los grandes fondos oceánicos. En estos casos, cada paso tendrá efectos potenciales diversos y aditivos en la diversidad biológica, y efectos potencialmente separados en el medio ambiente marino y terrestre. (*Sección 5.1*)

31. **La fertilización de los océanos implica un aumento de la producción primaria biológica con los correspondientes cambios en la estructura de la comunidad fitoplanctónica y su diversidad de especies, y consecuencias para la red alimentaria, que es más amplia.** La fertilización de los océanos puede lograrse mediante la adición externa de nutrientes (Fe, N o P) o, posiblemente, mediante la modificación de las corrientes oceánicas ascendentes. Si se lleva a cabo en una escala climáticamente significativa, los cambios pueden incluir un mayor riesgo de proliferaciones dañinas de algas y un aumento de la biomasa del bentos. Los posibles efectos en la pesca no se conocen con certeza. Si se utiliza Fe para estimular la producción primaria, es posible que los aumentos en una región se contrarresten en cierta medida con las disminuciones en otras. Se prevé que la fertilización de los océanos aumente la producción de metano y de óxido nitroso a una profundidad intermedia, y si se liberan y pasan a la atmósfera, estos gases reducirían significativamente la eficacia de la técnica. La fertilización de los océanos a gran escala reduciría lentamente la acidificación oceánica próxima a la superficie, pero aumentaría la acidificación en el fondo y a una profundidad media (pudiendo llegar incluso a la anoxia). Los experimentos a pequeña escala llevados a cabo hasta la fecha indican que es una técnica de dudosa eficacia para fines de geoingeniería. (*Sección 5.2.1*)

32. **El aumento de la alteración por agentes atmosféricos implicaría la explotación minera en gran escala y el transporte de carbonatos y silicatos, así como la dispersión de materiales sólidos o líquidos por la tierra o el mar. La gravedad de los efectos (que pueden ser tanto positivos como negativos) en los ecosistemas terrestres y costeros dependerá del método y la escala de aplicación.** El CO₂ se elimina naturalmente de la atmósfera por erosión (disolución) de los carbonatos y silicatos. Este proceso podría ser acelerado artificialmente mediante técnicas entre las que se incluye la liberación de carbonato de calcio o de otros productos disolventes con minerales alcalinos en el océano, o la dispersión de silicatos abundantes como el olivino en los suelos agrícolas. En teoría, en los océanos esta técnica podría servir para contrarrestar la acidificación, pero en la práctica aún no se ha probado. (*Sección 5.2.2*)

33. **Los efectos del almacenamiento del carbono de los ecosistemas en la diversidad biológica mediante la forestación, la reforestación o el aumento del carbono en los suelos y los humedales dependen del método y de la escala con que se aplican.** Bien administrados, esos enfoques tienen el potencial de aumentar o mantener la diversidad biológica. Muchos no consideran que la forestación, la reforestación y el cambio del uso de la tierra, que ya se fomentan como opciones para mitigar el cambio climático, entren dentro de la geoingeniería. El Convenio sobre la Diversidad Biológica y otros órganos ya han proporcionado mucha orientación para maximizar las ventajas y minimizar las desventajas que

estos enfoques pueden tener para la diversidad biológica (p. ej. plantar agrupaciones de especies autóctonas en lugar de monocultivos exóticos). (*Sección 5.2.3*)

34. **Es probable que la producción de biomasa para el secuestro de carbono a una escala lo suficientemente grande para ser importante desde el punto de vista climático compita por la tierra con cultivos para alimentos y otros fines, o que conlleve un cambio a gran escala en el uso de la tierra, con efectos en la diversidad biológica y las emisiones de gases de efecto invernadero que podrían contrarrestar parcialmente (o incluso exceder) el carbono secuestrado como biomasa.** La unión de la producción de biomasa con su uso como bioenergía en centrales eléctricas equipadas con una captura eficaz del carbono en origen tiene el potencial de reducir las emisiones de carbono. Los efectos netos en la diversidad biológica y las emisiones de gases de efecto invernadero dependerían de los enfoques aplicados. El almacenamiento o la eliminación de biomasa pueden afectar a la diversidad biológica aparte de los efectos implicados en su producción. La eliminación de la materia orgánica de los ecosistemas agrícolas es posible que tenga efectos negativos en la productividad agrícola y la diversidad biológica, y que aumente la necesidad de aplicar fertilizantes para mantener la fertilidad del suelo. (*Sección 5.2.4.1*)

35. **Los efectos que tiene almacenar biocarbón (carbón vegetal) a largo plazo en diferentes tipos de suelo y en diferentes condiciones ambientales no se conocen bien.** Entre las cuestiones importantes que hay que estudiar se incluyen la estabilidad del carbono que contiene el biocarbón y los efectos en la retención de agua en el suelo, la liberación de N₂O, el rendimiento de los cultivos, los hongos micorrízicos, las comunidades microbianas del suelo y los detritívoros. (*Sección 5.2.4.2.1*)

36. **Cabe esperar que el almacenamiento de biomasa terrestre en los océanos (p. ej. los residuos agrícolas) tenga un efecto negativo en la diversidad biológica.** El depósito de pacas lastradas probablemente tendría efectos físicos locales importantes en el fondo marino debido a la mera masa del material. Los efectos indirectos a largo plazo del agotamiento del oxígeno y de la acidificación de aguas profundas podrían ser significativos en un ámbito regional si hay un depósito acumulativo, con su posterior descomposición, de muchas gigatoneladas de carbono orgánico. (*Sección 5.2.4.2.2*)

37. **La captura del CO₂ del aire ambiente requeriría una mayor cantidad de energía. Algunos de los procesos propuestos también podrían conllevar una elevada demanda de agua dulce, y un posible riesgo de contaminación química derivado de la fabricación de sorbentes; de lo contrario tendrían efectos directos relativamente pequeños en la diversidad biológica.** La eliminación de CO₂ del aire ambiente (donde su concentración es de un 0,04%) es mucho más difícil y consume mucha más energía que su captura en los gases que salen por las chimeneas de las centrales eléctricas (donde los niveles son unas 300 veces más altos, ~12%); por lo tanto es poco probable que sea viable sin otras fuentes de energía sin carbono. El CO₂ extraído de la atmósfera tendría que ser almacenado en el océano o en depósitos geológicos subsuperficiales, lo que tiene efectos potenciales adicionales; alternatively podría ser convertido en carbonatos y bicarbonatos. (*Sección 5.2.5.1*)

38. **El almacenamiento de CO₂ en los océanos alterará sin duda el medio ambiente químico local, con una alta probabilidad de efectos biológicos.** Probablemente haya efectos en los ecosistemas pelágicos y bentónicos por la exposición de invertebrados marinos, peces y microbios a reducciones del pH de 0,1 a 0,3 unidades. Cabe esperar que los organismos del fondo marino queden prácticamente destruidos si se crean lagos de CO₂ líquido. Los efectos crónicos en los ecosistemas de la inyección directa de CO₂ en el océano sobre grandes áreas oceánicas y durante largos períodos de tiempo aún no han sido estudiados y se desconoce la capacidad de los ecosistemas para contrarrestar o adaptarse a tales cambios inducidos del CO₂. (*Sección 5.2.5.2.1*)

39. **Las fugas del CO₂ almacenado en depósitos geológicos bajo el lecho marino, aunque se consideran improbables si se seleccionan bien los emplazamientos, tendrían implicaciones para la fauna bentónica local.** El almacenamiento de CO₂ en depósitos geológicos bajo el fondo marino se está

ejecutando ya a escala experimental. Parece poco probable que sus efectos en las comunidades microbianas litosféricas sean graves, pero no han sido estudiados. (Sección 5.2.5.2.2)

Consideraciones sociales, económicas, culturales y éticas de la geoingeniería relacionada con el clima

40. **La consideración de la geoingeniería como posible opción plantea muchas cuestiones socioeconómicas, culturales y éticas, independientemente del enfoque específico.** Entre tales consideraciones se incluye la justicia global, la distribución espacial desigual de los efectos y los beneficios y la equidad intergeneracional. La confianza en soluciones tecnológicas o la aversión al riesgo podrían estar claramente diferenciadas en los distintos grupos sociales y podrían ser muy dinámicas. (Sección 6.3)

41. **Actualmente la humanidad es la fuerza más importante que está alterando el medio ambiente del planeta.** Esto tiene repercusiones importantes, no sólo porque obliga a la sociedad a considerar múltiples cambios ambientales mundiales que interactúan entre sí, sino también porque requiere diálogos difíciles sobre si es deseable pasar de 1) modificaciones no planeadas del sistema de la Tierra, con implicaciones de las que hasta hace unas pocas décadas no éramos conscientes, a 2) intentos de llegar a un acuerdo internacional para reducir las acciones que causan los daños, y de ahí a 3) considerar acciones con las que modificar deliberadamente los ciclos y sistemas mundiales, para tratar de evitar los peores resultados del cambio climático. (Sección 6.3.1)

42. **La «pega moral» de la geoingeniería es que es percibida como solución tecnológica alternativa, que además posiblemente reduzca el esfuerzo de mitigación.** No obstante, también es posible que ocurra lo contrario: cuando los conocimientos de geoingeniería sean más amplios, incluidas sus limitaciones, puede que aumente el esfuerzo político dirigido a reducir las emisiones. También se plantea la cuestión ética de si es aceptable remediar un contaminante introduciendo otro. (Sección 6.3.1)

43. **Además de limitar los efectos indeseables del cambio climático, es prácticamente seguro que la aplicación a gran escala de técnicas de geoingeniería conlleve efectos secundarios imprevistos y que aumente las tensiones sociopolíticas.** Si bien la innovación tecnológica ha ayudado a transformar sociedades y a mejorar la calidad de vida de muchas formas, no siempre lo ha hecho de una manera sostenible. Se han documentado casos en los que no se ha reaccionado ante alertas tempranas de consecuencias imprevistas de ciertas tecnologías y se ha cuestionado si los enfoques tecnológicos son la mejor opción para abordar los problemas creados por la aplicación de tecnologías anteriores. (Sección 6.3.2)

44. **Una cuestión adicional es la posibilidad de un «encajonamiento» tecnológico, político y social,** como consecuencia del cual el desarrollo de tecnologías de geoingeniería también podría provocar el surgimiento de intereses creados y un mayor impulso social. Se ha cuestionado que este camino de dependencia podría hacer más probable la utilización y/o limitar la reversibilidad de las técnicas de geoingeniería. Con el fin de minimizar esos riesgos, la investigación para evaluar la seguridad, viabilidad y rentabilidad de la geoingeniería debe tener un carácter abierto y objetivo, sin perjuicio de la conveniencia o no conveniencia de la aplicación de técnicas de geoingeniería. (Sección 6.3.2)

45. **La geoingeniería plantea una serie de cuestiones con respecto a la distribución de los recursos y los efectos dentro de las sociedades y a través del tiempo.** Para utilizar algunas técnicas de geoingeniería es necesario acceder a recursos naturales. Cabe esperar que la competencia por recursos limitados aumente si las técnicas de eliminación del dióxido de carbono basadas en la tierra surgen como actividad que compite por la utilización de la tierra, el agua y la energía. La distribución de los efectos (tanto positivos como negativos) de la geoingeniería de reflexión de la luz solar probablemente no sea uniforme, como tampoco lo son los efectos del propio cambio climático. (Sección 6.3.4)

46. **En casos en los que la experimentación o las intervenciones de geoingeniería pudieran tener efectos transfronterizos o repercusión en áreas que están fuera de la jurisdicción nacional, podrían**

/...

surgir tensiones geopolíticas independientemente de la causa de los efectos negativos reales, especialmente en ausencia de un acuerdo internacional. Como en el caso del cambio climático, la geoingeniería también podría acarrear problemas intergeneracionales: las generaciones futuras podrían verse ante la necesidad de mantener medidas de geoingeniería para evitar los efectos que tendría ponerles fin, que en su mayor parte podrían ser causados por emisiones de varias décadas antes. (*Sección 6.3.5*)

Síntesis

47. **La utilización de algunas técnicas de geoingeniería, si es factible y eficaz, podría reducir la magnitud del cambio climático y sus efectos en la diversidad biológica. Al mismo tiempo, es probable que la mayoría de las técnicas de geoingeniería tengan efectos imprevistos en la diversidad biológica, sobre todo cuando se utilizan a una escala significativa para el clima, junto con riesgos e incertidumbres importantes.** La naturaleza de los efectos imprevistos y su distribución espacial variarán en función de las técnicas, y los resultados generales son difíciles de predecir. Para varias técnicas se aumentaría el cambio del uso de la tierra y también podrían aumentar otros impulsores de la pérdida de diversidad biológica. (*Sección 7.1*)

48. **Hay numerosas áreas donde los conocimientos son todavía muy limitados.** Son estas: 1) la eficacia general de algunas de las técnicas, teniendo en cuenta estimaciones realistas de su margen de ampliación sin perder eficacia; 2) de qué manera cabe esperar que las técnicas de geoingeniería propuestas afecten al tiempo y el clima regional y mundialmente; 3) cómo es probable que la diversidad biológica, los ecosistemas y sus servicios respondan a los cambios climáticos inducidos mediante geoingeniería; 4) los efectos imprevistos de las distintas técnicas de geoingeniería propuestas en la diversidad biológica, y 5) las implicaciones sociales y económicas, especialmente en lo que respecta a la aceptabilidad geopolítica, la gobernanza y la posible necesidad de compensación internacional en el caso de que haya «ganadores y perdedores». La realización de estudios específicos podría ayudar a resolver estas dudas. (*Sección 7.3*)

49. **Las partes interesadas tienen una comprensión muy limitada de los conceptos y técnicas de geoingeniería y sus posibles efectos positivos y negativos en la diversidad biológica.** No solo hay mucha menos información disponible sobre la geoingeniería que sobre el cambio climático, sino que las implicaciones para los pueblos indígenas, las comunidades locales y los grupos marginados, especialmente en países en desarrollo, apenas se han examinado. Puesto que estas comunidades desempeñan una función importante en la gestión activa de ecosistemas que prestan servicios climáticos cruciales, el desconocimiento de su perspectiva es una laguna importante que requiere más atención. (*Sección 7.3*)

III. MARCO NORMATIVO DE LA GEOINGENIERÍA RELACIONADA CON EL CLIMA PERTINENTE AL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

50. Los mensajes clave del estudio sobre el marco normativo de la geoingeniería relacionada con el clima pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica se exponen a continuación. El documento UNEP/CBD/SBSTTA/INF/29 contiene el informe completo.

La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, teniendo en cuenta la posible necesidad de contar con mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y eficaces, pidió que se llevase a cabo un estudio sobre las deficiencias en los mecanismos existentes para geoingeniería relacionada con el clima pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica (párrafo 9 m] de la decisión X/33). Esta petición se hizo en el contexto de la decisión del CDB sobre geoingeniería que proporciona orientación a las Partes y otros gobiernos para asegurarse de que, «a falta de mecanismos de control y mecanismos normativos con base científica, mundiales, transparentes y eficaces para geoingeniería», no se lleven a cabo actividades de geoingeniería

relacionadas con el clima que puedan afectar a la diversidad biológica hasta que se cumplan ciertas condiciones, con algunas excepciones para investigación a pequeña escala (párrafo 8 w] de la decisión X/33). (Sección 1.1)³

51. **«Ingeniería relacionada con el clima» es un término general que engloba varios conceptos, técnicas o tecnologías de geoingeniería diferentes.** La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica adoptó una definición preliminar de geoingeniería relacionada con el clima en su décima reunión, en 2010, y continuará debatiendo el tema en 2012. La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica adoptó una definición preliminar de geoingeniería relacionada con el clima en su décima reunión, en 2010, y continuará debatiendo el tema en 2012. Sin embargo, el uso del término «geoingeniería» no es universal ni uniforme. Por lo tanto, habrá que analizar si la definición es adecuada para la gobernanza en un contexto normativo. (Sección 1.3)

52. **Posiblemente para lo que más pertinente es la necesidad de mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y eficaces es para los conceptos de geoingeniería que tienen potencial para causar efectos transfronterizos adversos importantes, y para los desplegados en áreas que están fuera de la jurisdicción nacional y en la atmósfera.** Por ejemplo, la inyección de aerosoles en la atmósfera tendría efectos transfronterizos que podrían ser deletéreos, mientras que la fertilización de los océanos se podría realizar en áreas que se extienden más allá de la jurisdicción nacional. Se podría considerar que, cuando se realizan dentro de un solo país, algunas actividades como la forestación, reforestación y producción de biomasa terrestre no están adecuadamente gobernadas mediante la normativa nacional. (Sección 1.3)

53. **El marco normativo existente incluye reglas consuetudinarias generales del derecho internacional y de tratados internacionales concretos.** Las reglas del derecho internacional consuetudinario y otros principios generales del derecho internacional son aplicables a todas las actividades, y por lo tanto, en principio, serían pertinentes a la geoingeniería. Además, algunos tratados internacionales incluyen disposiciones que podrían ser pertinentes a determinadas categorías de actividades. (Sección 1.5)

Reglas generales del derecho internacional consuetudinario

54. **La responsabilidad estatal describe las reglas que gobiernan las condiciones generales en las que un estado es responsable de acciones u omisiones ilícitas, y las consecuencias jurídicas resultantes.** Aunque las reglas sobre la responsabilidad de los estados proporcionan un marco general para abordar infracciones del derecho internacional, no cubren las condiciones en las que se permitirían o se prohibirían actividades de geoingeniería. Requieren una infracción de una obligación sin definir estas obligaciones. Los estados no son responsables como tales de los actos de agentes privados. Sin embargo, es posible que un estado tenga que encargarse de agentes privados para poder cumplir sus propias obligaciones. Un estado podría estar infringiendo una obligación si no toma las medidas necesarias para impedir efectos causados por agentes privados. (Sección 2.1)

55. **Todos los estados tienen la obligación general de asegurarse de que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o control respeten el medio ambiente de otros estados o de zonas que queden fuera de la jurisdicción o control nacional.** Ahora bien, este deber de respetar el medio ambiente no significa que *cualquier* daño, contaminación, degradación o efecto ambiental esté prohibido en general. El deber prohíbe que un estado cause daños *transfronterizos importantes* y obliga al estado de origen a tomar medidas adecuadas para controlar y regular con antelación las fuentes de ese posible daño. Los estados tienen que actuar con la «diligencia debida» antes de llevar a cabo actividades potencialmente dañinas. Lo que haya que hacer para actuar con la «diligencia debida» dependerá en gran medida de las circunstancias de cada caso. El establecimiento de la responsabilidad de los estados por

³ La información entre paréntesis indica que los detalles, incluidas referencias, están disponibles en esas secciones del informe principal (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29).

cualquier daño causado por una actividad de geoingeniería requeriría que i) la actividad de geoingeniería se pudiese atribuir a un estado en particular, y ii) que se pudiese asociar con un daño importante y concreto causado al medio ambiente de otros estados o de zonas fuera de la jurisdicción o el control nacional. (*Sección 2.2*)

56. **Los estados tienen el deber de llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental de actividades que puedan tener un efecto adverso importante en un contexto transfronterizo, en concreto, en un recurso compartido.** Entre otros convenios, el Convenio sobre la Diversidad Biológica incluye una disposición para que se lleve a cabo la evaluación del impacto ambiental en su artículo 14, al que se hace referencia en su decisión sobre geoingeniería (decisión X/33 8 w]). Muchos ordenamientos jurídicos nacionales exigen una evaluación del impacto ambiental (EIA), y la Corte Internacional de Justicia ha reconocido recientemente que la práctica aceptada por los estados equivale a un «requisito del derecho internacional general». Por tanto, cuando exista el riesgo de que una actividad industrial propuesta tenga un efecto negativo importante en un contexto transfronterizo, el requisito de llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental es aplicable incluso a falta de una obligación en este sentido impuesta por un tratado. No obstante, eso no incluye necesariamente la obligación de llevar a cabo evaluaciones ambientales estratégicas. (*Sección 2.3*)

57. **El principio o enfoque de precaución es pertinente, pero su condición jurídica y su contenido en el derecho internacional consuetudinario aún no han sido claramente establecidos, y las implicaciones de su aplicación a la geoingeniería no están claras.** El enfoque de precaución ha sido introducido en el Convenio reconociendo que «cuando exista una amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esa amenaza». Ese reconocimiento ha sido invocado en su decisión sobre geoingeniería, mediante la que se invita a las Partes y otros a asegurarse de que no se lleven a cabo actividades de geoingeniería (con algunas excepciones y hasta que se cumplan ciertas condiciones) (párrafo 8 w] de la decisión X/33). El artículo 3.1 del Protocolo de Londres exige la aplicación del enfoque de precaución. En virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se considera que en general el enfoque de precaución tiene como fin impedir que los estados aplacen medidas de mitigación alegando la falta de pruebas científicas del cambio climático. Sin embargo, una interpretación en apoyo de la geoingeniería o de investigación adicional en el campo de la geoingeniería no estaría en clara contradicción con la redacción. (*Sección 2.4*)

58. **Otros conceptos generales pertinentes son el desarrollo sostenible, las responsabilidades comunes pero diferenciadas y conceptos que abordan el interés internacional en la protección de zonas que quedan fuera de la jurisdicción nacional y de recursos compartidos, así como cuestiones de interés común como la diversidad biológica.** No obstante, el estatus de estos conceptos como parte derecho internacional consuetudinario no está claramente establecido. (*Sección 2.6*)

Regímenes e instituciones de tratados específicos

59. **El Convenio sobre la Diversidad Biológica ha adoptado una decisión sobre geoingeniería que cubre todas las tecnologías que puedan afectar a la diversidad biológica.** El Convenio contiene muchas disposiciones que son pertinentes pero no específicas de la geoingeniería, incluidas disposiciones sobre la evaluación del impacto ambiental. En el marco del Convenio se ha elaborado orientación pertinente adicional. Mediante la decisión del CDB sobre geoingeniería se invita a las Partes y otros a asegurarse de que no se lleven a cabo actividades de geoingeniería (con algunas excepciones y hasta que se cumplan ciertas condiciones) (párrafo 8 w] de la decisión X/33). La decisión hace referencia explícitamente al «enfoque de precaución y el artículo 14 del Convenio». Aunque no está expresada de una manera jurídicamente vinculante, la decisión es importante para un marco mundial de gobernanza por el amplio consenso que representa. Las Partes en el Convenio también han reconocido que aunque hagan falta mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y eficaces para la

geoingeniería, puede que no encuentren en el Convenio sobre la Diversidad Biológica el contexto más adecuado. El Convenio sobre la Diversidad Biológica ha hecho referencia a la labor del Convenio de Londres y su Protocolo (CL/PL) en relación con la fertilización de los océanos en sus propias decisiones y la ha incorporado, ampliando con ello la aplicación de esta labor más allá del pequeño número de Partes en el CL/PL. (*Sección 3.1*)

60. **La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM) dispone el marco jurídico en el que deben realizarse todas las actividades en los océanos y los mares, incluidas las actividades de geoingeniería,** como puedan ser la fertilización de los océanos, la modificación de las corrientes sumergentes y/o de la ascensión natural de aguas profundas, la intensificación del albedo de las nubes marinas y la intensificación de la alteración de la química oceánica por agente atmosféricos. En virtud de la Convención, los estados tienen las obligaciones generales de proteger y preservar el medio ambiente marino y tomar todas las medidas que sean necesarias para impedir, reducir y controlar su contaminación por cualquier causa, incluida la contaminación causada por vertidos. Aunque los estados están autorizados a realizar una serie de actividades en virtud de la «libertad de la alta mar», deben hacerlo de acuerdo con las disposiciones de la CNUDM y con el debido respeto a los intereses de otros estados. Se considera que las reglas y las normas establecidas en virtud del CL/PL son pertinentes a la aplicación de la CNUDM. (*Sección 3.2*)

61. **El Convenio de Londres y su Protocolo (CL/PL) han proporcionado orientación detallada sobre la fertilización de los océanos y sobre el almacenamiento de carbono, y están considerando una aplicación más amplia a otras actividades de geoingeniería marina cubiertas por su mandato. El Protocolo de Londres prohíbe verter CO₂ en la columna de agua y el lecho del mar.** El CL y el PL son instrumentos globales que abordan la contaminación marina debida al vertimiento de desechos y otras materias al mar. En 2010 las Partes adoptaron el Assessment Framework for Scientific Research Involving Ocean Fertilization (Marco de evaluación para la investigación científica relacionada con la fertilización de los océanos). Este marco no vinculante de evaluación, que ha sido reconocido por el Convenio sobre la Diversidad Biológica, guía a las Partes a la hora de evaluar las propuestas que reciben para investigar la fertilización de los océanos, proporcionándoles criterios para una evaluación inicial de tales propuestas y pasos detallados para completar una evaluación ambiental, incluida la gestión y supervisión de los riesgos. El PL también ha adoptado enmiendas para regular el secuestro de CO₂ en formaciones geológicas bajo el lecho marino respaldadas por un marco de evaluación y gestión de los riesgos y directrices adicionales. (*Sección 3.3*)

62. **La CMNUCC y el Protocolo de Kyoto no han abordado conceptos de geoingeniería como tales ni su gobernanza.**⁴ El objetivo de ambos instrumentos, tal y como se estipula en el artículo 2 de la CMNUCC, es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. En el marco de estos instrumentos se ha elaborado orientación para la forestación, la reforestación y la intensificación del carbono almacenado del suelo. Aparte de estas técnicas, las obligaciones de las Partes de tomar medidas para limitar las emisiones y proteger los sumideros de carbono no fomentan ni prohíben las medidas de geoingeniería como tales. (*Sección 3.4*)

63. **El Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono exige que las Partes, entre otras cosas, tomen medidas para proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los probables efectos adversos de las actividades humanas que modifiquen o probablemente modifiquen la capa de ozono. El Protocolo de Montreal exige que las Partes reduzcan progresivamente ciertas sustancias que agotan la capa de ozono.** Actividades como la inyección de aerosoles podrían plantear conflictos con estos acuerdos, especialmente si interviene una sustancia cubierta por el Protocolo de Montreal. El Convenio de Viena define «efectos adversos» de la siguiente

4 Sin embargo han abordado la captura y almacenamiento de carbono, que pueden tener cierta relevancia para el almacenamiento de CO₂.

manera: «cambios en el medio físico o las biotas, incluidos los cambios en el clima, que tienen efectos deletéreos significativos para la salud humana o para la composición, resistencia y productividad de los ecosistemas tanto naturales como objeto de ordenación o para los materiales útiles al ser humano». (Sección 3.5)

64. **La Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles (ENMOD por sus siglas en inglés) solo sería directamente aplicable a la geoingeniería si fuese utilizada como instrumento bélico.** La principal obligación sustancial es que las Partes en la Convención «se compromet[an] a no utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles que tengan efectos vastos, duraderos o graves, como medios para producir destrucciones, daños o perjuicios a otro Estado Parte». No obstante, la Convención podría ser una fuente de ideas, conceptos y procedimientos útiles para abordar la geoingeniería. (Sección 3.6)

65. **El despliegue de escudos o espejos en el espacio exterior para bloquear o reflejar la radiación solar dependería del derecho espacial.** El régimen jurídico internacional que regula los aspectos ambientales del espacio exterior incluye el Tratado del Espacio Exterior, otros cuatro tratados destacados y varias resoluciones de la Asamblea General de las Naciones Unidas. El Tratado del Espacio Exterior dispone que todo experimento que «crearía un obstáculo capaz de perjudicar las actividades de otros Estados» está sujeto a una consulta internacional previa apropiada. Actividades como la inyección de aerosoles en la estratosfera no dependerían del derecho espacial porque se realizarían por debajo de 80 km de altitud. (Sección 3.7)

66. **El Convenio sobre protección del medio marino del Nordeste Atlántico (Convenio OSPAR por sus siglas en inglés) prohíbe el almacenamiento de CO₂ en la columna de agua o el lecho marino y ha creado reglas y orientación para el almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas debajo del lecho marino.** Las enmiendas que permiten el almacenamiento del CO₂ bajo la superficie fueron adoptadas en 2007 pero aún no han entrado en vigor. (Sección 3.9)

67. **El Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (LRTAP por sus siglas en inglés) podría ser pertinente para conceptos de geoingeniería como la inyección de aerosoles, que introduce azufre u otras sustancias en la atmósfera.** Es un convenio de ámbito regional que cubre a la mayor parte de los estados de Europa y Norteamérica. Aunque el Convenio LRTAP exige que las Partes se esfuercen en limitar, reducir gradualmente e impedir la contaminación atmosférica, incluida la transfronteriza a gran distancia, la redacción de estas obligaciones y la definición de contaminación atmosférica suavizan considerablemente su contenido. Lo mismo ocurre con la obligación de las partes de elaborar políticas y estrategias para combatir la descarga de contaminantes atmosféricos. Estas obligaciones generales no requieren medidas jurídicas específicas para impedir la contaminación atmosférica o restringir la inyección de aerosoles. Aparte de esta obligación, el Convenio LRTAP exige que se compartan datos sobre contaminantes y estipula obligaciones de procedimiento que podrían ser aplicables a ciertas actividades de geoingeniería. Varios protocolos del Convenio LRTAP imponen obligaciones concretas de reducir las emisiones de azufre o flujos transfronterizos, pero como mucho sólo hasta 2010. (Sección 3.10)

68. El Sistema del Tratado Antártico sería aplicable a actividades de geoingeniería llevadas a cabo en el Antártico. (Sección 3.8)

69. **Las normas internacionales de derechos humanos serían pertinentes si una determinada actividad de geoingeniería violara derechos humanos concretos.** El derecho humano que pudiera ser violado dependería de cómo se realizase la actividad de geoingeniería y de los efectos que finalmente tuviese. Además, los efectos en los derechos humanos podrían estar justificados en un caso concreto. La mayoría de los derechos humanos no son absolutos y están sujetos a restricciones en ciertas condiciones, p. ej. que las restricciones estén previstas en la ley, aborden fines concretos y sean necesarias para lograr un fin legítimo. (Sección 3.11)

70. **Instituciones internacionales como la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO son pertinentes a la gobernanza de la geoingeniería.** La Asamblea General de las Naciones Unidas ha abordado la fertilización de los océanos y podría abordar otras cuestiones relacionadas con la geoingeniería. También ha fomentado el desarrollo de los procesos de EIA. En 1980 el PNUMA elaboró directrices sobre la modificación artificial de las condiciones meteorológicas. El mandato de la OM cubre la meteorología, la atmósfera y la hidrología, y en principio podría abordar los métodos de reflexión de la luz solar. Ha publicado orientación no vinculante sobre la modificación artificial de las condiciones meteorológicas. La COI de la UNESCO ha evaluado el posible efecto de la fertilización de los océanos. Además, dependiendo de los efectos y de la actividad en cuestión, los estados podrían argumentar que las actividades de geoingeniería constituyen una amenaza a la paz, un quebrantamiento de la paz o un acto de agresión en virtud del artículo 39 de la Carta de las Naciones Unidas. No obstante, el nivel actual de conocimientos de geoingeniería indica una gran falta de certeza. En cualquier caso, el Consejo de Seguridad dispone de un amplio poder discrecional para determinar si los requisitos del artículo 39 de la Carta de las Naciones Unidas se cumplen o no y para decidir cuál va a ser su respuesta. (*Sección 4.2, sección 4.4, sección 4.5, sección 4.6 y sección 2.5*)

71. **Generalmente el derecho internacional no aborda la investigación específicamente como algo distinto del despliegue de tecnología con efectos o riesgos conocidos, aparte de reglas especiales en ciertas áreas.** En unos pocos casos es posible que se prohíban ciertos tipos de investigación, por ejemplo si fomentasen explosiones para probar armas nucleares, lo cual está prohibido por el Tratado de Prohibición Parcial de los Ensayos Nucleares o el Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares. Si bien mediante la decisión del CDB sobre geoingeniería se invita a las Partes y otros a asegurarse de que no se lleven a cabo actividades de geoingeniería (hasta que se cumplan ciertas condiciones), en dicha decisión se excluye de esta limitación a los estudios de investigación científica a pequeña escala que se realicen en un entorno controlado, estén científicamente justificados y sean sometidos a evaluaciones previas de los posibles impactos en el medio ambiente (párrafo 8 w] de la decisión X/33). La CNUDM incluye disposiciones que abordan la investigación científica marina. El marco de evaluación de la fertilización de los océanos establecido por el CL/PL proporciona orientación que es aplicable a los estudios de investigación. Los métodos de reflexión de la luz solar constituyen una laguna importante. (*Sección 5.1; Sección 5.2*)

Lagunas del marco normativo actual

72. **Los mecanismos normativos existentes que se podrían aplicar a la geoingeniería relacionada con el clima pertinentes al Convenio sobre la Diversidad Biológica no constituyen un marco para la geoingeniería en su conjunto que cumpla los criterios de tener una base científica, ser mundial, transparente y eficaz.** Si bien la decisión del CDB sobre geoingeniería proporciona un completo marco normativo no vinculante, no existe ningún marco jurídicamente vinculante para la geoingeniería en su conjunto. Con las posibles excepciones de los experimentos de fertilización de los océanos y del almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas, el actual marco jurídico y normativo no guarda proporción con la posible escala y el posible alcance de la geoingeniería relacionada con el clima, incluidos los efectos transfronterizos. (*Sección 6*)

73. **Algunos principios generales del derecho internacional, como el deber de evitar daños transfronterizos y la necesidad de llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental (EIA), junto con las reglas de responsabilidad de los estados proporcionan cierta orientación pertinente a la geoingeniería.** Sin embargo, constituyen una base incompleta para la gobernanza internacional, por las incertidumbres de su aplicación a falta de instituciones que tomen las decisiones o de orientación específica, y por el ámbito tan grande y la gran escala de los riesgos asociados a la geoingeniería. Como concepto global que incluye varios conceptos y tecnologías diferenciados, actualmente la geoingeniería como tal no está prohibida por el derecho internacional. Los posibles efectos concretos de conceptos

concretos de la geoingeniería podrían violar reglas concretas, pero no se pueden determinar sin una mayor confianza en las estimaciones de tales posibles efectos. (*Sección 6*)

74. Algunas técnicas de geoingeniería están reguladas por los regímenes de tratados existentes, mientras que otras están prohibidas:

a) **El Protocolo de Londres prohíbe verter CO₂ en la columna de agua y el lecho del mar.** También lo prohíbe el OSPAR.;

b) **Los experimentos de fertilización de los océanos están regulados por la disposición del CL/PL sobre los vertidos y orientación no vinculante adicional, incluido un marco de evaluación de los riesgos;**

c) **El almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas subsuperficiales está regulado por el CL/PL y el Convenio OSPAR.** En el marco de la CMNUCC se ha elaborado más orientación basada en evaluaciones del IPCC. (*Sección 6.1*)

75. Otras técnicas de geoingeniería estarían sujetas a las obligaciones generales de procedimiento que imponen los regímenes de los tratados existentes, pero hasta la fecha no se ha elaborado ninguna regla específica para gobernar estas técnicas particulares:

a) El almacenamiento de biomasa en los océanos estaría sujeto al CL/PL y a la CNUDM;

b) La alteración de la química de los océanos aumentando la alteración por agentes atmosféricos estaría sujeta al CL/PL y a la CNUDM;

c) El Convenio LRTAP podría imponer obligaciones de procedimiento al uso de aerosoles en la atmósfera;

d) El despliegue de espejos en el espacio estaría sujeto al derecho espacial (el Tratado del Espacio Exterior). (*Sección 6.1*)

76. La mayoría de los tratados, no todos, podrían proporcionar mecanismos, procedimientos o instituciones que podrían determinar si el tratado en cuestión es aplicable a una actividad de geoingeniería concreta y abordar tales actividades. En términos jurídicos, el mandato de varios tratados o instituciones destacados es suficientemente amplio para abordar algunos o todos los conceptos de geoingeniería. Sin embargo, eso podría llevar a reglas u orientación que se solapan o son incoherentes. Desde la perspectiva global, los diferentes regímenes e instituciones tienen diferente peso jurídico y político, dependiendo, por ejemplo, de su condición jurídica, su mandato concreto o sus respectivos niveles de participación. (*Sección 1.3; Sección 6*)

77. La falta de mecanismos normativos para los métodos de reflexión de la luz solar es una laguna importante, especialmente si se tienen en cuenta los graves efectos transfronterizos deletéreos que podrían tener técnicas como los aerosoles estratosféricos y la intensificación del albedo de las nubes marinas. En principio, las instituciones existentes, como la Organización Meteorológica Mundial, tienen un mandato que podría abordar estas cuestiones. (*Sección 4.5; Sección 6*)

78. La mayoría de los mecanismos normativos mencionados en el informe fueron creados antes de que la geoingeniería fuera un asunto importante y, como tales, actualmente no contienen referencias explícitas a enfoques de geoingeniería. Es más, el marco normativo internacional consta de una multitud de tratados, reglas consuetudinarias actuales y posibles, y principios generales del derecho, así como otros instrumentos y mecanismos normativos que podrían ser aplicables a todos o algunos de los conceptos de geoingeniería. Se ha sugerido que como mínimo los estados que deseen realizar actividades de geoingeniería sobre el terreno tienen el deber de informar a otros estados antes de emprenderlas, p. ej. como exige el marco de evaluación de la fertilización de los océanos establecido por el Convenio/Protocolo de Londres. Pocas reglas contemplan la participación pública aparte de la representación del público por parte de delegados, excepto las reglas habituales sobre la participación de observadores en regímenes e instituciones de tratados. Los tratados examinados incluyen reglas

específicas sobre la responsabilidad y la obligación de rendir cuentas, pero los artículos de la Comisión de Derecho Internacional que abordan la responsabilidad de los estados disponen reglas generales en casos en los que la geoingeniería infringiría una obligación internacional. (*Sección 1.3; Sección 6*)

IV. EFECTOS DE LA GEOINGENIERÍA RELACIONADA CON EL CLIMA EN LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA: ALGUNAS OPINIONES Y EXPERIENCIAS DE COMUNIDADES INDÍGENAS Y LOCALES Y OTROS INTERESADOS DIRECTOS

79. Los principales mensajes del foro celebrado a través de Internet sobre las opiniones y experiencias de comunidades indígenas y locales y otros interesados directos y sobre los posibles efectos de técnicas de geoingeniería en la diversidad biológica se presentan a continuación. El documento UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30 contiene el informe completo sobre este debate mantenido a través de Internet.

80. **La falta de atención y de seria consideración de las contribuciones de los pueblos indígenas y las comunidades locales a la hora de abordar las cuestiones relacionadas con el cambio climático antropogénico es una deficiencia importante.** Al resaltar sus contribuciones a la reducción del efecto del cambio climático mundial, los pueblos indígenas y las comunidades locales recurren a sus experiencias locales y a sus conocimientos tradicionales, que están basados en un entendimiento detallado y holístico de la interrelación de los mundos físico, biológico, social y espiritual. Este entendimiento holístico del medio ambiente es crucial para comprender las respuestas de los pueblos indígenas a cuestiones como la geoingeniería. Para muchos pueblos indígenas, estos valores y la posibilidad de efectos añadidos provocados por nuevas tecnologías son motivo de gran preocupación, como han manifestado través de varias declaraciones de sus representantes en el ámbito internacional.

81. **Varias normas de las Naciones Unidas, incluida la Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas, enfatizan la necesidad de que los pueblos indígenas participen efectivamente en todas las cuestiones que puedan afectarles, pero sin embargo apenas han participado en debates sobre la geoingeniería.** Los pueblos indígenas a los que se ha consultado individualmente han respondido diciendo que no han estudiado la cuestión o que no son expertos en la materia. Hace falta aumentar la creación de capacidad: los programas de creación de capacidad culturalmente pertinentes y la información sobre estos temas siguen siendo escasos en el mejor de los casos. La dependencia de informes de la comunidad de ONG resalta la falta de conocimientos especializados y prácticos así como de informes sobre nuevas tecnologías elaborados por los propios pueblos indígenas.

82. **No obstante, la coherencia con la que los pueblos indígenas resaltan la importancia de sus valores en relación con la comprensión de tecnologías específicas merece ser examinada por separado.** Es necesario que los responsables de tomar decisiones y los científicos comprendan los multidisciplinarios motivos de preocupación expresados por los pueblos indígenas, incorporen sus propuestas de geoingeniería en este marco más amplio y que dediquen parte de su investigación a comprender cómo dar un enfoque holístico a su labor.

83. **Ya existe orientación pertinente a la geoingeniería, aunque en forma de acuerdos voluntarios del CDB.** Dichos acuerdos son las Directrices voluntarias para realizar evaluaciones de las repercusiones culturales, ambientales, y sociales de proyectos de desarrollo que hayan de realizarse en lugares sagrados o en tierras o aguas ocupadas o utilizadas tradicionalmente por las comunidades indígenas y locales, o que puedan afectar a esos lugares, así como el recientemente adoptado Código de conducta ética *Tkarihwaí:ri* para asegurar el respeto al patrimonio cultural e intelectual de las comunidades indígenas y locales pertinente para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. También son sumamente importantes para enfocar las propuestas de geoingeniería los principios que incluyen el enfoque de precaución contenido en el principio 15 de la Declaración de Río

sobre Medio Ambiente y Desarrollo y en el preámbulo del Convenio sobre la Diversidad Biológica. El principio de precaución exigiría que la predicción y evaluación de posibles daños causados a la diversidad biológica por propuestas de geoingeniería incluyese criterios e indicadores locales, y contase con la plena participación de comunidades indígenas y locales pertinentes. Continúan manteniéndose debates sobre la necesidad de directrices más estrictas y aplicables.

84. **La geoingeniería ha recibido poco apoyo de comunidades indígenas y locales que se encuentran entre las más vulnerables del mundo al cambio climático.** Los participantes indígenas han pedido una mayor participación de las comunidades indígenas y locales en la elaboración de propuestas de ingeniería. No todas las comunidades indígenas y locales han pedido una prohibición total o que cese la elaboración de modelos o la experimentación controlada en laboratorios. De hecho, algunas consideran que son útiles para comprender las complejidades de los ecosistemas de la Tierra y los posibles beneficios y daños de las propuestas de geoingeniería. Por otro lado, sin duda hay una fuerte reticencia a ver experimentos de geoingeniería realizados a gran escala en el mundo natural.

85. **Es necesario continuar explorando las perspectivas indígenas sobre los efectos de la geoingeniería.** Hacen falta más esfuerzos para ampliar la divulgación de la geoingeniería y los marcos internacionales pertinentes a través de información breve y accesible, y que se recopilen las opiniones a través de entrevistas detalladas con expertos indígenas en cambio climático.
