



Asamblea General

Distr. general
20 de septiembre de 2024
Español
Original: inglés

Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Informe de la Sexta Conferencia de las Naciones Unidas, Costa Rica y el Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz sobre la Utilización de la Tecnología Espacial en la Ordenación de los Recursos Hídricos

(San José y en línea, 7 a 10 de mayo de 2024, con capacitación *in situ* el 11 de mayo de 2024)

I. Introducción

1. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, el Gobierno de Costa Rica y el Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz organizaron del 7 al 10 de mayo de 2024 la Sexta Conferencia de las Naciones Unidas, Costa Rica y el Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz sobre la Utilización de la Tecnología Espacial en la Ordenación de los Recursos Hídricos. El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura acogió la Sexta Conferencia, que se celebró en formato híbrido, y prestó apoyo en su celebración. Además, el 11 de mayo de 2024 se ofrecieron dos cursos de capacitación para participantes presenciales.

2. El presente informe ofrece una descripción de los objetivos de la Conferencia, información detallada sobre la asistencia y un resumen de las presentaciones, los debates y las sesiones interactivas celebradas durante la Conferencia, e incluye recomendaciones, un resumen de las opiniones de los participantes y las conclusiones dimanantes de la Conferencia.

II. Antecedentes y objetivos

3. La serie de conferencias sobre la utilización de la tecnología espacial en la ordenación de los recursos hídricos, cuya primera edición se celebró en Riad en 2008, se incluye ahora en un ámbito de cooperación del memorando de entendimiento que el Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán Bin Abdulaziz y la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre firmaron el 31 de diciembre de 2020. Los demás pilares del proyecto Space4Water contemplados en ese acuerdo incluyen un portal web y una comunidad de práctica para intercambiar conocimientos sobre la utilización de la tecnología espacial y los datos espaciales, con el fin de tratar cuestiones relacionadas con la gestión del agua. La comunidad de práctica está formada por partes interesadas (Gobiernos, organizaciones intergubernamentales, el mundo académico y la sociedad civil, así como el sector privado y la industria), profesionales, jóvenes profesionales y voces indígenas, y cuenta ya con más de 150 miembros.



4. Para alimentar a una población cada vez más numerosa y, al mismo tiempo, mantener el acceso al agua potable y el saneamiento y garantizar que se cubren las necesidades de agua de unos ecosistemas saludables, la humanidad ha de cambiar la forma en que se utiliza el agua en la producción de alimentos. La agricultura consume ya el 70 % de los recursos de agua dulce del mundo; al mismo tiempo, el Banco Mundial calcula que en 2050 se necesitará un 70 % más de producción agrícola para alimentar a la población mundial.

5. La Conferencia permitió entablar un intercambio activo sobre el modo en que las tecnologías y los datos espaciales pueden apoyar la evaluación, la vigilancia, la investigación y la presentación de información sobre temas relacionados con la gestión de los recursos hídricos en el contexto del nexo agua-alimentación, la hidrología y la preservación de los ecosistemas. También ofreció a expertos y representantes de organismos gubernamentales la oportunidad de intercambiar conocimientos sobre los temas de la Conferencia, que fueron los siguientes:

a) *Tema 1.* La escasez de agua: tecnologías espaciales para adaptar la agricultura a las variabilidades climáticas;

b) *Tema 2.* Tecnología y datos espaciales para la vigilancia de la calidad del agua y la agricultura sostenible;

c) *Tema 3.* Comunicaciones por satélite: un facilitador para las aplicaciones relativas al agua basadas en Internet de los objetos;

d) *Tema 4.* Tecnologías espaciales para la vigilancia de los bosques, la agrosilvicultura, las cuencas hidrográficas y su interacción;

e) *Tema 5.* La tecnología y los datos espaciales para la vigilancia de los glaciares.

6. Los objetivos de la Conferencia fueron:

a) Dar a conocer las tecnologías espaciales y los datos basados en ellas y ampliar su utilización, con el fin de mejorar su aplicación en la gestión de los recursos hídricos en el contexto del nexo agua-alimentación, la hidrología y la preservación de los ecosistemas acuáticos;

b) Fomentar el intercambio activo de conocimientos entre las autoridades gubernamentales, los expertos técnicos y el mundo académico, el sector privado y la sociedad civil mediante ponencias técnicas, mesas redondas y oportunidades para establecer de redes;

c) Demostrar cómo los proyectos que utilizan aplicaciones espaciales han informado con éxito la adopción de decisiones y las políticas;

d) Demostrar las actividades, los servicios y los programas de cooperación relacionados con el espacio a diferentes grupos de usuarios, en particular a funcionarios públicos, la comunidad diplomática, entidades de las Naciones Unidas y organismos internacionales, así como a organizaciones no gubernamentales;

e) Crear capacidad en temas pertinentes para América Latina y el Caribe;

f) Intercambiar conocimientos y desarrollar conjuntamente soluciones para los acuciantes problemas relacionados con el agua;

g) Informar a la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos por conducto de su Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos.

7. El programa de la Sexta Conferencia incluyó ponencias técnicas y “charlas relámpago” seleccionadas mediante una convocatoria de resúmenes; una mesa redonda con representantes de instituciones gubernamentales sobre los servicios basados en el espacio para las instituciones gubernamentales en la gestión de los recursos hídricos; y una visita a una instalación comunitaria de tratamiento de aguas. Tras la Conferencia, el 11 de mayo de 2024, se ofrecieron a los participantes presenciales dos cursos de capacitación.

III. Asistencia

8. Se inscribieron en la Conferencia un total de 436 personas, de las cuales 141 eran mujeres (32 %). De los 92 participantes presenciales en la reunión, 38 (41 %) eran mujeres.

9. La asistencia en línea fluctuó en función de las zonas horarias de todo el mundo. En total, 124 participantes distintos de 40 países participaron en las sesiones en línea a lo largo de la semana. No se dispuso de información sobre el género de los participantes en línea.

10. Estuvieron representados en la Conferencia, en línea y presencialmente, los 52 países siguientes: Alemania, Arabia Saudita, Argelia, Argentina, Austria, Bahrein, Bolivia (Estado Plurinacional de), Canadá, China, Colombia, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Egipto, El Salvador, España, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Filipinas, Francia, Gambia, Ghana, Guatemala, Honduras, India, Italia, Kenya, Luxemburgo, Malawi, Marruecos, México, Nepal, Nicaragua, Nigeria, Omán, Pakistán, Perú, Qatar, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República Árabe Siria, República Democrática del Congo, República Democrática Popular Lao, República Unida de Tanzania, Santa Lucía, Sudáfrica, Suiza, Túnez, Türkiye, Uzbekistán, Venezuela (República Bolivariana de), Yemen, Zambia y Zimbabwe.

11. Al menos 20 personas, entre ellas 9 mujeres, asistieron a los dos cursos de capacitación que se impartieron el 11 de mayo.

12. Entre los participantes en la capacitación estuvieron representados los 11 países siguientes: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Colombia, Costa Rica, Gambia, Kenya, México, Nepal, Pakistán y Perú. La mayor parte de los participantes procedía de organizaciones gubernamentales de Costa Rica.

13. Se invitó a quienes participaron en la Conferencia a distancia a que utilizaran la plataforma en línea para formular preguntas por escrito en un chatbox durante los debates, y los organizadores utilizaron el mismo medio para proporcionar información complementaria. Además, se habilitó un formulario para que los participantes, tanto en línea como presenciales, pudieran enviar las preguntas que no hubieran podido formular durante las sesiones.

IV. Programa

A. Sinopsis

14. El programa incluyó sesiones de ponencias, una mesa redonda, charlas relámpago y cursos de capacitación.

15. La inclusión de códigos QR en pósteres sirvió para apoyar la celebración en formato híbrido de una sesión de pósteres, y aumentó el número de iniciativas y proyectos de investigación que se presentaron durante la Conferencia.

16. La duración total del evento fue de aproximadamente 40 horas (sin incluir las pausas para el almuerzo) a lo largo de cinco días. Se pronunciaron 7 discursos (2 a cargo de mujeres), 45 ponencias técnicas (16 a cargo de mujeres) y 25 charlas relámpago (11 a cargo de mujeres). El programa incluyó 13 sesiones, incluida una ceremonia de apertura de alto nivel, una sesión técnica de apertura con discursos inaugurales, 4 sesiones de charlas relámpago y 10 sesiones de ponencias sobre los temas siguientes:

- a) La escasez de agua: tecnologías espaciales para vigilar las precipitaciones, la humedad del suelo y la sequía;
- b) Adopción informada de decisiones para intervenciones agrícolas y decisiones sobre irrigación;
- c) Las tecnologías espaciales y su pertinencia para la vigilancia de las aguas subterráneas;

- d) Las tecnologías espaciales para vigilar el riesgo de inundaciones y su impacto, y adaptaciones al cambio climático pertinentes para la agricultura;
- e) Tecnología y datos espaciales para la vigilancia de la calidad del agua (y la agricultura sostenible);
- f) Comunicaciones por satélite: un facilitador para las aplicaciones relativas al agua basadas en Internet de los objetos;
- g) Tecnologías espaciales para la vigilancia de los bosques, la agrosilvicultura, las cuencas hidrográficas y su interacción (primera y segunda parte);
- h) La tecnología y los datos espaciales para la vigilancia de los glaciares.

17. La mesa redonda sobre servicios basados en el espacio para las instituciones gubernamentales en la gestión del agua fue la sesión más interactiva del evento. En una sesión técnica de clausura los moderadores pudieron aportar observaciones, conclusiones, una evaluación de las carencias, así como recomendaciones. En los cursos de formación que tuvieron lugar a continuación se trataron dos temas: la modelización de caudales utilizando los servicios sobre caudales del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF), y los datos de observación de la Tierra para evaluar la calidad del agua.

18. Todas las ponencias presentadas durante la Conferencia se han publicado en el sitio web de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre¹, en el canal de YouTube de la Oficina² y en el portal Space4Water³. Además, los enlaces de esas ponencias figuran en las páginas de perfil individuales de aquellos ponentes que están representados en la comunidad de Space4Water como partes interesadas, jóvenes profesionales o voces indígenas y tienen sus propias páginas de perfil.

B. Sesión inaugural de alto nivel

19. La Sexta Conferencia fue inaugurada oficialmente por el Director del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Seguidamente, pronunciaron discursos de apertura el Director Adjunto de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, un representante del Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz (pregrabado), la Coordinadora Residente de las Naciones Unidas en Costa Rica y el Viceministro del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Costa Rica.

20. El Director del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura resaltó que su organización, dedicada a la cooperación técnica y reconocida por su resiliencia, se había enfrentado a numerosas crisis. Subrayó la urgente necesidad de crear un nuevo futuro para la agricultura, teniendo en cuenta que actualmente las explotaciones recibían solo el 14 % del precio final de venta de sus productos, así como la necesidad de preocuparse más por todos los insumos agrícolas, especialmente el agua. No se podía exagerar la importancia de la tecnología en la transformación de la agricultura, sobre todo porque la población, cada vez mayor, necesitaría más alimentos. El futuro de la agricultura debía estar vinculado estrechamente a la ciencia del agua, a través de una plataforma que integrara la agricultura con diversos aliados. El orador concluyó señalando la necesidad de contar con redes y alianzas estratégicas.

21. El Director Adjunto de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre expresó su agradecimiento al país anfitrión, al Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz y al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura por su hospitalidad, su apoyo y sus contribuciones a la organización de una conferencia de ese nivel, así como a todos los expertos y ponentes. Mencionó la coyuntura crítica en la que se encontraba la humanidad, con unos niveles de estrés hídrico sin precedentes

¹ www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2024/united-nations-costa-rica-psipw---sixth-conference-on-the-use-of-space-technology-for-water-management-draft-programme.html.

² https://youtube.com/playlist?list=PLaOqa4cng0GEBaC-rb7X-z-mIO7VrtHz_&si=jsA8uw9Gmoi89YNI.

³ El portal Space4Water está disponible en www.space4water.org.

resultantes del cambio climático, la urbanización y el crecimiento demográfico. El crecimiento demográfico, en particular, traía consigo una mayor necesidad de producción agrícola, que actualmente ya consumía el 70 % de los recursos de agua dulce. El agua tenía un profundo impacto no solo en la supervivencia de la humanidad, sino también en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El orador resaltó también la importancia de la tecnología y los datos obtenidos desde el espacio para la gestión del agua, y mencionó que las conferencias sobre el tema habían desempeñado un papel fundamental en la promoción de estrategias eficaces de gestión del agua. Mediante la Conferencia, añadió, la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre pretendía reunir a un grupo diverso de agentes, incluidos expertos técnicos, académicos, comunidades locales y autoridades decisorias, para reforzar el compromiso diplomático entre países y mejorar la cooperación operacional, lo cual facilitaba la integración de los esfuerzos. La Conferencia, reconociendo la función de la tecnología espacial en la creación de capacidades y la reducción de brechas, se situaba como piedra angular del desarrollo futuro, con la participación de partes interesadas provenientes de organizaciones de cooperación, el mundo académico y el sector privado.

22. En un mensaje pregrabado, un representante del Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz resaltó en su discurso de apertura que, desde 2002, los cuatro premios especializados, que abarcaban todo el panorama de la investigación sobre el agua, se habían concedido cada dos años. El Director reconoció la larga relación que su organización había mantenido con la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, que se remontaba a la primera conferencia internacional sobre la utilización de la tecnología espacial en la ordenación de los recursos hídricos, celebrada en 2008, así como la labor que había realizado la Oficina respecto de la ejecución del proyecto Space4Water. En 2016 se había firmado un memorando de entendimiento, renovado en 2021, por el que se establecía la cooperación de ambas entidades en el portal y el proyecto Space4Water. El 12º Premio del Agua, que se concedería en 2026, se centraría en la gestión de los recursos hídricos y alentaba al uso de enfoques innovadores.

23. La Coordinadora Residente de las Naciones Unidas en Costa Rica señaló a la atención de los asistentes las dificultades actuales a que se enfrentaba Costa Rica, como el racionamiento de electricidad y agua y el descenso de la calidad del agua. Resaltó la importancia de la Conferencia y de explorar cómo podrían utilizarse las soluciones basadas en la tecnología espacial para abordar esos problemas, centrándose en la vigilancia de la calidad del agua y en la predicción y gestión del futuro de la calidad del agua a través de una plataforma mundial destinada a fomentar la colaboración. Destacó la necesidad de desarrollar una tecnología adecuada para satisfacer las necesidades específicas de agua y la necesidad de aumentar las capacidades y facilitar la transferencia de tecnología del agua con el objetivo de llevar a cabo acciones concretas para una gestión sostenible del agua en el futuro.

24. El Viceministro del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Costa Rica comenzó resaltando la necesidad de mejorar la gestión de los recursos hídricos para garantizar su disponibilidad empezando a nivel local, y exigiendo al mismo tiempo un compromiso político a todos los niveles. En referencia al programa de la Conferencia, prosiguió destacando la importancia de los esfuerzos mundiales por lograr la sanidad universal. Amenazas como la contaminación y el cambio climático se debían gestionar de forma holística. El Viceministro proporcionó información contextual sobre Costa Rica, que tenía una superficie de más de 54.000 km² y gozaba de una geografía diversa, y resaltó el firme compromiso del país con la gestión del agua y los recursos naturales. Ese compromiso había hecho esencial que el país utilizara soluciones espaciales para la gestión del agua. Añadió que Costa Rica reconocía la importancia de las innovaciones basadas en el espacio y que el Estado garantizaba el acceso al agua, ya que se reconocía el papel integral del agua en el empoderamiento de las mujeres, la seguridad alimentaria y el avance del desarrollo humano. La Conferencia era un modo de aprovechar las oportunidades relacionadas con la gestión del agua, al igual que reunión acogida por Costa Rica en junio de 2024 relativa a la Conferencia de las Naciones Unidas para

Apoyar la Implementación del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14: “Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible”, para demostrar el compromiso del país con la salud de los océanos. El orador concluyó afirmando que la diplomacia del agua y las políticas del agua de Costa Rica estaban diseñadas para beneficiar a las generaciones futuras, lo cual era un reflejo del compromiso duradero de su país con esos recursos cruciales.

C. Sesión técnica de apertura

25. La sesión técnica de apertura comenzó con un discurso inaugural pronunciado por el Director Adjunto de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, que ofreció una visión general del uso los datos y la tecnología espaciales para abordar la seguridad hídrica y alimentaria en tiempos de cambio climático. El orador comenzó mencionando los problemas relacionados con el agua y el clima, prosiguió hablando acerca de las innovaciones tecnológicas, y seguidamente habló de la función de la tecnología espacial para afrontar las dificultades y mejorar las prácticas de gestión del agua. También arrojó luz sobre el uso operacional de las tecnologías espaciales para hacer frente a los problemas relacionados con el agua y sobre las contribuciones a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como la agricultura de precisión mediante el uso de datos satelitales para la gestión del campo, la vigilancia de los cultivos y el suelo, la gestión de la sequía y la conservación en el cultivo del arroz. Recordó los acuciantes problemas relacionados con el agua y advirtió de que el producto interno bruto podría disminuir en un 6 % en regiones afectadas por la escasez de agua. Además, señaló la sobreexplotación del agua dulce y su contaminación por desechos industriales y aguas residuales urbanas, lo que provocaba la degradación de los ecosistemas y problemas de salud. El orador mencionó asimismo otras presiones, como el crecimiento demográfico, la urbanización y el envejecimiento y la inadecuación de la infraestructura, a veces por causa de limitaciones económicas y financieras. También mencionó los problemas sociales y culturales relacionados con las disparidades en el acceso al agua, y señaló que la ordenación transfronteriza del agua y los conflictos por los recursos compartidos planteaban dificultades jurídicas y políticas que complicaban la situación. Hizo referencia a la brecha técnica entre los países desarrollados y los países en desarrollo y, por último, resaltó los cuatro pilares de la gestión integrada del agua:

- a) reunión de datos, gestión y observación continua;
- b) tecnología e innovación: avances en las comunicaciones por satélite, observación de la Tierra y sistemas de información geográfica;
- c) educación y creación de capacidad: se consideró fundamental educar a las comunidades y a las instancias normativas, ya que debían responsabilizarse de la gestión del agua;
- d) política y gobernanza.

26. El Director Adjunto añadió que la importancia estratégica y económica de las tecnologías espaciales y sus aplicaciones residía en la capacidad de comunicar, observar y localizar. Concluyó su intervención recordando varios programas de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre en la materia y la función de los centros regionales de educación y de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos.

27. Un orador de la Universidad de Costa Rica y representante de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) pronunció un discurso principal en el que ofreció una visión general de los productos de datos espaciales existentes relacionados con el agua y una evaluación de las necesidades de los usuarios en materia de creación de capacidad y datos en América Latina. El orador presentó el mandato de la OMM, organismo especializado de las Naciones Unidas para la meteorología, el clima y el agua, y mencionó a sus asociaciones regionales. Prosiguió explicando el Programa Espacial de la OMM, que ofrecía acceso a datos y productos satelitales; concienciación y capacitación; y coordinación en los ámbitos temáticos de la tecnología espacial, el agua

y las frecuencias de transmisión y en actividades regionales. El orador presentó la herramienta basada en tecnología espacial de análisis y examen de la capacidad de los sistemas de observación (Observing Systems Capability Analysis and Review Tool, OSCAR/Space), un registro de satélites con información de los Estados Miembros sobre las frecuencias de cada instrumento, puntos de contacto y otros datos. Por último, explicó la función de los laboratorios virtuales, que son centros de excelencia para la capacitación a través de los cuales la OMM organiza cada año cientos de cursos en materia de satélites. Habló del papel de los grupos focales regionales de la OMM y del Grupo de Coordinación sobre las Necesidades en materia de Datos Satelitales, y señaló que este último conectaba a instituciones, países y otros usuarios con agencias espaciales. Para concluir, el orador mencionó las encuestas regionales realizadas por la OMM para evaluar las necesidades de los usuarios y aquellas en materia de creación de capacidad.

28. Un orador de la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica pronunció un discurso principal sobre el estudio de caso costarricense, que estructuró en tres partes: el marco regulador, la generación de datos y los pasos futuros. En cuanto al marco regulador, el orador señaló que la Ley de Agua de 1942 determinaba la gestión de los recursos hídricos, con ciertas limitaciones. La Ley, compuesta por disposiciones generales, económicas y técnicas, establecía un marco jurídico para la gestión de los recursos hídricos y las asignaciones, así como disposiciones sobre el uso del agua, incluidos instrumentos para regular el nexo entre cuestiones técnicas y jurídicas, como las perforaciones o el uso inadecuado del agua. También incluía una clasificación de las cuencas hidrográficas, e índices químicos, físicos y biológicos del agua. En Costa Rica, entre otras cosas, se recopilaban datos sobre operaciones institucionales, mapas de aguas subterráneas (p. ej., niveles del agua) y el nexo agua-energía; se efectuaban modelizaciones de las cuencas hidrográficas, y se realizaba una vigilancia de los pozos (mediante series cronológicas). Además, se llevaba a cabo una labor de teleobservación del potencial de las aguas subterráneas y de la profundidad de los acuíferos. Se vigilaba la calidad del agua en 135 puntos de todo el país reuniendo datos sobre el terreno y efectuando análisis de laboratorio. Entre los pasos futuros previstos en el país figuraban actualizar la legislación sobre el agua, integrar los esfuerzos y las actividades, así como recuperar la buena calidad del agua en las cuencas hidrográficas. Asimismo, era necesario mejorar la gestión de los recursos hidrológicos.

29. Por último, un representante de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre presentó una ponencia sobre el proyecto Space4Water, en la que ofreció una visión general de su historia, sus objetivos y sus tres pilares, a saber, el ciclo de conferencias, el portal y la creación de comunidades. Desde que se había comenzado a celebrar la serie de conferencias en 2008, el proyecto había reunido a más de 600 personas de más de 140 países en cinco conferencias. El portal Space4Water, presentado en 2018, se desarrollaba continuamente. Se resaltaron algunas de las características importantes del portal y se compartieron estadísticas sobre su contenido y sus usuarios, incluida la comunidad Space4Water, formada por 104 interesados, 20 profesionales, 26 jóvenes profesionales y 7 voces indígenas.

D. Ponencias técnicas sobre la escasez de agua: tecnologías espaciales para adaptar la agricultura a las variabilidades climáticas

1. La escasez de agua: tecnologías espaciales para vigilar las precipitaciones, la humedad del suelo y la sequía

30. La sesión estuvo moderada por un representante de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), e incluyó ponencias de investigaciones sobre la urgencia de aplicar estrategias de gestión sostenible del agua para hacer frente a los problemas cada vez mayores relacionados con la escasez de agua. El representante observó que fenómenos de variabilidad climática como El Niño y sus efectos cada vez más severos exigían un análisis exhaustivo de los procesos de las sequías.

31. Una pauta común a todos los trabajos que se presentaron fue el interés cada vez mayor por medir y vigilar las precipitaciones, la humedad del suelo y la sequía en proyectos de escala intermedia y local. Se presentaron numerosas metodologías y fuentes de información para medir y vigilar esos fenómenos. Como ejemplos cabe citar los datos del Sistema Mundial de Vigilancia de Sequías del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración y del Experimento de Radiómetro Térmico Espacial ECOSystem en la Estación Espacial (ECOSTRESS), los datos mundiales sobre la humedad del suelo del sistema activo y pasivo Soil Moisture Active Passive (SMAP), el Índice de Condición Vegetal y el Índice Estandarizado de Precipitación. Los estudios que se presentaron se habían llevado a cabo en la región de los Andes, la región del Amazonas, la región de Oranie (oeste de Argelia) y en regiones afectadas por la sequía meteorológica en Gambia. Muchos de los estudios incluían un examen de la variabilidad y la posible adaptación en condiciones y proyecciones climáticas cambiantes.

32. Uno de los principales intereses de los gobiernos locales era detectar las sequías de forma más rápida y eficaz en función de los costos a través de plataformas de vigilancia de los riesgos. Además, en los análisis presentados se identificaron posibles optimizaciones de la productividad agrícola con semillas resistentes a la sequía, especialmente en regiones propensas a la sequía. Se resaltó el modo en que la plataforma Earth Engine de Google se había usado para hacer un seguimiento eficaz de la humedad del suelo, en una serie cronológica de 2015 a 2022, mediante los conjuntos de datos mundiales de humedad del suelo del sistema SMAP.

2. Adopción informada de decisiones para intervenciones agrícolas y decisiones sobre irrigación

33. Durante la sesión, expertos de organizaciones internacionales, regionales y nacionales compartieron sus ideas y experiencias desde diversas perspectivas sobre el uso de datos satelitales para observar la productividad del agua y sobre el modo de aprovechar la teleobservación para unas prácticas de riego eficientes. El objetivo de la sesión fue explorar cómo la tecnología y los datos podían ayudar a afrontar algunos de los problemas más acuciantes de la agricultura actual. Por ejemplo, lograr la seguridad alimentaria garantizando al mismo tiempo un uso sostenible del agua, vigilar eficazmente el uso del agua en la agricultura para aumentar la productividad, y proporcionar a las autoridades gubernamentales y a los agentes locales información precisa, exacta y oportuna para la aplicación de políticas, la adopción de decisiones y la vigilancia operacional.

34. Se presentaron ponencias sobre los siguientes temas: el portal para el seguimiento de la productividad del agua a través del acceso abierto a datos derivados de la teledetección, desarrollado por la FAO, y su aplicación en la cuenca fluvial del Bajo Limpopo, en Mozambique, para evaluar el rendimiento del regadío; la gestión operacional del riego basada en datos del Landsat y el módulo del Algoritmo de Balance Energético de la Superficie Terrestre (SEBAL), lo que había conducido al desarrollo de la plataforma SAT'IRR para ayudar a los agricultores orientándolos en las decisiones relativas al riego y aumentando la eficiencia en la utilización del agua en Marruecos; y un enfoque, basado en el espacio, para la programación del riego con una resolución de 1 km utilizando el índice de superficie foliar junto con la vigilancia del balance hídrico, incluidas las previsiones de evapotranspiración, integrando datos de teleobservación con la modelización para optimizar el uso del agua y reducir los costos de producción. Se observó que las innovaciones relacionadas con la programación del riego eran aplicables a escala mundial y podían beneficiar a los agricultores, a los responsables de formular políticas y a las iniciativas de sostenibilidad ambiental en general.

3. Las tecnologías espaciales y su pertinencia para la vigilancia de las aguas subterráneas

35. En las ponencias presentadas en la sesión sobre la pertinencia de las tecnologías espaciales para la vigilancia de las aguas subterráneas se trataron temas como la evaluación de la vulnerabilidad y el diseño conjunto de estrategias de gestión del agua resistentes al clima para las comunidades rurales utilizando conjuntos de datos

geoespaciales; la teleobservación para la gestión de acuíferos transfronterizos; la computación en la nube y los datos de teleobservación para estimar la recarga potencial de las aguas subterráneas; y la cartografía de la vulnerabilidad de las aguas subterráneas y la evaluación de las interacciones entre el uso de la tierra, los cambios en la tierra y la recarga de las aguas subterráneas en las islas de calor urbanas del Norte de África y en Bolivia (Estado Plurinacional de), Ghana, México y el Pakistán.

36. Los participantes observaron que las tecnologías espaciales ofrecían un valioso conjunto de herramientas para vigilar los recursos de aguas subterráneas en todo el mundo. Proporcionaban datos sobre los factores que influían en la recarga de las aguas subterráneas, como la cubierta vegetal, la humedad del suelo y los cambios en el uso de la tierra. Los sistemas de información geográfica hacían posible integrar diversas fuentes de datos para hacer análisis amplios de los recursos de aguas subterráneas. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los Estados Unidos permitía una determinación precisa de la posición que se podía utilizar para la vigilancia de los pozos y la cartografía de los acuíferos. La vigilancia a gran escala resultaba factible porque los datos espaciales cubrían zonas vastas, lo que era especialmente valioso para los acuíferos regionales, y además era un enfoque eficaz en función de los costos, que reducía los costosos métodos terrestres de recogida de datos, aunque no los sustituía. Otra ventaja de la vigilancia desde el espacio era que los datos se obtenían de forma oportuna, con lo que se podía hacer una vigilancia regular y dar una respuesta rápida a los cambios en los niveles de las aguas subterráneas.

37. Los participantes también observaron algunas desventajas de la vigilancia de las aguas subterráneas desde el espacio como, por ejemplo, que el acceso a los datos y su calidad eran limitados, que faltaban conocimientos técnicos en algunas regiones, y que existían vacíos en la integración de datos procedentes de diversas fuentes. Para subsanar esas deficiencias se sugirieron la capacitación y el desarrollo de la capacidad para el uso eficaz de la tecnología, y una infraestructura sólida, por ejemplo una infraestructura nacional de datos espaciales.

4. Las tecnologías espaciales para vigilar el riesgo de inundaciones y su impacto, y adaptaciones al cambio climático pertinentes para la agricultura

38. Las ponencias que se presentaron durante la sesión dedicada al riesgo de inundaciones y su impacto pusieron de relieve que las inundaciones eran el peligro más grave, que afectaba a millones de personas en todo el mundo, y el más mortífero a escala global. Se observó que los eventos agravantes -inundaciones, sequías, corrimientos de tierras y deshielo de glaciares, por nombrar solo algunos- se estaban convirtiendo en un problema importante. Se consideraron de utilidad aplicaciones y herramientas como el Sistema Guía para Crecidas Repentinas, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático que utilizaban tanto la vigilancia basada en el impacto para mejorar los sistemas de alerta temprana como las observaciones de la Tierra, ya que colmaban las lagunas de datos existentes sobre precipitaciones, modelización de inundaciones y cartografía de las inundaciones. Los oradores hicieron referencia a algunas fuentes de datos, como la misión Medición de la Precipitación Mundial y las misiones Sentinel.

39. Los oradores mencionaron la importancia de expandir y replicar las metodologías y de documentar las lecciones aprendidas. En la estimación de los daños a los cultivos, por ejemplo durante las inundaciones, se podrían utilizar sistemas de información geográfica para comprender los riesgos y vulnerabilidades y desarrollar análisis de sensibilidad que apoyaran la adopción de decisiones. Se consideró que los sistemas de alerta temprana eran un requisito previo para preparar a las comunidades con el fin de minimizar las pérdidas y mejorar su capacidad de adaptación. La tecnología espacial servía de apoyo para calcular los impactos, los daños y las pérdidas causados por eventos extremos, incluso en zonas de cultivo. Los oradores resaltaron que, para que todas las partes interesadas pudieran aplicar la tecnología con miras a gestionar mejor las inundaciones, era esencial crear capacidad a largo plazo, así como impartir capacitación y educación en meteorología satelital.

40. Si bien existían datos, información y herramientas, muchas veces seguía siendo difícil usarlos y aplicarlos, lo cual planteaba dudas sobre su aplicación eficaz y eficiente. La creación de capacidad para acceder a los distintos conjuntos de datos y herramientas, interpretarlos y utilizarlos era limitada a todos los niveles, desde el regional hasta el nacional y el local. Existían buenas prácticas, pero las carencias en su aplicación seguían dificultando el uso operacional más amplio.

E. Ponencias técnicas sobre la tecnología y los datos espaciales para la vigilancia de la calidad del agua (y la agricultura sostenible)

41. Los participantes observaron que numerosos factores, como la escorrentía agrícola, las aguas residuales no tratadas y el cambio climático, contribuían a la degradación de la calidad del agua en muchas regiones del mundo. Aunque se habían gastado miles de millones en investigación y desarrollo satelitales y en la construcción de infraestructura satelital, las aplicaciones y la transferencia de tecnología recibían menos financiación.

42. También se observó que la ciencia y la tecnología de la teleobservación por satélite de la calidad del agua estaban en constante evolución. Se llegó a la conclusión de que en un decenio las capacidades para medir y difundir rápidamente la información habrían evolucionado. Un hilo conductor de las ponencias que se presentaron durante la sesión fue la cuestión de cómo aumentar la confianza en los productos y servicios generados, y la noción de que las incertidumbres eran tan importantes como los valores absolutos. Se resaltó la necesidad de crear capacidad para utilizar herramientas, desde la exploración de la capacidad de distinguir tipos de algas hasta la medición de las aplicaciones de pesticidas en un contexto agrícola y las cuencas hidrográficas, y los factores climáticos que influían en las condiciones actuales y futuras de cantidad y calidad del agua. Se determinó que las proliferaciones de algas nocivas eran un problema mundial cada vez mayor. Se consideró de vital importancia avanzar en el uso de la teleobservación por satélite para cuantificar mejor esas proliferaciones y su ecología.

43. En una ponencia sobre las asociaciones de acueductos rurales de Costa Rica, en las que se había adoptado un enfoque de gestión comunitaria del agua, se arrojó luz sobre el trabajo realizado por esas comunidades, que habían elaborado un instrumento de gestión del riesgo (en el que el riesgo se definía en función de la exposición a peligros, la vulnerabilidad y la capacidad) y que habían utilizado esa información para gestionar sus cuencas con buenos resultados. Se entabló un debate en torno a la compilación de capas de datos en una evaluación del riesgo, actualizada, no estática y amplia, que sirviera de base a las inversiones y permitiera anticiparse a problemas futuros.

44. Las áreas de interés examinadas por los ponentes durante las dos sesiones de ponencias dedicadas a la vigilancia de la calidad del agua fueron los lagos, los ríos, los embalses y las regiones de megadeltas en megadeltas asiáticos y en la Argentina, Colombia, Costa Rica y los Estados Unidos.

45. En relación con las carencias existentes en la vigilancia de la calidad del agua basada en tecnologías espaciales se formularon, entre otras, las siguientes conclusiones: era necesario comprender mejor las necesidades de los usuarios finales en relación con los distintos parámetros de la calidad del agua y las resoluciones temporales y espaciales; debía aumentar la concienciación acerca de la información obtenida mediante teleobservación en las comunidades de usuarios finales, incluso acerca de las nuevas fuentes de información; y era necesario educar a los usuarios sobre los errores de las metodologías existentes a fin de que se comprendieran los problemas de las mediciones tradicionales, por ejemplo, al tomar una sola muestra en medio de un lago. Además, los ponentes señalaron que se debían comprender las barreras institucionales y regulatorias y era necesario codificar los valores límite de la calidad del agua. Por último, se observó que las necesidades de datos *in situ* estaban distribuidas de manera desigual en todo el mundo. Los equipos ópticos de recogida de datos *in situ* también

podían plantear problemas, especialmente en lo que respectaba a los nuevos satélites con una mayor resolución espectral, como el sensor de plancton, aerosoles, nubes y ecosistemas oceánicos llamado Ocean Colour Instrument, de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de los Estados Unidos, que requeriría unas mediciones *in situ* más sofisticadas (hiperespectrales). Además de las necesidades relativas a datos *in situ*, la otra necesidad casi global y constante seguían siendo las oportunidades de capacitación.

F. Ponencias técnicas sobre las comunicaciones por satélite: un facilitador para las aplicaciones relativas al agua basadas en Internet de los objetos

46. Los participantes afirmaron que la integración de sensores avanzados, la tecnología de Internet de los objetos y los sistemas de comunicación por satélite abrían nuevas posibilidades para la vigilancia y la recopilación de datos en tiempo real en zonas remotas o inaccesibles, especialmente las que carecían de cobertura de red de telefonía móvil. Esos sistemas satelitales y de Internet de los objetos facilitaban la comunicación y el intercambio de datos entre dispositivos y, de ese modo, permitían hacer un seguimiento a distancia de los niveles de agua, los hábitos de consumo y la dinámica agrícola con una exactitud y una eficiencia sin precedentes.

47. Uno de los trabajos que se presentaron fue el relativo a sensores de Internet de los objetos que enviaban datos sobre la calidad del agua y emitían alertas locales sobre los niveles de cianobacterias. Se observó que mediante constelaciones de satélites se podían obtener datos de toda una zona, lo que permitía detectar posibles fuentes de contaminación y hacer proyecciones sobre su impacto general. También se estaba avanzando no solo en la conectividad global y el seguimiento y la vigilancia de los bienes, sino también en la vigilancia ambiental, la respuesta de emergencia y la agricultura de precisión. Además, se presentó información sobre la observación de plantaciones de cacao durante todo su ciclo de crecimiento —incluidos el riego, la fertilización, el control de plagas, las enfermedades de las plantas y los efectos secundarios ecológicos— utilizando tecnologías de sensores de Internet de los objetos en zonas remotas. El objetivo de ese proyecto era transmitir por satélite los datos reunidos.

G. Ponencias técnicas sobre las tecnologías espaciales para la vigilancia de los bosques, la agrosilvicultura, las cuencas hidrográficas y su interacción

48. El tema 4, que se abordó en dos sesiones de ponencias, se centró en la utilización de las tecnologías espaciales para la vigilancia y la modelización de los bosques y las cuencas hidrográficas. En las ponencias se explicaron numerosas aplicaciones de índole diversa de las tecnologías espaciales para elaborar modelos, principalmente en la definición de parámetros como las condiciones de uso de la tierra y las elevaciones digitales, que eran fundamentales en la vigilancia y modelización de las cuencas hidrográficas. Las tecnologías satelitales posibilitaban hacer un seguimiento de los cambios a lo largo del tiempo, tal como se presentó en los ejemplos de los manglares y la desaparición del mar de Aral. Los ponentes resaltaron la necesidad de una sólida vigilancia *in situ* para hacer una mejor corrección de los sesgos y calibrar los modelos derivados de los sistemas mundiales de observación de la Tierra. También se debatió ampliamente el desarrollo de la capacidad y la capacitación de las partes interesadas para que pudieran utilizar esos sistemas de información y basarse en ellos en la adopción de decisiones y la formulación de políticas.

49. En una ponencia principal, un ponente presentó el Modelo de Caudales de la iniciativa Sostenibilidad Mundial de los Recursos Hídricos del Grupo de Observaciones de la Tierra (GEOGLOWS), un modelo abierto y global que ofrecía previsiones diarias basadas en 80 años de registros hidrológicos y predicciones meteorológicas como datos

de entrada. Durante la sesión se examinaron otras tecnologías importantes como, entre otras, herramientas de evaluación cuantitativa de la degradación de las tierras y la conservación del agua, haciendo hincapié en la necesidad de innovación en la agricultura y la adaptación al cambio climático, y los modos de calcular las pérdidas de cosechas en caso de inundaciones, presentadas por la Comisión de Investigaciones Espaciales y de la Alta Atmósfera; la formación de imágenes satelitales y aéreas para vigilar la sequía y la reducción del mar de Aral, por parte del Centro de Observación del Espacio y de Tecnologías de Geoinformación dependiente del Organismo de Investigación y Tecnología Espaciales de Uzbekistán; el análisis de series cronológicas de la pérdida de cubierta forestal de los manglares mediante datos de radar satelital, por el Ministerio de Tierras, Vivienda y Desarrollo de los Asentamientos Humanos de la República Unida de Tanzania; la dinámica hidrológica comparativa y la seguridad hídrica en la cuenca del Sundaríjal (Nepal), desarrollada con el Sistema Regional de Simulación Hidroecológica, un enfoque de modelización de bosques de latifoliadas y coníferas para simular caudales; y la inteligencia hidrográfica en bases de datos espaciales utilizando PgHydro (una extensión de PostgreSQL/PostGIS para la adopción de decisiones sobre recursos hídricos) con el objetivo de analizar las redes de drenaje, que presentó la Agencia Nacional de Aguas y Saneamiento Básico del Brasil. Por último, un ponente del Centro para África, con sede en Kenya y perteneciente al Instituto de Estocolmo para el Medio Ambiente, presentó una ponencia sobre el rendimiento del componente terrestre de la quinta generación de European ReAnalysis (ERA5-Land) para la modelización hidrológica en regiones respecto de las cuales los datos son escasos.

50. Los participantes en las sesiones subrayaron el papel de las tecnologías espaciales en la vigilancia de los bosques y las cuencas hidrográficas. A pesar de los avances, algunas de las dificultades que planteaba el uso eficaz de las tecnologías espaciales eran la escasa capacidad y formación de las partes interesadas para utilizar los datos de teleobservación y confiar en ellos, el acceso insuficiente a herramientas y tecnologías innovadoras para la adaptación al clima y la seguridad alimentaria, y la necesidad de hacer una vigilancia *in situ* exhaustiva para aumentar la exactitud de los modelos obtenidos mediante satélite. Las áreas de interés examinadas por los ponentes durante las dos sesiones de ponencias sobre el tema de los bosques, la agrosilvicultura, las cuencas hidrográficas y su interacción fueron África Subsahariana, así como el Brasil, Nepal, el Pakistán, la República Unida de Tanzania y Uzbekistán. La ponencia sobre el modelo de caudales se basó en una perspectiva global, con ejemplos del Ecuador, Libia y Malawi.

51. Se consideró esencial seguir invirtiendo en la investigación científica, la creación de capacidad y la cooperación internacional. Subsana las carencias señaladas sería crucial para la gestión ambiental y la formulación de políticas ambientales sostenibles.

H. Ponencias técnicas sobre la tecnología y los datos espaciales para la vigilancia de los glaciares

52. Los participantes hicieron hincapié en que la tecnología espacial era un medio muy eficaz para estudiar fenómenos frágiles y dinámicos, como los glaciares, porque proporcionaba datos de observación y datos para elaborar modelos. Los datos multitemporales habían demostrado ser útiles para estimar el estado actual de la criosfera y hacer previsiones sobre su futuro. se consideró que evaluar los efectos del cambio climático era fundamental para las respuestas de emergencia y para proteger eficazmente ese sistema tan frágil. Las evaluaciones cuantitativas y la modelización del balance de masas proporcionaban información muy importante para los interesados en los sistemas glaciares.

53. En el marco del tema 5 se presentaron ponencias sobre el riesgo cada vez mayor de inundaciones por desbordamientos repentinos de lagos glaciares; la aplicación de la tecnología espacial a los estudios del balance de masas; y el uso de la teleobservación y la modelización hidrológica para evaluar los recursos hídricos y los riesgos geológicos

en cascada. Las ponencias se centraron en la región del Hindu Kush-Himalaya, la Patagonia y el Perú.

54. Algunas de las deficiencias detectadas en el ámbito de la vigilancia de los glaciares fueron los estudios espaciotemporales, la evaluación cuantitativa del cambio climático, las simulaciones regionales para la elaboración de mapas probabilísticos y predictivos, las propiedades estructurales de la compactación de la nieve, la mejora de los datos *in situ*, los aspectos estructurales de los glaciares, el estudio de las causas y los efectos, la vigilancia del agotamiento de los glaciares, la modelización del deshielo y las escorrentías, y los estudios de las condiciones atmosféricas de la criosfera.

I. Mesa redonda sobre los servicios basados en el espacio para las instituciones gubernamentales en la gestión del agua

55. La mesa redonda se centró en la utilización de servicios basados en el espacio para apoyar a las instituciones gubernamentales dedicadas a la gestión del agua. Se resaltaron los problemas actuales, soluciones innovadoras, los proyectos en curso y la importancia de la cooperación internacional. Los participantes señalaron varios problemas clave para acceder a los datos satelitales y utilizarlos, por ejemplo, el costo elevado de los datos y de la capacidad computacional, y las limitaciones técnicas del *hardware* y de las capacidades para manejar el *software* e utilizar eficazmente los datos satelitales e interpretarlos.

56. Varias agencias espaciales nacionales representadas en la mesa redonda habían elaborado programas innovadores para mitigar esos problemas. Algunos ejemplos que se citaron fueron el suministro de datos operacionales obtenidos de imágenes satelitales; el desarrollo de misiones futuras, por ejemplo, para proporcionar imágenes de alta resolución a fin de apoyar la labor de los ministerios y para ofrecer datos de Internet de los objetos para diversas aplicaciones, incluida la gestión del agua; la centralización de la recopilación de datos; la ejecución de un plan espacial de 20 años de duración en el que se priorizaban las necesidades agrícolas; la atención al desarrollo de capacidades en tecnología satelital; y la aplicación del aprendizaje automático a los datos satelitales para procesar grandes volúmenes de información.

57. Se resaltó que una buena colaboración internacional era esencial para el progreso. Los panelistas mencionaron los esfuerzos de cooperación centrados en el uso de la tecnología espacial para prever la estación de lluvias e introducir información en los sistemas de alerta temprana, así como en el establecimiento de centros de formación para aumentar las capacidades de cartografía.

58. Durante los debates se resaltó la necesidad de las iniciativas de capacitación. Algunos ejemplos de iniciativas existentes eran programas de posgrado en tecnología espacial para la capacitación técnica, iniciativas de capacitación *ad hoc*, el suministro de datos y capacitación, y el desarrollo de herramientas para ayudar a los ministerios en la comunicación de datos y en las aplicaciones de Internet de los objetos. Los participantes mencionaron proyectos en curso y previstos para ampliar el uso de la tecnología espacial, por ejemplo, el lanzamiento de nuevos satélites, y el aumento de las capacidades mediante programas de capacitación para mejorar la aplicación de la tecnología espacial a la gestión del agua y otros sectores.

59. Los integrantes de la mesa redonda concluyeron que la tecnología espacial desempeñaba un papel crucial en la gestión del agua. Eran imprescindibles una creación de capacidad y una cooperación internacional eficaces para superar las dificultades actuales y maximizar los beneficios de los servicios basados en el espacio para las instituciones gubernamentales.

J. Sesión técnica de clausura

60. En la sesión de clausura, los moderadores formularon observaciones finales sobre las ponencias y algunas recomendaciones compartidas.

61. Casi todos los moderadores recomendaron que siguiera aumentando la colaboración internacional, ya que compartir recursos y pericia podría aumentar el acceso a los datos para todos. Además, sugirieron que se proporcionaran capacitación y creación de capacidad, especialmente a nivel institucional (incluso entre instituciones de todo el mundo) y en el contexto de las comunidades de práctica. También se resaltó la necesidad de coordinar a los distintos agentes y de fomentar la reunión de datos *in situ* para entrenar y validar modelos basados en datos de observación de la Tierra y teleobservación.

62. En relación con el tema 1, los moderadores de las cuatro sesiones hicieron una serie de sugerencias clave. El moderador de las ponencias sobre la escasez de agua alentó a que se trabajara en colaboración y se establecieran redes para la gestión de datos y para compartir experiencias de éxito en la evaluación de variables como los indicadores de precipitaciones, la humedad del suelo y las sequías. El moderador de la sesión sobre las tecnologías espaciales y su pertinencia para la vigilancia de las aguas subterráneas sugirió capacitar a los administradores de servicios de abastecimiento de agua en el uso de las tecnologías espaciales para mejorar la vigilancia de las aguas subterráneas, y utilizar protocolos de datos normalizados para establecer formatos de datos comunes que facilitarían la integración y el análisis. Los moderadores de la sesión sobre el riesgo de inundaciones y su impacto sugirieron que se establecieran plataformas de fácil acceso a diversos datos e información satelitales, un análisis integrado con conjuntos de datos climáticos y económicos mediante aplicaciones espaciales para estimar las pérdidas y daños en los cultivos, y una herramienta para elaborar modelos de susceptibilidad a las inundaciones con miras a reducir los riesgos de desastres. Se resaltó la importancia de los cuatro pilares de la iniciativa Alertas Tempranas para Todos (conocimiento y gestión del riesgo; detección, observación, seguimiento y previsión; difusión y comunicación de alertas; y capacidades de preparación y respuesta), y se mencionaron chatbots de inteligencia artificial como “Chato”, utilizado en El Salvador, como medio para mejorar la comunicación con los usuarios del sector agrícola y gestionar los riesgos. Por último, los moderadores recomendaron el uso de herramientas geoespaciales para evaluar la vulnerabilidad y el riesgo con el objetivo de informar las políticas, con especial atención a la reducción del riesgo de desastres.

63. Las ponencias, las deliberaciones y la moderación relativas al tema 2 (vigilancia de la calidad del agua) dieron lugar a las siguientes recomendaciones finales, además de las recomendaciones generales expuestas más arriba: mejorar la coordinación y la compartición de datos ópticos y de datos sobre la calidad del agua por parte de los productores de datos; crear una red mundial de validación; hallar casos de éxito; cultivar las redes de ciencia ciudadana para implicar a las comunidades locales; y concienciar. Además, se consideró que el desarrollo conjunto de productos aumentaría la implicación y el uso, dos aspectos que se consideraron importantes.

64. Las conclusiones relativas al tema 3 (Internet de los objetos) se refirieron a la detección de dificultades como el costo, la latencia de las transmisiones de datos, el ancho de banda limitado, el consumo de energía y las interferencias y bloqueos en las transmisiones. Entre las perspectivas de futuro se encontraban la ampliación de las constelaciones satelitales, los avances en tecnología satelital, la integración con las redes 5G, la aparición de la nube transversal y la atención a diversas aplicaciones sostenibles. El moderador observó que las cuestiones reglamentarias serían cada vez más importantes.

65. Los moderadores de las sesiones sobre las tecnologías espaciales para la vigilancia de los bosques, la agrosilvicultura, las cuencas hidrográficas y su interacción (tema 4) resaltaron que los científicos y los usuarios de los datos basados en tecnologías espaciales debían comunicar claramente el valor y ser honestos sobre las limitaciones de los hallazgos para abogar eficazmente por los recursos necesarios para colmar las lagunas en la creación de capacidades y la vigilancia *in situ*, con el objetivo de mejorar los conjuntos de datos basados en el espacio.

66. En cuanto al tema 5, algunas recomendaciones que se formularon para subsanar las deficiencias en la vigilancia de los glaciares fueron las siguientes: unos arreglos

institucionales eficaces, garantizar la continuidad de las observaciones futuras, adoptar y comunicar indicadores del clima, asegurar la exactitud de las observaciones climáticas, organizar los datos obtenidos *in situ* y compartir datos y experiencias de diferentes regiones.

K. Ceremonia de clausura

67. Dio comienzo a la ceremonia de clausura de la Sexta Conferencia la Embajadora Carmen Isabel Claramunt, quien pronunció unas palabras de clausura en nombre del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto y del Gobierno de Costa Rica. La oradora subrayó la importancia del tema de la Conferencia para Costa Rica y para todos, y resaltó en particular la visita a las asociaciones de acueductos rurales y las experiencias prácticas adquiridas. Reiteró que era un honor para Costa Rica haber acogido la Conferencia y recordó a los participantes las dificultades en relación con el agua que todavía había pendientes, como la crisis eléctrica provocada por las sequías. Además, mencionó los riesgos relacionados con el agua a los que se enfrentaba su país. Resaltó la importancia para Costa Rica de aplicar sus estrategias de gestión de sequías e inundaciones, salvar la brecha entre el estrés de los cultivos y el estrés hídrico, y mejorar la gobernanza en la gestión de los recursos hídricos con respecto a la financiación, la planificación urbana, la educación y la preservación ecológica. Las soluciones a largo plazo para la gestión del agua harían frente a los riesgos y las vulnerabilidades frente a los peligros climáticos. La oradora añadió que se debían aplicar las decisiones relacionadas con el agua adoptadas en las asambleas, convenios y marcos mundiales dedicados a la resiliencia climática y el medio ambiente, y felicitó a los participantes por sus contribuciones pertinentes e innovadoras a una gestión del agua más sostenible y equitativa. Dio algunos ejemplos de los excelentes trabajos presentados durante la Conferencia y se refirió a la coorganización por parte de su país de la Tercera Conferencia sobre el Océano, que se celebraría en junio de 2025. Dio las gracias a la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura por haber organizado y acogido la Sexta Conferencia, y expresó su agradecimiento a los participantes y capacitadores. Concluyó su intervención afirmando que la Conferencia era un ejemplo excelente de fortalecimiento y estímulo de los vínculos entre la ciencia, la diplomacia y las políticas públicas en beneficio de los seres humanos.

68. El Director Adjunto de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre resaltó el grado de exhaustividad con el que se había examinado el potencial transformador de la tecnología espacial para abordar la ordenación sostenible de las aguas, lo que había quedado reflejado en las numerosas sesiones en las que se había subrayado el papel fundamental de los datos satelitales para optimizar las prácticas de riego y mejorar la productividad del agua en la agricultura, así como en la sesión sobre la gestión de las aguas subterráneas mediante datos de observación de la Tierra y en las sesiones dedicadas a la integración del aprendizaje automático y las imágenes satelitales para la evaluación de riesgos de inundación y la adaptación al cambio climático. Además, hizo hincapié en la importancia de vigilar la calidad del agua, con ejemplos notables de América Latina y de los megadeltas asiáticos que demostraban la aplicación de las imágenes satelitales para evaluar la calidad del agua y detectar contaminantes.

69. Los participantes expresaron su agradecimiento al Gobierno de Costa Rica por su generosa hospitalidad, y su aprecio al equipo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, a los copatrocinadores y a todos los asociados por su apoyo. Los participantes reconocieron los esfuerzos, la dedicación y la meticulosa planificación de los equipos organizadores de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto y el Instituto, que habían contribuido al éxito de la Sexta Conferencia. Se agradecieron las contribuciones de los participantes y expertos y se destacó la importancia de seguir aprovechando la tecnología espacial para la gestión sostenible del agua.

L. Visita a un acueducto gestionado por una comunidad local en la cuenca del Orosi (Costa Rica)

70. En la visita de medio día de duración que organizó el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura se pudo conocer de primera mano la gestión del agua basada en las comunidades que llevan a cabo las asociaciones de acueductos rurales de Costa Rica. Esas asociaciones son ejemplos excelentes de organizaciones comunitarias, y funcionan como organizaciones sin fines de lucro bajo la delegación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y sobre la base de acuerdos entre vecinos que gestionan y explotan conjuntamente los acueductos comunitarios, garantizando de ese modo el suministro y la calidad del agua en sus respectivas localidades. Se rigen por la Ley de Asociaciones de Costa Rica y deben cumplir unas estrictas normas jurídicas, técnicas, administrativas y financieras.

71. Durante la excursión, los participantes estudiaron las prácticas de gestión del agua que aplicaba la asociación de acueductos rurales de Orosi. El uso de tecnologías geoespaciales había sido fundamental para adoptar decisiones sobre la sostenibilidad y eficiencia de la gestión del agua en la zona. Hablando con los miembros de la comunidad, y mediante demostraciones *in situ*, los participantes adquirieron un conocimiento profundo de cómo se estaban aplicando esas herramientas en un contexto local para mejorar la conservación y gestión de los recursos hídricos.

72. El distrito de Orosi está en riesgo de sufrir corrimientos de tierra, sobre todo durante la estación lluviosa, cuando la zona experimenta fuertes precipitaciones que alcanzan niveles de hasta 6.000 mm al año en las zonas más elevadas. La Comisión Nacional de Emergencias analizaba las zonas de posibles inundaciones y corrimientos de tierra. La herramienta de gestión integral de riesgos para asociaciones de acueductos rurales, desarrollada con el fin de aumentar las capacidades de esas asociaciones en comunidades que sufren estrés hídrico en el norte de Costa Rica, es el resultado de una colaboración entre el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. La herramienta de gestión de riesgos se presentó durante las sesiones de ponencias técnicas que se celebraron durante la Conferencia.

V. Opiniones

73. Se alentó a los participantes a que remitieran por escrito sus opiniones utilizando un formulario en línea al efecto. La valoración global del evento fue de 4,7 sobre 5 (94 %). En sus opiniones, los participantes señalaron que la Conferencia había ofrecido información sobre las aplicaciones de la teleobservación en diversos países, incluido el acceso a nuevos conjuntos de datos, metodologías, modelos y la investigación más reciente. Los participantes tuvieron la oportunidad de explorar estudios de casos y proyectos, que habían mejorado su comprensión de los problemas actuales y los avances en ese campo. También afirmaron que la Conferencia había atraído a un grupo diverso de asistentes de distintas procedencias, disciplinas y ubicaciones geográficas, lo que había fomentado una polinización cruzada de ideas y había alentado a la colaboración interdisciplinar. Esa diversidad había promovido una comprensión global de los problemas y soluciones relacionados con la tecnología espacial para la gestión del agua. Los debates habían ofrecido perspectivas valiosas sobre recientes avances tecnológicos en la gestión del agua para uso agrícola y nuevas herramientas de vigilancia que se habían desarrollado en todo el mundo. En general, los participantes indicaron que la Conferencia les había permitido comprender diversos modelos, técnicas de análisis de datos y actuaciones en la utilización de la tecnología satelital para mejorar las prácticas de gestión del agua. El 81 % de quienes enviaron sus opiniones indicaron que habían asistido a ponencias que consideraron inspiradoras y pertinentes para aplicarlas en sus respectivos países. A la pregunta de en qué medida podrían aplicar en su trabajo los nuevos conocimientos adquiridos, el 19 % de los participantes respondió “mucho”, el 31 %, “bastante”, el 38 %, “moderadamente”, y el 12 % no respondió. Los participantes expresaron su preferencia por que la serie de conferencias se mantuviera a un nivel

internacional en lugar de regional, posibilidad que se había estudiado por motivos de sostenibilidad y para centrarse en los problemas relacionados con el agua a los que se enfrentaban regiones concretas.

74. En sus opiniones, los participantes de instituciones de Costa Rica señalaron el enorme valor de ese tipo de conferencias internacionales, de conocer los métodos y enfoques utilizados en otros países del mundo y, en particular, de dar a conocer las tecnologías disponibles. También se resaltó la calidad de las contribuciones y los intercambios.

75. Los dos cursos de capacitación recibieron una valoración global de 4,53 sobre 5 puntos (91 %), y el 87 % de los participantes vieron oportunidades de aplicar lo que habían aprendido sobre la modelización de caudales o el uso de observaciones de la Tierra para vigilar la calidad del agua en sus respectivos países de origen.

76. Los participantes en el curso de formación sobre la modelización de caudales declararon que el curso había sido muy provechoso y les había permitido adquirir habilidades nuevas relacionadas con herramientas para la vigilancia del agua. El curso había abarcado los datos disponibles del Modelo de Caudales de GEOGLOWS, del ECMWF, que habían demostrado ser muy útiles para la previsión a corto plazo y la emisión de alertas hidrológicas. El acceso a los datos del Modelo les había proporcionado mayores conocimientos y una comprensión más profunda de la materia. La capacitación también había permitido a los participantes conocer mejor la herramienta y propició una posible colaboración futura. Se encomió el Modelo por su calidad y eficacia. Los participantes expresaron su agradecimiento por el tutorial, que había sido imprescindible para demostrar el proceso de recuperación y manipulación de datos para sus propias simulaciones. Habían aprendido técnicas de previsión de inundaciones y cálculo de volúmenes, y el curso había abarcado también formas de colmar lagunas en los datos existentes, con lo que los participantes podrían complementar su información *in situ* sobre el caudal de los ríos y los datos históricos. Expresaron su confianza en su capacidad para completar los datos que faltaban en relación con algunos años, obtener mediciones en el futuro y comparar y calcular las diferencias entre el Modelo y los datos obtenidos *in situ* para lograr unas mejores estimaciones.

77. Los participantes en el curso de capacitación sobre datos de observación de la Tierra para la evaluación de la calidad del agua destacaron que habían obtenido valiosos conocimientos sobre herramientas adicionales, lo cual había facilitado la generación de ideas para futuros proyectos de vigilancia de la calidad del agua. El curso había puesto de relieve fuentes de datos alternativas y métodos en línea para mostrar los datos. Los participantes habían descubierto nuevas aplicaciones y recursos y ampliado su base de conocimientos. En sus opiniones, subrayaron la dificultad de mantenerse al día con las fuentes de datos que aparecían continuamente y sobre las que habían aprendido. Además, habían conocido distintas fuentes de información sobre la calidad del agua y herramientas de vigilancia participativa, que les habían parecido especialmente interesantes y beneficiosas. El curso de capacitación había permitido entablar debates productivos con colegas, fomentó posibles colaboraciones y expuso a los participantes a diversas perspectivas y realidades distintas de las suyas.

VI. Conclusiones

78. La Sexta Conferencia de las Naciones Unidas, Costa Rica y el Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz sobre la Utilización de la Tecnología Espacial en la Ordenación de los Recursos Hídricos hizo posibles intercambios significativos sobre la aplicación de la tecnología espacial a la seguridad hídrica, en particular en el contexto del cambio climático. La Sexta Conferencia se centró específicamente en la agricultura, sector que consume la mayor cantidad de agua, pero que es esencial para asegurar la seguridad alimentaria.

79. Entre las principales conclusiones extraídas de la Conferencia figura la importancia decisiva de la colaboración internacional y el intercambio de

conocimientos. Se hizo especial hincapié en la necesidad de ampliar y reproducir a escala mundial las iniciativas de creación de capacidad, con capacitación práctica diseñada para dotar a los participantes de las habilidades necesarias para aplicar soluciones de gestión del agua basadas en el espacio. La creación de capacidad a nivel institucional se consideró especialmente importante para asegurar que las partes interesadas pudieran utilizar eficazmente las tecnologías avanzadas y los datos y beneficiarse de ellas. Numerosos oradores resaltaron la creación de redes entre expertos para afrontar con eficacia los problemas ambientales mundiales.

80. Se consideró crucial aumentar la accesibilidad y la integración de los datos mediante políticas y plataformas de datos abiertos como el portal WaPOR y el modelo GEOGLOWS. Además, se recomendó que se fortalecieran las alianzas entre los Gobiernos, el sector privado, el mundo académico y la sociedad civil con el fin de desarrollar modelos de financiación y marcos de política innovadores. La Conferencia reveló que la integración de tecnologías emergentes, incluidas las aplicaciones basadas en el espacio combinadas con otros datos de sensores, en algunos casos con el apoyo de Internet de los objetos y el aprendizaje automático, se consideraba prometedora para mejorar la vigilancia, el análisis y la gestión de riesgos. Sin embargo, también se observó que era necesario abordar dificultades como los costos, los problemas de transmisión de datos y consideraciones reglamentarias.

81. Se hizo hincapié en la participación de las comunidades locales a través de iniciativas de ciencia ciudadana y en el desarrollo conjunto de productos para mejorar la recopilación de datos, concienciar y garantizar que los avances tecnológicos fueran útiles en la práctica y se adoptaran ampliamente.

82. Asimismo, la Conferencia demostró que el uso de herramientas geoespaciales y el desarrollo de plataformas de datos integrales podían aportar valiosas ideas para la elaboración de políticas, especialmente en los ámbitos de la reducción del riesgo de desastres y la gestión ambiental. Para garantizar la sostenibilidad de los sistemas de observación, era importante afrontar los problemas actuales y futuros.

83. Un hilo conductor de numerosas sesiones fue la importancia de aplicar un enfoque polifacético que incluyera la colaboración, la creación de capacidad, la innovación tecnológica y la implicación comunitaria para afrontar y gestionar eficazmente los problemas ambientales mundiales.
