



Asamblea General

Distr. general
20 de junio de 2011
Español
Original: inglés

Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Informe sobre el Curso práctico Naciones Unidas/ Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio/Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón relativo a la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial

(El Cairo, 6 a 10 de noviembre de 2010)

I. Introducción

A. Antecedentes y objetivos

1. La Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (UNISPACE III) recomendó, en particular por medio de su resolución titulada “El milenio espacial: Declaración de Viena sobre el espacio y el desarrollo humano”, que las actividades del Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial promovieran la participación de los Estados Miembros, en un marco de colaboración en los planos regional e internacional, en diversas actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología espaciales, haciendo hincapié en la creación de conocimientos y capacidad técnica y su transferencia a los países en desarrollo y los países con economías en transición¹.

2. En su 52º período de sesiones, celebrado en 2009, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos hizo suyo el programa de cursos prácticos, cursos de capacitación, simposios y conferencias previsto

¹ Informe de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, Viena, 19 a 30 de julio de 1999 (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta S.00.I.3), cap. I, resolución 1, secc. I, párr. 1 e) ii), y cap II, párr. 409 d) i).



para 2010². Posteriormente, la Asamblea General, en su resolución 64/86, hizo suyo el informe de la Comisión sobre la labor de su 52º período de sesiones.

3. En cumplimiento de la resolución 64/86 de la Asamblea y de conformidad con las recomendaciones de UNISPACE III, el Curso práctico Naciones Unidas/Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio/Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón relativo a la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial se celebró en El Cairo del 6 al 10 de noviembre de 2010. La Universidad de Helwan acogió al Curso práctico en nombre del Gobierno de Egipto.

4. Organizado por las Naciones Unidas, la Agencia Espacial Europea (ESA), la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos de América y el Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón, el Curso Práctico fue el 18º de una serie de cursos prácticos sobre la ciencia espacial básica, el Año Heliofísico Internacional 2007 y la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial propuesta por la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos basándose en las deliberaciones celebradas por su Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos, recogidas en el informe de dicha Subcomisión (A/AC.105/958, párrs. 162 a 173). Los cursos prácticos anteriores de la serie fueron acogidos por los Gobiernos de los Emiratos Árabes Unidos en 2005 (A/AC.105/856), la India en 2006 (A/AC.105/882), el Japón en 2007 (A/AC.105/902), Bulgaria en 2008 (A/AC.105/919) y la República de Corea en 2009 (A/AC.105/964)³. Estos cursos prácticos fueron la continuación de la serie de cursos prácticos sobre ciencia espacial básica celebrados entre 1991 y 2004 y que tuvieron como anfitriones a los Gobiernos de la India (A/AC.105/489), Costa Rica y Colombia (A/AC.105/530), Nigeria (A/AC.105/560/Add.1), Egipto (A/AC.105/580), Sri Lanka (A/AC.105/640), Alemania (A/AC.105/657), Honduras (A/AC.105/682), Jordania (A/AC.105/723), Francia (A/AC.105/742), Mauricio (A/AC.105/766), la Argentina (A/AC.105/784) y China (A/AC.105/829)⁴.

5. El principal objetivo del Curso práctico era servir de foro para que los participantes pudieran examinar a fondo los logros del Año Heliofísico Internacional 2007 con respecto al despliegue a nivel mundial de instrumentos de meteorología espacial de bajo costo y situados en tierra, y a los planes en relación con la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial y evaluar los resultados científicos y técnicos recientes en la esfera de la interacción entre el Sol y la Tierra.

B. Programa

6. En la apertura del Curso práctico formularon declaraciones el representante del Ministerio de Educación Superior e Investigación Científica en nombre del Gobierno de Egipto, el Presidente de la Universidad de Helwan y representantes de

² *Documentos Oficiales de la Asamblea General, sexagésimo cuarto período de sesiones, Suplemento núm. 20 (A/64/20), párr. 82*

³ En el sitio web de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre figura información sobre el Año Heliofísico Internacional 2007 y la Iniciativa sobre ciencias espaciales básicas de las Naciones Unidas: www.unoosa.org/oosa/SAP/bss/ihy2007/index.html.

⁴ Los detalles de todos los cursos prácticos de la Iniciativa sobre ciencias espaciales básicas de las Naciones Unidas organizados conjuntamente con la Agencia Espacial Europea pueden consultarse en Internet: www.seas.columbia.edu/~ah297/un-esa.

la NASA, el Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón y la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría. El Curso práctico se dividió en sesiones plenarias. Tras las disertaciones formuladas por oradores invitados, que expusieron sus logros en lo referente a la organización de eventos y la realización de actividades de investigación, educación y difusión relacionadas con la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial y sus complejos de instrumentos, se celebraron breves debates. Los oradores invitados, algunos de países en desarrollo y otros de países desarrollados, presentaron 110 ponencias y carteles. Las sesiones de presentación de carteles y los grupos de trabajo ofrecieron a los participantes la oportunidad de concentrarse en problemas y proyectos concretos relacionados con la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial, en particular sus complejos de instrumentos y su funcionamiento y coordinación.

7. El Curso práctico se centró en los siguientes temas: coordinación a nivel nacional de la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial, complejos de instrumentos de la Iniciativa que están en funcionamiento y distribución de los instrumentos de la Iniciativa por los países.

8. En una ceremonia celebrada como parte del Curso práctico, los organizadores y participantes expresaron su reconocimiento por la contribución sustantiva y de larga data al establecimiento de la Iniciativa, en particular en favor de los países en desarrollo, hecha por varios prestigiosos científicos.

C. Asistencia

9. Las Naciones Unidas, la NASA, el Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón, el Comité Internacional sobre los Sistemas mundiales de navegación por satélite, el Space Environment Research Centre (SERC) de la Universidad de Kyushu en Fukuoka (Japón), la Universidad de Helwan y el Centro de Vigilancia del Clima Espacial de Egipto invitaron a participar en el Curso práctico y contribuir a él a científicos, ingenieros y docentes de países en desarrollo y países industrializados de todas las regiones económicas. Los participantes en el Curso práctico, que ocupaban cargos en universidades, instituciones de investigación, organismos espaciales nacionales y organizaciones internacionales, desarrollaban actividades relacionadas con la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial tratadas en el Curso práctico. Los participantes se seleccionaron atendiendo a su formación científica, educacional y de ingeniería y a su experiencia en la ejecución de programas y proyectos en los que la Iniciativa tuviera un papel primordial. Los preparativos del Curso corrieron a cargo de un comité organizador científico internacional, un comité asesor nacional y un comité organizador local.

10. Con fondos aportados por las Naciones Unidas, la NASA, el Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón, el Comité Internacional sobre los Sistemas mundiales de navegación por satélite, el SERC, la Universidad de Helwan y el Centro de Vigilancia del Clima Espacial de Egipto se sufragaron los gastos de viaje, manutención y de otra índole de los participantes de países en desarrollo. En total asistieron al Curso práctico 120 especialistas en la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial.

11. Los 29 Estados Miembros siguientes estuvieron representados en el Curso práctico: Austria, Brasil, Bulgaria, Camerún, Congo, Côte d'Ivoire, Egipto, Eslovaquia, Estados Unidos de América, Etiopía, Filipinas, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, Kenya, Malasia, Mozambique, Níger, Nigeria, Perú, República de Corea, República Unida de Tanzania, Senegal, Sudán, Suiza, Turquía y Viet Nam.

12. En el anexo I del presente documento figura una lista de las personas designadas como coordinadores nacionales y regionales de la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial. En el anexo II figura un cuadro en el que se resumen, por país o zona, el tipo y número de instrumentos de la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial.

II. Resumen de las disertaciones

A. Complejos de instrumentos en funcionamiento de la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial

1. Receptores africanos del Sistema mundial de determinación de la posición para estudios electrodinámicos ecuatoriales

13. Se recordó que el complejo de instrumentos de los Receptores africanos del Sistema mundial de determinación de la posición para estudios electrodinámicos ecuatoriales (AGREES) se había desplegado con los siguientes fines:

a) Comprender las estructuras singulares de la ionosfera ecuatorial sobre las que se ha informado partiendo de datos de observación obtenidos por satélite en la región de África, datos que no se han confirmado, validado ni estudiado detalladamente con observaciones desde tierra, debido a la falta en la región de instrumentos adecuados en tierra;

b) Vigilar y comprender los procesos que rigen la electrodinámica y la producción y pérdida de plasma en latitudes bajas y medianas, en función de la hora, las estaciones y la actividad magnética a nivel local;

c) Estimar la contribución de las irregularidades esféricas ionosféricas y del plasma y sus efectos sobre los sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS) y los sistemas de comunicaciones en la región de África, donde una degradación significativa de las señales (centelleo) se ha convertido en un grave problema.

2. Red africana de doble frecuencia del Sistema mundial de determinación de la posición

14. Se observó que el Sistema mundial de determinación de la posición (GPS) consistía en un mínimo de 24 satélites que orbitaban la Tierra a una altitud de aproximadamente 20.000 kilómetros. Cada satélite transmite una señal de ondas radioeléctricas a los receptores del GPS. Determinando el instante en que la señal llega a un receptor de GPS, se calcula la distancia al satélite, a fin de determinar la posición exacta del receptor del GPS en la Tierra. Se producen diferentes errores en la determinación de la distancia entre los satélites y los receptores del GPS

mientras la señal atraviesa la ionosfera y la troposfera. El análisis de los errores en las señales de los satélites permite determinar los parámetros geofísicos, como el contenido total de electrones en la ionosfera o la distribución de vapor de agua atmosférico en la troposfera. El complejo de instrumentos de la Red GPS africana de doble frecuencia (GPS-África) consiste en varias redes diferentes de receptores del GPS: el Servicio de GPS Internacional, el Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine (AMMA), la Red de detección de centelleo como ayuda para la toma de decisiones y AGREES.

3. Investigación del campo-B del ecuador africano y capacitación de personal

15. Se observó que el complejo de instrumentos del programa de Investigación del campo-B del ecuador magnético africano y capacitación de personal (AMBER) se desplegaba con los siguientes fines: a) vigilar las características electrodinámicas que regían el movimiento del plasma en las latitudes bajas y medianas, en función de la hora local, la estación y la actividad magnética; b) comprender la fuerza de las pulsaciones de frecuencia ultra baja en latitudes bajas y medianas y su relación con los electrochorros ecuatoriales y el índice de los electrochorros aurorales; y c) apoyar los estudios de los efectos de las ondas de frecuencia ultra baja Pc5 sobre la población de electrones con energías del orden de megaelectronvoltios en las partes internas de los cinturones de radiación de Van Allen.

16. Además, para colmar la mayor laguna en tierra en cuanto a la cobertura mundial de magnetómetros, el complejo de instrumentos AMBER tiene en cuenta dos esferas fundamentales de la física espacial: a) los procesos que rigen la electrodinámica de la ionosfera ecuatorial en función de la latitud (el parámetro de la capa L), la hora local, la longitud, la actividad magnética y la estación del año; y b) la fuerza de las pulsaciones de frecuencia ultra baja y su relación con la fuerza del electrochorro ecuatorial en regiones de latitud baja y mediana.

17. Las observaciones realizadas desde el espacio revelaron estructuras ionosféricas ecuatoriales singulares en la región de África, aunque no se habían confirmado mediante observaciones hechas en tierra, debido a la falta de instrumentos terrestres en la región. El complejo de magnetómetros AMBER, junto con los complejos de receptores del GPS (GPS-África, la Red de detección de centelleo como ayuda para la toma de decisiones y el Receptor Doppler ionosférico coherente (CIDR)), permitirá comprender las características electrodinámicas que rigen los movimientos ionosféricos ecuatoriales.

4. Sistema electromagnético de observación, modelización y enseñanza sobre meteorología atmosférica y los instrumentos de vigilancia de las perturbaciones bruscas de la ionosfera

18. Se recordó que los complejos de instrumentos del Sistema electromagnético de observación, modelización y enseñanza sobre meteorología atmosférica (AWESOME) y de los instrumentos de vigilancia de las perturbaciones bruscas de la ionosfera consistían en receptores de frecuencia sumamente baja y muy baja frecuencia que registraban señales radioeléctricas con una frecuencia de entre 300 Hz y 50 kHz. La vigilancia de la intensidad de esas señales servía de herramienta de diagnóstico de la ionosfera, dado que la propagación de las señales radioeléctricas del transmisor al receptor depende de las condiciones de la ionosfera inferior.

19. Los instrumentos AWESOME registran varias estaciones radioeléctricas de frecuencia única y también señales radioeléctricas naturales de banda ancha, como las que emiten los rayos y las interacciones entre ondas y partículas en la magnetosfera de la Tierra. AWESOME vigila la amplitud y fase de las señales de transmisores de muy baja frecuencia con una resolución temporal de 50 Hz y ello permite detectar en todo el espectro de frecuencias radioeléctricas entre 300 Hz y 50 kHz señales naturales como las provenientes de parásitos atmosféricos, silbidos, coros y chiflidos. Los instrumentos de vigilancia de las perturbaciones bruscas de la ionosfera son una versión más sencilla de los instrumentos de AWESOME, con fines educativos, que registran sobre todo estaciones de una sola frecuencia con una amplitud de señales de transmisión de muy baja frecuencia, cuya resolución temporal es de 0,2 Hz.

5. Instrumento astronómico compuesto de bajo costo y baja frecuencia para funciones de espectroscopia y observatorio transportable

20. Se observó que el espectrómetro del Instrumento astronómico compuesto de bajo costo y baja frecuencia para funciones de espectroscopia y observatorio transportable (CALLISTO) era un receptor heterodino. Funcionaba entre 45 MHz y 870 MHz, con receptores modernos de televisión por cable de banda ancha comercialmente disponibles con una resolución de frecuencia de 62,5 kHz. Los datos registrados por el complejo de instrumentos CALLISTO son archivos del sistema flexible de transporte de imágenes (FITS) de hasta 400 frecuencias por barrido. Los datos se transfieren a una computadora mediante un cable R232 y se archivan en forma local. La resolución temporal es de 0,25 según el número de canales. El tiempo de integración es de 1 milisegundo y el ancho de banda radiométrica, de unos 300 kHz. La gama dinámica general es de más de 50 decibelios.

6. Red de generación continua de imágenes H-alfa

21. Se observó que, a fin de comprender y predecir la situación de la meteorología espacial, era muy importante observar los fenómenos de erupción en la superficie solar que eran las condiciones límite iniciales de todos los procesos. El complejo de instrumentos de la Red de generación continua de imágenes H-alfa (CHAIN) es una red de observación provista de telescopios de tierra para la observación de las erupciones solares.

7. Receptor Doppler ionosférico coherente

22. Se recordó que el complejo de instrumentos del Receptor Doppler ionosférico coherente (CIDR) consistía en sistemas de radiorreceptores de frecuencia ultra alta o muy alta frecuencia, una computadora de control y dos antenas (una para el CIDR y otra para el GPS). Los datos del CIDR se utilizan para la reconstrucción tomográfica de la ionosfera a lo largo de la trayectoria respectiva de los satélites. Según el número de instalaciones en tierra (no menos de tres) y la línea de referencia, la tomografía puede revelar la estructura a gran escala de la ionosfera, las estructuras de tamaño mediano como plumas y bancos y estructuras muy finas, utilizando una configuración de referencia corta. Además, los datos del CIDR se utilizan en modelos de asimilación de datos para reconstruir la ionosfera a nivel mundial o local.

8. Red mundial de detectores de muones

23. Se señaló que la Red mundial de detectores de muones era una red de telescopios de muones multidireccionales distribuidos en tres continentes y que abarcaban una gama mundial de vistas de telescopio asintóticas. A manera de ensayo, utilizando datos de la Red mundial, fue posible observar un precursor de los rayos cósmicos de la tormenta magnética ocurrida en diciembre de 2006.

9. Sistema de adquisición de datos magnéticos

24. Se observó que el Sistema de adquisición de datos magnéticos (MAGDAS) se había desplegado para realizar estudios de meteorología espacial en el período 2005-2008, fechas que habían coincidido en parte con las del desarrollo de la Iniciativa sobre ciencias espaciales básicas de las Naciones Unidas y la campaña del Año Heliofísico Internacional. MAGDAS ayuda al estudio de la dinámica de las variaciones del plasma geoespacial durante las tormentas magnéticas y las subtormentas aurorales, la reacción electromagnética de la ionomagnetosfera a distintas variaciones del viento solar, y los mecanismos de penetración y propagación de las perturbaciones de frecuencia de rango DP2-ultra bajo desde la región del viento solar a la ionosfera ecuatorial. Con MAGDAS es posible realizar observaciones y modelizaciones en tiempo real del sistema de corrientes mundial tridimensional y de la densidad del plasma ambiente para llegar a comprender las variaciones del entorno electromagnético y plasmático en el geoespacio.

10. Generador de imágenes ópticas de la mesosfera y la termosfera

25. Se recordó que con el complejo de instrumentos del Generador de imágenes ópticas de la mesosfera y la termosfera (OMTI) se observaba la atmósfera superior de la Tierra mediante las emisiones de luminiscencia nocturna de oxígeno atómico e hidroxilos en la región de la mesopausa (a una altura de 80 km a 100 km) y de oxígeno atómico en la termosfera/ionosfera (a una altitud de 200 km a 300 km). El OMTI consiste en generadores de imágenes enfriados y provistos de un dispositivo de carga acoplada de la totalidad del cielo, interferómetros Fabry-Perot, fotómetros de barrido del meridiano y fotómetros de la temperatura de la luminiscencia atmosférica, para medir imágenes bidimensionales de las perturbaciones de la atmósfera superior y su viento y temperatura Doppler.

11. Teleobservatorio ecuatorial nocturno de regiones ionosféricas

26. Se observó que las estaciones del Teleobservatorio ecuatorial nocturno de regiones ionosféricas (RENOIR) tenían la finalidad de mejorar la comprensión de la variabilidad de la ionosfera nocturna y los efectos de esa variabilidad sobre importantes sistemas de navegación y comunicaciones por satélite. El conjunto de instrumentos RENOIR está dedicado a estudiar el sistema ionosfera/termosfera en zonas ecuatoriales o de baja latitud y su reacción a las tormentas y las irregularidades que se presentan a diario. Una estación RENOIR consiste en lo siguiente: a) un sistema generador de imágenes de la ionosfera de campo amplio; b) dos interferómetros miniaturizados Fabry-Perot; c) un receptor de GPS de dos frecuencias; y d) una batería de cinco monitores de centelleo GPS de una sola frecuencia. La batería de monitores de centelleo GPS de una sola frecuencia permite hacer mediciones de las irregularidades, así como de su tamaño y velocidad. Con el receptor de GPS de dos frecuencias se mide el contenido total de electrones de la

ionosfera. En caso de estar disponible, un sistema generador de imágenes de todo el cielo mide dos emisiones diferentes de la termosfera/ionosfera a partir de las cuales es posible observar la estructura/movimiento bidimensional de las irregularidades. Esas observaciones se utilizan para calcular la densidad y altura de la ionosfera. Los dos interferómetros miniaturizados Fabry-Perot proporcionan mediciones de los vientos neutros y las temperaturas de la termosfera. Los dos interferómetros distan entre sí unos 300 km, lo que permite efectuar mediciones biestáticas del volumen común. Esas mediciones son útiles para estudiar la reacción de la termosfera a las tormentas, así como para buscar una posible relación entre las ondas gravitatorias y el inicio de las inestabilidades ecuatoriales.

12. Red de muy baja frecuencia del Atlántico Sur

27. Se observó que la Red de muy baja frecuencia del Atlántico Sur (SAVNET) se valía de las propiedades de la propagación de ondas de muy baja frecuencia a grandes distancias entre un transmisor y un receptor en la guía de ondas Tierra-ionosfera. La guía de ondas está formada por la superficie de la Tierra, que es un conductor eléctrico, y por la región D de la ionosfera baja, a una altitud de 70 km, aproximadamente, durante el día, y la región E a una altitud de unos 90 km durante la noche, sin la presencia de la radiación solar. Las características de las ondas de propagación de muy baja frecuencia (amplitud y velocidad de fase) en la guía de ondas dependen de manera crítica de la geometría de la guía de ondas, la conductividad eléctrica de sus límites y el campo geomagnético. Todos los fenómenos capaces de cambiar esas propiedades de la guía de ondas afectan a las características de la propagación de muy baja frecuencia.

28. SAVNET tiene dos objetivos principales: a) la vigilancia indirecta a largo plazo de la radiación solar; y b) su utilización como herramienta de diagnóstico para estudiar la ionosfera por encima de la región de la anomalía magnética del Atlántico Sur durante los períodos de quietud y perturbación geomagnética. Otros objetivos de SAVNET son los siguientes: c) el estudio de las propiedades de la región D de la ionosfera durante perturbaciones transitorias como las erupciones solares; d) el diagnóstico de las fuentes extrasolares de las perturbaciones ionosféricas; e) la observación de los fenómenos atmosféricos que producen perturbaciones ionosféricas, como los “duendes rojos”, los destellos de rayos gamma terrestres y procesos sísmicos-electromagnéticos; f) el suministro de conjuntos de datos experimentales para utilizarlos en códigos de propagación informáticos a fin de obtener modelos diarios de las propiedades de las ondas de muy baja frecuencia en una trayectoria determinada entre un transmisor y un receptor; y g) el estudio de las propiedades peculiares de la ionosfera en latitudes altas (meridionales).

29. El receptor básico de SAVNET se compone de dos antenas direccionales de cuadro (3m x 3m) y una antena vertical isotópica (6 m). Las señales del sensor se amplifican y transportan a una tarjeta de audio A/D. Las características de la onda se obtienen por un código de computadora del programa Software Phase and Amplitude Logger.

13. Red de detección de centelleo como ayuda para la toma de decisiones

30. Se recordó que la Red de detección de centelleo como ayuda para la toma de decisiones era un sistema activado por datos de pronóstico y alerta en tiempo real de interrupciones en las comunicaciones. Sirve de ayuda para especificar y predecir el deterioro de las comunicaciones por satélite causado por el centelleo ionosférico en la región ecuatorial. Las perturbaciones ionosféricas causan fluctuaciones rápidas de fase y amplitud de las señales de satélites observadas en la superficie terrestre o cerca de ella; estas fluctuaciones se denominan centelleo. Los fenómenos de centelleo naturales más intensos ocurren durante la noche dentro de los 20° del ecuador magnético de la Tierra, región que abarca más de la tercera parte de la superficie terrestre. El centelleo afecta a las señales radioeléctricas de frecuencias de hasta unos pocos GHz y deteriora y trastorna gravemente los sistemas de navegación y comunicaciones basados en satélites. La Red de detección de centelleo como ayuda para la toma de decisiones está diseñada para dar en tiempo real a los usuarios operacionales una especificación regional y previsiones a corto plazo de los efectos del centelleo.

14. Red de visualización y análisis del medio espacial

31. Se observó que la Red de visualización y análisis del medio espacial (SEVAN) era un complejo de detectores de partículas situados en latitudes medianas y bajas y tenía por objeto mejorar las investigaciones fundamentales de las condiciones de la meteorología espacial y permitir predicciones a corto y largo plazo de las consecuencias peligrosas de las tormentas espaciales. SEVAN detecta los flujos cambiantes de diferentes especies de rayos cósmicos secundarios a diferentes altitudes y latitudes, por lo cual constituye un poderoso instrumento integrado para explorar los efectos de la modulación solar.

Anexo I

Coordinadores nacionales o de regiones de la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial

<i>País o región</i>	<i>Coordinador</i>	<i>Institución de la que es miembro</i>
Alemania	M. Danielides	Centro Aeroespacial Alemán de la Asociación Helmholtz
Arabia Saudita	H. Basurah	Departamento de Astronomía, Universidad Rey Abdulaziz, Yeddah
Argelia	N. Zaourar	Laboratorio Geofísico, Universidad de Ciencia y Tecnología, Argel
Argentina	C. Mandrini	Instituto de Astronomía y Física del Espacio, Buenos Aires
Armenia	A. Chilingarian	División de rayos cósmicos, Instituto de Física de Alikhanyan, Ereván
Australia	B. Fraser	Centro de Física del Espacio, Universidad de Newcastle
Austria	R. Nakamura	Instituto de Investigaciones Espaciales, Graz
Azerbaiyán	E.S. Babayev	Observatorio de Astrofísica Shamakhy, Bakú
Bahrein	M. Al Othman	Departamento de Física, Universidad de Bahrein
Bélgica	G. Lapenta	Centro para estudios del plasma-Astrofísica, Universidad Católica de Lovaina
Benin	E. Houngrinou	Universidad de Abomey-Calavi, Cotonú
Brasil	A. Dal Lago ^a J.P. Raulin ^b	Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, São Paulo ^a Universidad Presbiteriana Mackenzie, São Paulo ^b
Bulgaria	K. Georgieva	Laboratorio de Influencias Solar-Terrestres, Sofía
Burkina Faso	F. Ouattara	Universidad de Koudougou, Koudougou
Cabo Verde	J. Pimenta Lima	Instituto Nacional de Meteorología y Geofísica
China	W. Jing-Song	Centro Nacional de Meteorología Espacial, Agencia Meteorológica China
Camerún	E. Guemene Dountio	Ministerio de Investigaciones Científicas e Innovación, Laboratorio de Investigaciones sobre Energía
Canadá	I. Mann	Departamento de Física, Universidad de Alberta, Canadá
Congo	B. Dinga	Ministerio de Investigaciones, Grupo de Investigaciones en Ciencias Exactas y Naturales, Brazzaville
Côte d'Ivoire	V. Doumbia	Laboratorio de Física Atmosférica, Universidad de Cocody, Abidján
Croacia	D. Roša	Observatorio de Zagreb
Dinamarca	K. Galsgaard	Instituto Niels Bohr, Astrofísica Computacional, Copenhague
Ecuador	E. López	Observatorio Astronómico de Quito, Interior del Parque La Alameda, Quito
Egipto	A. Mahrous	Centro de Vigilancia de la Meteorología Espacial, Helwan

<i>País o región</i>	<i>Coordinador</i>	<i>Institución de la que es miembro</i>
Emiratos Árabes Unidos	H.M.k. Al-Naimiy	Universidad Al-Ain (Emiratos Árabes Unidos), Sharjah
Eslovaquia	I. Dorotovic	Observatorio Central de Eslovaquia, Hurbanovo
España	J.R. Pacheco	Universidad de Alcalá
Estados Unidos de América	R. Smith	Instituto Geofísico, Universidad de Alaska
Etiopía	B. Damtie	Departamento de Física, Universidad de Bahir Dar
Federación de Rusia	A. Stepanov ^a G.A Zherebtsov ^b	Observatorio Astronómico Central de Pulkovo, San Petersburgo ^a Instituto de Física Solar-Terrestre, Academia de Ciencias de la Federación de Rusia, Sección de Siberia, Irkutsk ^b
Filipinas	R. E.S. Otadoy	Departamento de Física, Universidad de San Carlos- Recinto Universitario de Talamban Campus, Nasipit, Talamban, Ciudad Cebu
Finlandia	R. Vainio	Departamento de Ciencias Físicas, Universidad de Helsinki
Francia	N. Vilmer	Laboratorio de Estudios Espaciales y de Instrumentación en Astrofísica, Observatorio de París
Georgia	M.S. Gigolashvili	Observatorio Abastumani
Grecia	O. Malandraki	Instituto de Astronomía y Astrofísica, Atenas
Hungría	K. Kecskemeti	Instituto de Investigaciones sobre Física de Partículas y Física Nuclear, Budapest
India	P.K. Manoharan	Instituto Tata de Investigaciones Fundamentales, Centro de Radioastronomía
Indonesia	T. Djamaluddin ^a D. Herdiwijaya ^b	Instituto Nacional de Aeronáutica y el Espacio, Bandung ^a Departamento de Astronomía, Instituto de Tecnología de Bandung, Bandung ^b
Iraq	R. Al-Naimi	Departamento de Ciencias Atmosféricas, Universidad de Bagdad
Irlanda	P. Gallagher	Facultad de Física, Trinity College, Dublín
Israel	M. Gedalin	Departamento de Física, Universidad Ben-Gurión
Italia	M. Messerotti	Departamento de Física, Universidad de Trieste
Jamahiriya Árabe Libia	A. Qader Abseim	Centro de Teleobservación y Ciencias Espaciales de la Jamahiriya Árabe Libia
Japón	T. Obara	Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón
Jordania	H. Sabat	Instituto de Astronomía y Ciencias del Espacio, Universidad Al al-Bayt, Mafraq
Kazajstán	N. Makarenko	Instituto de Matemáticas, Almaty
Kenya	P. Baki	Departamento de Física, Universidad de Nairobi, Nairobi
Kuwait	I. Sabbah	Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Kuwait
Líbano	R. Haijar	Departamento de Física y Astronomía, Universidad de Notre Dame, Louaize

<i>País o región</i>	<i>Coordinador</i>	<i>Institución de la que es miembro</i>
Malasia	F. Bin Asillam	Agencia Espacial Nacional de Malasia, Putrajaya
Marruecos	N.-E. Najid	Universidad Hassan II Ain Chock, Facultad de Ciencias Ain Chock, Casablanca
Mongolia	D. Batmunkh	Grupo de Investigaciones sobre Física Solar, Academia de Ciencias de Mongolia
Nepal	J. Acharya	Universidad Sanskrit, Recinto Universitario de Bakeemi, Katmandú
Níger	S. Madougou	Departamento de Física, Universidad Abou Moumouni de Niamey
Nigeria	A.B. Rabiú	Departamento de Física, Universidad Federal de Tecnología, Akure, Estado de Ondo
Noruega	N. Ostgaard	Departamento de Física y Tecnología, Universidad de Bergen
Omán	S. Al-Shedhani	Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Sultán Qaboos, Al-Khoud
Perú	W. Guevara Day	Universidad del Perú
Polonia	M. Tomczak	Instituto Astronómico, Universidad de Wrocław, Wrocław
Portugal	D. Maia	Universidad de Lisboa
Puerto Rico	S. González	Universidad de Arecibo, Arecibo
Qatar	S.S. Bin Jabor Althani	Departamento de Astronomía, Club Científico de Qatar
República Checa	F. Farnik ^a L. Prech ^b	Instituto Astronómico, Ondřejov ^a Departamento de Ciencias de la Superficie y del Plasma, Facultad de Matemáticas y Física, Universidad de Carlos, Praga ^b
República de Corea	Y.D. Park	Instituto de Astronomía y Ciencias Espaciales de Corea, Daejeon
República Democrática del Congo	B. Kahindo	Universidad de Kinshasa, Facultad Politécnica, Kinshasa
Rumania	G. Maris	Instituto de Geodinámica, Bucarest
Rwanda	J. de Dieu Baziruwiha	Instituto Pedagógico Superior, Kigali
Senegal	G. Sissoko	Grupo de Modelización y Simulación de la Energía Solar, Departamento de Física, Universidad Cheikh Anta Diop, Dakar
Serbia	I. Vince	Observatorio Astronómico, Belgrado
Sudáfrica	L.A. MacKinnel	Rhodes University, Grahamstown
Suecia	H. Lundstedt	Instituto de Física Espacial de Suecia, Lund
Suiza	A. Csillaghy	Universidad de Ciencias Aplicadas, Recinto Universitario de Brugg-Windisch
Tailandia	B. Soonthornthum ^a D. Ruffolo ^b	Instituto Nacional de Aeronáutica y el Espacio ^a Instituto de Tecnología de Bandung ^b
Túnez	H. Ghalila	Laboratorio LSAMA, Departamento de Física, Facultad de Ciencias de Túnez, Universidad de El Manar I, Túnez

<i>País o región</i>	<i>Coordinador</i>	<i>Institución de la que es miembro</i>
Turquía	A. Ozguc	Observatorio Kandilli e Instituto de Investigaciones Sismológicas, Universidad Bogazici, Estambul
Ucrania	O. Litvinenko	Instituto de Radioastronomía, Academia de Ciencias de Ucrania
Uruguay	G. Tancredi	Observatorio Astronómico Los Molinos
Uzbekistán	S. Egamberdiev	Instituto Astronómico Ulugbek
Viet Nam	H.T. Lan	Departamento de Física Atmosférica y Espacial, Instituto de Física, Ciudad Ho Chi Minh
Yemen	A. Haq Sultan	Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Sanaa
Zambia	N. Mwiinga	Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Zambia, Lusaka
Palestina	I. Barghouthi	Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Al-Quds, Jerusalén
Provincia china de Taiwán	C.Z.F. Cheng	Centro de Ciencias del Espacio y de Plasmas, Tainan

^a Contacto primario.

^b Contacto secundario.

Anexo II

Distribución de instrumentos por país o región de la Iniciativa internacional sobre meteorología espacial

<i>País o región</i>	<i>Número de instrumentos</i>	<i>Clase de instrumento o instrumentos</i>
Alemania	21	CALLISTO (1), SEVAN (1), SID (19)
Antártida	2	AWESOME (1), SID (1)
Arabia Saudita	2	AWESOME (1), SCINDA (1)
Argelia	7	AMBER (1), AWESOME (1), CHAIN (1), GPS-África (1), MAG-África (1), SID (2)
Argentina	1	SAVNET (1)
Armenia	1	SEVAN (1)
Australia	14	CALLISTO (2), GMDN (1), MAGDAS (10), OMTI (1)
Austria	2	AWESOME (1), SID (1)
Azerbaiyán	3	AWESOME (1), SID (2)
Bélgica	1	CALLISTO (1)
Benin	1	GPS-África (1)
Bosnia y Herzegovina	1	SID (1)
Botswana	1	GPS-África (1)
Brasil	16	CALLISTO (1), GMDN (1), MAGDAS (2), RENOIR (2), SAVNET (4), SCINDA (3), SID (3)
Bulgaria	3	SEVAN (1), SID (2)
Burkina Faso	3	GPS-África (2), SID (1)
Cabo Verde	1	GPS-África (1)
Chile	2	SCINDA (1), SID (1)
China	10	SID (9), SEVAN (1)
Chipre	1	AWESOME (1)
Camerún	2	AMBER (1), SCINDA (1)
Canadá	10	MAGDAS (1), OMTI (2), SID (7)
Colombia	3	SCINDA (1), SID (2)
Congo	4	SCINDA (1), SID (3)
Costa Rica	2	CALLISTO (1), SEVAN (1)
Côte d'Ivoire	4	MAGDAS (1), MAG-África (2), SCINDA (1)
Croacia	2	SEVAN (1), SID (1)
Ecuador	1	AWESOME (1)
Egipto	7	AWESOME (1), CALLISTO (1), CIDR (1), MAGDAS (2), SID (2)
Emiratos Árabes Unidos	1	AWESOME (1)

<i>País o región</i>	<i>Número de instrumentos</i>	<i>Clase de instrumento o instrumentos</i>
Eslovaquia	2	SEVAN (1), SID (1)
España	1	MAG-África (1)
Estados Unidos de América	172	AWESOME (2), CALLISTO (1), CIDR (6), MAGDAS (2), OMTI (1), SID (160)
Etiopía	11	AMBER (1), AWESOME (1), MAGDAS (1), MAG-África (1), SCINDA (2), SID (5)
Federación de Rusia	6	CALLISTO (1), MAGDAS (3), OMTI (2)
Fiji	1	AWESOME (1)
Filipinas	7	MAGDAS (6), SCINDA (1)
Finlandia	1	CALLISTO (1)
Francia	4	SID (4)
Gabón	2	GPS-África (2)
Ghana	1	GPS-África (1)
Grecia	2	AWESOME (1), SID (1)
Guyana	1	SID (1)
India	19	AWESOME (4), CALLISTO (2), MAGDAS (1), SEVAN (1), SID (11)
Indonesia	5	MAGDAS (3), SEVAN (1), SID (1)
Irlanda	8	AWESOME (1), CALLISTO (1), SID (6)
Israel	2	AWESOME (1), SEVAN (1)
Italia	32	MAGDAS (1), SID (31)
Jamahiriya Árabe Libia	2	AWESOME (1), SID (1)
Japón	12	CHAIN (1), GMDN (1), MAGDAS (6), OMTI (4)
Jordania	1	AWESOME (1)
Kenya	6	GPS-África (1), MAGDAS (1), SCINDA (1), SID (3)
Kuwait	1	GMDN (1)
Líbano	6	SID (6)
Madagascar	1	MAG-África (1)
Malasia	3	AWESOME (1), MAGDAS (1), OMTI (1)
Mali	4	GPS-África (2), MAG-África (2)
Marruecos	2	AWESOME (1), GPS-África (1)
Mauricio	1	CALLISTO (1)
México	5	CALLISTO (1), SID (4)
Micronesia (Estados Federados de)	1	MAGDAS (1)
Mongolia	12	AWESOME (1), CALLISTO (1), SID (10)
Mozambique	3	GPS-África (1), MAGDAS (1), SID (1)
Namibia	4	AMBER (1), GPS-África (1), MAG-África (1), SID (1)

<i>País o región</i>	<i>Número de instrumentos</i>	<i>Clase de instrumento o instrumentos</i>
Níger	1	GPS-África (1)
Nigeria	32	AMBER (1), MAGDAS (3), SCINDA (2), SID (26)
Noruega	1	OMTI (1)
Nueva Zelanda	3	SID (3)
Países Bajos	1	SID (1)
Perú	8	AWESOME (1), CHAIN (1), CIDR (1), MAGDAS (1), SAVNET (3), SCINDA (1)
Polonia	1	AWESOME (1)
Portugal	1	SID (1)
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	8	MAG-África (1), SID (7)
República Centrafricana	1	MAG-África (1)
República Checa	2	CALLISTO (1), SID (1)
República de Corea	2	SID (1), CALLISTO (1)
República Democrática del Congo	2	SID (2)
República Unida de Tanzania	2	GPS-África (1), MAGDAS (1)
Rumania	2	SID (2)
Santo Tomé y Príncipe	1	GPS-África (1)
Senegal	3	GPS-África (1), MAG-África (1), SID (1)
Serbia	2	AWESOME (1), SID (1)
Sri Lanka	1	SID (1)
Sudáfrica	20	GPS-África (7), MAGDAS (2), MAG-África (2), SID (9)
Sudán	1	MAGDAS (1)
Suiza	4	CALLISTO (3), SID (1)
Tailandia	4	OMTI (1), SID (3)
Túnez	4	AWESOME (1), SID (3)
Turquía	3	AWESOME (1), SID (2)
Uganda	3	GPS-África (1), SID (2)
Uruguay	3	SID (3)
Uzbekistán	2	AWESOME (1), SID (1)
Viet Nam	2	AWESOME (1), MAGDAS (1)
Zambia	4	GPS-África (1), MAGDAS (1), SID (2)
Provincia china de Taiwán	1	MAGDAS (1)