

Cuestión 6/2

# **Las TIC y el cambio climático**

6º Periodo de Estudios  
**2014-2017**



## COMUNICARSE CON NOSOTROS

Sitio web: [www.itu.int/ITU-D/study-groups](http://www.itu.int/ITU-D/study-groups)

Librería electrónica: [www.itu.int/pub/D-STG/](http://www.itu.int/pub/D-STG/)

Correo-e: [devsg@itu.int](mailto:devsg@itu.int)

Teléfono: +41 22 730 5999

Cuestión 6/2: Las TIC y  
el cambio climático  
Informe Final

## Prefacio

Las Comisiones de Estudio del Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-D) constituyen una plataforma basada en contribuciones en la que expertos de gobiernos, de la industria y de instituciones académicas producen herramientas prácticas, directrices de utilización y recursos para resolver problemas de desarrollo. Mediante los trabajos de las Comisiones de Estudio del UIT-D, los Miembros del UIT-D estudian y analizan cuestiones de telecomunicaciones/TIC orientadas a tareas específicas con el fin de acelerar el progreso de las prioridades nacionales en materia de desarrollo.

Las Comisiones de Estudio del UIT-D ofrecen a todos los Miembros del UIT-D la oportunidad de compartir experiencias, presentar ideas, intercambiar opiniones y llegar a un consenso sobre las estrategias adecuadas para atender las prioridades de telecomunicaciones/TIC. Las Comisiones de Estudio del UIT-D se encargan de preparar informes, directrices y recomendaciones basándose en los insumos o contribuciones recibidos de los miembros. La información se recopila mediante encuestas, contribuciones y estudios de casos, y se divulga para que los miembros la puedan consultar fácilmente con instrumentos de gestión de contenidos y de publicación en la web. Su trabajo está vinculado a los diversos programas e iniciativas del UIT-D con el fin de crear sinergias que redunden en beneficio de los miembros en cuanto a recursos y experiencia. A tal efecto, es fundamental la colaboración con otros grupos y organizaciones que estudian temas afines.

Los temas de estudio de las Comisiones de Estudio del UIT-D se deciden cada cuatro años en las Conferencias Mundiales de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT), donde se establecen los programas de trabajo y las directrices para definir las cuestiones y prioridades de desarrollo de las telecomunicaciones/TIC para los siguientes cuatro años.

El alcance de los trabajos de la **Comisión de Estudio 1 del UIT-D** es estudiar **“Entorno propicio para el desarrollo de las telecomunicaciones/TIC”**, y el de la **Comisión de Estudio 2 del UIT-D** es estudiar **“Aplicaciones TIC, ciberseguridad, telecomunicaciones de emergencia y adaptación al cambio climático”**.

Durante el periodo de estudios 2014-2017 la **Comisión de Estudio 2 del UIT-D** estuvo presidida por el Sr. Ahmad Reza Sharafat (República Islámica del Irán) y los Vicepresidentes representantes de las seis regiones: Aminata Kaba-Camara (República de Guinea), Christopher Kemei (República de Kenya), Celina Delgado (Nicaragua), Nasser Al Marzouqi (Emiratos Árabes Unidos), Nadir Ahmed Gaylani (República del Sudán), Ke Wang (República Popular de China), Ananda Raj Khanal (República de Nepal), Evgeny Bondarenko (Federación de Rusia), Henadz Asipovich (República de Belarús) y Petko Kantchev (República de Bulgaria).

## Informe Final

El Informe Final de la **Cuestión 6/2: “Las TIC y el cambio climático”** ha sido preparado bajo la dirección de su Relator: Philip Kelley (Alcatel-Lucent International, Francia); y tres Vicerrelatores nombrados: Nasser Al Marzouqi (Emiratos Árabes Unidos), Naoki Fuke (KDDI Corporation, Japón) y Joseph Bruno Yuma Utchudi (R.D. del Congo). También contaron con la asistencia de los coordinadores del UIT-D y la Secretaría de las Comisiones de Estudio del UIT-D.

ISBN

978-92-61-23113-2 (versión papel)

978-92-61-23123-1 (versión electrónica)

978-92-61-23133-0 (versión EPUB)

978-92-61-23143-9 (versión Mobi)

El presente informe ha sido preparado por muchos expertos de administraciones y empresas diferentes. Cualquier mención de empresas o productos concretos no implica en ningún caso un apoyo o recomendación por parte de la UIT.



**Antes de imprimir este informe, piense en el medio ambiente.**

© ITU 2017

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.



Prefacio	ii
Informe Final	iii
Resumen	ix
<b>1 CAPÍTULO 1 – Cambio climático</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Aumento de las temperaturas	1
1.1.2 Fenómenos extremos	2
1.1.3 Elevación del nivel del mar	2
1.1.4 Aumento de la concentración de CO2	5
1.1.5 Fusión del hielo	6
1.2 Iniciativas internacionales relacionadas con el cambio climático	7
1.2.1 Conferencias de las Naciones Unidas sobre el cambio climático	7
1.2.2 La UIT y el cambio climático	8
1.2.3 La OMM y el cambio climático	10
1.2.4 Otras iniciativas	11
<b>2 CAPÍTULO 2 – Seguimiento del cambio climático</b>	<b>14</b>
2.1 Sistemas terrenales	14
2.2 Sistemas de satélite	16
2.3 Sistemas marinos	18
2.4 Sistemas meteorológicos aerotransportados	21
<b>3 CAPÍTULO 3 – Mitigación de los efectos del cambio climático</b>	<b>23</b>
3.1 Repercusiones positivas y negativas de las TIC	23
3.2 TIC ecológicas	23
3.2.1 La huella mundial de las TIC	23
3.2.2 IFR para organizaciones de las TIC	23
3.2.3 Reducción del consumo de energía de las TIC	26
3.3 TIC para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	27
3.3.1 Sectores industriales de interés	27
3.3.2 Aplicaciones de las TIC para mejorar la sostenibilidad	28
3.3.3 El caso de las ciudades inteligentes	29
<b>4 CAPÍTULO 4 – Adaptación al cambio climático</b>	<b>31</b>
4.1 Adaptación de los equipos de las TIC	31
4.1.1 Experiencia de KDDI en Japón	32
4.1.2 Experiencia de Orange en África	34
4.2 Adaptación al sector industrial	36
4.3 Adaptación al sector agrícola	36
Abbreviations and acronyms	42
Annexes	45
Annex 1: Country experiences on monitoring/mitigating climate change	45





# Lista de cuadros y figuras

## Cuadros

Cuadro 1: Ejemplo de supervisión por el fabricante del rendimiento medioambiental de sus operaciones	24
Cuadro 2: Ejemplo de supervisión por el fabricante del modo en que ayuda a los operadores a lidiar con el crecimiento del tráfico de datos móviles de manera sostenible	25
Cuadro 3: Indicadores del cambio climático y ejemplos de implantación de las TIC en aras de la adaptación al cambio climático	37

## Figuras

Figura 1: Diferencia de temperatura mundial desde 1880	1
Figura 2: Nivel promedio del océano de 1993 a 2015	3
Figura 3: Evolución del nivel promedio del mar a escala mundial desde el siglo XVIII hasta el XXI	4
Figura 4: Valores promedio mensuales de CO <sub>2</sub> registrados en años recientes en Mauna Loa	6
Figura 5: Concentración de hielo ártico en septiembre de 1979 y septiembre de 2003	7
Figura 6: Sistema automatizado de observación superficial	14
Figura 7: Funcionamiento de las boyas Argo	20
Figura 8: Evolución de los beneficios que las TIC podrían aportar a los sectores económicos	27
Figura 9: Posible reducción por sector económico	28
Figura 10: Doce casos de uso de TIC	28
Figura 11: Diagrama de configuración	34
Figura 12: Estación solar en el emplazamiento de una estación móvil radioeléctrica en Senegal	36



En este Informe se resumen las numerosas actividades que se están llevando a cabo, en la UIT y en otros lugares, además de información sobre la experiencia de los países, tanto de los países en desarrollo que participaron en las reuniones de la Cuestión 6, “Las TIC y el cambio climático”, de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D, como de los que no participaron. La información que se presenta en este Informe incluye información procedente directamente de los otros dos Sectores de la UIT y, concretamente, de la Comisión de Estudio 5 del UIT-T, “Medio ambiente, cambio climático y economía circular”.

Para situar este Informe en su contexto hay que señalar que el aumento de las temperaturas desde 1870 es un hecho constatado que ya reconocen los numerosos Estados Miembros que forman parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Es un hecho cada vez más reconocido que los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por la actividad humana contribuyen en gran medida a ese innegable aumento y en las últimas Conferencias de las Partes (COP) de la CMNUCC se ha fijado el objetivo de limitar el calentamiento global a largo plazo a un máximo de 2°C en comparación con la era preindustrial.

En el **Capítulo 1** y **Capítulo 2** de este Informe se ofrece a los países en desarrollo un resumen sintético de las más recientes observaciones del cambio climático, los distintos métodos para vigilar el cambio climático y las últimas tecnologías TIC utilizadas para realizar esos estudios. Se describe brevemente la vigilancia mediante sistemas meteorológicos terrenales, de satélite, marítimos y a bordo de aeronaves. Se recuerdan las iniciativas internacionales sobre el cambio climático adoptadas por organismos de las Naciones Unidas y otras instituciones y se hace referencia a sus Recomendaciones e Informes sobre los medios y maneras de utilizar las TIC para vigilar el cambio climático y reducir las emisiones de GEI totales.

En el **Capítulo 3** de este Informe, dedicada a la “Mitigación del cambio climático”, se abordan los esfuerzos tecnológicos y políticos que invierten las organizaciones de TIC para reducir sus propias emisiones de GEI. Se realiza también una estimación de la posible reducción de GEI que podría resultar de la incorporación de las TIC a los siguientes sectores económicos: movilidad y logística, manufactura, alimentación, construcción, energía, empleo y empresas, salud y educación. En este sentido, se presta una atención especial a las zonas urbanas, donde vive una proporción creciente de la población, y a los beneficios de las TIC innovadoras aplicadas a las “ciudades inteligentes”, que también se resumen e ilustran con referencias a las prácticas idóneas.

En el **Capítulo 4**, “Adaptación al cambio climático”, se resumen las principales consecuencias del cambio climático para el sector de las TIC y se recomiendan medidas de adaptación, ilustradas mediante las experiencias de un par de países. A continuación se examina la adaptación al cambio climático de otros sectores industriales y agrícolas. Se asocian diversos indicadores del cambio climático, y sus correspondientes causas y consecuencias, con la contribución a la adaptación que efectúan las TIC.

En el **Anexo 1** de este Informe, se presentan las experiencias de los países en materia de vigilancia/mitigación del cambio climático, de acuerdo con los resultados de la encuesta realizada en 2016. El **Anexo 2** contiene la lista de las contribuciones recibidas sobre la Cuestión 6/2 durante el periodo de estudios.



# 1 CAPÍTULO 1 – Cambio climático

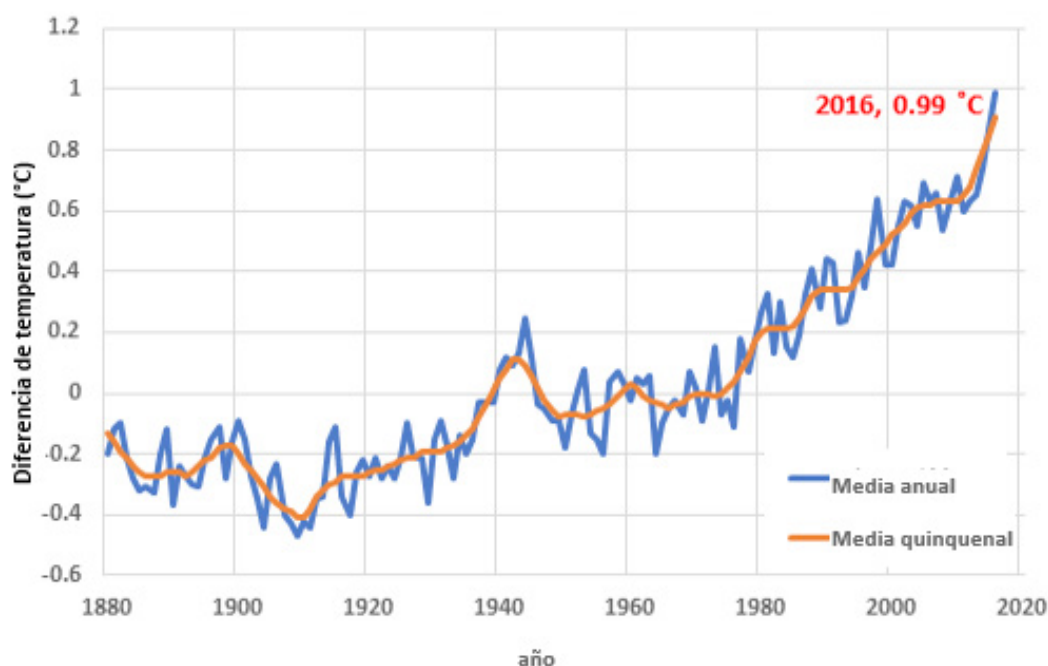
## 1.1 Antecedentes

### 1.1.1 Aumento de las temperaturas

La temperatura mundial es el primer indicador del calentamiento climático. El aumento de la temperatura en la superficie de la Tierra es de  $0,8 \pm 0,2^\circ \text{C}$  desde 1870. Este aumento es notablemente distinto en cada uno de los hemisferios, mayor en el hemisferio Norte y en las latitudes superiores. También se ha observado una variabilidad entre continentes. Se ha constatado una constante tendencia al alza desde 1870.

En la **Figura 1** se muestra que la temperatura promedio mundial no ha dejado de aumentar desde 1880, hasta alcanzar récords en la década de 2000. Según el Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA (GISS),<sup>1</sup> los datos combinados de temperatura promedio en las superficies terrestre y oceánica a nivel mundial calculados con arreglo a una tendencia lineal demuestran un calentamiento de  $0,99^\circ \text{C}$  para el periodo 1880-2016.

Figura 1: Diferencia de temperatura mundial desde 1880



De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM),<sup>2</sup> el año 2015 hizo historia con registros de temperaturas máximas sin precedentes, olas de calor intensas, un total extraordinario de precipitaciones, sequías devastadoras y una actividad excepcional de los ciclones tropicales. Esa tendencia a batir récords ha continuado en 2016. La temperatura superficial promedio a nivel mundial en 2015 superó ampliamente el valor de todos los registros anteriores con un aumento de  $0,76 \pm 0,1^\circ \text{C}$  con respecto al valor promedio correspondiente al periodo 1961-1990. Por primera vez desde que se disponen de registros, las temperaturas en 2015 superaron en  $1^\circ \text{C}$  las de la era preindustrial, según un análisis llevado a cabo por la OMM. Cabe señalar que en 2014 se superó el valor

<sup>1</sup> NASA/GISS, Global Climate Change – Vital signs of the planet; <http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>.

<sup>2</sup> Comunicado de prensa de la OMM: *Día Meteorológico Mundial: Más cálido, más seco, más húmedo. Afrontemos el futuro*. 21 de marzo de 2016. <http://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-record-heat-and-weather-extremes>.

máximo de temperaturas jamás registrado hasta entonces en ausencia de un verdadero episodio de El Niño. Este fenómeno, que calienta el clima, se produce cuando las temperaturas de la superficie del océano más elevadas de lo normal en el Este del Pacífico interactúan con los sistemas de presión atmosférica. En 1998, el año más cálido anterior al siglo XXI, se experimentaron temperaturas elevadas al tiempo que un episodio El Niño de gran intensidad.

En estas condiciones, la OMM estima que es más necesario que nunca disponer de servicios meteorológicos y climatológicos fiables para aumentar la resistencia de la población y ayudar a los países y personas a adaptarse a un clima que evoluciona rápidamente y que, en numerosas regiones, se vuelve menos indulgente.

### 1.1.2 Fenómenos extremos

El quinto Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) alerta contra “un agravamiento de los extremos climáticos”. “Los riesgos conexos al cambio climático derivados de episodios extremos, como olas de calor, precipitación extrema e inundaciones costeras, ya son entre moderados y altos en caso de producirse un calentamiento adicional de 1° C.”, añade. Por tanto, no es la frecuencia sino la intensidad de los ciclones la que se agravaría con la asociación de dos fenómenos: el calentamiento de los océanos, que crearía más vapor de agua y, así, cargaría en energía los ciclones que se forman sobre el mar, y la elevación del nivel de los océanos, que los expertos del IPCC estiman entre 26 y 82 centímetros de aquí a 2100. Vamos hacia fenómenos meteorológicos más intensos a causa del cambio climático que se está llevando a cabo.

Finalmente, los huracanes, ciclones y tormentas tropicales más fuertes son más numerosos. A esa conclusión llegaron también dos estudios publicados en 2005. En el primero, publicado en *Nature*,<sup>3</sup> se mostraba que la energía total disipada por los huracanes del Atlántico Norte y el Pacífico Oeste había aumentado un 70 por ciento en los últimos 30 años. En el segundo, publicado en *Science*,<sup>4</sup> se confirmaba que el número de huracanes de categoría 4 o 5 aumentó un 57 por ciento entre 1970 y 2004.

Los fenómenos de calor extremo son cada vez más frecuentes, de acuerdo con publicaciones tales como *Science*<sup>5</sup> (véase la edición de abril de 2011). En la Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2015<sup>6</sup> se detallan diversos fenómenos extremos registrados en todo el mundo. Además, la *American Meteorological Society* ha publicado un informe titulado *Explaining Extreme Events of 2014 from a Climate Perspective*<sup>7</sup> (explicando los fenómenos extremos de 2014 desde una perspectiva climática), en el que se indica que el cambio climático provocado por el ser humano ha influido en la frecuencia y la intensidad de los fenómenos de manera decisiva.

### 1.1.3 Elevación del nivel del mar

Para entender mejor los cambios climáticos es necesario hacer hincapié en la dinámica de los océanos. Éstos almacenan grandes cantidades de calor, que redistribuyen de un extremo al otro del planeta; el agua, calentada por el Sol en los trópicos, es trasladada por las corrientes hacia las costas templadas, en las que se enfría y transfiere su calor a la atmósfera. Al volverse más fría y más densa, se hunde a

<sup>3</sup> Emanuel, Kerry, Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature* 436, 686-688 (4 de agosto de 2005); <http://www.nature.com/nature/journal/v436/n7051/full/nature03906.html>.

<sup>4</sup> Webster, P. J., et al., Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment, *Science Translational Medicine* 309 (5742), 1844-1846 (15 de septiembre de 2005); <http://science.sciencemag.org/content/sci/309/5742/1844.full.pdf>.

<sup>5</sup> David Barriopedro, Erich M. Fischer, Jürg Luterbacher, Ricardo M. Trigo, Ricardo García-Herrera, The Hot Summer of 2010: Redrawing the Temperature Record Map of Europe, *Science*, 220-224 (8 de abril de 2011).

<sup>6</sup> Véase [http://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_1167\\_es.pdf](http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1167_es.pdf).

<sup>7</sup> Herring, S. C., M. P. Hoerling, J. P. Kossin, T. C. Peterson, y P. A. Stott, Eds., Explaining Extreme Events of 2014 from a Climate Perspective, *Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 96, Núm. 12, diciembre de 2015; <https://www.ametsoc.org/ams/index.cfm/publications/bulletin-of-the-american-meteorological-society-bams/explaining-extreme-events-from-a-climate-perspective/>.

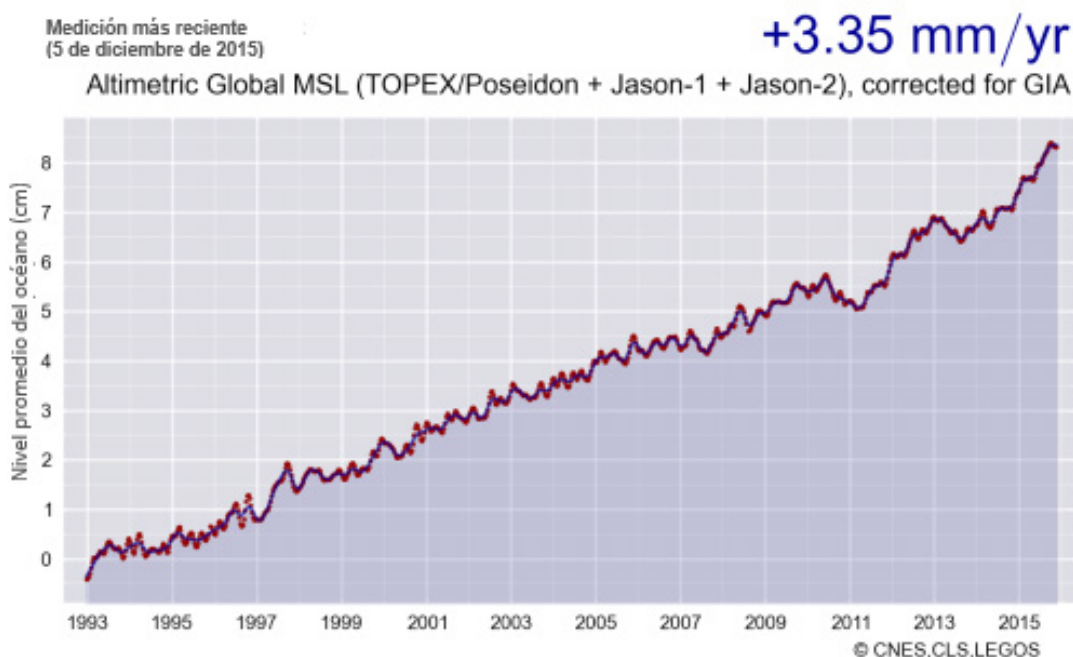
gran profundidad para volver a las zonas ecuatoriales y repetir así sucesivamente el mismo ciclo de aproximadamente mil años de duración.

El nivel medio de los océanos es un indicador de los efectos de varios componentes del sistema climático (océano, hielos continentales y aguas continentales). Hasta 1992 el nivel del mar se medía con mareógrafos situados a lo largo de las costas continentales y en el litoral de algunas islas. El nivel anual promedio de los océanos en todo el mundo se elevó a un ritmo de 0,7 mm/año de 1870 a 1930 y de 1,7 mm/año a partir de 1930. Desde 1992 las mediciones se efectúan por satélite, lo que ha permitido constatar que la elevación del nivel promedio del mar en todo el mundo es del orden de 3,4 mm/año. A esta elevación promedio cabe añadir las oscilaciones plurianuales vinculadas a la variabilidad natural del sistema climático. Desde comienzos de la década de 1990, la contribución climática a esa elevación viene determinada, aproximadamente en una tercera parte, por la dilatación del océano debida al calentamiento, y en dos terceras partes, por la fusión de los hielos continentales, a partes iguales por la fusión de los hielos polares en Groenlandia y la Antártida de una parte, y la fusión de los glaciares continentales, de otra.

Como se ha mencionado anteriormente, sólo se dispone de datos por satélite desde 1993. En ese año se empezaron a recabar los primeros datos por satélite por medio de los satélites Topex, posteriormente sustituidos por Jason 1, 2 y 3. Los datos obtenidos mediante esos satélites son muy fidedignos y precisos.

En la **Figura 2** se muestra una elevación promedio del nivel del mar de 3,35 mm por año.

Figura 2: Nivel promedio del océano de 1993 a 2015<sup>8</sup>

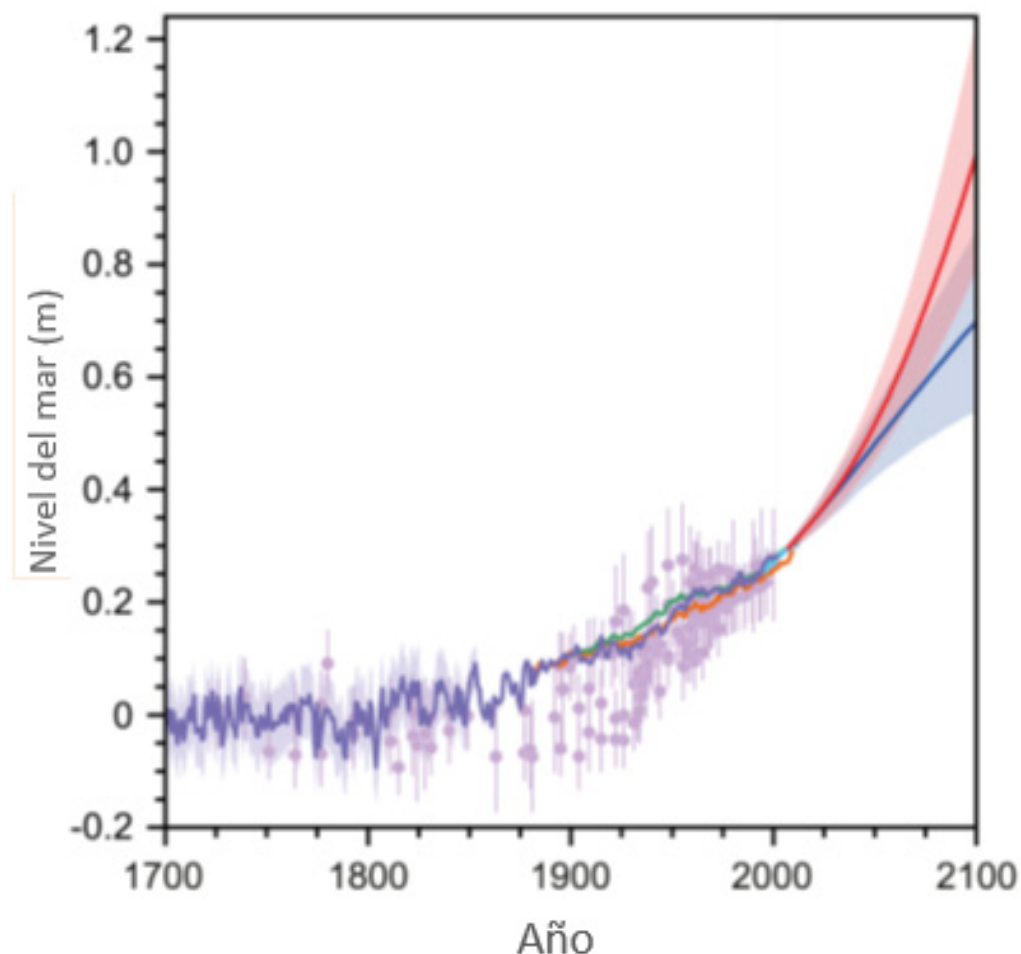


En la **Figura 3** se representa el fenómeno de la elevación del nivel del mar a escala mundial desde el año 1700. En el último informe del IPCC (a saber, el quinto Informe de Evaluación), se realiza una evaluación de la gama probable de elevación del nivel del mar en el siglo XXI. La Figura 13.27 del

<sup>8</sup> CNES, CTOH y OMP, Évolution du niveau moyen des mers vu par les altimètres, *Satellite Altimetry Data*; <http://www.avisos.altimetry.fr/fr/donnees/produits/produits-indicateurs-oceaniques/niveau-moyen-des-mers.html>.

capítulo 13 de dicho informe<sup>9</sup> se reproduce en la **Figura 3**. En dicha figura se plasman datos recopilados con respecto al paleonivel del mar (en color morado); datos mareográficos (en color azul, rojo y verde); datos altimétricos (en color azul claro); estimaciones centrales y gamas probables relativas a la elevación del nivel promedio del mar a escala mundial, fruto de la combinación de varios modelos de trayectorias de concentración representativas aplicables a unos valores hipotéticos de entre 700 y 1 500 partes por millón (ppm) de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2-e</sub>) (en color azul); y una representación del peor caso posible (en color rojo), todo ello con respecto a los valores preindustriales. Estos datos confirman que el nivel del mar está aumentando con mayor celeridad, pues ha pasado de un ritmo lento (del orden de décimas de mm/año) a otro de casi 2 mm/año durante el siglo XX, con una probable aceleración continua durante dicho siglo.

Figura 3: Evolución del nivel promedio del mar a escala mundial desde el siglo XVIII hasta el XXI<sup>10</sup>



La elevación del nivel del mar es consecuencia directa del cambio climático, y cabe tener en cuenta que los océanos se han calentado en décadas recientes. En la actualidad, el 80 por ciento del calor acumulado desde hace 50 años en el sistema climático como consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero por el ser humano está almacenado en los océanos<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S., Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer y A.S. Unnikrishnan, 2013: Sea Level Change. En: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE.UU.; [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter13\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf).

<sup>10</sup> *Ibid*, Figura 13.27.

<sup>11</sup> Ocean and climate scientific notes, <http://www.ocean-climate.org>.



#### 1.1.4 Aumento de la concentración de CO<sub>2</sub>

El CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) presente en forma gaseosa en la atmósfera es responsable de un efecto invernadero que da lugar a un aumento de la temperatura.

Sin embargo, se ha constatado que, desde el inicio de la era industrial, a finales del siglo XVIII, la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ha aumentado en gran medida, superando el 0,03 por ciento, llegando incluso en la actualidad al 0,04 por ciento.

Este aumento se debe a actividades humanas como la deforestación, que limita los efectos de la fotosíntesis y, por tanto, el “reciclaje” del CO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> (dioxígeno), o la combustión de energías fósiles que libera en la atmósfera, en forma de CO<sub>2</sub>, el carbono “almacenado” en la litosfera. Los vegetales no pueden compensar con la fotosíntesis este añadido de CO<sub>2</sub>, lo que se traduce en un fuerte aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y un aumento del efecto invernadero.

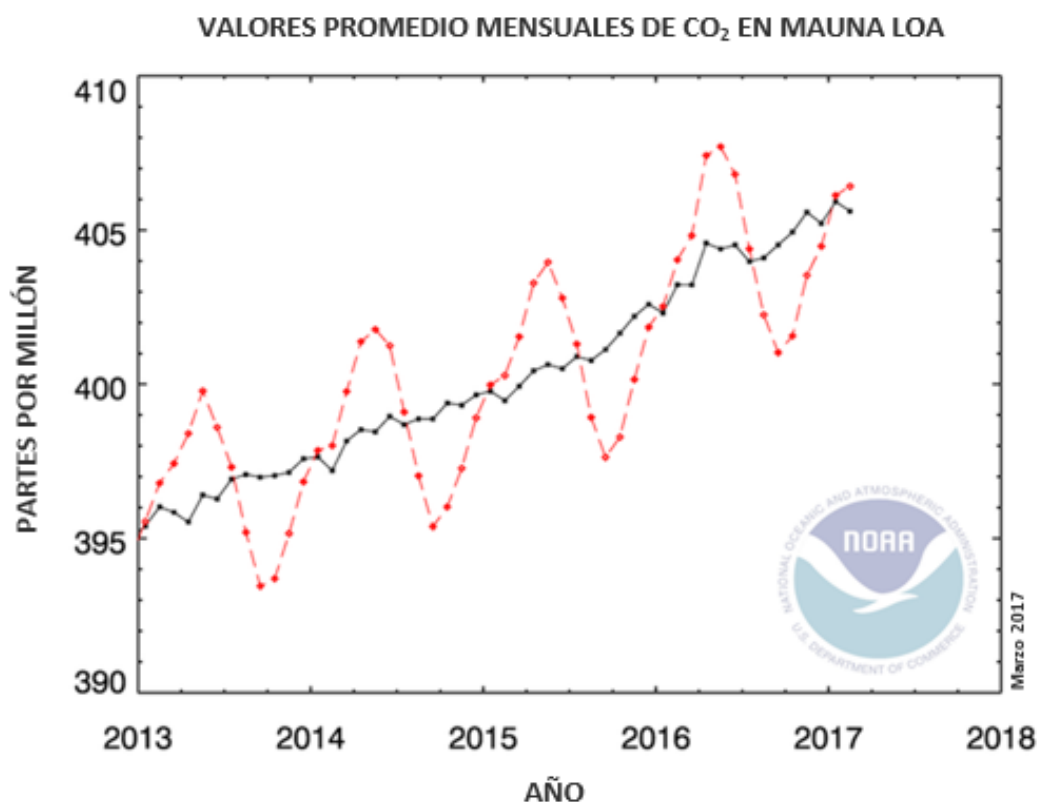
¿Qué responsabilidad tiene el hombre sobre este innegable calentamiento? La Agencia Espacial Americana (NASA) confirma que la elevación de las temperaturas se debe en gran medida al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en particular de dióxido de carbono, producidos por el hombre (producción de energía, transportes, industria, etc.) Así, recuerda la NASA, la concentración de CO<sub>2</sub> era de 285 ppm en 1880. Hacia 1960, ya había aumentado a 315 ppm. Hoy supera las 400 ppm y sigue aumentando en unas 2 ppm al año; su valor a finales de 2015 fue de 402 ppm. Numerosos científicos están de acuerdo en afirmar que 350 ppm es la concentración máxima aceptable de CO<sub>2</sub> que puede enviarse a la atmósfera.

En 2013, la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera representaba el 142 por ciento de lo que era en la era preindustrial (1750); y la del metano y el óxido nitroso, el 253 por ciento y el 121 por ciento, respectivamente. La diferencia de concentración de CO<sub>2</sub> entre el periodo actual y la era preindustrial es de 120 ppm.

Habida cuenta de ello, la previsión más pesimista del último informe del IPCC tiene en cuenta una concentración de CO<sub>2</sub> de unos 900 ppm en 2100. Según los expertos en climatología, esta concentración se traduciría en un aumento de la temperatura terrestre de 4,8° C durante el periodo 2081-2100 con respecto a la media de 1986-2005; una elevación del nivel del mar de casi un metro; una multiplicación de fenómenos climáticos extremos (sequías, diluvios y huracanes más intensos), además de un aumento de la inseguridad alimentaria.

Por otro lado, según la BBC,<sup>12</sup> los científicos afirman que en 2015 el nivel de dióxido de carbono en la atmósfera fue superior al registrado en los últimos 56 años. Las mediciones efectuadas en el Observatorio Mauna Loa de Hawái registraron aumentos de más de 3 ppm en 2015. Ese aumento obedece a los efectos de la actividad humana y al patrón meteorológico de El Niño. En la figura siguiente se muestra la evolución de los niveles de CO<sub>2</sub>. En febrero de 2017 se registró en Mauna Loa, en Hawái, una concentración de CO<sub>2</sub> de 406,42 ppm.

<sup>12</sup> McGrath, Matt, CO<sub>2</sub> data is ‘wake-up call’ for Paris climate deal, sitio web de *Science & Environment* (10 de marzo de 2016); <http://www.bbc.com/news/science-environment-35778464>.

Figura 4: Valores promedio mensuales de CO<sub>2</sub> registrados en años recientes en Mauna Loa

En la **Figura 4**,<sup>13</sup> la línea discontinua de color rojo con símbolos en forma de diamante representa los valores promedio mensuales, con respecto a la mitad de cada mes. La **línea negra** con símbolos cuadrados representa los mismos valores previa corrección con arreglo al ciclo estacional promedio. Dichos valores se calculan como promedio variable de siete ciclos estacionales consecutivos cuyo centro se sitúa en el mes que ha de corregirse, excepto para el primer año del registro, así como para los tres últimos y un semestre del mismo, cuyo ciclo estacional se ha promediado con respecto al primer año y a los últimos siete, respectivamente.

### 1.1.5 Fusión del hielo

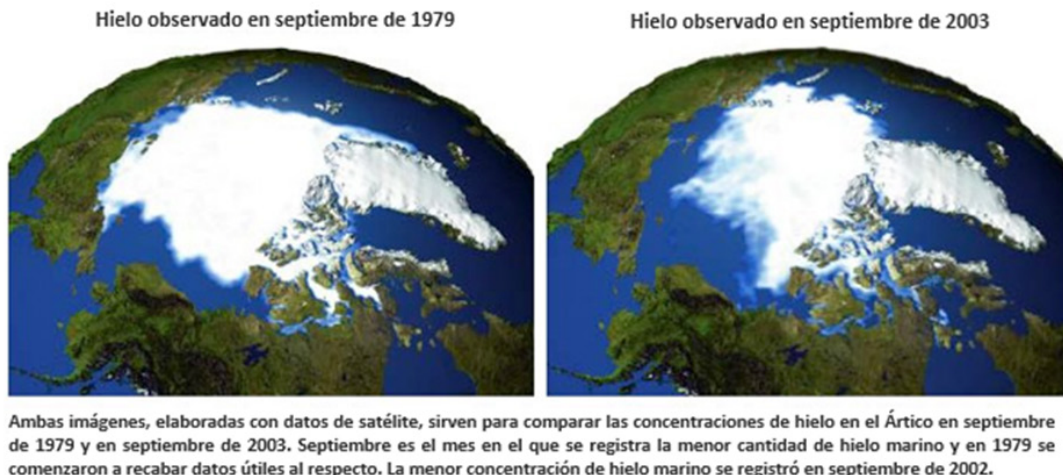
El hielo marino, agua de mar congelada, flota sobre en el mar. De acuerdo con el principio de Arquímedes, este hielo desplaza un volumen de agua marina cuyo peso es igual al del hielo. De fundirse, el agua obtenida ocuparía el volumen exacto del agua de mar que ocupa el hielo, por lo que no modificaría el nivel del mar. La fusión del hielo marino no afecta, por tanto, a la elevación del nivel del mar.

Por el contrario, la fusión de hielo de agua dulce, es decir de los casquetes polares y de los glaciares, contribuye a aumentar el nivel del mar. En el continente antártico hay más de 30 millones de km<sup>3</sup> de hielo, es decir, el 2 por ciento del agua terrestre, que constituye el 75 por ciento del agua dulce y el 90 por ciento del hielo. La fusión total de la Antártida equivaldría a una elevación del nivel del mar del orden de 60 metros, a los que habría que añadir la fusión de Groenlandia, unos 7 metros más, con una incertidumbre de varios metros.

<sup>13</sup> Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, Departamento de Comercio de Estados Unidos; <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>.

En la **Figura 5** se muestran los resultados de una evaluación del impacto climático en el Ártico llevada a cabo recientemente en relación con la disminución de la capa de hielo ártico de septiembre de 1979 a septiembre de 2003.<sup>14</sup>

Figura 5: Concentración de hielo ártico en septiembre de 1979 y septiembre de 2003



Según el IPCC, el hielo marino influye en el clima, principalmente por su fuerte albedo, que es el porcentaje de luz que refleja en relación con la que recibe, si lo comparamos con el de una fina capa de hielo y el del océano sin hielo. De hecho, si el hielo grueso con nieve tiene un albedo del 90 por ciento, el de una fina capa de hielo es del 50 por ciento y el del océano sin hielo ronda el 6 por ciento. Al tener un albedo muy superior, el hielo marino refleja la luz y limita su calentamiento. Al formar una capa de “protección”, también limita el intercambio de calor entre la atmósfera y el océano. Sin embargo, al fundirse, el intercambio aumenta y el albedo de la superficie disminuye, lo que resulta en un aumento local de la temperatura. La disminución del hielo marino retroactúa positivamente en el calentamiento climático, es decir, que lo amplifica.

Es sobre todo por este motivo que las temperaturas aumentan 2,5 veces más rápido en el Ártico que en el resto del mundo. De acuerdo con una hipótesis bien precisa, el IPCC prevé para 2100 un calentamiento mundial de 2,8° C y de 7° C en el Ártico. Según el modelo utilizado, el hielo marino ártico podría desaparecer totalmente en verano en 2040 o 2060.

## 1.2 Iniciativas internacionales relacionadas con el cambio climático

### 1.2.1 Conferencias de las Naciones Unidas sobre el cambio climático

#### 1.2.1.1 La Conferencia de las Partes

La Conferencia de las Partes (COP) reúne cada año a los países firmantes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Su 21ª reunión (COP21) se celebró en París en diciembre de 2015. Las dos COP más emblemáticas fueron la de Kyoto en 1997 y la de Copenhague en 2009. La COP21 permitió fijar el objetivo de limitar el calentamiento climático a largo plazo a 2° C con respecto a la era preindustrial, lo que supuso un avance decisivo.

<sup>14</sup> ACIA 2004, Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment, *ACIA Overview report*, Cambridge University Press, página 25.

En la COP21<sup>15</sup> se acordó mantener las temperaturas a nivel mundial “claramente por debajo” de 2° C por encima del valor registrado en el periodo preindustrial y “esforzarse por limitar” su valor a 1,5° C. En la COP21 se alcanzó el compromiso de limitar la cantidad de gases de efecto invernadero provocados por la actividad humana para equipararla a la misma cantidad que pueden absorber de forma natural los árboles, el suelo y los océanos, marcándose como objetivo el periodo 2050-2100.

El acuerdo incluye la revisión de las aportaciones de cada país para reducir las emisiones cada cinco años, con objeto de alcanzar el objetivo fijado.

Entre las medidas previstas cabe destacar que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, a fin de alcanzar un equilibrio entre las fuentes y los sumideros de dichos gases en la segunda mitad del siglo.

Se han destinado 100 000 millones USD anuales como recursos financieros para actividades climáticas en los países en desarrollo hasta 2020, y se ha establecido el compromiso de aumentar dichos recursos en el futuro, hasta 2025, con el objetivo de fijar un nuevo objetivo, más estricto, para el periodo posterior a 2025.

En la COP21 se reafirmaron las obligaciones vinculantes de los países desarrollados en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para apoyar los esfuerzos de los países en desarrollo, y por primera vez se alentó a los países en desarrollo a realizar contribuciones voluntarias. Los gobiernos convinieron en reforzar la capacidad de la sociedad para hacer frente a los efectos del cambio climático y en proporcionar constantemente mayor apoyo internacional para la adaptación de los países en desarrollo.

#### 1.2.1.2 Fondo especial de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

El Fondo especial de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) permite a los países en desarrollo desarrollar las actividades técnicas necesarias para cumplir sus objetivos y compromisos en el marco de la CMNUCC, por ejemplo disponer de inventarios nacionales de gran calidad, implantar tecnologías ecológicas o formular estrategias de adaptación adecuadas a nivel nacional.

### 1.2.2 La UIT y el cambio climático

#### 1.2.2.1 UIT-R

El uso de satélites de observación de la Tierra proporciona mediciones sistemáticas y homogéneas que permiten el análisis científico. El UIT-R es responsable de la identificación del espectro radioeléctrico necesario para la supervisión del clima, la predicción de desastres y las operaciones de detección y ayuda, en particular estableciendo acuerdos de cooperación con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en el ámbito de las aplicaciones de teledetección.

El UIT-R tiene un papel importante en la supervisión del cambio climático mediante las Resoluciones 646 (Rev.CMR-15) y 647 (Rev.CMR-15) sobre la utilización de las radiocomunicaciones para la supervisión del medio ambiente, la protección pública y la prevención ante desastres. El Sector de Radiocomunicaciones gestiona la coordinación detallada y los procedimientos de registro para los sistemas espaciales y las estaciones terrenas que se utilizan para la recopilación de datos sobre el clima y la supervisión del medio ambiente.

<sup>15</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, proyecto de documento de diciembre de 2015; <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>.

La Comisión de Estudio 7 del UIT-R (CE 7) y, en particular el Grupo de Trabajo 7C (GT 7C), se ocupa de los dispositivos radioeléctricos denominados sensores (pasivos o activos) que constituyen las herramientas principales para la supervisión mundial de los parámetros geofísicos de la Tierra y de su atmósfera.

La Resolución 673 (Rev.CMR-12), relativa a la importancia de las aplicaciones radioeléctricas de la observación de la Tierra, solicitó estudios del UIT-R sobre los posibles medios para mejorar el reconocimiento del papel esencial y la importancia mundial de las aplicaciones radioeléctricas de la observación de la Tierra, así como el conocimiento y comprensión de las administraciones en lo que respecta a la utilización y a los beneficios de esas aplicaciones. Estos estudios se plasmaron en el Informe UIT-R RS.2178: *Papel fundamental e importancia global de la utilización del espectro radioeléctrico para observaciones de la Tierra y aplicaciones conexas*. Se destaca que la información sobre el clima, el cambio climático, el tiempo, las precipitaciones, la contaminación o los desastres es un asunto de importancia crucial para la comunidad mundial. Las actividades de la observación de la Tierra nos aportan la información necesaria para la predicción meteorológica diaria, los estudios sobre el cambio climático, la protección del medio ambiente, el desarrollo económico (transporte, energía, agricultura y construcción) y para la seguridad de la vida y de las propiedades.

La mayoría de los datos del Sistema Mundial de Observación (SMO) y del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) de la OMM se obtienen mediante sistemas de radiocomunicaciones y aplicaciones radioeléctricas a bordo de satélites de observación de la Tierra, ayudas a la meteorología y servicios de satélites meteorológicos. Estos sistemas se describen en algunas Recomendaciones UIT-R. En particular, el GT 7C he elaborado una Recomendación sobre el uso de la teledetección en el estudio del cambio climático y de sus efectos (véase la Recomendación UIT-R RS.1883:<sup>16</sup> Utilización de sistemas de detección a distancia para el estudio del cambio climático y de sus efectos). La Comisión de Estudio 7 del UIT-R (Servicios científicos), en cooperación con la Organización Meteorológica Mundial, elaboró en 2002 un Manual sobre el uso del espectro radioeléctrico en meteorología: vigilancia y predicción del agua y del clima de la OMM y de la UIT que facilita información sobre el desarrollo y el uso adecuado de los sistemas de radiocomunicaciones y las tecnologías radioeléctricas para la observación del medio ambiente, el control del clima, el pronóstico del tiempo y la predicción, detección y mitigación de desastres naturales y artificiales. La Comisión de Estudio 7 del UIT-R y la OMM preparan actualmente una revisión de ese Manual, cuya finalización está prevista para 2017.

La Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT publicó en 2012 un informe titulado *Tecnologías radioeléctricas para comprender, evaluar y reducir los efectos del cambio climático* (disponible sólo en inglés). Este informe incide sobre todo en la importancia crucial de las observaciones mediante satélites que son un medio indispensable para comprender la evolución del clima gracias a sus mediciones repetitivas y homogéneas.

Por otro lado, la Asamblea de Radiocomunicaciones de 2015 adoptó la Resolución UIT-R 60 titulada “Reducción del consumo de energía para la protección del medio ambiente y la reducción del cambio climático mediante la utilización de tecnologías y sistemas de radiocomunicaciones/TIC”. Su objetivo es reforzar la colaboración entre el UIT-R, la ISO, la CEI y otros organismos, según corresponda, con miras a cooperar para la determinación y el fomento de la aplicación de todas las medidas apropiadas a fin de reducir el consumo de energía en los aparatos de radiocomunicaciones, así como a utilizar las radiocomunicaciones/TIC para el seguimiento y la mitigación de los efectos del cambio climático, entre otros, con el fin de contribuir a la reducción mundial del consumo de energía. Se invita a los Estados Miembros, Miembros de Sector y Asociados a contribuir activamente a la labor del UIT-R en la esfera de las radiocomunicaciones y el cambio climático, teniendo debidamente en cuenta las iniciativas de la UIT pertinentes, y a seguir apoyando la labor del UIT-R en la esfera de la teledetección (activa y pasiva) para supervisar el medio ambiente.

<sup>16</sup> Recomendación UIT-R RS.1883, *Utilización de sistemas de detección a distancia para el estudio del cambio climático y de sus efectos*, febrero de 2011; <https://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1883/>.

### 1.2.2.2 UIT-T

La Comisión de Estudio 5 del UIT-T ha elaborado varias Recomendaciones, en particular:

- Recomendación UIT-T L.1300 (06/2014), *Prácticas óptimas para centros de datos ecológicos*.<sup>17</sup>
- Recomendación UIT-T L.1301 (05/2015), *Requisitos de conjunto de datos mínimo y comunicación para la gestión energética de un centro de datos*.<sup>18</sup>
- Recomendación UIT-T L.1302 (11/2015), *Método de evaluación de la eficiencia energética para centros de datos y centros de telecomunicaciones*.<sup>19</sup>
- Recomendación UIT-T L.1310 (08/2014), *Métrica y métodos de medición de la eficiencia energética para los equipos de telecomunicaciones*.<sup>20</sup>
- Recomendación UIT-T L.1320 (03/2014), *Métrica y métodos de medición de la eficiencia energética para equipos eléctricos y de refrigeración destinados a centros de telecomunicaciones y centros de datos*.<sup>21</sup>
- Recomendación UIT-T L.1330 (03/2015), *Medición y métrica de la eficiencia energética para las redes de telecomunicaciones*.<sup>22</sup>

Desde 2016, la Comisión de Estudio 5 del UIT-T elabora prácticas idóneas y metodologías de medición de la eficiencia energética sobre “Métrica de la eficiencia energética del emplazamiento de estaciones de base y prácticas idóneas sobre ahorro energético”, entre otros aspectos. También elabora actualmente un Suplemento a la Recomendación UIT-T L-1500 (06/2014), *Marco de las tecnologías de la información y la comunicación y adaptación a los efectos del cambio climático*, a fin de abordar los efectos del cambio climático y sus posibles repercusiones. La Comisión de Estudio 5 del UIT-T también está elaborando una nueva recomendación sobre el uso de las TIC con miras a la adaptación de la agricultura.

## 1.2.3 La OMM y el cambio climático

### 1.2.3.1 Marco Mundial para los Servicios Climáticos

Numerosos participantes en la tercera Conferencia Mundial sobre el Clima (Ginebra, 2009) subrayaron la necesidad de proporcionar a las instancias decisorias, entre otros usuarios, datos e información científicos para ayudarles a afrontar los riesgos asociados al clima y al cambio climático y a adoptar decisiones plenamente fundamentadas, y recomendaron el establecimiento de un Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC), a raíz de lo cual el Equipo Especial de Alto Nivel encargado de aplicar el MMSC elaboró un informe con una serie de recomendaciones al respecto. En el decimosexto Congreso Meteorológico Mundial (Ginebra, mayo-junio de 2011) se aprobó, mediante una serie de decisiones y resoluciones, la puesta en marcha del proceso para establecer dicho Marco.

El Marco Mundial para los Servicios Climáticos es una iniciativa internacional dirigida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) cuyo objetivo es coordinar los esfuerzos desplegados

<sup>17</sup> Recomendación UIT-T L.1300 (06/2014), *Prácticas óptimas para centros de datos ecológicos*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1300>.

<sup>18</sup> Recomendación UIT-T L.1301 (05/2015), *Requisitos de conjunto de datos mínimo y comunicación para la gestión energética de un centro de datos*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1301>.

<sup>19</sup> Recomendación UIT-T L.1302 (11/2015), *Evaluación de la eficiencia energética para centros de datos y centros de telecomunicaciones*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1302>.

<sup>20</sup> Recomendación UIT-T L.1310 (08/2014), *Métrica y métodos de medición de la eficiencia energética para los equipos de telecomunicaciones*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1310>.

<sup>21</sup> Recomendación UIT-T L.1320 (03/2014), *Métrica y métodos de medición de la eficiencia energética para equipos eléctricos y de refrigeración destinados a centros de telecomunicaciones y centros de datos*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1320>.

<sup>22</sup> Recomendación UIT-T L.1330 (03/2015), *Métrica y métodos de medición de la eficiencia energética para redes de telecomunicaciones*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1330>.

a nivel internacional para asegurar la prestación de servicios climáticos basados en las necesidades de los usuarios y aprovechar al máximo los conocimientos sobre el clima.

Ello permitirá a agricultores, operadores de presas, habitantes de tierras bajas, etc. disponer de información (con meses o años de antelación) para prepararse frente a riesgos relacionados con el clima, y preverlos, y aprovechar las posibilidades ofrecidas en cuatro esferas prioritarias (agricultura, agua, sanidad y prevención de catástrofes).

- Alrededor de 70 países que actualmente no pueden planificar ni prestar servicios climáticos propiamente dichos, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo, los países en desarrollo sin litoral, y otros países vulnerables, dispondrán de recursos reforzados al respecto.
- Todos los países y sus habitantes pueden beneficiarse del establecimiento del Marco Mundial, que permitirá prestar servicios climáticos adaptados a las necesidades generales.

### 1.2.3.2 El MMSC en el contexto de la adaptación al cambio climático

El establecimiento del Marco Mundial para los Servicios Climáticos conllevará numerosas ventajas en los planos económico, social y medioambiental, puesto que la prestación de servicios climáticos facilitará la gestión de los riesgos de catástrofes provocadas por el clima. Por ejemplo, las previsiones agrometeorológicas, las predicciones epidemiológicas y las alertas tempranas de inundaciones o sequías facilitarán la adopción de medidas de adaptación en las comunidades. El MMSC permitirá al sistema de las Naciones Unidas prestar mejor apoyo a los Estados Miembros para cumplir sus compromisos en relación con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, los Objetivos del Desarrollo Sostenible y superar los nuevos retos que plantean.

## 1.2.4 Otras iniciativas

### 1.2.4.1 Iniciativa de investigación concertada sobre adaptación en África y Asia

En el marco de la Iniciativa de investigación concertada sobre adaptación en África y Asia (CARIAA) se apoyan las actividades de investigación y participación política de alto nivel en África y Asia incidiendo en tres lugares geográficos que pueden ser afectados por el cambio climático: las regiones semi-áridas, los deltas y las cuencas glaciares o tributarias de nieve. En esos lugares habitan muchas personas pobres cuyos medios de subsistencia dependen de sectores susceptibles de verse afectados por el cambio climático.

La utilización de estos lugares a los efectos de investigación para abordar retos habituales en diversos contextos permite identificar nuevas oportunidades y desarrollar nuevos conocimientos. Cada consorcio integrado en la CARIAA abarca cinco instituciones con conocimientos especializados a nivel regional sobre ciencia y desarrollo socioeconómico para analizar los aspectos de índole física, social, económica y política relativos a las posibilidades en materia de vulnerabilidad y adaptación. Los consorcios también abordan el cambio climático en distintos periodos de tiempo y a escalas diversas, en particular los efectos en hogares y aldeas y las políticas formuladas en los planos regional e internacional.

La CARIAA es implantada conjuntamente por el CIID y el Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido, y su periodo de vigencia es 2012-2019.

### 1.2.4.2 Iniciativa internacional de investigación sobre la adaptación al cambio climático (IRIACC)

La IRIACC es un programa de investigación (2011-2016) cuyo objetivo es ayudar a las poblaciones y los sectores vulnerables a adaptarse al cambio climático.

La IRIACC permite mejorar los conocimientos sobre el cambio climático y los factores de esfuerzo conexos, así como desarrollar herramientas, tecnologías y enfoques armonizados en materia de adaptación. El programa está destinado a formular políticas basadas en el intercambio de los resultados de las actividades de investigación entre diversas autoridades competentes con objeto de servir de orientación en la planificación de la adaptación.

#### 1.2.4.3 Coalición Clima y Aire Limpio

La Coalición Clima y Aire Limpio para Reducir los Contaminantes Climáticos de Corta Vida (CCAC) es un marco de trabajo internacional voluntario cuyo objetivo es la acción concreta y sustancial para acelerar los esfuerzos para reducir los Contaminantes Climáticos de Corta Vida (CCCV). El enfoque inicial está centrado en el metano, carbono negro y muchos hidrofluorocarburos, apuntándose a la protección del medio ambiente y la salud pública, a la promoción de la seguridad alimentaria y energética, y a encarar el problema del cambio climático a corto plazo.

#### 1.2.4.4 Foro de las principales economías sobre energía y clima

El Foro de las principales economías sobre energía y clima (MEF) es una iniciativa puesta en marcha en marzo de 2009 con objeto de reunir a los 17 países emisores principales para colaborar en los aspectos clave tenidos en cuenta en las negociaciones internacionales sobre el cambio climático.

El Foro también permite reforzar la colaboración internacional en relación con el desarrollo, la demostración y la implantación de tecnologías energéticas transformadoras limpias.

#### 1.2.4.5 Iniciativa mundial sobre el metano

La Iniciativa mundial sobre el metano (GMI) es un marco internacional de colaboración voluntaria para promover la recuperación y utilización del metano como fuente de energía limpia.

Puesta en marcha en 2004, la GMI es el único marco internacional cuyo objetivo es la disminución, recuperación y utilización del metano, gas de efecto invernadero (GEI o GHG, por sus siglas en inglés), sobre la base de las cinco fuentes de emisión de metano más importantes, a saber, la agricultura, las minas de carbón, los desechos sólidos municipales, los sistemas de petróleo y gas y las aguas residuales. La iniciativa forma parte de otros acuerdos internacionales, en particular la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, a fin de reducir las emisiones de GHG. A diferencia de otros GHG, el metano es el componente principal del gas natural y puede ser transformado en energía utilizable. De ahí que la reducción de metano sea un medio rentable para reducir los GHG y aumentar la seguridad energética, fomentar el crecimiento económico, mejorar la calidad del aire y reforzar la seguridad de los trabajadores.

La GMI es una asociación internacional entre los sectores público y privado que promueve la disminución del nivel de metano y su recuperación a corto plazo para utilizarlo como fuente de energía limpia en cinco sectores, a saber, la agricultura, las minas de carbón, los desechos sólidos municipales, los sistemas de petróleo y gas y las aguas residuales. Los proyectos reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a corto plazo y ofrecen sustanciales beneficios medioambientales y económicos, en particular:

- el fomento del desarrollo económico a nivel local;
- la creación de nuevas fuentes de energía alternativa rentables;
- la mejora de la calidad del aire y del agua a nivel local, con la consecuente mejora de los sistemas de sanidad pública;
- mejora de la seguridad de los trabajadores en el ámbito industrial.



La Iniciativa tiene como objetivo reducir los obstáculos informativos, institucionales y de mercado a fin de promover el desarrollo mediante la planificación de herramientas y recursos, las actividades de formación y creación de capacidad, las exhibiciones tecnológicas y el apoyo directo a proyectos.

Se presta atención particular a la colaboración de todos los actores necesarios para el desarrollo de proyectos, en particular gobiernos, instituciones financieras, organizadores de proyectos y proveedores tecnológicos.

#### 1.2.4.6 Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola

El objetivo principal del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) es ayudar a las pequeñas comunidades agrícolas rurales pobres a afrontar los efectos del cambio climático y de las catástrofes provocadas por fenómenos meteorológicos. El programa permite lograr ese objetivo mediante el fomento e intercambio de conocimientos, enfoques y prácticas relacionadas con la adaptación al cambio climático. Se prevé que el apoyo de la Agencia de Desarrollo Internacional de Canadá permita ayudar a los agricultores a reducir las pérdidas en sus cosechas, facilitar su acceso al suministro de agua, utilizar el agua de forma más eficiente y crear capacidad de adaptación al cambio climático en los planos personal y comunitario.

#### 1.2.4.7 Servicio de Asociación para el Carbono Forestal – Fondo preparatorio

El Fondo preparatorio del Servicio de Asociación para el Carbono Forestal es una asociación internacional dirigida por el Banco Mundial que tiene como objetivo asistir a los países en desarrollo en sus actividades encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por la deforestación y la destrucción de los bosques. Promueve asimismo la conservación forestal, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas de carbono forestal (cantidad de carbón almacenado en los ecosistemas forestales) en países en desarrollo de regiones tropicales y subtropicales.

#### 1.2.4.8 Sistemas de alerta temprana de riesgos climáticos

El perfeccionamiento de los sistemas de alerta temprana reviste una importancia crucial para la resiliencia frente a los riesgos climáticos. En respuesta a la ingente demanda, especialmente de los países menos adelantados y de los pequeños Estados insulares en desarrollo, encaminada al establecimiento de un orden de prioridad en lo tocante a las medidas de adaptación al cambio climático, Francia puso en marcha una iniciativa en materia de riesgo climático y sistemas de alerta temprana (CREWS, por sus siglas en inglés) que se ha convertido en parte integrante del programa de acción posterior a la COP21. A partir de la COP21, esta iniciativa ha recibido un creciente apoyo internacional.

El comité directivo de CREWS se reunió por primera vez el 12 de septiembre de 2016 en Ginebra. Los participantes en dicha reunión nombraron a Francia Presidenta durante un año y aprobaron el plan de gobernanza y la estructura de la iniciativa, la cual dependería de un fondo fiduciario del Banco Mundial y de una secretaría de tamaño reducido de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Actualmente, este proyecto cuenta con la colaboración de organizaciones tales como la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, la OMM y el Fondo Mundial para la Reducción de los Desastres y la Recuperación del Banco Mundial. El plan inicial de inversiones de la iniciativa CREWS durante el periodo 2016-2020 también ha sido objeto de aprobación. Además, se han identificado seis proyectos prioritarios, cuyas asignaciones presupuestarias provisionales suman 16 460 000 USD en: Burkina Faso, Malí, Níger, la República Democrática del Congo, Papua Nueva Guinea y la región del Pacífico (Fiji, Kiribati, Papua Nueva Guinea, Tuvalu, Vanuatu, las Islas Salomón y las Islas Marshall).

El fondo fiduciario de CREWS se ha fijado un objetivo de capitalización de 100 millones USD para 2020. Las primeras decisiones financieras por país se tomaron durante la segunda reunión del comité directivo, que se celebró en paralelo a la COP22. Se garantizaron 12 millones USD para Burkina Faso, la República Democrática del Congo y los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) del Pacífico.

## 2 CAPÍTULO 2 – Seguimiento del cambio climático

### 2.1 Sistemas terrenales

A lo largo de las últimas décadas, las organizaciones científicas han creado redes de estaciones de observación meteorológica por todo el planeta. Estas estaciones también facilitan datos para el seguimiento climático. Muchas de ellas llevan muchas décadas realizando un registro meteorológico continuo, pero otras sólo han estado en funcionamiento algunos años. Los datos suelen consistir en las temperaturas máxima y mínima diarias, las precipitaciones de nieve y el total de precipitaciones por periodos de 24 horas, aunque también se pueden incluir datos hidrológicos o meteorológicos como la evaporación o la temperatura del suelo.

Las estaciones meteorológicas típicas suelen contar con el siguiente instrumental:

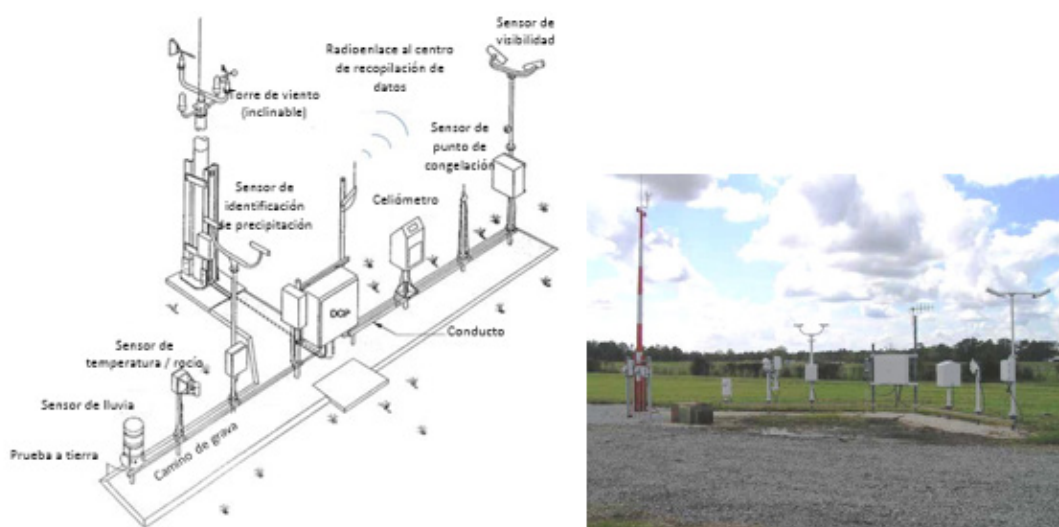
- termómetro para medir la temperatura del aire y la superficie del mar;
- barómetro para medir la presión atmosférica;
- higrómetro para medir la humedad;
- anemómetro para medir la velocidad del viento;
- piranómetro para medir la radiación solar;
- pluviómetro para medir las precipitaciones líquidas durante un periodo de tiempo definido.

Además, como se muestra en la **Figura 6**, en los aeropuertos pueden utilizarse los instrumentos adicionales siguientes:

- sensor de identificación meteorológica/de precipitaciones presentes para identificar las precipitaciones;
- disdrómetro para medir la distribución del tamaño de las gotas;
- transmisómetro para medir la visibilidad;
- ceilómetro para medir el techo de nubes.

Las estaciones más sofisticadas pueden medir también el índice ultravioleta, la humedad de la vegetación, la humedad del suelo, la temperatura del suelo, la temperatura del agua en estanques, lagos, arroyos o ríos, entre otras cosas.

**Figura 6: Sistema automatizado de observación superficial**



El Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) es un sistema operativo definido por el usuario a largo plazo capaz de realizar las observaciones globales necesarias para hacer un seguimiento del sistema climático, para detectar y determinar a qué se deben los cambios climáticos, para evaluar las consecuencias de la variabilidad y los cambios climáticos y para alimentar la investigación para entender, modelizar y predecir mejor el sistema climático. El SMOC abarca el sistema climático en su totalidad, incluidas las propiedades físicas, químicas y biológicas y los componentes atmosféricos, oceánicos, hidrológicos terrenales y criosféricos. El SMOC está patrocinado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, el Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas y el Consejo Internacional de Ciencia.

La localización de una estación de observación es muy difícil de determinar y aún es necesario ahondar la investigación en esta esfera. Se sigue el principio general según el cual una estación debe facilitar mediciones que sean, de manera duradera, representativas de la zona circundante, cuyo tamaño dependerá de la aplicación meteorológica. Algunas estaciones de observación deben funcionar de manera independiente durante largos periodos de tiempo en emplazamientos de difícil acceso. Los costes de construcción pueden ser elevados y a ellos se sumará el coste adicional del mantenimiento. Hay estaciones que deben funcionar con una alimentación eléctrica muy poco fiable o en lugares que carecen de alimentación eléctrica permanente. Se ha de tener en cuenta la disponibilidad de instalaciones de telecomunicaciones.

Se han de tomar medidas de seguridad (contra rayos, inundaciones, robos, vandalismo, etc.) y, evidentemente, es necesario que las estaciones puedan soportar condiciones meteorológicas severas. El coste de introducir sistemas capaces de funcionar bajo cualquier circunstancia en una estación automática es prohibitivo. Por consiguiente, es fundamental que, antes de especificar o diseñar una estación de observación, se conozca a la perfección el entorno en que deberá funcionar la estación para obtener las observaciones. Una de las primeras fases de la planificación debe ser un análisis detallado de la importancia relativa de los requisitos meteorológicos y técnicos a fin de poder escoger y aprobar los emplazamientos más adecuados antes de realizar inversiones importantes en la instalación.

Como las estaciones de observación dependen de la tecnología, es evidente que se ha de realizar una evaluación completa de los programas de formación existentes y de los conocimientos que ha de poseer el personal técnico. Todo nuevo programa de formación se organizará de acuerdo con un plan destinado a colmar las necesidades del usuario. En particular debe abarcar el mantenimiento y la calibración indicados por la OMM y adaptarse al sistema de que se trate. No siempre es posible exigir al personal presente la asunción de nuevas funciones, aun cuando tengan muchos años de experiencia con estaciones convencionales, pues la falta de conocimientos básicos en materia de sensores eléctricos, técnicas digitales y microprocesadores o computadoras puede dar lugar a serios problemas. Se ha de contar con personal competente en las diversas esferas relacionadas con las estaciones de observación, incluso antes de la instalación de la red de estaciones de observación.

Es fundamental que los fabricantes de equipos para estaciones de observación faciliten toda la documentación operativa y técnica detallada, y que impartan además cursos de formación de carácter operativo y técnico. Por norma general, del fabricante se necesitan dos tipos de documentos: manuales de uso para la formación operativa y la utilización del sistema, y manuales técnicos más complejos donde se describan detalladamente las características operativas del sistema, hasta el nivel de la subunidad, e incluso del componente eléctrico, incluidas las instrucciones para el mantenimiento y la reparación. Se puede considerar que esos manuales son la documentación básica de los programas de formación impartidos por el fabricante y que deben servir de referencia una vez que los especialistas del fabricante no estén presentes. Para algunos países convendría organizar cursos de formación comunes en centros de formación a los que todos pudieran asistir. Tal centro de formación funcionaría mejor si se asociara con un centro instrumental designado y si los países interesados acordasen utilizar equipos normalizados similares.

## 2.2 Sistemas de satélite

El Informe UIT-R RS.2178<sup>23</sup> proporciona una amplia panorámica de las distintas aplicaciones de radio-comunicaciones utilizadas en la observación de la Tierra, la investigación espacial y la radioastronomía y describe su influencia y ventajas económicas y sociales para la comunidad mundial y, especialmente, su importancia para el estudio del cambio climático y la predicción del mismo, y para la alerta temprana, la supervisión y la reducción de los efectos de las catástrofes naturales y artificiales.

Los vehículos espaciales del SETS proporcionan regularmente cobertura mundial con los mismos instrumentos o instrumentos funcionalmente idénticos. Por tanto, suministran conjuntos de datos plenamente coherentes en todo el mundo. Frecuentemente, esos conjuntos de datos se solapan en el tiempo y permiten elaborar conjuntos de datos contiguos que abarcan décadas. Si bien estos conjuntos de datos no se extienden a siglos o milenios, proporcionan, no obstante, datos cruciales para los estudios del cambio climático.

Los satélites constituyen el medio más adecuado de obtener una instantánea del estado actual de nuestro planeta desde una única perspectiva unificada. Ningún instrumento concreto de un vehículo espacial puede ofrecer una imagen completa; sin embargo, la presente flota de vehículos espaciales, que funcionan de manera coordinada y comparten sus datos, nos dan la mejor evaluación disponible de las condiciones globales:

- facilitar datos fiables y homogéneos (captoreadores idénticos) que se utilizarán para la elaboración de modelos climáticos;
- establecer una referencia para medir y hacer un seguimiento del cambio climático y su efecto en el planeta.

Las ciencias de la climatología han avanzado de forma espectacular gracias a las observaciones por satélite. El radiómetro incorporado en el Explorer 7 de 1959 a 1961 hizo posible medir directamente la energía que entra y sale de la Tierra. Esta misión y las siguientes permitieron a los científicos medir el balance energético de la Tierra con un nivel de precisión mucho mayor en comparación con el logrado en anteriores estimaciones indirectas y dio lugar a la aparición de modelos climáticos mejorados. A medida que los radiómetros se perfeccionaron, estas mediciones lograron la precisión, la resolución espacial y la cobertura global necesaria para observar directamente las perturbaciones en el balance de energía global de la Tierra asociadas a los fenómenos a corto plazo tales como erupciones volcánicas importantes o el fenómeno El Niño-Oscilación Austral (ENSO). Estos radiómetros miden directamente el transporte de calor en sentido Ecuador-Polo provocado por el sistema climático, el efecto invernadero de los gases atmosféricos y el efecto de las nubes sobre el balance energético total de la Tierra. Estas observaciones han profundizado nuestra comprensión del sistema climático y han mejorado la precisión de los modelos climáticos. Con la explotación concertada de la flota internacional de satélites disponibles que comparten sus datos se puede realizar una mejor evaluación de la situación mundial. La continuidad de los captoreadores espaciales en el tiempo permite construir series de datos que abarcan varias décadas de manera continua.

De las 50 variables fundamentales que permiten explicar cómo evoluciona el clima, 26 sólo pueden observarse desde el espacio. Los datos obtenidos por los satélites han revolucionado verdaderamente nuestra comprensión del sistema climático. El ejemplo más notable es el de la elevación del nivel del mar. Además, los satélites nos ofrecen también una gran precisión en lo que respecta a las especificidades y diferencias regionales.

<sup>23</sup> Informe UIT-R RS.2178, *The essential role and global importance of radio spectrum use for Earth observations and for related applications*, octubre de 2010; <http://www.itu.int/pub/R-REP-RS.2178-2010>.

De acuerdo con DocSciences,<sup>24</sup> “una lista no exhaustiva de las variables geofísicas observables desde el espacio comprende la irradiación solar (total y espectral), el balance de radiación de la Tierra (flujo solar entrante, flujo infrarrojo saliente, nebulosidad), la temperatura de la atmósfera, el vapor de agua, el ozono, la concentración de dióxido de carbono, la concentración de metano, la capa vegetal y los bosques, la capa de nieve, la extensión de hielo marino, la extensión del hielo continental, la temperatura en la superficie del mar, el color del océano (dependiente de la concentración en fitoplancton), la variación del nivel del mar, etc.”.

Los satélites implicados en la investigación atmosférica (por ejemplo, el AURA) y que soportan la meteorología operacional (por ejemplo, la serie MetOpa europeas y la serie de satélites en órbita polar de la Administración Nacional de Estados Unidos de América para Mediciones Oceánicas y Atmosféricas (NOAA)) proporcionan diariamente perfiles tridimensionales a escala mundial de la temperatura y humedad atmosféricas así como datos relativos a los componentes atmosféricos secundarios, tales como el ozono. Si bien estos datos se introducen en los modelos de previsiones meteorológicas, también sirven para definir el estado actual de la atmósfera y ofrecer pruebas a corto plazo de modelos climáticos.

Otras características terrenales son supervisadas por vehículos espaciales que no intervienen en estas mediciones atmosféricas. Por ejemplo, pueden citarse:

- la superficie de la Tierra se está vigilando desde hace décadas mediante la serie Landsat (desde 1973) y la serie SPOT (desde 1986);
- las concentraciones de hielo en el mar se supervisan constantemente desde 1978 mediante la serie Numbus-7 y luego por las series DMSP;
- los vientos de las superficies marítimas, supervisados intermitentemente desde 1996 por ADEOS-1 y-2, QUIKSCAT, y recientemente por el instrumento RapidSCAT de ISS;
- las alturas y temperaturas de la superficie del mar, que se miden continuamente desde 1992 por TOPEX/Poseidon y la serie Jason; y
- la humedad del suelo y la salinidad del océano, medidos desde 2009 por los satélites SMOS, Aquarius y SMAP.

Otros vehículos espaciales y otras técnicas, tales como los radares de apertura sintética (SAR) y las observaciones por microondas pasivas, mejoran nuestra capacidad para describir nuestro planeta, particularmente mediante la observación de las regiones polares donde la oscuridad invernal impide la obtención de imágenes ópticas y la observación donde capas de nubes persistentes oscurecen la superficie (por ejemplo, el Amazonas, África Central y los países insulares).

En la Recomendación UIT-R RS.1883<sup>25</sup> se describen las aplicaciones de los sensores a distancia a bordo de satélites para el estudio del cambio climático.

Los satélites implicados en la investigación atmosférica (por ejemplo, el AURA) y que soportan la meteorología operacional (por ejemplo, las series MetOpa europeas y las series de satélites en órbita polar de la Administración Nacional de Estados Unidos de América para Mediciones Oceánicas y Atmosféricas (NOAA)) proporcionan diariamente perfiles tridimensionales a escala mundial de la temperatura y humedad atmosféricas así como datos relativos a los componentes atmosféricos secundarios, tales como el ozono. Si bien estos datos se introducen en los modelos de previsiones meteorológicas, también sirven para definir el estado actual de la atmósfera y ofrecer pruebas a corto plazo de modelos climáticos.

<sup>24</sup> DocSciences, Space Series Number 1, *Une nuée de variables climatiques*, p.13, Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Versailles, junio de 2007; <http://www.reseau-canope.fr/docsciences/Observer-le-climat.html?artpage=2-3>.

<sup>25</sup> Recomendación UIT-R RS.1883-2010, *Utilización de sistemas de detección a distancia para el estudio del cambio climático y de sus efectos*, febrero de 2010; <http://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1883/>.

Otras características terrenales son supervisadas por vehículos espaciales que no intervienen en estas mediciones atmosféricas. Por ejemplo, pueden citarse:

- la superficie de la Tierra se está vigilando desde hace décadas mediante la serie Landsat (desde 1973) y la serie SPOT (desde 1986);
- las concentraciones de hielo en el mar se supervisan constantemente desde 1978 mediante las series Nimbus-7 y luego por las series DMSP;
- los vientos de las superficies marítimas, supervisados intermitentemente desde 1996 por ADEOS-1 y-2, QUIKSCAT, y recientemente por el instrumento RapidSCAT de ISS;
- las alturas y temperaturas de la superficie del mar, que se miden continuamente desde 1992 por TOPEX/Poseidon y la serie Jason; y
- la humedad del suelo y la salinidad del océano, medidos desde 2009 por los satélites SMOS, Aquarius y SMAP.

Otros vehículos espaciales y otras técnicas, tales como los radares de apertura sintética (SAR) y las observaciones por microondas pasivas, mejoran nuestra capacidad para describir nuestro planeta, particularmente mediante la observación de las regiones polares donde la oscuridad invernal impide la obtención de imágenes ópticas y la observación donde capas de nubes persistentes oscurecen la superficie (por ejemplo, el Amazonas, África Central y los países insulares).

En la Recomendación UIT-R RS.1883 se describen las aplicaciones de los sensores a distancia a bordo de satélites para el estudio del cambio climático.

### 2.3 Sistemas marinos

El océano, que cubre el 71 por ciento de la superficie de la Tierra, ejerce una profunda influencia en el sistema climático terrestre moderando y modulando la variabilidad climática y alternando la velocidad del cambio climático a largo plazo. La enorme capacidad calorífica del océano y su ingente volumen le permiten poder almacenar 1 000 veces más calor que la atmósfera. El océano es también un enorme almacén de dióxido de carbono y en la actualidad contiene 50 veces más carbono que la atmósfera.<sup>26</sup> El 85 por ciento del agua de lluvia y nieve que humedece la Tierra procede directamente del océano y del mismo modo los largos periodos de sequía están influidos por el patrón global de la temperatura oceánica. Las interacciones entre el océano y la atmósfera, como el fenómeno El Niño-Oscilación Austral (ENSO), influyen los patrones meteorológicos y tormentosos en todo el mundo. La elevación del nivel del mar y las inundaciones costeras son algunas de las consecuencias más notables del cambio climático y pueden darse cambios climáticos abruptos como consecuencia de la alteración de la circulación oceánica.

A causa de la inercia térmica, la “memoria” del océano es algo superior a cien años para algunos fenómenos meteorológicos y climáticos, mientras que la memoria de la atmósfera mundial es algo inferior a una semana. Por consiguiente, para predecir las condiciones meteorológicas más allá de una o dos semanas se precisa la información oceánica y, sobre todo en condiciones tormentosas, hasta las predicciones a corto plazo son mejores si se incluye la interacción entre el océano y la atmósfera. Cuanto mayor la escala temporal, mayor importancia tiene el océano. Por consiguiente, las predicciones climáticas estacionales y para las próximas décadas dependen fundamentalmente de los datos oceánicos.

Una característica clave del océano es que está en constante movimiento, lo que redistribuye el calor y el agua dulce que recibe el océano de las precipitaciones, la nieve y la fusión del hielo. El océano y la atmósfera influyen en el clima global de manera distinta, pero complementaria, pues se intercambian

<sup>26</sup> Christopher L. Sabine and Richard A. Feely, The oceanic sink for carbon dioxide, Administración Nacional de Estados Unidos de América para Mediciones Oceánicas y Atmosféricas (NOAA); <http://www.pmel.noaa.gov/pubs/outstand/sabi2854/sabi2854.shtml>.

calor y agua dulce. Por ejemplo, la evaporación, que añade vapor de agua, menos denso que el aire, en la atmósfera, induce el movimiento ascendente y la consecuente liberación de energía en la parte superior de la atmósfera, lo que influye ampliamente en el tiempo y el clima. Por el contrario, la precipitación, que añade agua dulce al océano, hace que su superficie sea menos salada y menos densa, reduciendo el movimiento descendente del océano. El enfriamiento de las capas bajas de la atmósfera hace que el aire sea más estable, reduciendo el movimiento ascendente, mientras que el enfriamiento de la parte superior del océano hace que la superficie del agua sea más densa, aumentando el movimiento descendente. Como la influencia relativa de esos fenómenos varía según las regiones, es importante observar el océano desde muchos puntos. En los Trópicos el calentamiento de la superficie del océano asociado a El Niño aumenta la evaporación y la convección, alterando los patrones de lluvia de zonas distantes. En las altas latitudes, el enfriamiento del océano inducido por la atmósfera es uno de los más importantes responsables de fenómenos globales como la circulación meridional de retorno.

No ha sido fácil observar el océano en su totalidad, globalmente y a lo largo de toda su profundidad, en la escala temporal adecuada. El método tradicional, que utiliza las observaciones procedentes de los barcos, es caro y naturalmente limitado en términos de tiempo y espacio.<sup>27</sup> Las boyas ancladas o autónomas a la deriva han revolucionado las capacidades de observación del sistema y han hecho posible que el sistema sea global. Ya es posible realizar las observaciones por teledetección espacial activa del nivel del mar por telemetría y de la fuerza del viento de superficie por dispersimetría por radar; y otras observaciones pasivas del color del océano y la temperatura de la superficie marina mediante técnicas de infrarrojos y microondas, pero suelen limitarse a las variables de superficie, por lo que las observaciones *in situ* son un complemento fundamental.

La temperatura global del océano o debajo de la superficie se mide generalmente con boyas amarradas y a la deriva. Las boyas amarradas son útiles para obtener series temporales a lo largo de la columna de agua y en un emplazamiento concreto determinado por la longitud y la latitud. La mayor parte de las veces la temperatura del océano profundo se mide con dispositivos flotantes libres, denominados boyas a la deriva. Hoy en día hay en el océano más de 3 000 boyas a la deriva,<sup>28</sup> que se suelen situar en un punto concreto del océano desde el que descienden hasta una profundidad predefinida para registrar series temporales de la temperatura del agua transportadas por las corrientes de profundidad. Uno de los inconvenientes de las boyas a la deriva es que la mayoría de ellas desactivan sus sensores entre 5 m de profundidad y la superficie para evitar errores.

Los radares oceanográficos de ola de superficie en ondas decamétricas (HF) se emplean para medir con precisión las corrientes y olas (estado del mar) en las aguas costeras. Estas mediciones reportan muchos beneficios a la sociedad, pues, por ejemplo, ayudan a entender mejor cuestiones como la contaminación costera, la gestión pesquera, las operaciones de búsqueda y salvamento, la erosión de las playas, la navegación marítima, el transporte de sedimentos y la detección de maremotos. También contribuyen a las operaciones meteorológicas mediante la recopilación de datos sobre el estado del mar y de olas oceánicas dominantes y contribuyen a conocer el dominio marítimo pues permiten la detección a larga distancia de buques en superficie para mejorar la seguridad de los cargos y puertos, garantiza la seguridad del transporte marítimo y mejorar el tiempo de intervención de las operaciones de búsqueda y salvamento marítimos.

La Comisión Técnica Mixta sobre Oceanografía y Meteorología Marina (JCOMM), que combina la experiencia y las capacidades técnicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, ofrece un mecanismo para la coordinación internacional de la observación oceanográfica y meteorológica marina, la gestión de los datos y los

<sup>27</sup> Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, US; <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter3-supp-material.pdf>.

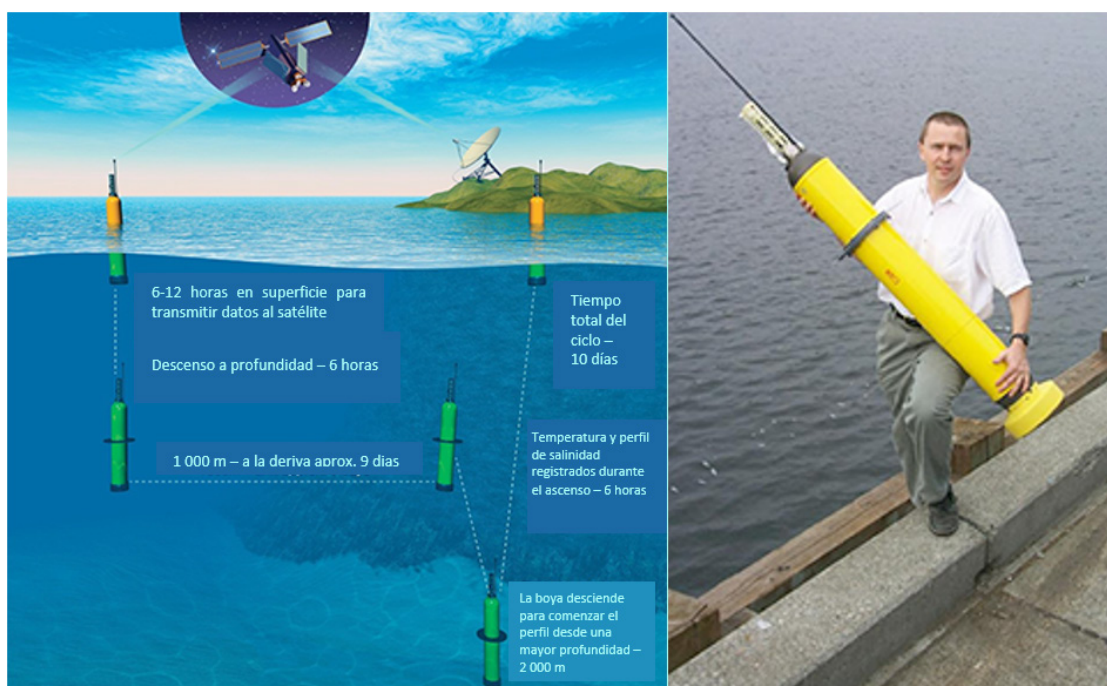
<sup>28</sup> Jet Propulsion Laboratory/NASA, Sea Surface Temperature, <https://podaac.jpl.nasa.gov/SeaSurfaceTemperature>.

servicios. La JCOMM aúna la experiencia, las tecnologías y las capacidades de capacitación de las comunidades meteorológica y oceanográfica. La JCOMM ha gestionado el programa Argo de observación internacional y colaborativa del océano. Cada boya Argo es un dispositivo autónomo y libre que flota en el océano y recopila datos a la vertical, incluida la temperatura, hasta una profundidad de 2 km, remontando a la superficie cada 10 días para transmitir los datos. Las boyas Argo funcionan durante 4 años sin necesidad de mantenimiento (véase la **Figura 7**).

Cuando se quieren realizar mediciones en una zona o línea concreta por debajo del agua, se pueden utilizar planeadores autónomos y/o vehículos a propulsión. Estos vehículos contienen dispositivos de registro de la temperatura a lo largo de la profundidad y sensores de salinidad, relojes y GPS. Se trata de vehículos que permiten a los científicos escoger rutas específicas a lo largo de las cuales se efectúan las mediciones.

Para las predicciones climáticas estacionales se necesita información de muchas decenas de metros por debajo de la superficie. Para las predicciones climáticas de una década se necesitaría información del océano en toda su profundidad. La utilización de cables submarinos ofrece una nueva oportunidad a los climatólogos.

**Figura 7: Funcionamiento de las boyas Argo**



La UIT, la COI y la OMM crearon a finales de 2012 un Grupo Especial Mixto cuya misión es la elaboración de una estrategia y una hoja de ruta que podrían resultar en la posibilidad de disponer de repetidores submarinos equipados con sensores científicos para el seguimiento oceánico y climático y para reducir el riesgo de catástrofes (tsunamis). El Grupo también evaluará la posibilidad de renovar y desplazar los cables descartados y fuera de servicio para este fin. El GEM ha elaborado varias publicaciones donde puede encontrarse información más detallada sobre los problemas de orden técnico y jurídico y sobre las oportunidades brindadas a la sociedad:

- *The scientific and societal case for the integration of environmental sensors into new submarine telecommunication cables:* [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-ICT-2014-03-PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-ICT-2014-03-PDF-E.pdf).
- *Using submarine cables for climate monitoring and disaster warning: Strategy and roadmap:* [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000150001PDFE.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000150001PDFE.pdf).



- *Using submarine cables for climate monitoring and disaster warning: Opportunities and legal challenges:* [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000160001PDFE.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000160001PDFE.pdf).
- *Using submarine cables for climate monitoring and disaster warning: Engineering feasibility study:* [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000170001PDFE.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000170001PDFE.pdf).

## 2.4 Sistemas meteorológicos aerotransportados

En todo el mundo se lanzan globos atmosféricos meteorológicos dos veces por día para transmitir continuamente señales de telemetría meteorológica a estaciones situadas en tierra mediante radiosondas. Desde 1957, las sondas de todas las estaciones toman datos a la misma hora, a las 00.00 horas y a las 12.00 UTC, si bien numerosas estaciones fuera de Norteamérica y Europa lo hacen únicamente una vez por día debido a limitaciones presupuestarias. Los países que lanzan radiosondas operacionales son miembros del Programa de Vigilancia Meteorológica Mundial de la Organización Meteorológica Mundial, y comparten libremente los datos obtenidos mediante sus sondas.

Los sondeos en la atmósfera superior obedecen a dos objetivos principales, a saber, analizar y describir patrones meteorológicos actualizados y facilitar datos a modelos informáticos de predicción meteorológica a corto y medio plazo. Los datos de las radiosondas se utilizan asimismo en estudios climáticos, análisis de contaminación del aire, operaciones aeronáuticas y aplicaciones de defensa. También proporcionan datos de “tierra verdadera” para datos de satélite.

Las radiosondas son equipos electrónicos que comprenden tres secciones principales: un conjunto de sofisticados sensores meteorológicos; equipos de procesamiento de señal; radiotransmisor para retransmitir los datos de las mediciones a un receptor situado en la estación de lanzamiento de la radiosonda. Las mediciones meteorológicas se realizan a intervalos que varían de 1 a 6 segundos, dependiendo del tipo de radiosonda<sup>29</sup> y de su fabricante. Se han asignado dos bandas de frecuencias radioeléctricas a la comunidad meteorológica para la transmisión de datos meteorológicos, a saber, 400-406 MHz y 1 675-1 700 MHz. En la Recomendación UIT-R RS.1165<sup>30</sup> se especifican las características y los criterios de calidad de funcionamiento del servicio de ayudas a la meteorología en esas bandas.

Las radiosondas con paracaídas son sondas especiales que se lanzan desde aeronaves destinadas a la investigación para efectuar mediciones sobre viento, presión, temperatura y humedad al descender en paracaídas. Los cohetes sonda son similares a las radiosondas con paracaídas, con la peculiaridad de que se utiliza un cohete para transportar la sonda hasta la altitud deseada, desde la que se lanza hacia la Tierra provista de un pequeño paracaídas. Los cohetes sonda alcanzan altitudes comprendidas entre los 20 y 110 Km. Los cohetes constituyen vehículos de transporte ideales para realizar sondeos a “altitudes medias de la atmósfera” comprendidas entre el límite máximo que alcanzan la mayoría de aeronaves y radiosondas, y la altura orbital de la mayoría de satélites de órbita baja. En esta parte de la atmósfera se acumula la mayor concentración de ozono estratosférico.<sup>31</sup>

Las radiosondas modernas realizan mediciones o cálculos sobre las variables siguientes:

- altitud;
- presión;
- temperatura;
- humedad relativa;

<sup>29</sup> Dabberdt, W. F. et al., *Radiosondes*, Encyclopedia of Atmospheric Sciences, 2<sup>nd</sup> Edition, Academic Press, 4 de noviembre de 2014.

<sup>30</sup> Recomendación UIT-R RS.1165-2006, *Características técnicas y criterios de calidad de los sistemas de radiosondas del servicio de ayudas a la meteorología en las bandas de frecuencias de 403 MHz y 1 680 MHz*, marzo de 2006; <http://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1165/>.

<sup>31</sup> Daniel, R.R., *Concepts in Space Science*, University Press, 1 de mayo de 2002.

- viento (velocidad y dirección del mismo);
- rayos cósmicos a gran altitud;
- posición geográfica (Latitud/Longitud).

## 3 CAPÍTULO 3 – Mitigación de los efectos del cambio climático

### 3.1 Repercusiones positivas y negativas de las TIC

La edición de 2014 del Informe del UIT-D sobre las TIC y el cambio climático<sup>32</sup> incluye parte de los resultados del informe SMARTer 2020 de la Iniciativa mundial sobre sostenibilidad de la tecnología de la información y la comunicación (GeSI), en el que se establece que las emisiones de carbono de las TIC podrían compensarse en gran medida gracias al ahorro propiciado por el uso de dichas tecnologías en otros sectores industriales. El tenor de dicho informe es el siguiente:

“Aun sabiendo que el sector de las TIC habría generado en 2011 910 millones de toneladas de dióxido de carbono y que se prevé que se alcancen los 1 270 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en 2020, las TIC serían capaces de generar unas reducciones equivalentes a 7 veces su propia huella de carbono (fabricación, infraestructura TI y su uso)”.

La iniciativa GeSI ha publicado nuevos datos en su informe SMARTer 2030 (2015)<sup>33</sup>, que apuntan a que las TIC podrían permitir una reducción de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> del orden del 20 por ciento de aquí a 2030. Ello equivaldría al mantenimiento de los niveles de emisión de 2015 y demostraría que estas tecnologías pueden disociar eficazmente el crecimiento económico del aumento de las emisiones.

### 3.2 TIC ecológicas

#### 3.2.1 La huella mundial de las TIC

Las previsiones del informe SMARTer 2020, en virtud de las cuales la huella mundial de las TIC ascendería a 1,27 millones de toneladas (Gt) en 2020 o, en otras palabras, al 2,3 por ciento de las emisiones mundiales, fueron objeto de una revisión a la baja. Actualmente, se estima que la huella de las TIC rondará los 1,25 Gt en 2030 o el 1,97 por ciento de las emisiones mundiales. Esta mejora es fruto del creciente nivel de conciencia y compromiso de las organizaciones de TIC, de las inversiones en la reducción de las emisiones que realizan las empresas del sector y de la mejora en la eficacia de los dispositivos. En la **sección 3.2.2** se facilitan ejemplos de indicadores fundamentales de rendimiento (IFR) de diversas organizaciones de TIC interesadas. En la **sección 3.2.3** se describen investigaciones en materia de estrategias para la consecuencia de estos resultados.

#### 3.2.2 IFR para organizaciones de las TIC

Actualmente, las organizaciones de TIC publican informes de sostenibilidad anuales, en los que se establecen objetivos de rendimiento ambiental para sus operaciones en forma de IFR y se evalúa el grado de consecución de los mismos de un año a otro. En el **Cuadro 1**<sup>34</sup> se proporciona un ejemplo de evaluación de rendimiento ambiental.

Los fabricantes que deseen marcar la diferencia no han de intervenir en sus propias operaciones, sino en los elementos de red que ofrecen a sus clientes. En el **Cuadro 2**<sup>35</sup> *infra* se ilustran progresos típicos en la sostenibilidad de los elementos de red, obtenidos de la misma fuente que la evaluación del cuadro anterior.







<sup>32</sup> Informe final del UIT-D – Cuestión 24-2 del UIT-D: *TIC y cambio climático*, 01/2014; [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.24-2014-PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.24-2014-PDF-S.pdf).

<sup>33</sup> GeSI.org, Informe *Smarter 2030* de la GeSI, 2015, capítulo 2.2 "Environment – Decreasing emissions and resource consumption whilst allowing for growth"; [http://smarter2030.gesi.org/downloads/Chapter\\_Environment.pdf](http://smarter2030.gesi.org/downloads/Chapter_Environment.pdf).

<sup>34</sup> People & Planet Report 2015, Nokia; [http://company.nokia.com/sites/default/files/download/nokia\\_people\\_and\\_planet\\_report\\_2015.pdf](http://company.nokia.com/sites/default/files/download/nokia_people_and_planet_report_2015.pdf).




<sup>35</sup> Ibid.

Cuadro 1: Ejemplo de supervisión por el fabricante del rendimiento medioambiental de sus operaciones

Objetivos para 2015	Progresos alcanzados en 2015	Estado
Nuestro objetivo era reducir el consumo de electricidad en nuestras fábricas en un 2% por unidad producida, en comparación con 2014.	Disminuimos el consumo total de electricidad en nuestras fábricas, pero no logramos alcanzar la meta de reducción por unidad producida.	No logrado 
Nuestro objetivo era seguir reduciendo las emisiones totales de gas de efecto invernadero de nuestras instalaciones (Alcance 1 y 2), en comparación con 2014.	Redujimos las emisiones de gas de efecto invernadero de nuestras oficinas y fábricas en aproximadamente un 12%, incluida la adquisición de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovable.*	Logrado 
Nuestro objetivo era mantener una cuota de electricidad de fuentes renovables de alrededor del 50% a escala mundial, en función de su disponibilidad en los países en que operábamos.	La cuota de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovable certificadas ascendió al 51%.	Logrado 
Nuestro objetivo era seguir desarrollando nuestra flota con bajas emisiones y mantener las emisiones conexas por debajo de la media del mercado.	Alentamos a nuestros empleados a seleccionar vehículos que consumieran menos CO <sub>2</sub> por kilómetro que el promedio del mercado e instalamos estaciones de carga para vehículos eléctricos en algunas de nuestras oficinas más grandes.  Empezamos a controlar el consumo de combustible y las emisiones de toda nuestra flota de servicios, a fin de reforzar la transparencia y elaborar políticas aplicables a los vehículos de la empresa a escala mundial. Nuestra flota de servicios generó un total de 1 200 toneladas métricas de emisiones de CO <sub>2</sub> .	En curso 
Nuestro objetivo era reducir la cantidad de residuos generados en el marco de nuestras operaciones y promover el reciclaje mejorando las instalaciones de recolección y clasificación y alentando a los empleados a reciclar más.	En comparación con el año 2014, generamos un 31% menos de residuos pero fuimos menos eficaces a la hora de aprovecharlos. Nuestro porcentaje de aprovechamiento de residuos se redujo del 95% al 92%.	Parcialmente logrado 
Nuestro objetivo era reducir la cantidad de agua utilizada en el marco de nuestras operaciones.	Utilizamos un 28% menos agua que en 2014.	Logrado 

\* De conformidad con el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero: Alcances 1 y 2 de las instalaciones de acuerdo con el mercado

Cuadro 2: Ejemplo de supervisión por el fabricante del modo en que ayuda a los operadores a lidiar con el crecimiento del tráfico de datos móviles de manera sostenible

Objetivos para 2015	Progresos alcanzados en 2015	Estado
<p>Nuestro objetivo era mejorar la eficiencia energética de las versiones principales de nuestros productos en un 15%.</p>	<p>Lanzamos una nueva oferta de producto, el emplazamiento de estación base de cero emisiones de CO<sub>2</sub>, que incluía más de 20 productos y servicios en nuestra cartera de RAN única avanzada. La oferta permite una reducción del consumo energético del emplazamiento de la estación base de hasta el 70%.</p>	<p>En curso, parcialmente superado </p>
<p>Nuestro objetivo era colaborar con nuestros clientes para ayudarles a reducir el consumo energético de sus redes de telecomunicaciones gracias a nuestras innovadoras soluciones de productos.</p>	<p>En más de 50 casos, ayudamos a nuestros clientes a reducir el consumo energético y las emisiones de sus redes. En promedio, las redes de telecomunicaciones que modernizamos durante 2015 consumen ahora un 45% menos de energía. En un ensayo previo al lanzamiento llevado a cabo en una red en directo, el módulo gestor de la eficiencia energética de iSON ayudó a reducir el consumo energético de una red de telecomunicaciones LTE en un 40%.</p>	<p>En curso </p>
<p>Nuestro objetivo era aplicar una metodología de medición de la eficiencia energética de los productos, conforme a la normativa del Instituto Europeo de Normalización de Telecomunicaciones (ETSI).</p>	<p>Actualmente, nuestros productos de estación base se someten a pruebas acordes a la norma en materia de comprobación técnica del consumo energético del ETSI. También hemos analizado aproximadamente el 95% de los productos que ya no se hallan en fase de desarrollo activo pero que todavía son utilizados por nuestros clientes.</p>	<p>Completado y superado </p>

### 3.2.3 Reducción del consumo de energía de las TIC

El tráfico de datos de Internet aumenta de forma exponencial, lo que obedece, de una parte, a la generalización de la utilización de teléfonos inteligentes y tabletas táctiles, y de otra, al mayor número de aplicaciones disponibles en los terminales, cada vez más diversos y móviles. En el Informe UIT-R M.2370<sup>36</sup> se indica, sobre la base de datos proporcionada por Nokia, que el número de usuarios de Internet en 2017 será 85 veces mayor que en 2010. Por otro lado, se prevé que el número de usuarios de Internet aumente de 2 300 millones en 2010 a 3 600 millones en 2017; también se prevé que en 2017 la red mundial de telecomunicaciones soporte más de 5 billones de gigabytes. La generalización de la utilización de servicios y aplicaciones en la nube (por ejemplo, servicios de almacenamiento y software a distancia) aumentará sustancialmente el tráfico de datos en Internet. Todos estos factores harán que las redes (de acceso, medulares y de transporte) y los centros de datos requieran más recursos. Los actores de la esfera de las TIC deberán restringir el consumo de energía asociado a Internet a lo largo de los próximos años para seguir siendo económica y ambientalmente sostenibles.

En la publicación *Revue de l'Électricité et de l'Electronique*<sup>37</sup> se abordan dos ámbitos de estudio recientes que demuestran que las redes de telecomunicaciones pueden ser sostenibles a pesar del gran aumento de tráfico y del número de aplicaciones previstos para los próximos años, siempre y cuando se apliquen las estrategias adecuadas en materia de evolución de arquitectura y componentes de red.

El primer ámbito de estudio trata sobre la aplicación G.W.A.T.T (Analizador global de escenarios de consumo energético en la red, por sus siglas en inglés), destinada a compartir conocimientos y disponible en Internet ([www.gwatt.net](http://www.gwatt.net)). Desarrollada por Bell Labs, esta herramienta interactiva proporciona una visión de extremo a extremo a gran escala y un método sencillo para determinar el consumo energético de una red de telecomunicaciones en un momento dado, así como su evolución en los años siguientes y las repercusiones positivas (o negativas) de las opciones posibles en materia de arquitectura y tecnología. Bell Labs prosigue el desarrollo de esta herramienta mediante la incorporación de datos recientes sobre previsiones de evolución del tráfico y nuevas tecnologías disponibles. En consecuencia, se trata de una herramienta que permite evaluar las ventajas asociadas a una innovación determinada y compararlas con respecto a un nivel de referencia.

El segundo ámbito de estudio es el constituido por el consorcio "GreenTouch", establecido en 2010, cuyos resultados, presentados al final de su mandato el 18 de junio de 2015, ponen de relieve que la eficiencia energética de las redes podría aumentar con arreglo a un factor de mil en 2020. Los estudios llevados a cabo, que figuran en un artículo<sup>38</sup> titulado "Green Meter" (Medidor ecológico), demuestran que es posible reducir sustancialmente el consumo energético en las redes de acceso fijo o móvil y medulares con respecto al valor de referencia de 2010 mediante la utilización conjunta de nuevas tecnologías, arquitecturas de red y nuevos componentes, algoritmos y protocolos. En particular, del estudio se desprende que en una red teórica, para la que no se tengan en cuenta restricciones en materia de implantación, podrían lograrse los resultados que figuran a continuación:

- aumento de la eficiencia de las redes móviles de acceso radioeléctrico con arreglo a un factor de 10 000;
- aumento de la eficiencia de las redes de acceso fijo por fibra óptica con arreglo a un factor de 254;
- aumento de la eficiencia de la red medular con arreglo a un factor de 316.

Cabe señalar que los valores mencionados anteriormente tienen en cuenta asimismo la "mejora habitual" asociada a la eficiencia (medida en julios consumidos por bit transmitido) de las tecnologías de

<sup>36</sup> Informe UIT-R M.2370, *Estimación del tráfico IMT para los años 2020 a 2030*, Figura 12.

<sup>37</sup> Richard, Philippe, *Comprendre les défis énergétiques des technologies de l'information et de la communication*, La Revue de l'Électricité et de l'Electronique, N°4, 2015.

<sup>38</sup> GreenTouch, "GreenMeter White Paper", 2015. <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/belllabs-microsite-greentouch/uploads/documents/White%20Paper%20on%20Green%20Meter%20Final%20Results%20August%202015%20Revision%20-%20vFINAL.pdf>.

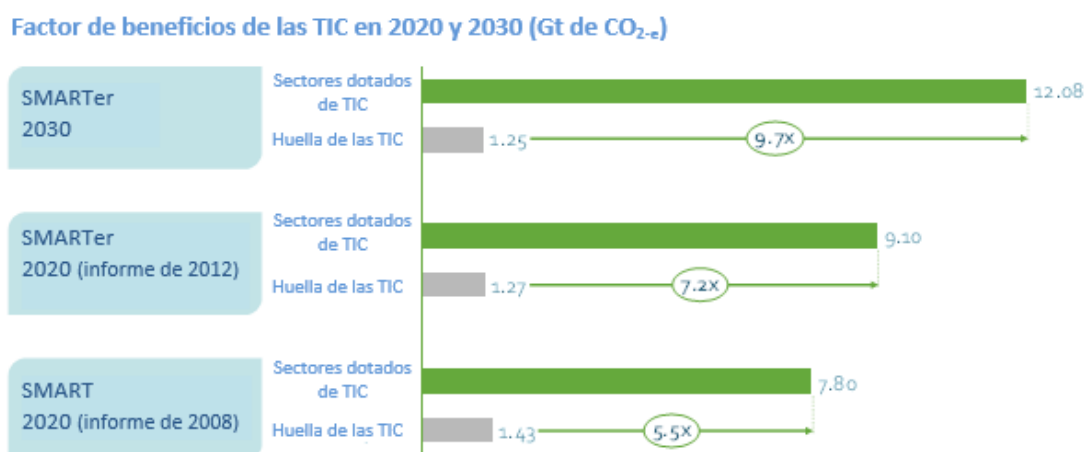
red resultante, en particular, de la Ley de Moore. Estas mejoras de eficiencia energética no conllevan una reducción proporcional del consumo energético de los servicios de telecomunicaciones existentes. Con objeto de determinar este consumo es necesario tener en cuenta asimismo el aumento del tráfico, el dimensionamiento de red, la carga real de la red y la inversión en nuevas tecnologías.

Estos resultados demuestran que no sólo es posible gestionar de forma sostenible la mayor utilización de las TIC en el futuro, sino también velar por que la huella energética de las redes del mañana no sea mayor que la de las actuales gracias a un nivel de inversión racional en actividades de investigación y desarrollo y en el despliegue de redes. Ello hace de las TIC unas de las pocas esferas en las que puede darse un gran aumento de actividad sin que ello redunde en un aumento de su propia huella ecológica, y sin perjuicio de ayudar a reducir la de otras industrias.<sup>39</sup> A este respecto, el software GWATT facilita la evaluación de la pertinencia de las soluciones propuestas.

### 3.3 TIC para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero

En la **Figura 8**, extraída del informe SMARTer 2030, se resumen los beneficios que podrían obtenerse si se dotase de TIC a los sectores económicos, incluida su evolución desde el primer informe SMART 2020, publicado en 2008, hasta el último informe SMARTer 2030.

Figura 8: Evolución de los beneficios que las TIC podrían aportar a los sectores económicos



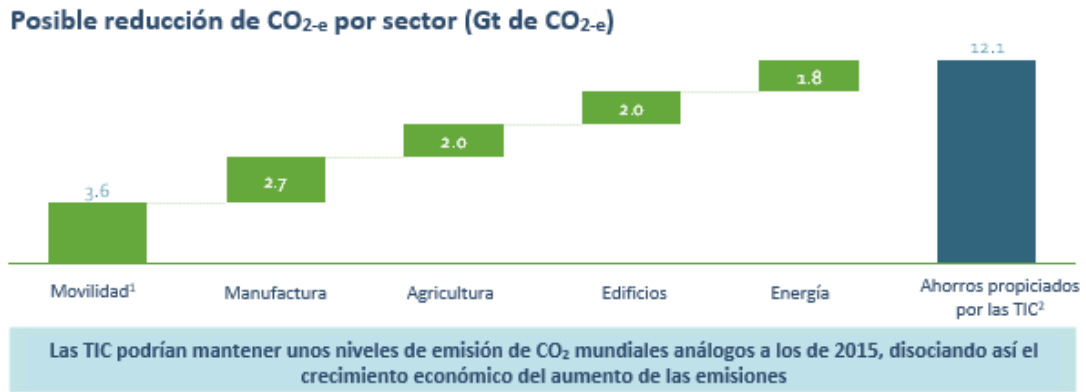
Fuente: WRI, IPCC, GeSI, SMARTer 2020, Accenture analysis & CO<sub>2</sub> models.

#### 3.3.1 Sectores industriales de interés

La reducción global de 12 Gt de CO<sub>2-e</sub> prevista para el año 2030 representa la contribución de ocho sectores económicos a la reducción de las emisiones mundiales, a saber, los sectores de la movilidad y la logística, la manufactura, la alimentación, la construcción de edificios, la energía, el empleo y el comercio, la salud y el aprendizaje. La **Figura 9**, extraída asimismo del informe SMARTer 2030, ilustra la reducción que podría propiciar cada sector.

<sup>39</sup> <http://www.GeSI.org>, Informe Smarter 2030 de la GeSI, 2015; [http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full\\_report.pdf](http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf).

Figura 9: Posible reducción por sector económico



<sup>1</sup> Las soluciones de movilidad inteligente tienen por objeto tanto reforzar la eficiencia en la conducción, como reducir la necesidad de viajar vinculada a diversos sectores, incluidos el comercio, la salud y el aprendizaje, entre otros.

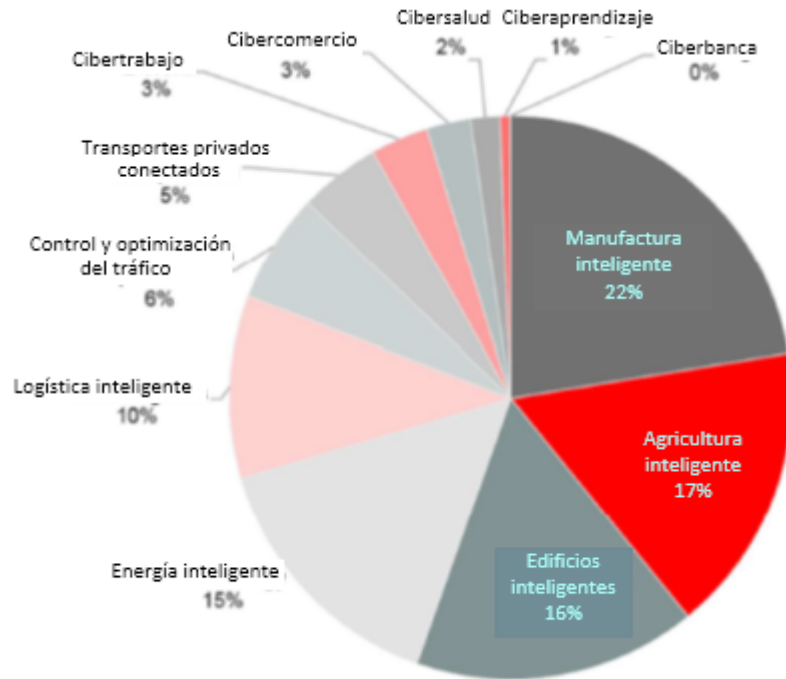
<sup>2</sup> La reducción de 12 Gt de CO<sub>2-e</sub> que las TIC propiciarán en 2030 comprende una disminución de 2 Gt de CO<sub>2-e</sub> fruto de la integración de la producción de energía renovable en la red eléctrica. En sus tradicionales previsiones de emisiones para el año 2030, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ya toma en consideración la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que podrían permitir las energías renovables. En ese sentido, contrariamente a lo previsto por el IPCC para 2030, las TIC pueden propiciar una reducción adicional de 10 Gt de CO<sub>2-e</sub>.

Fuente: WRI, IPCC, GeSI, SMARTer 2020, Accenture analysis & CO<sub>2</sub> models.

### 3.3.2 Aplicaciones de las TIC para mejorar la sostenibilidad

La reducción global de 12 Gt de CO<sub>2-e</sub> prevista para el año 2030 en el informe SMARTer 2030 resulta de un análisis de las repercusiones que tendría la introducción de las TIC en doce esferas diversas. La **Figura 10** ilustra el potencial de cada uno de estos doce casos de uso de las TIC.

Figura 10: Doce casos de uso de TIC





Fuente: WRI, IPCC, GeSI, SMARTer 2020, Accenture analysis & CO<sub>2</sub> models.

### 3.3.3 El caso de las ciudades inteligentes

Ahora se ha establecido claramente que la Tierra está experimentando trastornos climáticos causados en parte por la actividad humana. Entre las actividades se cuenta la industria, la vivienda y los estilos de vida que implica un elevado consumo de energía, que generan emisiones de gases de efecto invernadero y desperdician recursos naturales. Además, también se ha observado que una parte cada vez mayor de la población mundial vive o vivirá en zonas urbanas. Esto significa que las ciudades deben hacer frente a los problemas ambientales, de organización y sociales. El desarrollo de las TIC en el campo de los sensores y otros objetos conectados, de redes, de almacenamiento y procesamiento de datos en volúmenes crecientes, así como la proliferación de terminales móviles potentes, deja entrever un modelo urbano en el que toda la infraestructura, las personas y, por extensión, todos los objetos de uso cotidiano, estarán conectados y serán capaces de generar y procesar datos.

En este contexto de ciudad (hiper)conectada, es posible prever servicios digitales innovadores basados en los siguientes cinco pilares tecnológicos: recopilación, transmisión, procesamiento, protección y explotación de los datos generados. Estos servicios permitirán optimizar el funcionamiento de la ciudad y su infraestructura (telecomunicaciones, transporte y movilidad, agua, eliminación de residuos, energía, etc.). Para ello quizá sea necesaria una reglamentación dinámica de los recursos. Las redes eléctricas inteligentes (smart grids) se han concebido para mantener un equilibrio entre los diferentes recursos de producción de energía, centralizados o locales, y los consumidores de energía. Esta evolución de la red eléctrica permite integrar fuentes de energía renovable gracias, en particular, a una mejor gestión de la demanda durante las horas punta. Las TIC también contribuyen a reducir el consumo en la vivienda (automatización del hogar, sensores, etc.) y dan al consumidor un papel activo que les permite acceder a herramientas de supervisión de su propio consumo, e incluso de su propia producción, cuando tiene la opción de redistribuir. Se pueden citar otros ejemplos de optimización en el campo de gestión del agua y reciclaje de residuos. Ya sea mediante contadores individuales que permiten analizar el consumo de agua, gas y electricidad, o mediante sensores que indican fugas, calidad o velocidad de flujo, la finalidad de estos sistemas es la preservación de un recurso, el control de la calidad del agua y el bienestar del usuario. Análogamente, los sensores volumétricos situados en contenedores de residuos (de separación selectiva) ya permiten en ciertas ciudades prever la tasa de llenado y optimizar así la recogida de residuos (frecuencia, número y tamaño de camiones, etc.).

Este concepto de ciudad basado en la tecnología no debe hacernos olvidar que uno de los objetivos de esta transformación es implicar al ciudadano, no sólo como espectador pasivo de la política urbana adoptada a más alto nivel, sino como actor del cambio. A tal efecto, las oportunidades que ofrecen las TIC relacionadas con políticas de voluntariado ya permiten a los ciudadanos participar activamente (el crowdsourcing o producción participativa) en esta inteligencia colaborativa (o colectiva) mediante plataformas participativas por Internet o mediante aplicaciones móviles. La innovación también se puede dar en la política. Ciudades como París y Grenoble han reservado un presupuesto de inversión para proyectos propuestos y aprobados por los propios ciudadanos. En la primera edición, los parisinos formularon más de 5 000 propuestas de proyecto por un presupuesto total de 75 millones de euros, el 5 por ciento del presupuesto de inversión de la ciudad. Resulta interesante señalar que la calidad de vida y la seguridad en un entorno agradable son los aspectos que más preocupan a los ciudadanos.

La población aspira a una mejor calidad de vida urbana. Este concepto comprende múltiples dimensiones, como los factores de estrés, los problemas de la vida urbana perceptibles (tráfico en carretera, congestión del transporte público, contaminación sonora y calidad del aire) o imperceptibles (exposición a radiación electromagnética), un mejor acceso a los servicios (administración, transporte), un entorno más natural y un ambiente urbano que produzca bienestar, seguridad de la propiedad y las personas, etc.

Esta hiperconexión de máquinas y ciudadanos y la concentración geográfica de servicios técnicos implica un volumen ingente de datos, georreferenciados o no, temporales o no, de fuentes públicas

(colectivos y administraciones), fuentes privadas (empresas o ciudadanos), o “libres” (open data), que se ha de almacenar, clasificar, procesar, proteger, utilizar y rastrear. El plan de gestión de datos aplicable a este conjunto de datos (infraestructura y procesos) es fundamental para garantizar la explotación óptima y, por tanto, la adopción de decisiones eficaces y una mayor revalorización. Cada ciudad es única, con una historia y unos objetivos de bienestar que le son propios. Éste es un aspecto fundamental que puede beneficiarse de la contribución a la tecnología digital sin desnaturalizar la ciudad.

Para las empresas del mundo digital, surgen nuevas oportunidades de concebir soluciones que permitan multiplicar la capacidad de las redes de radiocomunicaciones por un factor 100 e incluso 1 000, con el objetivo de conectar decenas de miles de millones de objetos y, a su vez, reducir en un factor 10 el consumo de electricidad. Habida cuenta de la siempre creciente demanda de recursos de espectro para satisfacer la también creciente demanda de comunicaciones móviles de alta velocidad, una gestión innovadora del espectro será determinante para garantizar una utilización óptima de las diferentes redes y satisfacer las diferentes necesidades de comunicación. Véase el Informe final de [los estudios de la Resolución 9 en materia de gestión del espectro].

Los protocolos de comunicación deberían centrarse en soluciones que permitan equilibrar la potencia radiada del equipo, el consumo de energía, el consumo de espectro y, en ciertos países, los niveles de exposición a los campos electromagnéticos. Por ejemplo, el proyecto de investigación europeo Lexnet (<http://lexnet-project.eu/>) tuvo por objeto encontrar soluciones de ingeniería que propiciaran un óptimo aumento de la capacidad de las redes mediante la adición de células pequeñas y la reducción de los niveles de potencia y la exposición media de las personas a los campos electromagnéticos.

Aparte de la concepción de la ciudad conectada, el segundo reto esencial para llevar a cabo la transformación de una ciudad en una ciudad inteligente es la colaboración (entre funcionarios electos, técnicos y ciudadanos) para concebir un ciudad sostenible. Cabe citar como ejemplo la iniciativa VIVAPOLIS mediante la cual el gobierno francés crea alianzas en la industria para la construcción de ciudades sostenibles. Recientemente se han podido poner en marcha dos iniciativas recientes. Se han federado cientos de empresas francesas en dos grupos para llevar a cabo dos proyectos de evolución de ciudades que presentan características y restricciones diferentes. La primera ciudad estudiada fue Astana, ciudad nueva que debe afrontar variaciones climáticas continentales extremas. La segunda ciudad fue Santiago de Chile, que tiene serios problemas de movilidad y contaminación. Esta iniciativa colectiva muy innovadora ha permitido crear dos simuladores 3D de la ciudad sostenible. Por ejemplo, el proyecto<sup>40</sup> realizado en Santiago de Chile ha permitido obtener perspectivas políticas más objetivas gracias a una centena de indicadores clasificados en 11 categorías esenciales de la ciudad sostenible. Mediante un análisis de la situación de la ciudad y la colaboración con todos los servicios de ésta y los funcionarios electos, se han propuesto dos proyectos urbanos en los que se simula la incidencia positiva de 200 soluciones técnicas en el funcionamiento de la ciudad.

La Comisión de Estudio 20 del UIT-T, creada en 2015, aborda los requisitos de normalización de las tecnologías de Internet de las cosas (IoT), centrándose en primer lugar en las aplicaciones de IoT en ciudades y comunidades inteligentes.

<sup>40</sup> Véase <http://www.siradel.com/fr/santiago-des3ado-siradel-et-ses-partenaires-presentent-le-simulateur-de-ville-durable>.

## 4 CAPÍTULO 4 – Adaptación al cambio climático

### 4.1 Adaptación de los equipos de las TIC

La información que se facilita a continuación ha sido extraída del informe “Soluciones en favor de la resiliencia: La adaptación del sector de las TIC al cambio climático”,<sup>41</sup> publicado por la UIT en 2014. En dicho informe se definen las principales repercusiones del cambio climático en el sector de las TIC, y se proponen las siguientes medidas de adaptación:

- Dotar a la red central de un carácter redundante en la mayor parte de las zonas de servicio, si no en todas, y garantizar su resiliencia ante todo tipo de fenómenos climáticos extremos; contar con una reserva de energía fiable, con suficiente combustible como para compensar extensas interrupciones en el suministro de la red eléctrica.
- Disociar la infraestructura de comunicaciones de la infraestructura de red eléctrica, en la medida de lo posible, y hacerla más robusta, resiliente y redundante.
- Minimizar los efectos de las interrupciones del suministro de energía en los servicios de telecomunicaciones mediante la provisión de energía de reserva a torres celulares (véanse generadores, bancos de baterías solares y “células sobre ruedas”) que puedan reemplazar a las torres incapacitadas; ampliar la capacidad de almacenamiento de combustible en la medida necesaria para que los generadores de reserva puedan funcionar durante más tiempo.
- Reforzar la protección contra las interrupciones en el suministro podando los árboles adyacentes a las líneas de energía y comunicación, manteniendo piezas de recambio de postes y cables para poder reemplazar convenientemente aquéllos que sufran daños y contando con equipos de restauración en caso de emergencia listos para actuar antes de la llegada de la tormenta.
- Ubicar los cables de telecomunicaciones bajo tierra cuando sea técnica y económicamente factible, velando por su adecuada protección contra la filtración de agua.
- Reemplazar los segmentos de la red alámbrica más sensibles a las condiciones meteorológicas (por ejemplo, las líneas de acometida) por soluciones inalámbricas de bajo consumo.
- Reubicar las instalaciones centrales que albergan infraestructuras de telecomunicaciones, infraestructuras críticas en terminales distantes, torres celulares, etc., así como las instalaciones eléctricas que se hallen en terrenos inundables, incluidas las zonas de costa que se ven cada vez más amenazadas por el aumento del nivel del mar y el incremento de las tormentas costeras.
- Diversificar las opciones de que disponen los clientes para cargar sus teléfonos móviles (por ejemplo, cargadores para vehículos) y crear una interfaz de carga normalizada que permita cargar cualquier tipo de teléfono con cualquier tipo de cargador.
- Examinar, desarrollar y ampliar tecnologías alternativas de telecomunicaciones capaces de aumentar la redundancia y/o la fiabilidad, incluidas las comunicaciones ópticas en el espacio libre (que utilizan la propagación de la luz para transmitir datos en lugar de recurrir a conexiones físicas), las comunicaciones por líneas eléctricas (que utilizan las líneas de energía eléctrica para transmitir datos), los teléfonos por satélite y las comunicaciones de radioaficionados.
- Examinar las normas de rendimiento de la industria combinadas con una normativa adecuada y más uniforme en materia de servicios de telecomunicaciones, y aplicar los reglamentos de forma homogénea, incluida la presentación obligatoria y no parcialmente facultativa de informes sobre las interrupciones en el suministro a los organismos reguladores.
- Desarrollar servicios inalámbricos y de banda ancha de alta velocidad en zonas rurales de baja densidad para aumentar la redundancia y la diversidad en las regiones distantes y vulnerables.

<sup>41</sup> [http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/Documents/Publications/Resilient\\_Pathways-E.PDF](http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/Documents/Publications/Resilient_Pathways-E.PDF).

- Realizar una evaluación integral del actual nivel de resiliencia del sector de las telecomunicaciones ante los peligros climáticos existentes en toda su complejidad; ampliar dicha evaluación a fin de incluir las previsiones relacionadas con el clima y el probable avance de la tecnología en el sector de las telecomunicaciones, incluida la evaluación de la codependencia entre las vulnerabilidades relativas a los sectores de las telecomunicaciones y la energía; facilitar opciones e incentivos para disociarlos y así mejorar la resiliencia de ambos sectores.
- Aplicar medidas para mejorar la seguridad pública y la continuidad de los servicios de comunicaciones en caso de fenómenos extremos.

En la Recomendación UIT-T L.1502 (11/2015), relativa a la adaptación de la infraestructura de las tecnologías de la información y la comunicación a los efectos del cambio climático, se facilita información más detallada al respecto.<sup>42</sup>

En los siguientes apartados se relatan las experiencias de Japón y África en lo tocante a la adaptación al cambio climático.

#### 4.1.1 Experiencia de KDDI en Japón

Como proveedor general de telecomunicaciones, requiere desplegar mayores esfuerzos para reducir el consumo de energía eléctrica de los sistemas y las instalaciones utilizados para prestar servicios de telecomunicaciones y disminuir las emisiones de dióxido de carbono. Las estaciones base del servicio móvil (“estaciones de base”) consumen aproximadamente el 60 por ciento de toda la energía eléctrica que requiere KDDI, por lo que la reducción del consumo de energía de las estaciones de base es primordial para reducir el consumo energético general. KDDI ha adoptado medidas encaminadas a la reducción del consumo energético, en particular la disminución del tamaño de las estaciones de base y la adquisición de equipos para las mismas que no requieren sistemas de refrigeración. La instalación de nuevas estaciones de base provistas de tecnología con “control tríbrido” patentada permite lograr un ahorro energético de próxima generación. Se prevé que las nuevas estaciones de base permitan un ahorro energético y una reducción de dióxido de carbono del 20 al 30 por ciento con respecto a las estaciones de base que no incorporan la nueva tecnología.

También es importante la preparación frente a casos de catástrofes. A raíz del gran terremoto que se produjo en el este de Japón en 2011, la infraestructura de comunicaciones, incluidas estaciones de base (14 000 estaciones) sufrió graves daños en la región costera, y las comunicaciones se vieron prácticamente interrumpidas por completo durante las semanas iniciales. Además, una importante pérdida de servicio se debió a la falta de suministro eléctrico, en particular de baterías. Se prevé que esta nueva tecnología contribuya asimismo a mantener las estaciones de base en funcionamiento durante más tiempo.

##### 4.1.1.1 Tecnología de control de suministro eléctrico

La nueva tecnología de control de suministro eléctrico logra la mayor eficiencia posible mediante el control de tres fuentes de energía que se suministra a las estaciones de base, a saber: 1) energía generada por paneles solares; 2) energía proporcionada por baterías que se cargan por la noche mediante energía disponible en el mercado; y 3) energía de fuentes disponibles comercialmente. Con buenas condiciones meteorológicas, los paneles solares proporcionan energía suficiente a los equipos inalámbricos y el excedente de energía se almacena en las baterías. Al ponerse el sol, los equipos de la estación de base se alimentan con baterías, que se cargan mediante energía disponible en el mercado a altas horas de la noche, cuando el precio de la electricidad se reduce.

Una característica fundamental de esta nueva tecnología es que la energía de los paneles solares se proporciona a una unidad de corriente continua que conecta el rectificador, las baterías y el equipo

<sup>42</sup> Recomendación UIT-T L.1502 (11/2015), *Adapting information and communication technology infrastructure to the effects of climate change*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1502>.

de la estación de base. La corriente continua (c.c.) generada por los paneles solares se transforma, por lo general, en corriente alterna (c.a.) antes de suministrarse a aparatos electrónicos, equipos de iluminación, etc. Aunque gran parte de los equipos de las TIC funciona con corriente continua, ésta se obtiene transformando internamente en el equipo la corriente alterna disponible en el mercado. Al utilizar energía solar, la corriente se transforma en dos ocasiones, en primer lugar de continua a alterna, y posteriormente de alterna a continua, lo que produce pérdidas sustanciales. La nueva tecnología de control conecta directamente los componentes de corriente continua a la fuente de corriente continua a fin de reducir las pérdidas del proceso de transformación y aumentar la eficiencia de la energía ecológica generada por los paneles solares. Se prevé que la energía generada mediante los paneles solares también aumente en el futuro. Mediante el nuevo sistema, el excedente de energía de los paneles solares puede utilizarse para cargar las baterías sin necesidad de transferirlo a la red.

#### 4.1.1.2 Principio de funcionamiento

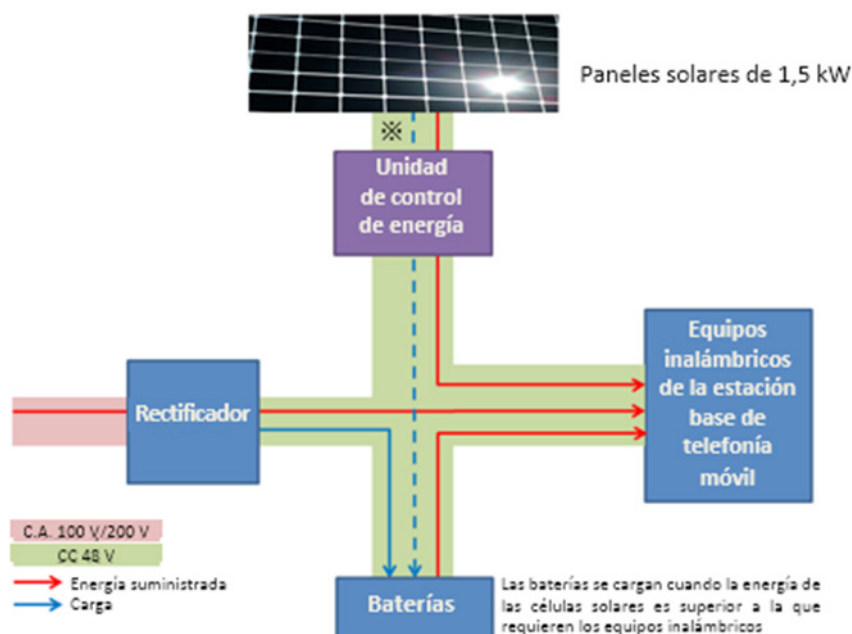
Con objeto de lograr control de energía, se añaden a una estación de base convencional paneles solares, una unidad de control energético y una unidad de control de tensión de salida con rectificador, como se muestra en la **Figura 11**. El equipo puede instalarse en estaciones de base en funcionamiento.

Determinadas empresas de suministro energético ofrecen tarifas reducidas en periodos menos cargados, en los que puede utilizarse la misma cantidad de energía a un precio menor. Durante dichos periodos, el índice de actividad de la energía hidroeléctrica es más elevado que lo habitual, lo que contribuye a reducir las emisiones de dióxido de carbono (gases de efecto invernadero).

A raíz de catástrofes naturales pueden producirse interrupciones del suministro eléctrico. Para garantizar el funcionamiento de las estaciones de base en tales casos, se dota a las estaciones de base convencionales de baterías de plomo recargables (baterías secundarias) como medio de reserva. La nueva tecnología de control energético permite cargar las baterías a altas horas de la noche mediante energía disponible en el mercado, y el excedente de energía generada por los paneles solares también se utiliza para los equipos de la estación de base. Para facilitar este patrón de funcionamiento, las baterías deben incorporar características de carga/descarga de alto rendimiento. Se estudia actualmente la utilización de baterías de iones de litio más pequeñas y ligeras.

A continuación se explican los principios operacionales de la función de control de tensión. Si ésta se reduce en el rectificador, la tensión relativa de las baterías aumenta, lo que activa la alimentación de energía de las baterías para los equipos inalámbricos y disminuye el consumo de energía de la fuente de alimentación comercial. Cuando aumenta la energía solar, lo hace asimismo la tensión de salida de la unidad de control de energía, hasta superar la tensión de la batería, y el porcentaje de energía suministrada por los paneles solares a los equipos inalámbricos es más elevado. Al descargarse las baterías, la tensión disminuye y la energía de los paneles solares se utiliza también para cargar las baterías. Por otro lado, al disminuir la energía de los paneles solares, aumenta el porcentaje de energía que proporcionan las baterías. A medida que la tensión de las baterías sigue disminuyendo, aumenta la alimentación de energía disponible comercialmente. Por lo general, los paneles solares generan mucha energía durante el día en buenas condiciones meteorológicas, y los paneles solares de la región japonesa de Kanto generan energía con arreglo a su capacidad nominal durante un promedio de tres horas diarias. Cabe esperar que las baterías solares de 1,5 kWh generen 4,5 kWh de energía diarios.

Figura 11: Diagrama de configuración



#### 4.1.1.3 Conclusión

Con objeto de evaluar la disponibilidad y adaptabilidad de la tecnología, se instaló el nuevo equipo de control de energía en estaciones de base comerciales, y las pruebas sobre el terreno comenzaron en diciembre de 2009. Las pruebas se llevaron a cabo en 10 emplazamientos del país a fin de determinar la forma idónea de instalar los paneles solares y de configurar la alimentación de energía, teniendo en cuenta las condiciones medioambientales, en particular las de índole geográfica y climática.

La prestación de servicios de comunicaciones durante el mayor periodo de tiempo posible aun en situaciones de emergencia es de vital importancia para las operaciones de telefonía móvil. KDDI ha instalado baterías adicionales para el mantener el servicio en funcionamiento al menos durante 24 horas, así como el nuevo equipo de control de energía en más de 100 estaciones de base, lo que permite incrementar la disponibilidad del servicio y dotar a las TIC de un carácter más ecológico.

#### 4.1.2 Experiencia de Orange en África

A escala mundial, el consumo energético asociado a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) representa alrededor del 2-3 por ciento del consumo total de energía. Si bien ello constituye un pequeño porcentaje energético a nivel mundial, la reducción del consumo asociado a las TIC contribuye un avance importante habida cuenta de la necesidad del crecimiento en todos los segmentos (terminales, redes y centros de datos) como consecuencia de:

- el mayor número de entidades (tanto particulares como empresas, organismos públicos y asociaciones) y cosas conectadas;
- la utilización más frecuente de las conexiones, la mayor duración de los periodos de conexión interrumpida, la conversión digital de servicios y las aplicaciones en los sectores verticales;
- el aumento sustancial de la cobertura geográfica y de la velocidad de transmisión.

Por ejemplo, el caso de Orange SA pone de manifiesto una posible estrategia, iniciada en 2006, relativa a la alimentación de estaciones radioeléctricas de redes móviles mediante energía solar. En algunos de los países interesados, por ejemplo, Senegal, Côte d'Ivoire, Malí, Níger, Madagascar, Guinea y

Camerún, entre otros, la energía solar es especialmente adecuada para reducir sustancialmente el consumo de combustibles fósiles (generadores diésel) y subsanar la falta o la calidad insuficiente de redes de suministro eléctrico en zonas rurales o desérticas.<sup>43</sup>

Sin embargo, el consumo de combustibles fósiles (obtenidos del petróleo) no se ha suprimido plenamente. La alimentación con energía solar de estaciones de base móviles radioeléctricas mediante la utilización de baterías por la noche o con mal tiempo (bajo índice UV) también puede ser híbrida si se utiliza parcialmente combustible diésel. El notable ahorro energético entraña la supresión del sistema de climatización, lo que a su vez requiere la eliminación de los inversores utilizados para generar la corriente alterna necesaria para los motores de los compresores de refrigeración. Esta simplificación, así como la consecuente necesidad de utilizar corriente continua, redundan en un consumo energético mucho menor, lo que hace de la energía solar pura o híbrida una solución rentable y fiable.

A finales de 2015, 2 600 estaciones de la red de radiocomunicaciones móviles alimentadas mediante energía solar estaban en funcionamiento y proporcionaban energía solar a radioenlaces en zonas rurales o desérticas.<sup>44</sup> Dichas estaciones generan anualmente 18 GWh de energía renovable. Cada estación permite ahorrar 1 300 litros de combustible por año, y además de alimentar las estaciones móviles radioeléctricas, generan un 25 por ciento de excedente energético que puede destinarse, por ejemplo, para paliar la falta de redes de energía eléctrica en los alrededores de cada estación. Dicho excedente también puede utilizarse para proporcionar energía a escuelas o centros sanitarios de aldeas circundantes, entre otras muchas posibilidades.

[El funcionamiento de las estaciones viene dado en gran medida por los avances en materia de normalización. Orange participa ampliamente en las actividades de la Comisión de Estudio 5 del UIT-T, encargada de la elaboración de normas con EE ETSI, lo que fomenta la utilización de energías renovables de forma segura y permite reducir el consumo energético y simplificar los aspectos de funcionamiento mediante la utilización de corriente continua, en lugar de corriente alterna].

Las filiales de Orange siguen implantando estaciones alimentadas mediante energía solar a ritmo constante. Dichas soluciones, previstas para los países en desarrollo, pueden estudiarse y analizarse para otros casos en los que el suministro energético sea un factor crítico.

La fotografía de la **Figura 12** ilustra una estación solar en el emplazamiento de una estación móvil radioeléctrica a modo de ejemplo.

<sup>43</sup> D. Marquet, M. Aubrée, S. L. Masson, A. Ringnet, P. Mesguich y M. Kirtz, "The first thousand optimized solar BTS stations of Orange group," 2011 IEEE 33rd International Telecommunications Energy Conference (INTELEC), Amsterdam, 2011, pp. 1-9; <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6099814&isnumber=6099710>.

<sup>44</sup> Ibid.

Figura 12: Estación solar en el emplazamiento de una estación móvil radioeléctrica en Senegal



## 4.2 Adaptación al sector industrial

Las repercusiones del cambio climático varían en función del sector. Las diferencias relativas a la geografía, el nivel de exposición y el grado de vulnerabilidad requieren distintas estrategias de adaptación.

El siguiente cuadro ha sido extraído de la Recomendación UIT-T L.1501 (12/2014), sobre prácticas óptimas relativas a la manera en que los países pueden utilizar las TIC para adaptarse a los efectos del cambio climático.<sup>45</sup> En dicho cuadro se proporciona una lista de comprobación con indicadores atinentes al cambio climático y las repercusiones conexas, así como con ejemplos de implantación de las TIC en aras de la adaptación al cambio climático.

## 4.3 Adaptación al sector agrícola

Una de las necesidades más acuciantes hoy en día es garantizar la seguridad alimentaria y proporcionar a la población mundial alimentos nutritivos. Puesto que se prevé que la población mundial supere los 9 000 millones de personas en 2040 y habida cuenta de que los efectos del cambio climático ya se ponen de manifiesto en todas las esferas de la seguridad alimenticia, es necesario mejorar la viabilidad y productividad de los sistemas alimenticios.

Con objeto de subrayar la necesidad de que la agricultura figure en el orden del día de los programas internacionales destinados a hacer frente al cambio climático, se han puesto en marcha varias alianzas e iniciativas a nivel internacional para fomentar la adopción de medidas encaminadas a mitigar los efectos del cambio climático y a adaptarse a los mismos, así como para promover las actividades de investigación y desarrollo en el marco de políticas que permitan dar respuesta a los desafíos planteados. Esas alianzas e iniciativas incluyen la Alianza mundial para la agricultura adaptada al clima, Soluciones de la tierra, la Alianza mundial para la investigación sobre los gases de efecto invernadero en la agricultura y la Iniciativa 20x20.

Entre esos proyectos, cabe destacar la Alianza mundial para la agricultura adaptada al clima (GACSA), una coalición de carácter voluntario gestionada por agricultores que reúne a varios actores, cuyo objetivo es apoyar la integración de enfoques adaptados al clima y sus actividades en el marco de sistemas alimenticios y agrícolas.

<sup>45</sup> Recomendación UIT-T L.1501 (12/2014), *Best practices on how countries can utilize ICTs to adapt to the effects of climate change*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1501>.



Cuadro 3: Indicadores del cambio climático y ejemplos de implantación de las TIC en aras de la adaptación al cambio climático

Indicadores (tendencias) del cambio climático	Causas de las tendencias observadas	Cambios en los ecosistemas	Repercusiones en la agricultura	Repercusiones en los sistemas económicos	Repercusiones en la salud pública	Uso de las TIC (ejemplos incluidos)
Cambios en la temperatura de la superficie (calentamiento global).	La deforestación, la industrialización y el aumento del uso de combustibles fósiles potencian el efecto invernadero.	Cambios en la distribución de especies y la cubierta vegetal, aumento del deshielo glacial, cambios en los patrones meteorológicos, modificación de los ciclos biogeoquímicos, incendios forestales e injerencia de especies invasoras.	Sequías, disminución del rendimiento en entornos más cálidos (en detrimento de la seguridad alimentaria), mayor vulnerabilidad a la maleza y las plagas, aumento del gasto en riego.	Mayor inversión energética en instalaciones de refrigeración, aumento de la demanda de abastecimiento de agua, migración de regiones áridas a humedales.	Cambios en los vectores de enfermedades (posibles epidemias causadas por cepas víricas o bacterianas que prosperan en temperaturas más cálidas), golpes de calor, inanición debida a la reducción del rendimiento agrícola.	Registrar los cambios de temperatura en la superficie para mantener registros y predecir posibles catástrofes gracias a un sistema mundial de observación (GOS) con satélites meteorológicos y de observación de la Tierra; mejorar la comunicación con los agricultores por medio de redes móviles y de radiocomunicaciones; controlar la deforestación utilizando un sistema de información geográfica (SIG); permitir sistemas de gestión sanitaria móvil.
Aumento del nivel del mar.	Aumento de la temperatura (como resultado del calentamiento global).	Inundaciones costeras, anegamientos, erosión litoral, inundación de humedales, intrusión de agua salada en los recursos hídricos subterráneos, desplazamiento de los ecosistemas marinos y riesgo de sumersión de las zonas costeras.	Daños en caso de proximidad a zonas costeras.	Aumento de la inversión monetaria para prevenir daños en zonas costeras y tomar medidas de protección contra inundaciones, así como para reconstruir los ecosistemas después de las inundaciones.	Repercusiones en las comunidades que viven cerca de las zonas costeras, riesgo de inundaciones, daños a las propiedades costeras, mayor riesgo de ahogamiento.	Controlar y registrar el aumento del nivel del mar (para mantener un registro de anomalías) aplicando técnicas de altimetría satelital, lo cual ayudaría a predecir las catástrofes y evitar la pérdida de vidas y bienes.

Cuadro 3: Indicadores del cambio climático y ejemplos de implantación de las TIC en aras de la adaptación al cambio climático (seguido)

Indicadores (tendencias) del cambio climático	Causas de las tendencias observadas	Cambios en los ecosistemas	Repercusiones en la agricultura	Repercusiones en los sistemas económicos	Repercusiones en la salud pública	Uso de las TIC (ejemplos incluidos)
Alteración de las precipitaciones.	Cambios en el ciclo hidrológico (como resultado de cambios bruscos en la temperatura atmosférica).	El aumento de las precipitaciones puede provocar escorrentías, deslizamientos, erosión del suelo, cambios en la cubierta vegetal y daños en el hábitat; la disminución de las precipitaciones puede provocar sequías, un aumento del riesgo de incendios forestales y cambios en la capa freática.	El aumento de las precipitaciones puede incrementar los niveles de rendimiento, no obstante, también puede entrañar un mayor riesgo de inundación, lo que podría dar lugar a la destrucción de los cultivos antes de la cosecha; la disminución de las precipitaciones puede provocar sequías y, por ende, reducir los niveles de rendimiento.	La disminución de las precipitaciones puede entrañar una reducción de la cantidad de agua disponible y una excesiva dependencia de los recursos hídricos subterráneos; por otro lado, las inundaciones requieren amplias inversiones.	Riesgos asociados a las enfermedades de transmisión hídrica: las fuentes de agua estancada actúan como caldo de cultivo para los parásitos; las precipitaciones copiosas pueden entrañar la pérdida de vidas.	Medir y mantener registros (GOS, sistema mundial de telecomunicaciones) de las precipitaciones, la nieve y/o el granizo estacional y mensual; utilizar un SIG para la gestión del riesgo de inundación; promover la sensibilización de los agricultores a través de sistemas móviles y de radiocomunicaciones; utilizar los SIG y los sistemas de posicionamiento global (GPS) para identificar nuevas fuentes de agua dulce.
Movimiento/migración de dunas.	Sequía, aumento de las temperaturas, erosión, deforestación.	Erosión, cambios en la estructura del hábitat, pérdida de nutrientes del suelo.	Repercusiones en los sistemas agrícolas de las zonas desérticas.	Habida cuenta de que los sistemas agrícolas de las zonas desérticas requieren sistemas de riego, la pérdida de suelo entraña la necesidad de aumentar la inversión en dichos sistemas, además de una serie de problemas relativos a los viajes y el transporte.	Las tormentas de arena exacerbaban el asma y otros trastornos respiratorios.	Controlar y predecir los movimientos de las dunas utilizando imágenes de satélite, GPS, etc.

Cuadro 3: Indicadores del cambio climático y ejemplos de implantación de las TIC en aras de la adaptación al cambio climático (seguido)

Indicadores (tendencias) del cambio climático	Causas de las tendencias observadas	Cambios en los ecosistemas	Repercusiones en la agricultura	Repercusiones en los sistemas económicos	Repercusiones en la salud pública	Uso de las TIC (ejemplos incluidos)
Deshielo de los glaciales.	Aumento de la temperatura de la superficie terrestre (calentamiento global).	Inundaciones, pérdida de masa glacial, erosión, pérdida de nutrientes del suelo.	Escorrentías de tierras de cultivo, degradación del suelo, disminución de los niveles de rendimiento.	Inversión monetaria necesaria para reconstruir los hábitats de las zonas inundadas.	Comunidades afectadas por inundaciones, falta de agua dulce.	Los sistemas de satélites (SIG, GPS) registran el movimiento de los glaciares y la pérdida de masa glacial para ayudar a predecir inundaciones y escorrentías.
Niveles de eutrofización.	La deforestación deja el suelo expuesto a agentes de erosión, lo que puede dar lugar a escorrentías de terrenos que pueden caer en masas de agua cercanas y exacerbar el crecimiento de algas.	Floración de algas, muerte de especies acuáticas, aumento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).	Pérdida de la cubierta y los nutrientes del suelo, reducción de los niveles de rendimiento de los cultivos, escasez de agua limpia para el riego.	Disminución del rendimiento máximo sostenible.	Reducción de los recursos alimenticios de fuentes acuáticas, contaminación de los recursos alimenticios acuáticos.	Controlar y registrar las fuentes de agua contaminada, medir y mantener registros de los niveles de toxicidad, promoviendo la sensibilización de los pescadores.
Incendios forestales.	Aumento de la temperatura de la superficie terrestre.	Destrucción del hábitat, riesgo de extinción de especies, reducción de la cubierta vegetal, emisiones de partículas.	Repercusiones en zonas agrícolas colindantes.	Aumento de la inversión en la reconstrucción de hábitats.	Asma, bronquitis y otros trastornos respiratorios causados por la emisión de partículas o humo.	Registrar y conservar imágenes de satélite (SIG, GPS); facilitar comunicaciones de emergencia mediante sistemas móviles.

Cuadro 3: Indicadores del cambio climático y ejemplos de implantación de las TIC en aras de la adaptación al cambio climático (seguido)

Indicadores (tendencias) del cambio climático	Causas de las tendencias observadas	Cambios en los ecosistemas	Repercusiones en la agricultura	Repercusiones en los sistemas económicos	Repercusiones en la salud pública	Uso de las TIC (ejemplos incluidos)
Contaminación del agua.	Vertido de aguas residuales y residuos industriales en masas de agua sin el tratamiento requerido.	Muerte de especies acuáticas, aumento de la demanda bioquímica/biológica de oxígeno.	Contaminación del suelo, destrucción de cultivos, reducción de los niveles de rendimiento.	Inversión requerida para tratar el agua procedente de fuentes contaminadas.	Enfermedades de transmisión hídrica, biomagnificación, bioacumulación.	Controlar la actividad industrial, efectuar mediciones inteligentes, realizar pruebas periódicas de muestras de agua, utilizar las TIC para facilitar la información pertinente a las comunidades que viven alrededor de masas de agua contaminada.
Erosión del suelo.	Deforestación.	Pérdida de la cubierta del suelo, disponibilidad reducida de nutrientes, pérdida de la cubierta vegetal.	Reducción de los niveles de rendimiento, pérdida de la vallosa cubierta del suelo.	Inversión en estudios paisajísticos.	Trastornos respiratorios.	Utilizar sistemas de SIG y/o GPS para controlar y registrar los movimientos del suelo.
Contaminación del aire.	Industrialización, emisiones de vertederos, incineración de residuos, combustión de combustibles fósiles.	Calentamiento mundial, modificación de los patrones climáticos, bruma industrial, lluvia ácida, contaminación del suelo.	Reducción de los niveles de rendimiento debido a la modificación de los patrones climáticos y de las precipitaciones; acidificación del suelo.	Reconstrucción de zonas afectadas por la lluvia ácida y construcciones urbanas; perturbaciones del tráfico y el transporte debidas a la bruma industrial.	Trastornos respiratorios, daño al sistema nervioso, cáncer, irritación cutánea, cefaleas.	Utilizar sistemas SIG para trazar mapas relativos a la contaminación provocada por el transporte utilizando técnicas de análisis espacial.

Esta iniciativa se puso en marcha el 23 de septiembre de 2014 en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. La Organización Mundial de Agricultores refrenda la iniciativa de la GACSA y la considera un elemento fundamental de su política sobre cambio climático. En agosto de 2016, la GACSA poseía 144 miembros.

Varias organizaciones han recomendado que se asocie la agricultura sostenible en el plano internacional a la agroecología.

Lamentablemente, la agroecología abarca actualmente principios contrarios a la utilización de aditivos del suelo en el marco de actividades agrícolas junto con métodos operacionales agrícolas de índole general. De ahí que la participación en actividades como la GACSA revista importancia para velar por que el régimen establecido por las Naciones Unidas prevea procesos decisorios acordes con los métodos agrícolas modernos.

En el **Cuadro 3** de la **Sección 4.2** se establecen nexos entre las repercusiones del cambio climático en la agricultura y ejemplos de aplicaciones de las TIC con miras a la adaptación a las mismas.

## Abbreviations and acronyms

Various abbreviations and acronyms are used through the document, they are provided here.

Abbreviation/acronym	Description
<b>AC</b>	Alternating Current
<b>ADEOS</b>	ADvanced Earth Observing Satellite, also known as 'Midori' in Japan
<b>AURA</b>	A multi-national NASA scientific research satellite studying the Earth's ozone layer, air quality and climate. The name "Aura" comes from the Latin word for air.
<b>BBC</b>	British Broadcasting Corporation
<b>BoD</b>	Biochemical Oxygen Demand
<b>CARIAA</b>	Collaborative Adaptation Research Initiative in Africa and Asia
<b>CCAC</b>	Climate and Clean Air Coalition
<b>CIMGC</b>	Interministerial Commission on Global Climate Change (Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima) (Federative Republic of Brazil)
<b>CO2</b>	Carbon dioxide
<b>COP</b>	(United Nations) Conference of the Parties (on climate change)
<b>CREWS</b>	Climate Risks Early Warning Systems
<b>DBS</b>	Direct Broadcast Satellite
<b>DC</b>	Direct Current
<b>DMSP</b>	Defense Meteorological Satellite Program
<b>EAS</b>	Emergency Alert System
<b>EE ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute Technical Committee on Environmental Engineering
<b>EESS</b>	Earth Exploration Satellite Service
<b>ENSO</b>	El Niño-Southern Oscillation
<b>FCPF</b>	Forest Carbon Partnership Facility
<b>FEMA</b>	Federal Emergency Management Agency
<b>GACSA</b>	Global Alliance for Climate-Smart Agriculture
<b>GCOS</b>	Global Climate Observing System
<b>GeSi</b>	Global e-Sustainability Initiative
<b>GFCS</b>	Global Framework for Climate Services
<b>GHG</b>	Greenhouse gas(es)

Abbreviation/acronym	Description
<b>GIS</b>	Geographic Information System
<b>GISS</b>	(NASA's) Goddard Institute for Space Studies
<b>GMI</b>	Global Methane Initiative
<b>GOS</b>	Global Observation System
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>GWATT</b>	Global What-if Analyzer of neTwork energy consumpTion
<b>HF</b>	High-Frequency
<b>HFC</b>	Hydrofluorocarbons
<b>ICT</b>	Information and Communication Technologies
<b>IDRC</b>	International Development Research Centre (Canada)
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission
<b>IFAD</b>	International Fund for Agricultural Development
<b>INTELEC</b>	International Telecommunications Energy Conference
<b>IOC</b>	Intergovernmental Oceanographic Commission
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>IPAWS</b>	Integrated Public Alert and Warning System
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>IRIACC</b>	International Research Initiative on Adaptation to Climate Change
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>ISS</b>	International Space Station
<b>IT</b>	Information Technology
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union
<b>ITU-R</b>	ITU Radiocommunication Sector
<b>ITU-T</b>	ITU Telecommunication Standardization Sector
<b>JCOMM</b>	Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology
<b>JTF</b>	Joint Task Force
<b>KPI</b>	Key Performance Indicator
<b>MCIT</b>	Ministry of Communications and Information Technology (Arab Republic of Egypt)
<b>MEF</b>	Major Economies Forum (on Energy and Climate)

Abbreviation/acronym	Description
<b>MetOp</b>	(EUMETSAT's) Meteorological Operational satellite Programme
<b>MHz</b>	Megahertz
<b>MSIP</b>	Ministry of Science, ICT and Future Planning (Republic of Korea)
<b>MSY</b>	Maximum Sustainable Yield
<b>NASA</b>	National Aeronautic and Space Administration (United States of America)
<b>NOAA</b>	National Oceanographic and Atmospheric Administration (United States of America)
<b>NTC</b>	National Telecommunications Corporation (Republic of the Sudan)
<b>QUIKSCAT</b>	(NASA's) Quick SCATterometer (satellite)
<b>PUC</b>	Public Utilities Commission (Belize)
<b>R&amp;D</b>	Research and Development
<b>RapidSCAT</b>	(NASA's) Rapid SCATterometer (on the ISS)
<b>SAR</b>	Synthetic Aperture Radar
<b>SDARS</b>	Satellite Digital Audio Radio Service
<b>SLCP</b>	Short-Lived Climate Pollutants
<b>SMAP</b>	(NASA's) Soil Moisture Active Passive (satellite)
<b>SMOS</b>	(ESA's) Soil Moisture and Ocean Salinity (satellite)
<b>SPOT</b>	(European) Satellite Pour l'Observation de la Terre
<b>TOPEX/Poseidon</b>	NASA's and CNES's TOPographic Expedition (to measure ocean surface topography)
<b>UNFCCC</b>	United Nations Framework Convention on Climate Change
<b>USD</b>	United States Dollar
<b>UTC</b>	Coordinated Universal Time
<b>UV</b>	UltraViolet
<b>VIVAPOLIS</b>	French governmental initiative involving industries that are very active in efforts to construct sustainable cities
<b>WEA</b>	Wireless Emergency Alerts
<b>WMO</b>	World Meteorological Organization
<b>WRC</b>	World Radiocommunication Conference
<b>WRI</b>	World Resources Institute



## Annexes

### Annex 1: Country experiences on monitoring/mitigating climate change

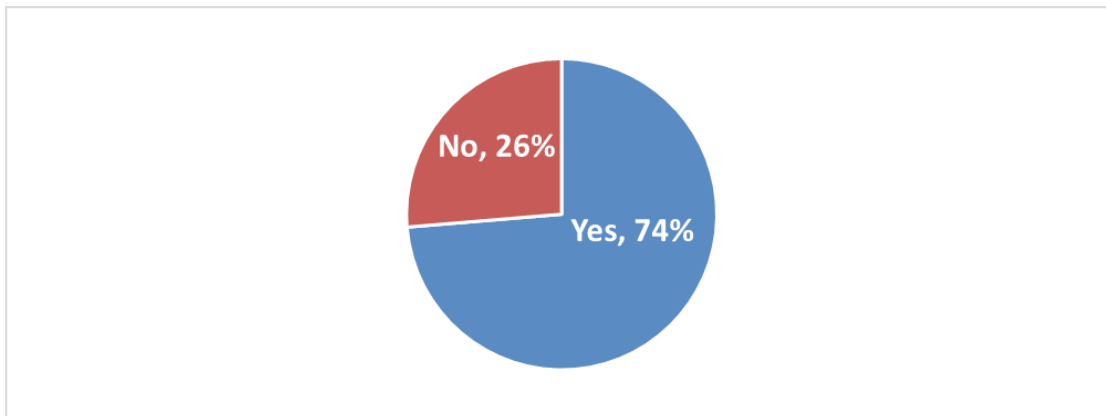
#### A1.1 Background of the 2016 survey

Out of the 193 Member States of ITU, a total of 19 completed questionnaires were returned, covering 18 countries of the 6 regions. This was lower than the 69 answers received in the survey of 2011.

Survey responses were received from: Armenia, Belize, Bolivia, Brazil, Chile, Cameroon, Colombia, Dem. Rep. of the Congo, Egypt, Israel, Kazakhstan, Mali, Republic of Korea, State of Palestine, Sudan, Uruguay, United States of America, ATDI (France) and GSMA (United Kingdom).

#### A1.2 Preliminary findings and comparison with the 2011 survey

##### Q1 Does your government (or company) have any policy regarding climate change?



In 2016, about the same number of answers than in 2011 (74% vs 70%) stated that they have a policy on climate change. There seem to be little progress in the awareness of the topic. These policies have been detailed as follows:

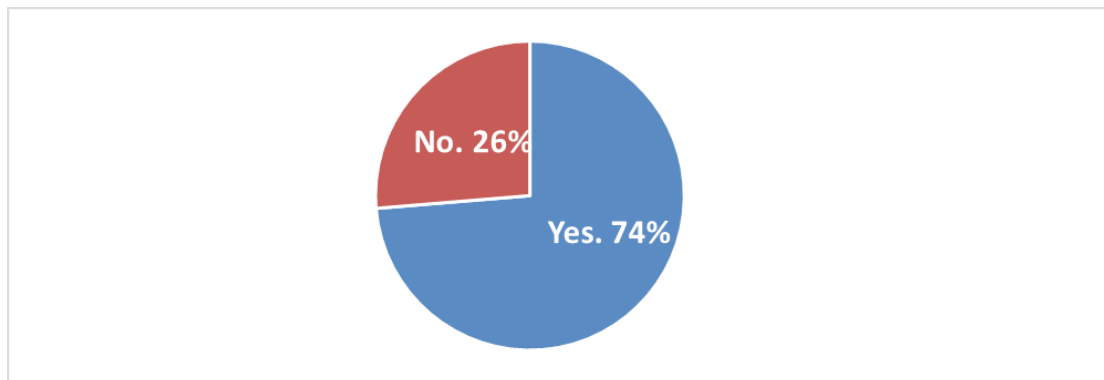
Country	Entity
State of Israel	ATDI (France) Recycling of non-used ICT
State of Israel	Ministry of Environmental Protection Israel has a policy regarding mitigation of greenhouse gas emissions: <a href="http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Israel/1/Israel%20INDC.pdf">http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Israel/1/Israel%20INDC.pdf</a> . This does not specifically address ICT issues. However, technological measures which might involve ICT will be part of these efforts – for example management of smart electricity grids and smart metering, promotion of renewable energy and its integration into the electricity grid, energy efficiency measures in buildings and industry (ESCO), water system management, monitoring of climate change trends and implications.

Country	Entity
Arab Republic of Egypt	<p><i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Link ICT, climate, environment, and energy policies across governments.</li> <li>– Develop the appropriate legislations and regulations that support the achievement of sustainable management of e-Waste.</li> <li>– Adopt and promote of life-cycle perspectives that promote environmentally efficient R&amp;D, design, production, use, and disposal of ICTs.</li> <li>– Support for research and innovation in green technologies and services.</li> <li>– Develop skills and capacities in the area of “green ICT”.</li> <li>– Increase public awareness of the role of ICTs in improving environmental performance.</li> <li>– Encourage best practices to maximize diffusion of ICTs and “smart” ICT-enabled applications</li> <li>– Promote of green ICT concepts, with governments leading by example.</li> <li>– Consider environmental criteria in public procurement.</li> <li>– Measure environmental impacts of ICT and the usage of ICT in other sectors.</li> <li>– Set up of policy targets, monitoring compliance, and improving accountability.</li> </ul>
Republic of the Sudan	<p><i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ratification of conventions and the outputs of international meetings.</li> <li>– Reducing gas emissions using environmentally-friendly energy in ICT systems, equipment and devices.</li> </ul>
Republic of Korea	<p><i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i></p> <p>Technological innovation and Industrialization Plan for Climate Change (on March 2015, Steering Committee of National Science &amp; Technology Council).</p>
Republic of Mali	<p><i>Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> It consists in putting information on the web sites of climate change and environment of Mali, to animate radio and television broadcasts etc.</p>
Democratic Republic of the Congo	<p><i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Our climate change policy has not integrated the ICT aspect yet. However, it is planned to integrate it.</p>
Republic of Cameroon	<p><i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> The Government through the Ministry of the Environment, Nature Conservation and Sustainable Development does not have a clearly defined policy on the use of ICTs to combat climate change in short term. However, it is defined by a series of international commitments, namely the use of technology transfer to pursue the coherence of sectoral policies and the intensification of its efforts over the past several years Implementation of an observation, information management and alert system on climate risks in Cameroon, and through initiatives such as the increasing the use of ICTs in the fight against climate catastrophes: floods, earthquakes, droughts, thunderstorms, dry mist, rising sea levels.</p>
Republic of Armenia	<p><i>Ministry of Transport and Communication</i></p> <p>The Climate Change information and developments in the country are accessible through the special portal of the Climate Change Information Center: <a href="http://www.nature-ic.am">http://www.nature-ic.am</a>. The GHG inventory of Armenia is developed using the IPCC software and is accessible from above mentioned web-site and from <a href="http://www.unfccc.int">http://www.unfccc.int</a>. The energy using appliances labelling policy is considered as important market tool in the Energy saving and renewable energy policy of the country.</p>

Country	Entity
Republic of Kazakhstan	<p><i>Communication, Informatization and Information Committee</i></p> <p>Yes. Climate change issues are included in the Strategic Plan of Kazakhstan’s Ministry of Energy for 2014-2018 (ensuring Kazakhstan’s transition to low-carbon development and a “green economy”). Important steps are being taken to develop renewable energy sources. In 2013, the Law regarding amendments and additions to certain legislative enactments of the Republic of Kazakhstan regarding support for the use of renewable energy sources. This has involved development of a number of legal texts. By 2020 the total volume of emissions in the electrical energy sector should not exceed that of 2012. Use of ICTs is planned in connection with maintaining a register of enterprises according to greenhouse gas emissions and a register of enterprises for participation in carbon trading.</p>
State of Palestine	<p><i>Ministry of Telecommunications &amp; Information Technology</i></p> <p>A national climate change strategy and plan exists, covering 12 fundamental sectors; among these is the infrastructure sector, under which telecommunications and information technology is included.</p>
Belize	<p><i>Public Utilities Commission (PUC)</i></p> <p>To “support the people of the Caribbean as they address the impact of climate variability and change on all aspects of economic development through the provision of timely forecasts and analyses of potentially hazardous impacts of both natural and man-induced climatic changes on the environment, and the development of special programmes which create opportunities for sustainable development.”</p>
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>The National Policy on Climate Change (NPCC) formalizes the voluntary commitment of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change to reduce greenhouse gas emissions between 36.1 % and 38.9 % of projected emissions 2020. it was instituted in 2009 by Law No. 12.187, seeking to ensure that economic and social development contribute to the global climate system protection. In Brazil it was created the Interministerial Commission on Global Climate Change (CIMGC), which is the Designated National Authority for approving projects under the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol.</p>

**Q2 Does your government (or company) have current actions in terms of adaptation to climate change?**

Note: Adaptation involves taking action to cope with the effects of climate change at the local or country level. ICTs can greatly support this action. Examples include remote sensing to gather climate data, dissemination of information such as sea-level forecasts, and impact minimization measures such as building on higher ground with respect to the sea level. ICT infrastructure is already used to warn of natural disasters such as earthquakes and tidal waves. Additional or new ICT infrastructure and services may be needed to help deal with problems such as water and food shortage, etc., arising from extreme climate conditions.

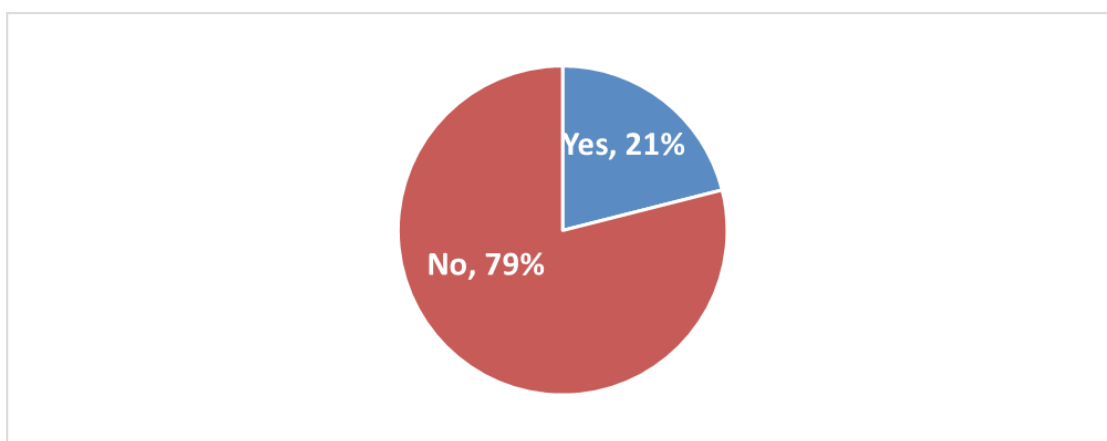


There were slightly fewer answers than in 2011 stating that they have adaptation policies (74% vs 80%).

It was then asked “If no, do you intend to propose adaptation measures to climate change in the future?” 71% of the answers indicated intention to propose adaptation measures.

**Q3 Have you estimated the global ICT footprint in your country, in terms of greenhouse gas (GHG) emissions?**

Note: The ICT industry has for a long time been focused on delivering productivity enhancements in and through its products and solutions. Energy efficiency has only recently become a critical issue: in some countries, energy consumption of ICT is now more than 13 per cent. It is estimated that the ICT industry accounts for approximately 2.5 per cent of global CO<sub>2</sub> emissions.



There were fewer answers than in 2011 (21% vs 30%) indicating that they had estimated global ICT footprint in their countries.

If yes, it was asked “what measures are you taking to reduce your GHG ICT footprint?” The following answers were provided:

Country	Entity
State of Israel	<i>ATDI (France)</i> Also more efficient transformers.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<i>GSM Association, International</i> NIL
State of Israel	<i>Ministry of Environmental Protection</i> Partially – An estimate from 2011 states that more efficient stand-by modes could reduce emissions by 0.186 MtCO <sub>2</sub> eq in the domestic sector and 0.14 MtCO <sub>2</sub> eq in the governmental sector.
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> – Use of bioenergy and alternative energy; – Participation in infrastructure and reducing quantity of energy used; – Establishing shared data centres using cloud computing.
Republic of Kazakhstan	<i>Communication, Informatization and Information Committee</i> No. The ICT footprint in Kazakhstan needs to be estimated in the form of greenhouse gas emissions and the telecommunication companies contributing to that footprint must be identified.

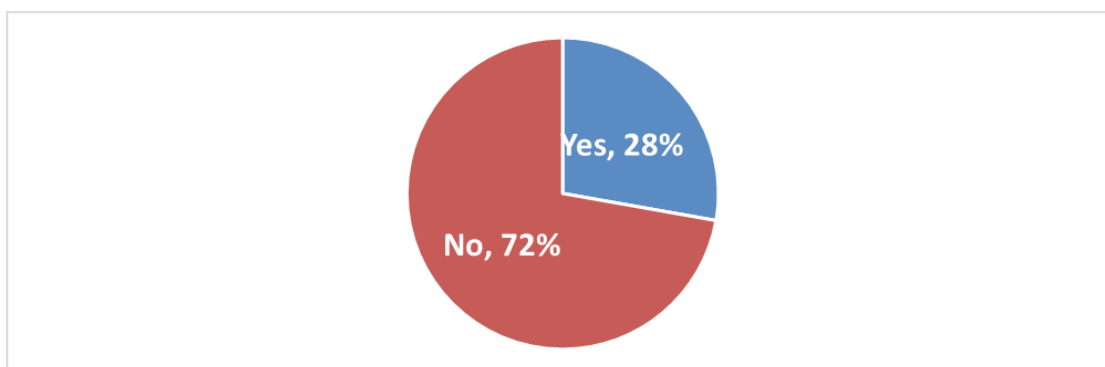
Country	Entity
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>According to Decree No. 7.390 / 2010, which regulates the National Policy on Climate Change (NPCC), the baseline greenhouse gas emissions for 2020 was estimated at 3,236 Gt CO<sub>2</sub> – eq. Therefore, the corresponding absolute reduction was made between 1 168 Gt CO<sub>2</sub> – eq and 1,259 Gt CO<sub>2</sub> – eq, 36.1 % and 38.9 % reduction, respectively. To assist in achieving the reduction targets, the law also stipulates the development of sectoral mitigation and adaptation plans at the local, regional and national levels.</p>

If no, it was asked “what are your plans for the future?” The following answers were provided:

Country	Entity
Chile	<p><i>SERMECOOP</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Establish a policy with clearly defined regulations in this regard for 2016.</p>
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p><i>GSM Association, International</i></p> <p>NIL</p>
Eastern Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> The government has indicated that the issue of measuring the carbon footprint will be studied.</p> <p>In our university, one objective that we consider is the possibility for the measurement of the carbon footprint in both undergraduate and postgraduate projects.</p>
Arab Republic of Egypt	<p><i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i></p> <p>Develop ICT carbon footprint.</p>
Republic of Korea	<p><i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i></p> <p>Assess the achievements on GHG emission reduction using technological innovation by each sector.</p>
Democratic Republic of the Congo	<p><i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunication</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Our project is to equip us with the tools to assess the global carbon footprint.</p>
Republic of Cameroon	<p><i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conduct a study to assess the overall carbon footprint of ICTs (in terms of greenhouse gas emissions) in Cameroon and mainly in large cities;</li> <li>– Consider raising awareness of the carbon footprint of ICT in Cameroon;</li> <li>– Drafting a national strategy / plan to reduce GHG emissions from ICTs in Cameroon;</li> <li>– Strengthening human capacity building and technology transfer for GHG assessment and reduction through ICTs.</li> </ul>
Republic of Colombia	<p><i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Carry out a quantification of the greenhouse gas emissions by using ICTs in Colombia.</p> <p>This is expected to be done jointly by the Ministry of Information Technology and Telecommunications MINTIC and the Ministry of Environment and Sustainable Development (Deputy Management of Climate Change).</p>

Country	Entity
State of Palestine	Ministry of Telecommunications & Information Technology Determination of emissions of greenhouse gases to be expanded to include other sectors. Note that we have made a general estimate of greenhouse gas emissions in the energy sector, which includes the energy consumed by the ICT sector.
Plurinational State of Bolivia	Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones <i>Unofficial translation:</i> Conduct a study of greenhouse gas emissions from the telecommunications sector.
Federative Republic of Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL</i> N/A

**Q4 Are you aware of “green” ICT initiative which would provide better design and energy consumption?**



There were many fewer answers than in 2011 (28% vs 63%) indicating awareness of “green” ICT initiative.

In case these ICT initiatives are regional initiatives, the following details and the level of implementation of these initiatives in the countries were provided:

Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> <i>Unofficial translation:</i> Initiatives at the level of the organization, taking into account the corporate and national strategic guidelines.
Eastern Republic of Uruguay	<i>Universidad de Montevideo</i> <i>Unofficial translation:</i> In our country there is not a joint effort, there are only a few initiatives aligned with green ICTs.
State of Israel	<i>Ministry of Environmental Protection</i> According to a Government Resolution, the Governmental Procurement Administration incorporates energy efficiency criteria (Energy Star label) in all its ICT tenders. These tenders are used also by local authorities and other public organizations

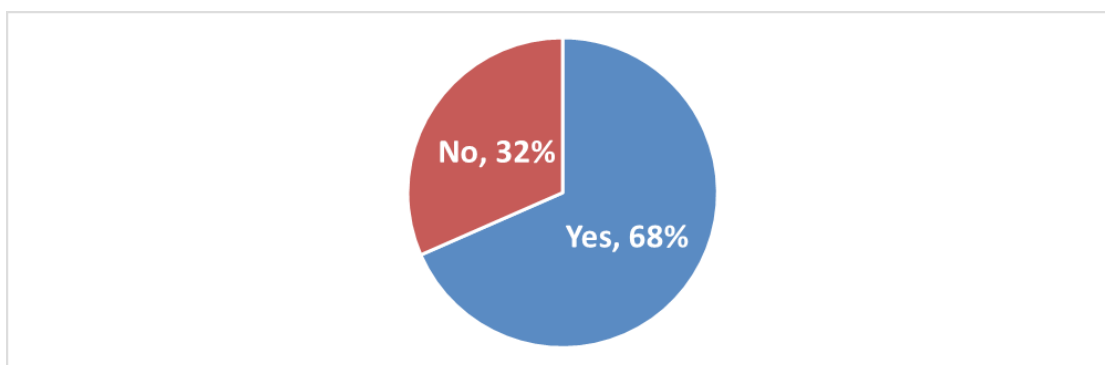
Country	Entity
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL</i></p> <p>This is not a Regional Initiative for the Americas. Although this, according to the Interministerial Commission on Global Climate Change Activity Report 2013-2014 (CIMGC) on December 31, 2014 Brazil had a total of 416 project activities approved by CIMGC, with 333 already registered the Executive Board of the Clean Development Mechanism, equivalent amount to 4.4% of the global total, ranking 3rd in the world ranking in number of registered project activities.</p> <p>Geographically, the projects are distributed heterogeneously the national territory, which has five official regions of Brazil. It is noted clearly that the distribution of activities reflects characteristics physical and socioeconomic regions.</p> <p>The Southeast Region has 139 projects, with a predominance of Biogas activities (32) Landfill gas (31), Hydro (26) and Energy Biomass (25). Furthermore, the region has all the designs Substitution Fossil Fuel (9), of Use and Heat Recovery (4) Substitution for SF6 (1) and Solar Energy (1), and 80% of N2O destruction projects (4).</p> <p>The South region has 83 projects, with a predominance of Hidroeletricidade (34), followed by activities Biogas (17), Wind Power Plants (11) and Energy Biomass (10).</p> <p>The Northeast It reached the record of 59 projects with a total area of wind farms (43) followed by Landfill Gas Project (7) and Biogas (3). The region The Midwest, with 63 projects presented predominance of Biogas projects (29) and Hydro (28). Finally, the North region of Brazil, with only 17 Clean Development Mechanism projects that took advantage of its water resources to record nine Hydroelectric projects.</p>

In case these ICT initiatives are regional initiatives, the following details and the level of implementation of these initiatives in the countries were provided:

Country	Entity
Eastern Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p>Unofficial translation: It is not at any status.</p>
Arab Republic of Egypt	<p><i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i></p> <p>Sustainable development goals.</p>
Republic of the Sudan	<p><i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i></p> <p>Yes, they are global initiatives, the outputs of which are adopted by the Sudan for gradual implementation; currently at the stage of planning, standardization and determining methods of implementation.</p>

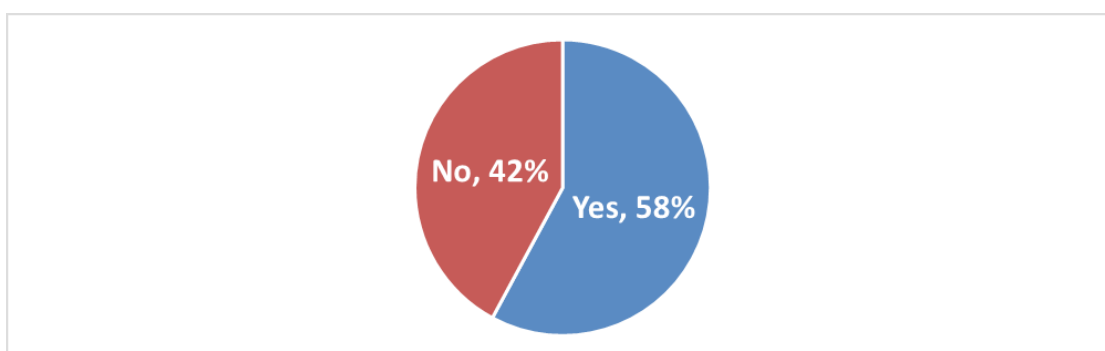
Country	Entity
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>Registered Brazilian projects are distributed in 15 types, which can be grouped into eight sectoral scopes. Among the types of Clean Development Mechanism projects developed in Brazil are Hydroelectric projects, Wind, Biogas, Landfill Gas, Biomass Energy, Replacement Fossil Fuel, Methane Avoided, Oxide Decomposition Nitrous (N<sub>2</sub>O), of Use and Heat Recovery, Reforestation and Afforestation of Other Renewable Energy (Solar Photovoltaic) of Energy efficiency, Sulfur hexafluoride Replacement (SF<sub>6</sub>), Reduction and Replacement perfluorocarbons (PFCs) and replacement of fossil origin CO<sub>2</sub> Industrial Use or Mineral CO<sub>2</sub> by renewable sources.</p> <p>The breakdown of the number of Brazilian projects of Clean Development Mechanism registered annually until December 2014, is as follows: hydroelectric projects, including micro plants (CGHs), small plants (SHP) and large plants (HPPs), representing 27.0% of total Brazilian projects. In addition, following the biogas use projects, accounting for 19.2%, the wind farm projects, representing 16.2%, landfill gas projects, representing 15% projects using biomass energy, representing 12.3%, the fossil fuel replacement projects, representing 2.4% and methane avoidance projects, representing 2.4%. Such projects together represent 94.9% of the total portfolio in Brazil.</p>

**Q5 Do you have severe weather conditions in your rural/remote regions?**



The question had not been asked in a comparable manner in 2011. 68% of the 2016 answers indicated having severe weather conditions in their rural/remote regions.

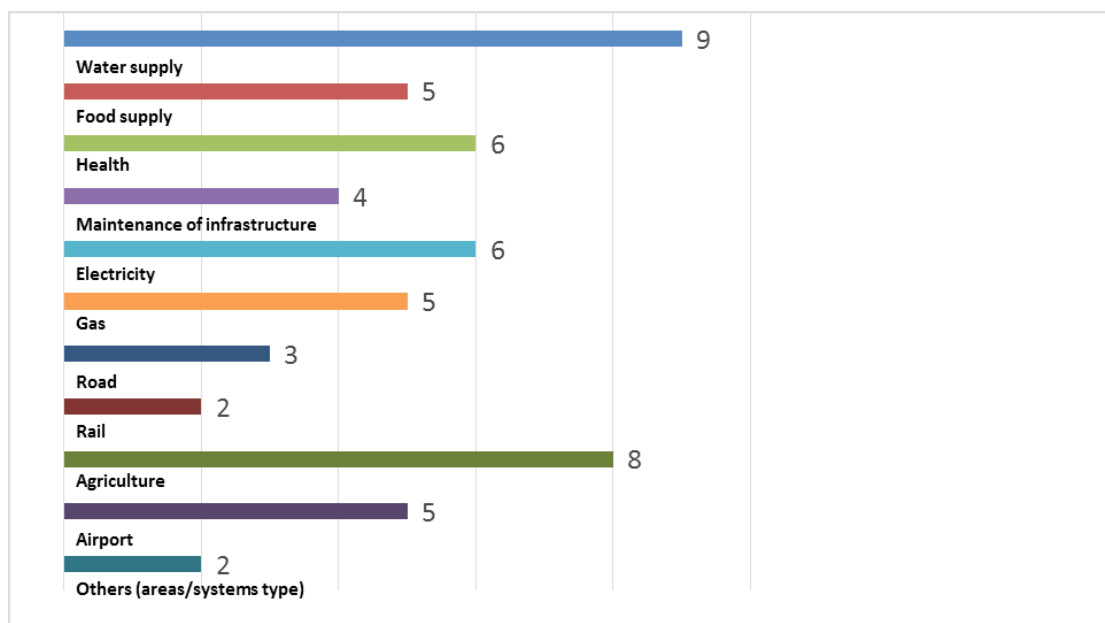
**Q6 Is your administration using any Systems and Applications of ICT to adapt to climate change?**



There were about the same number of answers than in 2011 (58% vs 60%) stating that administration is using any Systems and Applications of ICT to adapt to climate change.

It was then asked to specify in which area and the type of system and application used. The answers are reported in the following **figure**:





**Q7** What ICT services would enable communities to better adapt to climate change? (One example could be automated text messages to communities about water shortage and emergency water supply, etc.)

The following answers were provided:

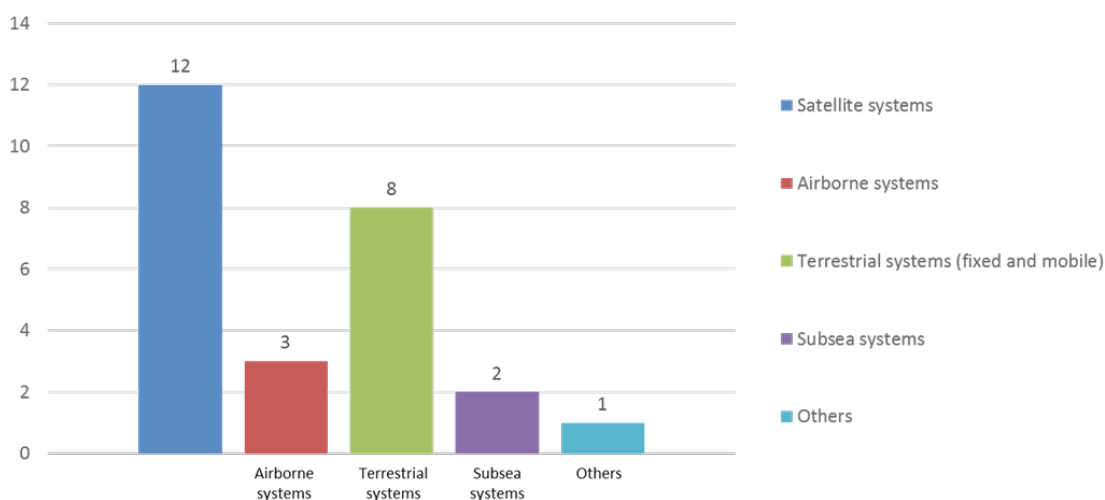
Country	Entity
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> Mobile telephone services. Various means of communication.
Republic of Korea	<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i> SMS services to communities when issuing a fine dust warning.
Republic of Mali	<i>Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC</i> <i>Unofficial translation:</i> Sending automated text messages, websites, radio and TV news, climate change websites.
Democratic Republic of the Congo	<i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications</i> <i>Unofficial translation:</i> SMS, social networks, call center.
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> SMS, telephone, television, radio, fax, réseaux sociaux.
Belize	<i>Public Utilities Commission (PUC)</i> Natural disaster warnings and updates.
Federative Republic of Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i> Due to the use of the Internet and social networks to increase the populations of urban and rural areas, we suggest the adoption of communications mechanisms associated with the Internet, such as social and Apps communication networks (like WhatsApp) and others.
Plurinational State of Bolivia	<i>Ministerio de Obras Públicas, Servicios Y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i> Voice and data telecommunication services.

Country	Entity
Republic of Armenia	<p><i>Ministry of Transport and Communication</i></p> <p>The SMS information on extreme weather and road conditions is already applied in Armenia. The water shortage information also can be important for advance actions on proper management of available resources. Kazakhstan Communication, Informatization and Information Committee (Kazakhstan) Sending out alerts on such threats via mobile phones.</p>
State of Palestine	<p><i>Ministry of Telecommunications &amp; Information Technology</i></p> <p>SMS, text messaging, social media sites, websites of relevant enterprises, TV and radio broadcasts.</p>
Arab Republic of Egypt	<p><i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i></p> <p>In 1987 expert system technology was identified as an appropriate technology to speed up agricultural desert development in Egypt. The Central Laboratory for Agricultural Expert Systems (CLAES) has been established for agriculture management. It is domain independent and can be used with any commodity. CALES consists of three separate modules: an executive, a scheduler, and an expert system shell. In 1991, serious efforts have been started in Egypt to develop crop management expert systems for different crops. A prototype for an expert system for cucumber seedlings productions has been developed. This prototype has six functions: seeds cultivation, media preparation, control environmental growth factors, diagnosis, treatment, and protection.</p>
State of Israel	<p><i>ATDI (France)</i></p> <p>Sensors to indicate water wastes and remote readings of water meters</p>
Chile	<p><i>SERMECOOP</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Intensive use of sending messages and testimonies in social networks (Facebook, Twitter, Youtube, etc.). Develop a game or competition on social networks (with access from mobile devices), and compete by using several notifications of actions to mitigate climate change.</p>
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p><i>GSM Association (International)</i></p> <p>See our Mobile for Development activities: <a href="http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/">http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/</a></p>
Eastern Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> SMS, data collection systems for sensors, big data management and emergency communications of preference.</p>

Country	Entity
Republic of Colombia	<p data-bbox="365 282 1034 315"><i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i></p> <p data-bbox="365 327 592 360"><i>Unofficial translation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="365 371 1294 517">– Improve hardware and software as well as interoperability between national and sectoral information systems that allow the automatic transmission of data (hydrometeorological, energy consumption, sectoral statistics, watershed status, etc.) that allow the country to have efficient and useful systems for decision-making in order to face of climate change.</li> <li data-bbox="365 528 1294 595">– Improvement of the data transmission technologies of hydrometeorological and oceanographic stations.</li> <li data-bbox="365 607 1294 663">– Generate technological and human capacity for the management of geographic data that allow to improve the quality of the analysis on vulnerability, risk and adaptation.</li> <li data-bbox="365 674 1082 707">– Generate early warning systems for agriculture, energy sector, etc.</li> <li data-bbox="365 719 1294 775">– Develop Apps and information tools to present the information to the public more efficiently.</li> <li data-bbox="365 786 1294 875">– Policies (and materialization) of open data that allow the government to better access geographical information, satellite images, remote sensors, etc. in order to improve the level of knowledge of vulnerability in the territory.</li> <li data-bbox="365 887 1294 976">– Technological strengthening of the entities generating information and the Environmental Information System at national level, as well as local entities that must use the information to influence the generation of local policies, development strategies, project.</li> <li data-bbox="365 987 1062 1021">– Social ownership of knowledge on adaptation to climate change.</li> <li data-bbox="365 1032 1222 1066">– Improve diffusion through different audiovisual media, radio, massive networks.</li> <li data-bbox="365 1077 1150 1111">– Improve knowledge of the regions to design more appropriate strategies.</li> <li data-bbox="365 1122 1094 1155">– Access to cartography generated by different actors (i.e. mapatons).</li> </ul>

**Q8 What specific technologies or standards for ICT equipment are used by your administration to gather data to monitor climate change? Please select those that are applicable:**

Answers are illustrated in the following figure, where it appears that Satellite systems are the most used (52% of the answers), followed by terrestrial systems (26%).



**Q9 What technologies and/or standards could enhance the gathering of data/information about climate change for your administration?**

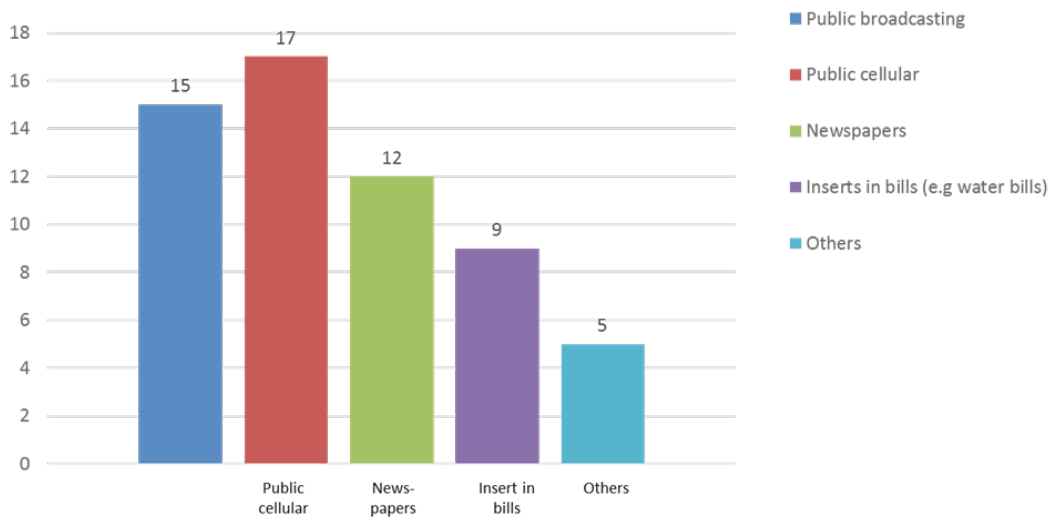
The following answers were provided:

Country	Entity
State of Israel	<i>ATDI France</i> Israel enforces sharing of cellular sites by different operators
Chile	<i>SERMECOOP</i> Unofficial translation: A formal policy, which defines the role, the responsibility, the attributions and resources. So far these are the actions taken at an informal level.
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> Communications technology and information technology
Republic of Korea	<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i> Developing a Geostationary Satellite (GSS) for climate and environmental predictions
Republic of Mali	Stations, des Observatoires etc.
Democratic Republic of the Congo	Systèmes à satellite.
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> Unofficial translation: Satellite systems; Earth systems (fixed and mobile) and submarine system.

Country	Entity
Republic of Colombia	<p><i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i>  <i>Unofficial translation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Greater access to satellite information;</li> <li>– Remote sensors;</li> <li>– Open data in all national and local entities;</li> <li>– Geographic information systems (capacity, management, use of open data);</li> <li>– Information systems (hardware and software) that allow the use of geographic and alphanumeric data efficiently and safely;</li> <li>– Interoperability of existing systems and subsystems;</li> <li>– Accessible modelling tools and training for their management;</li> <li>– Improvement of hydrometeorological and oceanographic stations in data transmission;</li> <li>– Technological capacity of national and local entities in data management.</li> </ul>
Republic of Armenia	<p><i>Ministry of Transport and Communication</i></p> <p>Expansion of the network automated hydrometriological observation stations, improved of the affordable systems for the assessment of the snow cover in mountainous areas for prediction of water resources and flood alarming. The water level measurement in reservoirs in real time for better planning.</p>
State of Palestine	<p><i>Ministry of Telecommunications &amp; Information Technology</i></p> <p>Advanced weather monitoring network; Time series of high-precision remote sensing satellite images.</p>
Belize	High altitude platforms.
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>Terrestrial radio systems (private networks), terrestrial cellular systems and satellite broadcasting.</p>

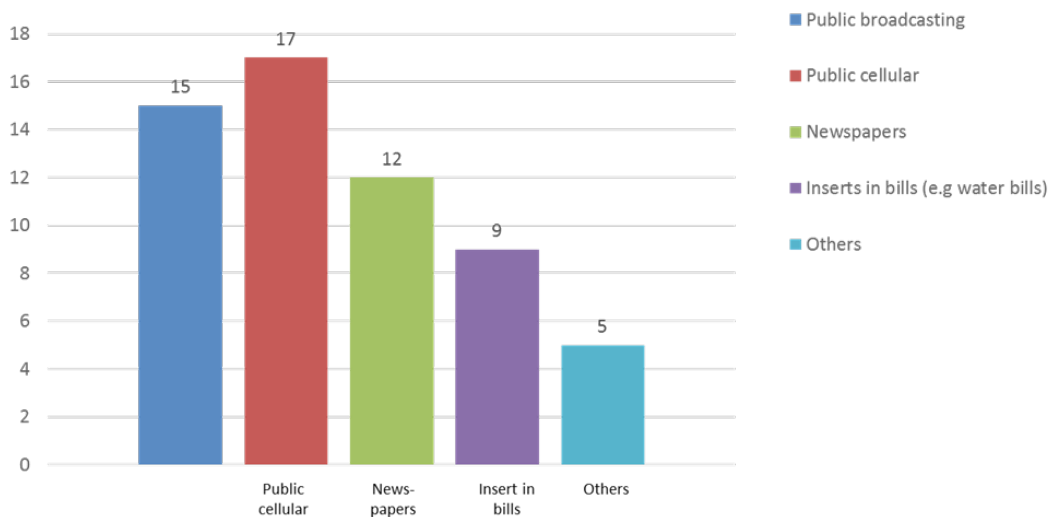
**Q10 What information communication technologies and standards are used by your administration to disseminate information about climate change to those who need it (e.g. in broadcast, Satellite systems)?**

Answers are illustrated in the following figure. Terrestrial systems still represent about 70% of the answers regarding technologies and standards used by administrations to disseminate information about climate change.



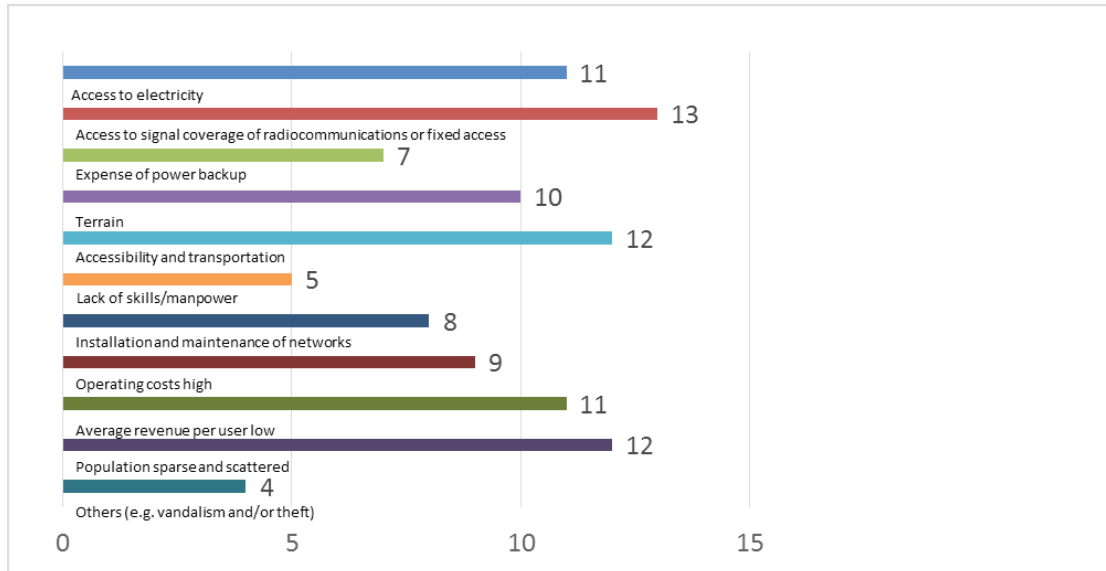
**Q11 What technologies and/or standards could enhance the dissemination of information about climate change to those who need it?**

Answers are illustrated in the following figure. Public cellular was the most often quoted (30%), followed by Public broadcasting and Newspaper.



**Q12 Access to information is important for communities needing to adapt to climate change. What are the challenges to deploying Telecommunication infrastructure in rural/remote areas in your region? Please indicate those that affect you most from the following examples:**

As shown in the following **figure**, there were many challenges to deploying Telecommunication infrastructure in rural/remote areas, almost all equally important. These challenges included Average revenue per user, Access to electricity, Accessibility and transportation, Access to signal coverage of radiocommunications or fixed access, Population scarce or scattered, Expense of power backup, Terrain, Lack of skills/manpower, Installation and maintenance of networks, Operating costs high, Average revenue per user low, Population sparse and scattered, Others (e.g. vandalism and/or theft)



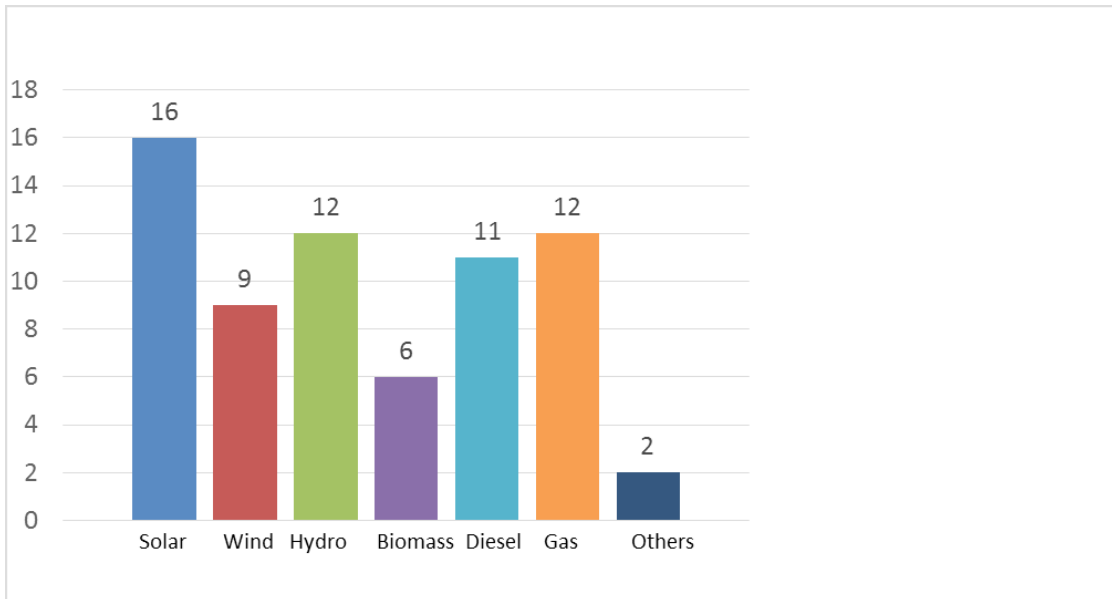
Further information was provided as follows:

Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> <i>Unofficial translation:</i> Not having the necessary electrical energy, the culture of the population.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<i>GSM Association, International</i> See our Mobile for Development activities: <a href="http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/">http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/</a>
Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> The US economic boycott on systems, equipment, devices and spare parts.
Democratic Republic of the Congo	<i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications du Congo (A.R.P.T.C.)</i> <i>Unofficial translation:</i> Lack of road infrastructure to access rural and remote areas and insufficient deployment and/or lack of electricity distribution network
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> <i>Unofficial translation:</i> The main obstacles found are: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Access to electricity: it is not only that the network is not extended but also the power cuts are frequent.</li> <li>– Access to radio signal or fixed access: rugged terrain.</li> <li>– Accessibility and transport: low density of the transport network.</li> <li>– Natural hazards: high frequency of natural disasters due to climate events.</li> </ul>

Country	Entity
Republic of Armenia	<i>Ministry of Transport and Communication</i> Because of the factors/challenges mentioned above, possible investments by private operators in telecommunication projects in rural/remote areas are less cost-effective and require longer payback periods than similar investments in urban areas
State of Palestine	<i>Ministry of Telecommunications &amp; Information Technology</i> Other challenges include the presence of military occupation, resulting in lack of control over territory and of full control over crossing points and imports
Plurinational State of Bolivia	<i>Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i> Municipal authorization for the installation of towers, supports of antennas and telecommunications networks. Installation of telecommunication infrastructures in national protected areas. Opposition of some people in urban areas.
Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i> Brazil is a country with vast territory, where geographical, economic, social and environmental conditions are very different. Overcome the differences and difficulties of this reality, especially those related to access to information for people in remote areas, it is a major challenge for the national strategy related to climate change.

**Q13 What primary and backup energy sources are available in your rural/remote areas?**

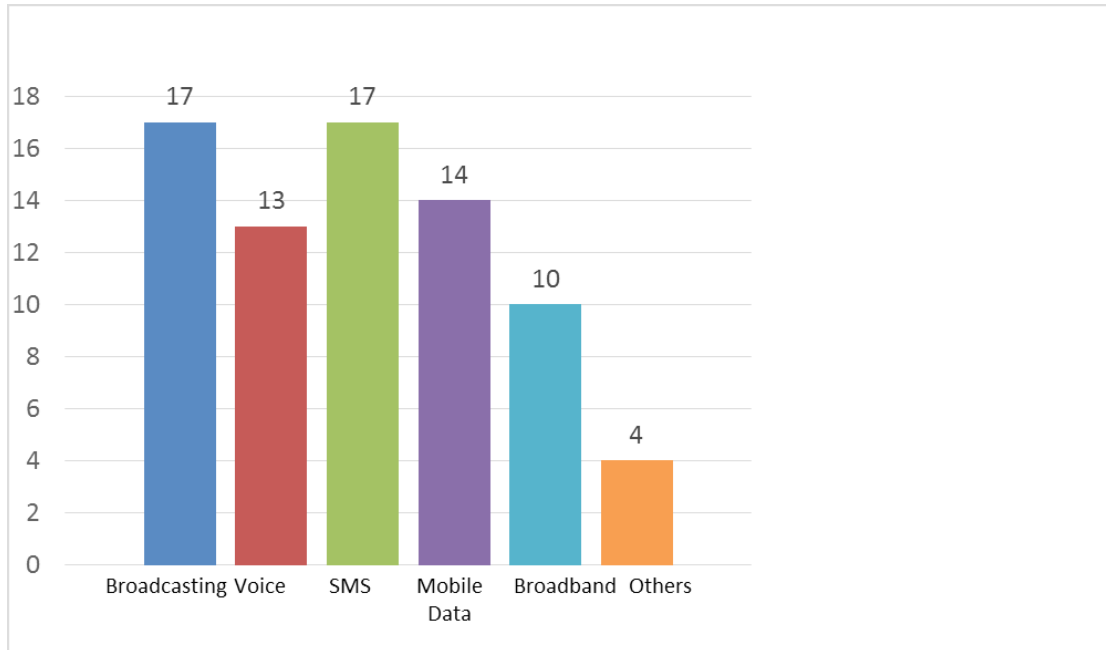
As evidenced in the following figure, solar was the most often quoted (24%), followed by Hydro and Gas (18%). Diesel was 16% of the quotes.





**Q14 What types of broadcasting/telecom/mobile systems are needed to allow enhanced access to information concerning climate change or extreme weather events in rural/remote regions?**

SMS and Broadcasting were the most often quoted (23%), followed by mobile data and voice



Further information was provided as follows:

Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> <i>Unofficial translation: electric energy.</i>
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> <i>Unofficial translation: Fax.</i>
Republic of Colombia	<i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i> <i>Unofficial translation: Television.</i>

Country	Entity
United States of America	<p><i>U.S. Department of State, Bureau of Economic, and Business Affairs Communication and Information Policy, Multilateral Affairs</i></p> <p>Some examples of systems in the United States for extreme weather events or other emergency alerts:</p> <p>Emergency Alert System (EAS): The Emergency Alert System (EAS) is a national public warning system that requires broadcasters, cable television systems, wireless cable systems, Satellite Digital Audio Radio Service (SDARS) providers, and Direct Broadcast Satellite (DBS) providers to provide the communications capability to the President to address the American public during a national emergency.</p> <p>Additionally, EAS equipment can directly monitor the National Weather Service for local weather and other emergency alerts, which local broadcast stations, cable systems, and other EAS participants can then rebroadcast, providing an almost immediate relay of local emergency messages to the public.</p> <p>Wireless Emergency Alerts (WEA): WEA is a public safety system that allows customers who own certain wireless phones and other enabled mobile devices to receive geographically-targeted, text-like messages alerting them of imminent threats to safety in their area. The technology ensures that emergency alerts will not get stuck in highly congested areas, which can happen with standard mobile voice and texting services. Wireless companies volunteer to participate in WEA.</p> <p>WEA enables government officials to target emergency alerts to specific geographic areas through cell towers that broadcast the emergency alerts for reception by WEA-enabled mobile devices.</p> <p>The alerts from authenticated public safety officials are sent through the Federal Emergency Management Agency's (FEMA's) Integrated Public Alert and Warning System (IPAWS) to participating wireless carriers, which then push the alerts from cell towers to mobile devices in the affected area. The alerts appear like text messages on mobile devices.</p> <p>Both EAS and WEA are part of FEMA's IPAWS, which is a modernization and integration of the nation's alert and warning infrastructure. IPAWS provides public safety officials with an effective way to alert and warn the public about serious emergencies using the EAS, WEA and other public alerting systems from a single interface.</p>

**Q15 What are the educational means in rural/remote regions to train individuals for the use of ICTs for adaptation to climate change?**

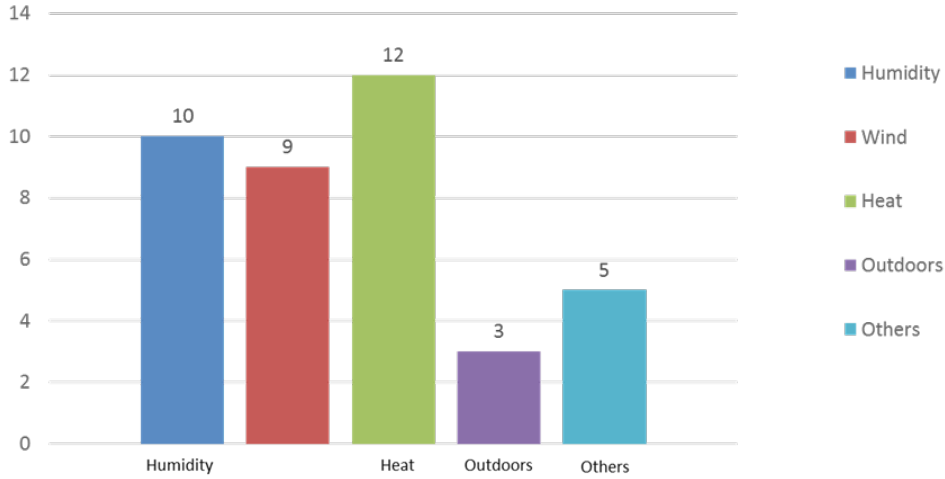
The following answers were received:

Country	Entity
Chile	<p><i>SERMECOOP</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> There are several possibilities, but a good motivation is required, based on the advantages and/or benefits for them to adapt themselves to those effects. Given the culture of these areas it is not useful to talk about benefits for the country and/or the world.</p>
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p><i>GSM Association (International)</i></p> <p>See our Mobile for Development activities:  <a href="http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/">http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/</a></p>
Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Rare or none.</p>

Country	Entity
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Universal access services.</li> <li>– Awareness-raising and educational campaigns.</li> </ul>
Republic of Korea	<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i> Providing necessary facilities.
Republic of Mali	<i>Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC e (Mali)</i> <i>Unofficial translation:</i> Existence of strategy documents, existence of technical services of the State, NGOs etc.
Democratic Republic of the Congo	<i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications (Dem. Rep. of the Congo)</i> <i>Unofficial translation:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Installation of telecenters for the community;</li> <li>– Churches;</li> <li>– Schools.</li> </ul>
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> <i>Unofficial translation:</i> seminars; broadcasts/community radio and television; awareness campaigns; associations and religious networks; written materials (leaflets, posters, banners, technical sheets...).
Republic of Colombia	<i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i> There are good possibilities to the extent that strategies are designed taking into account the local needs and conditions of vulnerability and having a component of social ownership. In Colombia, we have worked on some pilot projects of this type from which important lessons have been learned. In addition, it would be necessary to ensure the coverage of data networks in such remote areas and the capacity of national and local institutions to generate the necessary data in a sustainable manner over time.
Republic of Armenia	<i>Ministry of Transport and Communication</i> E-Learning tools, booklets, leaflets, etc.
State of Palestine	<i>Ministry of Telecommunications &amp; Information Technology</i> Educational and training workshops; Instructional materials (leaflets, compact discs).
Plurinational State of Bolivia	<i>Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i> The training should be carried out by the Plurinational Authority of Mother Earth [Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra] under the Ministry of Environment and Water as the head of sector on the issue of climate change.
Federative Republic of Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i> As already mentioned, Brazil is a country with vast territory, where geographical, economic, social and environmental conditions are very different. In rural / remote areas, educational facilities are also very different, but we believe that the recent spread of modern media (such as Internet, mobile and social networks) is presented as a viable option to be used as appropriate educational means.

**Q16** Some systems are specifically developed for developing countries; most of them have some features that are not essential enough to justify their cost and/or lack the required specification to meet the existing conditions in developing countries. What are the conditions requiring specific features that are essential in rural/remote regions in your country?

Heat was the most often quoted condition (31%), followed by Humidity (25%) and Wind (23%).



## Annex 2: List of contributions received for Question 6/2 during study period 2014-2017

The contributions received for consideration by Question 6/2 are listed below.

### Question 6/2 contributions for Rapporteur Group and Study Group meetings

Web	Received	Source	Title
<b>2/466</b> <b>+Ann.1</b>	2017-03-23	Argentine Republic	Pursuing UN Sustainable Development Goals through IoT for irrigation systems
<b>2/443</b>	2017-01-19	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group meeting on Question 6/2, Geneva, 19 January 2017
<b>2/418</b> <b>[OR]</b>	2017-02-17	Rapporteur for Question 6/2	Final Report for Question 6/2
<b>RGQ/237</b> <b>+ Ann.1</b>	2016-12-22	Rapporteur for Question 6/2	Proposed Annex 1 to Question 6/2 final report
<b>RGQ/232</b>	2016-12-08	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and climate change
<b>RGQ/223</b>	2016-11-29	Rapporteur for Question 6/2	Proposed text for clause 2.3 on submarine systems for climate change monitoring
<b>RGQ/222</b>	2016-11-29	Rapporteur for Question 6/2	Proposed text for clause 2.1 on terrestrial systems for climate change monitoring
<b>RGQ/214</b> <b>[OR]</b>	2016-11-25	Rapporteur for Question 6/2	Draft Final Report for Question 6/2
<b>2/372</b>	2016-09-13	Telecommunication Development Bureau	Overview of input received through the ITU-D Study Group 2 consolidated survey for Questions 6/2, 7/2 and 8/2
<b>2/363</b>	2016-09-13	France	Proposed revision of report on question 6/2 on ICT and climate change
<b>2/356</b>	2016-09-07	Qualcomm, Inc.	India- Stove Trace Case Study
<b>2/336</b>	2016-08-09	The ITU Association of Japan	Proposal for recycling method of lead acid battery
<b>2/331</b> <b>(Rev.1)</b>	2016-08-12	Alcatel-Lucent France, Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG	Revised outline of output report for Question 6/2 - Section 4
<b>2/327</b>	2016-08-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
<b>2/324</b>	2016-08-11	Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG, Alcatel-Lucent France	Revised outline of output report for Question 6/2

Web	Received	Source	Title
<b>2/275</b>	2016-06-29	Orange (France)	Utilisation de l'énergie solaire pour les réseaux mobiles des pays en développement
<b>2/267</b> [OR]	2016-04-27	Rapporteur for Question 6/2	Draft Question 6/2 report following the 25 April 2016 Q6/2 meeting
<b>2/262</b>	2016-04-25	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 6/2, Geneva, 25 April 2016
<b>RGQ/167</b>	2016-04-26	Rapporteur for Question 6/2	Working document: draft Question 6/2 report following the 25 April 2016 Q6/2 meeting
<b>RGQ/165 +Ann.1</b>	2016-04-25	France	COP21- Résultats et prochaines étapes
<b>RGQ/160</b>	2016-04-08	France	Proposal for the Question 6/2 output report
<b>RGQ/154</b>	2016-04-05	United States of America	Proposed revision of clause 1 of the Q6/2 report
<b>RGQ/153</b>	2016-04-05	United States of America	Proposed editorial revision of clause 2.2 of the Q6/2
<b>RGQ/152</b>	2016-04-05	United States of America	Proposed text for clause 2.4 of the Q6/2 report
<b>RGQ/151</b>	2016-04-05	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
<b>RGQ/134</b>	2016-03-30	Orange	Utilisation de l'énergie solaire pour les réseaux des pays en développement
<b>RGQ/109</b>	2016-03-02	France	Réduire la consommation énergétique des TIC
<b>2/248</b>	2015-09-14	Rapporteur for Question 6/2	Outline of output report for Question 6/2
<b>2/226</b>	2015-08-19	Democratic Republic of the Congo	Initiatives internationales sur les changements climatiques
<b>2/195</b>	2015-07-26	United States of America	Proposed initial text for clause 2.2 of the Q6/2 report
<b>2/194</b>	2015-07-26	United States of America	Comments on the draft outline of the Q6/2 report
<b>2/168</b>	2015-07-22	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
<b>2/162</b>	2015-07-21	France	Éléments scientifiques sur le changement climatique
<b>2/161</b>	2015-07-21	France	The connected and sustainable city
<b>2/152</b>	2015-07-06	Rapporteur for Question 6/2	Draft Questionnaire on ICT and Climate Change
<b>2/151</b>	2015-07-06	Rapporteur for Question 6/2	Draft table of contents for Question 6/2: ICT and climate change

Web	Received	Source	Title
<b>2/138</b>	2015-05-08	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 6/2, Geneva, 28 April 2015
<b>RGQ/68</b>	2015-04-14	KDDI Corporation	Mobile base stations with tribrid electric control technology
<b>RGQ/53 Rev.1</b>	2015-03-21	France	Éléments scientifiques sur le changement climatique
<b>RGQ/49</b>	2015-03-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and climate change? Trends in telecommunication reform 2010 Chapter on climate change
<b>RGQ/39</b>	2015-03-11	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and climate change
<b>RGQ/10</b>	2014-12-15	Rapporteur for Question 6/2	Draft work plan for Question 6/2
<b>2/89</b>	2014-09-09	General Secretariat	WSIS Stocktaking: Success stories
<b>2/87</b>	2014-09-08	General Secretariat	Report on WSIS Stocktaking 2014
<b>2/85</b>	2014-09-08	Alcatel-Lucent France	Proposal for initial work plan for Question 6/2
<b>2/47</b>	2014-08-14	BDT Focal Point for Question 6/2	Work of ITU in the area of ICTs and Climate Change
<b>2/33</b>	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	Executive summary of the Working Party 3 of ITU-T Study Group 5 meeting (Geneva, 19-23 May 2014)
<b>2/32</b>	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	Executive summary of the ITU-T Study Group 5 meeting (Lima, 2-13 December 2013)
<b>2/31</b>	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	ITU-T activities on ICTs, the environment and climate change

#### Liaison Statements

Web	Received	Source	Title
<b>1/272</b>	2016-05-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study 1 and 2 on updates on ITU-T SG 5 activities relevant to ITU-D study groups
<b>1/268</b>	2016-04-11	ITU-R Working Party 7C	Liaison Statement from ITU-R Working Party 7C to ITU-D SG2 on Response on ICT and climate change
<b>RGQ/87</b>	2015-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 on ITU-D SG2 Q6/2 work for the 2014-2017 study period

Web	Received	Source	Title
<b>RGQ/33</b>	2015-03-03	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 on the Executive Summary of the ITU-T Study Group 5 Meeting
<b>RGQ/21</b>	2015-02-09	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 6/2 on Inviting ITU-D Study Group 2 Question 6 to provide information to Question 15/5 "ICTs and adaptation to the effects of climate change" with respect to work item: Recommendation ITU-T L.1500 Supplement on Adaptation

---



**Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)  
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)  
Oficina del Director**

Place des Nations  
CH-1211 Ginebra 20 – Suiza  
Correo-e: [bdtdirector@itu.int](mailto:bdtdirector@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5035/5435  
Fax: +41 22 730 5484

**Director Adjunto y  
Jefe del Departamento de  
Administración y Coordinación  
de las Operaciones (DDR)**

Correo-e: [bdtdeputydir@itu.int](mailto:bdtdeputydir@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5784  
Fax: +41 22 730 5484

**Departamento de Infraestructura,  
Entorno Habilitador y  
Ciberaplicaciones (IEE)**

Correo-e: [bdtiee@itu.int](mailto:bdtiee@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5421  
Fax: +41 22 730 5484

**Departamento de Innovación y  
Asociaciones (IP)**

Correo-e: [bdtip@itu.int](mailto:bdtip@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5900  
Fax: +41 22 730 5484

**Departamento de Proyectos y  
Gestión del Conocimiento (PKM)**

Correo-e: [bdtpkm@itu.int](mailto:bdtpkm@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 5447  
Fax: +41 22 730 5484

## África

**Etiopía  
International Telecommunication  
Union (ITU)**

**Oficina Regional**  
P.O. Box 60 005  
Gambia Rd., Leghar ETC Building  
3rd floor  
Addis Ababa – Etiopía

Correo-e: [ituaddis@itu.int](mailto:ituaddis@itu.int)  
Tel.: +251 11 551 4977  
Tel.: +251 11 551 4855  
Tel.: +251 11 551 8328  
Fax: +251 11 551 7299

**Camerún  
Union internationale des  
télécommunications (UIT)**

**Oficina de Zona**  
Immeuble CAMPOST, 3<sup>e</sup> étage  
Boulevard du 20 mai  
Boîte postale 11017  
Yaoundé – Camerún

Correo-e: [itu-yaounde@itu.int](mailto:itu-yaounde@itu.int)  
Tel.: + 237 22 22 9292  
Tel.: + 237 22 22 9291  
Fax: + 237 22 22 9297

**Senegal  
Union internationale des  
télécommunications (UIT)**

**Oficina de Zona**  
8, Route du Méridien  
Immeuble Rokhaya  
B.P. 29471 Dakar-Yoff  
Dakar – Senegal

Correo-e: [itu-dakar@itu.int](mailto:itu-dakar@itu.int)  
Tel.: +221 33 859 7010  
Tel.: +221 33 859 7021  
Fax: +221 33 868 6386

**Zimbabwe  
International Telecommunication  
Union (ITU)**

**Oficina de Zona de la UIT**  
TelOne Centre for Learning  
Corner Samora Machel and  
Hampton Road  
P.O. Box BE 792 Belvedere  
Harare – Zimbabwe

Correo-e: [itu-harare@itu.int](mailto:itu-harare@itu.int)  
Tel.: +263 4 77 5939  
Tel.: +263 4 77 5941  
Fax: +263 4 77 1257

## Américas

**Brasil  
União Internacional de  
Telecomunicações (UIT)**

**Oficina Regional**  
SAUS Quadra 06, Bloco "E"  
10<sup>o</sup> andar, Ala Sul  
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)  
70070-940 Brasília, DF – Brazil

Correo-e: [itubrasilia@itu.int](mailto:itubrasilia@itu.int)  
Tel.: +55 61 2312 2730-1  
Tel.: +55 61 2312 2733-5  
Fax: +55 61 2312 2738

**Barbados  
International Telecommunication  
Union (ITU)**

**Oficina de Zona**  
United Nations House  
Marine Gardens  
Hastings, Christ Church  
P.O. Box 1047  
Bridgetown – Barbados

Correo-e: [itubridgetown@itu.int](mailto:itubridgetown@itu.int)  
Tel.: +1 246 431 0343/4  
Fax: +1 246 437 7403

**Chile  
Unión Internacional de  
Telecomunicaciones (UIT)**

**Oficina de Representación de Área**  
Merced 753, 4.º piso  
Casilla 50484 – Plaza de Armas  
Santiago de Chile – Chile

Correo-e: [itusantiago@itu.int](mailto:itusantiago@itu.int)  
Tel.: +56 2 632 6134/6147  
Fax: +56 2 632 6154

**Honduras  
Unión Internacional de  
Telecomunicaciones (UIT)**

**Oficina de Representación de Área**  
Colonia Palmira, Avenida Brasil  
Ed. COMTELCA/UIT, 4.º piso  
P.O. Box 976  
Tegucigalpa – Honduras

Correo-e: [itutegucigalpa@itu.int](mailto:itutegucigalpa@itu.int)  
Tel.: +504 22 201 074  
Fax: +504 22 201 075

## Estados Árabes

**Egipto  
International Telecommunication  
Union (ITU)**  
**Oficina Regional**  
Smart Village, Building B 147, 3rd floor  
Km 28 Cairo – Alexandria Desert Road  
Giza Governorate  
El Cairo – Egipto

Correo-e: [itu-ro-arabstates@itu.int](mailto:itu-ro-arabstates@itu.int)  
Tel.: +202 3537 1777  
Fax: +202 3537 1888

## Asia-Pacífico

**Tailandia  
International Telecommunication  
Union (ITU)**  
**Oficina de Zona**  
Thailand Post Training Center, 5th floor  
111 Chaengwattana Road, Laksi  
Bangkok 10210 – Tailandia

Dirección postal:  
P.O. Box 178, Laksi Post Office  
Laksi, Bangkok 10210, Tailandia

Correo-e: [itubangkok@itu.int](mailto:itubangkok@itu.int)  
Tel.: +66 2 575 0055  
Fax: +66 2 575 3507

**Indonesia  
International Telecommunication  
Union (ITU)**

**Oficina de Zona**  
Sapta Pesona Building, 13th floor  
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17  
Jakarta 10110 – Indonesia

Dirección postal:  
c/o UNDP – P.O. Box 2338  
Jakarta 10110 – Indonesia

Correo-e: [itujakarta@itu.int](mailto:itujakarta@itu.int)  
Tel.: +62 21 381 3572  
Tel.: +62 21 380 2322/2324  
Fax: +62 21 389 05521

## Países de la CEI

**Federación de Rusia  
International Telecommunication  
Union (ITU)**  
**Oficina de Zona**  
4, Building 1  
Sergiy Radonezhsky Str.  
Moscú 105120 – Federación de Rusia

Dirección postal:  
P.O. Box 47 – Moscú 105120  
Federación de Rusia

Correo-e: [itumoskow@itu.int](mailto:itumoskow@itu.int)  
Tel.: +7 495 926 6070  
Fax: +7 495 926 6073

## Europa

**Suiza  
Unión Internacional de las  
Telecomunicaciones (UIT)  
Oficina de Desarrollo de las  
Telecomunicaciones (BDT)  
Oficina de Zona**

Place des Nations  
CH-1211 Ginebra 20 – Suiza  
Correo-e: [eurregion@itu.int](mailto:eurregion@itu.int)  
Tel.: +41 22 730 6065

Unión Internacional de Telecomunicaciones  
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones  
Place des Nations  
CH-1211 Ginebra 20  
Suiza  
[www.itu.int](http://www.itu.int)

ISBN 978-92-61-23123-1



9 789261 231231

Impreso en Suiza  
Ginebra, 2017