

Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D

Últimas novedades sobre las estrategias y políticas relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos Periodo de estudios 2022-2025



Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D

**Últimas novedades sobre
las estrategias y políticas
relativas a la exposición de
las personas a los campos
electromagnéticos**

Periodo de estudios 2022-2025



Últimas novedades sobre las estrategias y políticas relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos: Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D para el periodo de estudios 2022-2025

ISBN 978-92-61-41263-0 (versión electrónica)

ISBN 978-92-61-41273-9 (versión EPUB)

© Unión Internacional de Telecomunicaciones 2025

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Place des Nations, CH-1211 Ginebra (Suiza)

Algunos derechos reservados. Esta obra se ha puesto a disposición del público con arreglo a una licencia Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share Alike 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO).

De acuerdo con los términos de dicha licencia, el contenido de esta obra podrá copiarse, redistribuirse y adaptarse con fines no comerciales, siempre y cuando se cite adecuadamente, tal y como se indica a continuación. Cualquiera que sea la utilización de esta obra, no debe sugerirse que la UIT respalda a ninguna organización, producto o servicio específico. No se permite la utilización no autorizada de los nombres o logotipos de la UIT. Si se adapta la obra, se deberá conceder una licencia para su uso bajo la misma licencia Creative Commons o una equivalente. Si se realiza una traducción de esta obra, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto con la cita sugerida: "Esta traducción no ha sido realizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). La UIT no se responsabiliza del contenido ni de la exactitud de esta traducción.

La edición original en inglés será la edición vinculante y auténtica".

Para más información, sírvase consultar la página

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/es>

Cita propuesta. Últimas novedades sobre las estrategias y políticas relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos: Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D para el periodo de estudios 2022-2025. Ginebra: Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2025. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Material de terceras partes. Si desea reutilizar material de terceras partes incluido en esta obra, véanse cuadros, figuras o imágenes, es su responsabilidad determinar si se necesita un permiso a tal efecto y obtenerlo del titular de los derechos de autor. La responsabilidad de las demandas resultantes de la infracción de cualquier componente de la obra que sea propiedad de un tercero recae exclusivamente en el usuario.

Descargo de responsabilidad. Las denominaciones empleadas y el material presentado en esta publicación no implican la expresión de opinión alguna por parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ni de la Secretaría de la UIT en relación con la situación jurídica de ningún país, territorio, ciudad o zona ni de sus autoridades, ni en relación con la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de empresas específicas o de productos de determinados fabricantes no implica que la UIT los apruebe o recomiende con preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Salvo error u omisión, las denominaciones de los productos patentados se distinguen mediante iniciales en mayúsculas.

La UIT ha tomado todas las precauciones razonables para comprobar la información contenida en la presente publicación. Sin embargo, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni expresa ni implícita. La responsabilidad respecto de la interpretación y del uso del material recae en el lector.

Las opiniones, resultados y conclusiones que se expresan en la presente publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de la UIT o de sus miembros.

Créditos de la foto de portada: Adobe Stock

Agradecimientos

Las Comisiones de Estudio del Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-D) constituyen una plataforma neutral en la que expertos de gobiernos, del sector privado, de organizaciones de telecomunicaciones y de instituciones académicas de todo el mundo se reúnen para elaborar herramientas y recursos prácticos a fin de abordar problemas del desarrollo. En ese contexto, las dos Comisiones de Estudio del UIT-D se encargan de elaborar informes, directrices y recomendaciones basados en las aportaciones que reciben de los miembros. Las Cuestiones de estudio se deciden cada cuatro años en la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT). Los miembros de la UIT, reunidos en la CMDT-22 en Kigali en junio de 2022, acordaron que, de cara al periodo de estudios 2022-2025, la Comisión de Estudio 2 se ocuparía de siete Cuestiones enmarcadas en el ámbito general de la transformación digital.

El presente Informe se ha elaborado en respuesta a la Cuestión 7/2: **Estrategias y políticas relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos**, bajo la dirección y coordinación generales del equipo directivo de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D, presidida por el Sr. Fadel Digham (República Árabe de Egipto) con el apoyo de los siguientes Vicepresidentes: Sr. Abdelaziz Alzarooni (Emiratos Árabes Unidos), Sra. Zainab Ardo (República Federal de Nigeria), Sr. Javokhir Aripov (República de Uzbekistán), Sra. Carmen-Mădălina Clapon (Rumania), Sr. Mushfig Guluyev (República de Azerbaiyán), Sr. Hideo Imanaka (Japón), Sra. Mina Seonmin Jun (República de Corea), Sr. Mohamed Lamine Minthe (República de Guinea), Sr. Víctor Antonio Martínez Sánchez (República del Paraguay), Sra. Alina Modan (Rumania)¹, Sr. Diyor Rajabov (República de Uzbekistán)¹, Sr. Tongning Wu (República Popular de China) y Sr. Dominique WürGES (Francia).

El Informe ha sido redactado por los Correlatores para la Cuestión 7/2, Sr. Haim Mazar (Estado de Israel) y Sr. Tongning Wu (República Popular de China), en colaboración con los siguientes Vicerrelatores: Sr. Diarrassouba Bakary (República de Côte d'Ivoire), Sra. Aminata Niang Diagne (República de Senegal), Sr. Gregory Domond (República de Haití)¹, Sr. Mehmet Akif Esin (República de Türkiye), Sr. Wenhua Ma (Instituto de Comunicaciones de China), Sra. Keamogetswe Matomela (República de Botswana), Sr. Diao Toure (República de Guinea) y Sr. Hüseyin Avni Yavuzarslan (República de Türkiye)¹, así como de los siguientes participantes activos: Sr. Michael Milligan (Mobile & Wireless Forum IVZW) y Sr. Jack Rowley (Asociación GSM - GSMA).

Merecen un agradecimiento especial los autores de capítulos, Sr. Tongning Wu (República Popular de China) (Capítulo 1), Sr. Haim Mazar (Estado de Israel) (Capítulo 2), Sr. Michael Milligan (Mobile & Wireless Forum IVZW) (Capítulo 3) y Sr. Jack Rowley (GSMA) (Resumen ejecutivo y Capítulo 4), por su dedicación, apoyo y conocimientos.

El Informe se ha elaborado con el apoyo tanto de los coordinadores de la Cuestión 7/2 del UIT-D, los editores y el equipo de producción de publicaciones, como de la secretaría de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D.

¹ Se retiraron durante el periodo de estudios.

Índice

Agradecimientos	iii
Resumen ejecutivo	vii
Abreviaturas y acrónimos	ix
Capítulo 1 - Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcance del Informe	2
Capítulo 2 - Actividades internacionales relacionadas con la exposición a CEM- FR (desde 2022)	5
2.1 Actividades de la UIT	5
2.1.1 Resoluciones de la UIT sobre exposición de las personas a los campos electromagnéticos	5
2.1.2 Actividades de los Sectores de la UIT	5
2.2 Actividades de la OMS y la ICNIRP	7
2.3 Actividades del IEEE y la CEI	9
2.3.1 Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)	9
2.3.2 Comisión Electrotécnica Internacional (CEI)	9
2.4 Buenas prácticas y límites internacionales de exposición a CEM-RF	12
Capítulo 3 - Avances relacionados con la exposición a campos de radiofrecuencias (RF)	13
3.1 Iniciativas nacionales	13
3.2 Avances relativos a hipótesis de exposición a CEM-RF específicas	17
3.2.1 Exposición a CEM-RF de dispositivos de Internet de las cosas (IoT) y dispositivos inteligentes	17
3.2.2 Exposición a CEM de dispositivos de IoT industrial y Transferencia inalámbrica de potencia por haces (TIP por haces)	19
3.2.3 Exposición a CEM de teléfonos móviles para comunicaciones por satélite	19
3.2.4 Exposición a CEM-RF en las proximidades de las escuelas	21
3.2.5 Exposición a CEM-RF en las proximidades de hospitales	22
3.2.6 Evaluación de la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias de redes 5G (IMT)	22
3.3 Consecuencias de las políticas restrictivas del despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones	23

3.4	Exposición a CEM-RF de teléfonos móviles.....	24
Capítulo 4 - Definición de políticas sobre CEM-RF para transmisores radioeléctricos.....		26
4.1	Elaboración de un marco jurídico nacional sobre CEM.....	26
4.2	Comunicación de riesgos, gestión de riesgos y desinformación sobre los CEM.....	30
4.2.1	Comunicación de riesgos	31
4.2.2	Gestión de riesgos	33
4.2.3	Desinformación sobre los CEM	34
4.3	Métodos de evaluación de la exposición a CEM-RF	35
4.4	Conclusión	36
Annex: List of contributions and liaison statements received on Question 7/2.....		38

Lista de cuadros y figuras

Cuadros

Cuadro 1: Restricciones básicas para la exposición a CEM entre 100 kHz y 300 GHz, establecidas por diferentes documentos orientativos..... 27

Figuras

Figura 1: Niveles combinados de CEM-RF en función de la distancia, para dispositivos individuales y en total (el límite de exposición pública internacional a 2,45 GHz es de 10 000 mW/m²) 18

Figura 2: Tasa de abonos a la telefonía móvil celular en todo el mundo..... 19

Figura 3: Aumento de las zonas de cumplimiento con límites restrictivos (límites de densidad de potencia representados) 29

Figura 4: Aumento de la percepción del riesgo cuando se reducen los límites (límites de densidad de potencia representados) 30

Figura 5: Niveles de CEM-RF alrededor de las estaciones base (límites de densidad de potencia representados)..... 36

Resumen ejecutivo

Las tecnologías inalámbricas, como los teléfonos móviles y las tabletas entre otros dispositivos inalámbricos, han pasado a ser indispensables en la vida cotidiana. Permiten que las personas accedan a Internet en todo el mundo y puedan aprovechar sus ventajas. Puesto que los campos electromagnéticos de radiofrecuencias (CEM-RF) se utilizan ampliamente en las telecomunicaciones, el surgimiento de cada nueva generación de tecnología inalámbrica (así como de nuevas aplicaciones como la Internet de las cosas industrial (IIoT) y las redes no terrenales (RNT)), ha suscitado preocupaciones relacionadas con los posibles peligros para la salud que provoca la exposición a CEM-RF.

El Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R) y el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) se centran en los aspectos técnicos de los CEM-RF, mientras que el Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones (UIT-D) se ocupa de las estrategias y políticas relativas a la exposición de las personas. Este Informe abarca una esfera especializada y alude a organismos y opiniones de expertos científicos para proporcionar información suplementaria. La exposición a los CEM-RF es un tema importante para los responsables de la formulación de políticas que desean proteger a la población sin que sea necesario adoptar políticas restrictivas innecesarias que puedan afectar negativamente a la prestación de servicios de CEM-RF.

La UIT colabora con la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) para garantizar la armonización del contenido técnico de las normas de cumplimiento de CEM-RF para teléfonos móviles y estaciones base. Para evaluar las antenas 5G activas con precisión, es necesario utilizar factores de reducción de potencia. Las evaluaciones de CEM-RF en los emplazamientos de las estaciones base muestran que los niveles de exposición son bajos en relación con las directrices internacionales y no han experimentado grandes cambios con el paso del tiempo.

A lo largo de las dos o tres últimas décadas se han estudiado detenidamente los efectos sobre la salud de los teléfonos y redes móviles sin que se hayan encontrado pruebas fehacientes de vínculo alguno entre la exposición a niveles de CEM-RF por debajo de los umbrales definidos por órganos internacionales y riesgos para la salud. La mayoría de organizaciones internacionales coinciden con estas conclusiones.

Los Estados Miembros de la UIT son soberanos y fijan sus propias normas nacionales de exposición a los campos electromagnéticos (CEM). La mayoría de reglamentos nacionales se basan en las directrices tecnológicamente independientes de la Comisión Internacional sobre Protección contra las Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP). Algunos países imponen además restricciones a la instalación de transmisores a menos de unas distancias concretas de instalaciones específicas, por ejemplo, hospitales o escuelas. Sin embargo, los estudios de medición realizados en países con políticas restrictivas y sin ellas muestran que la exposición a todas las fuentes de CEM-RF siguen muy por debajo de los límites de la ICNIRP. Esto sugiere que no se necesitan tales políticas para lograr niveles bajos de exposición a los CEM-RF y pueden imponer limitaciones a las infraestructuras comunitarias. La preocupación por los posibles riesgos futuros para la salud ha llevado a algunos países a recomendar limitar el uso de fuentes inalámbricas para ciertos grupos demográficos. Aunque no hay pruebas fehacientes de efecto negativo alguno para la salud, estos grupos podrían adoptar precauciones innecesarias para limitar la exposición a los CEM-RF, repercutiendo en su trabajo y en su vida cotidiana.

Se insta a las administraciones a seguir las Directrices de la ICNIRP para limitar la exposición a los campos electromagnéticos (100 kHz a 300 GHz) (Directrices ICNIRP (2020)), las normas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos o los límites que fijen sus propios expertos. La práctica más recomendable para las administraciones que decidan utilizar los límites internacionales de exposición a los CEM-RF será limitar los niveles de exposición por debajo de los umbrales definidos en las [Directrices ICNIRP \(2020\)](#).

Las administraciones tienen que tomar muchas decisiones a la hora de elaborar o actualizar sus políticas nacionales sobre límites de exposición a los CEM. Además de los límites de exposición, también deben considerar cómo garantizar su cumplimiento. Aunque en muchos casos esto se hace mediante una autodeclaración del operador, también existen ejemplos de métodos alternativos, como las evaluaciones externas. A la hora de definir las políticas nacionales, también es importante garantizar la comunicación eficaz con el público. El objetivo principal de la comunicación de riesgos es mantener informada a la población y crear confianza mutua.

Abreviaturas y acrónimos

Abreviatura	Término
2G	tecnología móvil de segunda generación
3G	tecnología móvil de tercera generación
4G	tecnología móvil de cuarta generación
5G	tecnología móvil de quinta generación ²
CE	Comisión de Estudio
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CEM	campo electromagnético
CEM-RF	campo electromagnético de radiofrecuencias
CIIC	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer
CT	ciclo de trabajo
GT	Grupo de Trabajo
ICNIRP	Comisión Internacional sobre Protección contra las Radiaciones no Ionizantes (<i>International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection</i>)
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>)
IIoT	Internet de las cosas industrial (<i>industrial Internet of things</i>)
IoT	Internet de las cosas (<i>Internet of things</i>)
OMS	Organización Mundial de la Salud
RF	radiofrecuencia
RNT	redes no terrenales
SAR	tasa de absorción específica (<i>specific energy absorption rate</i>)
SMS	servicio móvil por satélite
TIP	transferencia inalámbrica de potencia

² Aunque en este documento se procura citar y utilizar adecuadamente las definiciones oficiales de las generaciones de IMT (véase la Resolución [UIT-R 56](#), "Denominación de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales"), en partes de este documento se presenta material facilitado por los miembros de la UIT en el que se suele utilizar la denominación comercial "xG". No siempre resulta posible establecer la correspondencia con una generación de IMT específica, pues se desconocen los criterios utilizados por los miembros, pero, por norma general, IMT-2000, IMT-Avanzadas, IMT-2020 e IMT-2030 equivalen respectivamente a 3G/4G/5G/6G.

Capítulo 1 – Introducción

1.1 Antecedentes

Las tecnologías inalámbricas, como los teléfonos móviles y las tabletas entre otros dispositivos inalámbricos, han pasado a ser indispensables en la vida cotidiana. Permiten que las personas accedan a Internet en todo el mundo y puedan aprovechar sus ventajas. A lo largo de la última década, las redes 3G y 4G han experimentado cada vez más dificultades para soportar las nuevas aplicaciones y para funcionar en nuevas configuraciones, como hogares y edificios inteligentes, ciudades más inteligentes y limpias y de automóviles de conducción autónoma, sistemas de seguridad vial y otros sistemas de transporte inteligente, vídeo 3D, trabajo y ocio en la nube, servicios de telemedicina, realidad virtual o aumentada, y comunicaciones masivas de máquina a máquina para fines de automatización o producción industriales.

A lo largo de este periodo de estudios, se han desplegado redes 5G (IMT-2000) en muchas regiones para proporcionar conexión a los servicios mencionados. Los CEM-RF se utilizan ampliamente en las telecomunicaciones y cada nueva generación de tecnología inalámbrica ha suscitado preocupaciones relacionadas con las posibles consecuencias para la salud derivadas de la exposición a CEM-RF. Anteriormente, los transmisores de tecnologías inalámbricas operaban por lo general por debajo de 6 GHz. Sin embargo, a raíz de la creciente demanda de velocidades de transmisión de datos más elevadas y de servicios de mejor calidad y menor latencia, cabe prever que la próxima generación de tecnologías inalámbricas utilice frecuencias superiores a 6 GHz, o incluso la gama de "ondas milimétricas" (30-300 GHz).

Los amplios estudios efectuados a lo largo de los dos o tres últimos decenios sobre los efectos en la salud de la exposición a los CEM emitidos por los teléfonos móviles no han revelado que exista un mayor riesgo para la salud por la exposición a campos electromagnéticos por debajo de los niveles especificados por los organismos internacionales. Aunque también se han estudiado los campos de radiofrecuencias (RF) en frecuencias inferiores, también se han realizado estudios sobre los efectos de los campos de RF en frecuencias superiores a 6 GHz. Los resultados de esos estudios confirman que el calentamiento de los tejidos humanos es el principal efecto de los campos de RF de 100 kHz a 300 GHz. Conforme aumenta la frecuencia, los campos de RF penetran menos en los tejidos corporales y, para frecuencias superiores a 6 GHz, esa penetración es relativamente baja, siendo el calentamiento superficial el principal efecto. Habida cuenta de la inquietud pública por el despliegue de redes 5G y las tecnologías de ondas milimétricas, conviene determinar si los niveles de exposición ambiental tienen consecuencias adversas para la salud.

Sobre la base de los mecanismos establecidos, diversas organizaciones internacionales han elaborado normas y directrices para limitar los niveles de exposición de las personas. La mayoría de esas directrices de exposición los campos de RF se basan en los últimos conocimientos científicos y su objetivo es evitar todo perjuicio derivado de la exposición a campos de RF. La mayoría de directrices nacionales se basan en las directrices elaboradas por la Comisión Internacional sobre Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP). Para la gama de frecuencias comprendida entre 6 GHz y 300 GHz, las Directrices de la ICNIRP permiten evitar el calentamiento excesivo del ojo y la piel.

Aunque la UIT no establece niveles máximos de exposición humana a los campos electromagnéticos, pues dichos umbrales los determinan los organismos competentes, sí alude a las normas y recomendaciones de los mismos en sus correspondientes Recomendaciones, a las que se atienen muchos Estados Miembros. Los Estados Miembros de la UIT son soberanos y establecen sus propias normas a escala nacional en cuanto a exposición a campos electromagnéticos.

El reciente despliegue a gran escala de la tecnología 5G ha requerido el estudio de los posibles efectos en la salud de la exposición a los CEM-RF, así como un esfuerzo para armonizar la normativa, aplicar buenas prácticas para limitar la exposición y garantizar una comunicación eficaz de los riesgos. Las partes interesadas han participado activamente en el proceso y se han publicado numerosos documentos sobre este tema. Sin embargo, persiste la inquietud del público, pues lo que se quiere son garantías de que se han estudiado en profundidad todos los posibles efectos sobre la salud. En consecuencia, algunos países (y regiones) están adoptando límites de CEM-RF mucho más estrictos por prudencia, lo que puede repercutir en el despliegue de redes inalámbricas. Pese a que no existe ninguna prueba científica para aplicar límites de exposición diferentes en cada país, las normativas a escala nacional, influidas por factores sociales, económicos o políticos, tienen carácter prioritario en el país de que se trate.

Para resumir, es necesario abordar los retos que se enumeran a continuación:

- Los estudios sobre los mecanismos de interacción entre los CEM-RF y los tejidos biológicos muestran que en frecuencias comprendidas entre 100 kHz y 300 GHz se genera un calentamiento del tejido humano. Sin embargo, la profundidad de penetración cutánea disminuye al aumentar la frecuencia y el principal efecto resultante es el calentamiento del tejido superficial. Deben proponerse nuevos métodos de medición físicos, protocolos de medición adecuados y métodos de reducción del nivel de exposición.
- Diversas organizaciones internacionales han propuesto nuevas directrices sobre exposición a CEM-RF con el respaldo de la Organización Mundial de la Salud (OMS), al tiempo que determinados países (y ciudades) adoptan límites de CEM-RF mucho más rigurosos que pueden repercutir de forma adversa en el despliegue de servicios de radiocomunicaciones. No obstante, las normativas a escala nacional tienen carácter prioritario en cada país y en ellas influyen factores sociales, económicos y políticos.
- Se han puesto en marcha iniciativas para incrementar el grado de concienciación y formación de la población en relación con la exposición humana a los CEM generados por los sistemas de radiocomunicaciones inalámbricas nuevos e incipientes. Sin embargo, aún faltan por identificar los métodos adecuados para gestionar la percepción de riesgo por el público.

1.2 Alcance del Informe

La UIT atribuye el espectro radioeléctrico y los recursos orbitales de satélites a escala mundial, elabora normas técnicas que facilitan la interconexión sin solución de continuidad de redes y tecnologías, y procura permitir y mejorar el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de comunidades insuficientemente atendidas en todo el mundo.

El Reglamento de Radiocomunicaciones, que abarca todas las generaciones de tecnologías móviles, rige la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas (bandas de frecuencias) y de las órbitas de los satélites para una gran variedad de servicios inalámbricos de forma armonizada para evitar la interferencia perjudicial, facilitar la interoperabilidad y reducir el coste de servicios y dispositivos a raíz de las economías de escala resultantes.

Las Recomendaciones de la UIT guardan relación con normas, directrices y recomendaciones internacionales sobre medición y control de campos electromagnéticos y reducción del nivel de exposición, en su mayor parte establecidas por otros organismos internacionales competentes.

El presente Informe, elaborado por el Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-D) abarca una esfera especializada y alude a organismos y opiniones de expertos científicos para proporcionar información suplementaria. Ello es muy útil para los encargados de la formulación de políticas, puesto que las políticas, las normativas y los enfoques innecesariamente restrictivos afectan de manera adversa a la prestación de servicios de radiocomunicaciones. Este Informe se centra en las políticas, directrices, reglamentos y evaluaciones sobre exposición humana a los CEM-RF que poseen una base científica, sin entrar en el ámbito especializado de la biología. A título de referencia, la OMS, organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de la salud a escala mundial, puso en marcha en 1996 el [Proyecto Internacional CEM](#), que tiene por objeto evaluar las pruebas científicas de los posibles efectos de los CEM sobre la salud en la gama de frecuencias de 0 a 300 GHz.

En el anterior Informe, a saber, el [Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D](#) para el periodo de estudios 2018-2021 sobre políticas, directrices, reglamentos y evaluaciones de la exposición de las personas a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias, se recopiló y proporcionó información sobre exposición a los CEM-RF, a fin de ayudar a las administraciones de los Estados Miembros de la UIT, en particular de los países en desarrollo, a avanzar en la elaboración de reglamentaciones adecuadas a escala nacional. Además, ayudó a las administraciones a mantenerse al día de los temores del público en relación con los CEM-RF y tomar medidas al respecto. El presente Informe se ocupa de las políticas, directrices, reglamentos y evaluaciones con fundamento científico relacionados con la exposición humana a los CEM-RF, con arreglo a los límites internacionales de exposición a CEM-RF en vigor establecidos por la Comisión Internacional sobre Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (Directrices ICNIRP (2020)) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (norma IEEE C95.1-2019), entre otros. Incluye directrices basadas en estudios de caso reales de miembros del UIT-D, cuyas experiencias y conclusiones pueden ayudar a las personas a saber que están protegidos e informados cuando se conectan a los servicios digitales.

Habida cuenta de que la investigación de la exposición a los CEM es constante, conviene revisar la anterior versión del Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D a fin de incluir las últimas informaciones disponibles. Por ejemplo, durante el periodo considerado (2022-2025) tras la revisión de las Directrices [ICNIRP](#) (2020), se actualizaron los límites internacionales de CEM, que tienen repercusiones en el marco reglamentario. También se tienen en cuenta en este Informe las revisiones de normas internacionalmente reconocidas, como [IEEE C95.1-2005](#) (véase [IEEE C95.1-2019](#)), y se han incluido nuevos estudios de caso para dar cuenta de las actividades en materia de CEM-RF llevadas a cabo durante el periodo de estudios. En mayo de 2023 se celebró un [taller](#) del UIT-D sobre CEM, "Normas internacionales, regionales y nacionales sobre exposición de las personas a campos electromagnéticos", que brindó una perspectiva interesante sobre el tema y en el que expusieron sus conocimientos distinguidos expertos internacionales en CEM-RF de diversas organizaciones, incluidas la OMS, la ICNIRP, la Global System for Mobile Communications Association (GSMA) y la UIT, así como varios expertos regionales (incluso de la región de África Meridional) y representantes de gobiernos nacionales (China). En un taller sobre los [avances recientes pertinentes para la formulación de políticas sobre CEM](#), celebrado el 8 de mayo de 2024, varios expertos de Australia, la

República Federativa del Brasil, la República de Colombia e Israel, así como de la GSMA, la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), China Mobile Communications Co. Ltd. y el UIT-T, compartieron conocimientos. Los participantes tuvieron la ocasión de conocer y debatir las actividades en curso a escala nacional sobre exposición humana a CEM-RF, así como los esfuerzos internacionales encaminados a armonizar los límites de exposición a los CEM. Ambos talleres contribuyeron a la aplicación del plan de trabajo de la Cuestión 7/2 y se dirigieron a representantes de ministerios, organismos de reglamentación, operadores de telecomunicaciones, universidades e instituciones de enseñanza general, fabricantes de equipos de telecomunicaciones, institutos de investigación y diseño, programadores de *software* y otras partes interesadas de los Estados Miembros, Miembros de Sector y Asociados de la UIT.

Capítulo 2 – Actividades internacionales relacionadas con la exposición a CEM-FR (desde 2022)

2.1 Actividades de la UIT

2.1.1 Resoluciones de la UIT sobre exposición de las personas a los campos electromagnéticos

Estas son las Resoluciones de la UIT que establecen el marco de la UIT sobre campos electromagnéticos (CEM):

- [Resolución 176](#) (Rev. Bucarest, 2022) de la Conferencia de Plenipotenciarios, "Problemas de la medición y evaluación de la exposición de las personas a los campos electromagnéticos";
- [Resolución 62](#) (Rev. Kigali, 2022) de la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones, "Evaluación y medición de la exposición de las personas a los campos electromagnéticos";
- [Resolución 72](#) (Rev. Nueva Delhi, 2024) de la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones, "Problemas de medición y evaluación relativos a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos".

Sobre la base de la revisión de la [Resolución 62](#) (Rev. Kigali, 2022) y la revisión de la [Cuestión 7/2](#), en el presente Informe se actualiza y revisa el [Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D](#) para el periodo de estudios 2018-2021 y se integran nuevos estudios de caso relativos a la adopción de las normas internacionales, incluidas las Directrices [ICNIRP \(2020\)](#) y la norma [IEEE C95.1-2019](#), así como información sobre las políticas nacionales, las evaluaciones y los límites de exposición.

2.1.2 Actividades de los Sectores de la UIT

Los tres Sectores de la UIT, a saber, el Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R), el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T) y el Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones (UIT-D), realizan actividades complementarias sobre CEM. El UIT-D se centra en las estrategias y políticas relativas a la exposición de las personas a los CEM, mientras que el UIT-T y el UIT-R se concentran en los aspectos técnicos y de medición de los CEM-RF. El UIT-R se ocupa de la medición de los CEM de las estaciones base para evaluar la exposición de las personas y el UIT-T evalúa las tecnologías existentes e incipientes³ para garantizar el cumplimiento de los límites de CEM para el público y los trabajadores.

A lo largo del periodo de estudios la productiva cooperación intersectorial sobre los CEM ha permitido mejorar los productos de la Cuestión 7/2 y en varias ocasiones se ha citado el Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D para el periodo de estudios 2018-2021. Entre las

³ Por ejemplo, los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales (IMT), a saber, las actuales IMT-2000, IMT-Avanzadas e IMT-2020, así como las IMT para 2030 y años posteriores.

publicaciones del UIT-R y el UIT-D en que se cita el [Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D](#) para el periodo de estudios 2018-2021 se cuentan las siguientes:

- Recomendación UIT-T [K.91](#) (01/2024), *Orientación para la valoración, la evaluación y el seguimiento de la exposición humana a los campos electromagnéticos de las radiofrecuencias*. El Apéndice I relativo a los límites de exposición se basa en el Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D para el periodo de estudios 2018-2021.
- Recomendación UIT-R (CE 6) [BS.1698-1](#) (05/2023), *Evaluación de los campos electromagnéticos procedentes de los sistemas de transmisión de radiodifusión terrenal para determinar la exposición de las personas a las emisiones no ionizantes*. Se hace referencia a la Recomendación UIT-T K.91 (01/2024), señalando que en su Apéndice I se especifican las Directrices ICNIRP (2010) y (2020) vigentes, se comentan los cuadros y las figuras de las Directrices ICNIRP (2020), se detalla la norma IEEE C95.1-2019 y se explica el fenómeno de la exposición simultánea a múltiples fuentes.
- Informe UIT-R (CE 1) [SM.2452-1](#) (07/2022), *Medición de campos electromagnéticos para la evaluación de la exposición de las personas*.

2.1.2.1 Actividades del UIT-D

Las actividades del UIT-D sobre los CEM las lleva a cabo la [Comisión de Estudio 2](#) en el marco de la Cuestión [7/2](#) del UIT-D sobre estrategias y políticas relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos.

2.1.2.2 Actividades del UIT-R

El [UIT-R](#) contribuye de forma decisiva al establecimiento de los requisitos técnicos para la medición de los CEM-RF, así como a la identificación del espectro para las redes de la próxima generación en el ámbito de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT)⁴. De conformidad con la Resolución [176](#) (Rev. Bucarest, 2022) de la Conferencia de Plenipotenciarios, el Grupo de Trabajo (GT) con más competencias para estudiar los CEM-RF es el [GT 1C](#) del UIT-R, Comprobación técnica del espectro, de la [Comisión de Estudio 1](#) a través de la Cuestión [239/1](#) del UIT-R, Mediciones de CEM para evaluar la exposición humana. El UIT-R también aprobó el Informe UIT-R [SM.2452-1](#) (07/2022), Medición de campos electromagnéticos para la evaluación de la exposición de las personas y el *Manual sobre comprobación técnica del espectro* (última edición publicada en 2011; la próxima edición con importantes actualizaciones está prevista para 2026), texto muy pertinente ya que define metodologías de medición de los CEM y cuya Sección 5.6 se centra específicamente en la medición de radiaciones no ionizantes.

2.1.2.3 Actividades del UIT-T

Las actividades del UIT-T sobre CEM se llevan a cabo en el GT 1/5⁵ de la Comisión de Estudio [\(CE\) 5](#) del UIT-T, Compatibilidad electromagnética, protección contra rayos, CEM y economía circular, en el marco de la Cuestión [3/5](#), Exposición de las personas a los campos electromagnéticos (CEM) de las tecnologías digitales⁶. En la [página](#) del UIT-T se detallan las actividades del UIT-T en relación con la exposición humana a los campos electromagnéticos

⁴ Véase la Resolución [UIT-R 56-3](#) (Ginebra, 2023) de la Asamblea de Radiocomunicaciones, "Denominación de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales", y más concretamente su *resuelve* 1: "que el término "IMT-2000" abarque también las mejoras y futuras evoluciones de las IMT-2000 (...)".

⁵ Véase CE 5 - [Estructura](#) de las Comisiones de Estudio (periodo de estudios 2022-2024).

⁶ Véase GT 1/5 de la Comisión de Estudio 5 del UIT-T, "[Actividades recientes del UIT-T sobre CEM](#)", [taller](#) del UIT-D sobre las últimas novedades pertinentes para la formulación de políticas en materia de CEM, Ginebra, 8 de mayo de 2024.

causados por sistemas de radiocomunicaciones y equipos móviles. La CE 5 del UIT-T se ha dedicado especialmente a la elaboración de Recomendaciones para la medición/computación de los campos de RF y la protección contra ellos. Las Recomendaciones UIT-T de la [serie K](#) (junto con los Suplementos conexos) muestran un amplio corpus de Recomendaciones y normas de la UIT para abordar las preocupaciones realistas sobre la exposición a los CEM-RF de redes y dispositivos. Puede encontrarse información sobre la herramienta de *software* EMF-estimator de la Comisión de Estudio 5 del UIT-T en la Recomendación UIT-T [K.70 \(2020\)](#), [Enmienda 1](#) (12/2021).

2.1.2.4 Cooperación con organizaciones internacionales (además del UIT-T y el UIT-R)

El UIT-D coopera estrechamente con organizaciones internacionales en materia de CEM. Las siguientes entidades participaron en los talleres del UIT-D celebrados en [mayo de 2023](#) y [mayo de 2024](#):

- Organización Mundial de la Salud ([OMS](#));
- Comisión Internacional sobre Protección contra las Radiaciones No Ionizantes ([ICNIRP](#));
- Comisión Electrotécnica Internacional ([CEI](#));
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos ([IEEE](#)); y
- Asociación GSM ([GSM](#)).

2.2 Actividades de la OMS y la ICNIRP

La Unidad de Radiación y Salud de la OMS trabaja para reforzar la protección de los pacientes, los trabajadores y la población frente a las radiaciones. Proporciona a los Estados miembros de la OMS orientaciones, herramientas y asesoramiento técnico basados en pruebas sobre cuestiones de salud pública relacionadas con las radiaciones ionizantes y no ionizantes⁷. El 16 de junio de 2002 la OMS publicó el Manual *Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos*.

El Proyecto Internacional CEM de la OMS, puesto en marcha en 1996, tiene por objetivo evaluar los efectos para la salud y el medioambiente de la exposición a campos de radiofrecuencias (RF), campos electromagnéticos (CEM) y campos estáticos. Los resultados de sus investigaciones se integran en las monografías Criterios de Salud Ambiental (EHC) de la OMS.

La OMS está llevando a cabo una evaluación de riesgos de los campos electromagnéticos de radiofrecuencias, cuyo resultado se publicará como [monografía](#) de la serie EHC. Las evaluaciones de riesgos para la salud se basan en revisiones críticas exhaustivas realizadas por grupos independientes de revisión científica por pares. Por lo general se llevan a cabo cuando se dispone de nuevos datos que cambiarían sustancialmente la evaluación, si existe preocupación pública por los efectos del agente en la salud o el medioambiente debido a una mayor exposición o si ha transcurrido un periodo de tiempo considerable desde la última evaluación.

⁷ Organización Mundial de la Salud, Unidad de [Radiación y Salud](#).

Sobre la base del [taller del UIT-D⁸](#) sobre políticas nacionales, regionales e internacionales relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos, celebrado el 8 de mayo de 2023, la Unidad de Radiación y Salud de la OMS se ocupó de las radiaciones tanto ionizantes como no ionizantes. La OMS informó a los participantes en el taller de que las organizaciones internacionales habían redactado directrices sobre la exposición a los CEM. Muchos países se adhieren actualmente a las directrices recomendadas por la Comisión Internacional sobre Protección contra las Radiaciones no Ionizantes ([ICNIRP](#)) y/o el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos ([IEEE](#)), a través de su [Comité Internacional sobre Seguridad Electromagnética](#). Estas directrices no son específicas de ninguna tecnología y abarcan las radiofrecuencias hasta 300 GHz.

En enero de 2025 la ICNIRP publicó una [declaración](#) sobre las lagunas de conocimiento pertinentes para las Directrices de la ICNIRP para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo (100 kHz a 300 GHz).

Según la contribución de [Argiva](#) (Reino Unido) para la reunión del GT 6A del UIT-R de marzo de 2025:

"Esta publicación tiene por objeto fomentar la investigación sobre estas lagunas de conocimiento, ya que ello ayudaría a la ICNIRP a seguir elaborando directrices y estableciendo recomendaciones revisadas sobre la limitación de la exposición a los CEM-RF (100 kHz a 300 GHz)".

En la declaración de la ICNIRP se indica que es necesario colmar urgentemente las siguientes carencias en materia de datos:

- cuestiones relativas a la relación entre la exposición a los CEM-RF y el dolor inducido por el calor;
- aclaración de la relación entre la exposición de todo el cuerpo y el aumento de la temperatura central para las frecuencias entre 100 kHz y 300 GHz, en función de la duración de la exposición y de la exposición combinada a los CEM;
- umbrales de efectos adversos y dosimetría térmica para diferentes estructuras oculares;
- umbrales de dolor para las corrientes de contacto en diferentes escenarios de exposición, incluida la dosimetría asociada.

Además, la ICNIRP recomendó una serie de estudios dosimétricos adicionales para respaldar la investigación futura y para mejorar la aplicación de las restricciones de exposición a CEM-RF en futuras directrices. Además, coincidió con el Informe de resultados de la Cuestión [7/2](#) del UIT-D para el periodo de estudios 2018-2021 al indicar que los estudios propuestos para subsanar la carencia de datos podrían afectar a las Directrices de la ICNIRP, por lo que es conveniente supervisar los progresos.

⁸ Emilie van Deventer, de la Organización Mundial de la Salud, presentó la ponencia "[WHO's recent activities on EMF and health](#)", en el taller del UIT-D "International, regional and national policies concerning human exposure to electromagnetic fields", Ginebra, 25 de mayo de 2023.

2.3 Actividades del IEEE y la CEI

2.3.1 Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)

Debe utilizarse la última versión de las normas del IEEE:

- [IEEE 1528-2003](#): Práctica recomendada por el IEEE para determinar el valor de cresta medio de la distribución espacial de la tasa de absorción específica (SAR) en la cabeza humana por exposición a dispositivos de comunicaciones inalámbricas: técnica de medición.
- [IEEE C95.1-2019](#): Norma del IEEE para los niveles de seguridad con respecto a la exposición de las personas a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, de 0 Hz a 300 GHz.

El Comité Internacional de Seguridad Electromagnética (ICES), supeditado a las normas y la supervisión de la Junta de Normas de la Asociación de Normas del IEEE, es responsable de la elaboración de normas para la utilización segura de la energía electromagnética en la gama de 0 Hz a 300 GHz en relación con los peligros potenciales de la exposición de las personas, los materiales volátiles y los dispositivos explosivos a dicha energía; las normas para productos que emiten energía electromagnética por diseño o como un subproducto de su funcionamiento, y las normas para los límites ambientales. Entre esas normas se cuentan las siguientes:

- [IEEE/CEI 62209-1528-2020](#) – Procedimiento de medición para la evaluación de la SAR de la exposición humana a los campos de radiofrecuencia de los dispositivos de comunicación sin cable sujetos con la mano o fijados al cuerpo – Modelos de cuerpo humano, instrumentación y procedimientos (rango de frecuencias de 4 MHz a 10 GHz).
- [IEEE C95.3-2021](#) – Práctica recomendada para mediciones y cálculos de campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en relación con la exposición de las personas a dichos campos, 0 Hz a 300 GHz. Esta norma proporciona directrices para medir y calcular los campos electromagnéticos a fin de evaluar la exposición de las personas.
- [IEEE C95.7-2022](#) – Práctica recomendada para los programas de seguridad de las radiofrecuencias, 3 kHz a 300 GHz. Esta norma ofrece recomendaciones para elaborar y ejecutar programas de seguridad de las RF.
- [IEEE/IEC 62704-1-2017](#) – Norma para determinar el valor de cresta medio de la distribución espacial de la SAR en la cabeza humana por exposición a dispositivos de comunicaciones inalámbricas, 30 MHz a 6 GHz: Requisitos generales para el modelado del método del elemento finito. Esta norma proporciona directrices sobre técnicas computacionales para determinar la SAR.
- [IEEE 1308-2023](#) – Práctica de instrumentación recomendada: Especificaciones para medidores de densidad del flujo magnético e intensidad del campo eléctrico – 10 Hz a 3 kHz. Esta norma especifica los requisitos de los instrumentos utilizados para medir la densidad de flujo magnético y la intensidad del campo eléctrico.

2.3.2 Comisión Electrotécnica Internacional (CEI)

El Comité Técnico 106 (TC 106)⁹ de la CEI (Métodos para la evaluación de los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos asociados a la exposición de las personas) cubre toda la gama de frecuencias de 0 Hz a 300 GHz.

⁹ Basado en la ponencia de Wenhua Ma, de China Mobile Communications Co. Ltd., titulada "[An introduction to the EMF standards in IEC](#)", en el reciente taller del UIT-D, "Recent developments relevant to EMF policy formulation", celebrado en Ginebra el 8 de mayo de 2024.

Ámbito de actuación del TC 106:

- Preparar normas internacionales sobre métodos de medición y cálculo para evaluar la exposición de las personas a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.
- La tarea incluye: caracterización de los entornos electromagnéticos con respecto a la exposición humana; métodos, instrumentación y procedimientos de medición; métodos de cálculo; métodos de evaluación de la exposición producida por fuentes específicas; normas básicas para otras fuentes; evaluación de las incertidumbres. Se aplica a las restricciones básicas y los niveles de referencia.
- Quedan excluidos: el establecimiento de límites de exposición; métodos de mitigación que deben ser tratados por los comités de productos pertinentes; seguridad eléctrica (sin embargo, se incluye la cuestión de la corriente de contacto relacionada con el efecto indirecto de la exposición de las personas a los campos electromagnéticos).

Grupos de Trabajo (GT) y Equipos de Proyecto (PT) del TC 106:

- GT 8: Estudio de métodos para la evaluación de las corrientes de contacto relacionadas con la exposición de las personas a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.
- GT 9: Estudio de métodos de evaluación la transferencia inalámbrica de potencia (TIP) relacionada con la exposición de las personas a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.
- PT 62764-1: Determinación de los procedimientos para la medición de los niveles de campo generados por equipos eléctricos y electrónicos en el entorno automovilístico con respecto a la exposición de las personas.
- PT 63480: Evaluación de la exposición de las personas a los campos electromagnéticos de sistemas de transferencia inalámbrica radiantes: métodos de medición y cálculo (gama de frecuencias de 30 MHz a 300 GHz).

Grupos de Trabajo Mixtos (JWG) y Equipos de Mantenimiento Mixtos (JMT) con el IEEE:

- JWG 11: Métodos computacionales para evaluar la densidad de potencia en las proximidades de la cabeza y el cuerpo, vinculado con el IEEE.
- JWG 12: Métodos de medición para evaluar la densidad de potencia en las proximidades de la cabeza y el cuerpo, vinculado con el IEEE.
- JWG 13: Procedimientos de medición para determinar la SAR, vinculado con el IEEE.
- JMT 14: Revisión de la norma CEI/IEEE 62209-1528.
- JMT 62209-3: Revisión de la norma CEI 62209-3 como norma conjunta CEI/IEEE.
- JWG 62209-5: Métodos para la validación de sistemas de medición de la SAR para dispositivos de comunicación inalámbrica portátiles y montados en el cuerpo.
- JWG 63184: Exposición de las personas a los campos eléctricos o magnéticos de los sistemas inalámbricos de transferencia de energía, vinculado con el IEEE.

Normas e Informes técnicos de la CEI pertinentes:

- [CEI 62232:2025](#) (Edición 4): *Determinación de la intensidad de campo de RF, densidad de potencia y SAR en las cercanías de estaciones base de radiocomunicaciones para evaluar la exposición de las personas*
- [CEI TR 62669:2019](#) Edición 2.0: *Estudios de caso que respaldan la norma CEI 62232 - Determinación de la intensidad de campo de RF, densidad de potencia y SAR en la proximidad de las estaciones base de radiocomunicaciones con el fin de evaluar la exposición humana* (actualización 5G)

- [CEI TR 62905:2018](#) Edición 1.0 (06/02/2018): *Métodos de evaluación de la exposición para sistemas de transmisión inalámbrica de potencia*
- [CEI TR 63167:2024](#) Edición 2.0 (07/08/2024): *Evaluación de las corrientes de contacto relacionadas con la exposición de las personas a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos*

Otras normas e informes importantes de la CEI:

- [CEI/IEEE 62209-1528:2020](#): *Procedimiento de medición para la evaluación de la SAR de la exposición humana a los campos de radiofrecuencia de los dispositivos de comunicación sin cable sujetos con la mano o fijados al cuerpo - Modelos de cuerpo humano, instrumentación y procedimientos (rango de frecuencias de 4 MHz a 10 GHz)*

En el [taller](#)¹⁰ del UIT-D sobre avances recientes pertinentes para la formulación de políticas de CEM, celebrado el 8 de mayo de 2024, se anunció que todos los comités nacionales habían aprobado la cuarta edición de CEI 62232 y que se estaba preparando su publicación. El contenido técnico es idéntico al de la tercera edición. La cuarta edición incluye correcciones menores y editoriales para mejorar la legibilidad y armonizar el documento con el Informe técnico de la CEI (TR 62669:2025) sobre estudios de caso relativos a la norma internacional CEI 62232. Se han armonizado los protocolos de la UIT y la CEI para la evaluación de tecnologías como la 5G y las antenas de conformación del haz y de orientación del haz. Los métodos pueden aplicarse a los límites de exposición a CEM de la ICNIRP o el IEEE.

Normas para dispositivos de comunicaciones inalámbricas:

- [CEI/IEEE 62209-1528:2020](#) (Norma de medición de SAR de dispositivo primario): se elaboró una enmienda que aborda esferas clave como la SAR de mano, los sensores de movimiento, la SAR promediada en el tiempo (TAS), los sensores de proximidad y las cláusulas relacionadas con la distancia de separación.
- **Reestructuración de la serie de normas de SAR de dispositivos:** se analizó la reestructuración de la serie de normas de SAR de dispositivos. El JWG 13 de la CEI/IEEE elaboró una estructura de alto nivel para la nueva serie, y la propuesta se distribuyó a los Comités Nacionales y al IEEE para recabar sus comentarios. La reestructuración propuesta fue aprobada por los Comités Nacionales de la CEI y el Comité de Administración del IEEE/ICES. La nueva estructura consta de tres normas reglamentarias y una norma informativa, cada una publicada por separado.
- **Creación del CEI/IEEE 62209-5:** se ha creado un nuevo comité mixto, CEI/IEEE 62209-5. Este comité se centrará en la elaboración de métodos genéricos para la validación de los sistemas de medición de la SAR utilizados en dispositivos de comunicación inalámbrica portátiles y montados en el cuerpo.
- Norma internacional [CEI/IEEE 62704-4:2020](#)¹¹ (cálculos de SAR) 30 MHz - 6 GHz, mayo de 2020.
- Norma internacional [CEI/IEEE 63195-1:2022](#)¹² (procedimiento de medición) 6 GHz - 300 GHz, diciembre de 2022.

¹⁰ Véase la intervención de Jafar Keshvar, del IEEE/ICES, "[Recent developments on EMF Regulations in Europe and IEC/IEEE standards topical issues](#)"

¹¹ CEI e IEEE. [CEI/IEEE 62704-4:2020](#). *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communication devices, 30 MHz to 6 GHz - Part 4: General requirements for using the finite element method for SAR.*

¹² CEI e IEEE. [CEI/IEEE 63195-1:2022](#). *Assessment of power density of human exposure to radio frequency fields from wireless devices in close proximity to the head and body (frequency range of 6 GHz to 300 GHz) - Part 1: Measurement procedure.*

Las principales normas internacionales de medición de la SAR en la cabeza y el cuerpo humanos son la CEI/IEEE 62209-1528:2020 y la CEI 62209-3:2019. Esta última está en fase de revisión y se publicará como norma IEEE/CEI con doble logotipo.

2.4 Buenas prácticas y límites internacionales de exposición a CEM-RF

Se insta a las administraciones a seguir las directrices estipuladas por la ICNIRP o las norma IEEE, o los límites establecidos por sus propios expertos. La práctica más recomendable para las administraciones que decidan utilizar los límites internacionales de exposición a CEM-RF será limitar los niveles de exposición por debajo de los umbrales definidos en las Directrices [ICNIRP \(2020\)](#).

Capítulo 3 – Avances relacionados con la exposición a campos de radiofrecuencias (RF)

Durante el periodo de estudios se presentaron varias iniciativas nacionales, reflejo de los esfuerzos de los gobiernos nacionales y los organismos reguladores por abordar las cuestiones públicas de manera abierta e informativa. Muchos gobiernos han optado por imponer límites de exposición, basados principalmente en las Directrices ICNIRP (2020), en el marco del establecimiento o perfeccionamiento de los marcos reglamentarios nacionales y de la resolución de las cuestiones que se plantean. Este planteamiento cuenta con el apoyo activo de la industria, que acoge con beneplácito la introducción de normas de medición y límites de exposición armonizados internacionalmente, como los elaborados por la CEI, para evaluar con precisión el cumplimiento de los límites de exposición.

3.1 Iniciativas nacionales

En el [Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D](#) para el periodo de estudios 2018-2021 se proporcionaron orientaciones a las administraciones sobre la adopción de límites nacionales de exposición a las RF basados en los umbrales especificados en las Directrices ICNIRP (2020) (véanse más detalles en el Capítulo 4 del presente Informe). Las Directrices [ICNIRP \(2020\)](#) proporcionan varias mejoras pertinentes para la 5G (denominada IMT) y las tecnologías futuras.

Varios gobiernos, como los de Australia¹³ y Colombia¹⁴, que ya habían incorporado las Directrices ICNIRP (1998) a sus reglamentos o normas nacionales, adoptaron normas actualizadas basadas en las Directrices ICNIRP (2020).

China tradujo las Directrices ICNIRP (2020) al chino para dar a conocer mejor los fundamentos científicos de los límites y ayudar a abordar las cuestiones que pudieran surgir. En el marco de los esfuerzos por tener en cuenta la evolución tecnológica, el Gobierno actualizó su anterior norma obligatoria (2007) relativa a la exposición a CEM-RF de teléfonos móviles (GB21288-2007), que utilizaba los límites de SAR de las Directrices ICNIRP (1998). La norma sobre SAR (GB21288-2022) revisada especifica el espectro aplicable y define la densidad de potencia absorbida, así como los límites dependientes de la frecuencia para diversas partes del cuerpo. En sus contribuciones y presentaciones en talleres, China Mobile Communications Co. Ltd. ofreció un panorama general de su marco reglamentario para la construcción de estaciones base¹⁵. La Ley de Protección del Medio Ambiente de la República Popular de China (2015) regula la construcción de todos los proyectos (incluidas las estaciones base) y las evaluaciones de los efectos medioambientales se rigen por la Ley de Evaluación de los Efectos Medioambientales de la República Popular de China (2018) revisada. Las medidas de vigilancia ambiental están recogidas en el Decreto n.º 39 (2007) del Ministerio de Industria de la Información sobre medidas

¹³ Presentación del taller [Q7/2-2024-01](#) de la CE 2 del UIT-D, de Australia.

¹⁴ Presentación del taller [Q7/2-2024-03](#) de la CE 2 del UIT-D, de Colombia.

¹⁵ Documento [SG2RGQ/73](#) de la CE 2 del UIT-D, de China.

de control de la contaminación de productos de información electrónicos. Las estaciones base deben cumplir los límites prescritos en la norma GB/T 8702-2014¹⁶.

Rumania¹⁷ está intentando abordar este asunto mediante un sitio web que muestra los resultados de los 200 sensores fijos de supervisión de banda ancha ubicados en Bucarest y en todo el país (www.monitor-emf.ro). Los sensores funcionan de forma ininterrumpida y el sitio web permite que los usuarios visualicen los datos obtenidos durante, días, meses o el último año. Además de medir los niveles de exposición en ubicaciones fijas, el organismo regulador nacional, Autoritatea Nationala pentru Administrare si Reglementare (ANCOM), también realiza mediciones móviles en zonas cercanas a instituciones educativas, hospitales, instituciones públicas y otros edificios públicos, cuyos resultados también están disponibles en el sitio web. Tal y como señaló su contribución:

"Hasta la fecha, todas las mediciones realizadas durante más de 10 años por ANCOM con ambos tipos de equipos (fijo y móvil) muestran que las emisiones de Rumania están muy por debajo de los límites máximos definidos en la legislación nacional".

La República de Benin¹⁸ enumeró los decretos legislativos y reglamentarios en vigor relacionados con los CEM, incluida una orden interministerial de 2021 que exige que los emplazamientos de las estaciones base disten 100 metros o más de lugares sensibles como escuelas y hospitales. La Administración utiliza los niveles de referencia de la ICNIRP, pero aplica un factor de reducción adicional del 40%, al tiempo que observa que ninguna medición ha superado los límites de 2021 establecidos por el organismo regulador.

Brasil presentó su programa de medición nacional, implementado en virtud de lo dispuesto en el Artículo 13 de la Ley 11.934 de 2009, que exige que las estaciones base se midan y se sometan a una reevaluación de la conformidad cada cinco años. La anterior versión de la Ley también establecía que era obligatorio compartir el emplazamiento si el lugar propuesto se encontraba a menos de 500 metros de otra estación (a menos que se aplicaran limitaciones técnicas o de otro tipo); sin embargo, este artículo se ha eliminado. Se elaboró un método de medición que tiene en cuenta la exposición combinada de múltiples fuentes situadas en el emplazamiento o en sus proximidades. La elaboración del enfoque fue el primer paso; el segundo consistió en determinar dónde se realizarían las mediciones reales, teniendo en cuenta factores como la ubicación de la exposición máxima estimada, las zonas densamente pobladas o la presencia de hospitales o escuelas en las cercanías. Estos factores determinan por tanto el lugar en que se efectuarán las mediciones reales. El regulador de las telecomunicaciones de Brasil, la Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), realiza muestreos estadísticos representativos para confirmar la conformidad de las estaciones base. Al igual que en otros países, Brasil¹⁹ nunca ha detectado una estación base que incumpliera los niveles de referencia de CEM. En este sentido, [Linhares et al., 2021](#) demostraron que la exposición máxima a nivel del suelo debida a la exposición simultánea de un número "infinito" de estaciones base típicas es inferior al 3% del límite. En sus comentarios finales, Brasil hizo hincapié en que las evaluaciones de los CEM pueden llevar mucho tiempo y que la reglamentación debe ser lo más simple posible.

¹⁶ Presentación del taller [Q7/2-2023-04](#) de la CE 2 del UIT-D, de China.

¹⁷ Documento [2/152](#) de la CE 2 del UIT-D, de Rumania.

¹⁸ Documento [2/198](#) de la CE 2 del UIT-D, de Benin.

¹⁹ Presentación del taller [Q7/2-2024-02](#) de la CE 2 del UIT-D, de Brasil.

La República del Congo²⁰ hizo hincapié en algunos desafíos a los que se enfrentan las naciones africanas como consecuencia de la rápida adopción de los servicios de comunicaciones móviles y la necesidad de que las redes móviles nacionales sigan el ritmo de la demanda de los consumidores. El Gobierno ha preparado un proyecto de texto reglamentario basado en las Directrices ICNIRP (2020) y está elaborando un protocolo de evaluación de CEM-RF. La República del Congo señala que entre los países africanos que están adoptando límites de CEM-RF se encuentran: la República de Kenya (sobre la base de las Directrices ICNIRP (2020), adoptada en 2022 en virtud de la Ley de Reglamentación Nuclear n.º 29 de 2019); el Reino de Marruecos (sobre la base de las Directrices ICNIRP (2020), adoptada en 2022 por el organismo regulador de las telecomunicaciones); Senegal (sobre la base de las Directrices ICNIRP (2020), adoptada en 2021 por el organismo regulador de las telecomunicaciones) y Togo (sobre la base de las Directrices ICNIRP (1998), adoptada en 2022 por el organismo regulador de las telecomunicaciones). Además, el Departamento de Sanidad de Sudáfrica recomienda los límites de la ICNIRP.

En la República de Uganda, la encuesta nacional más reciente sobre CEM de estaciones base, realizada entre abril de 2021 y marzo de 2022 por la Comisión de Comunicaciones de Uganda (UCC)²¹, reveló que el valor medio máximo era el 0,008% de los niveles de referencia de densidad de potencia de la ICNIRP. El estudio abarcó 360 emplazamientos únicos, compartidos o coubicados (en este contexto, dos o más estaciones base en el mismo emplazamiento o a menos de 70 metros una de la otra). Si bien se observó una ligera diferencia en los niveles de CEM de los tres tipos de sitios (con el emplazamiento coubicado ligeramente por encima de los otros dos emplazamientos), no hubo "ninguna diferencia significativa entre los resultados". En Uganda, el marco reglamentario de las telecomunicaciones establece las funciones del Ministerio de Tecnología de la Información y la Comunicación y Orientación Nacional, la omisión de comunicaciones de Uganda, la Autoridad Nacional de Gestión Ambiental y los proveedores de infraestructura pública.

Côte d'Ivoire²² llevó a cabo una campaña de medición durante la Copa Africana de Naciones de 2024 en la que analizó todos los partidos de la competición y todas las zonas de público. El periodo de medición comenzaba tres horas antes del partido, se prolongaba a lo largo del mismo y concluía una hora después de su finalización. Si bien los niveles de CEM-RF aumentaron durante los partidos, los niveles observados durante todos los partidos cumplen los valores límite.

Benin²³, Marruecos y Kenya también han realizado mediciones de CEM-RF. En ninguna medición de estaciones base en emplazamientos de acceso público se ha observado que se superen los límites nacionales de CEM²⁴.

La Autoridad Nacional de Comunicaciones (NCA) de Ghana²⁵ mejoró la capacidad para realizar evaluaciones independientes de la exposición a CEM-RF de estaciones base de 6 GHz como máximo y utilizar los resultados como base científica para la comunicación de riesgos. Con ello, la Autoridad Nacional de Comunicaciones exige que las fuentes de CEM-RF (las radio FM/AM, las transmisiones de televisión y las estaciones de base celulares) cumplan los límites de

²⁰ Documento [2/274](#) de la CE 2 del UIT-D, de la República del Congo.

²¹ Documento [SG2RGQ/77](#) de la CE 2 del UIT-D, de Uganda.

²² Documento [SG2RGQ/189](#) de la CE 2 del UIT-D, de Côte d'Ivoire.

²³ Documento [2/198](#) de la CE 2 del UIT-D, de Benin.

²⁴ Documento [2/274](#) de la CE 2 del UIT-D, de la República del Congo.

²⁵ Documento [2/78](#) de la CE 2 del UIT-D, de Ghana.

las Directrices [ICNIRP \(1998\)](#). Las mediciones realizadas en 240 puntos del distrito municipal de Suhum, en la región oriental de Ghana, registraron un nivel medio igual al 0,00004% del límite público de la ICNIRP. La Autoridad Nacional de Comunicaciones también estableció un laboratorio de homologación para probar y medir los equipos de usuario, como dispositivos móviles y tabletas, para verificar el cumplimiento de los límites de CEM.

En 2022, Egipto²⁶ creó un comité nacional en el que participaban la Autoridad Nacional de Reglamentación de las Telecomunicaciones, la Agencia de Asuntos Medioambientales, el Ministerio de Salud y Población y el Instituto Nacional de Telecomunicaciones. Tras consultar a las partes interesadas, se adoptaron directrices actualizadas para la instalación de macroestaciones y microestaciones base (células pequeñas). Se adoptaron las Directrices ICNIRP (2020) con la condición de que una sola antena no supere el límite en más del 5%. Las antenas de emplazamientos grandes pueden instalarse en tejados con acceso seguro, excepto en hospitales. La base de una torre debe estar a 12 m como mínimo de la valla de las escuelas. Para reducir el potencial de interferencia a los equipos médicos, en los hospitales pueden instalarse células pequeñas con una potencia isotrópica radiada equivalente inferior a 10 W que cumplan determinados criterios de montaje.

La Ley de comunicaciones electrónicas de la República Centroafricana²⁷ proporciona un marco para la adopción de legislación subsidiaria relativa al cumplimiento de los CEM-RF. El regulador nacional, la Autorité de Régulation des Communications Electroniques et de la Poste (ARCEP), está facultado para hacer cumplir las Recomendaciones de la UIT sobre exposición a los CEM. No obstante, actualmente no existen disposiciones reglamentarias que penalicen a los operadores por el incumplimiento de esas recomendaciones. La República Centroafricana tiene la intención de aplicar todas las Recomendaciones de la UIT relativas a los CEM y colaborar con otras organizaciones de normalización para evitar duplicaciones.

El organismo regulador de las telecomunicaciones de Haití, el Conseil National des Télécommunications (CONATEL)²⁸, ha adoptado los límites de las Directrices ICNIRP (1998) de acuerdo con la Recomendación UIT-T K.52, así como normas para la ubicación de las antenas que incluyen procedimientos de aprobación, intervalos de inspección y sanciones por incumplimiento.

La República de Indonesia²⁹ impuso límites de SAR a los teléfonos basados en las Directrices ICNIRP (2020) para la cabeza, el tronco y las extremidades y utilizando métodos de prueba internacionales. Estos límites se aplicarán a otros dispositivos, como ordenadores portátiles, dispositivos ponibles y dispositivos de realidad virtual. El Gobierno de Indonesia acogería con agrado la celebración de talleres para armonizar la reglamentación sobre CEM entre países.

Israel³⁰ presentó sus políticas en relación con los límites de exposición de las estaciones base (a saber, 10% de los límites fijados en las Directrices ICNIRP (1998) para zonas de exposición

²⁶ Documento [SG2RGO/133](#) de la CE 2 del UIT-D, de Egipto.

²⁷ Documento [2/129](#) de la CE 2 del UIT-D, de la República Centroafricana.

²⁸ Documento [SG2RGO/122](#) de la CE 2 del UIT-D, de Haití.

²⁹ Documento [SG2RGO/193](#) de la CE 2 del UIT-D, de Indonesia.

³⁰ Presentación del taller [Q7/2-2024-04](#) de la CE 2 del UIT-D, de Israel y ATDI.

prolongada y 30% para lugares de corta estancia, como tejados³¹), así como los límites de SAR para dispositivos (aceptando 1,6 W/kg en 1 g para dispositivos de Estados Unidos de América o 2 W/kg en 10 g para dispositivos de Europa). El Ministerio de Protección Ambiental (MoEP) es responsable de la aprobación y supervisión del cumplimiento de las estaciones base.

La Autoridad Nacional de Medios e Infocomunicaciones de Hungría (NMHH)³² está preparando un sistema para calcular los niveles de CEM-RF de los transmisores, como alternativa a las mediciones *in situ*, que tiene en cuenta las fuentes ambientales de CEM-RF existentes y genera automáticamente la exposición combinada a CEM-RF en un emplazamiento determinado. Sin embargo, es necesario verificar los datos exactos sobre las configuraciones de los emplazamientos de transmisión, por ejemplo, las posiciones de las antenas, y no hay mapas de edificios en 3D disponibles en todos los emplazamientos. Esto genera incertidumbres que repercuten en la precisión de los cálculos. Hungría notifica que los resultados de los sistemas de cálculo de la masa no cumplen los requisitos de incertidumbre con una fiabilidad constante. Sin embargo, con algunas adaptaciones pueden emplearse para proyectar mapas térmicos de información pública e identificar eficazmente la ubicación de los emplazamientos de medición.

3.2 Avances relativos a hipótesis de exposición a CEM-RF específicas

En esta sección se incluye información actualizada sobre la exposición a los CEM-RF de diversas tecnologías, aplicaciones y dispositivos, y sobre la exposición en diferentes entornos, como escuelas y hospitales.

3.2.1 Exposición a CEM-RF de dispositivos de Internet de las cosas (IoT) y dispositivos inteligentes

Habida cuenta que se calcula que existirán hasta [39 600 millones de dispositivos IoT en 2033](#), y aproximadamente el 60% de ellos serán dispositivos de consumo, es comprensible que puedan plantearse preguntas sobre la exposición de las personas a los CEM cuando están cerca de tantos dispositivos.

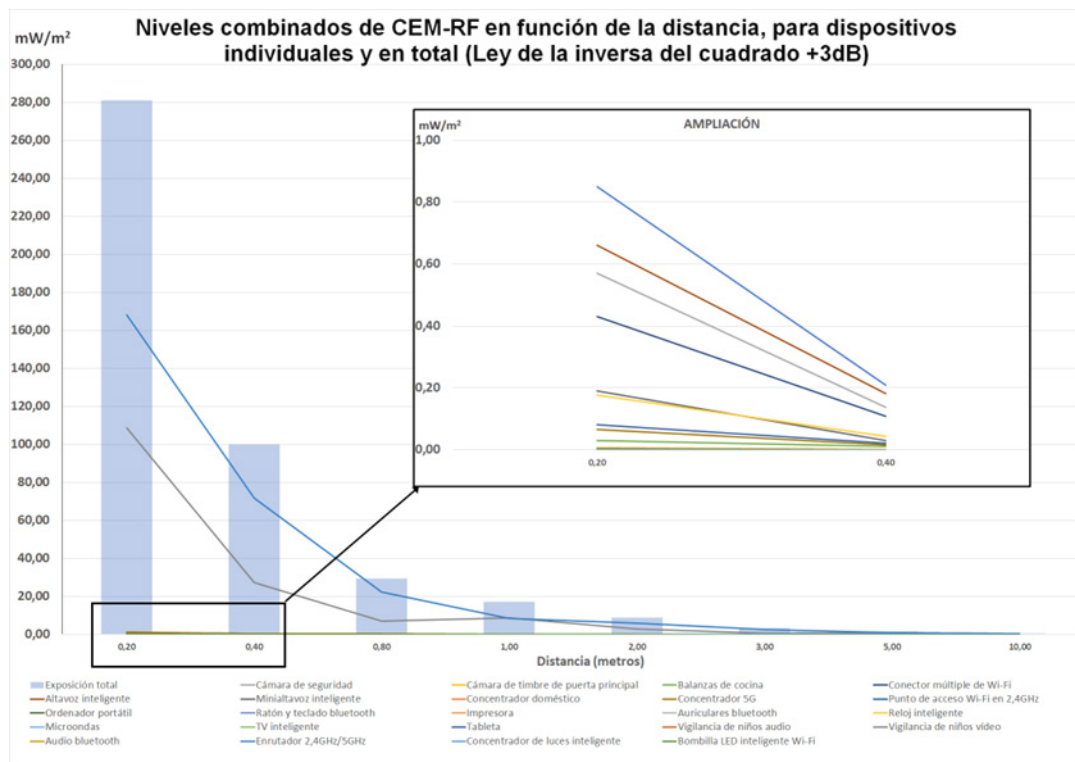
Se han publicado varios artículos de investigación, entre ellos [McKenzie et al., 2023](#), que probaron 12 dispositivos en un entorno de laboratorio en condiciones que simulaban una actividad elevada de los usuarios, y [Joyner et al., 2024](#), que midieron los niveles de CEM producidos por 55 dispositivos de 23 categorías de dispositivo a distancias de hasta 10 m, habituales en un entorno doméstico. En ambos estudios, el ciclo de trabajo (CT) de los dispositivos fue un factor importante, ya que los dispositivos no transmiten continuamente. Por ejemplo, se estimó que un "globo terráqueo inteligente" tenía un CT de 0,011% únicamente, mientras que un concentrador 5G tenía un CT del 86,5% con uso intensivo. En la Figura 1 se indican los niveles más elevados medidos para cada una de las 23 categorías y a distintas distancias. Esta figura también representa gráficamente la exposición acumulada total (barras azules) a cada distancia medida en caso de que cada dispositivo estuviera transmitiendo simultáneamente al mismo tiempo a esa distancia (lo que ocurre en escasas ocasiones). No resulta sorprendente

³¹ En la presentación se explica que el umbral de salud establecido por el Ministerio de Protección Ambiental se basa en las Directrices ICNIRP (1998). Sin embargo, el Ministerio aplica reducciones debido a la posibilidad de que se produzcan riesgos desconocidos para la salud y fenómenos negativos cuya existencia es dudosa desde el punto de vista científico. El Ministerio sigue utilizando las Directrices ICNIRP (1998), ya que la Unión Europea (UE) aún no ha adoptado las Directrices ICNIRP (2020). Algunos Estados miembros de la UE han adoptado las Directrices ICNIRP (2020).

³² Documento [2/257](#) de la CE 2 del UIT-D, de Hungría.

que la exposición más alta se produzca a la distancia más cercana, es decir, 20 cm. Incluso a esta distancia, la exposición total acumulada procedente de 23 dispositivos transmisores simultáneos ascendió a 280 mW/m², lo que equivale al 2,8% de los límites de 10 W/m² para el público general de la ICNIRP a 2,45 GHz (o, dicho de otra manera, 36 veces por debajo de los límites de densidad de potencia de la ICNIRP)³³.

Figura 1: Niveles combinados de CEM-RF en función de la distancia, para dispositivos individuales y en total (el límite de exposición pública internacional a 2,45 GHz es de 10 000 mW/m²)



A partir de estos y otros estudios sobre la medición de los niveles ambientales de fondo de otras fuentes de RF como la televisión, la radio y las estaciones base, el Mobile & Wireless Forum³⁴ desarrolló una herramienta para calcular la RF denominada RF Estimator (www.mwfai.org/RFEstimator.cfm). La herramienta toma los niveles de CEM-RF medidos o previstos más altos de cualquier dispositivo medido perteneciente a las categorías típicas de dispositivos domésticos inteligentes y permite incluir redes Wi-Fi vecinas o próximas, así como los niveles de CEM-RF de fondo de las redes móviles cercanas. La herramienta genera una estimación teórica máxima para el usuario en relación con sus dispositivos, distancias y condiciones medioambientales, ya que se basa en la hipótesis de que todos los dispositivos seleccionados transmiten en el espacio libre (sin obstáculos entre el transmisor y el receptor) y de forma simultánea (lo que en realidad sucede con muy poca frecuencia, o incluso nunca). Gracias a estas herramientas, cualquier persona interesada puede obtener un cálculo orientativo de la exposición a CEM-RF de su casa o apartamento.

³³ La frecuencia de transmisión de los 23 dispositivos de IoT se midió en la banda de 2,45 GHz o de 5 GHz. Las Directrices ICNIRP (2020) fijan los mismos límites para ambas frecuencias. Las mediciones se realizaron a una distancia mínima de 20 cm, por lo que son de aplicación los niveles de referencia para el público general a 2-300 GHz del Cuadro 5 de las Directrices ICNIRP (2020), lo que equivale a 10 W/m² (o 10 000 mW/m²).

³⁴ Documento [2/315](#) de la CE 2 del UIT-D, de Mobile & Wireless Forum IVZW.

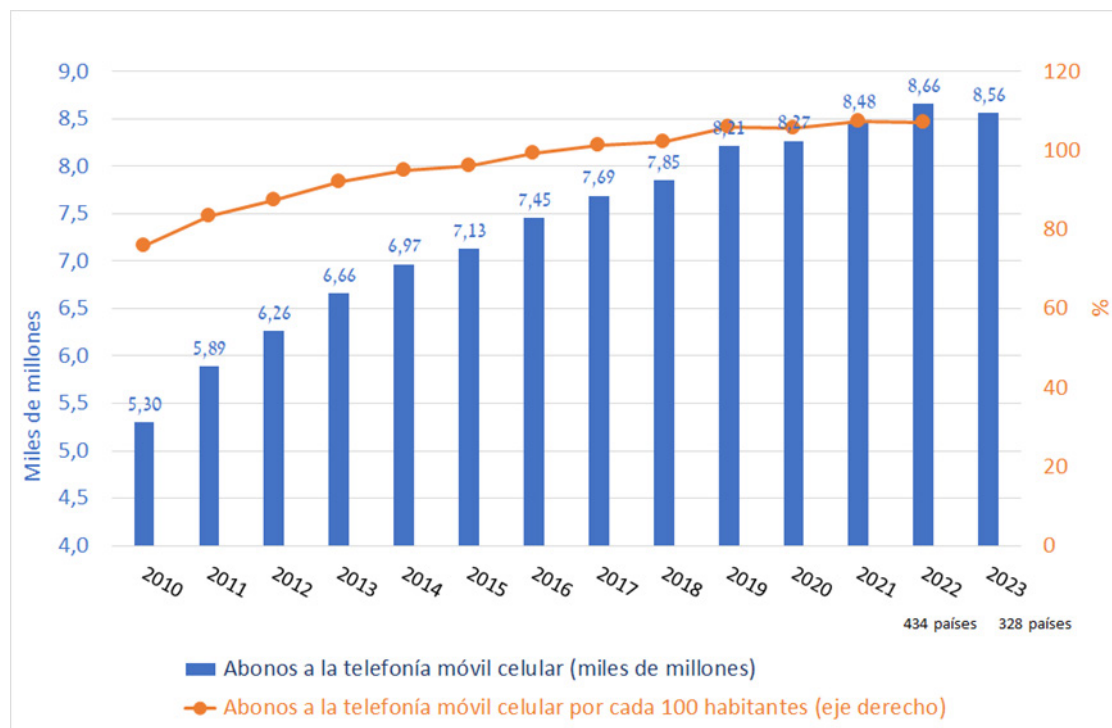
3.2.2 Exposición a CEM de dispositivos de IoT industrial y Transferencia inalámbrica de potencia por haces (TIP por haces)

Los consumidores están cada vez más familiarizados con el concepto de carga inalámbrica. Sin embargo, mientras que los consumidores deben poner su dispositivo portátil o dispositivo ponible en contacto con el dispositivo de carga para iniciar la transferencia de energía, la transmisión de potencia inalámbrica por haces (TIP por haces)³⁵ es una tecnología incipiente que transfiere energía a distancia a través de un haz de radiofrecuencia, de manera que los dispositivos pueden cargarse sin necesidad de cableado. Resulta especialmente útil en entornos de IIoT, donde puede ser difícil instalar el cableado en primera instancia o conectar los dispositivos ya desplegados con el cableado.

3.2.3 Exposición a CEM de teléfonos móviles para comunicaciones por satélite

Como puede verse en la Figura 2, el número de estaciones base celulares sigue aumentando en todo el mundo. Sobre la base de indicadores de TIC, el ITU DataHub hace un seguimiento de los [abonos móviles celulares](#) y de la penetración celular media a nivel mundial por cada 100 habitantes. Los datos más recientes, obtenidos el 4 de mayo de 2025, indican que en 2022 había 8 660 millones de abonados y cerca de 110 abonados a la telefonía celular por cada 100 habitantes. A título indicativo, se calcula que se necesita más o menos un mástil celular por cada 1 000 habitantes y se estima que hay más de 8 millones de macroestaciones base en todo el mundo.

Figura 2: Tasa de abonos a la telefonía móvil celular en todo el mundo



³⁵ Documento [2/192](#) de la CE 2 del UIT-D, de Telecommunications Management Group, Inc.

Hasta hace poco, las comunicaciones por satélite requerían dispositivos especializados, diseñados para un uso relativamente específico, y tanto el terminal terrenal como el servicio eran costosos. El rápido crecimiento de las redes de satélites de órbita terrestre baja, media y geoestacionaria (LEO, MEO y GEO), ha traído al mercado los primeros servicios celulares de satélite/terrenales "híbridos", lo que significa que un teléfono inteligente que no puede conectarse a una red terrenal puede conectarse a un satélite para fines limitados de comunicaciones, relacionadas en su mayoría con emergencias³⁶. Otra aplicación importante es la conectividad de IoT en las zonas rurales y distantes ([Inaltekin et al., 2024](#)). Dependiendo de las normas reglamentarias y los acuerdos comerciales, la comunicación puede utilizar el espectro dedicado del servicio móvil por satélite (SMS) o el espectro de la red móvil terrenal.

Varios fabricantes de dispositivos han comenzado a incorporar servicios de comunicaciones por satélite en sus modelos de teléfonos móviles más recientes, lo que permite establecer la conexión por satélite cuando el dispositivo está fuera del alcance de otras redes. Si bien en la actualidad los servicios se limitan principalmente al uso de emergencia, las actualizaciones recientes ya han ampliado esta utilización para incluir mensajes de texto con limitación de caracteres, ampliando significativamente las opciones para mantenerse en contacto con familiares, amigos y trabajo, incluso en las partes más remotas del mundo.

En su funcionamiento actual, el usuario debe ubicarse en el exterior y sostener el teléfono hacia arriba para permitir que el dispositivo localice un satélite al que conectarse. Las instrucciones en pantalla guían al usuario a través de este proceso y le notifican que se ha establecido una conexión.

Se han establecido consideraciones sobre la exposición a los CEM-RF de las RNT ([Fellán et al., 2023](#)). Debido a las pérdidas de trayecto del satélite a tierra y a los requisitos para minimizar la interferencia, los niveles de CEM-RF en el enlace descendente serán muy bajos en relación con los límites de exposición de las personas.

Los teléfonos satelitales tradicionales suelen emplear una antena que se extiende más allá de la cabeza del usuario durante su uso. Esto se debe a varios factores, como la necesidad de disponer de una antena sin obstáculos para conectarse a un satélite, que puede estar situado en cualquier lugar del cielo, y para cumplir con los requisitos de SAR en la exposición a RF. Con la integración de la conectividad por satélite en los teléfonos móviles, el cumplimiento de los límites nacionales de exposición a RF pertinentes debe seguir demostrándose mediante pruebas de SAR. El 3rd Generation Partnership Project (3GPP) especifica en el Documento [TS 38.101-5](#), relativo a la transmisión y recepción con equipos de radiocomunicaciones de usuario, que la potencia de transmisión máxima del dispositivo para uso de RNT es de 23 dBm, la misma que para los teléfonos inteligentes terrenales. Dependiendo de sus casos de uso y de los servicios disponibles, si el dispositivo no puede proporcionar comunicaciones por voz al utilizarlo junto a la cabeza u otros servicios que puedan funcionar en contacto con el cuerpo, los límites de SAR aplicables se refieren a las extremidades en lugar de a la cabeza o el cuerpo, concretamente a los 4 W/kg de la ICNIRP sobre 10 g de tejido contiguo, a menos que los requisitos nacionales estipulen un límite diferente. Si el dispositivo admite comunicaciones por voz u otros servicios que pueden utilizarse en contacto con el cuerpo, también es necesario cumplir los límites de SAR de la cabeza y/o el cuerpo.

³⁶ Documento [2/317](#) de la CE 2 del UIT-D, de Mobile & Wireless Forum (MWF) y GSM Association.

Como ejemplo conexo, en 2022 la autoridad de reglamentación francesa (Agence Nationale des Fréquences (ANFR)) midió los niveles de CEM-RF de enlace ascendente desde una antena de comunicación Starlink de 14,5 GHz. En su nivel más alto, medía 9 V/m (1 m en el eje del haz), 0,7 V/m a 2 m, y fuera de la parábola, era inferior a 1 V/m. Todas estas lecturas fueron inferiores a los límites de las Directrices ICNIRP (2020) de 61 V/m para las frecuencias pertinentes. Es importante señalar que este tipo de equipo transmite a 4 W (muy por encima de los teléfonos móviles), pero los valores medidos siguen siendo bajos.

La funcionalidad satelital de los dispositivos móviles tiene un gran potencial para permitir que los usuarios permanezcan conectados en cualquier lugar del mundo. Aunque actualmente se limita principalmente a las comunicaciones de emergencia, se espera que esta función se amplíe y esté más accesible en los dispositivos. Sin embargo, aunque esto representa una mejora en la funcionalidad de los dispositivos, el cumplimiento de los CEM-RF no varía, lo que significa que se debe seguir realizando pruebas en los dispositivos que incorporen dicha funcionalidad para garantizar que cumplen los límites de exposición aplicables.

3.2.4 Exposición a CEM-RF en las proximidades de las escuelas

La exposición a RF en las escuelas³⁷ es un tema que genera interés desde hace tiempo, y se han publicado varios estudios que documentan los niveles de exposición dentro y alrededor de los centros educativos. Por ejemplo, [Karipidis et al., 2017](#) publicaron un estudio que midió los niveles de Wi-Fi tanto dentro como fuera de las aulas de 23 escuelas australianas, situadas en zonas tanto metropolitanas como rurales. El estudio incluyó todas las fuentes de CEM-RF, y los autores señalaron que "todos los niveles de RF medidos en las 23 escuelas fueron significativamente más bajos que los niveles de referencia de exposición definidos en las Directrices de la ICNIRP". Concretamente, en el caso de la Wi-Fi, observaron que los niveles medio (típico) y máximo (cresta) de RF de la Wi-Fi en las zonas ocupadas del aula por los estudiantes eran aproximadamente 0,0001 W/m² y 0,01% del nivel de referencia de la densidad de potencia establecido por la ICNIRP, respectivamente.

Por otra parte, [Panagiotakopoulos et al., 2023](#), realizaron evaluaciones de la exposición a CEM-RF en una muestra de 661 escuelas de zonas urbanas, semiurbanas y rurales de Grecia. Las mediciones de la intensidad total de campo eléctrico de todas las fuentes, incluidas la Wi-Fi, las estaciones base móviles y las emisiones de radio y televisión, registraron un valor medio de 0,42 V/m para la intensidad de campo eléctrico en las escuelas de Grecia de todas las fuentes de emisión.

Se han publicado dos estudios sobre la exposición en entornos universitarios, donde el uso de Wi-Fi y dispositivos móviles es considerablemente mayor que en los entornos escolares estándar. En la Universidad de Pristina en Kosovo, [Berisha et al., 2023](#) utilizaron mediciones de frecuencias específicas y banda ancha en el interior de aulas, residencias de estudiantes y cafeterías, así como mediciones en el exterior. Registraron los valores medios siguientes: 0,41 V/m en las instalaciones de la facultad, 0,88 V/m en las zonas de los dormitorios y 0,97 V/m en la cafetería; el valor medio en exterior fue de 1,67 V/m de todas las fuentes. Como señalaron los autores del estudio, todas las mediciones estuvieron muy por debajo de las Directrices de la ICNIRP. En la Universidad de Castilla-La Mancha (España), [Ramirez-Vazquez et al., 2023](#) compararon las exposiciones a Wi-Fi en la Facultad de Ingeniería Informática y sus alrededores

³⁷ Documento [2/316](#) de la CE 2 del UIT-D, de Mobile & Wireless Forum IVZW.

medidas en 2017, 2018 y 2019 con otras ubicaciones también medidas en 2022. Observaron que los valores medidos disminuyeron entre 2017 y 2019. Las mediciones se realizaron en aulas, con y sin estudiantes, durante los periodos de medición.

3.2.5 Exposición a CEM-RF en las proximidades de hospitales

La ubicación de estaciones base cerca de hospitales³⁸ ha generado dudas sobre los niveles de CEM-RF y la posibilidad de interferencia que afecte a los equipos médicos. En dos estudios independientes realizados en España, uno en el Hospital Universitario de Canarias ([Hernández et al., 2024](#)) y el segundo en el Instituto de Salud Carlos III, un centro de investigación sobre salud pública de Madrid ([Ramos et al., 2023](#)), los investigadores midieron señales de RF en 11 y 10 ubicaciones próximas a las instalaciones, respectivamente, durante varios meses.

En el Hospital Universitario de Canarias, los investigadores afirmaron:

"Se obtienen conclusiones en línea con los resultados de investigaciones anteriores. En general, los niveles de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia (CEM-RF) en un espectro amplio de frecuencias siguen siendo muy bajos en situaciones típicas de la vida cotidiana. Estos niveles de exposición caen sistemáticamente muy por debajo de 1 V/m...".

Y en el centro Instituto de Salud Carlos III, los investigadores concluyeron:

"Se puede observar que la evolución y densificación (de las estaciones base) puede aumentar los niveles de exposición, que en ningún caso no superan el 1% de los niveles de referencia de la ICNIRP, cifra que sigue muy por debajo de los valores de umbral proporcionados por las normas y directrices".

Los autores señalaron que los resultados reflejaban los niveles totales de exposición a todas las fuentes en un mismo momento (es decir, en el escenario más desfavorable).

Se realizó otro estudio en España, en el Hospital Universitario de Granada ([Calvente et al., 2017](#)). Los autores señalaron que, además de los dispositivos de comunicación inalámbrica, muchas aplicaciones médicas también utilizan CEM-RF, como los motores de incubadoras, los calentadores radiantes y los sistemas de bombeo de jeringas. Existen también fuentes no deliberadas de niveles de CEM extremadamente bajos, como equipos como ventiladores mecánicos, sistemas de control de los parámetros vitales, dispositivos de oxigenoterapia y aspiradores médicos de secreciones corporales, entre otros. El estudio realizó mediciones puntuales alrededor de la unidad de cuidados y dentro de las incubadoras.

Las mediciones realizadas en una incubadora cercana a una ventana y con varios dispositivos médicos conectados, por ejemplo, dieron como resultado un valor medio de 0,81 V/m, con un máximo de 1,58 V/m, y la radio FM contribuyó con 0,79 V/m a este valor medio.

3.2.6 Evaluación de la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias de redes 5G (IMT)

Las ondas radioeléctricas, incluidas las ondas milimétricas que utiliza la 5G, son radiación no ionizante, que no causa daño alguno a los tejidos³⁹. Las mediciones realizadas en torno a

³⁸ *Ibidem*.

³⁹ Documento [2/166](#) de la CE 2 del UIT-D, de Telefon AB-LM Ericsson.

las estaciones base de una red 5G comercial mostraron que la contribución de la 5G a la exposición total a CEM-RF ambientales era inferior al 10%, incluso con un tráfico inducido del 100%. Los niveles de exposición máximos fueron entre 150 y 200 veces inferiores a los límites internacionales definidos por la ICNIRP, lo que garantiza la conformidad y la seguridad.

3.3 Consecuencias de las políticas restrictivas del despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones

Todos los estudios anteriores han observado que la exposición a CEM-RF –tanto de comunicaciones móviles y Wi-Fi como de todas las fuentes de RF– es mucho menor que los niveles de referencia del público general de la ICNIRP y suele estar muy por debajo del 1% de esos límites. Estos resultados confirman la eficiencia de las redes de comunicaciones móviles cuando se despliegan para satisfacer las necesidades de cobertura y capacidad, y sugieren que a) no es preciso adoptar políticas excluyentes para lograr niveles más bajos de CEM-RF y b) las políticas excluyentes no resultan eficientes en la medida en que imponen amplias restricciones y limitaciones al desarrollo comunitario.

Los bajos niveles de CEM-RF notificados en escuelas y hospitales ponen en tela de juicio las políticas sobre exposición a CEM-RF que imponen restricciones al despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones a determinadas distancias (denominadas en ocasiones "zonas excluyentes")⁴⁰ de hospitales o escuelas.

Se plantean varias consideraciones importantes en relación con estas políticas. La primera es que, si una estación base celular está situada en el tejado de un edificio o en sus fachadas exteriores, la señal se dirige hacia el exterior, por regla general instalando la antena con una ligera inclinación hacia abajo (normalmente de 2° a 10°) por debajo del eje horizontal. Esto significa que, si bien se proporciona alguna señal dentro de la estación base en la que está montada, la parte principal de la señal se proyecta lejos de la instalación. Para garantizar que los pacientes, las familias y el personal dispongan de una buena señal dentro y alrededor de las instalaciones, sigue siendo necesaria una estación base cercana que proporcione la cobertura necesaria. Además, cabe señalar que, las propuestas de ubicación de una estación base en un hospital u otra infraestructura comunitaria se basan en una evaluación que determina que ese emplazamiento es la mejor posición de la zona para prestar el servicio requerido, por ejemplo por la altura o ubicación de los edificios, por lo que impedir que se utilice esa ubicación por zona excluyente puede resultar menos conveniente desde el punto de vista de la planificación de redes radioeléctricas y, en consecuencia, para los usuarios celulares.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es que las zonas excluyentes limitan el desarrollo de las comunidades. Cuando se aplican políticas que imponen restricciones a la infraestructura, no se pueden construir nuevas escuelas o centros de salud allá donde ya haya una estación base instalada, aunque la comunidad los necesite. Del mismo modo, especialmente en las zonas urbanizadas, estas políticas pueden crear "brechas" de comunicación en la red porque simplemente no haya ningún lugar disponible fuera de las zonas de exclusión para construir estaciones base y proporcionar cobertura a las áreas necesitadas.

⁴⁰ En este contexto, las "zonas excluyentes" pueden confundirse erróneamente con la "zona de exclusión" alrededor de una estación base, que a menudo se utiliza como alternativa al "límite de cumplimiento", es decir, la zona alrededor de una estación base fuera de la cual los niveles de CEM-RF están por debajo de los límites. Por lo tanto, se debe actuar con precaución para evitar malentendidos.

Otro aspecto destacable es el uso frecuente de pequeñas estaciones base celulares en interior y repetidores/amplificadores de señal para proporcionar cobertura en el interior de instalaciones nuevas. Estos pequeños dispositivos de baja potencia minimizan las transmisiones para evitar interferencias entre sí y con las macrocélulas, al tiempo que proporcionan una buena cobertura y conectividad de datos. La existencia de zonas excluyentes también puede impedir la instalación y despliegue de estos eficientes y eficaces dispositivos. Puede encontrarse más información al respecto en la contribución de Egipto⁴¹ en la que se presenta el marco de autorización de la instalación de células pequeñas en los hospitales.

3.4 Exposición a CEM-RF de teléfonos móviles

Tal y como sucede con las estaciones base, existen inquietudes acerca de los posibles riesgos para la salud derivados de la exposición a los CEM-RF transmitidos de teléfonos móviles. Las pruebas de conformidad de los dispositivos móviles se realizan en laboratorios con dispositivos configurados a máxima potencia. En el uso diario, los dispositivos móviles 3G/4G/5G suelen funcionar a menos del 1% de su nivel potencia de salida máximo ([Joshi et al., 2020](#)).

En el [sitio web de la OMS](#) se afirma que "hasta la fecha, ninguna de las múltiples investigaciones realizadas ha mostrado un vínculo causal entre los efectos adversos para la salud y la exposición a las tecnologías inalámbricas", y la OMS sigue recomendando la investigación en este sentido. Los investigadores del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, organismo especializado en el cáncer de la OMS, y otros ([Deltour et al., 2022](#)) analizaron las tasas de glioma (un tipo de tumor cerebral) en los países nórdicos (Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia) y consideró latencias de cáncer de 10 años, 15 años y 20 años. El examen concluyó⁴² que "...el aumento de los riesgos notificado en algunos estudios de control de casos y controles es poco plausible y probablemente sea atribuible a sesgos y errores en la información proporcionada por los participantes sobre el uso del teléfono móvil".

Estudios recientes sobre la tendencia de los tumores cerebrales no demuestran que exista un vínculo con el uso del teléfono móvil, incluso después de décadas de uso: hasta 15 años en Australia, [Karipidis et al., 2018](#); hasta 25 años en Nueva Zelanda ([Elwood et al., 2022](#)), y hasta 30 años en España ([REDECAN, 2022](#)). La OMS⁴³ sigue promoviendo la investigación para dar respuesta a las incertidumbres científicas y está realizando una evaluación de riesgos para la salud con los 19 miembros del Grupo de Tareas de la OMS sobre Campos de Radiofrecuencias y Riesgos para la Salud, formado en convocatoria abierta en 2021 ([Verbeek et al., 2021](#)). Las revisiones sistemáticas respaldadas por la OMS y publicadas en [Environment International](#) no han detectado pruebas confirmadas de riesgos para la salud por debajo de los límites internacionales de CEM-RF.

Cualquiera puede optar por reducir su exposición personal a las ondas radioeléctricas, dado que el uso de dispositivos personales contribuye mucho más a la exposición a los CEM que las fuentes de campo lejano, como los transmisores de radiodifusión de las estaciones base. Entre los factores que pueden reducir la exposición a los CEM-RF de teléfonos móviles figuran el aumento de la distancia entre el dispositivo y el cuerpo, la utilización de dispositivos en modo manos libres y la utilización en zonas con buena recepción⁴⁴. Estos y otros factores se describen

⁴¹ Documento [SG2RGQ/133](#) de la CE 2 del UIT-D, de Egipto.

⁴² Deltour et al., 2022, disponible en <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107487>.

⁴³ Presentación del taller [Q7/2-2023-2](#) de la CE 2 del UIT-D, de la OMS.

⁴⁴ Documento [SG2RGQ/30](#) de la CE 2 del UIT-D, de Haití

en el [Suplemento 13](#) de las Recomendaciones UIT-T de la serie K sobre niveles de exposición a los CEM-RF de dispositivos móviles y portátiles en distintas condiciones de utilización. La OMS no recomienda medidas para reducir la exposición a los teléfonos móviles.

Capítulo 4 – Definición de políticas sobre CEM-RF para transmisores radioeléctricos

Las administraciones tienen muchas decisiones que tomar a la hora de elaborar o actualizar sus políticas nacionales sobre límites de exposición a los CEM⁴⁵. La mayoría de las políticas nacionales se basan en las directrices internacionales elaboradas por la ICNIRP. Algunos países han conservado los límites anteriores a las directrices internacionales o aplican límites que incluyen factores de reducción adicionales u otras restricciones, por ejemplo, en relación con la ubicación de las antenas. Además de los límites de exposición, las administraciones también deben considerar cómo garantizar su cumplimiento. Si bien en muchos casos esto se hace mediante una autodeclaración del operador, también existen ejemplos de métodos alternativos, como las evaluaciones externas. El UIT-D⁴⁶ llevó a cabo una [evaluación regional para Europa sobre los límites de exposición a CEM y los retos de la comunicación de riesgos](#) y la Oficina de la UIT para Europa preparó un informe de resultados del [Foro Regional de la UIT para Europa sobre estrategias, políticas y aplicación de la 5G de 2020](#). Las políticas nacionales también deben incluir la comunicación efectiva con el público en general. En este capítulo se presentan las orientaciones internacionales aplicables y experiencias nacionales en todos estos ámbitos.

4.1 Elaboración de un marco jurídico nacional sobre CEM

El despliegue de nuevas generaciones de tecnologías inalámbricas ha suscitado preocupaciones públicas en algunos países en cuanto a la exposición de las personas a los CEM-RF ambientales. El primer paso para aplicar medidas de protección frente a los CEM es la adopción de límites de CEM, y las Directrices de la ICNIRP se utilizan de forma generalizada. En el Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D para el periodo 2018-2021 se afirma que "la práctica más recomendable para las administraciones que decidan utilizar los límites internacionales de exposición a CEM-RF será limitar los niveles de exposición a los umbrales definidos en las Directrices ICNIRP (2020)". En un artículo sobre la influencia de las Directrices ICNIRP (2020) sobre el límite de cumplimiento de CEM-RF de las estaciones base, [Colombi et al., 2022](#), se demuestra que las estaciones base 2G/3G/4G/5G, desde células pequeñas hasta macroemplazamientos que cumplen los límites de las Directrices ICNIRP (1998), también cumplirán los límites de las Directrices ICNIRP (2020).

La Asociación Internacional de Protección Radiológica creó la ICNIRP⁴⁷ en 1993 para elaborar y difundir asesoramiento científico sobre la limitación de la exposición a la radiación no ionizante. Como organización no gubernamental sin ánimo de lucro, la ICNIRP mantiene relaciones oficiales con la OMS y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y opera sin influencias de la industria. Las declaraciones de intereses de los miembros se publican en el sitio web

⁴⁵ Puede encontrarse información adicional en Haim Mazar, [Radio Spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques](#), Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2016. Véase el [Capítulo 9.7](#) (revisado en abril de 2021) sobre límites de peligro de las RF y su repercusión en la planificación de redes móviles.

⁴⁶ Documento [2/48](#) de la CE 2 del UIT-D, de la BDT.

⁴⁷ Presentación del taller [Q7/2-2023-2](#) de la CE 2 del UIT-D, de la ICNIRP.

de la ICNIRP para garantizar la transparencia. La ICNIRP señala que, a niveles bajos, la RF no tiene ningún efecto sobre la salud humana, pero puede ser perjudicial a niveles altos, como lo demuestra el ejemplo de las quemaduras por RF, que pueden penetrar en profundidad en el cuerpo. El asesoramiento de la ICNIRP se difunde principalmente en forma de directrices que establecen normas para evitar exposiciones inseguras a la RF sin limitar indebidamente los usos beneficiosos de la RF. Estas directrices son un ejercicio de equilibrio entre beneficios y riesgos de las RF. Las directrices de la ICNIRP sobre RF se actualizaron y publicaron en 2020 y abarcan la gama de frecuencias de 100 kHz a 300 GHz. Proporcionan protección contra los efectos adversos para la salud en condiciones de exposición realistas. A través de un proceso de derivación conservador para garantizar la seguridad, las directrices establecen "restricciones básicas" relacionadas con la exposición a la RF dentro del cuerpo y "niveles de referencia" para la RF ambiental. El objetivo de las directrices es proteger a las personas contra todos los efectos adversos para la salud, independientemente del mecanismo, y tienen en cuenta todos los tipos realistas de exposición, incluidas las exposiciones a corto y largo plazo, los diferentes tipos de señales (por ejemplo, impulsos, onda continua, 2G, 3G, 4G, 5G). Algunos tipos de exposición, como en el caso de las aplicaciones médicas de las RF, quedan fuera del alcance de las directrices. Las directrices están diseñadas de manera que sean seguras para todos, tanto niños como adultos, y prevén un margen de seguridad por encima del nivel más bajo de exposición que se sabe que causa daño.

El [IEEE](#) actualizó los límites de CEM-RF en 2019. Cabe señalar que algunos países tienen límites nacionales diferentes, por ejemplo, la norma GB21288-2022 en China. En el Cuadro 1⁴⁸ se enumeran las restricciones básicas establecidas por las Directrices ICNIRP (2020) y las normas IEEE C95.1-2019 y GB21288-2022, respectivamente. Como puede verse en el cuadro, si bien las restricciones no son idénticas, por lo general están armonizadas.

Cuadro 1: Restricciones básicas para la exposición a CEM entre 100 kHz y 300 GHz, establecidas por diferentes documentos orientativos

Documento de orientación	Escenario de exposición	Gama de frecuencias	Cuerpo entero SAR (W/kg)	SAR ¹ local (W/kg)	SAR ² local (W/kg)	Densidad de potencia (W/m ²)
ICNIRP de 2020	Ocupacional	100 kHz – 6 GHz	0,4	10	20	–
		>6 GHz – 300 GHz	0,4	–	–	100
	Público general	100 kHz – 6 GHz	0,08	2	4	–
		>6 GHz – 300 GHz	0,08	–	–	20

⁴⁸ Documento [SG2RGQ/68](#) de la CE 2 del UIT-D, de China.

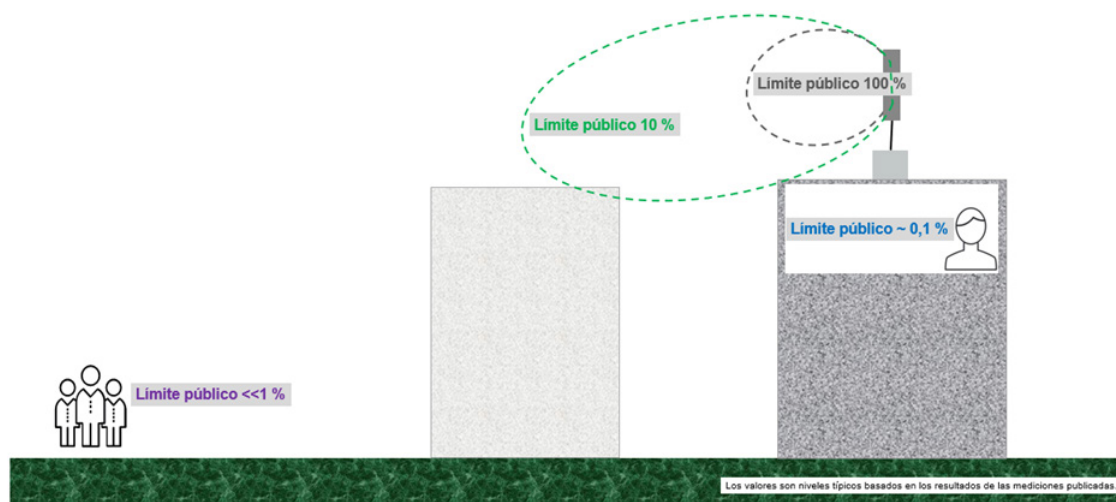
Cuadro 1: Restricciones básicas para la exposición a CEM entre 100 kHz y 300 GHz, establecidas por diferentes documentos orientativos (continuación)

Documento de orientación	Escenario de exposición	Gama de frecuencias	Cuerpo entero SAR (W/kg)	SAR ¹ local (W/kg)	SAR ² local (W/kg)	Densidad de potencia (W/m ²)
C95.1-2019	Personas autorizadas en entornos restringidos	100 kHz - 6 GHz	0,4	10	20	-
		>6 GHz - 300 GHz	-	-	-	100
	Personas en entornos no restringidos	100 kHz - 6 GHz	0,08	2	4	-
		>6 GHz - 300 GHz	-	-	-	20
GB21288-2022	Ocupacional	100 kHz - 6 GHz	-	10	20	-
		>6 GHz - 300 GHz	-	-	-	100
	Público general	100 kHz - 6 GHz	-	2	4	-
		>6 GHz - 300 GHz	-	-	-	20

- "-" significa "no aplicable" y que no es necesario tenerlo en cuenta para determinar el cumplimiento.
- La SAR de todo el cuerpo debe promediarse a 30 min.
- SAR¹ local: se refiere a SAR local de la cabeza y el torso en las Directrices ICNIRP (2020), C95.1-2019 y GB21288.
- SAR² local: se refiere al SAR local de las extremidades, tanto en las Directrices ICNIRP (2020) como en la GB21288. Se refiere a la SAR local de las extremidades y los pabellones auditivos en C95.1-2019.
- Las exposiciones de densidad de potencia y SAR local deben promediarse a 6 min.
- La SAR local debe promediarse sobre una masa cúbica de 10 g.
- En las Directrices ICNIRP (2020) y GB21288-2022, la densidad de potencia (absorbida) debe promediarse en una superficie corporal cuadrada de 4 cm². Por encima de 30 GHz, se impone una restricción adicional, de modo que la exposición promediada en una superficie corporal cuadrada de 1 cm² queda limitada al doble de la restricción de 4 cm².
- En C95.1-2019, la densidad de potencia (epitelial) debe promediarse en cualquier superficie corporal de 4 cm² a frecuencias comprendidas entre 6 GHz y 300 GHz. Por encima de 30 GHz, si la zona expuesta en la superficie corporal es pequeña (<1 cm², según se define por los contornos de -3 dB en relación con la exposición máxima), se permite que la densidad de potencia epitelial supere los valores de la restricción de 4 cm² por un factor de 2, con una zona promediada de 1 cm².

En Brasil⁴⁹, la Ley 11.934/2009 establece que los límites nacionales de CEM seguirán las recomendaciones de la OMS, en cuya ausencia se aplicarán los límites de la ICNIRP. Por el contrario, algunos países y regiones cuentan con sus propias reglamentaciones y límites de exposición a los CEM-RF, que difieren de los límites propuestos por la ICNIRP. Las restricciones arbitrarias tienen repercusiones operativas relacionadas con el acceso a los tejados o edificios cercanos, como se muestra en la siguiente figura, que muestra una reducción arbitraria con el límite multiplicado por 10.

Figura 3: Aumento de las zonas de cumplimiento con límites restrictivos (límites de densidad de potencia representados)



Según las Directrices [ICNIRP \(2020\)](#), la aplicación de límites arbitrariamente por debajo de las directrices internacionales sobre CEM no tiene beneficios demostrados para la salud. Además, no repercute en los niveles de CEM-RF típicos en la comunidad, véase la Figura 5 en el documento de la [GSMA \(2020\)](#) sobre adopción de directrices internacionales sobre CEM-RF. En el [Suplemento 14](#) de las Recomendaciones UIT-T de la serie K sobre la repercusión de límites de exposición a CEM-RF más estrictos que los de las directrices de la ICNIRP o el IEEE al despliegue de redes móviles 4G y 5G se señala que los límites de CEM-RF restrictivos influyen en la capacidad de despliegue de redes 4G/5G.

Existen pruebas de que la población generalmente percibe la exposición a CEM-RF en relación con el límite más como un margen de seguridad que como un concepto de umbral, y que aumenta su preocupación cuando se reduce el margen de seguridad percibido ([Wiedemann et al., 2008](#))⁵⁰. En el caso de aplicar reducciones arbitrarias a los límites de exposición, el margen de seguridad percibido se reduce, tal y como se muestra en la siguiente figura.

En la Figura 4 se ve que hay un margen de seguridad percibido más amplio cuando se utiliza el límite de densidad de potencia internacional para la exposición pública (línea del 100%) que si se utilizase un límite de densidad de potencia 10 veces más restrictivo (línea del 10%), porque el nivel de exposición típica a las redes móviles es idéntico, independientemente de los límites reglamentarios fijados (véase la Figura 5 del Documento de la GSMA sobre adopción de directrices internacionales sobre CEM-FR, [GSMA \(2020\)](#)).

⁴⁹ Presentación del taller [Q7/2-2024-02](#) de la CE 2 del UIT-D, de Brasil.

⁵⁰ Documento [SG2RGQ/81](#) de la CE 2 del UIT-D, de la GSMA.

Figura 4: Aumento de la percepción del riesgo cuando se reducen los límites (límites de densidad de potencia representados)



La base jurídica de los límites de CEM-RF puede variar de un país a otro en función de los distintos enfoques basados en la legislación sobre telecomunicaciones, medioambiente o seguridad ocupacional. Una ventaja importante derivada de la adopción de límites nacionales de CEM-RF es la aplicación de normas coherentes en todo el país.

Reconociendo la gran variedad de límites nacionales de exposición a los CEM establecidos por diferentes países, la OMS⁵¹ está realizando una encuesta para recopilar datos sobre las normas nacionales vigentes y las principales medidas de políticas, con el objetivo de recabar información sobre la exposición a campos de RF en tres contextos específicos: personal, ambiental y ocupacional. Las respuestas a la encuesta se utilizarán para actualizar las conclusiones de una encuesta realizada por la OMS en 2012 ([Dhungel et al., 2015](#)). El propósito final de la encuesta es orientar y, posiblemente, armonizar las políticas de gestión de riesgos relacionadas con la exposición a los CEM de RF a nivel internacional, garantizando que se basen en las pruebas científicas más recientes y que ofrezcan protección real para la salud pública.

4.2 Comunicación de riesgos, gestión de riesgos y desinformación sobre los CEM

Los CEM son objeto de información y desinformación desde hace mucho tiempo. Los primeros ejemplos se remontan a la introducción del alumbrado eléctrico (en sustitución del gas), y en algunos países parte del público ha mostrado preocupación por la seguridad de cada generación de tecnología móvil. Actualmente, en la era de los medios sociales, resulta mucho más fácil producir y difundir información errónea que refutarla.

Debido a la preocupación por los posibles riesgos futuros para la salud, algunos países aplican restricciones en materia de emplazamientos de antena o recomiendan limitar el uso de fuentes inalámbricas para ciertos grupos demográficos, alegando a menudo que se trata de medidas cautelares. Sin embargo, una revisión sistemática determinó que la información sobre las medidas de precaución genera aún más preocupación entre la población ([Boehmert et al., 2020](#)):

⁵¹ Documento [2/340](#) de la CE 2 del UIT-D de la OMS y presentación del taller [Q7/2-2023-2](#) de la CE 2 del UIT-D, de la OMS.

"En conjunto, el panorama general sugiere un aumento en la percepción del riesgo debido a las recomendaciones de precaución. Supuestamente no se pretendía conseguir este efecto, y muchos comunicadores lo perciben como un costo. Por lo tanto, alentamos a los comunicadores de riesgos a tener en cuenta tanto los beneficios potenciales como los costos al decidir si recomiendan o no la precaución".

Aunque no hay pruebas fehacientes de efectos adversos para la salud, esta percepción de un mayor riesgo podría inducir a ciertos grupos de población, como las embarazadas, a tomar medidas cautelares para limitar su exposición a los CEM-RF en el trabajo y en su vida cotidiana. La GSMA⁵² también advierte contra el uso de lenguaje cautelar en las comunicaciones con el público, dado que no hay evidencia científica creíble que respalde la necesidad de tomar precauciones, ya que puede generar una mayor preocupación pública y riesgos no relacionados con los CEM.

4.2.1 Comunicación de riesgos

La comunicación de riesgos⁵³, por definición, es el intercambio en tiempo real de información, consejos y opiniones entre expertos/funcionarios y personas que se enfrentan a peligros que amenazan su supervivencia, salud o bienestar económico o social. El objetivo principal de la comunicación de riesgos es mantener informada a la población y establecer una relación de confianza mutua con los destinatarios de la comunicación. La comunicación de riesgos es un proceso bidireccional, no un medio de divulgación de información unidireccional. Puede producirse en un entorno de atención alta y confianza escasa. El tema de la comunicación de riesgos se abordó en el anterior periodo de estudios de la Cuestión 7/2 del UIT-D, es decir 2018-2021.

Dado que las Directrices de la ICNIRP se elaboraron a partir de un detenido examen de toda la bibliografía científica publicada sobre diversos aspectos de la exposición a los CEM, son una fuente fiable para la comunicación de información, consejos y opiniones que los expertos o funcionarios pueden compartir con el público. La divulgación de información científica para su consulta por parte del público puede reducir los niveles de preocupación (innecesaria) sobre la exposición a los CEM-RF. Un ejemplo de este enfoque es el esfuerzo realizado por la Administración de China, en consulta con la ICNIRP, para traducir las Directrices ICNIRP (2020) al chino con el fin de sensibilizar a la población acerca de los límites de exposición existentes, así como para responder a sus preguntas e inquietudes⁵⁴.

El enfoque adoptado por Australia⁵⁵ consiste en apoyar la investigación, realizar evaluaciones de CEM-RF, suministrar información pública y colaborar con las autoridades sanitarias internacionales como parte del Programa de Energía Electromagnética del Gobierno del país. Con el programa Talk to a Scientist (Charla con un científico), el público puede conversar de forma directa con un experto en radiación de la Agencia Australiana de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear (ARPANSA), que recibe aproximadamente 800 consultas cada año. Este programa permite seguir de cerca las preocupaciones del público y su evolución, y complementa otras actividades de comunicación como las campañas en medios sociales y tradicionales y la participación pública, incluidos seminarios y sesiones educativas en las escuelas. Los científicos de ARPANSA participan en diferentes grupos de trabajo, consorcios de investigación y comités

⁵² Documento [SG2RGO/81](#) de la CE 2 del UIT-D, de la GSMA.

⁵³ Documento [2/47](#) de la CE 2 del UIT-D, de China.

⁵⁴ *Ibidem*.

⁵⁵ Presentación del taller [Q7/2-2024-01](#) de la CE 2 del UIT-D, de Australia.

de normalización, tanto nacionales como internacionales. Este compromiso garantiza que el asesoramiento científico y de salud pública de Australia siga siendo preciso, esté actualizado y sea coherente con las buenas prácticas mundiales. ARPANSA es también un centro colaborador de la OMS en materia de protección radiológica.

Otro ejemplo de comunicación de riesgos son las campañas realizadas en 2018 y 2021 por la Autorité de Régulation des Communications Electroniques et de la Poste (ARCEP Benin)⁵⁶ y las Associations des Consommateurs Partenaires para impartir sesiones educativas sobre CEM-RF en todo el país. Además, en 2023 ARCEP Benin organizó una conferencia internacional con la Academia Nacional de Ciencias, Artes y Letras en 2023.

La República del Congo destacó que, si bien el crecimiento de la infraestructura de red mejora la conectividad y conlleva beneficios económicos, los gobiernos nacionales tienen dificultades para adoptar normas, ejercer el control reglamentario respecto del despliegue de infraestructuras y garantizar que pueden responder a las preguntas del público sobre la exposición a los CEM cuando los despliegues se ejecutan con rapidez. Por lo tanto, se hizo hincapié en la importancia de fortalecer los marcos reglamentarios, sensibilizar al público y fomentar la colaboración internacional, para lo que la UIT contribuye de forma decisiva.

Las autoridades de Ghana⁵⁷ participan en la comunicación de riesgos mediante la organización de programas de sensibilización y la educación del público utilizando los resultados de las mediciones. Las medidas futuras incluyen el desarrollo de un sistema de seguimiento para vigilar la percepción y el comportamiento del público en relación con la ubicación de las torres de comunicaciones. Senegal⁵⁸ también realiza talleres de sensibilización, entre los que destaca un evento en 2023 organizado con el Ministerio de Sanidad.

La UIT⁵⁹ ha participado en los trabajos en curso para revisar el documento de la OMS⁶⁰ titulado *Estableciendo un dialogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos* (que se publicó por primera vez en 2002).

Como se ha indicado anteriormente, durante este periodo de estudios los miembros de la UIT emprendieron campañas de medición para demostrar y garantizar el cumplimiento de los límites de exposición a los CEM. El sitio web de la GSMA⁶¹ contiene información sobre encuestas sobre CEM-RF 5G realizadas por instituciones académicas, gobiernos y operadores de redes móviles, cuyos resultados muestran que los niveles máximos de CEM 5G suelen estar por debajo del 1% de los límites públicos internacionales.

En el marco de su programa de medición, la Comisión de Comunicaciones de Uganda⁶² realizó entrevistas con el público, en las que se destacó que alrededor del 40% de las personas encuestadas estaban preocupadas por los posibles riesgos para la salud, y que el nivel de educación de una persona no tenía ninguna relación con las preocupaciones. Los resultados de la encuesta se utilizaron para elaborar un folleto en inglés y en los idiomas locales con el fin de sensibilizar a los consumidores.

⁵⁶ Documento [2/198](#) de la CE 2 del UIT-D, de Benin.

⁵⁷ Documento [2/78](#) de la CE 2 del UIT-D, de Ghana.

⁵⁸ Documento [2/274](#) de la CE 2 del UIT-D, de la República del Congo.

⁵⁹ Documento [2/48](#) de la CE 2 del UIT-D, de la BDT.

⁶⁰ Presentación del taller [Q7/2-2023-02](#) de la CE 2 del UIT-D, de la OMS.

⁶¹ Presentación del taller [Q7/2-2023-05](#) de la CE 2 del UIT-D, de la GSMA.

⁶² Documento [SG2RGQ/77](#) de la CE 2 del UIT-D, de Uganda.

En muchos países, los operadores de red también tienen un papel importante en la respuesta a estas preocupaciones. Por ejemplo, China Mobile Communications Co. Ltd.⁶³ enumeró sus iniciativas de comunicación pública, como las medidas de divulgación a la comunidad y campañas de medición⁶⁴. La empresa también se sirve de un autobús de publicidad científica, en el que equipos de profesionales se encargan de supervisar y educar al público en materia de CEM. China Mobile señala que los niveles de CEM-RF inferiores a los límites aceptados no suponen un riesgo para la salud y aboga por una mejor comunicación para evitar el pánico y garantizar la salud pública sin obstaculizar el desarrollo de la industria.

Las campañas de medición pueden desempeñar un papel importante a la hora de abordar las preocupaciones del público, pero una buena comunicación de riesgos implica un enfoque integral tanto para comprender las preocupaciones como para gestionarlas.

4.2.2 Gestión de riesgos

En un documento presentado a la Cuestión 7/2 China Mobile Communications Co. Ltd.⁶⁵ presentó las actividades de normalización de CEM en la CEI y las actividades conjuntas con el IEEE. La UIT y la CEI han elaborado normas técnicas (Recomendación [UIT-T K.100](#) (06/2021), la norma internacional [CEI 62232:2025](#) y el Informe técnico [CEI TR 62669:2019](#)) con contenido armonizado para evaluar los niveles de CEM-RF procedentes de antenas de redes móviles. La norma CEI 62232:2025 abarca diversos métodos de evaluación (como las mediciones de intensidad de campo y de SAR), métodos de cálculo y requisitos de informes. El Informe técnico CEI TR 62669:2019 proporciona estudios de caso de evaluaciones de seguridad en diferentes escenarios de estaciones base⁶⁶. Actualmente, muchos países basan sus requisitos técnicos nacionales en estas normas. En su publicación de 2021 sobre [políticas de cumplimiento de la exposición a CEM para redes móviles](#) y en su ponencia en un taller sobre la necesidad de abordar la exposición a CEM de redes móviles e inalámbricas⁶⁷, la GSMA recomienda doce políticas de buenas prácticas para el cumplimiento de los CEM-RF, que incluyen la adopción de límites internacionales (ICNIRP) de CEM-RF y de normas técnicas de la UIT y la CEI, con enfoques eficientes para el control del cumplimiento.

En su presentación en el taller el Comité Internacional de Seguridad Electromagnética (ICES) del IEEE⁶⁸ describió el actual proceso de elaboración de normas de conformidad para estaciones base y teléfonos móviles. Se han creado Grupos de Trabajo Mixtos (JWG) y Equipos Mixtos de Mantenimiento (JMT) de la CEI/IEEE. El JWG 11 se ocupa de los métodos computacionales para evaluar la densidad de potencia en las proximidades de la cabeza y el cuerpo. El JWG 12 y el JWG 13 se encargan de los métodos y procedimientos de medición para evaluar la densidad de potencia y determinar la SAR, respectivamente. El JWG 63184 estudia la exposición de las personas a los campos eléctricos o magnéticos de los sistemas inalámbricos de transferencia de energía.

⁶³ Documento [2/297](#) de la CE 2 del UIT-D, de China Mobile Communications Co. Ltd.

⁶⁴ Documento [2/298](#) de la CE 2 del UIT-D, de China Mobile Communications Co. Ltd.

⁶⁵ Documento [SG2RGO/199](#) de la CE 2 del UIT-D, de China Mobile Communications Co. Ltd. y presentación del taller [Q7/2-2024-07](#) de China Mobile Communications Co. Ltd.

⁶⁶ Documento [2/173](#) de la CE 2 del UIT-D, de China.

⁶⁷ Presentación del taller [Q7/2-2023-05](#) de la CE 2 del UIT-D, de la GSMA.

⁶⁸ Presentación del taller [Q7/2-2024-06](#) de la CE 2 del UIT-D, del Comité Internacional de Seguridad Electromagnética del IEEE.

El ICES del IEEE también señaló que la Comisión Europea encomendó al Comité Científico de los Riesgos Sanitarios, Medioambientales y Emergentes (CCRSME) que evaluara la necesidad de una revisión técnica de los anexos a la Recomendación 1999/519/EC del Consejo sobre límites de exposición a los campos electromagnéticos para el público en general a la luz de las pruebas científicas más recientes. El dictamen definitivo del CCRSME, publicado en junio de 2023, confirmó que no se han encontrado pruebas moderadas o sólidas de efectos adversos para la salud provocados por tecnología existente en niveles inferiores a los límites establecidos en la Recomendación 1999/519/EC del Consejo Europeo. Sin embargo, el Comité reconoció que las nuevas cantidades y límites dosimétricos introducidos por la ICNIRP en 2020 proporcionarían una protección más eficaz contra los riesgos que plantean las aplicaciones tecnológicas incipientes. En consecuencia, el CCRSME aconsejó revisar los anexos de la Recomendación del Consejo para incluir estos nuevos criterios. Se espera que las revisiones se adopten en 2025.

Algunos ejemplos de normas de la UIT y la CEI aplicadas son la utilización por parte de [Brasil](#) de la Recomendación UIT-T K.100 (07/2019) para realizar una evaluación teórica de las estaciones base; los procedimientos de evaluación simplificados de Colombia⁶⁹ basados en la Recomendación UIT-T K.100 (06/2021) y el Anexo C a la Recomendación UIT-T K.70 (12/2021), incluso para antenas 5G activas, con un factor de reducción de potencia⁷⁰ para tener en cuenta la diferencia entre la potencia teórica y la potencia máxima real de CEM-RF; y la formulación por parte de las autoridades chinas de la norma medioambiental HJ 1151-2020, relativa al método de supervisión del entorno de radiación electromagnética de estaciones base de comunicaciones móviles 5G, que prevé un tiempo de promediación de seis minutos para la estación base 5G. La norma china también incluye un enfoque simplificado para el cálculo de las distancias de seguridad de las estaciones base 4G y 5G que utilizan antenas inteligentes con direcciones de haz cambiantes.

4.2.3 Desinformación sobre los CEM

Al igual que muchos otros países, Ghana⁷¹ ha registrado rumores y acusaciones generalizados que vinculan el virus de la COVID-19 con la 5G, lo que podría haber malogrado los avances realizados a lo largo de los años en cuanto a la adopción de tecnologías de la comunicación. Las autoridades participan en la comunicación de riesgos mediante la organización de programas de sensibilización y la educación del público utilizando los resultados de las mediciones. Las medidas futuras incluyen el desarrollo de un sistema de seguimiento para vigilar la percepción y el comportamiento del público en relación con la ubicación de las torres de comunicaciones. A principios de 2020, alrededor del 2% de los artículos de desinformación sobre la COVID-19 en los EE.UU.²² estaban relacionados con la 5G. Una encuesta realizada por [Ovenseri-Ogbomo et al., 2020](#) entre abril y mayo de 2020 a habitantes del África subsahariana mostró que alrededor del 7% de los encuestados creía que la 5G era responsable de la pandemia. El regulador de telecomunicaciones de Rumania⁷², ANCOM, detectó malentendidos similares entre el público en relación con la 5G y publicó información verificada en el sitio web [infocentru.ancom.ro](#). ANCOM, el organismo regulador de las telecomunicaciones de Rumania, ejecutó un estudio

⁶⁹ Presentación del taller [Q7/2-2024-03](#) de la CE 2 del UIT-D, de Colombia.

⁷⁰ El factor de reducción de potencia es un multiplicador estadístico utilizado para tener en cuenta que, para las antenas de conformación del haz, la potencia real transmitida mediada en el tiempo por uno o varios segmentos de antena es inferior al máximo teórico.

⁷¹ Documento [2/78](#) de la CE 2 del UIT-D, de Ghana.

⁷² Documento [2/152](#) de la CE 2 del UIT-D, de Rumania.

piloto interno sobre los niveles de las estaciones base 5G y descubrió que la exposición seguía estando por debajo de las normas nacionales⁷³. La GSMA⁷⁴ señaló en su contribución que, a pesar de que la OMS hubiera afirmado que no existía ningún vínculo entre los CEM y la pandemia de COVID-19, estas falsas creencias habían seguido circulando. En enero de 2022, una encuesta de [PERITIA](#) realizada en seis países europeos reveló que el 14% de los encuestados pensaba que los síntomas de la COVID-19 estaban relacionados con la 5G.

4.3 Métodos de evaluación de la exposición a CEM-RF

Como ya se ha indicado, la UIT y la CEI han elaborado normas técnicas para evaluar los niveles de CEM-RF procedentes de antenas de redes móviles y otras fuentes de CEM. En su contribución sobre evaluación de la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencias de redes 5G, Telefon AB – LM Ericsson⁷⁵ señaló que, para evaluar las antenas 5G activas con precisión, es necesario utilizar factores de reducción de potencia como los descritos por la CEI y la UIT. En una red 5G que utiliza estaciones base MIMO (múltiples entradas, múltiples salidas) masivas, los diagramas de antena cambian con rapidez y se forman haces para optimizar la transmisión a los dispositivos a los que se presta servicio. Los factores de reducción de potencia tienen en cuenta esta variabilidad a lo largo del tiempo de promediación del límite de exposición especificado por la ICNIRP (6 o 30 min) y proporcionan una evaluación más precisa que si se utilizaran métodos de cálculo clásicos. Los fabricantes de equipos de red han desarrollado características de *software* para implantar estos métodos. Las mediciones realizadas alrededor de las estaciones base equipadas con tecnología MIMO masiva y que funcionan en la banda de 3,5 GHz en una red 5G comercial mostraron que la contribución de la red 5G a la exposición ambiental general a CEM-RF era inferior al 10%, incluso con tráfico totalmente inducido. Además, los niveles máximos de exposición procedentes de las estaciones base 5G fueron significativamente más bajos (entre 150 y 200 veces) que las Directrices de la ICNIRP. Las actividades de infraestructura de TIC de la UIT incluyen recursos para apoyar el despliegue sostenible de la tecnología 5G. La GSMA señaló que la concesión de licencias de CEM-RF para transmisores puede basarse en las declaraciones de los propios operadores o en procedimientos externos de obtención de permisos.

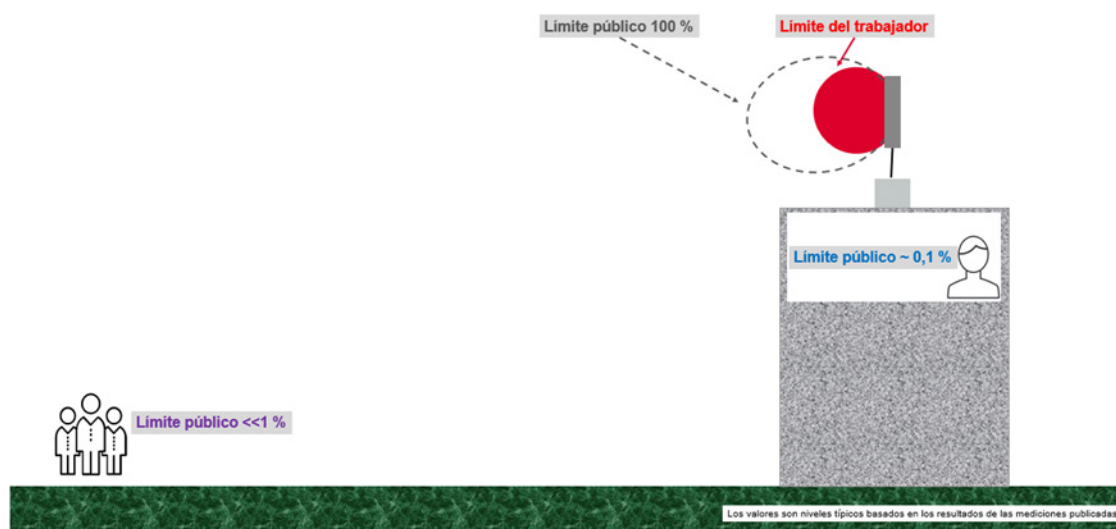
Las evaluaciones de CEM-RF en los emplazamientos de las estaciones base del entorno general muestran que los niveles de exposición son bajos en relación con las directrices internacionales y confirman que no han experimentado grandes cambios con el paso del tiempo. Cuando los niveles de CEM-RF se evalúan más cerca de las antenas, pueden existir zonas de cumplimiento donde los límites superen los del público o de los trabajadores y el acceso a dichas áreas queda restringido ([Elbasheir et al., 2023](#)). Los niveles de exposición en las salas situadas debajo de las antenas se reducen debido a la directividad de la antena y la atenuación del edificio ([Reese et al., 2022](#)), como se ve en la Figura 5 siguiente.

⁷³ En Rumania, la exposición a los CEM se rige por la Orden 1193/2006 del Ministro de Salud Pública, que se ajusta a la Recomendación 1999/519/EC del Consejo de la Unión Europea y se basa en las Directrices de la ICNIRP.

⁷⁴ Presentación del taller [Q7/2-2023-05](#) de la CE 2 del UIT-D, de la GSMA.

⁷⁵ Documento [2/166](#) de la CE 2 del UIT-D, de Telefon AB – LM Ericsson.

Figura 5: Niveles de CEM-RF alrededor de las estaciones base (límites de densidad de potencia representados)



Las estaciones base en interiores no suelen superar los límites de CEM-RF a distancias superiores a 0,2-0,3 m porque la potencia de transmisión es muy baja.

Los resultados de las redes de comprobación técnica de los CEM-RF en funcionamiento en Europa desde hace más de una década ([Iakovidis et al., 2022](#)) y de las mediciones de emplazamientos de muestra realizadas durante muchos años en países africanos ([Joyner et al., 2014](#)) indican que los niveles ambientales de CEM-RF siguen siendo bajos en relación con los límites internacionales de exposición.

4.4 Conclusión

Las administraciones⁷⁶ deben tener en cuenta las preocupaciones políticas, sociales y económicas a la hora de definir las políticas públicas sobre la exposición a CEM. Las medidas de gestión de riesgos pueden agruparse en tres categorías: adopción de límites de CEM-RF (internacionales o locales); aplicación de normas de conformidad (basada en declaraciones o permisos por medio de cálculos y/o mediciones), e iniciativas de comunicación (centrada en el público objetivo y las responsabilidades de las partes interesadas).

Cuando no existan límites nacionales o las frecuencias de interés no se contemplen en las normas existentes, los reguladores y la industria deben aplicar los límites de exposición de las Directrices ICNIRP (2020) como buena práctica. Esta recomendación cuenta con el apoyo de la OMS⁷⁷, el UIT-T⁷⁸ y el UIT-D⁷⁹. Las contribuciones recibidas durante este periodo de estudios muestran que muchos países ya han dado ese paso. Hasta la fecha no se han obtenido pruebas fehacientes de que exista un mayor riesgo para la salud de las personas que residen cerca de transmisores fijos o que utilizan dispositivos móviles que se ajustan a los límites fijados por los organismos internacionales.

⁷⁶ Presentación del taller [Q7/2-2024-05](#) de la CE 2 del UIT-D, de la GSMA.

⁷⁷ OMS (2006). [Marco para el desarrollo de estándares de CEM basados en la salud](#).

⁷⁸ Recomendación [UIT-T K.52](#) (08/2024), *Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos*.

⁷⁹ [Informe de resultados de la Cuestión 7/2 del UIT-D](#) para el periodo de estudios 2018-2021.

Existe la idea errónea de que las medidas cautelares ofrecen beneficios para la salud; la ICNIRP deja claro que no se ha demostrado que existan efectos adversos para la salud con niveles de exposición inferiores a los valores límite de sus directrices, ni que las medidas de precaución adicionales resulten beneficiosas para la salud pública. De hecho, los límites de CEM restrictivos pueden aumentar la preocupación pública y la necesidad de antenas, lo que puede complicar la ubicación e influir negativamente en la calidad del servicio.

La transición en el uso de las antenas, que deja de lado la práctica convencional en favor de más antenas activas en las redes móviles 4G y 5G, pone de manifiesto la importancia de actualizar los métodos de evaluación de los CEM-RF. Hay algunos documentos técnicos internacionales, como las Recomendaciones UIT-T K.52 (08/2024) y UIT-T K.100 (08/2024), la norma CEI 62232:2025 y el informe CEI TR62669:2019, que proporcionan orientación sobre métodos de evaluación actualizados.

Mientras la desinformación sobre CEM siga circulando y las inquietudes públicas sobre la exposición a los CEM-RF persistan, será necesario llevar a cabo campañas de sensibilización pública, como hacen muchos países. Las autoridades nacionales, la industria y demás partes interesadas fiables deben garantizar que toda persona interesada tiene acceso a información precisa y con fundamentos científicos en un formato claro y accesible. Cuando el Grupo de Tareas sobre campos de radiofrecuencias y riesgos para la salud de la OMS haya finalizado sus trabajos, éstos constituirán un importante recurso informativo sobre CEM, que podrán divulgar los expertos y partes interesadas nacionales de confianza en el futuro.

Annex: List of contributions and liaison statements received on Question 7/2

Contributions on Question 7/2

Web	Received	Source	Title
2/398	2025-04-22	BDT Focal Point for Question 4/2 and 7/2	BDT report on the implementation of ICT Infrastructure work since the last ITU-D Study Group meeting
2/364 (Rev.2)	2025-05-09	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Draft Output Report on Question 7/2
2/340	2024-11-12	World Health Organization	Consumer protection against exposure to electromagnetic waves
2/326	2024-10-29	GSM Association	Proposed draft content for Chapter 4 of the Question 7/2 Final Report 2022-2025
2/325	2024-10-29	GSM Association	Proposed draft content for Executive Summary of the Question 7/2 Final Report 2022-2025
2/317	2024-10-28	Mobile & Wireless Forum IVZW, GSM Association	Satellite communications from cellular devices - Contribution for Chapter 3.2 of the Final Report of Question 7/2
2/316	2024-10-28	Mobile & Wireless Forum IVZW	Latest developments - schools and hospitals - contribution for Chapter 3 of the Final Report of Question 7/2
2/315	2024-10-28	Mobile & Wireless Forum IVZW	IoT exposures in the smart home - studies and estimating tool - contribution for Chapter 3.2 of the Final Report of Question 7/2
2/314	2024-10-28	Mobile & Wireless Forum IVZW	Proposed draft content for Chapter 3 of the Question 7/2 Final Report 2022-2025
2/298	2024-10-22	China Mobile Communications Co. Ltd.	Risk management of base station electromagnetic radiation safety in China
2/297	2024-10-22	China Mobile Communications Co. Ltd.	Risk communication with public on base station electromagnetic radiation
2/283	2024-11-01	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Draft Output Report on ITU-D Question 7/2
2/274	2024-09-26	Congo (Republic of the)	Consumer protection against exposure to electromagnetic waves
2/257	2024-09-20	Hungary	Development of a mass calculation system for RF electromagnetic fields at NMHH
2/253	2024-09-19	BDT Focal Points for Questions 1/1, 2/1, 5/1, 4/2 and 7/2	BDT report on the implementation of ICT Infrastructure work since the last ITU-D Study Group meeting

(continuación)

Web	Received	Source	Title
2/237	2024-08-18	China	Proposed Chapter 1 for the Final Report of Question 7/2
2/235	2024-08-14	Co-Rapporteur for Question 7/2	Output Report on ITU-D Question 7/2, revised draft Chapter 2 - International activities on RF-EMF exposure since 2022
2/233	2024-08-06	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Annual progress report for Question 7/2 for November 2024 meeting
RGQ2/219	2024-05-08	SG2 Coordinators on WTDC Resolution 9	Proposed liaison statement on implementation of Resolution 9 on improving digital skills and human exposure to electromagnetic fields
RGQ2/199 +Ann.1	2024-04-16	China Mobile Communications Co. Ltd.	An introduction to the EMF standardization activities in IEC/IEEE
RGQ2/194	2024-04-16	BDT Focal Points for Questions 1/1, 2/1, 5/1, 4/2 and 7/2	BDT report on the implementation of ICT Infrastructure work since the last ITU-D Study Group meeting
RGQ2/193	2024-04-16	Indonesia	Limit of Specific Absorption Rate (SAR) in Indonesia
RGQ2/189	2024-04-15	Côte d'Ivoire	Assessment of the level of exposure of people to Non-Ionizing Radiation (NIR) during the 2024 African Cup of Nations (CAN) in Côte d'Ivoire
RGQ2/180	2024-04-13	Co-Rapporteur for Question 7/2	Output Report on ITU-D Question 7/2, draft Chapter 2 - International activities on RF-EMF exposure since 2022
RGQ2/179	2024-04-12	GSM Association	Proposed draft content for Chapter 4 of the Question 7/2 Final Report 2022-2025
RGQ2/136 +Ann.1	2024-03-02	ATDI	Workshop on recent developments relevant to EMF policy formulation material for Final Report Chapters 3 and 4
RGQ2/133	2024-03-01	Egypt	Collaborative regulatory framework for electromagnetic radiation management for Egypt's mobile stations
RGQ2/122	2024-02-29	Haiti	Regulatory decision on limit values for human exposure to electromagnetic fields in Haiti
RGQ2/105	2024-02-03	China, ATDI	Revised table of contents for Question 7/2 Final Report
2/198	2023-10-20	Benin	Benin's experience in protecting populations against the effects of non-ionizing radiation from radio sites
2/192	2023-10-16	Telecommunications Management Group Inc.	Enabling smart sustainable cities and communities through wireless power transmission via radiofrequency beam (beam WPT)

(continuación)

Web	Received	Source	Title
2/189	2023-10-16	BDT Focal Points for Questions 1/1, 2/1, 5/1, 4/2 and 7/2	BDT report on the implementation of ICT Infrastructure work since the last ITU-D Study Group meeting
2/173	2023-10-11	China	Content related to electromagnetic radiation risk assessment of base stations in IEC standards
2/166 +Ann.1	2023-10-11	Telefon AB - LM Ericsson	Assessing exposure to radio frequency electromagnetic fields from 5G networks
2/161	2023-10-09	Vice-Chairs, ITU-D Study Group 1, Vice-Chair, ITU-D Study Group 2, Co-Rapporteur for Question 7/2	Implementation of Resolution 9 across ITU-D Study Groups' Questions
2/152	2023-10-04	Romania	Assessment of human exposure to radio-frequency (RF) electromagnetic field (EMFs) levels in Romania
2/136 (Rev.1)	2023-09-18	ATDI	Proposed draft liaison statement from ITU-D Study Group 2 Question 7/2 to ITU-T Study Group 5 Working Party 1/5, ITU-R Working Parties 1C and 6A on strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields
2/129	2023-09-12	Central African Republic	Human exposure to electromagnetic fields created by radio systems and mobile devices
2/127	2023-09-07	Co-Rapporteurs for Question 7/2, Vice-Rapporteur for Question 7/2	Annual progress report for Question 7/2 for October-November 2023 meeting
2/100	2023-08-21	China, ATDI	Revised table of contents for Question 7/2 Final Report
RGQ2/87	2023-05-23	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Proposed draft liaison statement to ITU-T SG 5, ITU-R SG1 and WP 1B (copy to ITU-R WPs 1C, 4A, 5A, 5B, 5C, 5D, 6A, 7B) on questions of mutual interest and implementation of the WTDC Resolution 9 (Rev. Kigali, 2022)
RGQ2/81	2023-05-12	GSM Association	Implications for mobile networks and risk perception of RF-EMF policy choices and precautionary language
RGQ2/77 +Ann.1	2023-05-08	Uganda	Status and strategies of EMF management and miscommunication in Uganda
RGQ2/73	2023-05-09	China	China Mobile Communication Base Station Electromagnetic Radiation Management Policies and Standards
RGQ2/72	2023-05-09	China Mobile Communications Co. Ltd.	Drafted content of Chapter 2 of the final report of Question 7/2

(continuación)

Web	Received	Source	Title
RGQ2/69	2023-05-08	China	Proposed Chapter 1 for the final report of Question 7/2
RGQ2/68	2023-05-08	China	Revision on limits for human local exposure to electromagnetic fields emitted by mobile phones in China
RGQ2/49	2023-04-25	BDT Focal Points for Questions 1/1, 2/1, 5/1, 4/2 and 7/2	BDT report on Future Network and Digital Infrastructure work including activities, and resources since the last ITU-D Study Group meetings
RGQ2/45	2023-04-02	Kenya, ATDI	Resolution 9 (Rev. Kigali, 2022) implementation, ITU-R and ITU-D collaboration - Participation of countries, particularly developing countries, in spectrum management
RGQ2/30	2023-03-31	Haiti	Factors related to exposure level to EMF for mobile phones in use
2/TD/9	2022-12-08	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Proposed workplan and table of contents for Question 7/2
RGQ2/1	2022-11-23	Ghana	Managing human exposure to electromagnetic field radiation from telecommunication base stations
2/78	2022-11-23	Ghana	Managing human exposure to electromagnetic field radiation from telecommunication base stations
2/48	2022-10-18	BDT Focal Points for Questions 1/1, 2/1, 5/1, 4/2 and 7/2	BDT report on the implementation of ICT Infrastructure work since the last ITU-D Study Group meeting
2/47	2022-10-30	China	Risk communication by translating the ICNIRP Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz) into Chinese: an example of cooperation by stakeholders of different professions
2/46	2022-10-17	Inter-Sector Coordination Group (ISCG)	Mapping of ITU-D Questions to ITU-T Questions and ITU-R Working Parties
2/2 +Ann.1	2022-11-25	Telecommunication Development Bureau	Resolution 2 (Rev. Kigali, 2022) Establishment of study groups + Full text of all ITU-D Study Group 1 and 2 Questions in Annex 1

Incoming liaison statements for Question 7/2

Web	Received	Source	Title
2/224 +Ann.1-3	2024-07-08	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on collaboration matters related to EMF
2/223	2024-07-08	ITU-R Working Party 1B	Reply liaison statement from ITU-R Working Party 1B to ITU-D Study Group 2 Question 5/2 and Question 7/2 on tables of Contents of the Final Reports of ITU-D Question 5/2 and Question 7/2
2/222	2024-07-02	ITU-R Working Party 1C	Reply liaison statement from ITU-R Working Party 1C to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 and ITU-T Study Group 5 Question 3/5 on human exposure to RF-EMF
RGQ2/102 +Ann.1	2023-12-20	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on collaboration matters related to EMF
2/96 +Ann.1	2023-07-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on collaboration matters related to EMF
RGQ2/18 +Ann.1	2023-03-21	ITU-R Working Party 6A	Liaison statement from ITU-R Working Party 6A to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on revision of Recommendation ITU-R BS.1698
2/50 +Ann.1	2022-11-08	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on collaboration matters related to EMF
2/31 +Ann.1	2022-09-28	ITU-R Working Party 6A	Liaison statement from ITU-R Working Party 6A on revision of Recommendation ITU-R BS.1698-0
2/24	2022-07-18	ITU-R Working Party 1C	Liaison statement from ITU-R Working Party 1C to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on electromagnetic field measurements to assess human exposure
2/23 +Ann.1	2022-07-05	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on collaboration matters related to EMF for ITU-D Q7/2 and to ITU-R working parties
2/16	2021-03-31	ITU-R Working Party 6A	Liaison statement from ITU-R Working Party 6A to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on revision of Recommendation ITU-R BS.1698-0
2/9 +Ann.1	2021-12-21	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 7/2 on collaboration on matters related to EMF
2/4	2021-10-27	ITU-R Working Party 6A	Reply liaison statement from ITU-R Working Party 6A to ITU-T Study Group 5 on work related to environment energy efficiency and the circular economy and new areas of study

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
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)
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

Correo-e: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5131
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Redes y Sociedad Digitales (DNS)
Correo-e: bdt-dns@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

Departamento del Centro de Conocimientos Digitales (DKH)
Correo-e: bdt-dkh@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Asociaciones para el Desarrollo Digital (PDD)
Correo-e: bdt-pdd@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

África

Etiopía
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina Regional
Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3rd floor
P.O. Box 60 005
Adis Abeba
Ethiopia

Correo-e: itu-ro-africa@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^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé
Camerún

Correo-e: 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 Président
Immeuble Rokhaya, 3^e étage
Boîte postale 29471
Dakar – Yoff
Senegal

Correo-e: 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
USAF POTRAZ Building
877 Endeavour Crescent
Mount Pleasant Business Park
Harare
Zimbabwe

Correo-e: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 242 369015
Tel.: +263 242 369016

Américas

Brasil
União Internacional de Telecomunicações (UIT)
Oficina Regional
SAUS Quadra 6
Ed. Luis Eduardo Magalhães,
Bloco "E", 10^o andar, Ala Sul
(Anatel)
CEP 70070-940 Brasília – DF
Brasil
Correo-e: 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
Tel.: +1 246 431 0343
Fax: +1 246 437 7403

Chile
Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Representación de Área
Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile
Chile

Correo-e: 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 Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cía
Apartado Postal 976
Tegucigalpa
Honduras
Correo-e: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 2235 5470
Fax: +504 2235 5471

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
Tel.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asia-Pacífico

Tailandia
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina Regional
4th Floor NBTC Region 1 Building
101 Chaengwattana Road, Laksi
Bangkok 10210
Tailandia
Correo-e: itu-ro-asiapacific@itu.int
Tel.: +66 2 574 9326 – 8
+66 2 575 0055

Indonesia
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina de Zona
Gedung Sapta Pesona, 13th Floor
Jl. Merdeka Barat no 17
Jakarta 10110
Indonesia
Correo-e: bd-ao-jakarta@itu.int
Tel.: +62 21 380 2322

India
International Telecommunication Union (ITU) Area Office and Innovation Center
C-DOT Campus
Mandi Road
Chhatrapur, Mehrauli
New Delhi 110030
India
Correo-e:
Oficina regional: itu-ao-southasia@itu.int
Innovation Center: itu-ic-southasia@itu.int
Sitio web: [ITU Innovation Centre in New Delhi, India](http://ITUInnovationCentre.in)

Países de la CEI

Federación de Rusia
International Telecommunication Union (ITU) Oficina Regional
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscu 105120
Federación de Rusia
Correo-e: itu-ro-cis@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070

Europa

Suiza
Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)
Oficina Regional
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza
Correo-e: euregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 5467
Fax: +41 22 730 5484

Unión Internacional de Telecomunicaciones
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

ISBN 978-92-61-41263-0



9 789261 412630

Publicado en Suiza
Ginebra, 2025

Créditos de las fotos: Adobe Stock