



**Mobile Manufacturers
Forum**



Implicancias de la imposición de límites arbitrarios de exposición a radiofrecuencia en la infraestructura de comunicaciones móviles



Contenido

Resumen ejecutivo	1
Introducción	3
Exposición RF de estaciones base	3
Límites de cumplimiento	4
Niveles típicos de exposición proveniente de estaciones base	4
Límites reducidos: implicancias prácticas para la instalación y operación de la red	5
Distancias de cumplimiento inaceptablemente grandes	5
Dificultades para co-ubicar y compartir emplazamientos	6
Impacto para la prestación de servicios adicionales en los emplazamientos existentes	7
La reducción de la potencia de salida de las antenas afecta la cobertura de la red	7
La reducción de la potencia de salida de las antenas genera la necesidad de más antenas	8
Los límites reducidos requerirán más mediciones in-situ	9
Implicancias de costos	9
Límites reducidos: implicancias de política para el gobierno y la comunidad	9
Los límites reducidos carecen de fundamento científico	9
Los límites reducidos aumentan la preocupación del público	10
Los límites reducidos afectan los servicios de emergencia	10
Los límites reducidos generan un aumento del número de estaciones base	11
Los límites reducidos significan que las estaciones base operan 'más cerca' de los límites	11
Los límites reducidos no tienen en cuenta el entorno general de política en el que opera la industria de las comunicaciones móviles	12
Conclusiones	13
Anexo A	14
Principios generales de operación y diseño de red	14
Estaciones base	14
Directividad de antenas de estaciones base	14
Consideraciones de diseño de emplazamientos	15
Teléfonos móviles	15
Anexo B	16
Normas existentes para asegurar el cumplimiento	16
Anexo C	17
Distancias típicas de cumplimiento para distintos tipos de antenas de estaciones base	17



Resumen ejecutivo

Los servicios de comunicaciones inalámbricas proporcionan grandes beneficios sociales, económicos y de seguridad personal. Para funcionar con eficiencia, las redes de comunicaciones móviles necesitan infraestructura suficiente para poder proporcionar la cobertura y calidad de servicio que los consumidores esperan y que los gobiernos a menudo exigen a través de condiciones en las licencias para operar. A medida que la demanda de los consumidores aumenta y el rango de opciones de comunicaciones inalámbricas se expande, se requiere infraestructura adicional.

La industria de las comunicaciones móviles alienta a los gobiernos a adoptar los límites de exposición de radiofrecuencia (RF) para la infraestructura de comunicaciones móviles que se basan en las recomendaciones de Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). El cumplimiento de estas recomendaciones ofrecerá protección a todas las personas contra todos los riesgos de salud establecidos por exposición a señales de radiofrecuencia.

Las mediciones de RF cerca de emplazamientos de estaciones base muestran que las exposiciones públicas a las señales de radio son en general cientos o incluso miles de veces inferiores a las recomendaciones de seguridad internacionales aceptadas.

Sin embargo, la preocupación pública por la instalación de esta infraestructura en algunos países ha llevado a adoptar restricciones arbitrarias, tales como menores límites nacionales de exposición. Estas restricciones no se basan en argumentos científicos claros que tengan en cuenta el peso de la investigación. Tales medidas no proporcionan una protección adicional de la salud para la comunidad y además tienen un impacto real en la implementación y operación eficiente de la red. Este documento examina las implicancias técnicas y de política pública asociadas con la definición de límites de RF arbitrariamente más bajos.

En esencia, las principales implicancias técnicas y relacionadas con la red de la definición de límites menores pueden resumirse de la siguiente manera:

- **Ampliación de las zonas de cumplimiento:** Sin la modificación de emplazamientos, menores límites de exposición significan distancias o zonas de cumplimiento más grandes alrededor del emplazamiento de una estación base. Las zonas de cumplimiento pueden volverse excesivamente grandes, y alcanzar áreas públicamente accesibles;
- **Dificultad en compartir emplazamientos:** Los límites más bajos pueden afectar adversamente la capacidad de los operadores de red de co-ubicar y compartir emplazamientos, lo cual da como resultado un aumento general en el número de emplazamientos de estaciones base y por lo tanto un mayor consumo de energía;
- **Necesidad de más emplazamientos:** A medida que la tecnología evoluciona, los límites de exposición más bajos pueden limitar la cantidad de servicios que pueden proporcionarse en un emplazamiento determinado, lo cual equivale a un despliegue ineficiente y un aumento general de la cantidad de emplazamientos requeridos por un operador dado;
- **Deficiencias en la cobertura:** Para asegurar el cumplimiento con límites menores, puede ser necesario reducir la potencia de salida de las antenas. Sin embargo, esta reducción en una red existente afectará la cobertura y creará 'brechas' en la red, que generará un servicio no uniforme y llamadas perdidas, o requerirá la instalación de estaciones base adicionales para restituir la cobertura.

Además, menores límites de exposición darán lugar a una serie de implicancias de políticas para el gobierno y la comunidad en general, a saber:

- **Falta de fundamento científico:** Los límites de exposición recomendados internacionalmente tienen una fuerte base científica, mientras que la adopción de límites menores se convierte en un ejercicio puramente arbitrario desprovisto de fundamento científico;
- **Percepción de menos protección:** Los límites de exposición menores pueden dar como resultado un cambio perceptible muy pequeño en comparación con la señal medida en áreas públicas cerca de un emplazamiento dado pero el emplazamiento puede ser percibido como operando a un nivel 'mayor' debido a que existe un menor margen entre el nivel medido y el límite reducido;
- **Más aplicaciones de estaciones base:** En muchos casos, los límites menores simplemente ocasionarán un número mayor de estaciones base para proporcionar un servicio equivalente. En vista del hecho de que las propuestas de límites menores a menudo surgen cuando la comunidad tiene preocupaciones relativas a la a instalación de estaciones base, imponer un cambio que genere más estaciones base probablemente no sea la forma de dar más tranquilidad al público, y en base a experiencias realizadas en otros países, a menudo lleva a mayores niveles de preocupación.

Finalmente, tales propuestas desestiman el entorno general de políticas en el cual operan las redes de comunicaciones móviles:

- Hay una cantidad sustancial de investigación científica que se ha realizado sobre la seguridad general de RF. El resultado ha sido el desarrollo de normas de exposición a radiofrecuencia que ofrecen protección y fueron internacionalmente aceptadas.
- Tanto las normas como la investigación subyacente están sujetas a revisión continua.



- Todos los productos, tanto en la red como del lado del dispositivo, están diseñados y probados para cumplir con las normas.
- Las redes son inherentemente eficientes, pues minimizan la potencia de salida tanto de las estaciones base como los dispositivos a sólo lo necesario para brindar los servicios.
- La industria (y el gobierno) se comunican abiertamente sobre las cuestiones y siguen apoyando la investigación continua para abordar cualquier brecha que pudiera quedar en el conocimiento científico.

Por los motivos expuestos, la industria de las comunicaciones móviles cree que la adopción de límites por debajo de los establecidos por ICNIRP y recomendados por la OMS no es una elección de política adecuada, no ofrece pruebas de beneficio alguno en la salud y en realidad atenta contra seguridad y los beneficios económicos que las comunicaciones móviles ofrecen a la comunidad en su conjunto.

Introducción

Los servicios de comunicaciones inalámbricas o móviles siguen creciendo sustancialmente en todo el mundo y proporcionan enormes beneficios a nuestras comunidades, nuestra economía y a cada uno de nosotros individualmente. Sin embargo, para funcionar de manera eficaz, las redes de comunicaciones móviles necesitan infraestructura suficiente para satisfacer la cobertura y calidad de servicio esperada por los consumidores y exigida por los gobiernos. A medida que la demanda de los consumidores aumenta y el rango de opciones de comunicaciones inalámbricas se extiende, se requiere infraestructura adicional.

La infraestructura está compuesta por una red interconectada de emplazamientos de antena denominados 'estaciones base'. Las antenas transmiten los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF) (también denominados ondas de radio) que son fundamentales para las comunicaciones móviles. La intensidad de los campos RF se evalúa para garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad existentes.

Las normas de seguridad, o *normas de exposición*, especifican la intensidad RF máxima aceptable a la que una persona puede estar expuesta, o *límite de exposición*. Existen límites para el público en general y otros menos restrictivos para ciertos grupos ocupacionales.¹

Las normas de exposición en la mayoría de los países son, según recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), adopciones nacionales de las pautas fijadas por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). ICNIRP continuamente revisa la investigación científica realizada

en el mundo sobre los efectos de salud asociados con la exposición a campos de RF. Tales investigaciones se realizan desde hace más de 50 años, y estudian una gran cantidad de frecuencias, modulaciones y niveles de potencia para determinar la posibilidad de efectos adversos en la salud.

ICNIRP utiliza el cuerpo de conocimiento científico resultante para desarrollar recomendaciones apropiadas de niveles de seguridad para el público así como para los trabajadores ocupacionales.

Las pautas de ICNIRP incluyen un margen de seguridad 50 veces superior para el público en general y los límites fueron diseñados para proteger a todos los miembros de la comunidad, incluso los enfermos, los mayores y los niños.

Las mediciones de RF cerca de emplazamientos de estaciones base en general muestran exposiciones públicas a las ondas de radio que son cientos de veces inferiores a los límites de exposición fijados por ICNIRP.

En algunos países, no obstante, la inquietud del público sobre la instalación de estaciones base instó a adoptar límites de exposición nacional menores. Tales propuestas no tienen fundamento científico y no darían una protección adicional contra ningún riesgo de salud establecido. Por el contrario, dichas propuestas podrían ocasionar

un drástico aumento en la cantidad de antenas de estaciones base necesarias para mantener una red de comunicaciones móviles. Además, podrían aumentar la preocupación del público e impedir el desarrollo de nuevos servicios de comunicaciones.

En este documento se incluyen algunos resultados de modelos realizados en computación para permitir visualizar el impacto de menores límites propuestos en los servicios de comunicaciones móviles existentes.

Estos ejemplos comparan el límite de fuerza de campo eléctrico de ICNIRP de 41 V/m en 900 MHz con límites propuestos de 3 V/m y 0,6 V/m (también en 900 MHz).²

Exposición a RF de estaciones base

Las antenas de estaciones base transmiten campos electromagnéticos de radiofrecuencia (también llamados ondas de radio o CEM) en patrones que en general son muy angostos en la dirección vertical (altura) pero bastante anchos en la dirección horizontal (ancho). La intensidad del campo de radiofrecuencia en general disminuye rápidamente cuanto más distancia se toma de la antena, pero debido a la poca extensión vertical del haz, la intensidad del campo RF en el suelo directamente abajo de la antena también es muy baja. En el Anexo A puede encontrarse información adicional sobre estaciones base.

¹ Vea la publicación *RF Safety at Base Station Sites*, disponible en nuestros sitios web.

² Nota: en todo el documento, se realizan comparaciones entre los niveles de fuerza en campos al cuadrado y los valores de límites al cuadrado, ya que estos están relacionados con la potencia absorbida en el cuerpo. Por lo tanto, 3 V/m es 0,5% ($3^2/41^2$) y 0,6 V/m es 0,02% ($0,6^2/41^2$) relativo a la recomendación de ICNIRP.



Límites de cumplimiento

Alrededor de cada antena de estación base se establece un límite de cumplimiento para los trabajadores y el público, como muestra la Figura 1. Este límite está ubicado a la distancia de la antena en la que la intensidad del campo RF coincide con los límites de exposición. Dentro del límite, más cerca de la antena, la intensidad del campo RF puede superar los límites. Esta región a menudo se llama zona de cumplimiento, ya que deben tomarse mediciones para restringir el acceso de las personas a esta área. Como hay distintos límites de exposición para el público en general y para los trabajadores ocupacionales, existen dos límites de cumplimiento.

Las normas de exposición y cumplimiento aplicables a las estaciones base se analizan en el Anexo B. En el Anexo C se presenta más información sobre los tipos de antena utilizados en estaciones base, y sus límites de cumplimiento típicos.

Niveles típicos de exposición proveniente de estaciones base

Cuando se estudia la construcción de una estación base, los ingenieros determinan el límite de cumplimiento. Esta evaluación se basará en condiciones que sobrestiman la exposición real en la operación en sí, por ejemplo, suponiendo que la estación base opere a la potencia máxima y que haya llamadas simultáneas en todos los canales disponibles. Todas estas condiciones rara vez se presentan en la realidad, pero teniéndolas a todas en cuenta es posible asegurar que la estación base cumpla totalmente con las normas pertinentes.

Cuando una estación base está funcionando, también pueden hacerse mediciones de la intensidad del campo RF en las inmediaciones de la antena. Son mediciones *in-situ*, y pueden dar

una evaluación más realista de la exposición, dado que se realizan con la estación base en operación normal en lugar de operación al máximo de potencia y manejo de llamadas.

En la mayoría de los casos, la evaluación del cumplimiento hace referencia a los límites de exposición establecidos por ICNIRP. Estos límites se expresan en fuerza de campo eléctrico E (unidad Volt por metro, V/m) o densidad de potencia S (unidad Watt por metro cuadrado, W/m²). Los límites para algunas frecuencias típicas de comunicaciones móviles se listan en la Tabla 1.

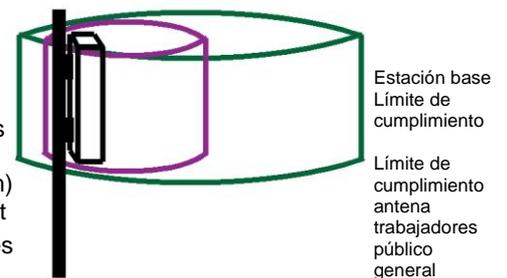
Tabla 1. Límites de exposición fijados por ICNIRP para el público en general

Frecuencia (MHz)	E (V/m)	S (W/m ²)
900	41	4.5
1800	58	9
2000	61	10

Las agencias regulatorias de diversos países pusieron en marcha programas para medir una muestra de estaciones base en operación a fin de confirmar el cumplimiento con los límites de exposición. Los resultados de estas campañas de medición uniformemente muestran que los niveles típicos de exposición RF de estaciones base, en áreas públicas, son cientos de miles de veces inferiores a los límites que fija ICNIRP. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS):

*Investigaciones recientes demostraron que las exposiciones a radiofrecuencia de estaciones base se encuentran en el rango de 0,002% a 2% de los niveles de las pautas internacionales de exposición, según una variedad de factores, tales como la proximidad de la antena y el ambiente circundante. Este es menor o comparable con las exposiciones a radiofrecuencia provenientes de transmisoras de radio o televisión.*³

Figura 1. Límites de cumplimiento de una antena de sector. La región dentro del límite es donde pueden excederse los límites de exposición, y por lo tanto indica dónde debe restringirse el acceso.



³ Nota descriptiva OMS 304: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/en/index.html>

Tabla 2. Resultados de mediciones de fuerza de campo cerca de estaciones base típicas

País/Agencia Año	Tipo de servicio	Rango de valores típicos medidos (% de ICNIRP)	URL/referencia
Australia/ARPANSA, 2007-2009	GSM, CDMA, UMTS	0,001% – 1,2%	http://www.arpansa.gov.au/RadiationProtection/BaseStationSurvey/index.cfm
Alemania 2007-2008	WiMAX	0,003% – 1,4%	http://www.emf-forschung.sprogramm.de/home/akt_emf_forschung.html/dosi_HF_001.html
Reino Unido/Ofcom, 2009	GSM, UMTS, TETRA	0,0001% – 0,13%	http://www.ofcom.org.uk/sitefinder/audits/
España/MITyC, 2007	GSM, UMTS	0,001% – 0,8%	http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informes/Informes%20anuales/Informe_2007.pdf
Suecia/SSM, 2005-2007	GSM, UMTS, TV, radio FM (y otros servicios)	0,00002% – 4,4% ¹ (media 0,12%, mediana 0,004%)	http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2008/ssi-rapp-2008-13.pdf

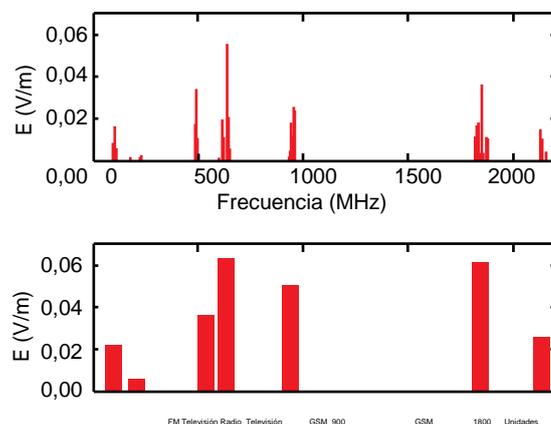
Nota: Las mediciones individuales varían de un emplazamiento a otro y estos datos, si bien están basados en mediciones reales, se proporcionan simplemente para fines de información.

¹ Esta es la exposición total, de la cual los servicios móviles son sólo una parte.

La Tabla 2 proporciona algunos ejemplos de resultados de medición obtenidos cerca de emplazamientos típicos en distintos países. Las mediciones fueron realizadas en ubicaciones a las que el público tiene acceso periódico.

Los niveles típicos de exposición de estaciones base son similares a los niveles que se encuentran en otras fuentes transmisoras de RF en la comunidad, que incluyen la

Figura 2. Gráfico del espectro de niveles de comunicaciones de radio típicos en una comunidad.



transmisión de radio FM y AM, TV y servicios de radiolocalización (paging). La Figura 2 muestra los niveles típicos de señal en una comunidad.

Límites reducidos: implicancias prácticas en la instalación y operación de la red

Sobre la base de los antecedentes presentados en las secciones anteriores, consideraremos los impactos de adoptar límites de seguridad RF más bajos para la implementación y operación de la red.

Distancias de cumplimiento inaceptablemente grandes

La adopción de límites de exposición RF reducidos agrandaría las distancias de cumplimiento o zonas de cumplimiento de las antenas de estaciones base existentes. Esto significa restricciones al acceso del público a un área mayor alrededor de las antenas. Las zonas de cumplimiento requeridas en áreas pobladas se volverían tan grandes que no podrían manejarse.

La Tabla 3 enumera ejemplos calculados de cambios de la distancia de cumplimiento típica causados por una reducción en los límites de exposición.

La Tabla 3 muestra que la distancia de cumplimiento para una estación base de microcélula, en general montada cerca del nivel de la calle, aumentaría de 0,5 a 15 m si el límite se redujera a 3 V/m. Significa que el acceso tendría que restringirse en áreas donde la gente normalmente reside. Para las estaciones base en lugares cerrados, que proporcionan una cobertura complementaria esencial dentro de edificios, la nueva zona de cumplimiento dentro de un diámetro de 1 m dificultaría aún más dichas instalaciones. Para un límite de 0,6 V/m, el límite de cumplimiento cubriría toda el área del piso al techo.

Tabla 3. Distancias típicas de cumplimiento en 900 MHz

Tipo de estación base	Distancia de cumplimiento (m) al límite ICNIRP, 41 V/m	Distancia de cumplimiento (m) al límite reducido, 3 V/m	Distancia de cumplimiento (m) al límite reducido, 0,6 V/m
Mástil alto (~100 W)	8	100	500
Mástil bajo (~10 W)	2	30	165
Microcélula (2 W)	0,5	15	75
Interna (0,3 W)	0,1	1	7

Para antenas con potencias de salida más altas, las nuevas zonas de cumplimiento también serían difíciles de mantener, con distancias de cumplimiento de decenas de metros a más de cien metros.

Como complemento de la Tabla 3, los ejemplos de las Figuras 3, 4 y 5 muestran el límite de cumplimiento de una antena de sector único de 900 MHz colocada sobre un techo. Una comparación del tamaño del límite de cumplimiento calculado para el límite ICNIRP (Figura 3), para un límite de 3 V/m (Figura 4), y para un límite de 0,6 V/m (Figura 5) indica el problema. La zona de cumplimiento se extiende sobre los edificios adyacentes, y para el límite de 0,6 V/m incluso se ven afectados edificios que están ubicados a bastante distancia. Si la antena hubiera sido inclinada hacia abajo, lo cual es común, para aumentar la cobertura de red en tierra, la zona de cumplimiento incluso podría haber llegado al nivel del suelo, lo cual implica la necesidad de restringir el acceso del público en toda el área.

El único factor de mitigación que puede introducirse para compensar estas zonas de cumplimiento mayores es reducir la potencia de salida de la antena de la estación base. Esto ocasionaría vacíos en la cobertura que deberían llenarse con emplazamientos de antena adicionales. La calidad del servicio dentro de los edificios se vería afectada en mayor grado, ya que la fuerza de la señal suele ser diez veces menor dentro de edificios.

Dificultades para co-ubicar y compartir emplazamientos

En la mayoría de los países, los operadores utilizarán un emplazamiento existente para ubicar varias antenas a fin de proporcionar diferentes servicios tales como 2G y 3G. En muchos países, distintos operadores también 'comparten emplazamientos': se ponen de acuerdo para proporcionar conjuntamente sus respectivos servicios desde un solo emplazamiento o mástil cuando las condiciones técnicas y las negociaciones comerciales lo permiten. En este caso, puede haber varias o muchas antenas ubicadas en el mismo emplazamiento.

La posibilidad de compartir la infraestructura⁴ tiene una serie de beneficios. Si es posible instalar antenas en un sitio existente, se reduce la cantidad de sitios adicionales que deben localizarse y ponerse en servicio. Por esta razón, y también por motivos estéticos y de ahorro de energía, los gobiernos de muchos países promueven activamente los emplazamientos compartidos.

La adopción de límites menores haría más difícil –o imposible– compartir emplazamientos. El motivo es que los límites de cumplimiento comenzarían a interactuar unos con otros, lo cual complicaría el cumplimiento de los límites restrictivos. El ejemplo de la Figura 6 resalta la dificultad de compartir emplazamientos bajo un límite de exposición de 3 V/m. El acceso debería ser restringido en áreas donde la gente normalmente reside, o las antenas deberían instalarse en lugares separados.

⁴ Para ver más información, consulte el documento de discusión de GSMA, 'Infrastructure Sharing' disponible en: http://www.gsmworld.com/our-work/public-policy/regulatory-affairs/investment-and-competition/infrastructure_sharing.htm

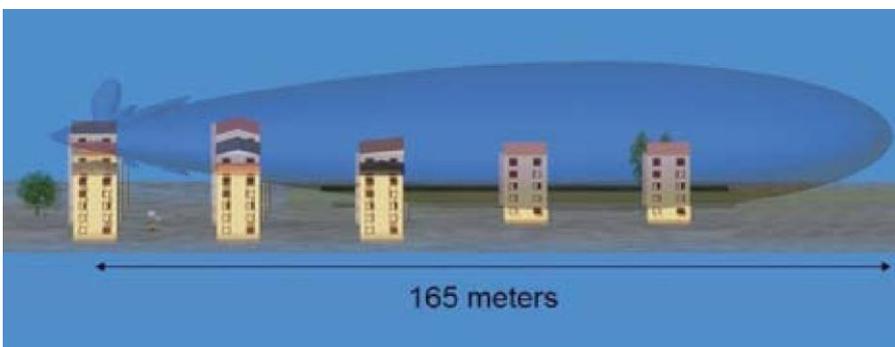
Figura 3. La distancia de cumplimiento de una estación base típica montada sobre techo, calculada para el límite fijado por ICNIRP de 41 V/m, es 2,3 metros en dirección hacia adelante.⁴



Figura 4. La distancia de cumplimiento de una estación base típica montada sobre un techo, calculada para un límite de exposición de 0,3 V/m, es 33 metros en dirección hacia adelante.⁴



Figura 5. La distancia de cumplimiento de una estación base típica montada sobre un techo, calculada para un límite de exposición de 0,6 V/m, es 165 metros en dirección hacia adelante.⁵



Impacto para la prestación de servicios adicionales en los emplazamientos existentes

Así como sería un problema compartir emplazamientos, los operadores que desean instalar tecnologías de radio o antenas adicionales en un emplazamiento existente también tendrían dificultades para asegurar distancias de cumplimiento manejables. Nuevamente, se produciría una superposición de los límites de cumplimiento para cada antena que se ubicaría en un emplazamiento y así se extendería aún más el límite de cumplimiento efectivo del emplazamiento general. Esto puede actuar como barrera a la instalación de tecnologías móviles de mayores velocidades de datos que son fundamentales para las políticas de muchos gobiernos para promover el acceso a servicios tales como Internet inalámbrica o banda ancha móvil.

La reducción de la potencia de salida de las antenas afecta la cobertura de la red

Frente a los problemas planteados, los operadores de redes tienen las siguientes posibilidades:

- Reducir la potencia de salida de todas las antenas en un emplazamiento para restaurar la distancia de cumplimiento a un área manejable; en combinación con:
- Implementar nuevos servicios en nuevos emplazamientos, con las consiguientes dificultades para obtener los permisos y enfrentar la oposición de la comunidad.

La reducción de la potencia de salida de las antenas reducirá la cobertura que puede ser provista por dichas antenas. Cuanto menores son los límites, más potencia se necesita reducir y mayor será el impacto en la cobertura de red, especialmente dentro de edificios. La Tabla 4 muestra la reducción de potencia necesaria relativa al límite ICNIRP a 900 MHz para mantener el mismo tamaño manejable de límites de cumplimiento.

⁵ Para las Figuras 3, 4 y 5, la estación base modelada incluyó una antena de 900 MHz con una potencia de salida de 10 W y una ganancia de antena de 15 dBi.

Figura 6. Dos operadores comparten un mástil con tres antenas cada uno. Con los límites fijados por ICNIRP, esto significa un límite de cumplimiento separado para cada una de las seis antenas (en celeste). Cuando los límites se reducen a 3 V/m, las áreas de cumplimiento de las seis antenas se superponen, y se genera un área de cumplimiento muy grande (en azul transparente).



Tabla 4. Potencia de transmisor relativa a la potencia permitida para el límite fijado por ICNIRP.

Límite (V/m)	41	14	3	0,6
Potencia (%)	100	12	0,5	0,02

La Figura 7 y la Figura 8 muestran el impacto de las reducciones de potencia necesarias para cumplir con un límite de 3 V/m (y mantener los mismos límites de cumplimiento) en la cobertura de red en interiores según un modelo elaborado en base a una red real. El resultado son brechas sustanciales en la cobertura que puede brindarse. Para subsanar esto, el operador debe encontrar nuevos lugares para instalar estaciones base adicionales y restaurar el servicio móvil que los consumidores esperan y que el gobierno requiere en sus condiciones para el otorgamiento de licencias.

La reducción de la potencia de salida de las antenas genera la necesidad de más antenas

Figura 7. El área anaranjada muestra la cobertura de servicio móvil interior existente para una red comercial 3G en el área suburbana de Sydney, Australia.

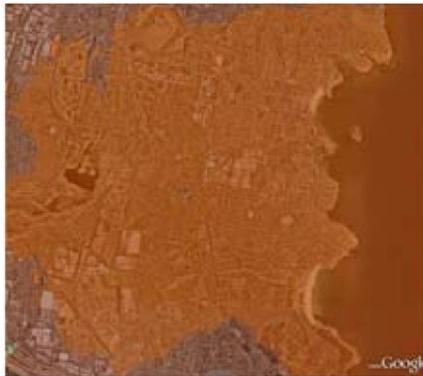


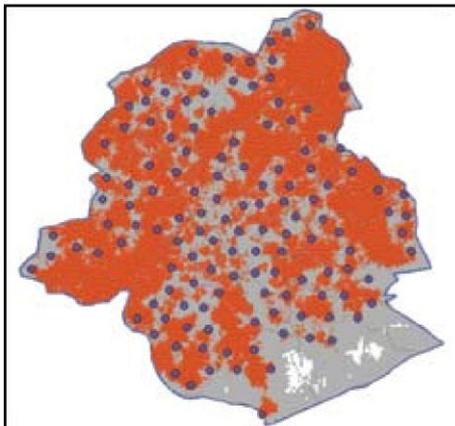
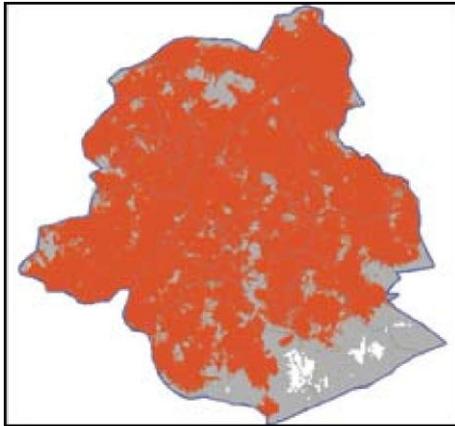
Figura 8. Las áreas anaranjadas son predicciones de los lugares donde se mantendría la cobertura de servicios móviles en interiores si se impusieran reducciones de potencia para cumplir un límite de 3 V/m.



La consecuencia inevitable de adoptar un límite menor es que se necesitarán más estaciones base para asegurar que el operador pueda proporcionar la cobertura de red requerida con una buena calidad de servicio.

La Figura 9 muestra el impacto sobre uno de los tres operadores de Bélgica que recibieron peticiones de cumplir con un límite de 3 V/m. Como resultado de la imposición de un límite de 3 V/m en Bélgica, el operador se vería forzado a instalar 40% más estaciones base para restaurar la calidad de servicio al nivel que se ofrece actualmente. Mientras que el impacto detallado en cada red es levemente diferente, las consecuencias generales son las mismas.

Figura 9. Áreas de cobertura exterior existentes (en rojo) (arriba) y estimación post-límite 3 V/m junto con la cantidad de estaciones base adicionales requeridas para que sólo un operario restaure la cobertura a los niveles existentes (abajo) después de las reducciones de potencia requeridas para obtener límites de cumplimiento manejables.



Los límites reducidos requerirán más mediciones in situ

Al considerar el impacto de la adopción de límites menores y su aplicación retroactiva a las estaciones base existentes, una consecuencia inmediata es que los niveles máximos en áreas típicamente pobladas pueden volverse muy cercanos a los límites modificados o incluso superarlo. Esto se da particularmente cuando se consideran límites de 3 V/m o menores. En la práctica, significará que habrá que realizar mediciones de muchas estaciones base para asegurar que cumplan, además de otras modificaciones que pueden ser necesarias. Tales pruebas adicionales son costosas e innecesarias.

Implicancias de costos

Como ya se comentó, la cantidad de emplazamientos de antenas necesarios en las redes debe multiplicarse cuando la potencia se reduce. El proceso de adquisición de emplazamientos es costoso, no sólo para los operadores sino también para las oficinas de administración locales. La introducción de menores límites de exposición implicaría la solicitud de aprobación para la adquisición a gran escala de nuevos emplazamientos en forma simultánea que las oficinas deberían manejar. Los mayores costos para los operadores se traducirían en mayores costos para los usuarios de los servicios móviles. Las experiencias con intentos de introducción de un límite menor, 0,6 V/m, en la ciudad de Salzburgo en 2001 demostraron que la administración local tuvo una carga de trabajo sumamente pesada y que hubo graves demoras en la red 3G.⁶ Hoy este límite no se utiliza en la práctica, debido a que es demasiado bajo para proporcionar servicios 3G.⁷

Límites reducidos: implicancias de política para el gobierno y la sociedad

Los límites reducidos carecen de fundamento científico

Cinco décadas de investigación sobre CEM y salud han dado lugar a un gran cuerpo de literatura científica, revisada por organizaciones de normas nacionales e internacionales para establecer límites de exposición seguros. La OMS y la ITU aconsejan la adopción de las recomendaciones de ICNIRP, que ya incluyen un margen de seguridad de 50 veces para el público en general, y fueron diseñadas para proteger a todos los miembros de la comunidad, incluso los enfermos, los ancianos y los niños.

Una vez que se abandonan los límites fijados por ICNIRP, también se abandona el fundamento científico basado en salud para cualquier límite alternativo que se elija. Sin una justificación científica para los límites adoptados, se hace difícil resistir a las peticiones de mayores reducciones. Esto es exactamente lo que sucedió en Bélgica, país que adoptó el límite 'precautorio' de 20,6 V/m (exactamente la mitad del límite de ICNIRP) en 2007, pero, frente a presiones continuas, en 2009 adoptó un límite de 3 V/m. La OMS advierte,⁸ en relación con las políticas precautorias:

Un requisito de principio es que tales políticas deben adoptarse sólo a condición de que las evaluaciones científicas de riesgos y los límites de exposición avalados científicamente no sean subestimados por la adopción de enfoques precautorios arbitrarios. Eso ocurriría, por ejemplo, si los valores límites se redujeran a niveles que no tuvieran relación con los

6 Ver el Punto de Vista del MMF sobre Austria 070326, disponible en http://www.mmfa.org/public/docs/eng/070326_MMFA_Viewpoint_Austria_ICNIRP.pdf

7 Ver el informe de la Oficina Federal Suiza de Comunicaciones OFCOM en: <http://www.ofcom.ch/dokumentation/zahlen/00545/00547/00548/index.html?lang=en>

8 *Electromagnetic Fields And Public Health: Cautionary Policies*, WHO Backgrounder, marzo de 2000, disponible en http://www.who.int/docstore/peh-emf/publications/facts_press/EMF-Precaution.htm

peligros comprobados o tuvieran ajustes arbitrarios inapropiados a los valores límites para compensar el grado de incertidumbre científica.

Los lineamientos de ICNIRP y las normas nacionales que los adoptaron cuentan con el beneficio de décadas de investigación que los respalda, así como la aprobación de la Organización Mundial de la Salud. Los límites fijados arbitrariamente por debajo de esos niveles no tienen justificación científica y no proporcionan ningún beneficio para la salud pública.

Como muestran las secciones precedentes, sí tienen implicancias significativas para los operadores de redes y los servicios que pueden proporcionarse.

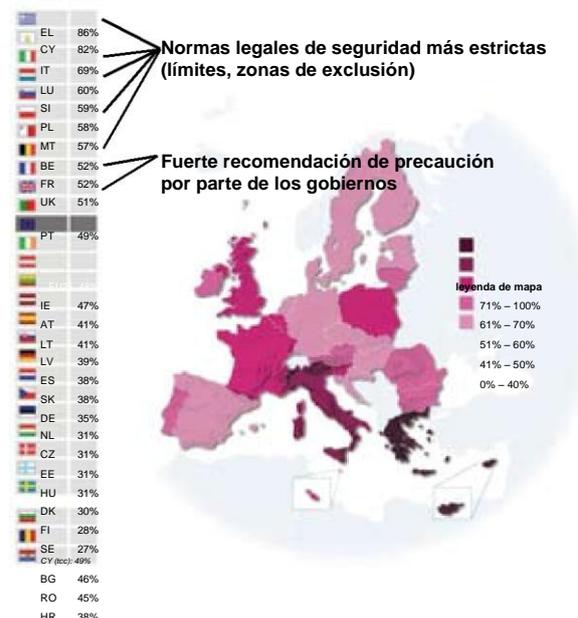
Los límites reducidos aumentan la preocupación del público

Con frecuencia, el argumento que se plantea para la adopción de menores límites es que son necesarios como 'precaución' contra posibles efectos en la salud que podrían ocasionar las señales de radiofrecuencia provenientes de estaciones base.

A pesar de que las señales de RF son inherentemente similares a las transmitidas por torres de tele y radiodifusión, las estaciones base para comunicaciones móviles reciben un tratamiento diferente y se aplican medidas de 'precaución' en forma discriminatoria. Sin embargo, ahora existe un cuerpo creciente de investigación que demuestra que la adopción de medidas 'precautorias', como la imposición de menores límites, está teniendo el efecto opuesto al buscado: está aumentando, no bajando el nivel de preocupación del público en general.⁹

La Figura 10 ilustra este punto en forma gráfica. La encuesta 2007 EMF Eurobarometer¹⁰ hizo preguntas relativas a CEM, incluso una pregunta de umbral acerca de la preocupación de la gente por los riesgos potenciales para la salud relacionados con los campos electromagnéticos.

Figura 10, Los resultados de la encuesta 2007 EMF Eurobarometer muestran el porcentaje de personas en los países que dijeron estar 'muy preocupadas' o 'bastante preocupadas' por los potenciales efectos de los campos electromagnéticos en la salud.



Pregunta B2: ¿Le preocupan los potenciales riesgos de salud de los campos electromagnéticos?
 Respuestas: Muy preocupado y bastante preocupado.

Fuente: EMF Eurobarometer, 2007.

Casi todos los países con los mayores porcentajes de personas que expresaron preocupación ya adoptaron medidas descritas como 'precautorias' por sus gobiernos nacionales que incluyen: la imposición de límites menores; zonas de exclusión que prohíben instalar estaciones base cerca de escuelas y hospitales, o fuertes comunicaciones al público sobre esta cuestión.

Los límites reducidos afectan los servicios de emergencia

Una de las consecuencias frecuentemente desestimadas en el debate sobre la adopción de menores límites es el impacto que dichos límites podrían tener en las redes de radiocomunicaciones de los servicios de emergencia.

Los servicios de emergencia en muchos países se dirigen hacia la adopción de diversas tecnologías digitales de radio diseñadas para dar mayor cobertura y permitir a sus agentes acceder a servicios adicionales en el lugar de la emergencia. Estas redes de servicios de emergencia se implementan de la misma manera que la red de comunicaciones móviles.

Por lo tanto, sufren el mismo impacto que dicha red si se aplican límites menores.

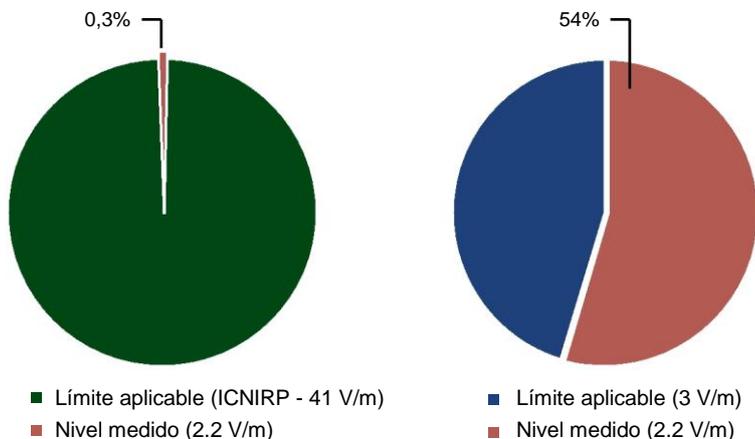
En Bélgica, el Ministro del Interior emitió una declaración pública¹¹ que señala que la adopción de límites de 3 V/m reduciría la cobertura de la red de servicios de emergencia TETRA en un 50%. Esta red atiende los servicios de policía, bomberos y ambulancias del país.

9 Barnett et al 2007, Wiedemann and Schutz 2005.

10 Encuesta de opinión pública realizada para la Comisión Europea.

11 13 de marzo de 2009.

Figura 11. Medición de exposición en área pública de una antena de estación base instalada sobre una torre de 25 m, vista como porcentaje de los límites 41V/m y 3 V/m.



Los límites reducidos causan un aumento en la cantidad de estaciones base

Como ya comenté, la adopción de límites más bajos genera una necesidad técnica de instalar estaciones base adicionales para restaurar la cobertura y calidad de servicio que los consumidores esperan y exigen recibir.

Este resultado es problemático para la política pública, porque a menudo se adoptan límites menores como ‘medida precautoria’ que así otorga credibilidad a la percepción de que hay algo por lo cual preocuparse si uno vive o trabaja cerca de una estación base. Por lo tanto, no es sorprendente que las comunidades locales opongan incluso más resistencia a la instalación de estaciones base adicionales en este contexto.



Tales medidas se arriesgan a causar una preocupación mayor en la comunidad y al mismo tiempo imponen a los operadores la necesidad técnica y operativa de instalar estaciones base adicionales.

Los límites reducidos significan que las estaciones base operan ‘más cerca’ de los límites

Nuevamente, como a menudo los límites menores se adoptan como medida ‘precautoria’, una de las dificultades que genera es el problema de percepción de que las exposiciones a las señales emitidas por las estaciones base ahora son ‘más altas’ o ‘más cercanas’ a los límites.

La Figura 11 muestra los resultados de una medición de una antena de estación base en un área accesible al público.¹² Los niveles se expresan como porcentajes del nivel ICNIRP y del nivel 3 V/m después de conciliar los valores de fuerza de campo y límites.¹³ La exposición máxima verificada fue 0,3% del límite fijado por ICNIRP. Con los límites restrictivos, la exposición de su mismo sitio sería 54% de los límites, sin ningún cambio a la potencia operativa o configuración del emplazamiento.

En el caso de muchas otras estaciones base –especialmente las montadas a menor altura o sobre techos y que requieren una reconfiguración significativa para adecuarlas a los nuevos límites- es probable que su salida relativa comparada con las normas sea mucho mayor.

Si se toma la decisión de adoptar menores límites tomando un enfoque precautorio, lo cual genera estaciones base que operen a niveles no cientos o miles de veces inferiores a los límites sino más bien cercanos a ellos, la pregunta que se plantea es: ¿cómo puede tal decisión llevar tranquilidad al público?

¹² Las mediciones realizadas por la agencia australiana ARPANSA pueden encontrarse en: <http://www.arpana.gov.au/radiationprotection/BaseStationSurvey/>

¹³ Ver nota 2 por más información.

Los límites reducidos no tienen en cuenta el entorno general de política en el que opera la industria de las comunicaciones móviles

En esencia, la industria opera dentro del siguiente marco:

- Se cuenta con más de 50 años de investigación científica sobre la seguridad de los campos electromagnéticos, que incluye estudios sobre un gran número de frecuencias, modulaciones y niveles de potencia; con extensas investigaciones llevadas a cabo en las dos últimas décadas, específicamente en el área de las comunicaciones móviles;
- Esta investigación se tomó como base para desarrollar normas de exposición que ya incorporan un margen de seguridad sustancial con el objetivo de ofrecer protección a todos los miembros de la comunidad;
- Estas normas son recomendadas por la OMS, y el consenso de expertos científicos señala que no existe ninguna investigación que haya demostrado efectos adversos en la salud por exposición a radiofrecuencia a niveles dentro de las normas señaladas;
- Los productos vendidos por la industria son diseñados y probados para garantizar el cumplimiento con dichas normas;
- Las estaciones base están diseñadas para minimizar la potencia de salida durante la operación, a fin de evitar interferencias con otras estaciones base cercanas;
- Las estaciones base también controlan la potencia de salida de los teléfonos, instruyéndoles que utilicen sólo el nivel de potencia necesario para realizar y mantener la calidad de una llamada;
- La industria proporciona materiales de comunicación sobre temas tales como la seguridad de los teléfonos móviles y las estaciones base;



- La industria apoya la investigación continua, a menudo en alianza con otros sectores interesados, y
- Existen medidas individuales disponibles para reducir la exposición proveniente de teléfonos móviles, si se lo desea.

Es interesante destacar que a menudo se recurre a muchos de estos elementos —el apoyo a la investigación, la elaboración de normas y la comunicación sobre este tema— para la adopción de medidas precautorias en otros ámbitos. Alentamos a los responsables de elaborar las políticas a considerar todos estos elementos dentro de los esfuerzos para tratar esta cuestión.

Conclusiones

La adopción de límites menores a veces es considerada como una opción políticamente atractiva para responder a las preocupaciones expresadas por algunos miembros de la comunidad. Sin embargo, dicha medida conlleva una serie de implicancias importantes de política:

- La fijación de límites menores no está avalada por ninguna justificación científica. Por lo tanto, resistirse a las peticiones de reducciones mayores se convierte en una cuestión de voluntad política en lugar de una cuestión de mérito científico;
- La reducción de los límites es interpretada por el público como prueba de que hay algo de qué preocuparse en cuanto a la seguridad de las estaciones base;
- Los límites menores crean la percepción de que las emisiones de estaciones base ahora son mucho mayores cuando son vistas como porcentaje del límite relevante en comparación con el límite internacional;
- Los límites menores hacen caso omiso del entorno general de política en el cual operan las redes de comunicaciones móviles, que de hecho ya está armonizado con un 'enfoque de precaución', y
- La experiencia internacional uniformemente señala que las 'medidas precautorias', tales como límites reducidos, aumentan, en lugar de disminuir, el nivel de preocupación del público.

Además, dicha medida en general se adopta sin considerar los impactos técnicos que puede ocasionar, a saber:

- Las distancias de cumplimiento se vuelven demasiado grandes para ser prácticas, y requieren un rediseño sustancial de la red y reducciones de potencia para devolverlas a niveles manejables;
- La posibilidad de compartir, co-ubicar e instalar servicios adicionales se dificulta cuando se adoptan límites menores, pues se requieren más emplazamientos;
- La imposición a los operadores de red de la obligación de reducir la potencia de salida de las antenas tiene efectos adversos en la cobertura de la red, y requerirá la instalación de estaciones base adicionales para salvar las brechas creadas por las menores potencias de salida de estaciones base cercanas, y

- Las reducciones en la cobertura de red pueden tener un impacto adverso en los servicios de emergencia así como en los consumidores que se encuentran en situaciones críticas y dependen de sus teléfonos móviles para contactar a los servicios de emergencia.

Por los motivos enunciados, la industria de las comunicaciones móviles cree que imponer una reducción de límites por debajo de los niveles recomendados por la OMS no constituye una elección de política acertada, y en realidad amenaza la seguridad comprobada así como los beneficios económicos que las comunicaciones móviles ponen al alcance de la sociedad en su conjunto.

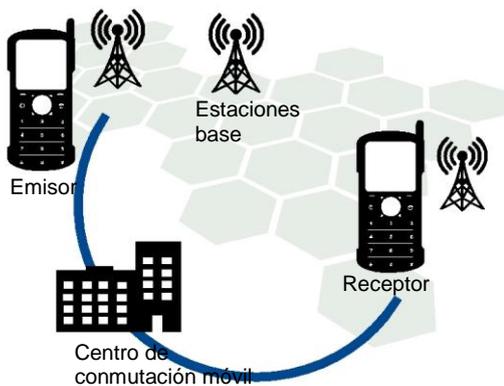


Principios generales de operación y diseño de red

Estaciones base

Las redes móviles están formadas por una serie de instalaciones fijas o emplazamientos de antenas interconectadas, llamadas 'estaciones base'. Los niveles de potencia del transmisor de una estación base pueden variar considerablemente, según el tamaño de la región, o célula, a la que debe dar servicio.

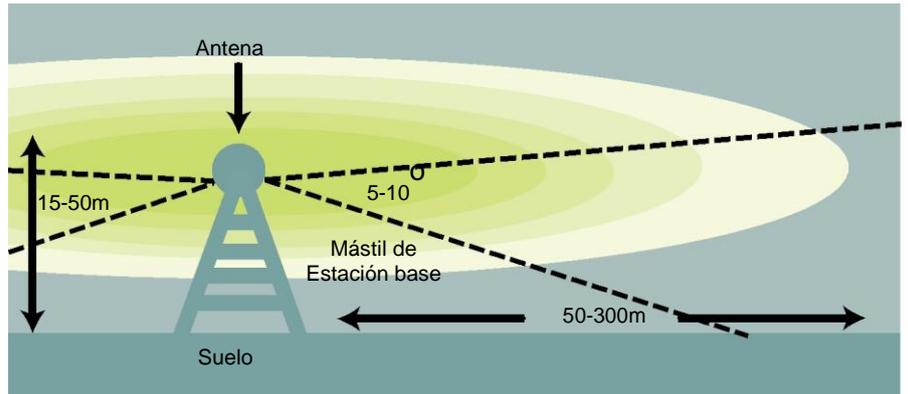
Cómo funcionan las redes móviles



La potencia típica transmitida desde una estación base de exteriores puede cubrir un rango que va de unos pocos watts (W) a 100 W o más.

Sin embargo, en comparación con la potencia de salida de un transmisor de radio FM (generalmente, 2000 W) o de televisión (generalmente, 40000 W), la potencia de salida de una estación base es mucho menor. La potencia de salida de las estaciones base de interiores es todavía menor y se asemeja a la de un teléfono móvil.

Las antenas de estaciones base suelen tener aproximadamente 15-30 cm de ancho y hasta unos pocos metros de largo, según la frecuencia de operación. En general, se montan en edificios o torres a una altura de 15 a 50 metros sobre el nivel del suelo.



Estas antenas transmiten campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF), también llamados ondas de radio, en patrones que en general son muy angostos en la dirección vertical (altura) pero bastante anchos en la dirección horizontal (ancho). Debido a la poca extensión vertical del haz, la intensidad del campo de RF al nivel del suelo directamente debajo de la antena es muy baja. La intensidad del campo de RF al nivel del suelo aumenta levemente a medida que uno se aleja de la estación base y luego comienza a disminuir nuevamente a distancias todavía mayores de la antena. Dentro de los pocos metros directamente frente al centro de la antena, los campos de RF pueden exceder los niveles permitidos de exposición. Para evitar el ingreso del público a las áreas donde pueden excederse los niveles permitidos de exposición, las antenas se montan sobre estructuras elevadas y, cuando es necesario, pueden instalarse cercos, puertas cerradas u otros medios para restringir el acceso (con los carteles correspondientes, en caso de ser necesario).

Directividad de las antenas de estaciones base

Las antenas de estaciones base están diseñadas para transmitir las señales de radio en un haz razonablemente plano a fin de optimizar la cobertura. Las antenas tienen 'ganancia', es decir, la energía transmitida es dirigida hacia áreas donde la gente utiliza los teléfonos, para maximizar la cobertura.

A nivel del suelo, la exposición máxima medida suele ser una pequeña fracción del límite de exposición; en general la exposición máxima se verificará a una distancia de entre 50 y 300 m de la estación base. La distancia depende de las características de la instalación: la antena, la altura y los edificios que lo rodean, y el terreno circundante.

En general, las antenas de estaciones base dirigen su potencia hacia fuera y no transmiten una cantidad significativa desde sus caras posterior, superior o inferior. Esto es particularmente relevante, ya que la percepción del público es que la exposición es mayor directamente debajo de las antenas. Sin embargo, cuando hay antenas instaladas sobre edificios, la exposición en los cuartos que se encuentran directamente debajo de las antenas es menor que en la zona frente a la antena.

Las antenas de estaciones base en general transmiten hacia fuera y no transmiten desde sus caras posterior, superior o inferior, de modo que las exposiciones son más bajas en esas direcciones.

Los teléfonos móviles, por el contrario, poseen antenas que son casi igualmente efectivas en todas las direcciones para asegurar la recepción, sin importar en qué posición se encuentre el teléfono.

Cualquiera sea el equipo, la fuerza de una onda de radio (llamada densidad de potencia) disminuye sustancialmente a medida que se aleja de la antena. En el espacio libre, la

densidad de potencia disminuye a un cuarto cuando la distancia se duplica.

En realidad, los niveles de densidad de potencia se reducen mucho más rápido que eso debido a la existencia de obstáculos tales como árboles, edificios, etc.

Si bien puede considerarse deseable que los equipos de estaciones base se coloquen en zonas industriales o remotas de la habitación humana, es necesario lograr un equilibrio. Los equipos ubicados demasiado lejos de los usuarios no sólo ofrecen una calidad deficiente en las comunicaciones sino que además deben aumentar su potencia de salida para poder sostener la conexión, lo cual disminuye la vida de la batería y el tiempo de habla.¹⁴ Además, cada estación base sólo puede sostener una cantidad limitada de llamadas simultáneas. A medida que la cantidad de usuarios aumenta, se necesitan más estaciones base, las cuales deben estar emplazadas cerca de donde la gente desea usar sus teléfonos móviles.

Consideraciones de diseño de emplazamientos

Durante la última década, el diseño de los equipos de comunicaciones móviles registró un gran desarrollo, con una tendencia general hacia equipos más pequeños y eficientes que ofrecen una funcionalidad igual o superior.

El diseño creativo de antenas y mástiles puede disimular sustancialmente el perfil visual de la infraestructura de comunicaciones móviles. Este resultó ser un enfoque popular, especialmente cuando la estación base debe ubicarse en un área sensible desde el punto de vista estético o ambiental. No es posible utilizarlo en todas las ubicaciones porque puede causar cierta reducción del rendimiento técnico debido al uso de antenas más pequeñas. Además, hubo casos de grupos de la comunidad que criticaron a operadores móviles por 'esconder' antenas.

14 Nota: Los teléfonos se prueban y certifican a la potencia máxima; por lo tanto, independientemente de la distancia de la estación base o del nivel de recepción del terminal, se asegura el cumplimiento con los límites de ICNIRP o los límites nacionales relevantes.

Este enfoque no siempre es posible para antenas de estaciones base, dado que los ingenieros de radio pueden lograr un desempeño óptimo cuando las antenas se montan sobre estructuras altas (o sobre los techos de los edificios), alejadas de obstrucciones físicas como pueden ser otros edificios o árboles.

Teléfonos móviles

Cuando un teléfono móvil se enciende, se activa la detección de señales de control específicas de las estaciones base cercanas. Cuando encuentra la estación base más adecuada (en general, la más cercana) en la red a la cual está suscrito, inicia una conexión. El teléfono luego permanecerá latente, actualizando ocasionalmente información (como la ubicación) con la red, hasta que el usuario emita o reciba una llamada.

Los teléfonos móviles utilizan el Control de Potencia Adaptable como forma de reducir la potencia al mínimo posible y al mismo tiempo mantener la buena calidad de la llamada. Ello permite disminuir la interferencia entre llamadas de teléfonos móviles y prolongar la duración de la batería y, por lo tanto, extender el tiempo de habla. La potencia de salida de los teléfonos móviles es muy baja. Durante una llamada, y según se trate de un terminal 3G o 2G, la potencia de salida puede variar entre un nivel mínimo de menos de 1 μ W hasta un nivel pico de 2 W. La potencia promedio máxima de un terminal, sin embargo, es menor a 0,25 W.

El área atendida por una estación base se denomina 'célula'. Cuando la persona que realiza una llamada pasa de una célula a otra, el sistema transfiere la llamada de una estación base a otra sin interrupciones, en forma transparente para el usuario, que no nota el cambio de estación base ni las respectivas fluctuaciones de potencia de salida, causadas por el hecho de acercarse o alejarse de una estación base.

Normas existentes para asegurar el cumplimiento

Hay dos tipos de normas que son aplicables a las estaciones base: las *normas de exposición*, que especifican los límites de exposición RF para el público en general y para usuarios o trabajadores ocupacionales, y las *normas de evaluación de cumplimiento*, que se utilizan para evaluar y demostrar que un equipo de estación base en particular, o emplazamiento, cumple con las normas de exposición.

Las normas de exposición fijan límites de seguridad para el público y los trabajadores, con el objetivo de proporcionar protección contra todos los peligros de salud establecidos. A menudo establecen *restricciones básicas*, el máximo permisible de energía RF depositado en el cuerpo y *niveles de referencia*, niveles de campo externos que se miden más fácilmente para fines de cumplimiento. La medición de la energía RF absorbida se denomina Tasa de Absorción Específica (Specific Absorption Rate - SAR) y se expresa en unidades de watt por kilogramo (W/kg).

Las normas de evaluación de cumplimiento describen los procedimientos utilizados para asegurar que los teléfonos móviles y las redes cumplan las normas de exposición.

Para verificar que la exposición RF proveniente de estaciones base esté por debajo de los límites prescritos, se utilizan protocolos de prueba estandarizados. Tales estándares fueron desarrollados o están en proceso de desarrollo por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU),

el Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica (CENELEC) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

La mayoría de los países del mundo exigen o reconocen límites de exposición RF que adhieren a los lineamientos establecidos por la Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Tanto la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)¹⁵ recomiendan adoptar los lineamientos de ICNIRP como normas nacionales de exposición.

En Europa, CENELEC ha publicado normas relacionadas con el emplazamiento de estaciones base en el mercado (EN 50383, EN 50384 y EN 50385). Utilizando los protocolos especificados en estas normas, los fabricantes pueden determinar los límites de cumplimiento de exposición RF (distancias de seguridad) alrededor de las antenas para configuraciones típicas de estaciones base a la potencia de salida máxima.

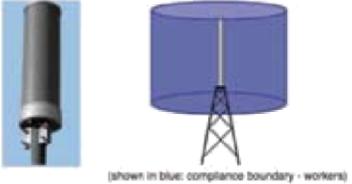
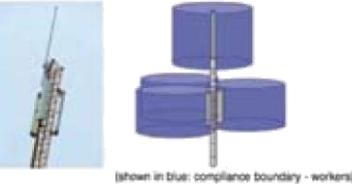
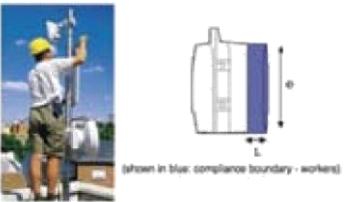
CENELEC también desarrolló normas para la demostración del cumplimiento de las estaciones base cuando el operador de la red pone las estaciones base en servicio (EN 50400 y EN 50401), que especifican procedimientos a ser utilizados para determinar si el ambiente (reflejos y /u otras fuentes de RF) tiene un efecto en el límite de cumplimiento a la máxima potencia. Las investigaciones (en algunos casos, mediciones) deben realizarse alrededor de la antena hasta un rango en donde el nivel de fuerza del campo sea menor a 5% del límite de exposición relevante. Además, CENELEC publicó una norma para la medición *in situ* (EN 50492) que puede utilizarse para el control del cumplimiento con los límites de exposición RF en cualquier ubicación, incluso en lugares donde la gente vive y trabaja.

¹⁵ <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/aap/sg5aap/history/k52/k52.html>

Distancias típicas de cumplimiento para distintos tipos de antenas de estaciones base

La Tabla 5 muestra los tipos de antenas que comúnmente se encuentran en emplazamientos de antena o de estaciones base. Se incluye una foto de cada antena y un diagrama que indica la forma del límite o distancia de cumplimiento. Los límites de cumplimiento típicos dados son válidos para los límites de exposición fijados por ICNIRP.

Tabla 5. Tipos de antenas de estaciones base

<p>A. Antena omnidireccional</p>	 <p>(shown in blue: compliance boundary - workers)</p>
<p>B. Antena sectorial</p>	
<p>C. Granjas (o clusters) de antenas</p>	 <p>(shown in blue: compliance boundary - workers)</p>
<p>D. Antena radio-relay (o enlace punto a punto fijo)</p>	 <p>(shown in blue: compliance boundary - workers)</p>
<p>E. Antena microcelular</p>	
<p>F. Antena de interiores</p>	
<p>Irradia energía RF igualmente en todas las direcciones horizontales. La potencia de salida en general es 10 – 80 watts, y el límite de cumplimiento típica para el público es 0,5 – 2 metros de la antena.</p>	
<p>Restringe la mayor parte de la energía RF que irradia a un sector angular estrecho en la dirección hacia delante. La potencia de salida de la antena suele ser 10 – 80 watts, y el límite de cumplimiento para el público puede luego extenderse 1 – 8 metros de la cara frontal de la antena.</p>	
<p>Las antenas a menudo se agrupan en mástiles. La combinación que aquí se ilustra es la de una antena omnidireccional montada sobre una agrupación de tres antenas sectoriales. La distancia de cumplimiento en este caso puede ser mayor que para las antenas individuales.</p>	
<p>Concentra su energía RF en un haz angosto en dirección delantera. Los niveles de potencia en general son bajo, menos de 1 watt, y las distancias de seguridad son de un par de centímetros. La antena parabólica es un ejemplo.</p>	
<p>En general, es una antena sectorial pequeña con potencia de salida de unos pocos watts para dar cobertura en distancias cortas (típicamente, 300-1000 metros). A menudo se instala sobre un edificio existente, donde puede disimularse como característica del edificio. El límite de cumplimiento tiene la misma forma que una antena sectorial.</p>	
<p>A veces se las denomina picocélulas. Proporcionan cobertura localizada dentro de edificios donde hay mala cobertura o una gran cantidad de usuarios, como en terminales de aeropuertos, estaciones de trenes o centros de compra. El nivel de potencia es similar al de un teléfono móvil. El límite de cumplimiento se ubica dentro de unos pocos centímetros de la antena.</p>	



**Mobile Manufacturers
Forum**

Diamant Building
Boulevard Auguste Reyers 80
1030 Bruselas, Bélgica
Teléfono: + 32 2 706 8567
Fax: + 32 2 706 8569

www.mmfai.org



Seventh Floor
5 New Street Square
New Fetter Lane
Londres EC4A 3BF Reino Unido
Teléfono: +44 (0)20 7356 0600
Fax: +44 (0)20 7356 0601

www.gsmworld.com/health