



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TELECOMUNICACIONES Y
Y PARA LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES Y
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**INFORME SOBRE LA EXPOSICIÓN DEL
PÚBLICO EN GENERAL A LAS EMISIONES
RADIOELÉCTRICAS DE ESTACIONES DE
RADIOCOMUNICACIÓN**

MADRID, ABRIL DE 2003

ALCALÁ, 50. PALACIO DE COMUNICACIONES.
28071 MADRID
TLF.: 91 346 15 93
FAX: 91 346 15 12



INDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- NORMATIVA

3.- MEDIDAS EN LUGARES SENSIBLES

4.- AUDITORIA DE CERTIFICACIONES

5.- OTRAS ACTUACIONES

6.- ANEXOS



1. INTRODUCCIÓN.

La finalidad de este informe es dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 9 del Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

“Los servicios técnicos del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaborarán planes de inspección para comprobar la adaptación de las instalaciones a lo dispuesto en este Reglamento”.

“Con carácter anual el Ministerio de Ciencia y Tecnología, sobre la base de los resultados obtenidos en las citadas inspecciones y a las certificaciones presentadas por los operadores, elaborará y hará público un informe sobre la exposición a emisiones radioeléctricas”.

Para ello se elaboró un Plan de Inspección en febrero de 2002 y en este informe se exponen y analizan los resultados obtenidos en las inspecciones y actuaciones realizadas por los servicios de la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, para la comprobación del estado de la planta radioeléctrica de los operadores de telecomunicaciones instalada en España y de las certificaciones realizadas por los técnicos competentes.

En primer lugar, de acuerdo con lo previsto en la primera línea de actuación del Plan de Inspección en relación con las denominadas áreas sensibles (colegios, hospitales, centros de salud etc.), se describe, en el apartado tercero de este informe, la campaña de medidas realizadas por los Servicios Técnicos del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que se ha extendido a 3.818 de estos lugares. Se realiza un análisis de los valores obtenidos para los niveles de intensidad de campo o densidad de potencia en el que se constata, tal y como se expone en las conclusiones de dicho apartado, que los niveles medidos se encuentran muy por debajo de los valores de referencia establecidos en el Real Decreto 1066/2002 para las bandas de frecuencia atribuidas a los servicios de telefonía móvil.



En segundo lugar, se expone en el apartado cuarto de este informe la auditoria que analiza las 17.700 certificaciones realizadas por técnicos competentes y presentadas por los operadores de telefonía móvil al Ministerio de Ciencia y Tecnología al 30 de junio de 2002, en cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, en el que reglamentariamente se establecen las medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas. Para ello se describe de forma precisa el objeto, alcance y metodología utilizada para realizar la auditoria, exponiendo finalmente los resultados de la misma y las conclusiones que nos permiten conocer que los niveles de exposición en el entorno de las estaciones, donde puedan permanecer habitualmente las personas, se encuentran muy por debajo de los límites fijados en el Real Decreto 1066/2001.

Complementariamente se ha considerado adecuado, con el objeto de contribuir a su divulgación, incluir en el apartado segundo de este primer informe una breve síntesis de la normativa que regula los niveles de exposición a las emisiones radioeléctricas y sus mecanismos de control.

En el informe, además, se resumen las actuaciones realizadas por los servicios de inspección con objeto de dar respuesta a las solicitudes de información de otras Administraciones e Instituciones Públicas, así como a los requerimientos de los Tribunales de Justicia y de particulares. En íntima conexión con esta actividad en el informe se describe el Servicio de Información sobre las características de las infraestructuras radioeléctricas y los niveles de exposición a las emisiones radioeléctricas que el Ministerio de Ciencia y Tecnología ha puesto en marcha en su página web (www.mcyt.es), para que los ciudadanos puedan acceder a través de Internet a dicha información.

Se incluyen así mismo algunas de las actividades realizadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología encaminadas a colaborar con las actuaciones de otras instituciones, cuya actividad tiene gran vinculación con el desarrollo de las infraestructuras de las redes de telefonía móvil así como la actividad de colegios profesionales de este sector.



2. NORMATIVA

El marco que regula las medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas está constituido por la Ley General de Telecomunicaciones, la Ley General de Sanidad, el Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre y por la Orden CTE/23/2002 de 11 de enero que lo desarrolla.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, fue elaborado conjuntamente por los Ministerios de Ciencia y Tecnología y Sanidad y Consumo, actuando en sus respectivos ámbitos competenciales.

En el Reglamento se recogen los límites de exposición fijados por la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea, 1999/519/CE, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz), cuyo respaldo científico procede de los trabajos y recomendaciones de la Comisión Internacional frente a Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP), organismo especializado en esta materia y que goza del reconocimiento de la Organización Mundial de la Salud.

El Reglamento establece como medidas de protección sanitaria unas restricciones básicas (en función de las tasas de absorción específicas del cuerpo humano), que no deben ser superadas, y unos niveles de referencia (de intensidad de campo, de densidad de potencia etc.), cuya no superación garantiza el cumplimiento de las citadas restricciones básicas, siendo además estas magnitudes perfectamente medibles.

En los países de nuestro entorno se han realizado informes y estudios que corroboran el respaldo científico de los límites de exposición establecidos en la Recomendación comunitaria y adoptados en el Real Decreto 1066/2001. A título de ejemplo cabe citar *Mobile Phones and Health. Sir William Stewart*, en el Reino Unido, *Les téléphones mobiles, leurs stations de base et la santé. Rapport au Directeur Générale de la Santé* en Francia, *A Review of the Potential Health Risks of Radiofrequency Fields from Wireless Telecommunication Devices. Royal Society of Canada* en Canada. Por su parte el Ministerio de Sanidad y Consumo respaldó los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas con un informe



denominado “Campos Electromagnéticos y Salud Pública” que fue elaborado por un comité de expertos multidisciplinar. Finalmente en relación con este respaldo, el Comité científico sobre Toxicidad y Ecotoxicidad y Medioambiente de la Comisión Europea ha ratificado la validez de los límites de exposición en su 27ª reunión plenaria celebra el 30 de octubre de 2001.

Por otra parte, el Reglamento aprobado mediante el Real Decreto 1066/2001 establece un catálogo de medidas y procedimientos para garantizar que las estaciones radioeléctricas que constituyen las infraestructuras de las redes de telecomunicaciones cumplen con los valores de referencia establecidos en el mismo.

Las principales medidas de control son:

- 1ª).-Para la autorización de nuevas estaciones radioeléctricas soporte de servicios de radiodifusión sonora y de televisión, así como de las redes de los titulares de licencias individuales tipo B2 (en su gran mayoría redes de telefonía móvil) y C2 (en su mayoría redes fijas de acceso inalámbrico), los operadores deberán incluir en el proyecto técnico que presentan a la Administración, un estudio técnico de cumplimiento de los límites de exposición que, tras su aprobación y previa autorización de puesta en servicio de la estación radioeléctrica, será comprobada por los servicios de inspección del Ministerio. Es este, un procedimiento de control individualizado para la instalación de cada nueva estación radioeléctrica.
- 2ª).-En el plazo de nueve meses desde la entrada en vigor del Real Decreto, los operadores de todas las estaciones radioeléctricas a las que se refiere el ámbito del Real Decreto que estén en funcionamiento, deberán remitir certificaciones de conformidad con los límites de exposición establecidos en el mismo. Es éste un procedimiento de control individualizado para cada estación radioeléctrica de la planta instalada con anterioridad a la publicación del Real Decreto. Este procedimiento ya se ha realizado y constituye el objeto de la auditoría de este informe.
- 3ª).-Los operadores de licencias individuales tipo B2 y C2 presentarán certificaciones anuales acreditativas de que no se han superado los límites de exposición establecidos en el Real Decreto, garantizando con este procedimiento la continuidad en el control del mantenimiento de límites.



Dichas certificaciones, firmadas por técnicos competentes y debidamente visadas por los colegios profesionales, se auditarán y se incluirán en el informe de cada año.

La Orden CTE/23/2002 de 11 de enero desarrolla el Real Decreto con la finalidad de conseguir una más efectiva aplicación del mismo, para lo cual establece el alcance, estructura y formato al que deben atenerse las certificaciones y los estudios que han de realizar los titulados competentes y presentar los operadores al Ministerio de Ciencia y Tecnología. La Orden establece también un protocolo para la realización de las medidas de los niveles de exposición a los campos electromagnéticos.

El protocolo que se ha adoptado en la ORDEN/CTE/23/2002, dimana de los acuerdos internacionales obtenidos en el Grupo de Trabajo (PT-22) enmarcado en la Conferencia Europea de las Administraciones Postal y de Telecomunicaciones (CEPT). Este Grupo de Trabajo, en el que participa la Administración española a través de la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, adoptó, en el año 2001, un "procedimiento común de medidas para los niveles de emisiones en relación con la salud" que se plasmó en la Recomendación: *ECC Recommendation (02)04 "MEASURING NON-IONISING ELECTROMAGNETIC RADIATIONS (9kHz-300 GHz)"*, que se someterá a aprobación como Recomendación en el ámbito de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

3.- MEDIDAS EN LUGARES SENSIBLES

3.1.- ANTECEDENTE.

El antecedente a la campaña de medidas en los lugares sensibles, lo constituye el Plan de Inspección de Emisiones Radioeléctricas elaborado en febrero de 2002, para dar cumplimiento al art. 9 del Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias ante emisiones radioeléctricas. Este Plan de Inspección se recoge en el ANEXO I y su primera línea de actuación se ha materializado a través de las siguientes actuaciones.



3.2.- ACTUACIONES.

- Identificación de los lugares sensibles

Ante la honda preocupación social existente en relación con las emisiones que tienen lugar en las estaciones radioeléctricas ubicadas en el entorno de las denominadas áreas sensibles, esta línea de actuación es considerada como prioritaria, y tiene como objetivo el análisis de la emisiones radioeléctricas existentes en dichos espacios.

Teniendo como base de información los censos de los centros de enseñanza obligatoria en grandes ciudades, los datos existentes en las Jefaturas Provinciales de Inspección de Telecomunicaciones sobre centros de salud, hospitales y parques públicos, y los datos aportados por los operadores de telefonía móvil en sus propias certificaciones, se elaboró el cómputo global de espacios sensibles.

La determinación del número de espacios sensibles se hizo partiendo de las certificaciones ya existentes en la base de datos de estas certificaciones. Se identifican un total de 7.626 medidas en lugares sensibles ubicados en la zona de influencia de alguna estación de telefonía móvil.

Realizado un análisis informático sobre las 7.626 medidas, que tenía en cuenta los datos de la ubicación de las estaciones base de cada operador, el acimut y la distancia desde la estación base al punto medido identificado como sensible, se comprobó que un mismo punto sensible era medido más de una vez por la misma o distintas certificaciones por diferentes operadores.

Con las consideraciones anteriores y teniendo en cuenta la referencia cartográfica de los puntos sensibles, se determinó el número de los mismos, en total 3.818. La distribución por provincias y Comunidades Autónomas, de dichos puntos se muestra en el Anexo II, donde también se especifica el número de lugares sensibles distribuidos por: centros de enseñanza, centros de salud y hospitalarios y parques públicos.



- **Análisis de los niveles de exposición**

Se han llevado a cabo medidas en la totalidad de los 3.818 espacios sensibles identificados en todo el territorio nacional.

Las medidas de intensidad de campo o densidad de potencia se han realizado directamente por los funcionarios de los Servicios de Inspección de la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información de las distintas provincias. De acuerdo con lo establecido en la normativa la realización de las medidas se ha efectuado ateniéndose al protocolo establecido en la Orden Ministerial CTE/23/2002.

Los equipos de medida utilizados (medidores y sondas) responden a las características estándar de los equipos mayoritariamente utilizados para este tipo de trabajos tanto en España como en los países de nuestro entorno.

Los 3.818 espacios sensibles medidos que se ubican en un entorno aproximado de 100 metros de radio de alguna estación base de telefonía móvil, se distribuyen en 2.152 centros de enseñanza, 667 centros hospitalarios o de salud y 999 parques públicos.

Los valores de intensidad de campo eléctrico obtenidos expresados en V/m. son técnicamente muy bajos, baste como indicador que el 45% de las medidas efectuadas se encuentran por debajo de los umbrales de sensibilidad de los equipos utilizados, situándose la inmensa mayoría del resto en valores poco significativos como se deduce de los valores medios que se reflejan en el Anexo. En todos los casos los valores medidos se han situado muy por debajo del nivel de decisión establecido en el protocolo de medidas que a su vez está 6dB por debajo del nivel de referencia.

En términos de densidad de potencia los valores medios por provincia de las medidas realizadas se encuentran entre $0,0081 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en la provincia de Palencia y $0,364 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, con la excepción de Melilla en la que se alcanza un valor de $1,18 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, debido básicamente a la influencia de otros sistemas radioeléctricos situados en un área de pequeña superficie. Estos valores en relación con el valor de referencia más desfavorable de la banda de frecuencias de telefonía móvil, $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$,



son prácticamente irrelevantes, con un orden de magnitud que resulta para todas las provincias un valor medio miles de veces inferior al de referencia.

3.3.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

En la totalidad de los 3.818 espacios sensibles medidos en todo el territorio nacional, los resultados obtenidos están muy por debajo de los niveles de referencia establecidos en el RD 1066/01, como se acaba de exponer y sus valores medios se muestran de forma detallada por provincias y CCAA en el ANEXO II.

La conclusión que se deriva de los datos analizados y expuestos es que en las zonas sensibles los niveles de exposición cumplen con amplísimos márgenes los niveles de referencia que han sido establecidos por nuestra normativa.

4.- AUDITORIA DE CERTIFICACIONES.

4.1. OBJETO.

La Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (DGTII), al amparo de lo dispuesto en la disposición transitoria única del Real Decreto 1066/2001 y de la Orden Ministerial del Ministerio de Ciencia y Tecnología OM/CTE/23/2002 de 11 de enero por la que se establecen las condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones, recibió a 28 de junio de 2002, un total de 19.219 certificaciones proporcionadas por los operadores de Licencias B2 y C2 y radiodifusión. Estas certificaciones sobre niveles de intensidad de campo o densidad de potencia referidas a otras tantas estaciones radioeléctricas o emplazamientos radioeléctricos con más de una estación, incluyen datos sobre los referidos niveles y sobre las propias estaciones radioeléctricas que la DGTII, a través de sus servicios de inspección analizó, a fin de verificar el grado de calidad y de certeza de los mismos.

Constituye el objeto de esta auditoria de las certificaciones el examen de los diferentes datos aportados en las mismas y la verificación de éstos “in situ” para una muestra suficientemente representativa del conjunto global de las



certificaciones aportadas por los operadores de telefonía móvil (17.700), que suponen el 92,1% del total, por ser este servicio el que más preocupación social ha generado entre la población.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.

A fin de poder evaluar las 17.700 certificaciones de telefonía móvil automática recibidas, con un grado de error suficientemente bajo para hacer representativo el resumen de los datos obtenidos de la muestra, se llegó a un dimensionamiento provincializado para la misma que arrojó un total de 847 certificaciones a auditar.

Para la obtención del tamaño de la muestra se aplicó la técnica de muestreo aleatorio estratificado para una población conocida, considerando que la probabilidad de que el error que se cometa sea menor que el 3%, el grado de confianza de al menos el 97,5%, y que la frecuencia esperada de que la certificación sea correcta sea de cómo mínimo el 80%.

Tras el dimensionamiento de la muestra se distribuyó la misma entre las 50 provincias españolas más Ceuta y Melilla, proporcionalmente al número de certificaciones recibidas de cada operador en los diferentes ámbitos provinciales.

La distribución de la muestra por provincias y por comunidades autónomas, para los diferentes operadores de telefonía móvil, se refleja en ANEXO III.

4.3. SELECCIÓN DE LAS ESTACIONES BASE CUYAS CERTIFICACIONES SE SOMETIERON A VERIFICACIÓN.

Una vez, cuantificada la muestra y realizada la distribución provincializada de la misma para los diferentes operadores, se procedió a la selección de las diferentes certificaciones cuyos datos deberían ser analizados. Los datos documentales fueron examinados de manera centralizada y otros datos debieron ser verificados “in situ” por los servicios periféricos de la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información en cada una de las provincias.



La selección de las certificaciones se realizó de manera aleatoria sobre el cómputo global de las recibidas, de manera que la muestra mantuviese el requisito de representatividad de los datos globales.

4.3.1. Aspectos auditados.

A fin de posibilitar la obtención de conclusiones sobre la adaptación de las referidas certificaciones a lo establecido en el RD 1066/2001 y a la OM/CTE/23/2002, se focalizó el análisis de auditoría en los siguientes aspectos:

4.3.1.1. Comprobaciones documentales.

- a) Verificación de la firma del técnico competente y del visado colegiado de la misma. La constatación de la cualificación se plasma en verificar si, en cada caso, el técnico competente, además del nombre reflejado en la propia certificación, tiene un número de colegiado perteneciente a un Colegio con competencias para visar el desarrollo de estas funciones, así como el número de visado del certificado. Se han obtenido visados de certificaciones, a este respecto, de los Colegios de Ingeniería Superior y Técnica de Telecomunicación.
- b) Comprobación exhaustiva por personal especializado de la certificación en su formato papel, es decir, se comprueba que todo el contenido de las certificaciones se ajuste a las normas.
- c) Desde el punto de vista informático, se detectaron, en los procesos de carga y chequeos previos, errores de formato y de falta de alineación de datos y direcciones postales o coordenadas imprecisas. Se requirió de los operadores la corrección de estos errores.

4.3.1.2. Comprobaciones de campo.

- a) Verificación del emplazamiento de la estación o centro radioeléctrico, a fin de comprobar que concordase con lo reflejado por los operadores en la correspondiente certificación.



b) Verificación de los niveles de emisiones que caracterizan una estación o centro radioeléctrico. Sobre este aspecto se fijaron los siguientes criterios:

- Medición de los niveles de intensidad de campo eléctrico existentes realmente “in situ” a fin de compararlos con los niveles reflejados en cada certificación.
- Estos niveles medidos recogidos en el campo “valor contrastado” en las hojas de datos utilizados para la recogida de resultados, cuyo modelo se adjunta en el ANEXO IV, deberían reflejarse como “válidos” o “no válidos” siempre que el valor contrastado fuese inferior, o no, al doble del valor reflejado. En todo caso, nunca se admitiría un dato cuando se superasen los “niveles de referencia” dados en el RD 1066/2001.

Este criterio, de tipo práctico, se estableció con el fin de obtener datos suficientemente significativos de los niveles en el entorno de cada estación o centro radioeléctrico, dado que los niveles tan bajos de las medidas que se manejan están en el orden de magnitud del nivel de sensibilidad de los equipos de medida.

A la vista de los valores para los niveles medidos y reflejados en las certificaciones, tan alejados de los valores de referencia, se adoptó el criterio de dar por “válidos” todos los obtenidos que no superasen el doble de estos valores reflejados, entendiéndose que la duplicación de los mismos tampoco supondría un acercamiento, mínimamente significativo, a los niveles de referencia garantes de la salud para las personas expuestas a estas emisiones. Asimismo, se han tenido en cuenta los diferentes valores umbrales de las sondas y analizadores de medida.



Por otra parte, se han reproducido las mediciones de las certificaciones en condiciones suficientes de similitud, básicamente posición y distancia de referencia a la antena. No es posible reproducir otras condiciones de entorno de la medida original de cada certificación, como humedad ambiente, vibraciones y otras variantes que influyen en los equipos de medida, lo que conlleva necesariamente contar con una tolerancia de diferencia de valores que, en casos como el presente, en los que los niveles medidos son muy bajos y próximos a los niveles de sensibilidad, sea conservador tomar el doble por exceso de los valores de las certificaciones.

- c) Verificación e identificación de los denominados “espacios sensibles” correspondientes a los puntos de realización de medidas que, como tales, venían reflejados en las certificaciones.
- d) Comprobación de que las características de las medidas como orientación de acimut, etc., están conformes con lo declarado en las certificaciones.

4.3.2. Realización de la auditoria.

De los aspectos señalados en el apartado anterior, únicamente el apartado 4.3.1.1. fue analizado con las informaciones disponibles en los Servicios Centrales de la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, extraídas de las propias certificaciones. El resto de aspectos a analizar (apdo. 4.3.1.2.) en la auditoria, fueron realizados en las 52 Jefaturas Provinciales de Inspección de Telecomunicaciones por los servicios técnicos destinados en dichas Jefaturas Provinciales, abarcando, por tanto, todo el ámbito territorial, a fin de proporcionar la mayor objetividad y fiabilidad a la muestra auditada.



4.3.3 Resultados de las comprobaciones de campo

Con las pautas señaladas en el apartado 4.3.1.2. se realizaron las comprobaciones de los niveles de emisión en cada una de las 847 estaciones o centros radioeléctricos.

En las referidas hojas de recogida de **resultados se reflejarán las** correcciones registradas, en cuanto a la ubicación de las estaciones o centros, que venían recogidas en las certificaciones, así como la identificación, en su caso, de los emplazamientos sensibles afectados.

4.4. CONCLUSIONES.

A la vista de los datos aportados, tanto por los Servicios Centrales de la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, como de todas y cada una de sus Jefaturas Provinciales, se deduce una conclusión principal:

Todas las mediciones de niveles de emisiones radioeléctricas reflejadas en las certificaciones, así como los valores contrastados de las mismas, están muy por debajo de los valores de referencia que garantizan la salud para las personas, según el RD 1066/2001.

Otras conclusiones sobre aspectos puntuales de esta auditoria se recogen a continuación:

- Sobre el apartado 4.3.1.1. a), se constata que la totalidad de las certificaciones auditadas acreditaban la calificación del técnico competente exigida en el RD 1066/2001.
- Acerca de las verificaciones llevadas a cabo según el apartado 4. 3.1.2. a), se detectó un porcentaje muy bajo de errores sobre lo recogido en las certificaciones aportadas por los operadores de telefonía móvil. Mas aún, buena parte de estos errores detectados consisten en precisiones muy puntuales sobre la dirección expresada en los documentos (como por ejemplo el cambio de “C/” por “Av/”, o correcciones ortográficas “Reyes Catálicos” por “Reyes Católicos”, etc.).



- Por lo que se refiere al apartado b) del punto 4. 3.1.2, de verificación de niveles de emisiones, se consideraron válidos los valores de niveles de emisión expresados en las certificaciones, para cada uno de los operadores, en los porcentajes siguientes:

- Movistar 98,38%
- Vodafone 96,50%
- Amena 99,29%

El reducido porcentaje en el que las verificaciones de las mediciones de nivel de señal fueron señaladas como no válidas fue porque el valor contrastado “in situ” superaba el doble del señalado en las certificaciones, que no obstante son valores inferiores al umbral de detección de la sonda en muchos casos, y siempre muy por debajo de los valores de referencia.

De acuerdo con los criterios establecidos para la realización de la auditoria de los niveles de exposición a las emisiones radioeléctricas y otras comprobaciones señalados en el apartado 4.3.1.2. de este documento, el 96,56% de las certificaciones han sido calificadas como válidas.

Los porcentajes de certificaciones válidas por operador son 96,47% Movistar, 94,3% Vodafone y 97,76% Amena.

5. OTRAS ACTUACIONES

5.1 RESPUESTA A LAS SOLICITUDES DE INFORMACIÓN.

Por los diferentes servicios de la Dirección General de Telecomunicaciones Y Tecnologías de la Información se ha procedido a dar respuesta a las consultas, reclamaciones, solicitudes de informes, certificaciones etc., que se han presentado al Ministerio de Ciencia y Tecnología procedentes de diversas instituciones, Administraciones y particulares, en el periodo 2001-2002.

Se ha respondido a 455 escritos sobre quejas o consultas procedentes de Ayuntamientos, Defensor del Pueblo, Preguntas Parlamentarias, etc, en



relación con las estaciones radioeléctricas, principalmente referidas a su clausura, legalidad, posibilidad de alejamiento y comprobación de niveles de emisión.

Se ha dado respuesta a 120 escritos de Corporaciones Locales informando sobre diversos aspectos de la normativa en vigor y competenciales.

Se han emitido 120 informes sobre Ordenanzas municipales y otras normas autonómicas y se ha respondido a 293 requerimientos judiciales en los que se solicitaban certificaciones, mediciones o informes técnicos.

Estas actuaciones han tenido su base, en muchos casos, en la realización de 3.124 medidas de niveles de exposición a las emisiones radioeléctricas, efectuadas por los Servicios de Inspección de la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información cuya distribución provincial se muestra en el Anexo V.

En relación con la demanda de información, y para dar una respuesta ágil a las solicitudes de los ciudadanos, el Ministerio de Ciencia y Tecnología ha decidido poner en marcha un “Servicio de Información sobre Instalaciones Radioeléctricas y niveles de exposición”. Este servicio está disponible en la página web del Ministerio (www.mcyt.es) y es accesible a través de Internet. Se facilita información de la base de datos de estaciones radioeléctricas sobre **características técnicas y medidas de los niveles de exposición a las emisiones de las estaciones base de telefonía con potencia isotrópica radiada superior a 10 vatios en cuyo entorno pueden permanecer personas de forma habitual, que son las que se han certificado a 28 de junio de 2002.**

El servicio funciona con un localizador que mediante georreferenciación posiciona en un plano las estaciones que se sitúan en la proximidad del punto sobre el que se desea tener información. Además, facilita una serie de características de las estaciones y las medidas realizadas en su entorno, todo ello de acuerdo con las certificaciones presentadas por los operadores. A través de este servicio son también accesibles informaciones sobre la normativa nacional y comunitaria, enlaces de interés y un servicio para acceder a información adicional.

5.2 COORDINACIÓN CON OTRAS INSTITUCIONES.



Si bien en el Ministerio de Ciencia y Tecnología se han realizado otras múltiples actividades en relación con las medidas sobre las emisiones radioeléctricas y su control, se ha considerado de interés hacer referencia en este informe a las actuaciones realizadas en colaboración con la Federación Española de Municipios y Provincias, que agrupa a los Ayuntamientos de todos los municipios españoles y cuya actuación es decisiva en relación con el despliegue de las infraestructuras de telecomunicación y en particular las infraestructuras radioeléctricas.

También se considera de interés la divulgación de las actuaciones realizadas en relación con los Colegios Profesionales en los que se agrupan la mayoría de los titulados competentes, por su importante papel en la verificación de la situación de conformidad de las estaciones radioeléctricas mediante las certificaciones.

En relación con la primera colaboración, la Federación Española de Municipios aprobó el 4 de mayo de 2002 un modelo de Ordenanza Municipal Reguladora de la instalación y funcionamiento de las infraestructuras radioeléctricas, cuyo texto fue acordado con el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

El contenido del modelo de Ordenanza pretende dar respuesta a la necesidad de establecer líneas de actuación comunes en todo el territorio ante la proliferación de instalaciones radioeléctricas, en particular de telefonía móvil.

El objeto de elaborar un modelo de Ordenanza Reguladora de la instalación y funcionamiento de infraestructuras radioeléctricas es doble, de un lado, se pretende reglamentar de forma clara las condiciones aplicables a la localización, instalación y funcionamiento de las infraestructuras radioeléctricas en los municipios, a la vez que, de otro lado, se contribuye a facilitar el despliegue para la prestación de los servicios de telecomunicaciones, en particular de la telefonía móvil, y los nuevos servicios necesarios para el futuro desarrollo de la sociedad de la información.

El modelo de Ordenanza se propone partiendo de la legitimidad que los Ayuntamientos tienen para intervenir dentro de su ámbito territorial y competencial, a la vez que se respetan las competencias de las Comunidades Autónomas y del Estado, pretendiendo evitar conflictos competenciales que puedan generar inseguridad jurídica.



El modelo de Ordenanza establece los mecanismos para que los Ayuntamientos conozcan las previsiones que los operadores tienen para implantar sus infraestructuras radioeléctricas, a la vez que los operadores puedan conocer, en cada Ayuntamiento, cuales son los requisitos administrativos que han de cumplir para poder desplegar dichas instalaciones radioeléctricas.

La Ordenanza trata de compatibilizar de forma ordenada, los requerimientos de autorizaciones municipales con los requerimientos de la regulación sectorial, de tal forma que los Ayuntamientos tengan garantías de que las infraestructuras que autorizan implantar, cumplen con los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas, para lo cual se prevé que los operadores antes de tener la licencia de funcionamiento deben acreditar que sus infraestructuras cumplen los requisitos del Real Decreto 1066/2001, mediante la correspondiente certificación de inspección del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por otra parte, el pasado 22 de mayo de 2002, el Secretario de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, firmó un Convenio de colaboración con el Decano del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT), en relación a la aplicación de la normativa sobre exposición del público a las emisiones radioeléctricas. La firma del Convenio garantiza, por parte del COIT, una oferta mínima de técnicos competentes capaz de dar respuesta a la demanda de solicitudes de realización de estudios, proyectos y certificaciones que permita dar cumplimiento a lo previsto en el Real Decreto 1066/2001 por el que se establecen los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas.

El convenio pone a disposición de los operadores de los servicios de telecomunicaciones, usuarios de los mismos, instituciones públicas y privadas y de la sociedad en general un conjunto de profesionales independientes, que en su calidad de técnicos competentes realizarán y visarán estudios, certificaciones, informes, proyectos y propuestas técnicas en relación con las materias de emisiones radioeléctricas.



El convenio estipula además que el COIT intensificará su programa de formación interna en materia de emisiones radioeléctricas y aportará un valor añadido a sus visados, consistente en el establecimiento de un conjunto de mecanismos de control que garantice que los proyectos y certificaciones se adaptan a lo establecido por el Real Decreto 1066/2001 y la Orden CTE/23/2002 de desarrollo del mismo.

Finalmente mencionar que al momento de redactar este informe se encuentra en tramitación otro convenio con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

Madrid, abril de 2003

ANEXO I

PLAN DE INSPECCIÓN DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS 2002

INDICE

1. Introducción

2. Objetivos y desarrollo

2.1 Áreas sensibles

2.2 Actuaciones en relación con las certificaciones de las instalaciones

2.3 Demandas de información por Instituciones públicas, privadas y ciudadanos en general

3. Resultados

4. Anexo I: Procedimiento de medida de emisiones radioeléctricas

Anexo II: Distribución muestral

PLAN DE INSPECCIÓN DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS 2002

1. Introducción.

El presente Plan se elabora para dar cumplimiento al Artículo 8 del Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, aprobado mediante el Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre, cuyo punto tercero dispone:

“los servicios técnicos del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaborarán planes de inspección para comprobar la adaptación de las instalaciones a lo dispuesto en este Reglamento”

Con el objeto de obtener la mayor eficacia en la verificación del cumplimiento de lo establecido, así como para satisfacer la solicitud de información sobre la verificación de los niveles de exposición a las emisiones, que se demanda por las Instituciones públicas y privadas y por los ciudadanos en general, el plan contempla las siguientes líneas de actuación:

- Actuaciones en relación con las denominadas áreas sensibles.
- Actuaciones en relación con las certificaciones de las instalaciones.
- Actuaciones en relación con la demanda de información sobre los niveles de exposición a las emisiones por parte de las Instituciones públicas, privadas y ciudadanos en general.

El plan especifica la utilización del procedimiento para la realización de medidas de niveles de exposición a las emisiones radioeléctricas establecido en la Orden Ministerial CTE/23/2002 de 11 de enero de 2002, así como instrucciones prácticas complementarias para que los resultados de las medidas sean fiables, homogéneos y comparables. (Anexo I)

El plan prevé que se elabore un capítulo de conclusiones sobre los resultados de las medidas de los niveles de exposición a las emisiones radioeléctricas y la fiabilidad de las certificaciones.

Complementariamente se establecerá un procedimiento para el posterior tratamiento de los datos obtenidos, para su utilización tanto en la elaboración del informe anual del Ministerio de Ciencia y Tecnología sobre exposición a las

emisiones radioeléctricas, como en el suministro de información al Ministerio de Sanidad y Consumo, de acuerdo con lo establecido en el artículo 9.3 del Reglamento.

En virtud del principio de colaboración administrativa, y debido a la concurrencia de competencias diversas (sanitarias, urbanísticas etc.) en Comunidades Autónomas y Entidades Locales, el Ministerio de Ciencia y Tecnología suministrará igualmente la información que resulte de la realización de este Plan a dichas entidades.

2. Objetivos y desarrollo

Cada una de las líneas de actuación tendrá los objetivos y desarrollo que se identifican a continuación:

2.1. Áreas sensibles

Debido a la honda preocupación social existente en relación con las emisiones que tienen su origen en las estaciones radioeléctricas ubicadas en el entorno de las denominadas áreas sensibles, esta línea de actuación es considerada prioritaria y tiene como objetivo el análisis de los niveles de exposición a las emisiones existentes en dichas áreas.

Las actividades a llevar a cabo serán las siguientes:

- Elaboración del censo de áreas sensibles objeto de análisis.
- Realización sistemática de la 1ª fase del plan de medidas.
- Análisis de resultados y toma de decisiones sobre la 2ª fase del plan.
- Segunda fase del plan de medidas.

La elaboración del censo de áreas sensibles y la realización de la primera fase del plan de medidas está previsto que se finalice a primeros del próximo mes de abril.

Será objeto de actuación en esta primera fase, debido a la concentración de población y zonas sensibles, todas las capitales de provincia y ciudades de más de 100.000 habitantes, que en su conjunto representa el 44% de la población española.

El objetivo previsto para el número de inspecciones a realizar es de 1.000, distribuido proporcionalmente al número de habitantes de las poblaciones objeto de actuación.

Los criterios de priorización de las zonas a inspeccionar serán los siguientes:

- Áreas sensibles de mayor concurrencia pública e infantil.
- Áreas sensibles en cuyo entorno se ubique un mayor número de estaciones radioeléctricas, o cuyas características de potencia emitida, lóbulos de emisión, cercanía, etc., hagan aconsejable a priori su selección.

El análisis de resultados de las inspecciones realizadas tendrá como objetivo la determinación de los márgenes sobre los límites establecidos para la exposición a las emisiones y, asimismo, permitirá definir el ritmo de las inspecciones a realizar en la siguiente fase de medidas en las zonas sensibles. A este respecto, se formularán las recomendaciones a que hubiere lugar, en función de los niveles reales de las emisiones medidas en las zonas sensibles inspeccionadas, dirigidas tanto a los operadores como a la propia Administración.

La segunda fase del desarrollo del plan de medidas tendrá como objetivo actuaciones en el resto de las zonas sensibles ubicadas en el ámbito de actuación de la primera fase, así como las zonas sensibles del resto de las ciudades españolas. Su inicio se producirá tras el análisis de los resultados de la primera fase, y su duración se estima inicialmente en cuatro meses.

2.2 Actuaciones en relación con las certificaciones de las instalaciones

La disposición transitoria del Reglamento fija un plazo de 9 meses para que los operadores que establezcan redes soporte de servicios de radiodifusión sonora y televisión y los titulares de licencias individuales de tipo B2 y C2, presenten las certificaciones de conformidad de sus instalaciones radioeléctricas, autorizadas con anterioridad a la aprobación del mismo.

El objeto de esta línea de actuación es verificar la correcta certificación de las instalaciones.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Comprobar que se certifican todas las instalaciones obligadas.
- Elaborar una muestra, estadísticamente representativa, de las certificaciones a comprobar.
- Realizar las inspecciones de comprobación de las estaciones cuya certificación esté incluida en la muestra y el análisis de las certificaciones.

Se fija el inicio de esta línea de actuación en el mes de junio, una vez haya finalizado el plazo de que disponen los operadores para la presentación de las certificaciones, si bien se realizarán trabajos preliminares, en función del ritmo de presentación de certificaciones en la actividad de elaboración de la muestra, con anterioridad a dicha fecha.

La comprobación de que se han realizado las certificaciones obligadas, se realizará mediante la comparación sistemática entre las estaciones autorizadas por la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, y las certificadas por los operadores.

El diseño de la muestra se realizará teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes criterios de estratificación:

- Número de certificaciones.
- Tipo de servicio.
- Operador.
- Ubicación geográfica de las estaciones certificadas.

La muestra se diseñará para obtener un grado confianza del 99% y será validada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Los servicios de inspección comprobarán que las características técnicas de las estaciones, su ubicación y las medidas de los niveles de emisión radioeléctricas que figuren en las certificaciones se correspondan con las reales. Igualmente se comprobará la existencia de zonas sensibles en el entorno de la estación.

En primera aproximación se ha identificado la distribución muestral recogida en el Anexo II.

Los trabajos de esta línea de actuación finalizarán en el mes de noviembre.

2.3. Demandas de información por Instituciones públicas, privadas y ciudadanos en general

Paralelamente a la materialización de las inspecciones que sean programadas en el desarrollo de las actuaciones relativas a las zonas sensibles, la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información tiene previsto una reserva de equipamiento de medida y personal técnico para atender las demandas concretas de medidas de niveles de emisiones que puedan producirse durante el desarrollo del plan.

La capacidad adicional de actuación prevista para esta línea alcanza el 50% de la destinada a la línea dedicada a zonas sensibles, durante la primera fase de su desarrollo.

Los criterios para dar prioridad a las actuaciones de la inspección serán los siguientes:

- Peticiones o requerimientos de los tribunales.
- Solicitudes de las Entidades públicas o privadas.
- Resto de solicitudes por orden de demanda.

Los resultados de las actuaciones a que hubiere lugar en esta línea, en su caso, se acumularán a los resultados de las inspecciones realizadas en la 1ª línea de actuación, para su análisis global.

3. Resultados

Tras la finalización de los trabajos que se han descrito en relación con las tres líneas de actuación de este plan, se conocerán los datos de las emisiones radioeléctricas de alrededor de 30.000 estaciones emisoras. Será el momento de su análisis global y de realizar las recomendaciones que procedan sobre aspectos tales como:

- Eventual reubicación de estaciones.
- Adecuación de los niveles reales de las emisiones a los niveles de referencia establecidos en el Anexo II del Reglamento.
- Identificación de las zonas con mayores niveles y medidas para la autorización de nuevos sistemas radioeléctricos en las mismas.
- Niveles de exposición en zonas sensibles.
- Calidad de las certificaciones, tanto en los aspectos técnicos de las estaciones como en el análisis del entorno.

Madrid, 28 de enero de 2002

ANEXO I

*Procedimiento de medida de
emisiones radioeléctricas
(9 KHz – 300 GHz)*

Procedimiento de medida de emisiones radioeléctricas (9 KHz – 300 GHz)

1. Introducción

El presente procedimiento describe el método de medida de radiaciones no ionizantes en el margen de frecuencia entre 9 KHz y 300 GHz. El texto está basado en la orden ministerial publicada en el B.O.E. número 11 de Sábado 12 de enero de 2002, y en el borrador de la recomendación Europea (CEPT) sobre medidas de radiaciones no ionizantes. Los valores obtenidos se podrán comparar con los límites del RD 1066/2001 de 28 de Septiembre, con el objeto de validar emplazamientos.

El procedimiento de medidas se divide en tres fases. Dependiendo de la exactitud y complejidad de la medida se utilizará una fase u otra. Antes de comenzar el proceso de medida es necesaria una fase previa con el objetivo de recopilar toda la información necesaria que pueda ayudar al técnico a la hora de realizar las medidas.

2. Definiciones

2.1. Intensidad de Campo eléctrico

La intensidad de campo eléctrico es una magnitud vectorial \vec{E} que se expresa en voltios por metro (V/m).

2.2. Intensidad de Campo magnético

La intensidad de campo magnético es una magnitud vectorial \vec{H} que se expresa en amperios por metro (A/m).

2.3. Densidad de potencia

La densidad de potencia es una magnitud vectorial que indica la potencia por unidad de superficie en la dirección de propagación de la señal electromagnética. Se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m^2); se relaciona con los campos eléctricos y magnéticos a través de la siguiente relación:

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

2.4. Niveles de referencia

Los niveles de referencia son los límites de exposición recogidos en el Anexo II del RD 1066/2001 de 28 de septiembre.

2.5. Niveles de decisión

Los niveles de decisión se sitúan X_{dB} por debajo de los niveles de referencia. Permiten tener en cuenta los errores e incertidumbres de las medidas. En cada fase de medida se explican los niveles de decisión empleados.

2.6. Regiones de campo radiado por una antena

Existen dos regiones, bien diferenciadas, alrededor de una antena cuando esta radiando energía electromagnética.

- Campo cercano

Zona del espacio en la proximidad de la antena transmisora. En esta zona los campos eléctricos y magnéticos varían considerablemente alrededor de la antena. Su relación es bastante compleja, por lo que el cálculo directo entre componentes no es posible.

- Campo lejano

Región alejada de la antena donde la distribución angular de los campos es independiente de la distancia. El campo electromagnético radiado tiene un carácter de onda plana y los campos eléctricos y magnéticos son ortogonales entre sí, relacionándose de forma sencilla a través de la impedancia del medio:

$$\begin{array}{l} \bar{E} = \bar{H} \cdot Z_o \\ \bar{H} = \frac{\bar{E}}{Z_o} \end{array} \quad \left| \quad \text{Siendo } Z_o = 120\pi \Omega \approx 377\Omega$$

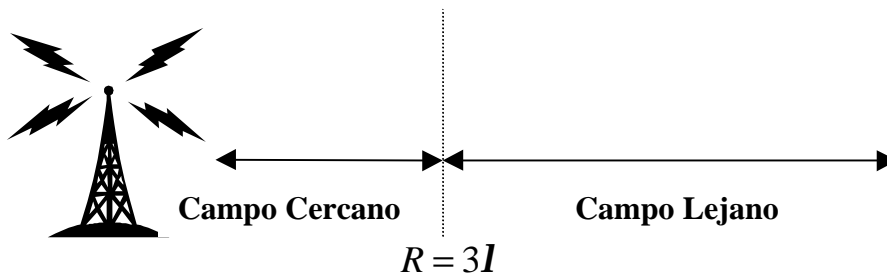
El límite (R) entre ambas regiones es función de la frecuencia. La energía electromagnética atraviesa de forma gradual el límite entre ambas regiones, siendo difícil definir un punto concreto del espacio. Desde el punto de vista práctico, a la hora de realizar las medidas, se realiza la siguiente aproximación:

- Si la zona a validar se encuentra a una distancia mayor de tres longitudes de onda, se considerará dentro de la zona de campo lejano.

$$R > 3\lambda$$

- Si la zona a validar se encuentra a una distancia menor de tres longitudes de onda, se considerará dentro de la zona de campo cercano.

$$R \leq 3\lambda$$



Ejemplo de cálculo del límite entre campo cercano y lejano:

A) Mástil radiante de onda media a la frecuencia de 1 MHz.

$$R > 3l \Rightarrow R > 900\text{m.}$$

En la región de campo lejano sólo es necesario medir una de las componentes del campo electromagnético radiado. Si fuese necesario conocer la otra componente, se podría realizar con ayuda de las siguientes expresiones:

- $E = H \cdot Z_0$
- $H = \frac{E}{Z_0}$
- $S = E \cdot H = \frac{E^2}{Z_0} = H^2 \cdot Z_0$

En la región de campo cercano, es necesario medir cada una de las componentes del campo radiado, al no existir una relación sencilla entre ellas.

3. Fase previa a las mediciones

El objetivo es el de medir en cada emplazamiento los puntos de mayor exposición radioeléctrica. Para ello es útil realizar un estudio previo antes del proceso de medida. De esta forma será más fácil identificar dichos puntos.

Toda información previa que se pueda recopilar junto con su propia experiencia de medida, ayudará al técnico a determinar los puntos de mayor exposición radioeléctrica. Se realizará un estudio de los factores de entorno y de los factores radioeléctricos; estos son:

- Factores de entorno
 - Identificación de zonas accesibles para el público en general, próximas a centros emisores.
 - Existencia de lugares de residencia habitual en distancias cortas desde las antenas radiantes, particularmente en la dirección de máxima radiación de éstas.
 - Presencia de edificios u otros obstáculos, estimando de qué manera su presencia puede afectar al proceso de medida, fundamentalmente debido a reflexiones.
 - Otros factores relevantes como la presencia de escuelas, hospitales, parques públicos, etc, situados en lugares próximos a las estaciones radioeléctricas.
- Factores radioeléctricos
 - Identificar el tipo de servicio a evaluar, características generales de la señal radiada (transmisión continua o discontinua, polarización de la señal, potencia emitida, etc.). Altura, orientación, dimensiones y directividad de los sistemas radiantes. Para conocer muchos de los anteriores parámetros será necesaria la colaboración con el operador del sistema radioeléctrico.
 - Presencia de otras fuentes de señal radioeléctrica en las inmediaciones del entorno de medida y su posible aportación a la medida total en un emplazamiento determinado.
 - Todos los parámetros técnicos adicionales que, a juicio del técnico, pudiesen condicionar el resultado final de la medida.

Con toda la información anterior se puede tener una idea bastante aproximada de las zonas de mayor concentración, verificándolas en el posterior proceso de medida.

4. Fases de medida

El proceso de medida se ha dividido en tres fases, escogiendo la fase más adecuada tal como se explicará a continuación.

El equipo de medida empleado en cada fase estará calibrado y se usará dentro del periodo de calibración dado por el fabricante.

La idea es la de emplear una fase de medida sencilla y rápida (útil para validar la mayor parte de los emplazamientos y zonas a verificar) y pasar a otra fase de

medida más compleja y exacta en aquellos emplazamientos que así lo precisen (los más complejos y menos numerosos). Las tres fases de medida se detallarán a continuación:

4.1. Fase 1ª de medida: vista rápida del entorno radioeléctrico

Esta fase se utilizará cuando se necesite el nivel total de radiación no ionizante en el emplazamiento bajo estudio. Como equipo de medida se utilizan sondas isotrópicas. Es el método menos preciso pero el más rápido de los tres, pudiendo ser utilizado en la mayoría de los emplazamientos.

No se debe aplicar cuando:

- El emplazamiento está en la zona de campo cercano.
- Se necesite conocer el nivel de radiación no ionizante por frecuencia.
- El valor dado por el equipo de medida excede del nivel de decisión, necesiéndose otro método de medida más preciso.
- No exista lectura en el equipo de medida, por ser el valor de radiación no ionizante existente más bajo que el umbral de sensibilidad del equipo, y necesitemos, por cualquier motivo justificado, dar el nivel de señal medido en el emplazamiento bajo estudio.

4.2. Fase 2ª de medida: Medida selectiva en frecuencia

Esta fase se empleará cuando se necesite conocer el nivel de radiación no ionizante por frecuencia que existe en el emplazamiento o cuando una vez empleada la fase 1ª, el valor obtenido exceda del nivel de decisión.

Para realizar las medidas se emplearán analizadores de espectro o receptores selectivos que cubran las bandas de frecuencia bajo estudio. Además será necesario el uso de antenas y cables calibrados. Este método de medida es más preciso que el anterior pero es más complejo y consume un mayor tiempo para obtener el valor final de la medida.

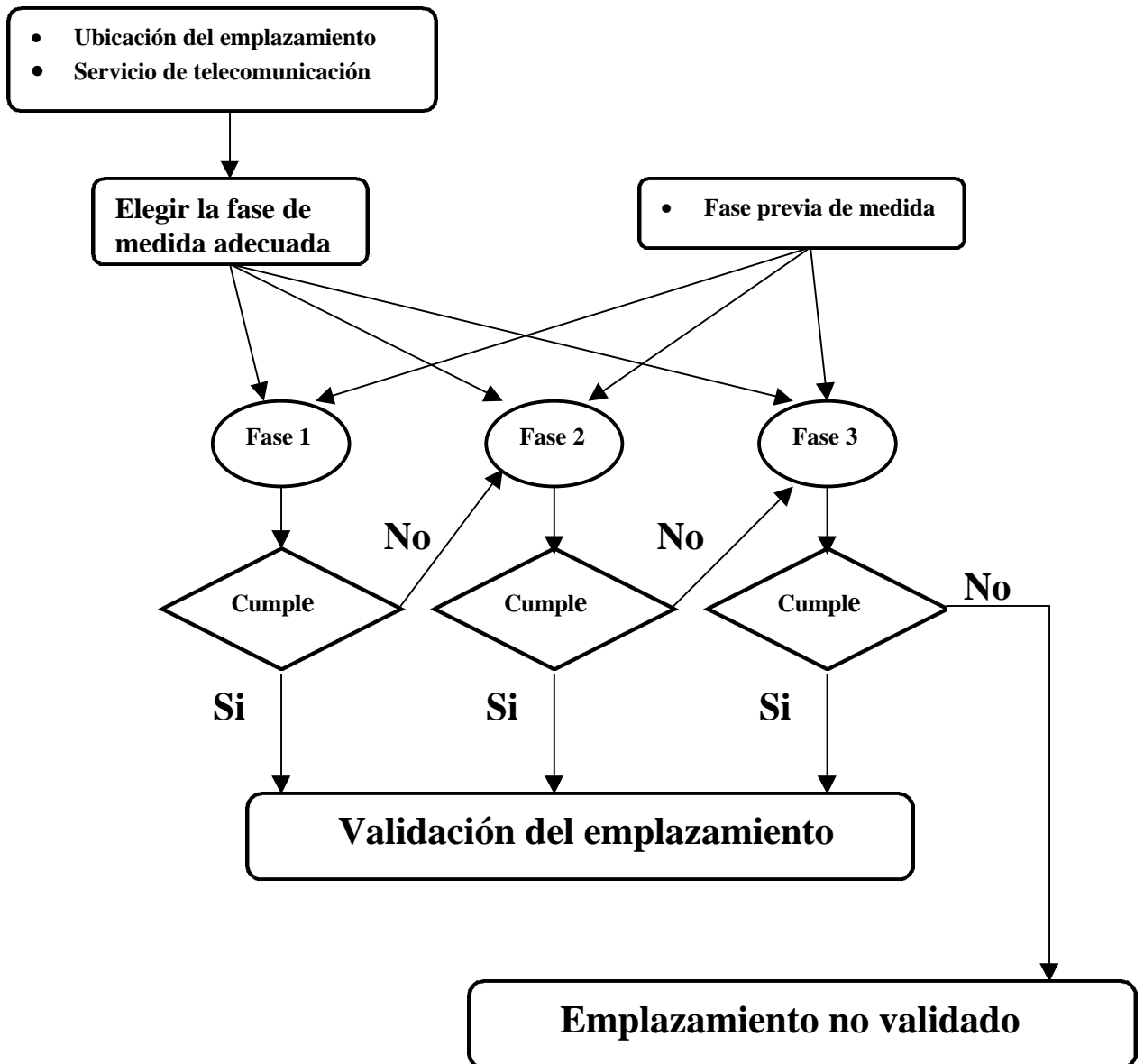
Este método no se debe emplear cuando:

- Se necesite medir en campo cercano.
- Se deban medir señales pulsantes (ej. Radar)
- Los valores obtenidos exceden del nivel de referencia.
- La tasa total de exposición excede de los límites expresados en el Anexo II del RD 1066/2001.

4.3. Fase 3ª de medida: Investigación detallada

Es la fase de medida más compleja proporcionando la mayor exactitud. Se aplica en aquellas situaciones donde las anteriores fases no se han podido emplear.

El proceso completo de medida se describe a continuación:



FASE 1ª: Vista rápida del entorno electromagnético

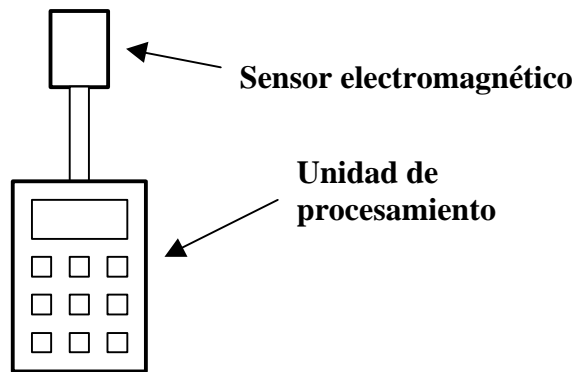
1. Introducción

Como ya se ha comentado este procedimiento es el menos preciso pero el más rápido para validar emplazamientos. Se obtendrá el nivel total de radiación electromagnética presente en el emplazamiento para su comparación con los niveles de decisión.

Los casos donde no se puede aplicar se han descrito previamente.

2. Equipos de medida

Se emplean medidores provistos de sondas isotrópicas. Este tipo de equipos están formados por un sensor electromagnético donde se capta la señal y por una unidad de visualización donde se procesan y se representan los datos obtenidos. Son equipos de gran ancho de banda e isotrópicos (permiten recibir todas las componentes electromagnéticas sin necesidad de girar el sensor).



Existen dos tipos de sensores:

- Sensores con termocopladores

Tienen poco rango dinámico (típico 30 dB), responden bien ante grandes niveles de exposición electromagnética. Al ser dispositivos sensibles a la temperatura representan el nivel de campo electromagnético en función del calentamiento que produce. Hay que tener cuidado con las variaciones térmicas en los emplazamientos donde se realicen las medidas, calibrando el equipo para evitar lecturas falsas.

- Sensores con diodos

Obtienen el nivel de campo electromagnético rectificando la señal de alta frecuencia. Tienen el inconveniente de saturarse ante grandes niveles de señal, pero son más sensibles.

Los sensores son de campo E ó de campo H. Es decir, dependiendo de la componente de campo que se desea medir se debe elegir el tipo de sensor adecuado. La unidad de visualización, después de procesar los datos, nos presenta el nivel de campo E ó H (dependiendo de la sonda elegida) y además puede presentar el valor de densidad de potencia. Este último valor se calcula a partir de las componentes E ó H como ya se ha explicado y por lo tanto sólo es válido este cálculo en la zona de campo lejano radiado de la antena.

3. Procedimiento de medida

- 3.1. Elegir la sonda de medida más adecuada a la frecuencia bajo estudio. En ciertas situaciones es necesario utilizar más de una sonda ya que es habitual medir en un gran ancho de banda. En este caso los valores obtenidos para cada banda se utilizan para calcular el nivel total tal como se detalla a continuación:

$$\bullet E = \sqrt{\sum_{i=1}^n E_i^2}$$

$$\bullet H = \sqrt{\sum_{i=1}^n H_i^2}$$

Siendo n el número de sondas utilizadas para cubrir el margen de frecuencia total de estudio. El valor obtenido siempre será por exceso ya que evidentemente las bandas de sondas contiguas se solapan y las expresiones anteriores no excluyen este hecho.

Ejemplo

Si se trata de validar un emplazamiento donde existen estaciones de radiodifusión FM y estaciones de telefonía móvil DCS-1800, se deben utilizar dos sensores, uno entre 300 KHz y 300 MHz y el otro entre 300 MHz y 50 GHz

Se obtienen las siguientes medidas

$$E_{(300\text{ KHz}-300\text{ MHz})} = 3.24 \text{ v / m}$$

$$E_{(300\text{ MHz}-50\text{ GHz})} = 1.12 \text{ v / m}$$

$$E_T = \sqrt{3.24^2 + 1.12^2} = 3.43 \text{ v / m}$$

Siendo 3.43v/m el nivel total de la medida

3.2. Calibración del equipo

Antes de comenzar el proceso de medida es necesario calibrar el equipo. Para ello, de acuerdo con las instrucciones del fabricante se procede a realizar la rutina de calibración (es importante recordar que las sonda Narda que tenemos necesitan por lo menos 15 minutos de adaptación a la temperatura ambiente de la zona a medir). Una vez realizada, si se introduce la sonda en una zona libre de campos electromagnéticos (ej, en su funda) el valor leído será nulo. Como ya se ha explicado, con los sensores térmicos hay que tener cuidado con las variaciones de temperatura (ejemplo al calibrar en el interior de un edificio, medir y luego pasar a medir al exterior). Si a juicio del técnico existen evidencias de que las lecturas que ofrece el equipo no son fiables, puede verificarse la condición de campo nulo como se explicó anteriormente y si fuera necesario volver a realizar la rutina de calibración.

- 3.3. Con el equipo calibrado, la información previamente recopilada del entorno y la propia experiencia del técnico se trata de buscar el punto de mayor exposición electromagnética. Para ello, midiendo con el equipo en forma continua (visualizando el valor instantáneo de señal), se recorre el emplazamiento variando la altura de la sonda entre 1,1 m y 1,7 m (aproximadamente). Una vez identificados los puntos de máxima exposición, se realizará la medida en ellos, evitando que la presencia del técnico afecte al resultado (utilización de trípode y proceso de inicialización del equipo, según indicaciones del manual de uso). Se realizará una medida durante 6 minutos obteniendo el valor promediado en ese periodo de tiempo.

Este procedimiento sólo se aplica en campo lejano, por lo tanto el valor obtenido (E ó H) son fácilmente convertibles entre ellos, así como el cálculo del valor de densidad de potencia.

Los valores obtenidos se deben comparar con los niveles de decisión. En esta fase los niveles de decisión se calculan restando 6 dB a los niveles de referencia dados en el Anexo II del RD 1066/2001 de 28 de Septiembre.

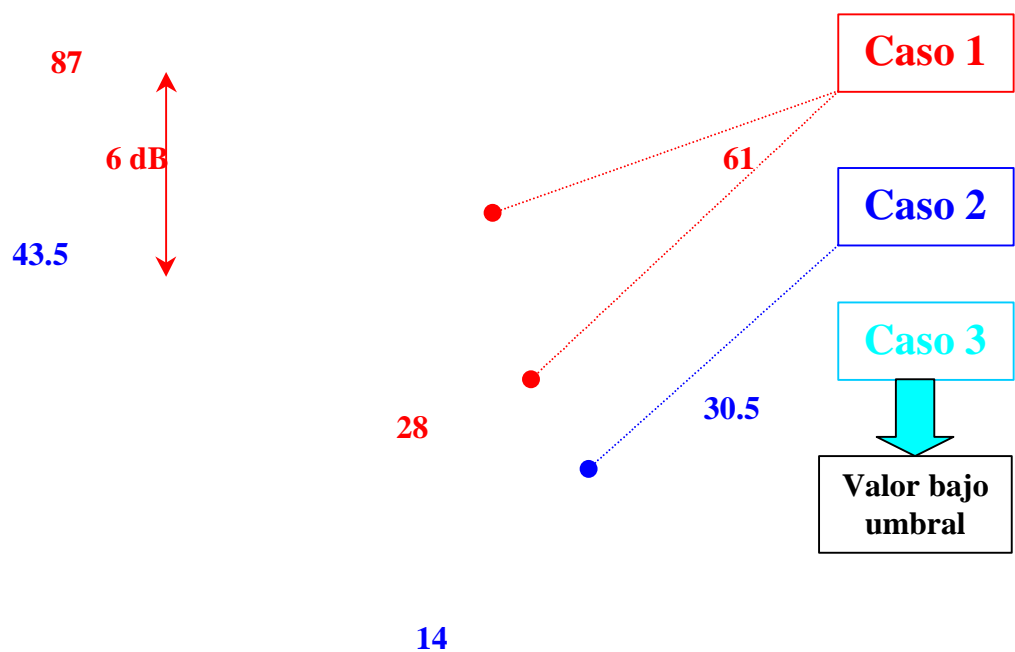
Si en la zona bajo estudio existe un emisor predominante (ej. GSM-900), el nivel de referencia elegido será en esta frecuencia. Si en la zona bajo estudio existen varios emisores y no es posible, a priori, identificar un emisor predominante (evidentemente se puede contar con la ayuda del analizador de espectros), ejemplo, una zona con radiodifusión sonora y TV, SMT, GSM-900, se tomará el nivel de referencia más bajo dentro del rango de frecuencia bajo estudio.

Una vez obtenido el valor final de la medida, se pueden tener tres casos:

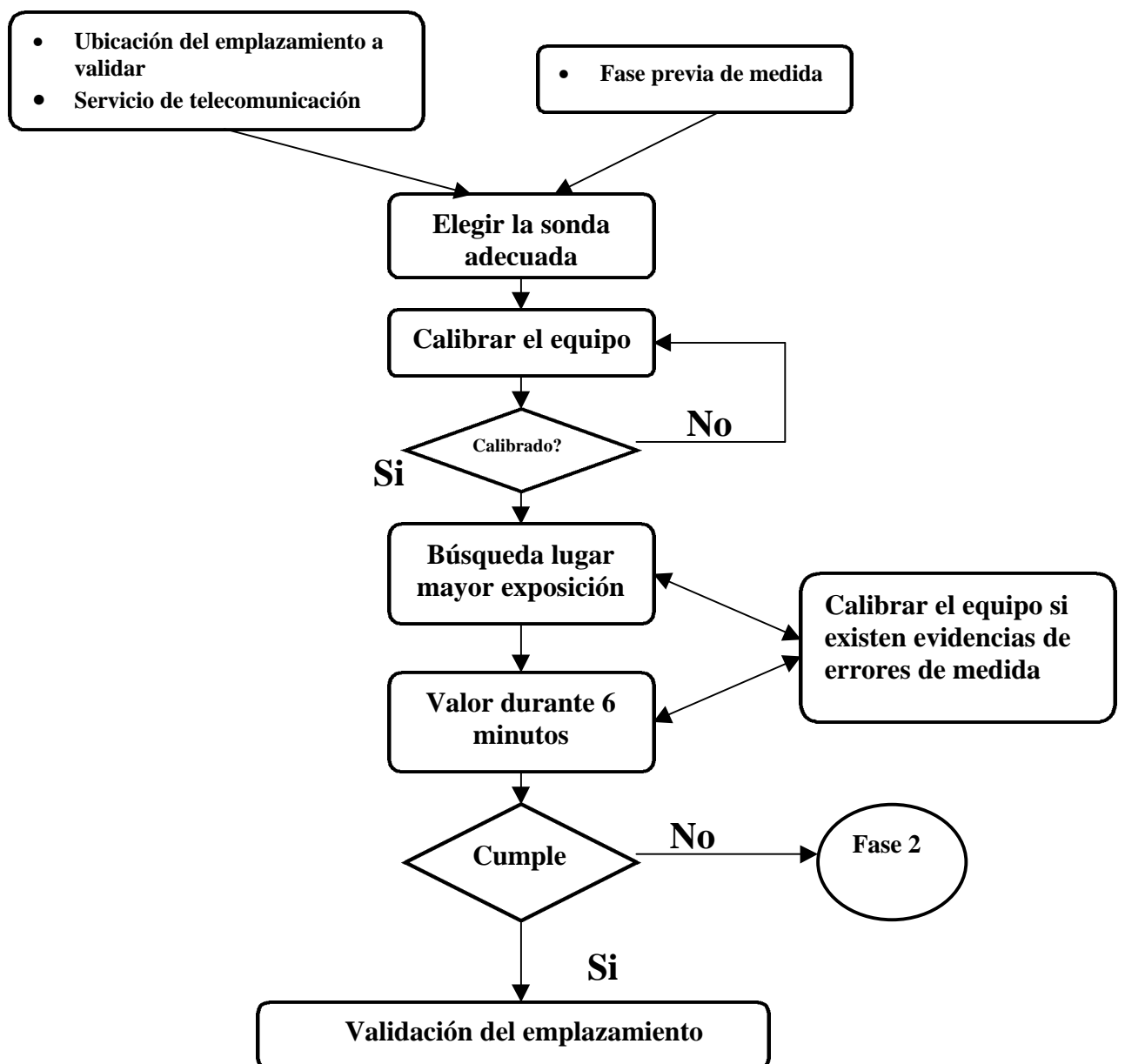
1. Si el nivel total de exposición electromagnética obtenido, está por encima del nivel de decisión, el emplazamiento se debe validar por medio de una medida más precisa pasando a la fase 2ª.

2. Si el nivel total de exposición electromagnética obtenido, está por debajo del nivel de decisión, se puede considerar que el sistema radioeléctrico o la zona en estudio están adaptados a las exigencias del Reglamento.

3. Existen emplazamientos donde el nivel medido estará por debajo de la sensibilidad del equipo, en este caso, evidentemente, se puede validar el emplazamiento, pero si se necesita un nivel medido (por una causa bien justificada) se obtendrá mediante la fase 2ª con diferente equipamiento.



Gráficamente la fase 1º medida sería:



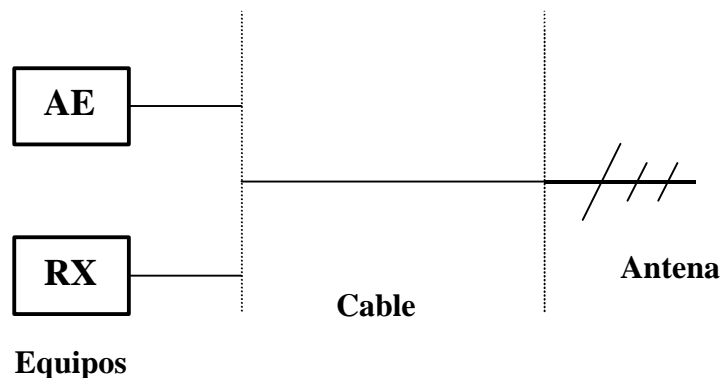
FASE 2ª : Medida selectiva en frecuencia

1. Introducción

Si se necesita conocer los niveles de exposición electromagnética por frecuencias o el nivel obtenido en la fase anterior supera el nivel de decisión se emplea la fase 2ª. Es más precisa que la anterior fase pero requiere mayor tiempo de adquisición. Sólo se aplica en emplazamientos situados en la región de campo lejano.

2. Equipos de medida

Se utilizan analizadores de espectro o receptores. Como equipos auxiliares se emplean antenas y cables cuyas características eléctricas deben ser conocidas: ganancia o factor de antena, impedancia, polarización, etc., para las antenas y la atenuación en el caso de los cables. La configuración de medida sería la siguiente:



3. Procedimiento de medida

Primeramente se debe configurar el equipo en función de la medida a realizar, esto es, el margen de frecuencia, ancho de banda, velocidad de barrido etc. Para ello el técnico deberá evaluar el tipo de señal radiada, potencia emitida, posición respecto de los sistemas radiantes, etc. Además se debe tener en cuenta las propias instrucciones del fabricante del equipo. A veces, dado el margen de banda a evaluar, no es posible hacerlo con una única antena, repitiéndose el proceso de medida para cada banda.

Una vez conectado el equipo de medida a la antena a través del cable, se deben identificar los puntos de medida que será donde se reciba mayor señal. Para ello se

recurre como se explicó en la fase 1 a la información previamente recopilada, a la propia experiencia del técnico (o a la información obtenida en la fase 1, en el caso de haberse realizado previamente).

Una vez encontrados dichos puntos, se deben maximizar todas las componentes espectrales activando para ello la función que disponga el equipo de medida(ej. MAX HOLD en el analizador de espectros). De esta forma se asegura la medida en el caso peor. Se busca el máximo de todas las componentes espectrales que aparecen moviendo la antena, en altura, orientación y polarización.

Una vez que todas las componentes espectrales se estabilicen se deben tener sólo en cuenta aquellas que estén 40 dB por debajo de los niveles de referencia. En cada nivel obtenido se debe calcular el nivel de campo eléctrico E con ayuda de la siguiente expresión, que en unidades logarítmicas es:

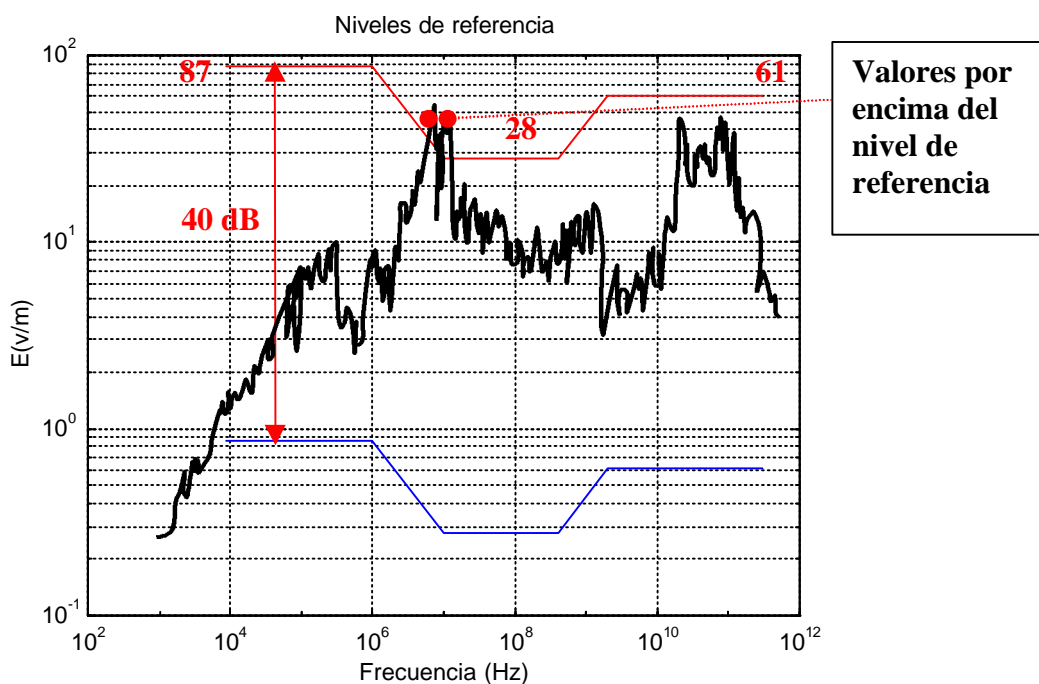
$$\bullet \text{ E dB(v/m)} = \text{N} + \text{FA} + \text{AT}$$

Siendo:

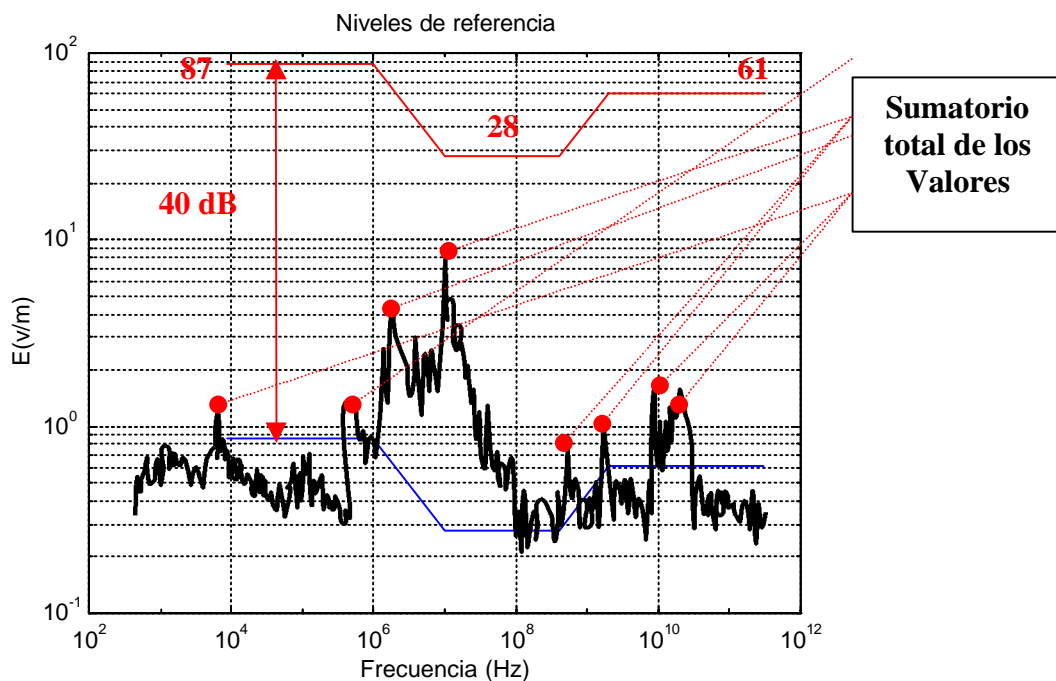
- **N** : Nivel leído en el receptor en (dBv), realizando las conversiones oportunas si fuera necesario.
- **FA** : Factor de antena.
- **AT**: Atenuación del cable.

Llegados a este punto nos podemos encontrar con tres casos.

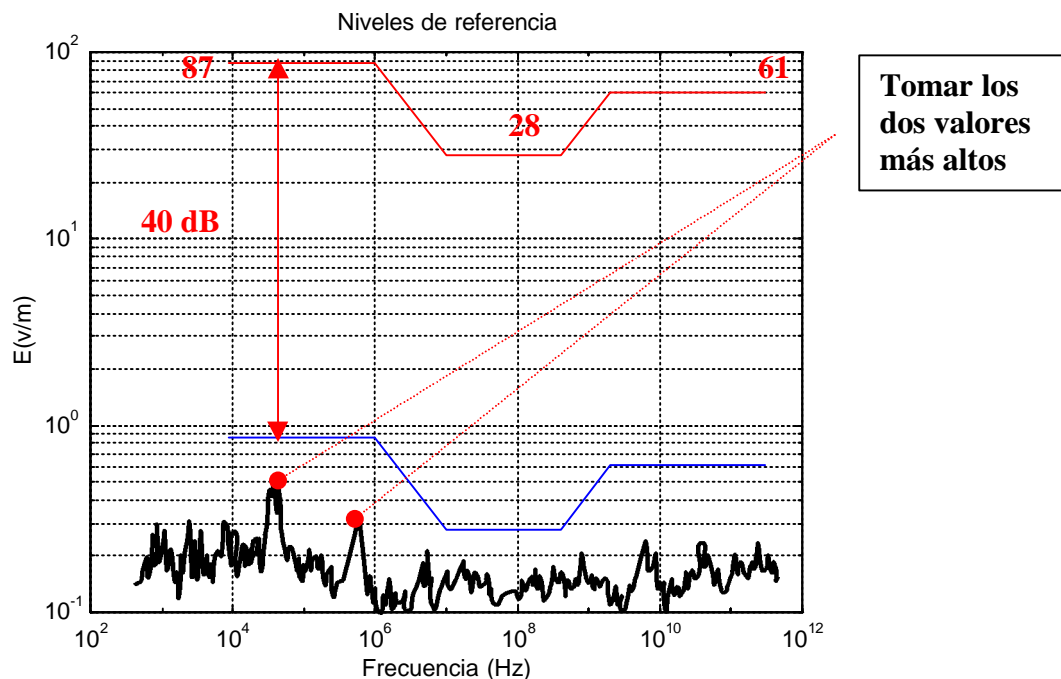
1. El nivel leído de una o varias componentes supera el nivel de referencia dado por el RD 1066/2001 en la frecuencia correspondiente. Se puede afirmar que el sistema radioeléctrico o la zona en estudio no se adapta a las exigencias del RD 1066/2001.



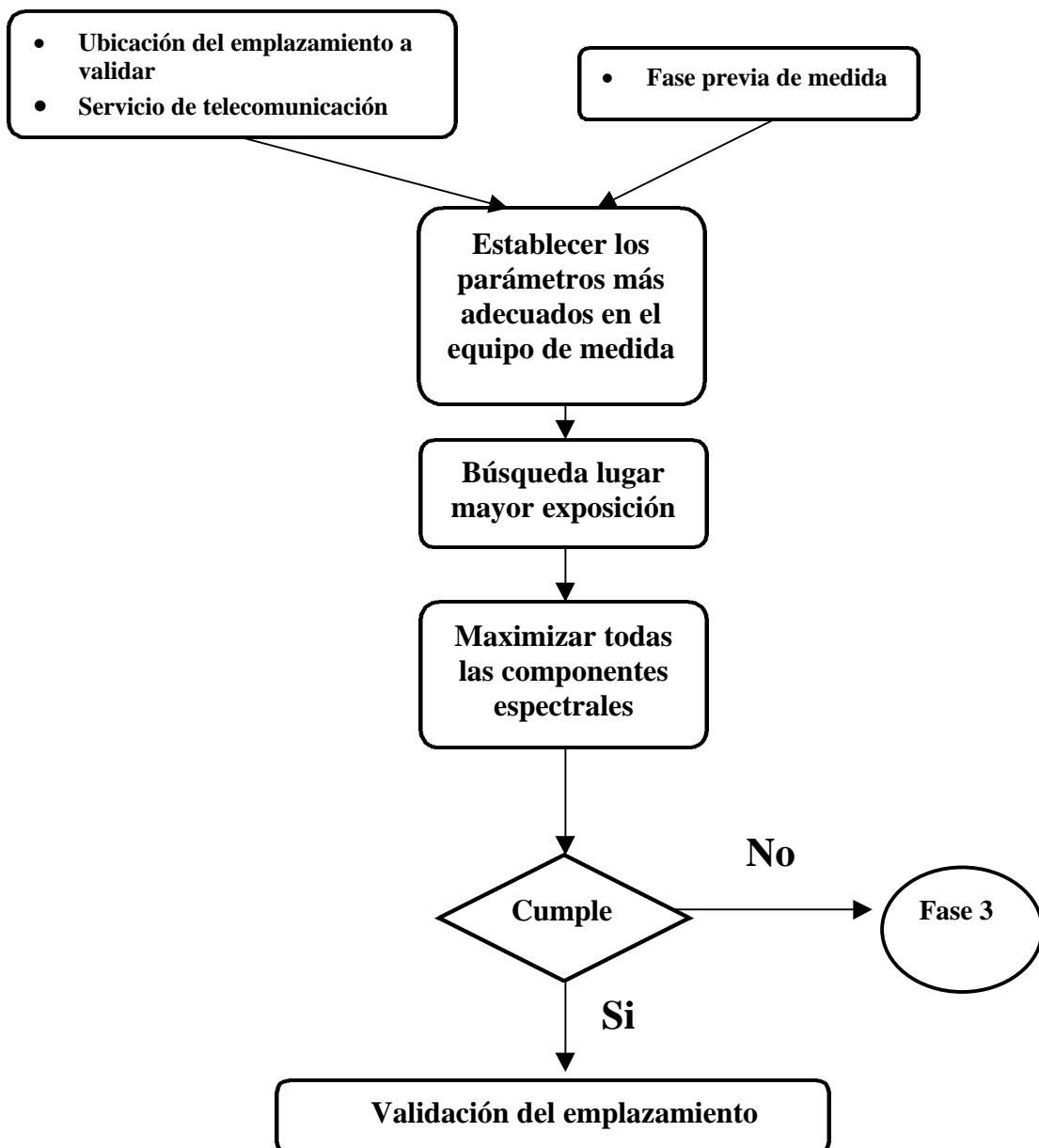
2. Todas las componentes espectrales están por debajo de los niveles de referencia. En este caso se debe asegurar el cumplimiento de exposición a fuentes con múltiples frecuencias tal como se expone en el Anexo II del RD 1066/2001. Se realiza el cálculo tal como se explica, y dependiendo del resultado, se valida o no, el sistema radioeléctrico o la zona en estudio.



3. Todas las componentes espectrales están por debajo del nivel de decisión (nivel de referencia menos 40dB). En este caso el emplazamiento o sistema radioeléctrico es valido. Se toman los dos niveles más elevados como resultado de



Gráficamente el proceso sería el siguiente:



FASE 3ª : Investigación detallada

1. Introducción

En esta fase se incluyen las medidas que por sus especiales características necesitan ser analizadas de manera singular, por ejemplo las medidas en campo cercano, señales pulsantes (radar), etc. Es el método más preciso pero requiere un mayor tiempo de medida. Si el valor obtenido en la fase 2ª es superior al nivel de referencia, se puede usar la fase 3ª si se necesita una mayor exactitud de medida. La mayoría de emplazamientos se podrán validar mediante la fase 1ª y 2ª, reservando la fase 3ª se reserva para situaciones especiales.

2. Equipos de medida

Los equipos de medida serán iguales a los utilizados en la fase 2ª y en algunos casos los de la fase 1ª. Todo lo dicho anteriormente respecto a ajustes y calibraciones iniciales, modos de operación, etc. es válido para esta fase.

3. Método de medida

Podemos encontrarnos con tres casos:

3.1. Campo cercano

En aquellos puntos cercanos al sistema radiante, donde no se cumple la condición de campo lejano hay que medir las dos componentes de campo electromagnético (E y H) para validarlos. Se pueden usar analizadores de espectro, receptores o sondas de medida. Estas últimas presentan la ventaja de soportar niveles mucho mayores que los dos primeros equipos. En todo caso hay que tener la precaución de proteger los equipos de medida ya que se esperan niveles altos de campos electromagnéticos. Una vez obtenidos los valores se deben comparar por separado con los niveles de referencia ya que no es posible utilizar las expresiones vistas para el cálculo entre las componentes E, H y S. El emplazamiento se validará si los niveles obtenidos de E y H están por debajo de los niveles de referencia. El método de medida será análogo a los explicados anteriormente, pero con las debidas precauciones debido a la presencia de elevados campos electromagnéticos. Por lo que las medidas serán más complejas y necesitarán más tiempo de adquisición.

3.2. Señales pulsantes (RADAR)

La medida de este tipo de señales es complicada ya que típicamente son señales de muy alta frecuencia y con una duración muy corta (t segundos).

El filtro del equipo debe dejar pasar la mayor parte de la energía del pulso. Para ello se toma como ancho de banda

$$\bullet B_w = \frac{4}{t} \text{ Hz}$$

Con la función 'Max hold' activa se miden varias rotaciones de la antena hasta que se establezca la señal. A continuación se obtiene el valor de pico que no deberá exceder:

$$\bullet E_{pico} < E_{referencia} \times 32$$
$$\bullet S_{pico} < S_{referencia} \times 1000$$

Con ayuda de las anteriores expresiones se validará el emplazamiento.

3.3 Si las anteriores fases han fallado

Se debe realizar una investigación más detallada sobre aquellas componentes espectrales que han superado el nivel de referencia. Para ello se tomarán medidas de las tres componentes ortogonales del campo electromagnético, usando a continuación las siguientes expresiones:

$$\bullet E_T = \sqrt{|E_x|^2 + |E_y|^2 + |E_z|^2}$$
$$\bullet H_T = \sqrt{|H_x|^2 + |H_y|^2 + |H_z|^2}$$

Estos valores totales se compararán con los niveles de referencia con el objeto de validar el emplazamiento bajo estudio.

ANEXO1 Medidas de Sistemas de Telefonía móvil.

Introducción

En los sistemas de telefonía móvil, como ya se sabe, la potencia de la estación base es función del tráfico cursado. El tráfico a su vez es función de diversos parámetros como son la hora, día de la semana, ubicación de la estación, etc, en definitiva su naturaleza es aleatoria. Cada estación base tiene un canal de control que emite continuamente, además de los canales aleatorios de tráfico. Los canales de tráfico tiene control de potencia, asegurando el uso de la menor potencia que asegure el enlace, a veces incluso varían su frecuencia (Hopping) de acuerdo a algún algoritmo prefijado. El canal de control es el único que siempre está activo y además emitiendo con la máxima potencia autorizada. Situaciones análogas se encuentran también en otros sistemas similares ej. Trunking.

Por lo tanto, es bastante difícil que en el momento de efectuar la medida todos los canales asignados a la estación base, estén radiando con la máxima potencia.

Una estación base está formada por N transmisores:

- 1 canal de control (conocido como BCCH en GSM), siempre activo con la máxima potencia autorizada.
- (N-1) canales de tráfico, de naturaleza aleatoria.

Procedimiento de medida

Con ayuda del analizador de espectros se puede identificar la presencia del canal de control operativo de la estación base siempre activo. Los canales de tráfico aparecerán de forma aleatoria con diferente potencia e incluso cambiado de frecuencia.

Se calcula el campo eléctrico radiado del canal de control, tal como se ha explicado anteriormente:

$$\bullet E_{Control}$$

Para tener en cuenta todos los efectos mencionados se realiza la siguiente extrapolación:

$$\bullet E_{Total} = E_{Control} \cdot \sqrt{N_{Tráfico}}$$

Siendo $N_{Tráfico}$ Número canales de tráfico

Ahora el nivel total calculado, se debe utilizar para validar el emplazamiento. Si la estación base tiene varios sectores, cada uno de ellos estará orientado de forma diferente y con un canal de control. Se repetirá el proceso anterior para cada sector de la estación base.

ANEXO2 Expresiones útiles de cálculo

A continuación se dan unas expresiones útiles para realizar cálculos de los niveles de radiación producidos por una estación radioeléctrica. Evidentemente los resultados serán aproximados, ya que no tienen en cuenta los múltiples efectos que tienen lugar en la propagación de una señal electromagnética, entorno de medida, características reales de los sistemas radiantes, etc. Pero nos darán una idea aproximada de los niveles esperados.

$$\bullet S(w/m^2) = \frac{PIRE(w)}{4p d^2(m)}$$

Siendo la PIRE el producto de la potencia del transmisor por la ganancia de la antena (referida a la isotrópica).

Para tener en cuenta las reflexiones en el suelo, que proporcionarían puntos con mayor o menor nivel (depende de la posición), la FCC americana propone multiplicar la expresión anterior por cuatro para tener en cuenta el caso peor (un máximo de señal).

$$\bullet S(w/m^2) = \frac{PIRE(w)}{p d^2(m)}$$

Otras expresiones útiles para el campo eléctrico son:

$$\bullet E(v/m) = \frac{\sqrt{30 \cdot PRA(w)}}{d(m)}$$

Siendo la PRA el producto de la potencia del transmisor por la ganancia de la antena (referida al dipolo).

La relación entre la ganancia de una antena sobre el dipolo y sobre la antena isotrópica se muestra a continuación:

$$\bullet G_{isotropica} \mathbf{aBT} = G_{dipolo} \mathbf{aBT} + 2.15$$

Otras expresiones útiles para el campo eléctrico:

$$\bullet E(mV/m) = 173 \frac{\sqrt{PRA(Kw)}}{d(Km)}$$

$$\bullet E(dB/mV/m) = 74.8 + PRA(dBw) - 20 \log d(Km)$$

ANEXO3 Emplazamientos ante múltiples campos electromagnéticos

Como ejemplo de cálculo, con ayuda de las anteriores expresiones, podemos realizar un sencillo cálculo de un emplazamiento con múltiples reflexiones.

Se trata de obtener el valor de campo electromagnético de un emplazamiento con los siguientes sistemas de telecomunicación:

1.- Sistema GSM-900 a 20 metros de distancia con una PRA de 200w (para este cálculo se considera como un solo transmisor, sin tener en cuenta la extrapolación de los canales aleatorios de tráfico) .

2.- Radiodifusión sonora en ondas métricas, frecuencia de trabajo de 89 MHz a 500 metros de distancia con una potencia de 2Kw.

3.- Radiodifusión sonora en ondas hectométricas, frecuencia de trabajo de 1 MHz a 1 Kilometro de distancia con una potencia de 5Kw.

Con ayuda de la siguiente expresión calculamos el valor de campo eléctrico en el emplazamiento bajo estudio:

$$\bullet E(v/m) = \frac{\sqrt{30 \cdot PRA(w)}}{d(m)}$$

Obteniendo el siguiente resultado:

- *GSM900* 3.9 v/m
- *FM(89 MHz)* 0.5 v/m
- *AM(1 MHz)* 0.4 v/m

Siendo el valor total en el emplazamiento:

$$\bullet E_T = \sqrt{\sum_i E_i^2} = \sqrt{(3.9)^2 + (0.5)^2 + (0.4)^2} = 3.95 \text{ v/m}$$

Como se puede comprobar la contribución total al campo electromagnético en el emplazamiento bajo estudio, se debe al sistema más próximo (GSM-900) a pesar que los otros radian mucha mayor potencia.

INFORME DE MEDIDAS.

Modelo 2 (Aplicable a las certificaciones de estaciones ya instaladas, cuyas mediciones se lleven a cabo en FASE-2 o FASE-3).

| <u>Equipo de medida utilizado.</u> | | <u>Datos de las Mediciones.</u> | | | | | | |
|--|------------|--|--------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|--|
| Marca: Modelo: Nº Serie: Fecha última calibración: Valor del umbral de detección: | | Código de Estación: Fecha de realización: Técnico responsable: Nº total de mediciones: (*): | | | | | | |
| <u>Antena utilizada.</u> | | | | | | | | |
| Marca: Modelo: Longitud de cable (m): | | | | | | | | |
| Localización del punto de medida respecto del soporte de antenas. | | Hora de inicio de cada medición | Frecuencia Medida. | Nivel de referencia. (V/m) | Nivel de referencia (A/m) | Valor medido. (V/m) | Valor medido. (A/m) | Supera el nivel 40 dB inferior al nivel de referencia. SI o NO (6) |
| Distancia (m) | Acimut (°) | | | | | | | |
| (7) | | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Notas aclaratorias:

- (1) **Indíquese la frecuencia del máximo de señal en la banda analizada.**
- (2), (3) Según R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, en función de la frecuencia.
- (4) En las mismas unidades señaladas en (2).
- (5) Sólo a rellenar en las mediciones de campo cercano.
- (6) Señálese SI o NO según proceda.
- (*) (7) Rellénesse un registro por cada medición llevada a cabo.

ANEXO II

DISTRIBUCIÓN POR COMUNIDADES AUTONOMAS Y PROVINCIAS DE PUNTOS SENSIBLES

DISTRIBUCIÓN DE LAS MEDICIONES DE NIVELES DE RADIACIÓN POR TIPOS DE ESPACIOS SENSIBLES PRÓXIMOS A ANTENAS RADIANTES EN TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA

| COMUNIDAD AUTONOMA | TOTAL PUNTOS SENSIBLES | CENTROS DE ENSEÑANZA | CENTROS HOSPITALARIOS | PARQUES PUBLICOS | VALOR MEDIO (uW/cm2) | REFERENCIA (uW/cm2) |
|--------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| ANDALUCIA | 670 | 414 | 65 | 191 | 0.1660 | 450 |
| ARAGON | 198 | 158 | 18 | 22 | 0.0411 | 450 |
| ASTURIAS | 86 | 38 | 23 | 25 | 0.0414 | 450 |
| BALEARES | 145 | 53 | 13 | 79 | 0.0305 | 450 |
| CANARIAS | 169 | 86 | 34 | 49 | 0.2901 | 450 |
| CATALUÑA | 412 | 292 | 82 | 38 | 0.0386 | 450 |
| CEUTA | 6 | 3 | 1 | 2 | 0.1108 | 450 |
| C. LEON | 252 | 154 | 34 | 64 | 0.0553 | 450 |
| C. MANCHA | 120 | 44 | 7 | 69 | 0.0281 | 450 |
| C. VALENC. | 523 | 266 | 69 | 188 | 0.0457 | 450 |
| EXTREMADURA | 110 | 65 | 7 | 38 | 0.0456 | 450 |
| GALICIA | 190 | 126 | 28 | 36 | 0.0416 | 450 |
| RIOJA | 16 | 12 | 2 | 2 | 0.0265 | 450 |
| MADRID | 524 | 275 | 240 | 9 | 0.1073 | 450 |
| MELILLA | 7 | 5 | 1 | 1 | 1.1800 | 450 |
| MURCIA | 88 | 39 | 12 | 37 | 0.0432 | 450 |
| NAVARRA | 49 | 17 | 4 | 28 | 0.0287 | 450 |
| P. VASCO | 199 | 74 | 22 | 103 | 0.1024 | 450 |
| CANTABRIA | 54 | 31 | 5 | 18 | 0.0368 | 450 |
| | 3818 | 2152 | 667 | 999 | | |

DIRECCIÓN GENERAL DE TELECOMUNICACIONE Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN

| COMUNIDAD AUTONOMA | PROVINCIA | TOTAL PUNTOS SENSIBLES | CENTROS DE ENSEÑANZA | CENTROS HOSPITALARIOS | PARQUES PUBLICOS | VALOR MEDIO (uW/cm2) | REFERENCIA (uW/cm2) |
|--------------------|---------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| ANDALUCIA | Almería | 31 | 11 | 3 | 17 | 0.0898 | 450 |
| ANDALUCIA | Cádiz | 88 | 25 | 8 | 55 | 0.2680 | 450 |
| ANDALUCIA | Córdoba | 82 | 40 | 2 | 40 | 0.1140 | 450 |
| ANDALUCIA | Granada | 52 | 36 | 3 | 13 | 0.2130 | 450 |
| ANDALUCIA | Huelva | 37 | 9 | 4 | 24 | 0.1120 | 450 |
| ANDALUCIA | Jaén | 45 | 31 | 7 | 7 | 0.0162 | 450 |
| ANDALUCIA | Málaga | 161 | 132 | 14 | 15 | 0.3110 | 450 |
| ANDALUCIA | Sevilla | 174 | 130 | 24 | 20 | 0.0514 | 450 |
| ARAGON | Huesca | 14 | 1 | 1 | 12 | 0.2360 | 450 |
| ARAGON | Teruel | 11 | 8 | 2 | 1 | 0.0571 | 450 |
| ARAGON | Zaragoza | 173 | 149 | 15 | 9 | 0.0244 | 450 |
| ASTURIAS | Asturias | 86 | 38 | 23 | 25 | 0.0414 | 450 |
| BALEARES | Balears (Illes) | 145 | 53 | 13 | 79 | 0.0305 | 450 |
| CANARIAS | Palmas (Las) | 95 | 32 | 18 | 45 | 0.2320 | 450 |
| CANARIAS | S. Cruz de Tenerife | 74 | 54 | 16 | 4 | 0.3640 | 450 |
| CATALUÑA | Barcelona | 335 | 252 | 70 | 13 | 0.0314 | 450 |
| CATALUÑA | Girona | 24 | 16 | 2 | 6 | 0.1420 | 450 |
| CATALUÑA | Lleida | 11 | 7 | 3 | 1 | 0.1060 | 450 |
| CATALUÑA | Tarragona | 42 | 17 | 7 | 18 | 0.0185 | 450 |
| CEUTA | Ceuta | 6 | 3 | 1 | 2 | 0.1108 | 450 |
| C. LEON | Ávila | 18 | 12 | 3 | 3 | 0.0120 | 450 |
| C. LEON | Burgos | 33 | 20 | 2 | 11 | 0.0130 | 450 |
| C. LEON | León | 29 | 23 | 5 | 1 | 0.0805 | 450 |
| C. LEON | Palencia | 40 | 20 | 7 | 13 | 0.0081 | 450 |
| C. LEON | Salamanca | 32 | 12 | 4 | 16 | 0.0189 | 450 |
| C. LEON | Segovia | 24 | 11 | 2 | 11 | 0.1990 | 450 |
| C. LEON | Soria | 5 | 4 | 1 | 0 | 0.0361 | 450 |
| AUTONOMA | | SENSIBLES | ENSEÑANZA | HOSPITALARIOS | PUBLICOS | (uW/cm2) | (uW/cm2) |
| C. LEON | Valladolid | 51 | 40 | 9 | 2 | 0.0502 | 450 |
| C. LEON | Zamora | 20 | 12 | 1 | 7 | 0.1260 | 450 |

| COMUNIDAD | PROVINCIA | TOTAL PUNTOS | CENTROS DE | CENTROS | PARQUES | VALOR MEDIO | REFERENCIA |
|-------------|----------------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|
| C. MANCHA | Albacete | 29 | 7 | 1 | 21 | 0.0361 | 450 |
| C. MANCHA | Ciudad Real | 33 | 9 | 2 | 22 | 0.0250 | 450 |
| C. MANCHA | Cuenca | 7 | 2 | 1 | 4 | 0.0225 | 450 |
| C. MANCHA | Guadalajara | 12 | 9 | 0 | 3 | 0.0187 | 450 |
| C. MANCHA | Toledo | 39 | 17 | 3 | 19 | 0.0287 | 450 |
| C. VALENC. | Alicante/Alacant | 163 | 70 | 20 | 73 | 0.0463 | 450 |
| C. VALENC. | Castellón/Castelló | 51 | 15 | 1 | 35 | 0.0514 | 450 |
| C. VALENC. | Valencia/València | 309 | 181 | 48 | 80 | 0.0444 | 450 |
| EXTREMADURA | Badajoz | 66 | 47 | 7 | 12 | 0.0166 | 450 |
| EXTREMADURA | Cáceres | 44 | 18 | 0 | 26 | 0.0892 | 450 |
| GALICIA | Coruña (A) | 89 | 49 | 13 | 27 | 0.0495 | 450 |
| GALICIA | Lugo | 22 | 12 | 4 | 6 | 0.0509 | 450 |
| GALICIA | Ourense | 17 | 13 | 3 | 1 | 0.0284 | 450 |
| GALICIA | Pontevedra | 62 | 52 | 8 | 2 | 0.0307 | 450 |
| RIOJA | Rioja (La) | 16 | 12 | 2 | 2 | 0.0265 | 450 |
| MADRID | Madrid | 524 | 275 | 240 | 9 | 0.1073 | 450 |
| MELILLA | Melilla | 7 | 5 | 1 | 1 | 1.1800 | 450 |
| MURCIA | Murcia | 88 | 39 | 12 | 37 | 0.0432 | 450 |
| NAVARRA | Navarra | 49 | 17 | 4 | 28 | 0.0287 | 450 |
| P. VASCO | Álava | 32 | 15 | 2 | 15 | 0.0175 | 450 |
| P. VASCO | Guipúzcoa | 43 | 9 | 3 | 31 | 0.1150 | 450 |
| P. VASCO | Vizcaya | 124 | 50 | 17 | 57 | 0.1020 | 450 |
| CANTABRIA | Cantabria | 54 | 31 | 5 | 18 | 0.0368 | 450 |
| | Total medidas | 3818 | 2152 | 667 | 999 | | |

DIRECCIÓN GENERAL DE TELECOMUNICACIONE Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN

ANEXO III

***DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR PROVINCIAS Y
COMUNIDADES AUTONOMAS PARA LOS DISTINTOS
OPERADORES DE TELEFONO MOVIL***

ANEXO III

| CCAA | PROVINCIA | TELEFÓNICA MÓVILES | VODAFONE | AMENA |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| ANDALUCÍA | Almería | 6 | 4 | 4 |
| | Cádiz | 10 | 6 | 6 |
| | Córdoba | 4 | 4 | 5 |
| | Granada | 9 | 5 | 5 |
| | Huelva | 4 | 3 | 4 |
| | Jaén | 6 | 4 | 3 |
| | Málaga | 14 | 8 | 12 |
| | Sevilla | 12 | 8 | 12 |
| | Suma Andalucía | 65 | 42 | 51 |
| ARAGÓN | Huesca | 5 | 1 | 1 |
| | Teruel | 2 | 1 | 2 |
| | Zaragoza | 8 | 5 | 6 |
| | Suma Aragón | 15 | 7 | 9 |
| CANARIAS | Las Palmas G.C. | 9 | 7 | 8 |
| | S.C.Tenerife | 9 | 6 | 5 |
| | Suma Canarias | 18 | 13 | 13 |
| CANTABRIA | Cantabria | 4 | 3 | 4 |
| | Suma Cantabria | 4 | 3 | 4 |
| CASTILLA Y LEÓN | Avila | 1 | 2 | 2 |
| | Burgos | 2 | 2 | 3 |
| | León | 3 | 3 | 3 |
| | Palencia | 1 | 2 | 2 |
| | Salamanca | 1 | 2 | 3 |
| | Segovia | 1 | 2 | 2 |
| | Soria | 1 | 1 | 1 |
| | Valladolid | 3 | 3 | 1 |
| | Zamora | 1 | 2 | 2 |
| Suma CyLeón | 14 | 19 | 19 | |
| CASTILLA-LA MANCHA | Albacete | 3 | 2 | 2 |
| | Ciudad Real | 3 | 3 | 4 |
| | Cuenca | 2 | 2 | 3 |
| | Guadalajara | 1 | 1 | 1 |
| | Toledo | 6 | 4 | 6 |
| | Suma C. Mancha | 15 | 12 | 16 |
| CATALUÑA | Barcelona | 13 | 19 | 28 |
| | Girona | 5 | 4 | 5 |
| | Lleida | 1 | 2 | 2 |
| | Tarragona | 10 | 1 | 6 |
| | Suma Cataluña | 29 | 27 | 41 |
| CEUTA | Ceuta | 1 | 1 | 1 |
| | Suma Ceuta | 1 | 1 | 1 |
| CCAA | PROVINCIA | TELEFÓNICA MÓVILES | VODAFONE | AMENA |

| | | | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| EXTREMADURA | Badajoz | 3 | 4 | 4 |
| | Cáceres | 2 | 2 | 2 |
| | Suma Extremadura | 5 | 6 | 6 |
| GALICIA | A Coruña | 13 | 6 | 6 |
| | Lugo | 5 | 3 | 2 |
| | Ourense | 4 | 2 | 1 |
| | Pontevedra | 49 | 6 | 5 |
| | Suma Galicia | 31 | 17 | 14 |
| ISLAS BALEARES | Mallorca | 13 | 9 | 17 |
| | Suma I. Baleares | 13 | 9 | 17 |
| MADRID | Madrid | 36 | 35 | 37 |
| | Suma C. Madrid | 36 | 35 | 37 |
| MELILLA | Melilla | 1 | 1 | 1 |
| | Suma Melilla | 1 | 1 | 1 |
| MURCIA | Murcia | 9 | 5 | 5 |
| | Suma C. Murcia | 9 | 5 | 5 |
| NAVARRA | Navarra | 6 | 3 | 4 |
| | Suma C. Navarra | 6 | 3 | 4 |
| P. ASTURIAS | Asturias | 10 | 4 | 5 |
| | Suma P. Asturias | 10 | 4 | 5 |
| C. VALENCIANA | Alicante | 12 | 9 | 7 |
| | Castellón | 5 | 3 | 6 |
| | Valencia | 17 | 11 | 16 |
| | Suma C. Valenciana | 34 | 23 | 29 |
| P. VASCO | Alava | 2 | 1 | 2 |
| | Guipúzcoa | 4 | 3 | 1 |
| | Vizcaya | 8 | 5 | 5 |
| | Suma P. Vasco | 14 | 9 | 8 |
| RIOJA | Rioja | 4 | 3 | 4 |
| | Suma C. Rioja | 4 | 3 | 4 |

| SUMA TOTAL POR OPERADORES | TELEFÓNICA MÓVILES | VODAFONE | AMENA |
|---------------------------|--------------------|----------|-------|
| | | 324 | 239 |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| Nº TOTAL DE ESTACIONES/CENTROS | 847 |
|---------------------------------------|------------|

ANEXO IV

MODELO DE HOJA DE DATOS PARA LA RECOGIDA DE RESULTADOS

ANEXO V

***MEDICIONES REALIZADAS PARA DAR RESPUESTA A
SOLICITUDES DE INFORMACIÓN SOBRE NIVELES DE
EXPOSICIÓN A EMISIONES RADIOÉLECTRICAS***

| COMUNIDAD AUTONOMA | PROVINCIA | OTRAS MEDIDAS REALIZADAS |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| ANDALUCIA | Almería | 22 |
| ANDALUCIA | Cádiz | 22 |
| ANDALUCIA | Córdoba | 30 |
| ANDALUCIA | Granada | 95 |
| ANDALUCIA | Huelva | 16 |
| ANDALUCIA | Jaén | 3 |
| ANDALUCIA | Málaga | 240 |
| ANDALUCIA | Sevilla | 537 |
| ARAGON | Huesca | 0 |
| ARAGON | Teruel | 2 |
| ARAGON | Zaragoza | 17 |
| ASTURIAS | Asturias | 41 |
| BALEARES | Balears (Illes) | 8 |
| CANARIAS | Palmas (Las) | 0 |
| CANARIAS | S. Cruz de Tenerife | 42 |
| CATALUÑA | Barcelona | 879 |
| CATALUÑA | Girona | 18 |
| CATALUÑA | Lleida | 14 |
| CATALUÑA | Tarragona | 4 |
| CEUTA | Ceuta | 8 |
| C. LEON | Ávila | 21 |
| C. LEON | Burgos | 4 |
| C. LEON | León | 27 |
| C. LEON | Palencia | 0 |
| C. LEON | Salamanca | 6 |
| C. LEON | Segovia | 5 |
| C. LEON | Soria | 17 |
| C. LEON | Valladolid | 129 |
| C. LEON | Zamora | 12 |
| C. MANCHA | Albacete | 6 |
| C. MANCHA | Ciudad Real | 5 |
| C. MANCHA | Cuenca | 1 |
| C. MANCHA | Guadalajara | 0 |
| C. MANCHA | Toledo | 0 |
| C. VALENC. | Alicante/Alacant | 91 |
| C. VALENC. | Castellón/Castelló | 36 |
| C. VALENC. | Valencia/València | 191 |
| EXTREMADURA | Badajoz | 43 |
| EXTREMADURA | Cáceres | 6 |
| GALICIA | Coruña (A) | 111 |
| GALICIA | Lugo | 2 |
| GALICIA | Ourense | 21 |
| GALICIA | Pontevedra | 123 |
| RIOJA | Rioja (La) | 56 |
| MADRID | Madrid | 154 |
| MELILLA | Melilla | 14 |
| MURCIA | Murcia | 4 |

| COMUNIDAD AUTONOMA | PROVINCIA | OTRAS MEDIDAS REALIZADAS |
|---------------------------|----------------------|---------------------------------|
| NAVARRA | Navarra | 1 |
| P. VASCO | Álava | 2 |
| P. VASCO | Guipúzcoa | 0 |
| P. VASCO | Vizcaya | 33 |
| CANTABRIA | Cantabria | 5 |
| | Total medidas | 3124 |