

Explotación de la red de telefonía móvil en España: diseño y operación de estaciones base

Alfonso López Díaz, Fernando Blanco Silva y Miguel Ángel Gutiérrez García

Mobile phone network operation in Spain: design and operation of base stations

RESUMEN

En este artículo se hace una descripción analítica de los diversos elementos funcionales de una estación base de telefonía móvil, así como la descripción de algunos aspectos importantes para su funcionamiento, incluyendo el impacto ambiental que causan estas instalaciones.

Recibido: 23 de enero de 2012
Aceptado: 6 de noviembre de 2012

ABSTRACT

This paper makes an analytical description of the various functional elements of a mobile phone base station, and a description of some important aspects that allow it to operate, including environmental impact caused by these facilities.

Received: January 23, 2012
Accepted: November 6, 2012

Palabras clave

Ondas, antenas, telefonía, telecomunicaciones, estaciones base

Keywords

Waves, antenna, phone network, telecommunications, base stations



Foto: Gutzemberg / Shutterstock

Funcionamiento de las redes de telefonía móvil

La comunicación mediante telefonía móvil ha alcanzado durante los últimos años un espectacular avance en todos los países del mundo, superando incluso a la telefonía fija en los contenidos clásicos (conversaciones de voz) y aproximándose en los más recientes (transmisión de datos mediante Internet de banda ancha y aplicaciones multimedia). En España hay casi unos 60 millones de líneas habilitadas para una población de unos 45 millones de personas, lo que significa que cada persona tiene de media más de una línea a su nombre. En la figura 1 podemos ver la evolución de las líneas a lo largo de los últimos años. Es cierto que el aumento del número de líneas desde 2011 se ha frenado, pero manteniéndose a grandes rasgos este número se hace necesaria la mejora de la red de telefonía porque el tráfico de datos ha aumentado mucho, y es necesario reforzar la red ya existente.

En cuanto a las tecnologías de comunicaciones, debemos citar que la mayoría de los teléfonos funcionan aplicando tecnología 3G del Sistema Universal de Telecomunicaciones (Universal Mobile Telecommunications System o UMTS) y se está introduciendo la nueva tecnología 4G (LTE, Long Term Evolution),

específicamente orientada a la transmisión de datos (Internet, vídeos, etcétera) (Huélamo Platas, 2000; González Ortiz, 2010; Carrasco et al, 2011). La tecnología UMTS emite en una banda en los 2.100 MHz y pueden emitir en ella los tres operadores tradicionales que ya emitían en 2G (Movistar, Vodafone y Orange), a los que se añade Yoigo; los procesos de implantación de la nueva tecnología 4G son lentos y se espera que su desarrollo se produzca a partir de 2013. Para implantar una red totalmente eficiente es necesaria la existencia de cientos de estaciones base (también llamadas BTS) que den cobertura a la máxima superficie posible del territorio nacional y, además, es necesaria la combinación de estaciones transmisoras/receptoras de radio y una serie de centrales telefónicas de conmutación de primer y segundo nivel (denominadas MSC y BSC, respectivamente) que posibilitan la comunicación de dos (o más) terminales telefónicos móviles entre sí o entre terminales móviles y teléfonos de la red fija. La estación base es la infraestructura básica de una red de telecomunicación móvil; alrededor de cada estación va a existir una zona de cobertura en la que se permite la comunicación con cualquier teléfono móvil del operador. Por este motivo se

encuentran desplegadas masivamente a lo largo y ancho del territorio nacional.

b) La estación Base se debe ubicar en zonas dominantes, para poder abarcar la mayor cantidad de territorio que permita el alcance de sus equipos, evitando obstáculos y consiguiendo tener visibilidad directa (*line of sight* o línea de vista) con otras estaciones cercanas de la misma red; las BTS pueden presentar dos tipologías, una es con ubicación en el suelo (habitualmente en entornos rurales) y otra con ubicación en azotea (ligada a entornos urbanos), con los matices que se describirán en este artículo.

Infraestructura necesaria para una estación base

Los dos componentes más importantes de una estación base son la torre (o mástil) y la caseta (o contenedor de intemperie). La torre se usa como soporte de las antenas y estas tienen como función transmitir y recibir señales de radio, mientras que la caseta contiene el equipamiento para encriptar y desencriptar las comunicaciones. El resto de infraestructuras necesarias son la parcela, instalación eléctrica, el sistema de alimentación eléctrico y la climatización; a continuación, pasaremos a describir cada uno de estos componentes.

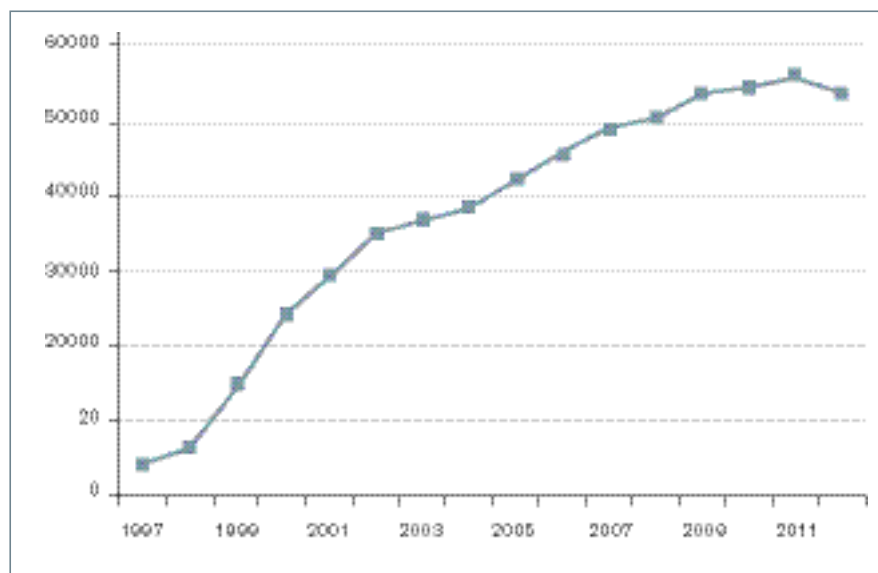


Figura 1. Evolución del número de líneas de telefonía móvil en España (miles de líneas). Fuente: Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, 2011.

La torre es el elemento más importante, ya que condiciona la idoneidad de una determinada ubicación o emplazamiento. Se utiliza como elemento de sustentación de las distintas antenas, otorga la orientación espacial y la elevación necesaria para garantizar las condiciones óptimas de continuidad de cobertura y de visibilidad con otras estaciones remotas, facilitando así la transmisión vía radioenlace.

En emplazamientos urbanos, las estaciones base se suelen situar en las azoteas de los edificios; lo más común es utilizar mástiles tubulares de acero como elemento de sustentación, que miden entre 2,5 y 8 metros. Mediante la elección de elementos tubulares se minimiza el impacto visual y la integración en el propio edificio, que previamente se ha seleccionado, por su carácter dominante debido a su altura y emplazamiento.

En el caso de emplazamientos en suelo, generalmente coincidentes con entornos del ámbito rural, se procura seleccionar ubicaciones elevadas y dominantes (colinas, montañas, etcétera) y se hace necesario contar con un aporte extra de altura para salvar otros elementos de la naturaleza o geográficos (como árboles, pequeñas construcciones, cerros y demás). Esta altura extra les posibilita el uso de torres de acero, que alcanzan valores habitualmente de entre 15 y 40 metros.

Para el cálculo de las mismas se debe cumplir el Código Técnico de la Edificación, en particular el Documento Básico SE – Seguridad estructural en sus separatas SE 1: Resistencia y estabilidad y SE 2: Aptitud al servicio (Real Decreto

314/2006, de 27 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación). En todo caso, el objetivo es garantizar unos amplios valores de resistencia y una mínima desviación angular entre el eje vertical de la torre y las antenas que tengan montadas en su extremo más alto. La desviación angular máxima admisible es el factor limitante a la hora de diseñar una torre o dimensionar un mástil. Atendiendo a esta limitación, se debe garantizar que, en las condiciones más desfavorables de viento (según la zona geográfica en la que se encuentre la torre/mástil), la torre/mástil posee la rigidez suficiente como para que la desviación correspondiente esté dentro de los valores admisibles. Los valores de desviación angular están regulados por los operadores de telefonía. De manera orientativa, los valores máximos son del orden de:

- En punta de la torre (donde se sitúan las antenas *crosspolares* o de cobertura) = 1 grado (1°) sexagesimal a partir del eje vertical.

- En zona donde se sitúan las parábolas (generalmente a $2/3H$ o $3/4H$) = 0,6 grados (0,6°) sexagesimales a partir del eje vertical.

El motivo de esta limitación está en la necesidad de que no varíe la orientación de las antenas, especialmente la orientación de las parábolas de transmisión para mantener el enlace con la siguiente parábola instalada en otra torre/mástil a varios kilómetros de la primera. Si este enlace se perdiera, sería imposible cursar hacia la red principal el tráfico de llamadas generado por el emplazamiento en cues-

tion. Las torres y mástiles están equipadas con los sistemas estructurales necesarios para su firme sujeción a la superficie del terreno de los sistemas de seguridad obligatorios para su ascensión a la parte superior y de los elementos de protección adecuados para impedir el acceso de personal ajeno (vallado del recinto, antiescalo, etcétera). Se puede ver a continuación la figura 2, consistente en un plano a escala de la torre.

El siguiente elemento en importancia es la caseta contenedora utilizada como envolvente del equipamiento de radio y transmisión. Existen diferentes posibilidades en función de si están en suelo o en azotea. Cuando las estaciones están sobre el suelo existen dos tipos de cimentación, la tradicional losa armada y las zapatas de hormigón; en las casetas y mástiles en azotea se utilizan los pilares del edificio, resultando necesario proceder al recerido de los mismos; además, es necesario proceder a la impermeabilización de la caseta, con un solapamiento correcto con la impermeabilización existente en el edificio para evitar filtraciones. Como norma general, los contenedores son de planta rectangular, y las siguientes son las dimensiones más utilizadas por los principales operadores de telefonía para sus BTS:

- Tipo 1: 2,2 m (ancho) x 2,5 m (largo) x 2,5 m (altura)
- Tipo 2: 2,2 m (ancho) x 3,2 m (largo) x 2,5 m (altura)
- En el interior de las casetas se localizan:
 - Equipos radio (GSM, DCS y UMTS).
 - Equipo de transmisión.
 - Bastidor de rectificación y baterías (DC).
 - Cuadro eléctrico en corriente alterna.
 - Unidad interior de aire acondicionado (en caso de equipo tipo *split* o partido).

Los contenedores más empleados actualmente son los fabricados en fibra de vidrio y, en menor cantidad, los contenedores metálicos y de hormigón. En los emplazamientos de azotea se utilizará, generalmente, el contenedor de fibra, debido, en especial, a su menor peso y a la posibilidad de ser suministrado en *kit*, lo que facilita el poder transportarlo desmontado hasta su emplazamiento definitivo. En las ubicaciones en suelo y entorno rural, se utilizará, generalmente, el contenedor metálico, más sólido que el de fibra. Por último, los contenedores de hormigón armado y microhormigón

solo suelen ser utilizados para emplazamientos con ambientes muy agresivos: ubicaciones costeras, de montaña o con condiciones meteorológicas especialmente adversas.

Una de las características más notorias de los contenedores es que procuran en su interior un ambiente con un alto grado de aislamiento del exterior, que permite garantizar unas condiciones de temperatura y humedad ambiental, óptimas para el correcto funcionamiento de la tecnología que albergan.

Cuando estamos hablando de casetas situadas sobre terreno, son necesarias unas dimensiones mínimas de parcela de unos 10 x 10 m, aunque precisan ser mayores si no disponen de conexión a la red eléctrica y necesitan un sistema de alimentación autónomo con un generador eléctrico. Pero, incluso, podríamos tener parcelas de menor superficie en el caso de la utilización de equipos de radio del tipo *outdoor* o preparados para la intemperie, que no precisan de caseta o contenedor. Esta superficie indispensable debe aumentarse cuando la regulación exige retranqueos a edificaciones o parcelas vecinas. Siguiendo con la construcción de emplazamientos en suelo, debemos decir que antes de iniciarse la actividad es precisa la obra civil sobre el terreno (desbroce, excavación, demolición, nivelación...) y que una vez realizada se procederá a la cimentación que soportará la infraestructura de caseta y torre. En caso de que la estación sea instalada en una parcela, es precisa una valla perimetral de acero plastificado, soportada por montantes, la cual protege el recinto. El camino de acceso debe estar preparado para acceder sin problemas a la misma con un vehículo 4x4 o furgoneta ligera, que es el modelo empleado habitualmente por el personal de operación y mantenimiento.

En cuanto a la infraestructura eléctrica, esta se compondrá de la propia instalación de alimentación y de los sistemas de almacenamiento. Las necesidades de suministro serán las que precisen los equipos de radio y receptores auxiliares, así como de aquellos otros componentes destinados a garantizar el suministro ante fallos de la red o del generador, que será mediante baterías y sistemas de alimentación ininterrumpidos (SAD); además, el diseño también debe garantizar la seguridad, la operatividad y la continuidad del servicio de los equipos y del personal que los manipula. La potencia eléctrica demandada dependerá de las características específicas de cada estación. No

existe una normativa específica ni un límite máximo de esta, aunque actualmente es del orden de los 20 kW y, además, la tendencia es a reducirla gracias a los equipos de menor consumo y mayor eficiencia energética al unificar en un único bastidor las tres tecnologías disponibles (GGM, DCS y UMTS) en vez de utilizar tres bastidores distintos. Esta potencia abastecerá las necesidades en cuanto a los equipos específicos de transmisión/recepción, alumbrado interior y exterior, climatización y renovación de aire. La instalación eléctrica estará compuesta por:

Acometida eléctrica (parte de la instalación comprendida entre la red de distribución pública y la línea privada).

- Una línea de alta tensión que unirá la línea acometida de la compañía eléctrica con el centro de transformación (para aquellas estaciones que dispongan de suministro en AT, aunque son minoritarias). En estos casos, se incluirá también un centro de transformación de alta a baja tensión.

- Una línea de baja tensión que irá desde el transformador o desde la acometida de baja tensión hasta la caja general de protección (CGP).

- Caja general de protección y cuadro de baja tensión.

- Red de tierras: será propia en las edificaciones en suelo o se utilizará la común del edificio en las instaladas en azoteas.

Para la elección de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima que transportar y de caída de tensión, deberán tenerse en cuenta criterios técnico-económicos desde el punto de vista de pérdidas, por si quedara justificada la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados. Con el objetivo de asegurar la protección contra sobretensiones, provocadas por ondas de tensión derivadas de caídas de rayos en las proximidades de las estaciones base, es necesario que dispongan de descargadores de sobretensiones.

El elemento principal de la instalación eléctrica en baja tensión será el cuadro de baja tensión; este albergará los dispositivos necesarios de protección (interruptores térmicos y diferenciales) y de ahí partirán los circuitos interiores que alimentarán los diferentes equipos de la caseta. Estos cuadros eléctricos van alojados en armarios situados sobre pared; la entrada del cable de alimentación y tierra se realizará por la parte inferior del armario y las salidas de cables hacia los equipos se realizará por la parte superior.

El cuadro general dispondrá de dos barras equipotenciales de tierra, una en la parte superior y otra en la parte inferior. También dispondrá de tres barras de distribución de corriente alterna alimentadas independientemente por interruptores diferenciales trifásicos, por lo general distribuidos de la siguiente manera:

- Barra 1: alimentación de los elementos auxiliares tales como alumbrado, balizamiento y enchufes de toma de fuerza.

- Barra 2: alimentación de los equipos con implicación directa en el funcionamiento de la BTS, nodo B, radioenlaces y panel de alarmas.

- Barra 3: alimentación al equipo de aire acondicionado.

Como ya hemos citado con anterioridad, las estaciones dispondrán de una red de tierras que garantice la seguridad de las personas. Así, es necesario realizar una red principal de tierras a la que se conectarán los diferentes elementos que componen la estación base.

Los equipos funcionan con corriente continua y deben garantizar el suministro desde una fuente principal y otra de reserva que entra en funcionamiento ante el fallo de la anterior. La fuente principal es la corriente alterna de la red o del generador, que luego se convierte en continua mediante un grupo de rectificadores, a tensión preferente de 48 V. La fuente de reserva entra en funcionamiento ante el fallo de la fuente principal, y se genera desde las baterías de reserva; permite alimentar a los equipos de transmisión/recepción así como al alumbrado de emergencia durante un tiempo entre 2 y 3 horas (estaciones urbanas) y 4 o 5 horas (estaciones rurales). No existe una normativa específica para el cálculo de la autonomía de las baterías, sino que estos tiempos se calculan en función de la estimación de lo que tardarán en llegar los técnicos de mantenimiento; en casos especialmente sensibles (distancia excesiva de poblaciones, equipos prioritarios, interrupciones demasiado habituales, etcétera) estos tiempos pueden ser ampliados por el proyectista. En condiciones normales de funcionamiento, el suministro de energía a los equipos de radio y microondas provendrá de la fuente principal y las baterías permanecerán en flotación para asegurar la máxima capacidad ante un corte de suministro de la fuente principal. En caso de interrupción del suministro de la fuente principal de energía, el sistema de alimentación deberá conmutar al suministro de las baterías y,

recuperada la tensión alterna, los rectificadores volverán a dar servicio a la estación y cargarán las baterías hasta conseguir el estado de flotación.

El suministro del sistema de alimentación a 48 V en corriente continua está formado por los elementos siguientes:

- Rectificadores. Su cantidad y potencia unitaria son variables en cada caso, dependiendo de cada necesidad y del suministrador del equipo de rectificación.
- Sistema de control y alarmas.
- Unidades de distribución en 48 V.
- Unidades de desconexión y reconexión de las baterías.
- Bastidor de fuerza.
- Baterías. Su cantidad y capacidad podrán ser variables en cada caso, dependiendo cada emplazamiento de las necesidades de autonomía.

- Estructura mecánica para ubicación del número de *string* de baterías necesario.

Debido a la importante cantidad de calor que desprenden los equipos alojados en la caseta, así como a un limitado rango de temperaturas de funcionamiento óptimo, es necesaria la instalación de, al menos, un equipo de climatización y renovación de aire. No existe una normativa específica en cuanto a las condiciones de funcionamiento aunque, de manera orientativa, la mayoría de los equipos de radio y transmisión se desconectan al detectar una temperatura ambiente de unos 50 °C. Con todo, resulta vital mantener el emplazamiento a temperaturas inferiores a 26 °C para que las baterías no sufran una grave merma de su vida útil y de autonomía. Además del mantenimiento de la temperatura, para el correcto funcionamiento y vida útil de la tecnología instalada, es necesario tener controlados los valores de humedad relativa, evitando que se produzcan condensaciones en el interior del emplazamiento. El equipo de aire acondicionado mantendrá la humedad relativa en el interior del emplazamiento, en valores entre el 40% y el 60%. Por este motivo, el sistema de ventilación y climatización debe tener unas prestaciones tales que aseguren, como mínimo, una renovación completa del aire del local cada 24 horas y una potencia frigorífica que compense sobradamente la energía calorífica desprendida por cada equipo. Aunque existen diferentes tipos de instalación, podemos hablar de una potencia frigorífica media en torno a los 6 u 8 kW_{térmicos}, lo que supondría alrededor de unos 3 kW_{eléctricos}.

Cuando evitamos temperaturas extremas se minimiza el riesgo de incendio.



Figura 3. Fotografía de una estación base en construcción.

No obstante, es necesario disponer de equipos contra incendios aunque el riesgo sea bajo ya que la densidad de carga también es moderada. Los emplazamientos dispondrán de extintores y sistemas de detección automática con detectores de humos y termovelocimétricos que transmitirán alarmas a una centralita.

La propiedad de este tipo de instalaciones suele ser privada, y la empresa de telefonía alquila al propietario la parcela o terraza en la que se instala la estación base. En España, los precios son muy variables en función de la densidad de población de la zona, aunque podemos hablar de unos alquileres en torno a los 5.000 euros al año en zonas rurales y de unos 9.000 en azoteas. Esta cifra puede aumentar considerablemente en grandes ciudades.

Normativa urbanística

Es importante citar que en España la normativa urbanística es muy restrictiva y es, en muchos casos, un factor limitante a la hora de levantar nuevas edificaciones de todo tipo, ya que son pocas las ubicaciones en las que es posible edificar sin problemas legales; los usos del suelo están recogidos en el correspondiente Plan General de Ordenación Urbana, y el terreno se divide entre rústico y urbano¹. En el caso de las estaciones base en suelo, es factible levantar edificaciones completas (obra civil, zapatas o losa de hormigón) cuando el terreno es calificado como urbano; cuando la calificación del terreno es rústico debemos utilizar casetas prefabricadas, ya que en esta tipología solo se

permiten equipos temporales. En el caso de edificaciones en azotea, las estaciones no modifican los parámetros característicos de la edificabilidad (número de plantas, volumen edificado, superficie disponible...) y no suele ser normativa limitante. No obstante, en ambos casos, las operadoras encuentran dificultades para conseguir la completa legalización de los emplazamientos al alargarse, en muchos casos de manera indefinida, su tramitación por parte de las diferentes administraciones implicadas.

Operación y mantenimiento de una estación base

El equipamiento y las infraestructuras anteriormente descritas en este artículo precisan de unas labores de mantenimiento preventivo o programado que garanticen la correcta prestación de los servicios necesarios para el buen funcionamiento del equipamiento de telecomunicación como del servicio percibido por el cliente. Dicho mantenimiento debe ser efectuado por personal cualificado y siguiendo una planificación estricta según las recomendaciones del fabricante de cada elemento recogido en un plan de mantenimiento general. Debido al enorme gasto operativo que supone para las cuentas de resultados de los operadores a nivel mundial el mantenimiento de su numerosa planta de infraestructuras, la mayoría ha optado por realizar la subcontratación a empresas especializadas. Durante la explotación de la estación es importante citar

que es imprescindible el cumplimiento de la normativa en prevención de riesgos laborales, al igual que durante la edificación de esta. Se citan en el *Anexo: Normativa que cumplir* una serie de normas que se deben cumplir relativas a este aspecto.

Requerimientos legales para la implantación de una estación base

La situación jurídica de las antenas de telefonía móvil es compleja. La legislación no ha restringido claramente las condiciones para la implantación de estaciones, sino que existe una normativa dispersa implantada por comunidades y Ayuntamientos como respuesta a la movilización social y ecologista que han protestado contra este tipo de instalaciones (Terrón Santos, 2001; Belmonte Espejo, 2004). El motivo más importante es el *presunto* carácter nocivo de este tipo de instalaciones (Gualda Gil, 2005), aunque consideramos importante consultar el artículo *Los usos sociales del periodismo científico y la divulgación. El caso de la controversia sobre el riesgo o la inocuidad de las antenas de telefonía móvil* (Moreno Castro, 2008), en el que se expone que la divergencia acerca de la nocividad de las radiaciones electromagnéticas que desprenden este tipo de estaciones; existen múltiples estudios a favor y en contra de la nocividad de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes, aunque explícitamente este tipo de instalaciones no se encuentran incluidas en el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas², por lo que, en principio, no existe una base jurídica que las impide implantar (*Real Decreto 424/2005, de 15 de abril, por el que se aprueba el reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y protección de los usuarios*).

En la línea de declarar restricciones a la implantación de estaciones destacamos la Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones. Esta Orden CTE/23/2002 recoge que cuando en una distancia menor a 100 metros de las estaciones ER-1 y ER-2 existan guarderías, centros de enseñanza, centros de salud, parques públicos o geriátricos, es necesario minimizar los niveles de exposición sobre los mismos en cumplimiento del artículo 8.7 del *Reglamento de condiciones de protección del dominio público radioeléctrico (...)*. Este regla-

mento ha sido aprobado por 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. El Artículo 8.7 dice: "La ubicación, características y las condiciones de funcionamiento de las estaciones radioeléctricas deberán minimizar los niveles de exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas con origen tanto en éstas como, en su caso, en los terminales asociados a las mismas, manteniendo una adecuada calidad del servicio". Las estaciones ER-1 y ER-2 son estaciones radioeléctricas ubicadas en suelo urbano (Rojas Cuevas); la primeras (ER-1) tienen potencia isotrópica radiada de equivalente superior a 10 vatios, mientras que la potencia radiada por la segunda (ER-2) es menor o igual a 10 vatios; el resto de estaciones (ER-3 y ER-4) serían las situadas en suelo no urbano. Otras limitaciones del artículo 8.7 son las siguientes:

b) En el caso de instalación de estaciones radioeléctricas en cubiertas de edificios residenciales, los titulares de instalaciones radioeléctricas procurarán, siempre que sea posible, instalar el sistema emisor de manera que el diagrama de emisión no incida sobre el propio edificio, terraza o ático.

c) La compartición de emplazamientos podría estar condicionada por la consiguiente concentración de emisiones radioeléctricas.

d) De manera particular, la ubicación, características y condiciones de funcionamiento de las estaciones radioeléctricas debe minimizar, en la mayor medida posible, los niveles de emisión sobre espacios sensibles, tales como escuelas, centros de salud, hospitales o parques públicos.

Estas dos normas obligan a tomar medidas de prevención en las estaciones base, pero en ningún caso impiden su implantación aunque algunas comunidades autónomas o municipios sí han aprobado normativa que limita la distancia a estas edificaciones *sensibles*. Existen unos límites máximos de emisión radioeléctrica recogidos en la Recomendación Europea 1999/519/CE (Consejo de Ministros de la UE, 1999) por encima de los que no está permitido que emitan las estaciones base; el Ministerio de Ciencia y Tecnología obliga a que las estaciones situadas en áreas en las que puedan

permanecer personas se certifiquen anualmente y que los niveles emitidos sean menores a los recomendados. Aunque existen controversias tanto a favor como en contra debemos citar que el Ministerio de Sanidad y Consumo considera que en caso de cumplirse la Recomendación Europea 1999/519/CE, no existe peligro para los usuarios de telefonía y afectados por las estaciones base (Ministerio de Ciencia y Tecnología).

Una vez que sabemos que la instalación cumple la normativa urbanística y que no existe normativa limitante en sentido contrario, se debe comprobar que la ubicación cumple los requisitos constructivos de estabilidad; en el caso de instalaciones en suelo, se debe garantizar una calidad de suelo asumible, mientras que en azotea debemos asegurarnos que el peso de la estación no supondrá un problema para la estructura del edificio que lo alberga.

Una vez seleccionada una ubicación idónea, se promueve la firma de un acuerdo contractual con la propiedad del terreno (particulares) o azoteas (normalmente comunidades de vecinos). A continuación, se elabora un proyecto constructivo completo adjuntando, además, un estudio de impacto ambiental, si así se requiriese. En estos casos es necesario que el proyecto sea redactado por un técnico competente (ingeniero industrial, ingeniero de telecomunicaciones, ingeniero técnico industrial o ingeniero técnico de telecomunicaciones) y que sea visado por el colegio oficial correspondiente. El proyecto debe constar de memoria, planos, pliego de condiciones, presupuesto y estudio de seguridad y salud.

Tras el pago de tasas correspondiente, se solicita la concesión de licencia de obra en el municipio. Paralelamente a las autorizaciones constructivas, el operador debe presentar una memoria técnica necesaria para comenzar el proceso para la obtención de la certificación radioeléctrica del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Una vez que la estación entra en servicio, se solicita al Ministerio la inspección del emplazamiento y, por tanto, la certificación electromagnética del emplazamiento conforme los límites de emisión son admisibles según el reglamento.

Cumplidos estos trámites, que en la mayoría de los casos puede conllevar plazos que se miden en años o que pueden incluso demorarse indefinidamente, podemos concluir que la estación se encuentra al día de sus trámites de legalización.

Impacto ambiental de una estación base

Actualmente, los proyectos de instalación de estaciones de telefonía móvil no se encuentran sometidos a un procedimiento específico de evaluación de impacto ambiental. En la práctica, para la gran mayoría de los casos, es el propio Ayuntamiento el que solicita al operador la realización de un estudio ambiental. Como se ha comprobado en multitud de estudios especializados, los impactos que puede generar la implantación de una estación base sobre el relieve, la geología, el suelo, el agua, la vegetación y la fauna de una determinada zona son de escasa magnitud. En este sentido, los propios operadores son los primeros interesados en asegurar el cumplimiento de todos los criterios medioambientales durante la construcción y posterior mantenimiento de las estaciones, ya que, además de acarrear una importante sanción económica y/o administrativa, puede dañar definitivamente la imagen de la compañía de cara al cliente, cada vez más concienciado de la importancia del cuidado del medio ambiente. Los principales impactos existentes son:

- Impacto visual: en los entornos urbanos suele minimizarse mientras que en los rurales es mucho menor por la propia naturaleza de las estaciones aisladas.
- Emisión de radiaciones: las radiaciones que emite son de tipo electromagnético no ionizantes. Existe una fuerte discusión acerca de la nocividad de estas radiaciones y hay tanto defensores como detractores; es difícil encontrar una solución de compromiso. Sobre esto podemos afirmar que la potencia de las nuevas estaciones es cada vez menor y, por tanto, las emisiones cada vez son menos agresivas. Debemos citar que estas radiaciones sí pueden suponer interferencias con otras señales electromagnéticas, en particular con la tecnología móvil.
- Generación de residuos: debe garantizarse un plan de gestión conforme los residuos se entreguen a empresas especialistas.
- Emisión de ruidos y vibraciones.

Hacia la reducción de costes: infraestructuras compartidas

Con el objetivo de reducir los enormes gastos financieros y riesgos asociados a la construcción de las redes móviles de última generación, una opción que se ha implantado paulatinamente en los últimos años es que varios operadores se unan para compartir las inversiones y gastos, mediante el uso de infraestructuras comunes.

Un aspecto que no debe perderse de vista cuando de estrategias de compartición se habla es el de los servicios, ya que aunque la red sea compartida, puede existir una diferencia entre los servicios multimedia que presten los operadores. En este caso, también pueden ser diferentes los modelos de negocio y de facturación. A pesar de estas y otras dificultades técnicas, que deben superarse para llevar a buen término la compartición de infraestructuras, son evidentes y mucho mayores las ventajas que ofrece este nuevo modelo. En un escenario de complicada situación económica la idea de compartir las redes, un hecho promovido por la Unión Europea, resulta el futuro más probable para los despliegues de nuevas tecnologías de comunicación móvil. De esta manera, la misma infraestructura creada para dar los vigentes niveles de cobertura (2G/3G) podría ser operada por varias compañías para las actuales y siguientes generaciones tecnológicas.

Notas

- 1 Existe una completísima legislación y distintas tipologías de parcelas, aunque hemos citado solo la división básica, ya que consideramos que no es objeto de este artículo.
- 2 El Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas es la norma jurídica en España que regula la incompatibilidad de estas actividades con las zonas pobladas. Con rango inferior, las comunidades autónomas y Ayuntamientos han aprobado diferente normativa, aunque las zonas de aplicación son mucho más reducidas.

Bibliografía

- Belmonte Espejo P (2004). El impacto social y ambiental de las redes de telefonía móvil en el estado español. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, N° extra 8, 170.
- Boletín Oficial del Estado (2001). 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. Disponible en <http://www.boe.es/boe/dias/2001/09/29/pdfs/A36217-36227.pdf> (consultado el 2 de noviembre de 2011).
- Boletín Oficial del Estado (2002). Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones. Disponible en <http://www.boe.es/boe/dias/2002/01/12/pdfs/A01528-01536.pdf> (consultado el 19 de octubre de 2011).
- Boletín Oficial del Estado (2002). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias. Disponible en http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2002-18099 (consultado el 20 de octubre de 2011).
- Boletín Oficial del Estado (2005). Real Decreto 424/2005, de 15 de abril, por el que se aprueba el reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y protección de los usuarios. Disponible en <http://www.boe.es/boe/dias>

- /2005/04/29/pdfs/A14545-14588.pdf (consultado el 10 de octubre de 2011).
- Boletín Oficial del Estado (2007). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Disponible en <http://www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/A11816-11831.pdf> (consultado el 1 de noviembre de 2011).
- Carrasco JA, Esteve Gómez V, Ramírez JL, Dede EJ (2002). Sistemas de Alimentación para Nodos de Telefonía Móvil UMTS, *Revista Española de Electrónica*, n° 569, pp. 70-76.
- Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (RCMSUE) 1999/519/CE, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0Hz a 300 GHz. Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (2011). Disponible en <http://www.cmt.es> (consultado el 10 de julio de 2011).
- Huélam Platas J (2000). Visión arquitectural de la Tercera Generación de Móviles U.M.T.S., *Revista Española de Electrónica*, n° 551, pp. 86-94.
- González Ortiz A (2010). L.T.E., una tecnología móvil de gran velocidad: el despliegue podría llegar a partir de 2011. *PC World profesional*, n° 274, pp. 112-116.
- Gualda Gil JA (2005). Telefonía móvil: ¿Nociva o inofensiva? El "peligro" de las antenas de telefonía móvil. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, número 44.
- Moreno Castro C (2008). Los usos sociales del periodismo científico y de la divulgación. El caso de la controversia sobre el riesgo o la inocuidad de las antenas de telefonía móvil. *Revista CTS*, número 10, volumen 4.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología. Documento *Información sobre Estaciones Base de Telefonía Móvil*. Disponible en: <http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informes/Folleto%20divulgativos/2folletobas0110.pdf> (consultado el 30 de marzo de 2011).
- Rojas Cuevas A. Mediciones electromagnéticas. Exposición de personas expuestas a campos E.M. <http://www.iat.es/simce/html/subidas/descarga/mediciones%20electromagn%C3%A9ticas.pdf>.
- Terrón Santos D (2001): *Las antenas de telefonía móvil y su problemática jurídica*. E-Derecho Administrativo, número 3.

Alfonso López Díaz

alfonso.lopez@ucavila.es
 Doctor en Radioelectrónica Naval e ingeniero técnico de telecomunicaciones. Profesor responsable de la titulación de Ingeniería Mecánica de la Universidad Católica de Ávila.

Fernando Blanco Silva

fernando.blanco.silva@usc.es
 Ingeniero industrial por la Universidade de A Coruña y doctor por el Departamento de Desarrollo Sostenible de la Universidad Católica de Ávila. Responsable de la Unidad de Energía y Sostenibilidad de la Universidad de Santiago de Compostela.

Miguel Ángel Gutiérrez García

miguel.gutierrez@ucavila.es
 Ingeniero informático y profesor de la Universidad Católica de Ávila.
