

Tendencias Futuras de Conectividad en Entornos Fijos, Nómadas y Móviles

Estudio de Prospectiva




GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Fundación **OPTI**

Observatorio de
Prospectiva Tecnológica
Industrial

The background features an abstract composition of overlapping geometric shapes in light blue and dark navy blue. A central circular area contains a starburst pattern of golden light rays against a dark background. The text is positioned on the right side of the page.

Tendencias Futuras de Conectividad en Entornos Fijos, Nómadas y Móviles

Estudio de Prospectiva

Fundación OPTI
Juan Bravo, 10 - 4ª Pl.
28006 Madrid
Tel.: 91 781 00 76
Fax: 91 575 18 96
<http://www.opti.org>

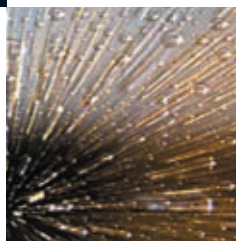


El presente Informe de Prospectiva ha sido realizado por la Fundación OPTI y con la participación del Institut Català de Tecnologia (ICT).

En la elaboración de este documento han participado:


- Francesc Mañà
- Jordi Sellés
- Raquel Bertolín

La Fundación OPTI y el Institut Català de Tecnologia (ICT) agradecen sincera, la colaboración ofrecida por la comunidad científica y empresarial para la realización de este informe, y en especial al Panel de Expertos que se detalla en el Anexo I.



Índice

INTRODUCCIÓN, OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN	6	TENDENCIAS DE EVOLUCIÓN DE LAS APLICACIONES	40
METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO	9	• Acceso a Internet	41
TENDENCIAS DE EVOLUCIÓN DE LAS REDES	13	• Empaquetamiento de servicios y tarificación conjunta ...	42
• El desarrollo de la banda ancha	13	• Voz sobre IP (VoIP)	43
• Redes de comunicaciones fijas	15	• Mensajería Instantánea sobre Móvil (IMM)	44
• Redes de comunicaciones móviles	17	• Redes de pares P2P	45
• El proceso de convergencia tecnológica	19	• TV en el móvil	45
• El modelo de redes de “todo sobre IP”	20	• Vídeo bajo demanda (VoD)	46
TENDENCIAS DE EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS	23	• Aplicaciones distribuidas en red	47
• Tecnologías de redes fijas	23	• Neutralidad de la red	48
• Tecnologías de redes móviles	28	ANEXOS	
• El proceso de convergencia fijo-móvil	30	Anexo I. - Relación de miembros del Panel de Expertos	50
• Tecnologías inalámbricas	31	Anexo II. - Resultados de la encuesta prospectiva	52
• Futuros entornos de conectividad	37	Anexo III. - Significado de siglas y acrónimos	57
		BIBLIOGRAFÍA.....	60



Introducción, objetivo y justificación

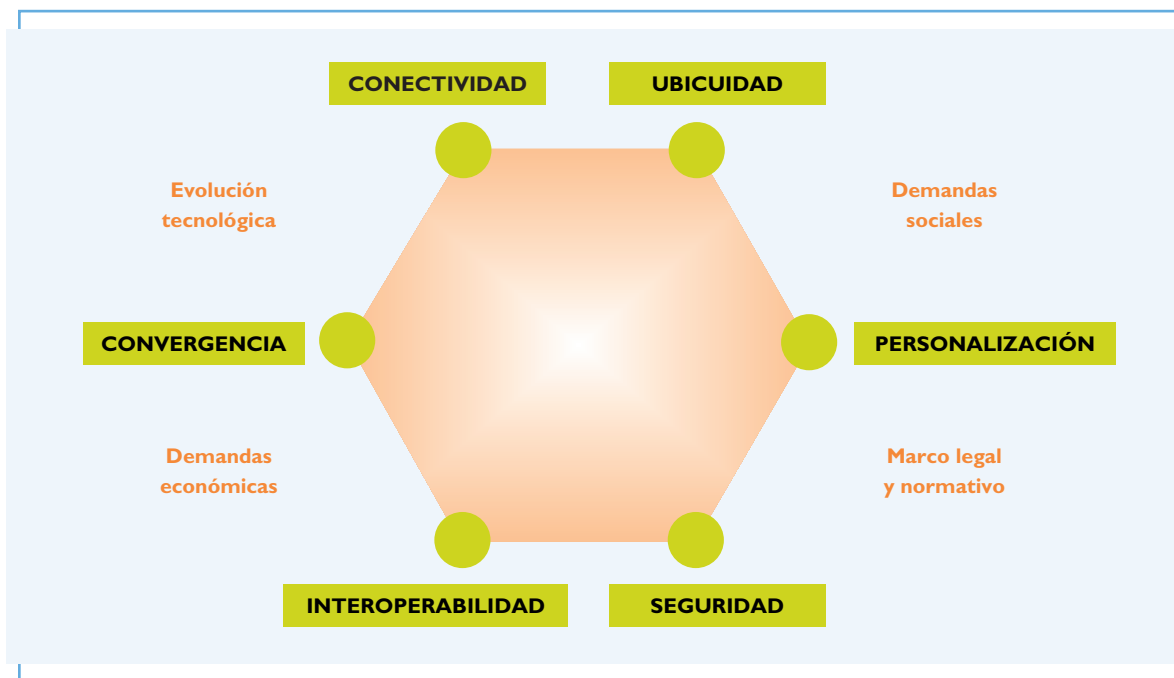
La Fundación OPTI (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial) ha venido realizando regularmente, desde su creación en el año 1997, diversos estudios y trabajos de prospectiva en varios sectores, entre ellos el correspondiente al de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Los trabajos de prospectiva elaborados desde entonces en este campo han permitido identificar, con la ayuda de más de 250 expertos encuestados, una serie de **tendencias** cuya evolución se considera que va a determinar el desarrollo del sector de las TIC en los próximos años. Dichas tendencias son las que se representan esquemáticamente en el gráfico de la **figura 1**.

Una primera tendencia se manifiesta en la creciente necesidad de **conectividad** entre personas, organizaciones y todo tipo de dispositivos o máquinas, la cual se verá incrementada en el futuro gracias a los importantes avances tecnológicos que están teniendo lugar en el sector de las telecomunicaciones. Esta tendencia constituye el objeto del presente estudio, por cuyo motivo será analizada en detalle en el mismo.

Una segunda tendencia, estrechamente vinculada a la anterior, es la que tiene que ver con la **ubicuidad**, entendida como la posibilidad de poder comunicarse y acceder a la información necesaria para desarrollar una tarea en cualquier lugar y cualquier momento, independientemente de la localización donde se encuentre el usuario.

FIGURA 1. PRINCIPALES TENDENCIAS IDENTIFICADAS EN EL SECTOR DE LAS TIC



Las dos tendencias anteriores se ven fuertemente influidas por la dinámica de **convergencia** que viene observándose en el sector de las TIC desde hace ya algún tiempo, la cual se ha visto acentuada debido al acelerado proceso de convergencia tecnológica existente en el campo de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones en los últimos años.

Otra de las tendencias que se observan en el mismo sector hace referencia a la necesidad de **personalización** de las aplicaciones y los servicios, característica que demandan cada vez en mayor medida los usuarios, a fin de que se adapten plenamente a sus necesidades. Esta tendencia encuentra su máxima expresión en las crecientes posibilidades de

configuración de los productos, en particular de los terminales diseñados específicamente para uso personal.

La **interoperabilidad**, entendida como la posibilidad de interconectar sin problemas de funcionamiento redes y equipos manufacturados por distintos fabricantes, constituye otra de las tendencias importantes identificadas en el sector de las TIC, la cual será una característica cada vez más necesaria debido a la variedad en el suministro de productos y sistemas por parte de distintos proveedores tecnológicos.

Finalmente, pero no por ello menos importante, la **seguridad** se perfila como un último requisito imprescindible para asegurar una utilización fiable de las tecnologías de la infor-

mación, libre de accesos no autorizados, robo de datos, fraudes, pérdidas de información u otras posibles disfunciones que puedan anular sus beneficios.

Las tendencias descritas anteriormente se enmarcan en un entorno en el que existen unas determinadas demandas sociales y económicas, que serán las que influirán de manera más determinante en su evolución a corto, medio y largo plazo, todo ello sin olvidar el papel decisivo que el progreso tecnológico y el marco regulatorio van a jugar en su futuro desarrollo.

El presente estudio, como ya hemos indicado anteriormente, focalizará su atención en la tendencia relativa a la **conectividad**, entendiendo por tal concepto la posibilidad de conectar a distancia personas, organizaciones y todo tipo de dispositivos o máquinas a través de redes de telecomunicaciones, ya sean fijas, móviles o inalámbricas, permitiendo hacerlo cada vez de forma más flexible y ubicua, independientemente del lugar donde se encuentre el usuario.

El interés por centrar nuestra atención en esta tendencia se justifica por el hecho de que los avances tecnológicos que van a tener lugar próximamente en el sector de las telecomunicaciones, en particular los relativos a la generalización de la **banda ancha** gracias al despliegue de redes fijas de nueva generación basadas en la **fibra óptica** y la implantación de nuevas tecnologías de **comunicaciones inalámbricas**, van a permitir realizar un salto cuantitativo y cualitativo en los próximos años en esta materia. Las manifestaciones y efectos de este cambio, desde su vertiente tecnológica, son precisamente los aspectos que van a ser objeto de análisis en el presente estudio.

Este trabajo tiene también como objetivo identificar las incertidumbres e incógnitas de futuro que presentará la generalización de la banda ancha en base al despliegue de redes fijas de fibra óptica y la implantación de nuevas

tecnologías de comunicaciones inalámbricas. Más concretamente, el estudio pretende analizar el impacto de los cambios que dichas tecnologías van a provocar en nuestro país, a medio y largo plazo, para la conectividad de las personas, incidiendo particularmente en el análisis de:

- Las nuevas redes de telecomunicaciones del futuro
- Las nuevas tecnologías que darán lugar a dichas redes
- Las nuevas aplicaciones que será posible desarrollar sobre ellas

El estudio quiere poner un énfasis particular en el papel que van a jugar tanto las redes fijas de nueva generación de fibra óptica, como las tecnologías de comunicaciones inalámbricas en este proceso por su carácter rupturista y transformador, así como en su despliegue asimétrico en función de los entornos en que se encuentren los usuarios en cada momento, según sean fijos, nómadas o móviles.

Para ello, en primer lugar, se describe la metodología empleada para la realización del estudio. Seguidamente se exponen los resultados obtenidos en una encuesta prospectiva del tipo Delphi, llevada a cabo entre un grupo de profesionales y expertos, relativa a la evolución futura de las redes de telecomunicaciones, las tecnologías de acceso y algunas de las aplicaciones en que se basarán los futuros servicios de comunicaciones.

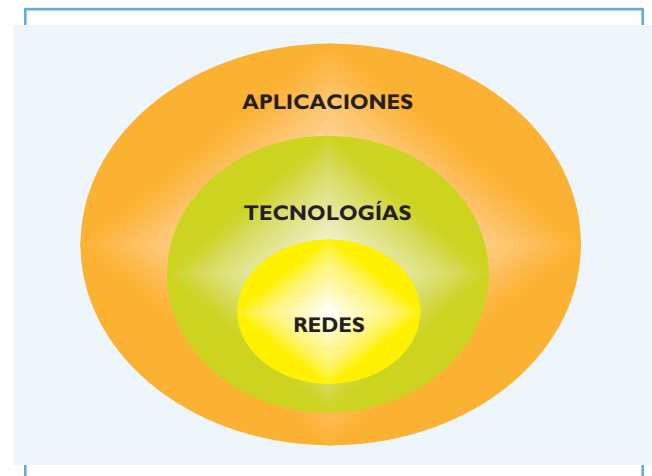
El trabajo se completa con varios anexos, que incluyen la relación de miembros del Panel de Expertos que han colaborado en la realización del estudio, los datos obtenidos en la encuesta prospectiva realizada, una lista con el significado de las siglas y acrónimos utilizados, y una bibliografía relacionada, para que el lector interesado pueda profundizar en los temas abordados.

Metodología empleada para la realización del estudio

El método empleado para la realización del presente estudio ha consistido, en primer lugar, en la definición de un modelo conceptual que sirviera como base y marco de referencia para el análisis sobre el impacto que la futura evolución de las tecnologías relacionadas con la banda ancha, y en particular las redes fijas de nueva generación basadas en la fibra óptica, de una parte, y las comunicaciones inalámbricas, de otra, pueden tener sobre la conectividad de personas, redes de ordenadores y todo tipo de dispositivos.

En este modelo conceptual nos ha parecido apropiado representar tres categorías de elementos sobre los que se va a poner de manifiesto dicha evolución tecnológica, como son las **redes**, las **tecnologías** y las **aplicaciones**, respectivamente, tal y como se representa gráficamente en la **figura 2**.

FIGURA 2. MODELO CONCEPTUAL ADOPTADO COMO MARCO DE REFERENCIA DEL ESTUDIO



Las **redes** de telecomunicaciones, ya sean fijas, móviles o inalámbricas, y ya se trate de redes de acceso o bien de redes troncales de transporte, constituyen las infraestructuras básicas alrededor de las cuales se articulan los posibles servicios de comunicaciones. Debido a su papel fundamental en este campo, se han representado precisamente en el núcleo del modelo. En este trabajo centraremos nuestra atención mayoritariamente en las redes de acceso, que son las que están experimentando y experimentarán un mayor grado de transformación en el futuro, al menos en lo referente a su incidencia social, económica y tecnológica.

En cuanto a la capa intermedia del modelo, correspondiente a las **tecnologías**, cabe señalar que se trata de un nivel que ofrece un abanico muy amplio de posibilidades, puesto que existen diversas tecnologías de telecomunicaciones, ya sean fijas, móviles e inalámbricas, como se verá más adelante. Las posibilidades ofrecidas por las tecnologías implantadas actualmente se verán rápidamente superadas, en términos de velocidad de transmisión y alcance físico, gracias a la emergencia de nuevas tecnologías de banda ancha, ya sean cableadas o no cableadas.

Por último, en lo que concierne a las **aplicaciones**, se tratará de dilucidar de qué modo las nuevas infraestructuras y tecnologías de banda ancha van a permitir el desarrollo de nuevos productos y servicios de comunicaciones, que finalmente son lo que van a proporcionar valor a los usuarios y los que van a generar beneficios, tanto a los operadores de telecomunicaciones como a otros agentes de la cadena de valor.

Una vez definido el modelo conceptual anterior, seguidamente se ha llevado a cabo una labor de investigación para validar, mediante un trabajo de campo basado en una encuesta prospectiva del tipo Delphi, una serie de hipótesis

acerca de los futuros entornos de conectividad que configurarán el desarrollo de la banda ancha, el despliegue de las redes fijas de fibra y las nuevas tecnologías de comunicaciones inalámbricas. El proceso operativo seguido para ello ha constado de 9 etapas, en las cuales se han realizado las actividades indicadas esquemáticamente en la **figura 3**.

Para la definición de dichas hipótesis de futuro hemos contado con la colaboración de un Panel de Expertos, integrado por una decena de profesionales de reconocido prestigio del sector de las TIC, cuya relación detallada de miembros se indica en el Anexo I.

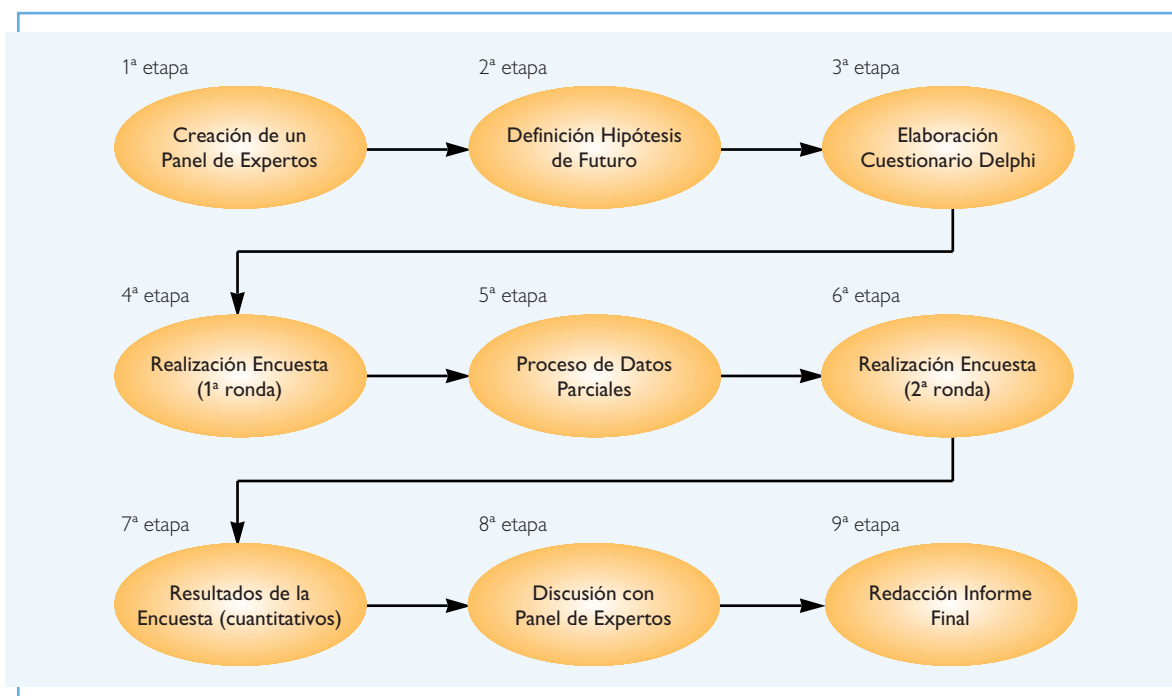
Estos expertos han participado en la realización del estudio en dos fases de su desarrollo. En la primera de ellas -al inicio del proyecto- han ayudado a identificar una serie de temas o hipótesis relevantes para la evolución futura de la conectividad, mientras que en la segunda -una vez realizado el trabajo de campo- han prestado su colaboración para analizar y comprender los resultados obtenidos en el mismo.

A partir de los temas o hipótesis de futuro identificados se ha elaborado un cuestionario Delphi, el cual ha constituido el instrumento básico para la realización de una encuesta prospectiva entre una amplia muestra de profesionales del sector de las tecnologías de la información y la comunicación.

Dicho cuestionario ha constado de **41 hipótesis** (para más detalles acerca de su contenido, ver el Anexo II), las cuales se han estructurado de acuerdo con los tres ámbitos temáticos fijados en el modelo conceptual descrito anteriormente, esto es:

- **Redes**
- **Tecnologías**
- **Aplicaciones**

FIGURA 3. PROCESO OPERATIVO SEGUIDO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO



En la mayoría de las cuestiones planteadas se ha recabado información a los profesionales encuestados en relación con:

- El **horizonte temporal** más plausible para la materialización de las hipótesis planteadas (en los intervalos cronológicos de los años 2007 al 2010; del 2010 al 2015; más allá del 2015; y Nunca).
- Las **barreras** que presumiblemente impedirán u obstaculizarán el desarrollo de los temas planteados (sociales, económicas, de mercado, tecnológicas o regulatorias).

Asimismo, se han introducido también un cierto número de cuestiones de carácter cualitativo, las cuales tenían como

objetivo determinar el grado de acuerdo o desacuerdo de los profesionales encuestados en relación con las cuestiones planteadas.

Procediendo de acuerdo con la metodología Delphi, el cuestionario se ha hecho circular una segunda vuelta (segunda ronda) entre los profesionales encuestados, en aquellas cuestiones que ofrecían resultados dudosos, con objeto de lograr un mayor grado de consenso entre ellos.

Los datos obtenidos en la encuesta prospectiva se indican de forma detallada, hipótesis por hipótesis, en el Anexo II y corresponden al porcentaje de expertos que han seleccio-

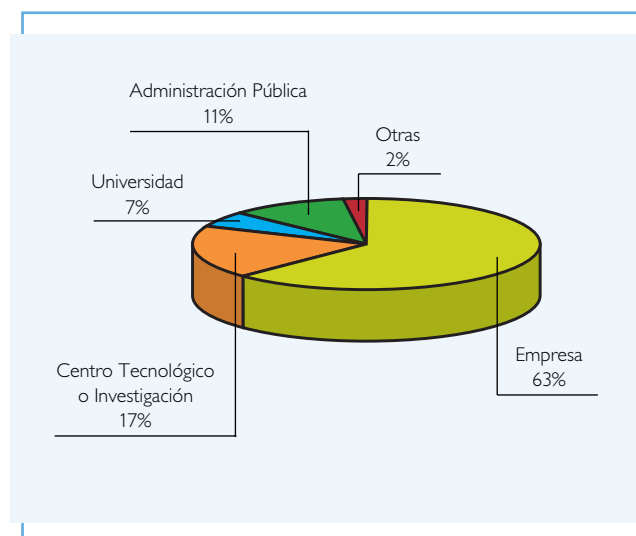
nado una opción determinada, de entre el conjunto de expertos que han respondido la encuesta.

Una vez concluido el trabajo de campo, los resultados cuantitativos obtenidos se han analizado y discutido posteriormente con los miembros del Panel de Expertos del sector, constituido a tal efecto. Por último, en base a los datos cuantitativos obtenidos en la encuesta y las valoraciones de carácter cualitativo efectuadas por el Panel de Expertos se han extraído los resultados y las conclusiones finales del estudio, que ahora se presentan en el presente trabajo.


La encuesta prospectiva y el trabajo de campo necesarios para la elaboración del estudio han sido llevados a cabo entre los meses de noviembre de 2006 y abril de 2007. La encuesta fue enviada a 163 expertos y profesionales relacionados con el sector de las TIC, siendo respondida por 46 de ellos, lo que representa una tasa de respuesta del 28%, aproximadamente, cifra habitual en este tipo de estudios.

El **perfil de los profesionales encuestados** responde, a grandes rasgos, al de una persona de mediana edad, localizado por toda la geografía española, aunque mayoritaria-

FIGURA 4. PROCEDENCIA DE LOS PROFESIONALES ENCUESTADOS



mente en las comunidades de Madrid y Cataluña, y procedente en su mayoría del sector empresarial, como puede observarse en la **figura 4**. Este último grupo ha estado integrado por representantes de operadoras de telecomunicaciones, integradores de sistemas y proveedores de tecnología, aproximadamente a partes iguales.



Tendencias de evolución de las redes

Las redes de telecomunicaciones, ya se trate de las redes de acceso o bien de las redes troncales de transporte, constituyen ya una infraestructura básica más dentro de las sociedades modernas, a semejanza de lo que tradicionalmente han representado las de agua, gas y electricidad. Sobre ellas discurren la voz, los datos y las señales de vídeo que hacen posible la prestación de un amplio abanico de servicios de comunicaciones. Por este motivo juegan un papel fundamental en la conectividad de personas, organizaciones y dispositivos en las sociedades avanzadas.

En este apartado centraremos nuestra atención en las tendencias de evolución de las redes, en términos generales, si bien pondremos el énfasis en las tendencias de evolución de las redes de acceso de nueva generación, que son las

que se prevé que experimenten un mayor grado de transformación externa en el futuro.

Con el fin de facilitar nuestro análisis, en primer lugar, dividiremos nuestra exposición en dos grandes bloques, correspondientes al desarrollo de las redes fijas, por una parte, y al de las redes móviles, por otra, para pasar seguidamente a comentar los efectos que la convergencia tecnológica va a representar en el futuro para la integración de los diferentes tipos de redes existentes (voz, móviles y datos).

El desarrollo de la banda ancha

En la mayor parte de países desarrollados, el crecimiento del acceso a Internet en los últimos años ha discurrido de

forma paralela a un despliegue acelerado de redes de telecomunicaciones de alta velocidad y capacidad de transmisión de datos, más conocidas con el nombre genérico de redes de banda ancha.

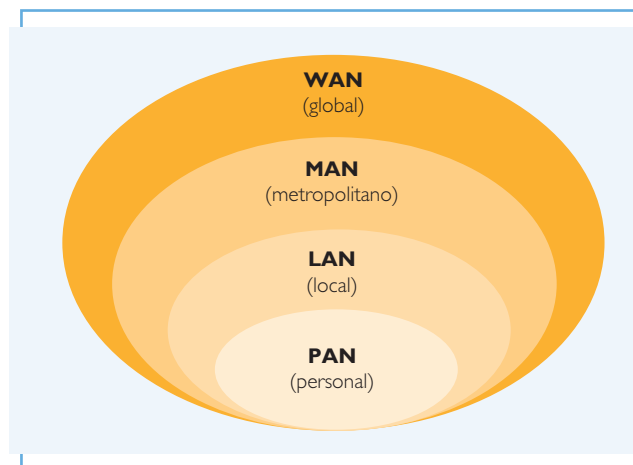
La banda ancha comprende un conjunto amplio de tecnologías desarrolladas para soportar la prestación de servicios multimedia interactivos, con la característica de estar siempre conectados (*always on*), permitiendo el uso simultáneo de servicios de voz, vídeo y datos, y proporcionando unas velocidades de transmisión que evolucionan con el tiempo (actualmente el mínimo estaría situado en torno a los 2 Mbps, como cifra orientativa).

Estas redes vienen soportadas por tecnologías de naturaleza muy diversa, tanto cableadas, como móviles e inalámbricas, cuyas prestaciones técnicas, coste y aplicaciones varían sensiblemente de unas a otras. En general, puede decirse que no existe una tecnología ideal para todos los casos y circunstancias, sino que en la práctica se da (y en el futuro también se va a dar) una coexistencia de todas ellas, en mayor o menor medida, dependiendo de los entornos y aplicaciones de que se trate.

Este hecho puede entenderse mejor si se consideran los diferentes ámbitos de aplicación derivados de su alcance (ver la [figura 5](#)). Según su alcance físico se clasifican, de menor a mayor rango, en tecnologías y redes de ámbito personal (PAN), local (LAN), metropolitano (MAN) o global (WAN), respectivamente. En el caso de que se trate de tecnologías inalámbricas, basadas en enlaces vía radio, reciben la misma denominación precedida del prefijo "W" (correspondiente al término *wireless* –inalámbrico-, en inglés).

La penetración de la banda ancha entre la población está siendo un factor de atención prioritaria en las políticas de los

FIGURA 5. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁMBITOS QUE ABARCAN LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA, EN FUNCIÓN DE SU ALCANCE



países más avanzados, debido a su estrecha relación con el desarrollo económico. En efecto, diversos trabajos empíricos (OCDE, Comisión Europea, etc.) ponen de manifiesto la fuerte correlación existente entre el desarrollo económico de los países occidentales, medido a través del PIB per cápita, y la penetración de la banda ancha entre la población.

Por otra parte, se constata también una concentración de la demanda de las conexiones de banda ancha en las áreas urbanas, debido a una mayor disponibilidad de este tipo de conexiones en las áreas más pobladas, en detrimento de las posibilidades de desarrollo de las zonas rurales y de menor densidad de población. Ello podría comportar dificultades para el desarrollo económico y social de dichas zonas a medio y largo plazo, lo que justificaría una intervención de las administraciones públicas allí donde no lleguen los operadores de telecomunicaciones, por la dificultad para rentabilizar sus inversiones en nuevas infraestructuras (según la teoría de los fallos de mercado).



Por los motivos indicados anteriormente, el despliegue de las redes de telecomunicaciones de banda ancha ocupa un lugar destacado en la agenda política de la mayoría de los países desarrollados y en particular en los de la Unión Europea.

España no ha sido ajena a esta dinámica, puesto que en los últimos cinco años ha experimentado un crecimiento muy notable del número de conexiones de banda ancha. Este crecimiento ha sido superior o igual al 50% anual, disponiendo actualmente de más de 7 millones de este tipo de conexiones, lo que representa una penetración en torno a 17 líneas/100 habitantes¹ y el 33% de los hogares españoles², una cifra que se sitúa por debajo de la media europea.

De cara al futuro se prevé que exista una mayor demanda de redes de banda ancha, debido a la posibilidad técnica de poder disfrutar de servicios avanzados de telecomunicaciones, tales como las transmisiones de televisión de alta definición (HDTV), el vídeo bajo demanda (VoD), la videotelefonía, el acceso rápido a Internet y los videojuegos en línea, entre otros, los cuales son intensivos en consumo de ancho de banda. Además de ello, la demanda de un mayor número de aplicaciones y servicios por parte de varias personas a la vez, va a reclamar la disponibilidad de conexiones con un creciente ancho de banda, tanto en el ámbito doméstico como en el empresarial (del orden de 50 Mbps o más). Por todo ello será necesario que las infraestructuras de telecomunicaciones, y en particular las redes de acceso, se vayan adaptando progresivamente a los requerimientos técnicos exigidas por estos nuevos servicios.

¹ Según datos facilitados por la CMT, correspondientes al año 2007.

² Según datos facilitados por el INE, correspondientes al 2º semestre de 2006.

En este sentido, en los siguientes apartados se indican los resultados obtenidos en la encuesta prospectiva llevada a cabo, en la cual se ha recabado la opinión de los profesionales del sector TIC acerca del horizonte temporal en que estarán disponibles determinados anchos de banda de forma habitual en España, tanto para las redes fijas como para las redes móviles. Las fechas indicadas en ellos deben tomarse a título orientativo, como resultado de un proceso de **difusión tecnológica** en el seno de la sociedad española, las cuales serán en todos los casos posteriores a la fecha de disponibilidad en el mercado de las tecnologías que pueden suministrar tales anchos de banda.

Redes de comunicaciones fijas

De forma simplificada, las redes fijas constituyen las infraestructuras de telecomunicaciones que transmiten la información por medio de algún tipo de soporte físico, ya sea par de cobre, cable o fibra óptica. Se trata, por consiguiente, de redes basadas en algún tipo de solución cableada.

Su estructura se divide en dos grandes grupos: las **redes troncales** de transporte, por un lado, que son las encargadas de interconectar los diferentes nodos o centrales distribuidas geográficamente por todo el territorio y las **redes de acceso**, por otro, que proporcionan la conexión de la denominada “última milla” hasta llegar al domicilio de los usuarios. Mientras que las primeras intercambian grandes volúmenes de información entre sus diferentes nodos, debido a su papel agregador, las segundas manejan cantidades de información mucho más discretas, por el hecho de servir como canales capilares de distribución individual hasta el domicilio de los usuarios.

Los operadores de telecomunicaciones han realizado im-

portantes inversiones en infraestructura física en España en la última década, incrementando sustancialmente la capacidad de las redes, tanto las troncales como las de acceso. Si bien será necesario continuar invirtiendo en ambas en el futuro, se considera que las redes de acceso van a requerir un mayor esfuerzo inversor en los próximos años para atender la demanda de creciente ancho de banda por parte de los usuarios.

Tendencias de evolución del ancho de banda en redes fijas

Los resultados obtenidos en la encuesta prospectiva realizada muestran que será habitual disponer en España de anchos de banda a través de redes fijas comprendidos entre los 3 y los 20 Mbps en el corto y medio plazo, más concretamente en el período comprendido entre el 2007 y el 2010 (ver la [figura 6](#)). Estas velocidades se lograrán en su mayor parte por medio de enlaces del tipo ADSL (con sus diferentes variantes) y también mediante cable. Las barreras existentes para su materialización son (y serán) esencial-

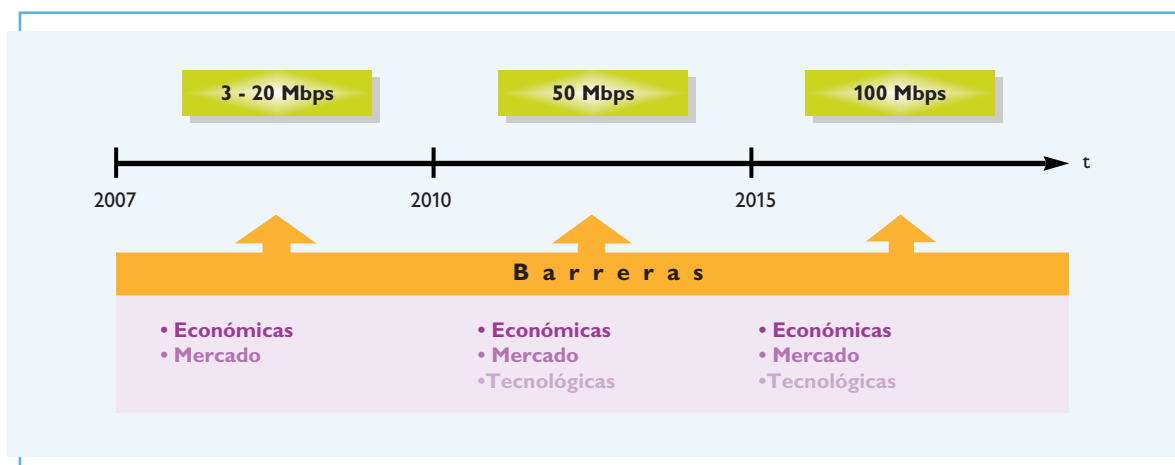
mente de tipo económico y de mercado, puesto que se trata de tecnologías ya maduras.

Estas cifras se incrementarán con las redes fijas de nueva generación hasta los 50 Mbps, como máximo, en el medio-largo plazo (más concretamente en el período comprendido entre el 2010 y el 2015), llegándose hasta los 100 Mbps o más a muy largo plazo (más allá del año 2015).

En el primer caso, los anchos de banda de hasta 50 Mbps se alcanzarán con el uso de la tecnología VDSL2, en el caso de usuarios muy próximos a las centrales (los cuales serán una minoría), o bien mediante una combinación de fibra óptica (FTTN/B) más VDSL2, que será la solución más habitual para el resto de usuarios.

En el segundo caso, los anchos de banda de 100 Mbps o más se alcanzarán con el uso de fibra directamente hasta el domicilio (FTTH), cuando se trate de usuarios individuales, o bien por medio una combinación de fibra óptica directa

FIGURA 6. TENDENCIAS DE EVOLUCIÓN DEL ANCHO DE BANDA HABITUAL EN LAS REDES FIJAS





hasta el edificio (FTTB) más VDSL2, cuando se trate de comunidades de vecinos.

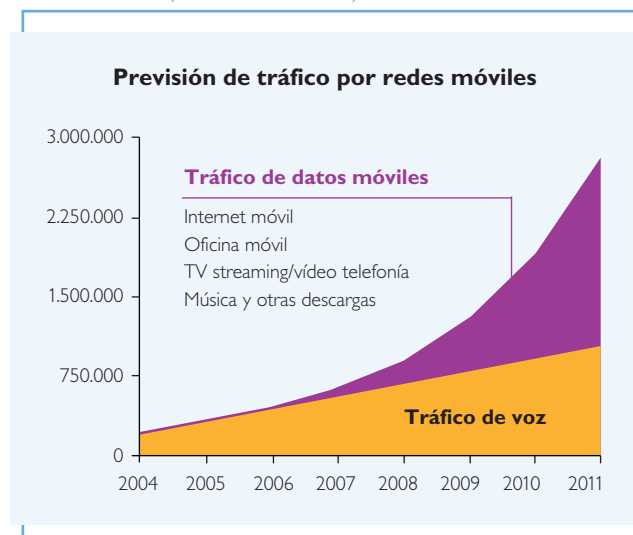
Las características de las opciones técnicas existentes en cada caso serán descritas con mayor amplitud en el siguiente capítulo, correspondiente a las tendencias de evolución de las tecnologías. En ambos casos los obstáculos existentes para su materialización son también de naturaleza económica y de mercado, pero además de ellas deben añadirse otras barreras de tipo tecnológico, debido a la necesidad de un mayor grado de maduración de las mismas.

Redes de comunicaciones móviles

A diferencia de las redes fijas, que están integradas completamente por infraestructuras cableadas de extremo a extremo, las redes de comunicaciones móviles se basan en soluciones de radio en sus extremos finales, con el fin de proporcionar una conexión móvil a sus usuarios dentro del área de cobertura.

La implantación en la Unión Europea y en otras muchas áreas geográficas del mundo de la telefonía móvil de segunda generación (2G) ha constituido sin duda una historia de éxito, como es bien conocido. Una vez consolidado este estándar, el progreso tecnológico experimentado en el campo de las comunicaciones móviles ha permitido avanzar hacia sistemas de mayores prestaciones, como ha sucedido recientemente con las redes de tercera generación (3G). A su vez, las posibilidades técnicas ofrecidas por su tecnología de base permitirán ofrecer mayores anchos de banda, gracias al desarrollo de tecnologías evolutivas como HSPA, que aumentarán sustancialmente las velocidades de transmisión, tanto en el canal de bajada como en el de subida (3,5G).

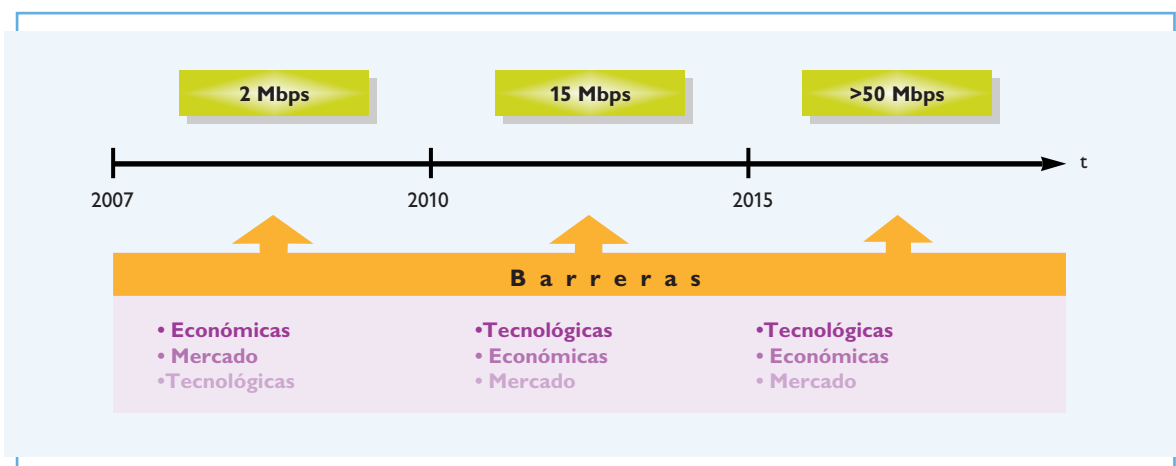
FIGURA 7. PREVISIÓN DEL TRÁFICO GLOBAL POR REDES MÓVILES, EN TERABYTES (FUENTE: ERICSSON)



Estos avances tecnológicos van a representar un salto cuantitativo y cualitativo en el mundo de las comunicaciones móviles, ya que será posible transmitir no sólo voz, sino también imágenes y datos a alta velocidad en condiciones de movilidad, abriendo así la puerta al desarrollo de aplicaciones móviles de banda ancha, que puedan proporcionar una experiencia de uso mucho más rica y útil a los usuarios.

En este sentido, las previsiones para los próximos años apuntan a que, mientras que el tráfico global de voz aumenta linealmente, el tráfico de datos lo haga exponencialmente, como se muestra en la **figura 7**. Las aplicaciones relacionadas con Internet móvil, oficina móvil, videotelefonía, TV mediante *streaming*, así como la descarga de música y otros contenidos, entre otras, serán las que darán origen a esta importante demanda de transmisión de datos en condiciones de movilidad.

FIGURA 8. TENDENCIAS DE EVOLUCIÓN DEL ANCHO DE BANDA HABITUAL EN LAS REDES MÓVILES



Tendencias de evolución del ancho de banda en redes móviles

Los resultados obtenidos en la encuesta prospectiva realizada muestran que podrá ser habitual disponer en España de anchos de banda a través de redes móviles en torno a los 2 Mbps como máximo a corto y medio plazo, en el período comprendido entre el 2007 y el 2010 (ver la **figura 8**). Estas velocidades se lograrán con las redes móviles de 3G evolucionadas y más concretamente con las estaciones que operen con la tecnología HSDPA en el canal de bajada. Las barreras existentes para su materialización son (y serán) esencialmente de tipo económico y de mercado, puesto que estarán condicionadas al despliegue de este tipo de redes, aunque también de tipo tecnológico, en función de la disponibilidad de terminales de usuario adecuados para operar con esta tecnología.

Estas cifras se verán incrementadas hasta cerca de 15 Mbps como máximo, en el medio-largo plazo (período com-

prendido entre el 2010 y el 2015), pudiéndose llegar hasta los 50 Mbps o más a muy largo plazo (más allá del año 2015).

En el primer caso, los anchos de banda de cerca de 15 Mbps en el canal de bajada se alcanzarán con el uso de las tecnologías HSPA (*High Speed Packet Access*), las cuales proporcionarán también avances significativos en la velocidad del canal de subida (3,5G).

En el segundo caso, los anchos de banda de 50 Mbps o más se alcanzarán con el advenimiento de las redes de cuarta generación 4G, en las cuales se prevé la utilización combinada de diferentes tecnologías, que se encuentran todavía en fase de investigación.

Las características de las opciones técnicas existentes en cada caso serán descritas con mayor amplitud en el siguiente capítulo, correspondiente a las tendencias de evolución de



las tecnologías. En ambos casos, los obstáculos existentes para su materialización son esencialmente de tipo tecnológico, puesto que se trata de tecnologías que se encuentran todavía en pleno proceso de desarrollo o incluso en etapas previas de investigación, como se ha indicado.

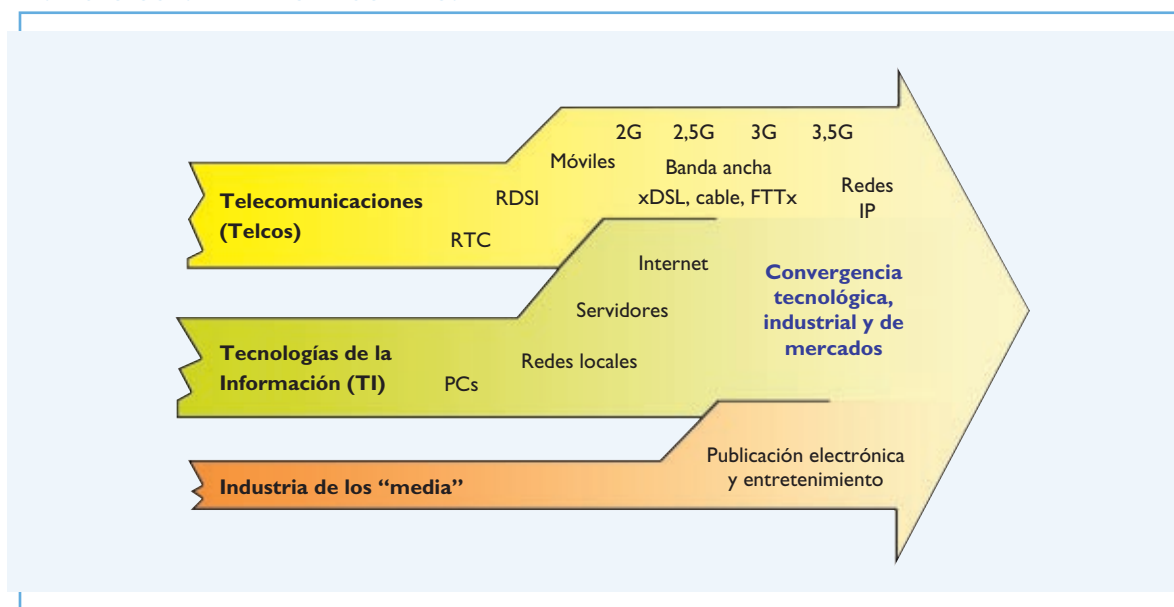
El proceso de convergencia tecnológica

Un proceso imparable que tiene lugar en el sector de las TIC desde hace tiempo es el de la convergencia tecnológica entre los mundos de las tecnologías de la información, las telecomunicaciones y el sector audiovisual o de los “media” (ver la **figura 9**). Este fenómeno se ha visto propiciado por la digitalización de todo tipo de señales, ya sean de voz, texto, imagen o vídeo.

Como consecuencia de ello, cada vez resulta más evidente la progresiva integración de usos y funciones entre las diferentes redes e infraestructuras de acceso, los equipos y terminales de usuario, así como en los servicios y aplicaciones ofrecidos sobre ellos. De esta forma la convergencia tecnológica del sector de las TIC con el de los “media” deriva a su vez en un proceso paralelo de convergencia industrial y de mercados, en el que cada vez resulta más difícil establecer fronteras y poder afirmar dónde terminan las actividades de un sector y empiezan las de otro, o viceversa.

Claros ejemplos de ello son, entre otros, el desarrollo de aplicaciones para Internet, cuya realización se sustenta sobre plataformas tecnológicas que proceden originalmente del mundo de las tecnologías de la información, pero que

FIGURA 9. PROCESO DE CONVERGENCIA ENTRE LOS SECTORES DE LAS TELECOMUNICACIONES, LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LOS “MEDIA”.

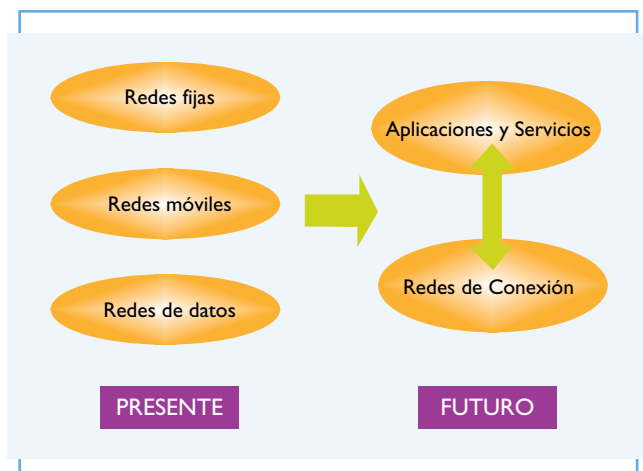


requieren el concurso de una potente red de telecomunicaciones de alcance global para su materialización. O bien el diseño y la fabricación de terminales móviles, cuyo desarrollo no sería posible sin la fusión de la microelectrónica con las últimas tecnologías de la información y de las comunicaciones. O, por citar un último ejemplo, el desarrollo de todo tipo de contenidos multimedia, cuya difusión requiere la disponibilidad de una infraestructura informática y de telecomunicaciones adecuada por parte de los usuarios.

El modelo de redes de “todo sobre IP”

Uno de los movimientos más importantes, sin duda, del proceso de convergencia tecnológica indicado es el que tiene como efecto la confluencia de los distintos tipos de redes de telecomunicaciones (fijas, móviles y datos) hacia un único modelo de infraestructuras de transporte basado de forma creciente en el protocolo de Internet o IP (ver la **figura 10**).

FIGURA 10. PROCESO DE CONVERGENCIA ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE REDES DE COMUNICACIONES EXISTENTES HACIA UN MODELO DE “TODO SOBRE IP”



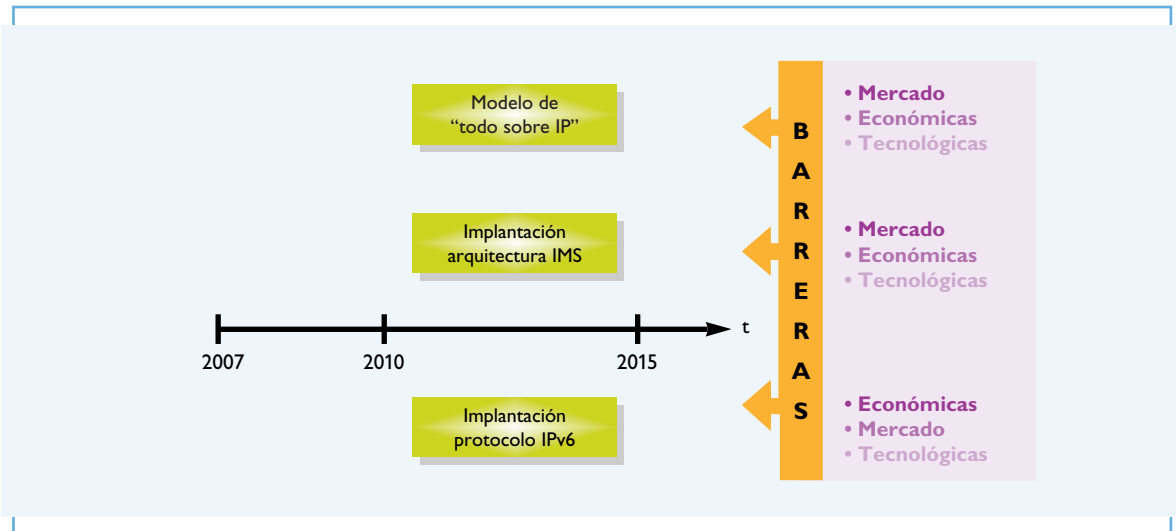
De esta forma se avanza hacia un modelo futuro a largo plazo de redes de telecomunicaciones del tipo “todo sobre IP”, en el cual las mismas infraestructuras servirán para el transporte de todo tipo de informaciones, independientemente de cual sea su naturaleza en origen (voz, datos, vídeo, etc.). Este proceso se está llevando a cabo primero en el “núcleo” de las redes de telecomunicaciones (*core*), trasladándose posteriormente hacia el nivel de acceso.

La tendencia actual se orienta, pues, hacia la construcción de redes de telecomunicaciones completamente digitales, basadas en la transmisión por paquetes de acuerdo con el protocolo IP, independientemente del tipo de señales transmitidas, a las que se puede acceder en la “última milla” a través de diferentes tecnologías. De esta forma se optimizan las inversiones en la construcción de nuevas redes (CAPEX) y se abaratan sus costes de explotación (OPEX), lo que permite obtener el máximo beneficio de las inversiones realizadas en infraestructura.

Tendencias en la implantación del modelo “todo sobre IP”

Los resultados obtenidos en la encuesta prospectiva realizada ponen de manifiesto que este modelo de “todo sobre IP” podrá materializarse en España en el medio-largo plazo, y más concretamente en el período comprendido entre el 2010 y el 2015 (ver la **figura 11**). De hecho, todos los operadores de telecomunicaciones han comenzado ya a migrar sus redes hacia IP, por las ventajas técnicas y económicas que les representa su explotación. Esta operación se está realizando primero en el núcleo de la red, es decir, en las redes de transporte, y posteriormente se trasladará también a las redes de acceso. Los obstáculos señalados para su materialización son fundamentalmente de mercado, por lo que su implantación será progresiva a medida que proliferare la demanda de aplicaciones y servicios basados en IP.

FIGURA 11. HORIZONTE TEMPORAL DE IMPLANTACIÓN DEL MODELO DE “TODO SOBRE IP”, LA ARQUITECTURA IMS Y EL PROTOCOLO IPv6.



Un efecto derivado del modelo “todo sobre IP” es el que concierne a la implantación de la denominada arquitectura IMS (*IP Multimedia Subsystem*), la cual permitirá integrar las redes de comunicaciones móviles con las redes IP, propias de Internet. Ello posibilitará la fusión del mundo de Internet con el de los móviles, lo cual permitirá ofrecer numerosos servicios multimedia (voz, vídeo, datos, etc.) de forma ubicua y transparente para los usuarios. Desde el punto de vista técnico esto se consigue introduciendo una capa horizontal de control en la arquitectura de red, que aísla la red de acceso de la capa del servicio. De esta forma los servicios no tienen porqué tener sus propias funciones de control, ya que la capa de control horizontal es común para todos los posibles servicios. Aquí también el horizonte temporal obtenido en la encuesta para la implantación de la arquitectura IMS va del medio al largo plazo, dentro del período comprendido en el 2010 y el 2015. Análogamente, en

este caso las mayores barreras existentes para su materialización tienen su origen en el mercado, puesto que de momento no existen prácticamente servicios que lo exploten y sólo se generará una demanda importante si se desarrolla un conjunto de servicios que tenga sentido y aporte valor a los usuarios. Por el momento existe la duda acerca de qué agente(s) se va(n) a decidir a desarrollar inicialmente tales servicios. Por este motivo el panel de expertos ha señalado que el plazo de implantación de tal arquitectura podría llegar a ser algo más largo del indicado.

Uno de los ejes principales que va a marcar la evolución futura de Internet va a ser el cambio del protocolo en que se basa su funcionamiento, desde su versión actual (IPv4) a la versión futura (IPv6). Este cambio viene motivado sobre todo por la limitada capacidad de asignación de direcciones del protocolo actual, que ya empieza a mostrar sig-

nos de saturación y que resultaría insuficiente para satisfacer la ingente cantidad de direcciones IP que se prevé serán necesarias en el futuro. A largo plazo se prevé que la Red conecte no tan sólo personas y organizaciones, sino también todo tipo de dispositivos y máquinas entre ellos, incluidos los terminales móviles. El horizonte temporal obtenido en la encuesta prospectiva para que se lleva a

cabo este cambio se sitúa igualmente en el medio-largo plazo (período 2010-2015), si bien el Panel de Expertos ha considerado que no existe una urgencia inmediata para ello, por no ser imprescindible, por lo que dicho plazo también podría demorarse en el tiempo. En este caso los principales obstáculos a superar para la implantación del nuevo protocolo son esencialmente de tipo tecnológico.



Tendencias de evolución de las tecnologías

Una vez vistas en el capítulo anterior las tendencias de evolución que se prevén para las redes de telecomunicaciones en los próximos años, en este apartado procederemos a efectuar un repaso similar en lo que hace referencia a las tecnologías, y más concretamente en lo relativo a los desarrollos tecnológicos en el campo de la banda ancha, ya se trate de tecnologías de redes fijas, redes móviles o tecnologías inalámbricas.

Asimismo, en este mismo capítulo abordaremos la cuestión referente al proceso de convergencia fijo-móvil en sus vertientes tecnológica y económica, un tema que presumiblemente será recurrente a corto y medio plazo.

También, en este mismo apartado esbozaremos las características de dos entornos de conectividad posibles que se

pueden configurar en el futuro, gracias al despliegue de redes fijas de fibra óptica y la implantación de nuevas tecnologías inalámbricas que aparecerán próximamente en el mercado.

Tecnologías de redes fijas

Una tendencia clara que se vislumbra para los próximos años, como ya hemos comentado, será la creciente disponibilidad de mayores anchos de banda en todo tipo de redes de telecomunicaciones, particularmente en el caso de las redes fijas. Esta tendencia se materializará en el despliegue de las denominadas “redes de siguiente generación”, como veremos en los siguientes apartados.

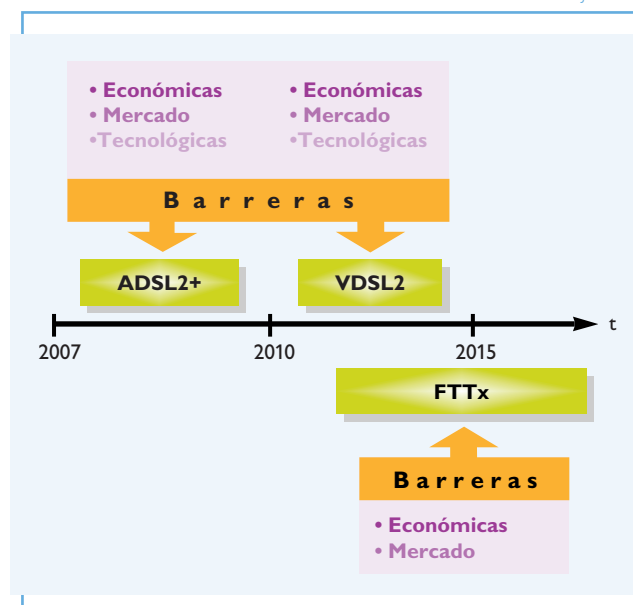
Tendencias de evolución de las tecnologías de redes fijas

En el corto plazo (período 2007-2010) se dispondrá habitualmente en España de anchos de banda comprendidos entre los 3 y los 20 Mbps, como han puesto de manifiesto los resultados obtenidos en la encuesta prospectiva realizada. Estas velocidades se lograrán en su mayor parte por medio de enlaces del tipo ADSL (con sus diferentes variantes: ADSL, ADSL2 y ADSL2+) y también mediante cable, aunque en menor medida (ver la [figura 12](#)).

Las barreras existentes para la materialización de este estado son (y serán) esencialmente de tipo económico y de mercado, puesto que estamos hablando de tecnologías ya maduras y ampliamente probadas en condiciones reales. De lo que se tratará durante este período es de explotar al máximo lo que puede dar de sí el par de cobre, teniendo en cuenta que con dichas tecnologías la distancia de los usuarios a las centrales telefónicas impone severas restricciones a la velocidad real disponible.

En el medio y largo plazo (período 2010-2015) los anchos de banda anteriores podrán multiplicarse, hasta llegar a los 50 Mbps, como máximo, gracias al uso de la tecnología VDSL2, que permite mayores velocidades sobre par de cobre que la ADSL. Ello representará un salto cuantitativo respecto a dicha tecnología y posibilitará la disponibilidad de servicios avanzados, tales como por ejemplo la recepción simultánea de varios canales de televisión en formato de alta definición, entre otros. La tecnología VDSL2 adolece, no obstante, del problema de que su rendimiento decae rápidamente con la distancia, a partir de los 300 m. aproximadamente. Por este motivo, la conexión directa mediante esta tecnología sólo será posible para usuarios muy próximos a las centrales telefónicas, los cuales son una minoría.

FIGURA 12. HORIZONTE TEMPORAL DE IMPLANTACIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA POR REDES FIJAS



En lugar de esto, otra posibilidad consiste en utilizar una combinación de fibra óptica más VDSL2, lo cual será la solución más habitual para el resto de usuarios en entornos urbanos o densamente poblados. Las soluciones técnicas existentes para ello son esencialmente dos: el empleo de fibra óptica hasta el nodo más cercano al usuario y luego continuar con par de cobre hasta su edificio o residencia (modalidad FTTN + VDSL2) o bien la utilización de fibra óptica directamente hasta el bloque del usuario y luego continuar internamente con par de cobre (modalidad FTTB + VDSL2). Ambas opciones comportan la utilización de los denominados equipos DSLAM en armarios, los cuales estarían distribuidos en la vía pública o en un local próximo, a una distancia de 200-300 m. del usuario, en el primer caso, o bien en el propio bloque de viviendas para dar servicio al conjunto de vecinos de la comunidad, en el segundo caso.

Ambas modalidades vienen representadas de forma esquemática en las **figuras 13 y 14**, respectivamente.

Los obstáculos existentes para su materialización son esencialmente de naturaleza económica y de mercado, debido a los elevados costes requeridos para su despliegue, como se comentará más adelante, así como a la necesidad de generar una demanda importante de aplicaciones de banda ancha avanzadas.

El despliegue de la modalidad FTTN + VDSL2 supone la realización de importantes inversiones en planta exterior por parte de los operadores de telecomunicaciones, ya que comporta la instalación de arquetas o armarios que alberguen los equipos multiplexores DSLAM en una ubicación, que puede ser la vía pública u otros locales particulares. Estos costes pueden ser, en el caso de España, particularmente altos puesto que, a diferencia de otros países europeos de nuestro entorno, en los que es habitual el uso de arma-

FIGURA 13. MODALIDAD DE DESPLIEGUE DE REDES FIJAS DE BANDA ANCHA BASADA EN LA COMBINACIÓN DE TECNOLOGÍAS FTTN+VDSL2

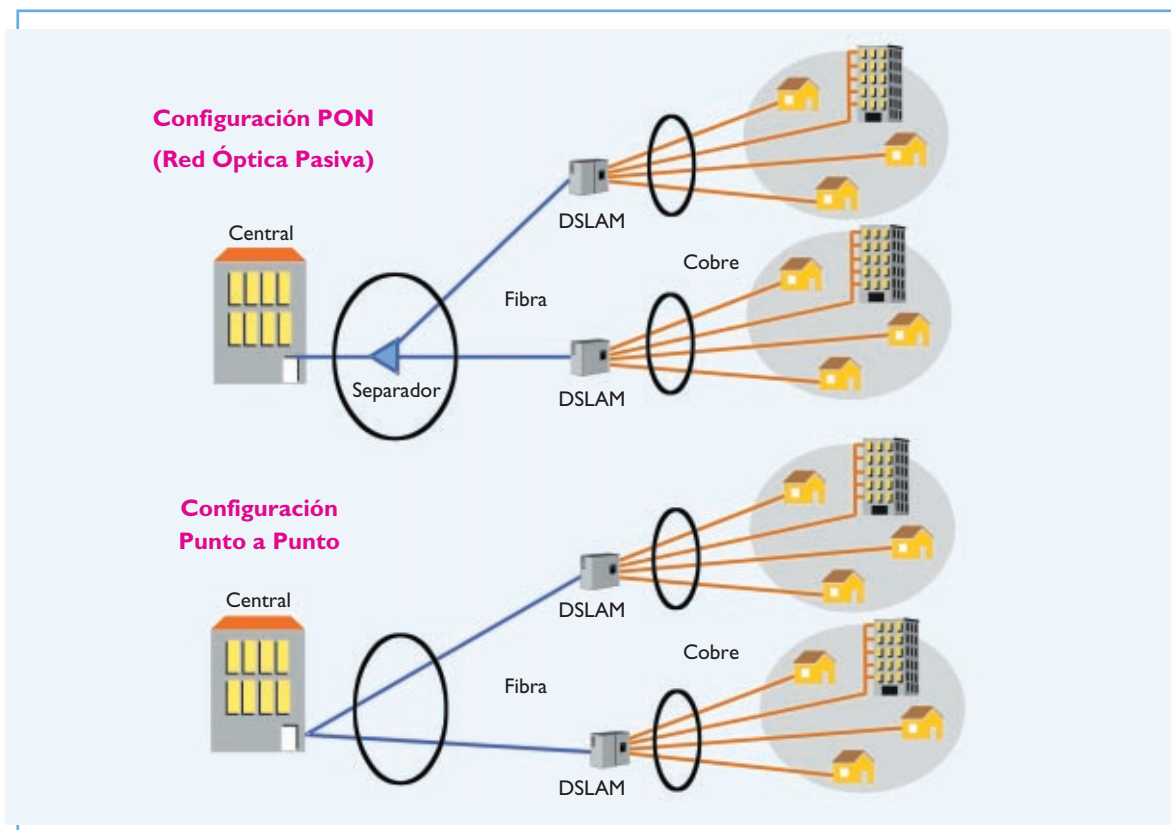
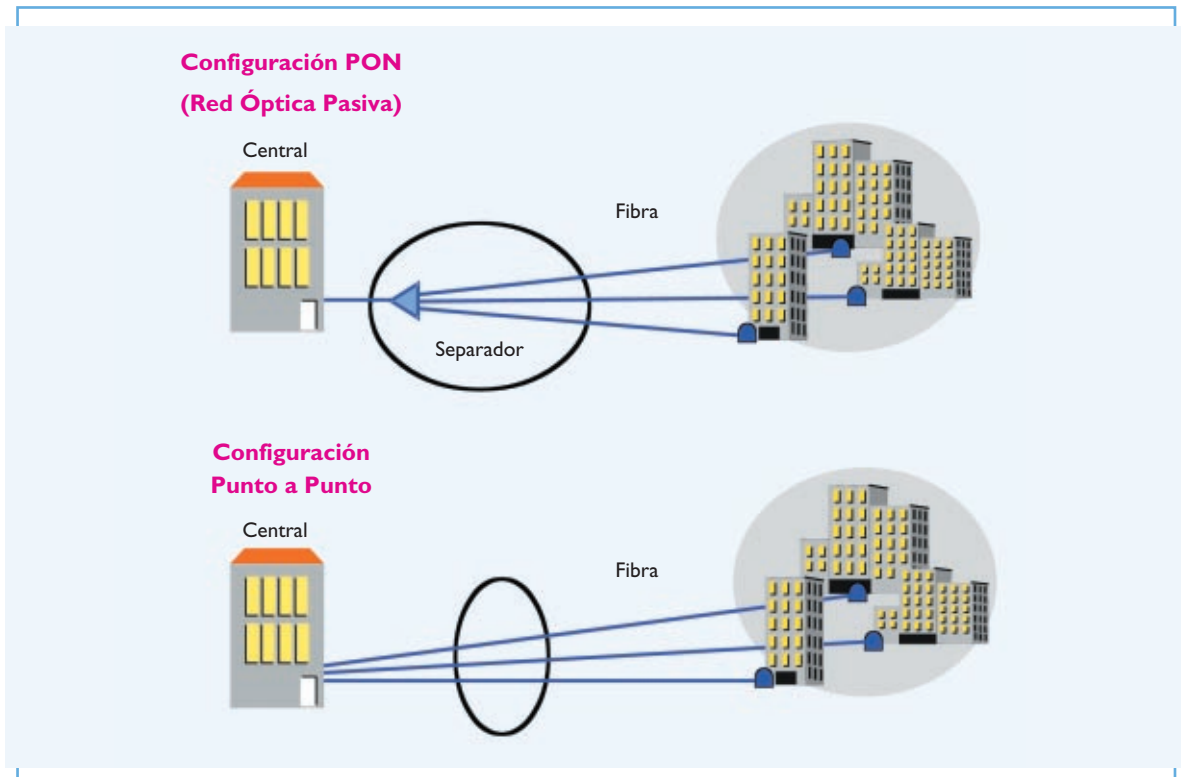


FIGURA 14. MODALIDAD DE DESPLIEGUE DE REDES FIJAS DE BANDA ANCHA BASADA EN LA COMBINACIÓN DE TECNOLOGÍAS FTTB+VDSL2



rios de distribución en la vía pública, en nuestro país se utilizan normalmente arquetas subterráneas para ello.

La modalidad FTTB + VDSL2, a su vez, comporta la instalación de los equipos DSLAM en el bloque de viviendas o en el edificio de que se trate, en garajes u otros espacios comunes, aprovechando la acometida existente en su interior. Esta operación resulta poco complicada en edificios modernos que dispongan de ICTs (Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones), pero puede resultar bastante más en edificios antiguos que no dispongan de ellas, que

son la mayoría. Con respecto a la modalidad anterior, el despliegue de FTTB + VDSL2 comporta la instalación de un mayor número de armarios y el despliegue de más metros de fibra. Si bien la instalación de los armarios en los propios edificios podría verse simplificada respecto a su ubicación en la vía pública, su implementación requerirá también la realización de fuertes inversiones por parte de los operadores.

Una tercera modalidad consistirá en el despliegue de la fibra óptica directamente hasta el domicilio del usuario



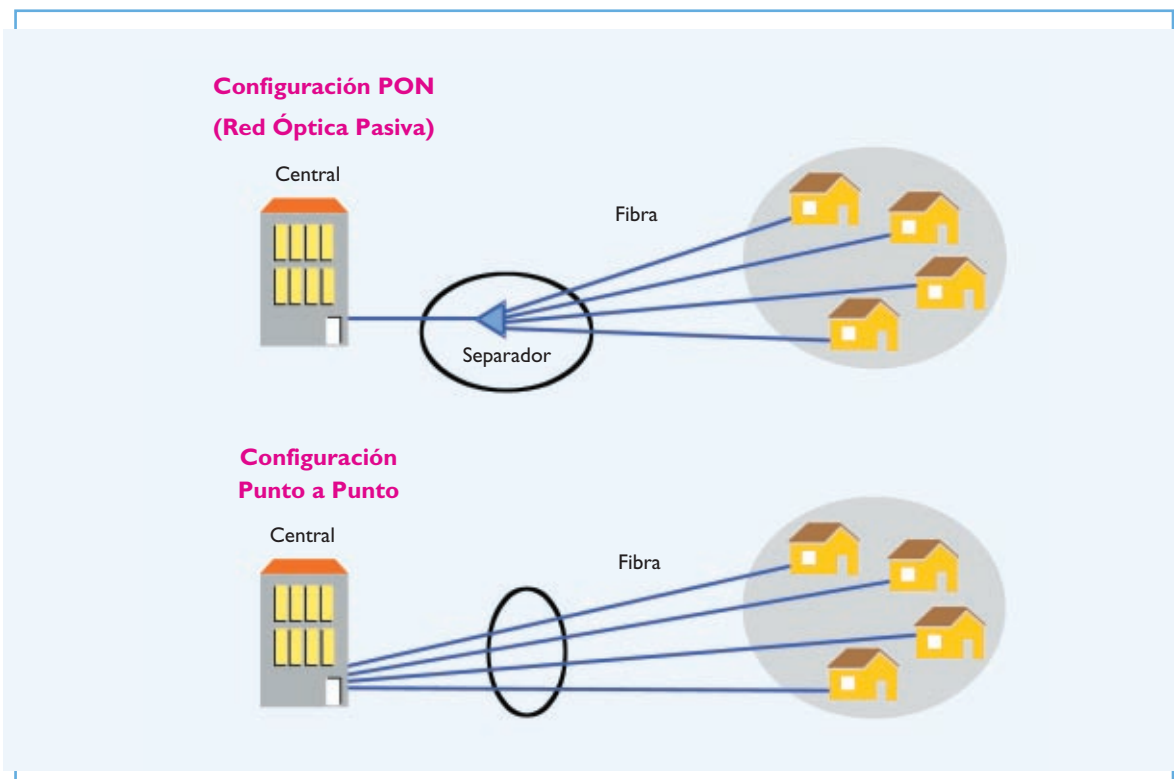
(modalidad FTTH), la cual ofrecerá anchos de banda del orden de 100 Mbps o superiores (sólo limitados por los elementos optoelectrónicos de enlace), y que desde el punto de vista tecnológico es la que ofrece mejores prestaciones, con diferencia, con respecto a los anteriores.

Las soluciones posibles pueden consistir en conexiones punto a punto desde las centrales hasta cada uno de los usuarios, o bien soluciones del tipo PON (Redes Ópticas Pasivas) que cuenten con divisores ópticos de señal en forma de árbol para atender un cierto número de usuarios

con una misma fibra (ver la [figura 15](#)). Aunque existen varias tecnologías que utilizan esta topología, la denominada GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) es la que ofrece más probabilidades de despliegue por sus prestaciones y su menor coste en fibra.

La modalidad FTTH es la más intensiva en cuanto a inversiones a realizar, de entre las diferentes modalidades de despliegue indicadas, pues afecta tanto a las estructuras internas de los conductos existentes desde las centrales, hasta el tendido de cables dentro de edificios y hogares de los usuarios.

FIGURA 15. MODALIDAD DE DESPLIEGUE DE REDES FIJAS DE BANDA ANCHA BASADA EN LA TECNOLOGÍA FTTH



A causa de estas barreras, esencialmente de tipo económico, es de prever que el despliegue de esta última tecnología se implante inicialmente sólo en urbanizaciones y zonas de nueva construcción que dispongan de un elevado nivel de renta. Más adelante, y siempre a muy largo plazo, podría generalizarse su implantación en otras áreas urbanas con una elevada densidad de población, siempre en función de las expectativas de rentabilidad y retorno de la inversión esperado por los operadores.

Debido a las importantes implicaciones económicas, tecnológicas y regulatorias para los operadores de telecomunicaciones que comportará el despliegue de cada una de las modalidades citadas, en mayo de 2007 la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT) decidió efectuar una consulta pública sobre este tipo de redes de nueva generación, con el fin de determinar los criterios con que se regulará su despliegue en España en los próximos años. En el momento de redactar este documento la CMT todavía no se ha pronunciado al respecto, si bien la opinión del Panel de Expertos consultado considera muy probable que dicho organismo se incline por fijar una regulación asimétrica por zonas, la cual esté en función de la densidad de población de cada área geográfica (distinguiendo entre áreas urbanas, semiurbanas y rurales), así como del número de operadores de telecomunicaciones y del grado de competencia existente entre ellos en cada una de dichas áreas.

Sea cual sea la decisión final del órgano regulador, queda claro que su papel en esta materia resultará clave para establecer modalidades de despliegue que sean favorables o no a la inversión en redes de telecomunicaciones de nueva generación por parte de los operadores, que en opinión de los miembros del Panel de Expertos no han de pasar necesariamente por unas “vacaciones regulatorias”.

Tecnologías de redes móviles

El desarrollo a corto y medio plazo de las tecnologías de redes móviles pasa, de una parte, por la plena implantación de las redes de tercera generación (3G) en España y, de otra, por la mejora de sus prestaciones técnicas.

En primer lugar, se tratará de avanzar hacia un uso masivo de la tecnología 3G en nuestro país, dado que su grado de penetración en el 2007 en la sociedad española se sitúa todavía en un nivel de tan sólo el 20% de la población. Esta situación es presumible que se asuma al final de la presente década. Las barreras existentes para su desarrollo son básicamente de naturaleza económica y de mercado, puesto que se trata de una tecnología que permite ofrecer servicios de comunicaciones móviles avanzados para los cuales no existe todavía una demanda natural en el mercado.

En segundo lugar, se tratará de progresar hacia redes más avanzadas, que aumentarán sustancialmente las velocidades de transmisión, evolucionando hacia la llamada 3,5G. Esto último se conseguirá con el desarrollo de tecnologías evolutivas como las vinculadas a HSPA (*High Speed Packet Access*), cuya implantación comportará el despliegue de dos tecnologías, como son la HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) y la HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*). En el primer caso, será posible multiplicar la velocidad del canal de bajada hacia los usuarios hasta los 14 Mbps, mientras que, en el segundo, se podrán alcanzar velocidades en el canal de subida hacia las estaciones base del orden de 5,6 Mbps, valores que multiplican por más de un orden magnitud las cifras disponibles actualmente. Estas mejoras tecnológicas se lograrán esencialmente por medio de sucesivas actualizaciones (*upgrades*) del software de las estaciones base.



Como ya se ha comentado, estos avances tecnológicos van a representar un gran salto cuantitativo y cualitativo en el mundo de las comunicaciones móviles, ya que será posible transmitir no sólo voz, sino también imágenes y datos a alta velocidad en condiciones de movilidad, abriendo así la puerta al desarrollo de aplicaciones móviles de banda ancha, que puedan proporcionar una experiencia de uso mucho más rica y útil a los usuarios. Ejemplos típicos de ello serán la utilización del vídeo y de las aplicaciones multimedia en los servicios móviles (p.e. videotelefonía, acceso a Internet móvil, visionado de plataformas populares de imágenes y vídeos colgados por los propios usuarios, TV por el móvil, etc.), así como numerosos servicios informativos en función de su localización, abriendo infinidad de posibilidades para la comunicación, la información y el entretenimiento.

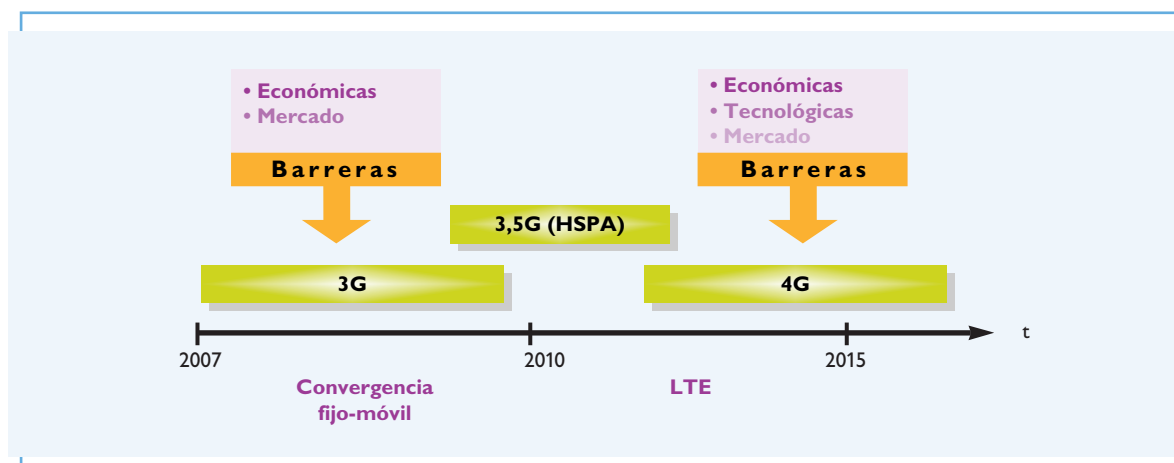
Una cuestión clave que deberá clarificarse a corto y medio plazo será la disponibilidad final de espectro para las comu-

nicaciones móviles avanzadas, sucesoras de la tercera generación, lo cual resultará fundamental para poder garantizar los mayores anchos de banda requeridos por este tipo de tecnologías. Lo previsible es que se progrese hacia estadios de mayor capilaridad de la red, mediante un mayor número de estaciones base repartidas por el territorio, y que el medio radio sea compartido cada vez más entre varios usuarios a la vez, dado su carácter de recurso escaso.

Tendencias de evolución de las tecnologías de redes móviles

Los resultados obtenidos en la encuesta prospectiva realizada demuestran que el despliegue e implantación de las próximas redes móviles de 3,5G, operando bajo las tecnologías HSPA, se llevará a cabo de forma progresiva entre finales de la presente década e inicios de la siguiente (ver la [figura 16](#)). Las barreras existentes para su materialización son (y serán) esencialmente de tipo económico y de mercado, puesto que estarán condicionadas al despliegue en el

FIGURA 16. HORIZONTE TEMPORAL DE IMPLANTACIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA POR REDES MÓVILES



tiempo de este tipo de redes, y también de tipo tecnológico, en función de la disponibilidad masiva de terminales de usuario adecuados para operar con este tipo de tecnologías más avanzadas.

A más largo plazo, en torno a la primera mitad de la próxima década, se prevé que empiecen a estar disponibles tecnologías todavía más avanzadas, que permitan el despliegue de redes móviles que ofrezcan anchos de banda del orden de 50 Mbps o superiores, en lo que se ha venido denominando LTE (*Long Term Evolution*) entre los agentes del sector. Estas tecnologías constituirán de hecho el embrión de las redes de cuarta generación 4G, en las cuales se prevé la utilización de tecnologías más sofisticadas, tales como el empleo de múltiples antenas tanto en emisión como en recepción (MIMO) y de técnicas avanzadas de modulación de las señales (OFDM), más eficientes que las actuales, entre otras.

Las barreras existentes para el despegue de la 4G serán esencialmente tecnológicas, debido a la novedad de la tecnologías utilizadas, muchas de las cuales se encuentran todavía en fase de investigación, así como económicas y de mercado, por la necesidad de encontrar y promocionar las aplicaciones que puedan explotar plenamente todo el potencial y el gran ancho de banda ofrecido por las mismas.

El proceso de convergencia fijo-móvil

Una de las derivadas del proceso de convergencia que está experimentando el sector de las telecomunicaciones tiene su plasmación en el denominado proceso de “convergencia fijo-móvil”. Dicho proceso tiene como objetivo ahorrar costes operativos (OPEX) al operador, así como simplificar la vida de los usuarios mediante la unificación del acceso a la red mediante un único terminal, independientemente del tipo de red utilizada, sea ésta fija o móvil. Es lo que en térmi-

nos comerciales se está ofertando como “un sólo teléfono y un sólo número”, lo cual va asociado igualmente a una factura única. Pero para que esta convergencia sea real deberá procederse a cambiar el plan de numeración existente.

Este proceso pretende dar respuesta a una necesidad cada vez más habitual y es que más del 70% de las llamadas de móviles se realizan desde el interior de edificios, ya sea en las oficinas, ya sea en los hogares.

Para alcanzar una convergencia real será preciso implantar soluciones avanzadas en el núcleo de las redes de comunicaciones y en sus respectivos sistemas de información vinculados. Ello puede darse en varios niveles, tales como servidores y plataformas, portales de usuario, bases de datos de abonados y aplicaciones de identificación, autenticación e interconexión fijo-móvil, entre otros, por lo que la convergencia efectiva tendrá sólo lugar en el largo plazo.

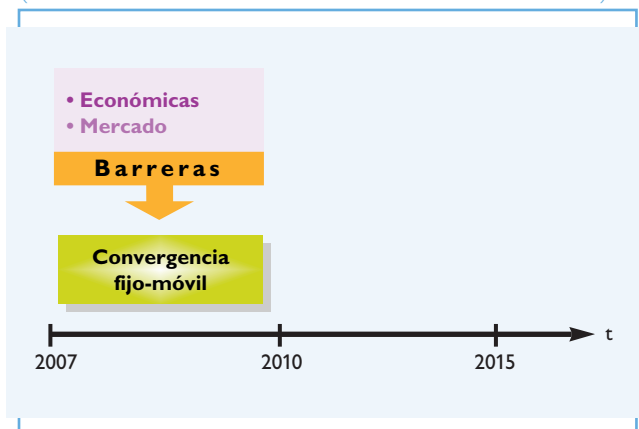
Tendencias en el proceso de convergencia fijo-movil

En el corto plazo y medio plazo, las tecnologías facilitadoras del proceso de convergencia fijo-móvil estarán orientadas básicamente a proporcionar dicha convergencia a los usuarios a nivel de conexión o acceso (ver la [figura 17](#)). La falta de servicios convergentes reales hace que por el momento no se justifiquen niveles de convergencia superiores en las capas intermedias o inferiores de la red. Más adelante, en el largo plazo, este proceso contribuirá también a simplificar y racionalizar la arquitectura de las redes, teniendo como consideración básica la reducción de los costes de explotación y la prestación de servicios convergentes reales.

En este sentido existen diferentes enfoques estratégicos y tecnológicos para proporcionar una oferta de “convergencia fijo-móvil”, dependiendo de si se quiere ofrecer un acceso móvil sobre un acceso fijo o viceversa. Esencialmente exis-



FIGURA 17. HORIZONTE TEMPORAL DE IMPLANTACIÓN DEL PROCESO DE CONVERGENCIA FIJO-MÓVIL (NIVELES SUPERIORES DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES)



ten tres tipos de soluciones técnicas: la primera, denominada UMA/GAN, proporciona conectividad tanto en modo de “circuitos” (voz convencional), como de “paquetes” (redes de datos); la segunda, denominada I-WLAN, sólo proporciona conectividad por paquetes, por lo que debe implementar alguna solución VoIP para el transporte de la voz; y la tercera, que recibe el nombre de “Femtoceldas” (también de “Estaciones Base Domésticas 3G”), ofrece conectividad móvil de 3G en interiores, debido a la importante atenuación de las señales por las paredes en este tipo de redes. Los expertos preveen que la primera y la segunda de dichas soluciones se implanten en el corto y medio plazo, mientras que la tercera se aplique más a medio y largo plazo.

Tecnologías inalámbricas

Los entornos de conectividad de personas, redes de ordenadores y máquinas podrán verse alterados de forma significativa en un futuro próximo de prosperar y consolidarse

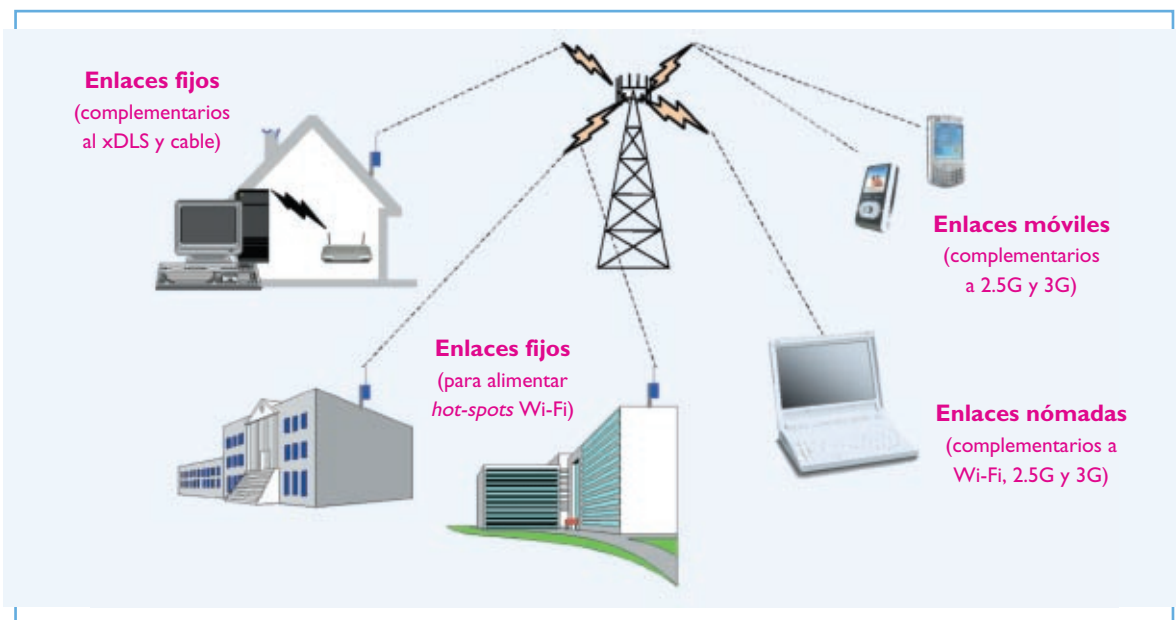
algunas tecnologías inalámbricas que se encuentran todavía en una fase de desarrollo en estos momentos. Es el caso de las tecnologías WiMAX –a la cual dedicaremos una atención especial, por su importancia-, Mobile-Fi (MBWA), *Wireless USB* (WUSB) y *Ultra WideBand* (UWB), entre otras. Vayamos por partes y analicemos cuáles serán sus respectivos ámbitos de aplicación y prestaciones.

En primer lugar, encontramos la tecnología WiMAX (*Wireless Interoperability for Microwave Access*), la cual ha sido diseñada para proporcionar conectividad en banda ancha en el ámbito metropolitano. Su nombre se corresponde con el de un fórum de importantes empresas y organismos del sector de las telecomunicaciones interesados en su desarrollo, entre los cuales se encuentran destacadas compañías fabricantes de chips electrónicos, terminales y equipos de comunicaciones.

Tal como sucedió con la tecnología inalámbrica Wi-Fi, que hoy es ampliamente utilizada en todo tipo de ordenadores portátiles y dispositivos móviles dentro de la categoría de redes de área local (LAN), la etiqueta WiMAX se asociará con el nombre de su propio estándar a nivel global (IEEE 802.16x), de forma que los equipos que lleven dicha etiqueta ofrecerán la garantía de ser interoperables entre sí, aún siendo de distintos fabricantes.

En un principio dicho estándar sólo definía las especificaciones de enlaces fijos de radio con visión directa (LOS) entre emisor y receptor, aunque posteriormente se elaboraron otras variantes para interconexión sin visión directa entre ellos (NLOS) y también para recepción en condiciones de movilidad. Así, pues, la tecnología WiMAX permitirá ofrecer conectividad en banda ancha en un ámbito metropolitano tanto a enlaces fijos, como a enlaces nómadas (itine-

FIGURA 18. POSIBLES ENTORNOS DE DESPLIEGUE DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA WIMAX.



rantes) y móviles, tal como se representa gráficamente en la **figura 18**.

La tecnología WiMAX es capaz de proporcionar velocidades de transmisión de hasta 75 Mbps en su versión fija (IEEE 802.16a), con un alcance máximo de unos 50 km; o bien de 15 Mbps en su versión móvil (IEEE 802.16e), con un alcance máximo de unos 5 km, aproximadamente. Asimismo, WiMAX es capaz de ofrecer transmisiones simultáneas a varios centenares de usuarios por canal, con calidad de servicio (QoS), resultando adecuada para transmitir todo tipo de señales, tales como voz sobre IP (VoIP), datos y señales de vídeo.

Su operación puede requerir licencia o no, dependiendo de las bandas de emisión de que se trate. En España, su despliegue estará regulado y las instalaciones que se realicen

deberán operar en la banda de 3,5 GHz, la cual requiere disponer de licencia.

En el caso de los enlaces fijos situados en entornos residenciales, permitirá ofrecer conectividad en banda ancha de forma complementaria a las redes cableadas del tipo xDSL y/o cable en aquellas áreas donde no estén disponibles (p.e. zonas con baja densidad de población, entornos rurales, etc.) por motivos económicos u otros, y en los que su despliegue presente ventajas sobre otras opciones tecnológicas.

Otra modalidad de uso de dicha tecnología en enlaces fijos puede consistir en alimentar *hot-spots* Wi-Fi en recintos públicos o instalaciones colectivas (p.e. campus universitarios, residencias, hoteles, cafeterías, etc.) que se presten para ello y cuyo despliegue se justifique por diversos motivos



(prestación de servicios de valor añadido, economía, conveniencia en el acceso a la red, etc.).

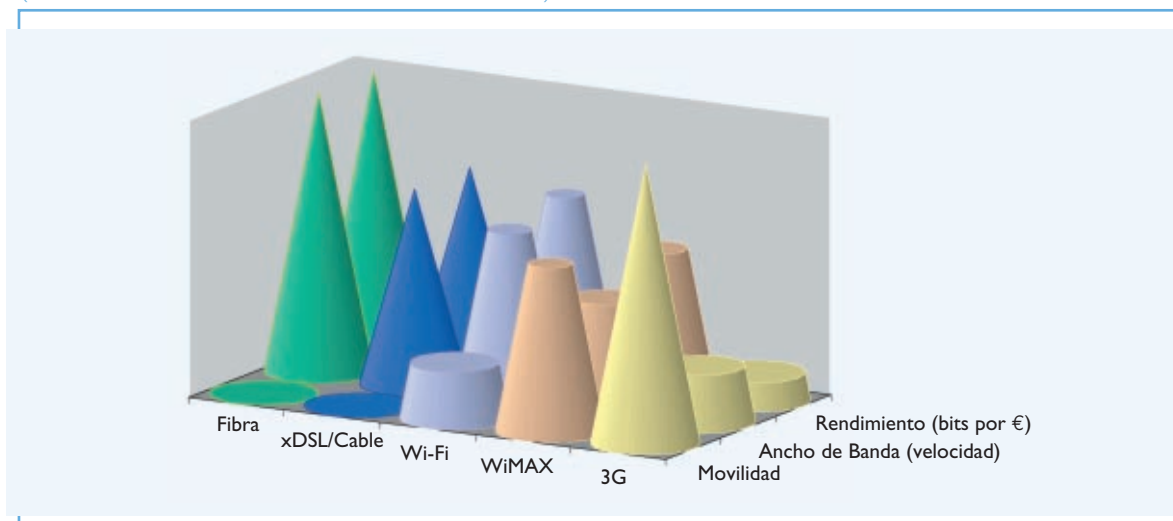
Además de ello cabe mencionar la posibilidad de conexión en entornos nómadas o itinerantes (aeropuertos, estaciones de ferrocarril, hoteles, etc.), mediante ordenadores portátiles preparados para ello, o bien la posible conectividad en entornos móviles (en la calle, en el autobús, el automóvil, etc.), por medio de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, PDAs y otros) dotados de conexión WiMAX. Estos enlaces podrán ser complementarios a las redes Wi-Fi, 2,5G y 3G que puedan existir simultáneamente en cada uno de los entornos indicados.

Otras posibilidades de aplicación pasan por su uso como tecnología para la conexión inalámbrica de estaciones base de redes móviles a redes fijas (lo que en inglés se denomina *backhauling*), una opción que resulta muy atractiva para los

operadores de telecomunicaciones móviles, o bien su uso en redes malladas (*mesh networks*), permitiendo que diferentes usuarios puedan comunicarse entre ellos, sin necesidad de verse directamente.

Un análisis comparativo de las prestaciones ofrecidas por la tecnología WiMAX en relación con otras tecnologías de banda ancha existentes, tanto cableadas como inalámbricas, permite hacerse una idea de cuáles son las ventajas que presenta y cuál es su posicionamiento con respecto a ellas en términos de prestaciones. La **figura 19** presenta de forma gráfica esta comparativa, en la cual se analizan las tecnologías de fibra óptica, xDSL/cable, Wi-Fi, WiMAX y 3G, y se evalúan sus respectivas prestaciones en términos de grado de movilidad, ancho de banda ofrecido (velocidad de transmisión) y rendimiento o eficiencia (medida a partir de la cantidad de información transmitida (nº de bits) por Euro de coste).

FIGURA 19. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRESTACIONES DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA (FUENTE: OECD COMMUNICATIONS OUTLOOK 2007)



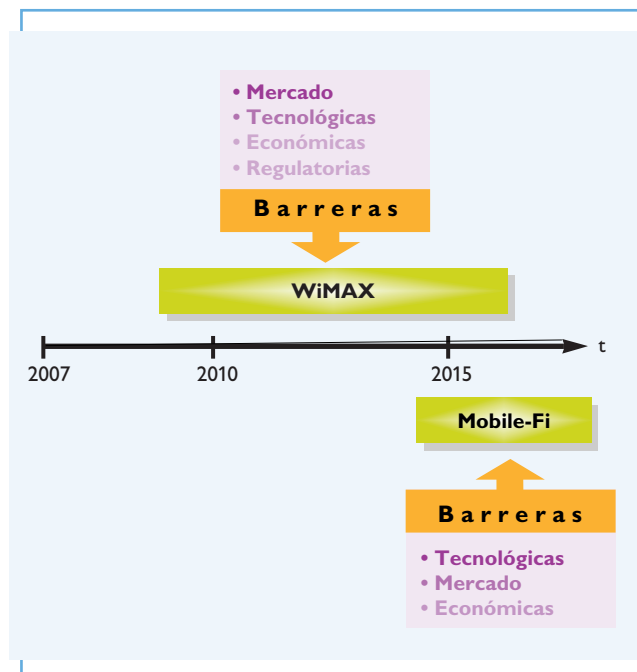
Como puede observarse en esta figura, los puntos fuertes de la fibra y de las opciones xDSL/cable son su gran ancho de banda y elevado rendimiento, particularmente en el caso de la fibra. De entre las tecnologías inalámbricas, WiMAX presenta un grado de movilidad muy superior a Wi-Fi, aunque su ancho de banda y rendimiento son algo inferiores. A su vez, la tecnología 3G es la que proporciona el mayor grado de movilidad de todas, si bien su ancho de banda y rendimiento son limitados.

De este análisis se desprende que WiMAX ofrece unas prestaciones que la pueden convertir potencialmente en una tecnología de banda ancha competidora de la 3G, la xDSL y el cable. En este sentido, se considera que su fecha de disponibilidad efectiva en el mercado, la regulación existente, así como sus costes y el propio modelo de negocio -cuatro factores clave sobre los cuales existen aún numerosas incertidumbres- condicionarán su futuro desarrollo. Por ello, los miembros del Panel de Expertos han considerado que la "ventana de oportunidad" de esta tecnología se sitúa entre finales de la presente década y principios de la siguiente -como máximo-, un período en el cual deberá demostrar sus bondades frente a las tecnologías de banda ancha fijas y móviles mencionadas, las cuales a su vez también mejorarán sus prestaciones en los próximos años.

Tendencias de evolución de las redes inalámbricas

Los resultados obtenidos en la encuesta prospectiva realizada ponen de manifiesto que la implantación de la tecnología WiMAX en España se materializará mayoritariamente en el medio-largo plazo, y más concretamente en el período comprendido entre el 2010 y el 2015 (ver la [figura 20](#)), si bien podrán haber pruebas piloto y experiencias previas en función de la disponibilidad de la misma.

FIGURA 20. HORIZONTE TEMPORAL PREVISTO DE IMPLANTACIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA INALÁMBRICAS EN ESPAÑA



La principal barrera señalada para ello, aparte de los obstáculos tecnológicos, económicos y regulatorios indicados, corresponde precisamente al comportamiento y la respuesta que va a tener el mercado frente a esta tecnología novedosa. A este respecto, la encuesta prospectiva realizada no arroja unos resultados claros acerca de su ámbito de aplicación (p.e. que se vaya a utilizar preferentemente en zonas rurales por encima de las zonas urbanas), ni tampoco acerca del grado de competencia con otras opciones tecnológicas (p.e. que vaya a representar una clara competencia para las comunicaciones móviles de 3G). En lo que sí existe un elevado grado de consenso es en el hecho de que la regulación existente en España no va a facilitar su desarrollo.



Otra de las tecnologías inalámbricas de banda ancha sobre las cuales se está trabajando, después de un período de suspensión de los trabajos de estandarización por parte del comité IEEE 802.20, es la que lleva por nombre Mobile-Fi, también denominada con el acrónimo MBWA (*Mobile Broadband Wireless Access*). Se trata de una tecnología diseñada desde el principio para manejar específicamente tráfico IP y proporcionar un acceso de banda ancha en condiciones de movilidad en un entorno de red amplio (WAN). Podrá proporcionar velocidades de transmisión desde 1 hasta 16 Mbps sobre distancias de hasta 20 Km, utilizando para ello frecuencias por debajo de la banda de 3,5 GHz.

Debido al desarrollo simultáneo de la especificación 802.16e, correspondiente al WiMAX móvil, cuyos objetivos son similares a los de esta tecnología, su futura evolución presenta en estos momentos numerosos interrogantes, por cuyo motivo los resultados de la encuesta de prospectiva prevén su implantación en nuestro país a muy largo plazo, más allá del 2015 (ver la figura 20).

Una tercera tecnología inalámbrica relevante, que se encuentra en un estadio emergente en estos momentos, es la denominada *Wireless USB* (WUSB). De hecho constituye una extensión del estándar USB (*Universal Serial Bus*), muy utilizado en el mundo de los ordenadores para conectar de forma rápida y segura todo tipo de periféricos por medio de cables y conectores estandarizados. El estándar WUSB añadirá a dichas prestaciones la flexibilidad ofrecida por las conexiones inalámbricas.

En lo que se refiere a su rapidez, la tecnología WUSB ofrecerá elevadas velocidades de transmisión, variables en función de la distancia, pero que se situarán en torno a los 100 Mbps. Por este motivo se prevé su utilización en dispositivos que funcionen a través de una interfaz USB convencio-

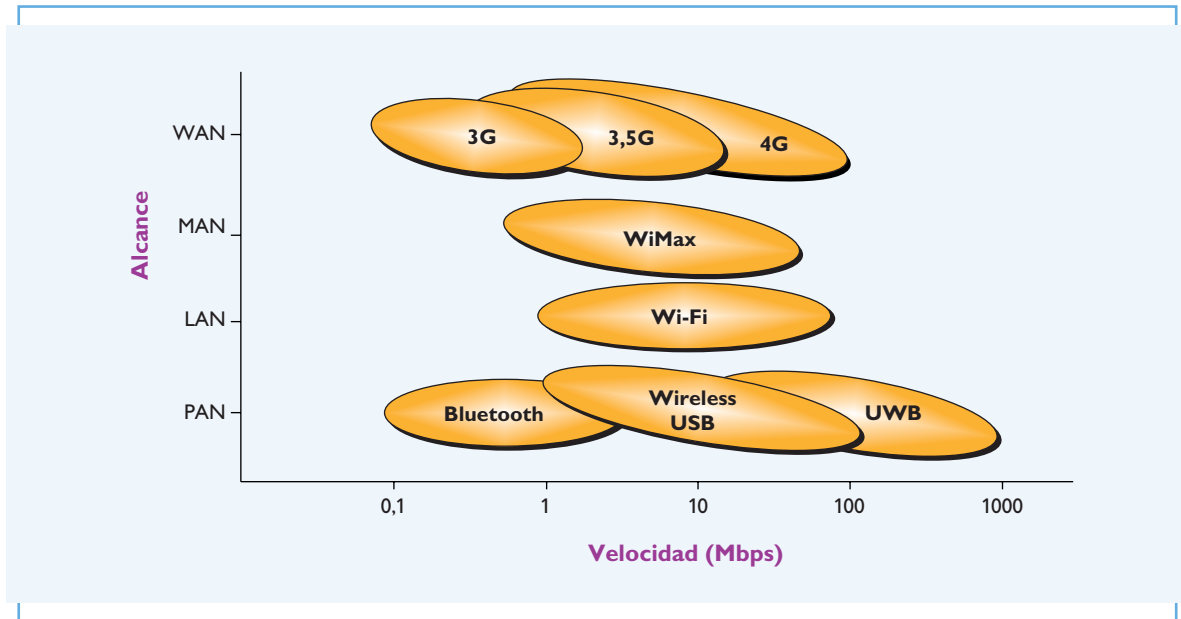
nal y que requieran elevadas tasas de transferencia de datos, tales como memorias flash portátiles (lápices de memoria), discos duros externos, impresoras, cámaras digitales, reproductores MP3, etc. También será de gran utilidad para todas aquellas aplicaciones que precisen de una transmisión rápida de flujos de vídeo (*video streaming*).

Dada la versatilidad de conexión que ofrecerá el *Wireless USB*, es presumible que acabe convirtiéndose en una tecnología popular dentro de la categoría de redes de corta distancia (PAN), de forma análoga a como está sucediendo en la actualidad con la tecnología Bluetooth, si bien en este último caso con velocidades de transmisión más bajas.

Para finalizar este breve repaso de nuevas tecnologías inalámbricas que van a aparecer próximamente en el mercado, debemos hacer mención también de la tecnología *Ultra WideBand* (UWB). Se trata de una tecnología radio, todavía en proceso de estandarización (IEEE 802.15.x), que permite realizar comunicaciones a corta distancia con un ancho de banda muy elevado (del orden de 500 Mbps o incluso superiores, en función de la distancia). A diferencia de otras técnicas de transmisión tradicionales, UWB funciona enviando pulsos de radiofrecuencia de corta duración, que se repiten a una velocidad variable, dependiendo de la aplicación de que se trate. Gracias a ello UWB es una tecnología más barata que otros sistemas de transmisión de radio y presenta un reducido nivel de consumo de energía. Su empleo se ve restringido por el momento al interior de recintos, dados los bajos niveles de emisión permitidos por los organismos reguladores, a fin de no generar interferencias con otros dispositivos.

La tecnología UWB ofrece unas características que resultan muy atractivas para su empleo en diferentes aplicaciones. Una de ellas consiste en la transmisión de señales de vídeo

FIGURA 21. POSICIONAMIENTO DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA MÓVILES E INALÁMBRICAS EN FUNCIÓN DE SU ALCANCE Y VELOCIDAD



y audio, a cortas distancias y de forma inalámbrica, entre diferentes dispositivos digitales (monitores, proyectores, cámaras de vídeo, impresoras, escáners, teléfonos móviles, reproductores digitales de música y vídeo, etc.), lo cual la hace idónea para conectar, por ejemplo, dichos dispositivos en la oficina o en el hogar.

Por otra parte, UWB presenta la característica de mantener una cobertura precisa, por cuyo motivo puede ser utilizada también en sistemas de localización e identificación de personas en interiores, como por ejemplo en aplicaciones de seguridad públicas y privadas. Asimismo, se está considerando su empleo en sistemas de localización en el interior de edificios, ya que su precisión es superior a la del sistema GPS basado en satélites.

Además de ello se prevén aplicaciones más amplias para la UWB. El concepto de sistema de radio de banda ultra ancha se piensa extender a otras áreas, de forma que constituya una plataforma común de radio para diferentes tecnologías inalámbricas, como es el caso de Wireless USB y Bluetooth, entre otras.

Para finalizar, y a modo de resumen, la **figura 21** presenta de forma esquemática el posicionamiento de las diferentes tecnologías de banda ancha analizadas, ya sean móviles o inalámbricas, en función de su alcance y velocidad, dado su elevado número, variedad y diferencia de prestaciones.

Como puede observarse en dicha figura, las tecnologías Bluetooth, Wireless USB (WUSB) y Ultra WideBand



(UWB) serán las predominantes en los entornos de red personales (PAN). Por su parte, la tecnología Wi-Fi, con sus últimas mejoras, lo será en el ámbito de las redes locales (LAN), mientras que la tecnología WiMAX encontrará su nicho de aplicación en los entornos de red metropolitanos (MAN). A su vez, las diferentes generaciones de comunicaciones móviles (3G, 3.5G y 4G) ofrecerán una amplia cobertura en redes de ámbito global.

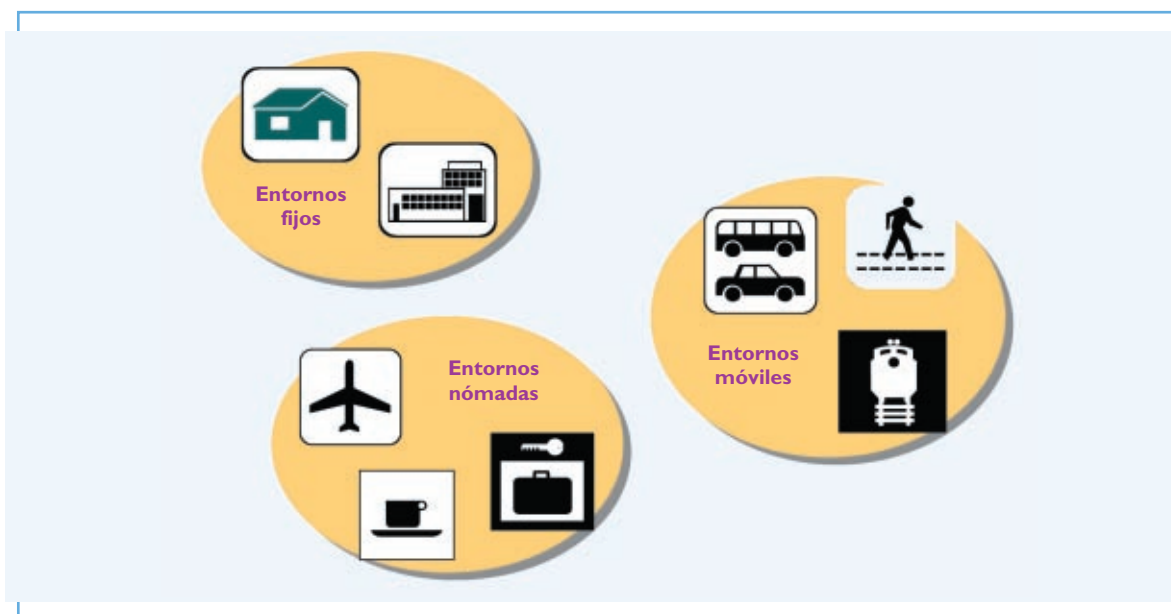
De lo dicho anteriormente se desprende que en el futuro existirán diferentes tecnologías de banda ancha, cada una con sus prestaciones particulares. El uso de una u otra va a depender del alcance físico y de la velocidad requeridas por las aplicaciones utilizadas en cada momento. Por este motivo, es presumible que en los próximos años asistamos a una situación de coexistencia de todas ellas, en mayor o

menor grado, dependiendo del tipo de aplicaciones de que se trate.

Futuros entornos de conectividad

Del análisis efectuado en los apartados anteriores se desprende que el despliegue de las redes de telecomunicaciones fijas de nueva generación, así como la implantación de las nuevas tecnologías inalámbricas de banda ancha van a propiciar el desarrollo en los próximos años de entornos de conectividad mejorados, expandiendo la capacidad y el alcance de los actuales. De esta forma, los usuarios van a poder disfrutar de niveles de conectividad sustancialmente mejorados, tanto en términos cuantitativos como cualitativos, independientemente de cual sea su localización, ya se trate de entornos fijos, nómadas (itinerantes) o móviles (ver la [figura 22](#)).

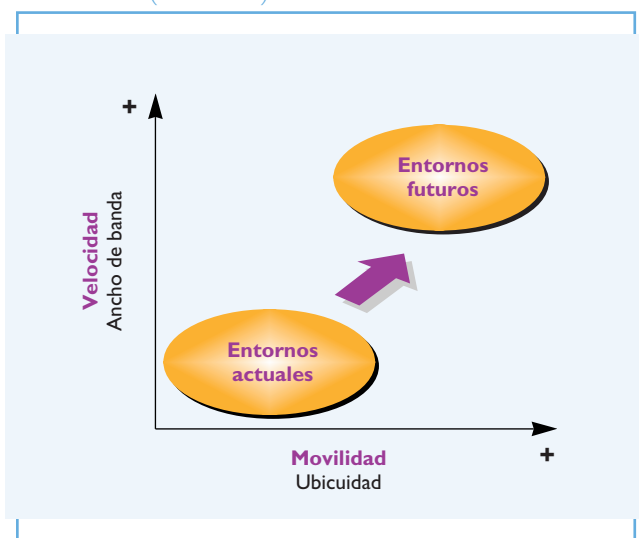
FIGURA 22. DIFERENTES ÁMBITOS DE CONECTIVIDAD, SEGÚN SE TRATE DE ENTORNOS FIJOS, NÓMADAS O MÓVILES



El salto en calidad y cantidad al cual hacemos referencia vendrá determinado esencialmente por el avance tecnológico en dos dimensiones, como son un incremento sustancial de la velocidad (o ancho de banda) disponible, por un lado, y el aumento gradual de la movilidad (o ubicuidad) de los usuarios, por otro. Así, pues, los futuros entornos de conectividad se verán mejorados en ambas dimensiones (ver [figura 23](#)).

Mientras que en los entornos fijos esta situación se materializará gracias al despliegue de las redes de telecomunicaciones fijas de nueva generación, de la forma indicada anteriormente, en los nómadas y móviles estos avances vendrán propiciados por la disponibilidad de las nuevas tecnologías inalámbricas descritas antes, las cuales ofrecerán mayores anchos de banda y grados de movilidad a los usuarios.

FIGURA 23. ENTORNOS FUTUROS DE CONECTIVIDAD MEJORADOS EN TÉRMINOS DE VELOCIDAD (ANCHO DE BANDA) Y MOVILIDAD (UBICUIDAD).



En el caso de los entornos fijos, la situación predominante - aunque no de forma exclusiva- será el entorno centrado en la fibra y el cobre, como es lógico, si bien esta situación podrá venir mediatizada en aquellas circunstancias en que se exploren las posibilidades ofrecidas por la convergencia fijo-móvil.

Por su parte, tanto los entornos nómadas como los móviles van a desarrollarse esencialmente en un entorno centrado en las tecnologías inalámbricas y móviles. En cada caso se utilizarán aquellas tecnologías que ofrezcan las mejores prestaciones, en función de las posibilidades de conexión existentes en cada uno de dichos entornos y del equipamiento disponible por los usuarios.

Un elemento que jugará un papel cada vez más decisivo en la conectividad serán los terminales de usuario, cuyas posibilidades de conexión y capacidad de proceso de la información condicionarán las tareas que puedan realizarse en cada uno de los entornos citados. Se prevé que los terminales del futuro sean polimórficos y que tanto sus prestaciones como su relación de aspecto respondan a las necesidades específicas de los usuarios.

En este sentido, el tipo de procesador incorporado en ellos, la cantidad de memoria, su capacidad de almacenamiento y la disponibilidad de dispositivos de conexión inalámbricos; así como la dimensión de la pantalla, el tamaño del teclado y la duración de la batería constituirán factores clave para la elección de un tipo u otro en función del entorno de que se trate.

Así, por ejemplo, en los entornos fijos será más frecuente (y más práctico) utilizar ordenadores de sobremesa potentes y con pantallas de grandes dimensiones, para poder trabajar cómodamente durante períodos de tiempo prolongados.



Por su parte, en los entornos nómadas o itinerantes será habitual utilizar ordenadores portátiles o bien ultraportátiles, que proporcionen una capacidad de proceso importante y un tamaño de pantalla y de teclado razonables, aunque de menores dimensiones que los de un ordenador de sobremesa, para poder trabajar durante un cierto tiempo.


Mientras que en condiciones de movilidad, lo más frecuente será recurrir a dispositivos móviles (p.e. teléfonos inteligentes o asistentes personales digitales PDAs), con una

pantalla y teclado de pequeñas dimensiones, que permitan comunicarse, atender el correo electrónico y visionar páginas web -entre otras operaciones-, de forma rápida y ágil durante breves períodos de tiempo, como de hecho ya sucede en la actualidad, con mayores o menores limitaciones.

En la **figura 24** se ha querido representar de forma gráfica esta especialización de terminales y pantallas, en función de los diferentes entornos en que se encuentre el usuario en cada momento.

FIGURA 24. TIPOS DE TERMINALES Y PANTALLAS PREDOMINANTES EN CADA UNO DE LOS ENTORNOS





Tendencias de evolución de las aplicaciones

En este último capítulo vamos a centrar nuestra atención en las tendencias de evolución de un cierto número de aplicaciones que son y serán posibles gracias al desarrollo de las redes de banda ancha. Por aplicaciones entendemos todas aquellas herramientas *software* y medios de acceso a la red, que permitirán dotar de valor y utilidad a las futuras plataformas tecnológicas.

El análisis que realizaremos será breve, por lo que no pretendemos ser exhaustivos en su planteamiento y desarrollo. En su lugar de lo que trataremos es de ofrecer una panorámica de evolución de algunas aplicaciones que se prevé que alcancen una cierta relevancia en el futuro, tanto en el ámbito social como en el económico.

En la descripción que efectuaremos vamos a abordar tanto temas de carácter transversal (como, por ejemplo, el acceso a Internet, el empaquetamiento de servicios y la neutralidad de la red, entre otros), con otros temas más específicos propios de las aplicaciones propiamente dichas (p.e. voz sobre IP, mensajería instantánea, redes de pares P2P, TV en el móvil, el vídeo bajo demanda, etc.). La mayoría de ellas ya se encuentran en el mercado o son objeto de implementación en estos momentos y el resto lo hará a corto o medio plazo, por lo que no hablaremos tanto de desarrollos futuros a largo plazo, sino más bien de las tendencias de evolución de algunas aplicaciones actuales o que van a estar pronto disponibles.



Acceso a Internet

Un requisito fundamental para poder obtener provecho de los beneficios que ofrece la red es, lógicamente, disponer de acceso a Internet. Éste es un aspecto que constituye todavía una asignatura pendiente en nuestro país.

En efecto, los indicadores de evolución de la Sociedad de la Información en España muestran que el 39% de los hogares españoles disponían de acceso a Internet el año 2006³, frente al 51% de la Unión Europea, es decir, que en este apartado existe todavía un significativo diferencial de 12 puntos con respecto a la media europea.

Como es bien sabido, el acceso a la red presenta numerosas barreras, cuyo coste y complejidad técnica frenan su expansión a gran escala. Algunos estudios realizados recientemente profundizan en los factores que actúan como inhibidores de uso de las TIC en la sociedad española⁴. El primer eslabón identificado dentro de la cadena de requisitos es el coste y la disponibilidad de equipamiento (ordenador con conexión a Internet). Le sigue a continuación la formación necesaria para hacer funcionar dicho equipamiento y poder explotar las prestaciones que ofrece. El último eslabón se cierra con la disponibilidad de sitios web u otras aplicaciones, que sean realmente útiles y proporcionen valor a los usuarios.

A todo ello hay que sumar el efecto determinante de algunas variables sociodemográficas claves, como son el nivel

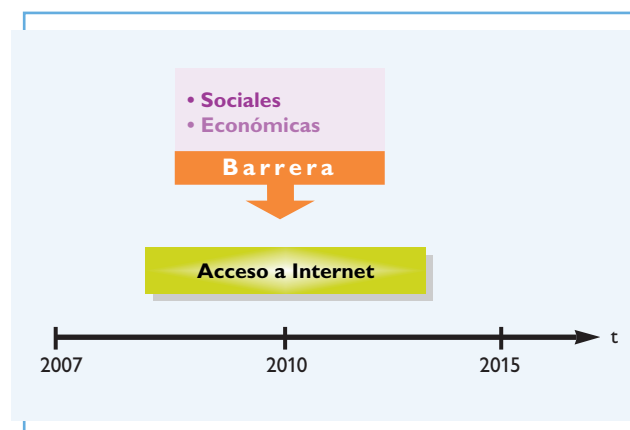
de estudios, la edad, la situación laboral u ocupacional, los ingresos disponibles y la actitud frente a la tecnología, en general, y frente a los ordenadores e Internet, en particular.

Es presumible que estas barreras se vayan superando progresivamente en el tiempo, con el apoyo de las políticas públicas concebidas para ello y sobre todo con el avance generacional impulsado por los más jóvenes, hasta alcanzar niveles de penetración de la red en los hogares españoles similares o equiparables a los de la Unión Europea.

Tendencias de evolución del acceso a Internet

Los resultados de la encuesta prospectiva llevada a cabo en este estudio sitúan el horizonte temporal en que será habitual el acceso a Internet en la sociedad española entre finales de la presente década e inicios de la siguiente, como se muestra en la **figura 25**. Las barreras más significativas que están obstaculizando su progreso son de naturaleza social y económica, como ya se ha indicado anteriormente.

FIGURA 25. PREVISIÓN DEL HORIZONTE TEMPORAL EN QUE SERÁ HABITUAL EL ACCESO A INTERNET EN LA SOCIEDAD ESPAÑOLA



³ Según datos facilitados por el INE, correspondientes al 2º semestre de 2006.

⁴ Véase, por ejemplo, el estudio "Inhibidores de uso de las TIC en la sociedad española" (Enter, 2007).

Además del acceso convencional a través del ordenador, como se ha venido haciendo hasta ahora, a medio plazo veremos cada vez más accesos a Internet a través del móvil, a medida que prolifere la tecnología de 3,5G (HSPA) y la disponibilidad de terminales adecuados por parte de la población. Lógicamente las aplicaciones deberán estar adaptadas a las características técnicas de este tipo de plataforma.

Empaquetamiento de servicios y tarificación conjunta

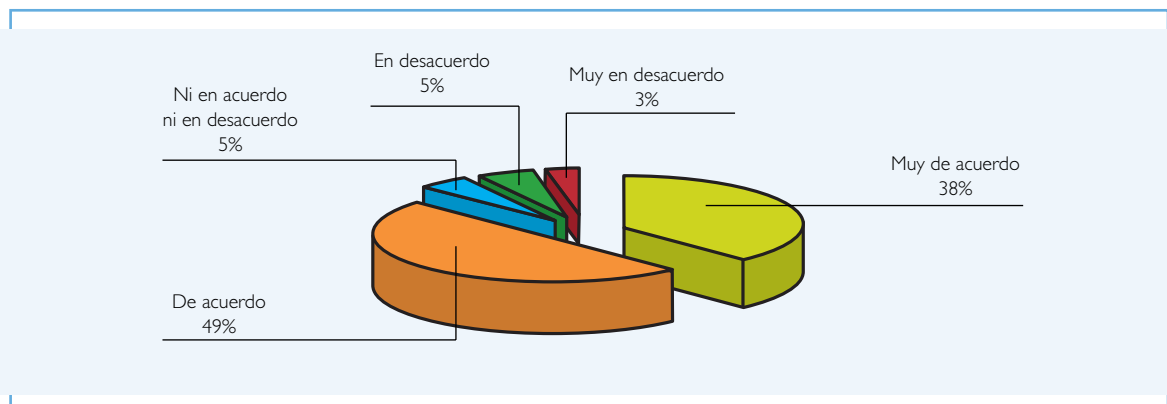
Una tendencia clara que se observa en el sector de las telecomunicaciones desde hace algún tiempo es el desarrollo, por parte de los operadores, de ofertas conjuntas basadas en el empaquetamiento de varios servicios, tales como voz, acceso a Internet y TV de pago, en lo que se ha dado en llamar el *triple play*. En el corto y medio plazo, a esta triple oferta se sumarán también las comunicaciones a través de móviles, en muchos casos vinculadas al desarrollo de la convergencia fijo-móvil, dando lugar al *quadruple play*.

Este tipo de ofertas conjuntas, que se promocionan como un paquete de servicios, se ofrecen y se seguirán ofreciendo en base a una tarifa única, normalmente en forma de tarifa plana, independiente del consumo que se haga de dichos servicios. Esta modalidad comercial presenta dos grandes ventajas: desde el punto de vista del proveedor del servicio permite incrementar su propuesta de valor, mientras que desde el punto de vista del usuario permite conocer con exactitud a final de mes cuál será el coste de dichos servicios de telecomunicaciones.

Tendencias de evolución de servicios empaquetados

En este sentido, los resultados de la encuesta prospectiva realizada demuestran que la inmensa mayoría de profesionales encuestados considera que las ofertas de servicios de telecomunicaciones empaquetadas del tipo *quadruple play* (voz, Internet, TV y comunicaciones móviles) van a tener una demanda importante en el mercado español en cuanto estén disponibles, como puede comprobarse en la **figura 26**.

FIGURA 26. GRADO DE ACUERDO O DESACUERDO MOSTRADO POR LOS PROFESIONALES ENCUESTADOS CON LA HIPÓTESIS "LAS OFERTAS EMPAQUETADAS DEL TIPO *QUADRUPLE PLAN* VAN A TENER UNA DEMANDA IMPORTANTE EN EL MERCADO ESPAÑOL"





Voz sobre IP (VoIP)

La posibilidad técnica de poder transmitir voz sobre redes de comunicaciones que transportan información en forma de paquetes, como es el caso de las que operan bajo el protocolo de Internet IP, es ya una realidad desde hace algunos años, dando origen a lo que se ha dado en llamar “telefonía IP”, “voz sobre IP” o, abreviadamente, VoIP. Ello constituye un importante hito tecnológico, en comparación con el transporte de la voz a través de redes de comunicaciones que funcionan mediante conmutación de circuitos, como se ha venido haciendo tradicionalmente.

La voz sobre IP presenta diversas ventajas que la hacen particularmente atractiva. En especial cabe señalar, por su importancia, la reducción del coste de las llamadas que permite esta tecnología, gracias a la integración del tráfico de voz con el tráfico de datos. Estos costes pueden verse reducidos sensiblemente, sobre todo en el caso de las llamadas internacionales. Otras ventajas se derivan del hecho de ser una tecnología digital, la cual permite disfrutar de diferentes servicios de valor añadido mediante el empleo de centralitas digitales.

En la actualidad existen diferentes soluciones de voz sobre IP, en su mayoría propietarias de algunos proveedores de tecnología y de *software*. El crecimiento del número de accesos de banda ancha, por un lado, y la difusión de *software* gratuito que permite la comunicación telefónica sobre aplicaciones del tipo P2P, por otro, son dos factores que están contribuyendo a la proliferación de este fenómeno.

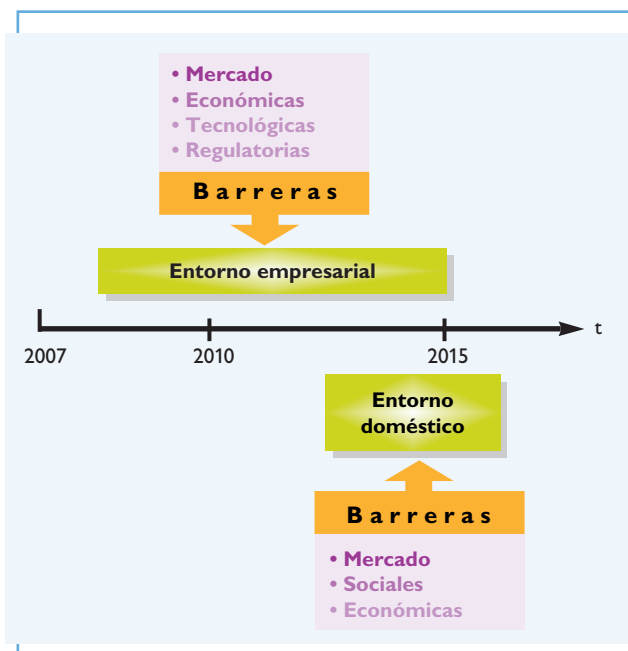
No obstante, a pesar de ello, la insuficiente estandarización de los equipos disponibles, la falta de una regulación completa, unido a la problemática de su integración con los sistemas de telefonía actual y la necesidad de disponer de redes dedicadas para garantizar la calidad del servicio (QoS),

así como las importantes inversiones que son necesarias para su implantación -como resultado un proceso de sustitución de la telefonía convencional-, constituyen todavía serios obstáculos que dilatarán su implantación de forma generalizada en la sociedad.

Tendencias de uso de la voz sobre IP

Así, los resultados de la encuesta prospectiva llevada a cabo sitúan el horizonte temporal para efectuar este cambio tecnológico en el entorno empresarial español entre finales de la presente década y principios de la siguiente, mientras que en el entorno doméstico este proceso se dilatará hasta mediados de la próxima década, aproximadamente, tal como se muestra en la **figura 27**.

FIGURA 27. PREVISIÓN DEL HORIZONTE TEMPORAL EN QUE SERÁ HABITUAL EL USO DE LA VOZ SOBRE IP (VoIP) EN LOS ENTORNOS EMPRESARIAL Y DOMÉSTICO EN ESPAÑA



Las barreras existentes para el desarrollo de este proceso en el ámbito empresarial serán principalmente económicas y mercado, y en menor medida tecnológicas y regulatorias; mientras que en el ámbito residencial serán también económicas y de mercado, así como sociales, dependiendo de las actitudes de los usuarios frente a la tecnología.

Mensajería Instantánea sobre Móvil (IMM)

Como es sabido, la mensajería instantánea de ordenador a ordenador constituye una herramienta de comunicación muy popular, tanto en el ámbito profesional como doméstico, si bien son probablemente los más jóvenes los que la utilizan con mayor asiduidad para efectuar sus comunicaciones personales.

A medio camino entre el correo electrónico y el chat, sus características de inmediatez e interactividad la hacen idónea como instrumento de comunicación interpersonal,

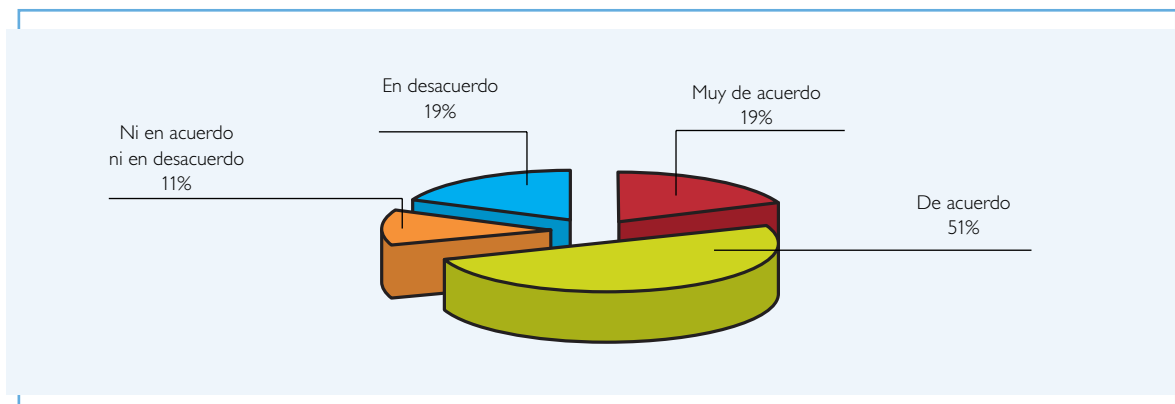
lo que unido a su carácter gratuito, explica su gran popularidad.

Ahora este éxito quiere ser replicado en el ámbito de los móviles por parte de los operadores de telecomunicaciones móviles. De hecho los principales operadores ya se han puesto de acuerdo en un estándar común, que permitirá que sus sistemas sean interoperables entre sí dentro de las redes de tercera generación (3G). Esta funcionalidad estará disponible a corto plazo y ampliará las funcionalidades ofrecidas por los populares mensajes cortos de texto (SMS).

Tendencias de la mensajería instantánea sobre móvil

A este respecto, los resultados de la encuesta prospectiva realizada ponen de manifiesto que una mayoría de profesionales encuestados considera que este tipo de aplicación va a tener, efectivamente, una demanda importante en el mercado español en los próximos años, como se muestra en la **figura 28**.

FIGURA 28. GRADO DE ACUERDO O DESACUERDO MOSTRADO POR LOS PROFESIONALES ENCUESTADOS CON LA HIPÓTESIS "LA MENSAJERÍA INSTANTÁNEA SOBRE MÓVIL (IMM) VA A TENER UNA DEMANDA IMPORTANTE EN EL MERCADO ESPAÑOL".





Redes de pares P2P

A diferencia del modelo computacional habitual del tipo cliente-servidor, en el que un ordenador principal suministra servicios de forma centralizada a varios terminales u ordenadores periféricos, la arquitectura de ordenadores del tipo P2P (redes de pares) proporciona conectividad punto a punto entre todos ellos, de forma descentralizada. En el modelo P2P, por consiguiente, es posible compartir y aprovechar recursos entre los diferentes ordenadores que constituyen la red, tales como ancho de banda, capacidad de procesamiento y capacidad de almacenamiento, entre otros, en función de las necesidades en cada momento del conjunto de nodos que integran la red.

Las aplicaciones del tipo P2P, no obstante, se han hecho extremadamente populares en los últimos años gracias a la posibilidad que ofrecen de intercambiar ficheros entre ordenadores, la cual las hace idóneas para compartir todo tipo de contenidos (ficheros de audio, vídeo, datos, etc.) entre sus usuarios. En la actualidad, el volumen de datos intercambiado a través de este tipo de redes es enorme, pues se calcula que representa unos dos tercios del tráfico global por Internet, aproximadamente. Por dicho motivo, este tipo de aplicaciones ha constituido uno de los principales motores de la creciente demanda de banda ancha en todo el mundo.

Esta circunstancia ha dado lugar a una situación controvertida desde el punto legal, por el hecho de que por las redes P2P pueden intercambiarse tanto contenidos propios como de terceros, los cuales pueden estar sujetos a derechos de autor. En este sentido, este tipo de aplicaciones se encuentran en el punto de mira de las compañías discográficas, cinematográficas y sociedades de derechos de autor, por la posibilidad de que puedan violar los derechos de

propiedad intelectual y fomentar su piratería. Aunque jurídicamente ya se ha establecido *de facto* el criterio de que el intercambio de ficheros para uso privado y sin ánimo de lucro no debería constituir un delito penal, en circunstancias normales.

Independientemente de esta controversia, los desarrollos tecnológicos en las arquitecturas P2P mejorarán sus prestaciones y permitirán en un futuro inmediato gestionar mayores anchos de banda, entre otras mejoras. De hecho ya se han anunciado aplicaciones avanzadas que, por ejemplo, van a poder suministrar programas de TV de alta definición a través de este tipo de plataformas.

Tendencias de la evolución de redes P2P

Sobre este tema, los resultados de la encuesta prospectiva llevada a cabo muestran que la inmensa mayoría de los profesionales encuestados opinan que los sistemas de acceso a contenidos basados en arquitecturas del tipo P2P van a continuar teniendo en España una fuerte demanda en el futuro.

TV en el Móvil

La televisión digital en el móvil es ya una realidad técnica, que ha superado con éxito las pruebas piloto realizadas en nuestro país. Su difusión puede realizarse a través de dos plataformas tecnológicas principales. Por una parte están las infraestructuras propias de la televisión digital terrestre, que permiten su difusión de forma masiva en un área determinada, mientras que por otra las nuevas redes móviles de 3.5G permiten su difusión de forma individualizada, usuario por usuario. A ello ha contribuido de forma decisiva la definición del estándar europeo DVB-H, el cual ha sido desarrollado específicamente para este medio.

No obstante, si bien las posibilidades técnicas hacen factible que se puedan visionar ya vídeos y programas de TV a través del móvil, quedan todavía por resolver incógnitas tales como los modelos de negocio sobre los cuales se van a sustentar los nuevos servicios, así como los tipos de contenidos para los cuales existirá una demanda solvente. Otra de las incertidumbres existentes al respecto tiene que ver con determinados aspectos sociales y culturales, puesto que existen todavía dudas acerca del grado de aceptación y uso de esta nueva tecnología por parte de los usuarios.

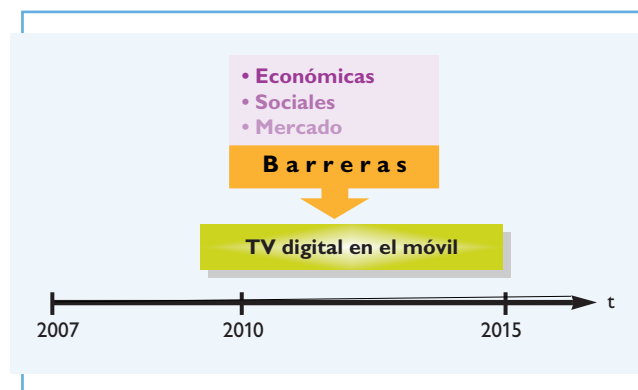
Además de ello, en España queda pendiente asimismo de definir el marco normativo que regulará este sector, así como la concesión de licencias a los operadores que la han solicitado, lo cual se espera que suceda a finales de 2007.

Por el momento, las pruebas piloto realizadas indican que el público estaría dispuesto a pagar una módica cuota mensual para poder visionar contenidos informativos, eventos deportivos, series de televisión y videoclips musicales adaptados a este nuevo medio. Pero podrán desarrollarse también otros modelos de negocio basados en el visionado de programas gratuitos con publicidad intercalada en ellos, de forma análoga a como sucede con los programas de la TV en abierto.

Tendencias de evolución de la TV en el móvil

Los resultados de la encuesta prospectiva realizada sitúan el horizonte temporal para una amplia implantación de la TV digital en el móvil a medio y largo plazo, mayoritariamente en la primera mitad de la próxima década, tal como se muestra en la **figura 29**.

FIGURA 29. PREVISIÓN DEL HORIZONTE TEMPORAL EN QUE SERÁ HABITUAL EL USO DE LA TV DIGITAL EN EL MÓVIL EN ESPAÑA



Vídeo bajo demanda (VoD)

Los sistemas de vídeo bajo demanda (VoD) permiten a sus usuarios seleccionar y ver contenidos audiovisuales a través de diferentes tipos de redes, como parte de un sistema de televisión interactivo.

Los sistemas VoD pueden suministrar contenidos audiovisuales bajo pedido, normalmente en forma de flujos continuos de señales (lo que en inglés se denomina *streaming*), que se reproducen de inmediato en la pantalla a medida que van siendo disponibles. La mayoría de estos sistemas ofrecen un elevado grado de interactividad y control a los usuarios para su visionado.

La posibilidad de disponer de una oferta comercial de vídeo bajo demanda va siendo cada vez una más una realidad, a medida que se incrementa el número de conexiones de banda ancha disponibles (xDSL, cable, etc.) entre la población. España, como el resto de países occidentales más desarrollados, no es ajena a esta dinámica.



Si bien deben acabar de resolverse aún algunos temas tecnológicos complejos, relacionados con los servidores de vídeo y sus posibilidades de difundir películas y programas audiovisuales de forma masiva, así como de seguridad, para que dichos contenidos sean encriptados y no puedan ser pirateados, su tecnología ha alcanzado un grado de madurez suficiente para su implantación en el mercado.

Tendencias de evolución del video bajo demanda

No obstante, a pesar de ello, este sistema deberá superar un importante número de retos para su demanda a gran escala, entre los cuales cabe citar sobre todo las barreras de tipo económico, social y cultural. Como todas las innovaciones tecnológicas que comportan un coste económico adicional y un cambio de hábitos de los usuarios, su implantación masiva en el mercado llevará todavía algún tiempo. A este respecto, los profesionales encuestados prevén una implantación del VoD en España a medio y largo plazo, dentro de la primera mitad de la próxima década, aproximadamente (ver la **figura 30**).

FIGURA 30. PREVISIÓN DEL HORIZONTE TEMPORAL EN QUE SERÁ HABITUAL EL USO DEL VÍDEO BAJO DEMANDA (VoD) EN ESPAÑA



Aplicaciones distribuidas en red

El modelo computacional establecido hasta la fecha ha consistido mayoritariamente en el uso de aplicaciones residentes en el propio ordenador o bien en el servidor de la propia organización, gracias a la gran capacidad de proceso de la información disponible en modo local. Este modelo, como es sabido, comporta un importante coste económico de mantenimiento y requiere frecuentes labores de actualización de las sucesivas versiones del *software*.

La proliferación en los últimos años de las redes de telecomunicaciones de banda ancha, que permiten transmitir mayores volúmenes de información a unos costes razonables, están contribuyendo a cambiar poco a poco el modelo computacional descrito anteriormente y avanzar progresivamente hacia un nuevo paradigma en el mundo de las tecnologías de la información, el cual se caracteriza por una creciente utilización de aplicaciones informáticas distribuidas en red.

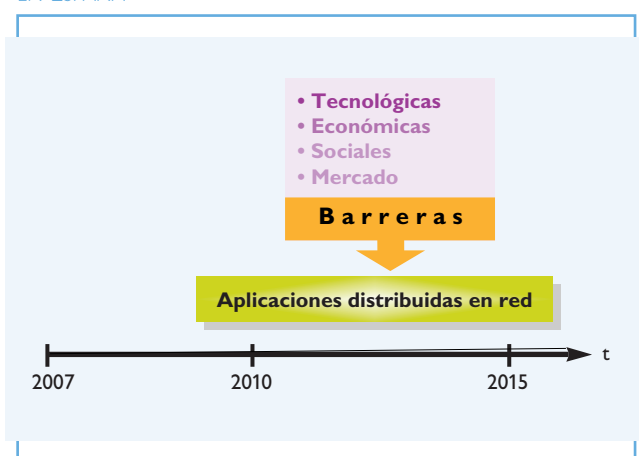
Por este concepto entendemos un conjunto de herramientas *software*, tanto propietarias como no propietarias, que residen en grandes ordenadores servidores y proporcionan servicio a sus usuarios de forma remota. El abaratamiento del coste de las telecomunicaciones, así como del acceso y uso de este tipo de aplicaciones, unido a la generalización de las redes de banda ancha hacen posible que este nuevo modelo computacional sea cada vez más viable desde el punto de vista técnico y económico.

Tendencias de evolución de las aplicaciones distribuidas en red

Por todos estos motivos, se prevé un creciente uso de aplicaciones distribuidas en red en el futuro, que sustituyan poco a poco a las aplicaciones residentes localmente, incluidas

las herramientas ofimáticas habituales, si bien este fenómeno cabe esperar que se generalice no de inmediato, sino a medio-largo plazo, en torno a la primera mitad de la próxima década, en opinión mayoritaria de los profesionales encuestados, como se indica en la **figura 31**. Las principales barreras a superar para ello serán principalmente de carácter tecnológico y económico.

FIGURA 31. PREVISIÓN DEL HORIZONTE TEMPORAL EN QUE SERÁ HABITUAL EL USO DE APLICACIONES DISTRIBUIDAS EN RED EN ESPAÑA



Neutralidad de la red

Un tema que está siendo objeto de un intenso debate en los países occidentales más desarrollados es el de la neutralidad de la red y sus implicaciones para el futuro de Internet. El principio de neutralidad de la red establece que todo el tráfico que circula por Internet debe ser tratado en condiciones de igualdad, al margen de cuál sea su contenido y de quienes sean los agentes emisores y receptores.

El principio de neutralidad de la red conlleva unas implicaciones económicas, de mercado, sociales y regulatorias de primer orden, puesto que se trata de dirimir si la Internet del futuro deberá ser un bien público y permanecer neutral, como ha venido siendo desde sus inicios, o por el contrario deberá privatizarse en alguna manera para poder hacer frente a las nuevas exigencias, que se materializan sobre todo en la demanda de crecientes anchos de banda por parte de las aplicaciones y de los usuarios.

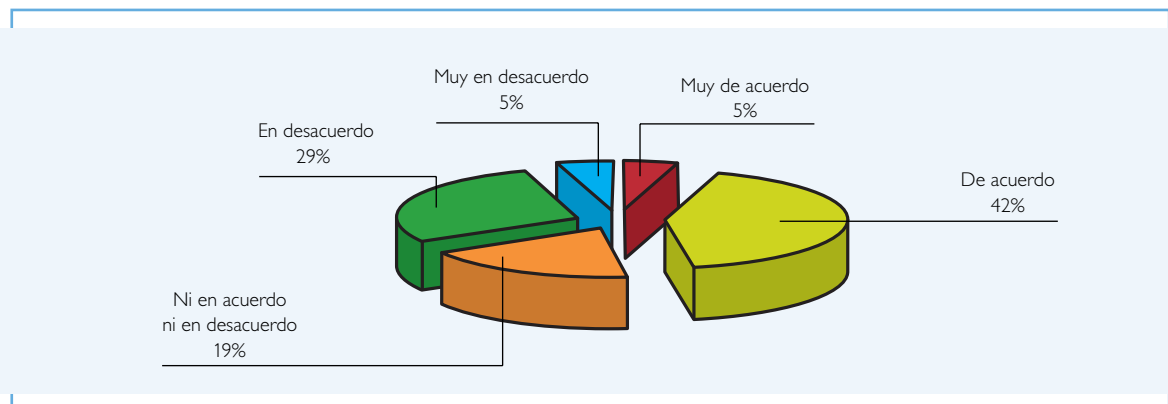
El debate sobre la neutralidad de la red enfrenta a dos partes con intereses contrapuestos, como son los operadores de telecomunicaciones, de un lado, y los grandes proveedores de servicios y aplicaciones, de otro. Los operadores de telecomunicaciones argumentan a su favor que para poder garantizar la creciente demanda de ancho de banda por sus redes deben efectuar cuantiosas inversiones, de las cuales esperan obtener un retorno de la inversión y que, por consiguiente, deben ser amortizadas a través de nuevas y mayores fuentes de ingresos, y de forma diferenciada, según la cantidad y calidad de los servicios prestados. Los grandes operadores de servicios y aplicaciones, por su parte, argumentan que la red debe mantener su neutralidad, independientemente de las aplicaciones de que se trate.

Tendencias de evolución de la neutralidad de la red

Existen dudas, pues, sobre cómo debe resolverse este debate, lo cual coincide con el punto de vista de los profesionales encuestados, que no muestran una misión compartida al respecto (ver la **figura 32**). Sea cual sea la opción finalmente elegida, lo cierto es que se deberá intentar encontrar un punto de equilibrio entre la posible regulación que se establezca sobre este tema, y los requerimientos exigidos por el mercado para innovar en nuevos servicios e invertir en redes de mayor capacidad.



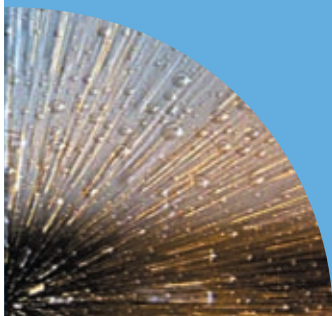
FIG. 32. GRADO DE ACUERDO O DESACUERDO MOSTRADO POR LOS PROFESIONALES ENCUESTADOS CON LA HIPÓTESIS “EL PRINCIPIO DE NEUTRALIDAD DE LA RED SE VA A IMPONER EN ESPAÑA EN EL FUTURO”





Anexo I


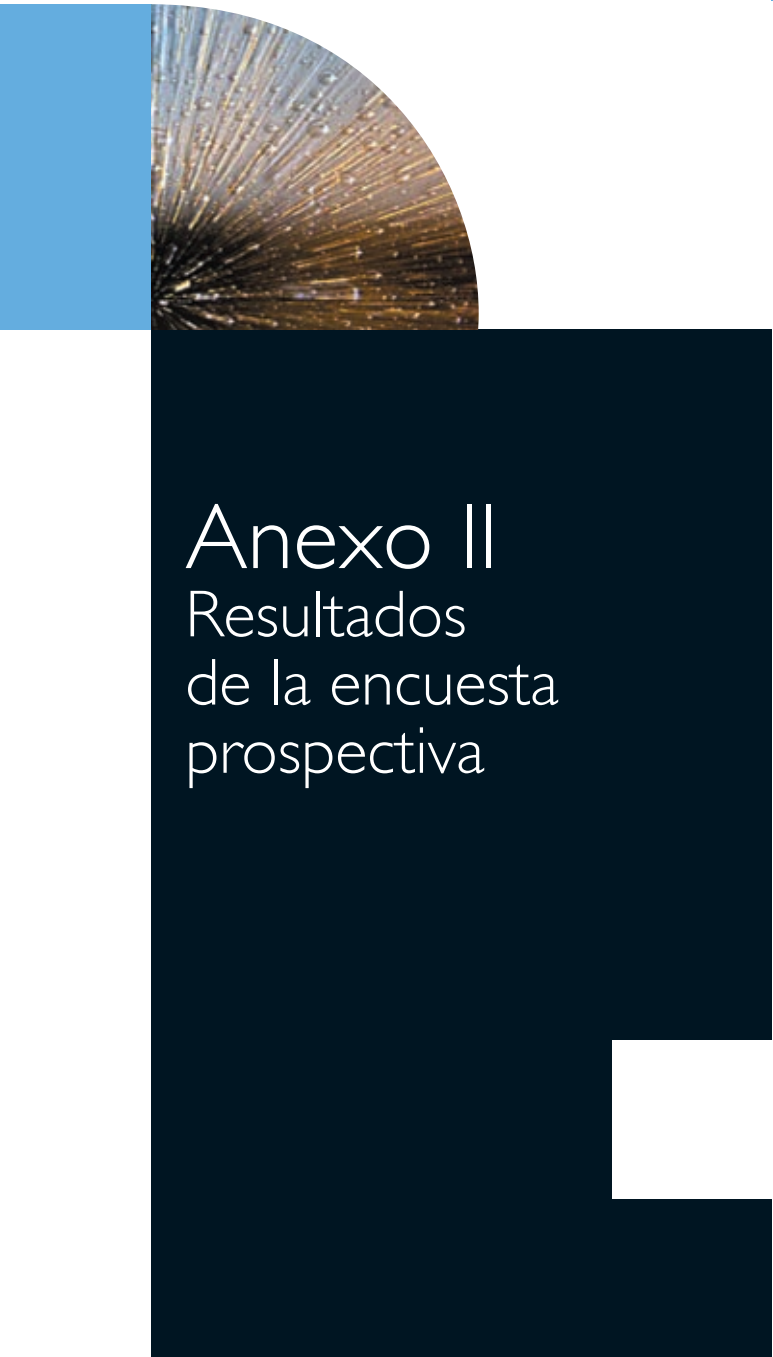
Relación de miembros del Panel de Expertos





La relación de profesionales del sector de las TIC que han formado parte del Panel de Expertos y que han colaborado en la elaboración del presente estudio es la que se indica a continuación. A todos ellos les agradecemos muy sinceramente su colaboración, sin la cual no hubiera sido posible la realización del mismo.

NOMBRE	EMPRESA/ORGANISMO
Sr. D. Félix Benivades	Cisco Systems
Sr. D. Antonio Cordón Portillo	Ericsson
Sr. D. José Luis Cuerda	Vodafone
Sr. D. Javier García Gómez	Alcatel-Lucent
Sr. D. José Manuel Huidobro Moya	Deutsche Telekom
Sr. D. Carlos López Herrero	ONO
Sr. D. Cayetano Lluch	Telefónica Móviles
Sr. D. Miguel Ramírez Martín	Colegio Oficial Ingenieros Telecomunicación Cataluña
Sr. D. Javier Ramos López	Universidad Rey Juan Carlos
Sr. D. Alberto Urueña López	Red.es
Sra. Dña. Mercedes Fernández Gutiérrez	Telefónica Móviles



Anexo II

Resultados de la encuesta prospectiva

En este anexo se facilitan los resultados cuantitativos obtenidos en la encuesta prospectiva llevada a cabo para la realización del presente estudio. Los datos numéricos mostrados corresponden al porcentaje de encuestados que han respondido una determinada opción, según corresponda en cada una de las hipótesis planteadas.




HIPÓTESIS DE FUTURO	Horizonte temporal de materialización				Barreras existenciales para su materialización					Grado de acuerdo o desacuerdo				
	Del 2007 al 2010	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Sociales	Económicas	de Mercado	Tecnológicas	Regulatorias	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
REDES														
1. El uso de redes fijas de acceso con un ancho de banda del orden de 20 Mbps será habitual en España.	44%	54%	2%	0%	13%	35%	31%	8%	13%	---	---	---	---	---
2. El uso de redes fijas de acceso con un ancho de banda del orden de 50 Mbps será habitual en España.	2%	60%	36%	2%	10%	30%	23%	22%	15%	---	---	---	---	---
3. El uso de redes fijas de acceso con un ancho de banda del orden de 100 Mbps o superior será habitual en España.	0%	33%	65%	2%	8%	29%	26%	28%	9%	---	---	---	---	---
4. El uso de redes de comunicaciones móviles con un ancho de banda del orden de 2 Mbps será habitual en España.	66%	32%	2%	0%	9%	36%	26%	23%	6%	---	---	---	---	---
5. El uso de redes de comunicaciones móviles con un ancho de banda del orden de 15 Mbps será habitual en España.	9%	52%	37%	2%	4%	31%	28%	34%	3%	---	---	---	---	---
6. El uso de redes de comunicaciones móviles con un ancho de banda del orden de 50 Mbps o superior será habitual en España.	2%	30%	59%	9%	1%	27%	23%	43%	6%	---	---	---	---	---
7. El escenario de "todo sobre IP" en el sector de las telecomunicaciones será habitual en España.	26%	62%	12%	0%	7%	25%	32%	20%	16%	---	---	---	---	---
8. La arquitectura IMS (IP Multimedia Subsystem), de conexión entre redes móviles y fijas por IP, será de uso habitual en España.	15%	67%	13%	5%	5%	25%	31%	24%	15%	---	---	---	---	---
9. La nueva versión del protocolo de Internet (IPv6) será de uso habitual en España.	26%	46%	21%	7%	5%	24%	28%	39%	4%	---	---	---	---	---

HIPÓTESIS DE FUTURO	Horizonte temporal de materialización				Barreras existenciales para su materialización					Grado de acuerdo o desacuerdo				
	Del 2007 al 2010	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Sociales	Económicas	de Mercado	Tecnológicas	Regulatorias	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
TECNOLOGÍAS														
10. La tecnología ADSL+2 será de uso habitual en España.	58%	36%	3%	3%	4%	32%	31%	23%	10%	---	---	---	---	---
11. La tecnología VDSL será de uso habitual en España.	22%	59%	14%	5%	3%	31%	29%	22%	15%	---	---	---	---	---
12. La tecnología ADSL y el cable constituirán las redes de acceso predominantes en España en el futuro.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	27%	37%	3%	33%	0%
13. La regulación existente en España no favorece el desarrollo de las redes de cable.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	13%	37%	24%	21%	5%
14. La tecnología FTTx (fibra hasta el hogar) alcanzará una amplia implantación en las áreas urbanas en España.	6%	59%	32%	3%	0%	54%	25%	10%	11%	---	---	---	---	---
15. La tecnología EFM (Ethernet dentro la primera milla) alcanzará una amplia implantación en las zonas urbanas en España.	9%	57%	29%	5%	2%	37%	27%	17%	17%	---	---	---	---	---
16. El uso de la tecnología WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) será habitual en España.	34%	48%	10%	8%	0%	23%	30%	25%	22%	---	---	---	---	---
17. La tecnología WiMAX va a desplegarse casi exclusivamente en zonas rurales o suburbanas.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0%	47%	5%	43%	5%
18. WiMAX va a constituir una tecnología competidora de las comunicaciones móviles de 3G.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	14%	33%	10%	43%	0%
19. Las operadores de móviles van a apostar fuertemente por utilizar la tecnología WiMAX en sus redes en España.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0%	26%	31%	38%	5%



HIPÓTESIS DE FUTURO	Horizonte temporal de materialización				Barreras existenciales para su materialización					Grado de acuerdo o desacuerdo				
	Del 2007 al 2010	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Sociales	Económicas	de Mercado	Tecnológicas	Regulatorias	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
TECNOLOGÍAS														
20. La regulación existente en España no va a favorecer el desarrollo de la tecnología WIMAX.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	13%	38%	31%	18%	0%
21. El uso de la tecnología Mobile-Fi (bajo el estándar IEEE 802.20) será habitual en España.	6%	44%	25%	25%	2%	23%	25%	42%	8%	---	---	---	---	---
22. El uso de las comunicaciones móviles de 3G será habitual en España.	69%	23%	3%	5%	7%	48%	27%	11%	7%	---	---	---	---	---
23. La entrada en operación de Xfera y de los operadores móviles virtuales (OMVs) va a dinamizar el mercado de la 3G en España.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	15%	49%	13%	18%	5%
24. Las comunicaciones móviles 4G se van a lanzar comercialmente en España.	5%	63%	29%	3%	2%	36%	23%	34%	5%	---	---	---	---	---
25. El uso de terminales de comunicaciones duales (fijo-móvil) será habitual en España.	57%	38%	0%	5%	16%	31%	25%	14%	14%	---	---	---	---	---
26. El terminal móvil del futuro se parecerá más a un teléfono móvil, que no a un asistente digital personal (PDA).	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3%	24%	24%	38%	11%
27. Los interfaces de usuario de los terminales móviles del futuro serán más amigables y fáciles de usar que los actuales.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	66%	18%	11%	5%	0%
APLICACIONES														
28. Los hogares españoles van a disponer de acceso a Internet de forma generalizada.	48%	39%	13%	0%	42%	40%	10%	3%	5%	---	---	---	---	---
29. El uso de la voz sobre IP (VoIP) en el entorno empresarial, incluidas las PYMES, va a ser habitual en España.	41%	56%	3%	0%	10%	28%	29%	18%	15%	---	---	---	---	---
30. El uso de la voz sobre IP (VoIP) en el entorno doméstico va a ser habitual en España.	19%	51%	22%	8%	25%	23%	34%	10%	8%	---	---	---	---	---

HIPÓTESIS DE FUTURO	Horizonte temporal de materialización				Barreras existenciales para su materialización					Grado de acuerdo o desacuerdo				
	Del 2007 al 2010	Del 2010 al 2015	Más allá del 2015	Nunca	Sociales	Económicas	de Mercado	Tecnológicas	Regulatorias	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
31. El servicio de TV a la carta ofrecido sobre líneas xDSL va a tener una importante demanda en el mercado español.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	14%	38%	19%	24%	5%
32. El uso de la televisión digital en el móvil va a ser habitual en España.	24%	52%	6%	18%	25%	35%	21%	12%	7%	---	---	---	---	---
33. El uso del vídeo sobre demanda (VoD) va a ser habitual en España.	27%	63%	5%	5%	17%	40%	26%	15%	2%	---	---	---	---	---
34. Las ofertas de servicios de telecomunicaciones del tipo cuádruple plan van a tener una demanda importante en España.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	38%	49%	5%	5%	3%
35. La oferta de servicios de telecomunicaciones de banda ancha en España se va a basar en tarifas planas.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	32%	45%	5%	13%	5%
36. La mensajería instantánea sobre móvil (IMM) va a tener una importante demanda en el mercado español.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	19%	51%	11%	19%	0%
37. Los sistemas de acceso a contenidos basados en arquitecturas del tipo P2P van a continuar teniendo en España una fuerte demanda.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	55%	34%	8%	3%	0%
38. El uso de sistemas de podcasting para el acceso a contenidos audiovisuales será habitual en España.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8%	60%	21%	11%	0%
39. El uso de aplicaciones distribuidas en red va a predominar sobre las aplicaciones instaladas en los equipos o terminales de los usuarios.	20%	42%	26%	12%	22%	25%	16%	32%	5%	---	---	---	---	---
40. Avanzamos hacia la denominada web 2.0, basada en las redes sociales y en la interacción y la participación de los usuarios.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	31%	61%	8%	0%	0%
41. El principio de neutralidad de la red se va a imponer en España en el futuro.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5%	42%	19%	29%	5%



Anexo III

Significado de siglas y acrónimos

En este anexo se indica cuál es el significado de las siglas y acrónimos utilizados en el presente documento, con el fin de facilitar su comprensión.

- **2G** – Segunda Generación de comunicaciones móviles.
- **2,5G** – Segunda Generación y media de comunicaciones móviles.
- **3G** – Tercera Generación de comunicaciones móviles.
- **3,5G** – Tercera Generación y media de comunicaciones móviles.
- **4G** – Cuarta Generación de comunicaciones móviles.
- **ADSL** – *Asymmetric Digital Subscriber Line*.

- **CAPEX** – *Capital Expenditures.*
- **CMT** – *Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.*
- **DSLAM** – *Digital Subscriber Line Access Multiplexer.*
- **DVB** – *Digital Video Broadcasting.*
- **DVB-H** – *DVB Handheld.*
- **FTTB** – *Fiber To The Building.*
- **FTTH** – *Fiber To The Home.*
- **FTTN** – *Fiber to the Node.*
- **FTTx** – *Fiber to the X (cualquier variante tecnológica).*
- **GPON** – *Gigabit Passive Optical Network.*
- **GPS** – *Global Positioning System.*
- **GSM** – *Global System for Mobile communications.*
- **HDTV** – *High Definition TV.*
- **HSDPA** – *High-Speed Downlink Packet-Access.*
- **HSPA** – *High-Speed Packet-Access.*
- **HSUPA** – *High-Speed Uplink Packet-Access.*
- **ICT** – *Infraestructura Común de Telecomunicaciones.*
- **IEEE** – *Institute of Electric and Electronic Engineers (E.E.U.U.)*
- **IMM** – *Instant Messaging Mobile.*
- **IMS** – *IP Multimedia Subsystem.*
- **INE** – *Instituto Nacional de Estadística.*
- **IP** – *Internet Protocol.*
- **IPv4** – *Internet Protocol version 4.*
- **IPv6** – *Internet Protocol version 6.*
- **I-WLAN** – *3GPP-WLAN Interworking.*
- **LAN** – *Local Area Network.*
- **LTE** – *Long Term Evolution.*
- **LOS** – *Line of Sight.*
- **MAN** – *Metropolitan Area Network.*
- **MBWA** – *Mobile Broadband Wireless Access.*
- **MIMO** – *Multiple-Input-Multiple-Output.*
- **MPEG-4** – *Motion Picture Experts Group (version 4).*
- **NLOS** – *Not Line of Sight.*
- **OFDM** – *Orthogonal Frequency Division Multiplexing.*
- **OPEX** – *Operational Expenditures.*
- **PAN** – *Personal Area Network.*
- **PON** – *Passive Optical Network.*



- **PDA** – *Personal Digital Assistant.*
- **QoS** – *Quality of Service.*
- **SI** – *Sociedad de la Información.*
- **TCP/IP** – *Transmission Control Protocol / Internet Protocol.*
- **TIC** – *Tecnologías de la Información y la Comunicación.*
- **TDT** – *Televisión Digital Terrestre.*
- **UE** – *Unión Europea.*
- **UMA/GAN** – *Unlicensed Mobile Access. Generic Access Network.*
- **UMTS** – *Universal Mobile Telecommunications System.*
- **USB** – *Universal Serial Bus.*
- **UWB** – *Ultra Wide Band.*
- **VDSL2** – *Very High Speed DSL 2 (Digital Subscriber Line).*
- **VoD** – *Video on Demand.*
- **VoIP** – *Voice over IP.*
- **WAN** – *Wide Area Network.*
- **Wi-Fi** – *Wireless Fidelity.*
- **WiMAX** – *Worldwide Interoperability for Microwave Access.*
- **Wireless** – *Inalámbrico.*
- **WLAN** – *Wireless Local Area Network.*
- **WMAN** – *Wireless Metropolitan Area Network.*
- **WPAN** – *Wireless Personal Area Network.*
- **WUSB** – *Wireless Universal Serial Bus.*



Bibliografía

- **AETIC** (2007): “*Las Tecnologías de la Información en España 2006*”. Madrid. <http://www.aetic.es>
- **AETIC y DMR Consulting** (2006): “*Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española 2005*”. Edición 2006.
- **AA.VV.** (2003): “*Redes de Acceso de Banda Ancha. Arquitectura, prestaciones, servicios y evolución*”. Telecable y anterior Ministerio de Ciencia y Tecnología (Centro de Publicaciones). Madrid.
- **CMT** (2007): “*Consulta pública sobre Redes de Acceso de Nueva Generación*”. Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. Mayo 2007. Barcelona. http://www.cmt.es/es/actividades_en_curso/consulta_publica/anexos/ConsultaNGaNs.pdf



- **Comisión Europea** (2005): “i2010: A European Information Society for Growth and Employment”.
http://europa.eu.int/information_society/eeurope/i2010/index_en.htm
- **Comisión Europea** (2004): “Décimo Informe sobre la situación de los Mercados y la Regulación de las Comunicaciones Electrónicas en la Unión Europea”. COM(2004).
http://europa.eu.int/information_society/topics/ecom/all_about/implementation_enforcement/annualreports/10threport/index_en.htm
- **Comisión Europea** (2004): “Connecting Europe at High Speed: National Broadband Strategies – Annexes”. Commission Staff Working Paper. Bruselas.
- **EBCENTER PwC&IESE** (2007): “Wireless Broadband 2007: Wimax & CO”. Cuadernos del e-business Center PricewaterhouseCoopers & IESE. Top Ten Technologies Project.
http://www.iese.edu/es/files/5_31227.pdf
- **EITO** (2007): “European Information Technology Observatory 2007”. Frankfurt, Alemania. <http://www.eito.com>
- **ENTER** (2007): “Inhibidores de uso de las TIC en la sociedad española”. Madrid.
http://www.enter.es/enter/file/espanol/texto/Inhibidores_doc.pdf
- **ENTER** (2007): “DigiWorld 2007 España: Los retos del mundo digital. Telecomunicaciones, Internet, Audiovisual”. Enter (Instituto de Empresa). Madrid.
http://www.enter.es/enter/file/espanol/texto/DigiWorld_2007.pdf
- **EUROSTAT** (2007): “Information Society Statistics. Policy Indicators”. Luxemburgo.
<http://europa.eu.int/comm/eurostat/>
- **Fundación OPTI** (2006): “Conectividad, convergencia, seguridad e integración: Un marco para la evolución de las TIC”. Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI). Madrid. Cuadernos OPTI.
<http://www.opti.org/pdfs/tic.pdf>
- **Fundación OPTI** (2002): “Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo en el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación”. Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI). Madrid.
<http://www.opti.org/pdfs/sectoriales/maquetainfcomu.pdf>
- **Fundación Orange** (2007): “e-España 2007” - Informe anual sobre el Desarrollo de la Sociedad de la Información en España”. Madrid.
http://www.fundacionorange.es/areas/25_publicaciones/e2007.pdf
- **GAPTEL** (2006): “Marco regulador Europeo de Comunicaciones Electrónicas”. Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Telecomunicaciones. Red.es. Madrid.
<http://observatorio.red.es/gaptel/archivos/gaptel.pdf>
- **GAPTEL** (2005): “Comunicaciones móviles e inalámbricas”. Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Telecomunicaciones. Red.es. Madrid, Septiembre 2005.
http://observatorio.red.es/estudios/documentos/gaptel_moviles.pdf

- **GAPTEL** (2004): “Banda Ancha”. Red.es. Madrid, Julio 2004.
http://observatorio.red.es/gaptel/archivos/pdf/gaptel_banda_ancha.zip
- **GAPTEL** (2004): “Wi-Fi: Análisis, diagnóstico y políticas públicas”. Red.es. Madrid, Febrero 2004.
http://observatorio.red.es/gaptel/archivos/pdf/04_02_20_wifi.pdf
- **IDATE** (2006): “DigiWorld 2006 Summit”. International Conference. Montpellier.
<http://www.digiworldsummit.com/>
- **INE** (2007): “Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares”. Madrid, Marzo 2007.
<http://www.ine.es/prensa/np451.pdf>
- **Ministerio de Industria, Turismo y Comercio** (2005): “Plan Avanza 2006-2010” para el desarrollo de la Sociedad de la Información y de Convergencia con Europa y entre Comunidades Autónomas.
<http://www.planavanza.es/>
- **OECD** (2007): “OECD Communications Outlook 2007”. París.
<http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9307021E.PDF>
- **Red.es** (2007): “Perfil sociodemográfico de los internautas españoles en 2006” Análisis de datos del INE (primer y segundo semestre). Observatorio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Madrid, junio 2007.
http://observatorio.red.es/estudios/documentos/EVOLUCION_I_06.pdf
- **Red.es** (2006): “XIV Oleada del Panel de Hogares”. Madrid, Octubre-Diciembre 2006.
http://observatorio.red.es/estudios/documentos/informe_xivoleada.pdf
- **Telefónica** (2007): “La Sociedad de la Información en España 2006” – Madrid.
<http://www.telefonica.es/sociedaddeinformacion/>

Patronato de la
Fundación Observatorio
de Prospectiva
Tecnológica Industrial

MITYC. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

AINIA. Instituto Tecnológico Agroalimentario

CDTI. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial

CIEMAT. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

CSIC. Consejo Superior de Investigaciones Científicas

FECYT. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología

Fundación ASCAMM

Fundación EOI

Fundación Genoma España

Fundación ICT. Institut Català de Tecnologia

Fundación INASMET

IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía

INESCOP. Instituto Tecnológico del Calzado y Conexas

IQS. Institut Químic de Sarrià

OEPM. Oficina Española de Patentes y Marcas