



COTEC es una fundación de origen empresarial que tiene como misión contribuir al desarrollo del país mediante el fomento de la innovación tecnológica en la empresa y en la sociedad españolas.

ADE (CASTILLA Y LEÓN)
 ADER (LA RIOJA)
 AGENCIA NAVARRA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA
 ALSTOM ESPAÑA
 ASOCIACIÓN INNOVALIA
 AYUNTAMIENTO DE GIJÓN
 AYUNTAMIENTO DE VALENCIA
 BILBAO BIZKAIA KUTXA
 CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE MADRID
 CAJA DE AHORROS Y PENSIONES DE BARCELONA
 CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID
 CLARKE, MODET & Co
 CONSEJERÍA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CASTILLA-LA MANCHA)
 CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA (JUNTA DE ANDALUCÍA)
 CONSULTRANS
 DELOITTE
 DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MADRID
 DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (GALICIA)
 DMR CONSULTING
 EADS ASTRIUM-CRISA
 ELIOP
 ENCOPIM
 ENDESA
 ENRESA
 EUROCONTROL
 EUSKALTEL
 FREIXENET
 FUNDACIÓN AUNA
 FUNDACIÓN BANCO BILBAO VIZCAYA ARGENTARIA
 FUNDACIÓN BARRÍE DE LA MAZA
 FUNDACIÓN CAMPOLLANO
 FUNDACIÓ CATALANA PER A LA RECERCA
 FUNDACIÓN FOCUS-ABENGOA
 FUNDACIÓN IBIT
 FUNDACIÓN LILLY
 FUNDACIÓN RAMÓN ARECES

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA
 FUNDACIÓN VODAFONE
 FUNDECYT (EXTREMADURA)
 GRUPO ACS
 GRUPO ANTOLÍN IRAUSA
 GRUPO DURO FELGUERA
 GRUPO LECHE PASCUAL
 GRUPO MRS
 GRUPO PRISA
 GRUPO SPRI
 HIDROELÉCTRICA DEL CANTÁBRICO
 HISPASAT
 IBERDROLA
 IBERIA
 IBM
 IMADE
 IMPIVA
 INDRA
 INSTITUTO DE FOMENTO DE LA REGIÓN DE MURCIA
 INSTITUTO DE DESARROLLO ECONÓMICO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN
 INTEL CORPORATION IBERIA
 MERCAMADRID
 MERCAPITAL
 MIER COMUNICACIONES
 NECSO
 OHL
 O-KYAKU
 PATENTES TALGO
 PROEXCA
 REPSOL YPF
 SANTANDER CENTRAL HISPANO
 SEPES
 SIDA
 SOCINTEC
 SODERCAN (CANTABRIA)
 SOLUTEX
 TECNALIA
 TÉCNICAS REUNIDAS
 TELEFÓNICA
 UNIÓN FENOSA
 ZELTIA



Cotec ■

Fundación Cotec
 para la Innovación Tecnológica
 Pza. Marqués de Salamanca 11, 2º izda.
 28006 Madrid
 Telf. (34) 91 436 47 74
 Fax. (34) 91 431 12 39
<http://www.cotec.es>

22

WIRELESS

**DOCUMENTOS
COTEC SOBRE
OPORTUNIDADES
TECNOLÓGICAS**

Primera edición:
Marzo 2005

Depósito legal: M. 11.873-2005
ISBN: 84-95.336-51-0

Imprime:
Gráficas Arias Montano, S.A.

ÍNDICE

1. Presentación	7
Participantes en la sesión Cotec sobre <i>wireless</i>	9
2. Introducción	11
2.1. Qué es <i>wireless</i>	12
2.2. Por qué un documento sobre <i>wireless</i>	13
2.3. Breve historia de <i>wireless</i>	16
2.4. Por qué <i>wireless</i> y para qué sirve.....	18
2.5. Oportunidad para el tejido empresarial	21
3. Aplicaciones por sectores	25
3.1. Introducción	25
3.2. Aplicaciones reales.....	28
3.2.1. Aplicaciones en el sector servicios....	29
3.2.1.1. Acceso remoto a servicios de datos para trabajadores móviles	29
3.2.1.2. Servicios de información en ruta al viajero.....	34
3.2.1.3. Banca electrónica móvil....	38
3.2.1.4. <i>Hot-Spots</i>	41
3.2.1.5. Ocio y turismo.....	42
3.2.2. Aplicaciones en el sector industrial ...	44
3.2.2.1. Comunicaciones M2M	45
3.2.2.2. Seguimiento de activos a lo largo del ciclo completo de vida del producto	48
3.2.2.3. Sensores inalámbricos auto- alimentados.....	50
3.2.3. Aplicaciones en el sector primario	52
3.2.3.1. Acceso inalámbrico a servi- cios de datos para empresas y clientes residenciales	53

3.2.3.2.	Identificación y seguimiento de ganado mediante RFID	56
3.2.3.3.	Localización y seguimiento de animales en libertad	60
3.2.3.4.	Radar para aplicaciones de análisis del subsuelo	63
3.2.3.5.	Control de plagas mediante redes de sensores	65
3.3.	«Ambiente inteligente» y papel de los sistemas inalámbricos.....	65
4.	Situación de la I+D y la oferta en la España actual	69
4.1.	Los que proporcionan servicios de conectividad: Operadores.....	71
4.2.	Los proveedores de tecnología: Fabricantes y distribuidores	72
4.3.	Los integradores y los que proporcionan servicios de apoyo, instalación y otros servicios	73
4.4.	Otros: servicios de I+D+i, asociaciones, la Administración	73
4.5.	Situación de la I+D+i en el sector.....	74
5.	Consideraciones finales	77
6.	Anexos	79
Anexo 1:	Grandes conjuntos de sistemas <i>wireless</i>, costes y sus usos	79
1.	Una posible clasificación	79
2.	Los sistemas <i>wireless</i> para aplicaciones en el entorno personal y conectividad próxima.....	81
2.1.	Sistemas de Identificación por Radiofrecuencia (RFID)	82
2.2.	Conectividad <i>wireless</i> PAN (<i>Personal Area Network</i>).....	85

3. Sistemas <i>wireless</i> para aplicaciones de hogar y oficina	87
4. Sistemas <i>wireless</i> para aplicaciones de mayor distancia	89
5. Situación, evolución y perspectivas	94
6. Los sistemas <i>wireless</i> y la salud.....	96
Anexo 2: Listado de direcciones	99
Anexo 3: Listado de figuras	103
Anexo 4: Glosario de acrónimos	105



PRESENTACIÓN

La Fundación Cotec contribuye, desde hace más de doce años, a difundir aquellas oportunidades que permitan al tejido empresarial incrementar su desarrollo tecnológico, su capacidad de innovación y su competitividad.

Los Documentos Cotec sobre Oportunidades Tecnológicas constituyen una colección orientada al cumplimiento del objetivo estratégico de actuar como motor de sensibilización a la actitud innovadora en la empresa. Estos documentos se editan después de un proceso de debate para identificar los retos y oportunidades que ofrecen esas tecnologías y su aplicación por las empresas, así como los beneficios que les reportan.

Para el debate, la Fundación Cotec reúne a un cualificado grupo de expertos empresariales, de investigadores y de consultores especializados, para que analicen las posibilidades de aplicación de esas tecnologías o servicios, y las oportunidades que ofrecen para los distintos sectores empresariales. En esta ocasión, se presenta el resultado de la sesión dedicada a las oportunidades y aplicaciones de **wireless**, que tuvo lugar en Madrid el día 15 de julio de 2004, en la sede de Cotec.

La finalidad del documento es ampliar el interés de las empresas en este tema como paso inicial a posteriores decisiones que faciliten la expansión de la integración de dispositivos *wireless* en los procesos de innovación de las empresas.

El equipo de expertos que participó en la sesión fue coordinado por Guillermo Gil Aguirrebeitia, de Robotiker, quien, a su vez, preparó el material de esta publicación. Cotec quiere dejar constancia de su agradecimiento a Guillermo Gil y a los demás expertos participantes, sin cuyo trabajo, comentarios y sugerencias este documento no hubiera sido posible.

Fundación Cotec.

PARTICIPANTES EN LA SESIÓN COTEC SOBRE WIRELESS

Expertos coordinadores

- Guillermo Gil
Robotiker

Expertos participantes

- Fernando Andreu
Euskaltel, S.A.
- Francisco Berzianos
Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes (Madrid)
- Rafael Burriel
ETSI de Telecomunicación, UPM
- Elena Celorrio
CDTI
- José de la Peña
Telefónica Móviles
- José Ramón García
Tecnalia Corporación Tecnológica
- Fernando Garrido
INDRA
- Juan Gascón
AETIC
- Mari Luz Gilarranz
ALCATEL
- Tomás Herrera
CEAPAT

- Luis Izquierdo
Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes (Madrid)
- Iñaki Larrañaga
Mondragón Corporación Corporativa
- Julio López
ERICSSON
- Juan José Mangas
Fundación Cotec
- Antonio Martínez
Instituto de Ingeniería del Conocimiento
- José Pascual Gallego
CEAPAT
- Antonio Rodríguez
Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

2

INTRODUCCIÓN

Este documento pretende aportar, de una manera divulgativa y no técnica, ideas de las diversas oportunidades que los sistemas móviles e inalámbricos proporcionan a todo tipo de organizaciones y a la sociedad en general. No se trata de una guía para usuarios de los sistemas inalámbricos y móviles, sino que se trata más bien de un documento que pretende sensibilizar y ayudar a que un posible usuario entienda cómo se despliega una solución *wireless* y para qué puede servir. Estas ideas sobre posibilidades deben ser bien conocidas por las empresas para identificar con suficiente antelación las oportunidades que les brindan, tanto para crear productos mejores, más competitivos y de mayor valor, como para explorar nuevas vías de gestión en los negocios, para que sean competitivos en costes, más innovadores o se adapten mejor a las nuevas condiciones del entorno o del mercado.

La conectividad, la localización o la identificación «a distancia» son las funciones básicas que los sistemas *wireless* brindan, y con ellas se hace posible crear un número casi ilimitado de aplicaciones que día a día van extendiéndose progresivamente. Quizá ahora resulta natural recibir y hacer llamadas desde casi cualquier sitio y nos parece normal que el coche indique la ruta que hay que seguir para llegar a un determinado lugar o que se pueda acceder a los transportes públicos solamente acercando una fina tarjeta o billete a un lector. Hace apenas diez años esto era casi ini-

imaginable y, probablemente, dentro de diez años parecerá natural que un vehículo aminore de forma automática la velocidad porque ha recibido un aviso de congestión de tráfico un poco más adelante, o que no haya que pasar los artículos del supermercado por la caja registradora porque el carrito de la compra ya habrá identificado y comunicado cada producto, o que dicha compra se haya efectuado con el monedero en el móvil.

Este documento va dirigido a los empresarios y empresarias quizá algo distantes de estas tecnologías. No pretende ser minucioso, detallista o exhaustivo. Busca incentivar la imaginación, ayudar a explorar nuevos usos y, fundamentalmente, contribuir a visualizar nuevas ideas y perspectivas que posibiliten, con estas herramientas, la generación de riqueza en sus empresas y organizaciones.

2.1. QUÉ ES WIRELESS

Por *wireless* se entiende literalmente conectividad inalámbrica, sin hilos. La acepción en castellano es quizá mucho más imprecisa que su versión inglesa y por ello se ha dejado así en el título de este documento. El contexto habitual en el que se emplea el término implica más significados, como el uso de radiofrecuencia (aunque no necesariamente, pues hay sistemas ópticos y de infrarrojos), la comunicación ubicua —en cualquier sitio—, la movilidad y sus aplicaciones asociadas o info-movilidad.

La importancia de este conjunto de tecnologías reside en que permiten hacer algo cuando se necesita, en cualquier momento, desde cualquier lugar, incluso en movimiento y de una manera cómoda, al no estar la persona ceñida a las limitaciones inherentes a las comunicaciones con hilos.

Además, hay otra serie de factores que están caracterizando el desarrollo espectacular de estos sistemas:

- La facilidad del despliegue hacia el abonado en cualquier sitio: sistemas celulares, redes locales inalámbricas

cas, sistemas fijos inalámbricos, comunicaciones por satélite.

- La propia extensión del concepto de abonado o usuario, ya que no sólo las personas, sino que también las cosas (máquinas de todo tipo) necesitan estar conectadas entre sí o a otros sistemas, para control o interacción en tiempo real.
- El fenómeno Internet como plataforma dominante para todo tipo de aplicaciones, móviles y multimedia incluidas.
- El fuerte empuje que se está dando desde el propio sector, fabricantes y operadores, como factor de crecimiento y creación de riqueza.

Por supuesto, esta rapidísima evolución comporta riesgos no sólo tecnológicos, sino también económicos o sociológicos, en aspectos tales como la info-discapacidad o la denominada «brecha digital». Resulta, por tanto, necesario hacer un esfuerzo para evitar la exclusión de personas con algún tipo de deficiencia, personas mayores o comunidades rurales y, en este sentido, la flexibilidad, comodidad y ubicuidad de los sistemas *wireless* pueden contribuir muy eficientemente a una mayor participación de todos en la denominada Sociedad de la Información.

2.2. POR QUÉ UN DOCUMENTO SOBRE WIRELESS

Los sistemas *wireless* son complejos y se han desarrollado en mercados especializados. Sin embargo, son esenciales para la innovación de todo tipo de productos y procesos de negocio de cualquier empresa y organización. La competitividad y el crecimiento sostenible están íntimamente ligados al incremento del valor añadido en los productos. Los nuevos productos o, más concretamente, los nuevos productos-servicios combinan aspectos tangibles (mecánicos, materiales, electrónicos) con intangibles (inteligencia, interacción o conectividad).

Cada vez es más difícil, especialmente para las PYME, desarrollar la capacidad que se precisa para resolver por sí mismas las necesidades de conectividad inalámbrica para sus productos o la provisión de movilidad para sus procesos de negocio. El potencial existe en casi todos los sectores productivos, desde los de bienes de consumo hasta los de productos especializados. Sin embargo, el desarrollo de esta capacidad es muy difícil dentro de un mercado localizado en una zona concreta, debido a que la demanda es muy dispersa y las posibles soluciones combinan diferentes disciplinas de conocimiento y exigen fuertes inversiones. Las necesidades de las PYME requieren adaptaciones específicas que son complejas de acometer debido a los costes de inversión y a la dificultad de replicación en otros mercados. Por estas razones se están desarrollando numerosas iniciativas por parte de operadores y fabricantes para acercar la oferta de sistemas inalámbricos y móviles a la demanda de soluciones específicas a múltiples organizaciones y empresas. La figura 1 trata de representar, de una manera muy simplificada, los diferentes agentes que intervienen en el despliegue y en la puesta en explotación de una aplicación *wireless*, en donde se ha situado en el centro del dibujo al «explotador» de la aplicación:

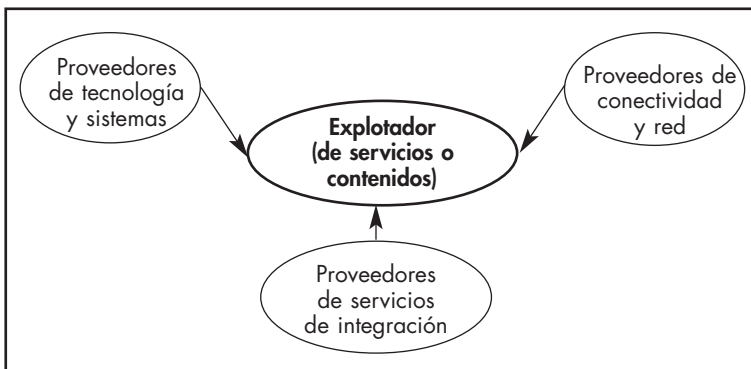


Figura 1

Agentes que intervienen en la explotación de aplicaciones *wireless*

Una empresa que quiera incorporar sistemas inalámbricos debe considerar tres posibles tipos de fuentes de suministros:

- La tecnología en sí, consistente en servidores, equipos, componentes, licencias, etc.
- Los servicios de red, cuando se trate de redes operadas por terceros, como las redes celulares, de satélite, de acceso a Internet, etc.
- Los servicios tecnológicos o de integración, para adaptar las herramientas y servicios disponibles a las necesidades concretas y, a veces, únicas de la empresa.

Por poner un sencillo ejemplo, si un hotel rural quisiera proporcionar conectividad Internet a sus clientes mediante tecnología WiFi, necesitaría el equipamiento necesario, contratar un proveedor de acceso a Internet que conectara la red propia WiFi a la red Internet y, quizá, servicios de un integrador que le ayudara a diseñar bien la red, la gestión de usuarios, la colocación de las antenas, las coberturas, etc. Obviamente, este ejemplo sencillo se resolvería posiblemente mediante un único suministro integrando las tres cosas; pero, a medida que el escenario se complique, posiblemente aparecerían otros proveedores en el caso.

Para facilitar este tipo de modelo de suministro, que podría resultar complejo para las PYME y para empresas muy alejadas de estas tecnologías, se está haciendo un enorme esfuerzo de simplificación y de fomento de servicios y están surgiendo proveedores especializados (denominados *Wireless Application Service Providers*, WASP) que se encargan de gestionar el servicio para el cliente. Es lo mismo que ocurre, por ejemplo, en el caso muy típico en Internet, en el que una empresa delega toda la gestión de su servicio *web* o de su tienda Internet a un tercero especializado para dar ese tipo de servicios.

2.3. BREVE HISTORIA DE WIRELESS

A finales del siglo XIX, en la década de 1880, se iniciaron los primeros experimentos de transmisión, según las teorías y aparatos desarrollados por Heinrich Hertz, mediante el uso de descargas eléctricas que generaban señales de gran ancho de banda, es decir, señales que ocupaban un extenso rango de frecuencias del espectro radioeléctrico. Guglielmo Marconi, basándose en estas teorías y conceptos, consiguió transmitir y recibir mensajes por radio a través de distancias progresivamente crecientes, hasta lograr, en 1896, salvar los 14 km del Canal de Bristol que separan Inglaterra de la costa sur de Gales. Ese mismo año, Marconi registró la primera patente de un sistema de telegrafía por ondas hercianas. Hacia 1900 se empezaron a utilizar señales sintonizadas, lo que permitía la transmisión simultánea de diferentes parejas de emisores-receptores y, hacia 1910, se iniciaron los sistemas de transmisión multi-canal mediante separación de frecuencias. En esa época aparecen los primeros mecanismos de regulación y de separación de servicios por frecuencias (como las comunicaciones entre barcos y servicios de salvamento costero). Entre los años 1920 y 1940 se desarrollaron las diferentes técnicas de modulación de amplitud y frecuencia (AM, FM), así como los mecanismos de transmisión de largo alcance utilizando propagación ionosférica; fue entonces cuando también tuvo inicio la radiodifusión (1920), que posteriormente dio paso al servicio de televisión. En la década de 1930 se empezó a trabajar en frecuencias de microondas, lo que sirvió para el desarrollo de los enlaces punto a punto, en los que las ondas de radio se propagan únicamente en una determinada dirección para enlazar una pareja emisor-receptor y para preparar el nacimiento de las tecnologías de radar.

Estos desarrollos progresivos han llevado emparejada una legislación muy específica, máxime teniendo en cuenta que las comunicaciones siempre han estado muy vincula-

das a la seguridad nacional. Con la progresiva liberalización de las comunicaciones a mediados de los años ochenta y su uso universal, se ha producido el encarecimiento de un bien escaso: el espectro radioeléctrico (figura 2). Este bien se gestiona desde agencias gubernamentales y resulta preciso pagar tasas y licencias para el uso de determinadas ventanas de frecuencia, además de cumplir una serie de requisitos técnicos para no emitir señales que podrían afectar a las de otras bandas que estén reservadas, cuyo uso no esté permitido, o para las que no se cuente con la licencia correspondiente.

Los recientes sistemas de comunicación inalámbrica persiguen la optimización de la capacidad de comunicación de cada frecuencia (la cantidad de información por hercio ocupado). También se están desarrollando técnicas de transmisión muy inmunes al ruido, para poder ser utilizadas en bandas de frecuencia de uso libre o sin licencia, en las que la densidad o coexistencia de diferentes

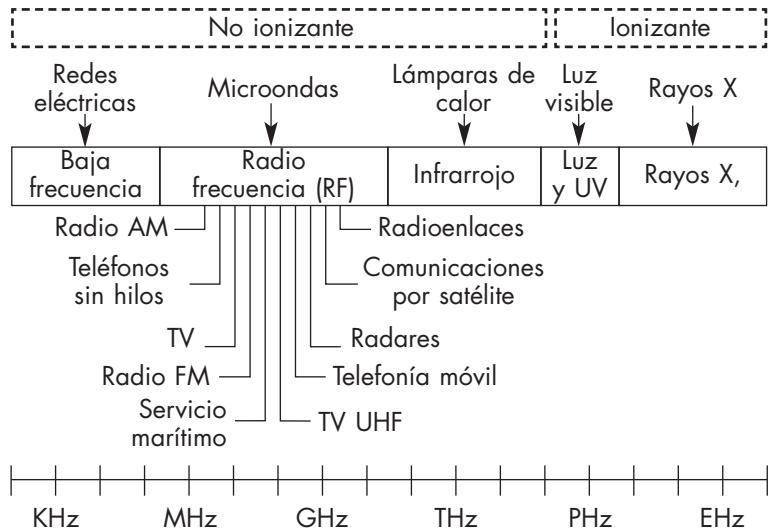


Figura 2

Esquema del espectro radioeléctrico

sistemas es muy elevada. Esta última área es quizá la que más evolución está experimentando, junto con la de los sistemas celulares, con la aparición de los sistemas Bluetooth™, WiFi y WLAN (*Wireless Local Area Network*) o los sistemas en las bandas ICM (Industriales, Científicos y Médicos).

2.4. POR QUÉ WIRELESS Y PARA QUÉ SIRVE

Como se ha mencionado, la auténtica importancia de estas tecnologías y sistemas reside en los conceptos contenidos en la expresión «en cualquier momento», es decir, lo que se necesita, cuando se necesita y donde se necesita: información, servicios o contenidos, preferiblemente de manera instantánea, cómoda y, por supuesto, segura:

- Porque moverse es una necesidad, y hay que realizar operaciones en cualquier instante, incluso en desplazamientos; en algunas ocasiones, la persona (u objeto) con la que hay que comunicarse se encuentra también en movimiento, por lo que sería imposible utilizar un mecanismo cableado: en un barco o en cualquier vehículo que se mueve sobre ruedas.
- Porque no estar físicamente atado o inmóvil es una necesidad, tanto para las máquinas como para la realización de muchas tareas que desempeñan las personas, pues cada vez tiene menos sentido desplazarse a un lugar para realizar una tarea de conocimiento o información (para el caso de personas) o depender de cables para obtener esa información (en el caso de las máquinas).

Quizá el despliegue de este tipo de soluciones sea progresivo como consecuencia de nuevos hábitos de vida y de trabajo ubicuos y que cada día exigen más desplazamientos y a lugares más lejanos. El siguiente esquema muestra esta tendencia (figura 3).

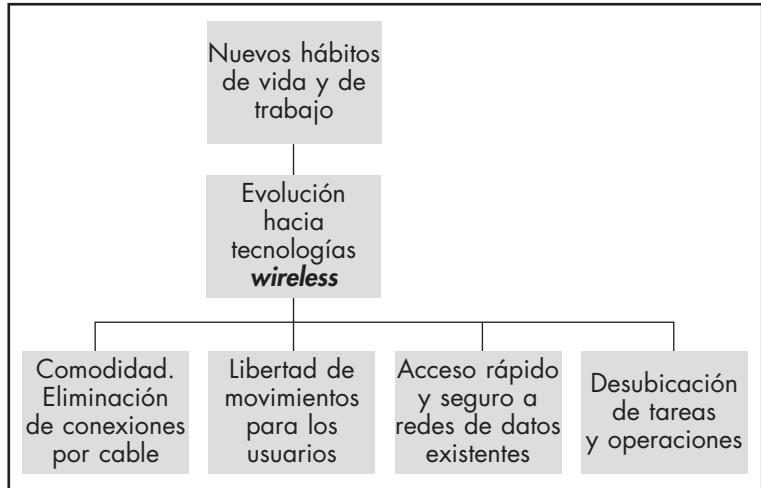


Figura 3

Esquema de adopción de tecnologías *wireless*

No obstante estas evidentes ventajas respecto a las soluciones cableadas, hay que tener en cuenta aspectos como la *fiabilidad* (las comunicaciones inalámbricas son más vulnerables a ruidos electromagnéticos y obstáculos, como cuando son ópticas), la *robustez* (están en una etapa de desarrollo algo menor en algunas tecnologías), la *seguridad* (el «medio» es más accesible para terceros respecto al cable) o el *coste* (al no estar suficientemente generalizadas o extendidas, también en algunos casos). Precisamente, la evolución de la tecnología camina hacia la mejora de estos aspectos y, en gran medida, los sistemas *wireless* empiezan a ser claramente competitivos respecto a las soluciones cableadas.

Pero quizá la comparación simple entre los sistemas cableados e inalámbricos, utilizando los mismos criterios, no sea realmente importante. La clave está en el sufijo **less** del término y concepto *wireless*, es decir, en la ubicuidad y, por tanto, en la posible inmediatez, con todo lo que ello aporta desde la perspectiva de las oportunidades de ne-

gocio. Es evidente que en determinados sectores, como la aeronáutica o la navegación marítima, no hay otra alternativa posible. De manera similar, quizás hay negocios, procesos o productos en otros muchos sectores que no serían posibles sin estas tecnologías.

Las aplicaciones son múltiples, tanto desde la perspectiva de los procesos como de los productos; es decir, productos que incorporen conectividad inalámbrica o procesos que se realizan de manera ubicua. El siguiente cuadro proporciona varios ejemplos de productos y procesos que hacen

Alcance	Contactless (<0,3 m)	Periféricos y PAN (0,3-3 m)	WLAN (30-300 m)	WWAN (>300 m)
Productos inalámbricos	<ul style="list-style-type: none"> • Tags transporte • Etiquetas • Lectores de códigos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores • Impresoras • Cámaras • Pantallas, consolas • Audio • Detectores • Sistemas de control • Sistemas de accesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentación • Robots • Electrodomésticos • Equipos de LAN • Periféricos LAN • Juguetes • Producto especial • Automatas 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemedidores • Contadores agua y gas • Telemandos • Sistemas de supervisión remota
Soluciones móviles	<ul style="list-style-type: none"> • Control de accesos • Micropagos • Control de material • Identificación de personas/objetos • Seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de periféricos • Lectura sin contacto • Redes personales 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatización de plantas y edificios • Automatización de comercios • Automatización de campus y pol. industriales • Sistemas hogar • Comunicaciones vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemedida • Telecontrol • Supervisión remota • Meteorología • Localización de vehículos • Localización de animales • Teletrabajo • m-Negocios

Figura 4

Ejemplos de productos inalámbricos y aplicaciones móviles, según diferentes tipos de sistemas *wireless*

uso de diversas tecnologías inalámbricas. Se han clasificado según la clase de tecnología inalámbrica más típicamente utilizada, desde las de muy corta distancia hasta las de área extensa (WWAN o *Wireless Wide Area Networks*) aunque es posible encontrar algunos ejemplos de los presentados en otras clases de tecnología inalámbrica.

Estos ejemplos se han clasificado pensando en quienes han de desplegar una solución inalámbrica, no en quienes la han de usar. Posiblemente, para un usuario cualquiera los matices relativos al alcance de la tecnología utilizada sean irrelevantes, pues lo que busca es resolver una necesidad, independientemente de cómo se consiga técnicamente (figura 4).

2.5. OPORTUNIDAD PARA EL TEJIDO EMPRESARIAL

Para una organización, los beneficios que puede reportar la adopción de una solución *wireless* en su negocio son múltiples:

- Disminución de costes de explotación y automatización de operaciones. Las tecnologías inalámbricas sirven, por ejemplo, para comunicar dispositivos de difícil acceso o distribuidos en múltiples emplazamientos remotos, lo que facilita operaciones que requieren mano de obra intensiva, como el mantenimiento, y posibilita automatizar otras, como, por ejemplo, la lectura de contadores.
- Diferenciación respecto a competidores tanto de productos como de servicios. Las tecnologías inalámbricas no sólo facilitan hacer lo mismo de otro modo, sino también abren la puerta a nuevos servicios. Por ejemplo, un servicio de paquetería etiquetada con *tags* de radiofrecuencia permite trazar el recorrido del envío de forma automática y ofertar a los clientes la posibilidad de seguir la situación de sus pedidos o envíos desde Internet y en tiempo real.

- Productos de mayor valor añadido, lo que puede reportar mayores ingresos, como en el caso ya citado de seguimiento de paquetería a través de Internet.
- Mayor flexibilidad en procesos de control o interrelación con sus propios recursos o con los ajenos. Por ejemplo, la conexión permanente entre las oficinas y los trabajadores de campo (comerciales, técnicos de mantenimiento, transportistas) permite gestionar dinámicamente las jornadas de trabajo y optimar viajes y salidas.
- Tecnología y soluciones a medida, no disponibles en el mercado, que resuelven necesidades particulares y únicas. Por ejemplo, máquinas con partes móviles en las que instalar comunicaciones por cable puede resultar engorroso o incluso inviable.
- Acceso más eficaz y eficiente a tecnologías clave para sus negocios. Por ejemplo, la incorporación de tecnologías como Bluetooth™ a máquinas expendedoras o parquímetros puede ser la puerta de entrada para una solución de pago electrónico desde teléfonos móviles, en la que las comunicaciones no supongan un coste añadido para el cliente (las comunicaciones Bluetooth™ son gratuitas), cuestión de capital importancia en los micropagos.

	MERCADOS ACTUALES	MERCADOS NUEVOS
PRODUCTOS/ PROCESOS NUEVOS	Ej.: Trazabilidad en paquetería, servicios «premium» en asistencia técnica	Ej.: Asistencia automática en ruta, servicios de contenidos a móviles
PRODUCTOS/ PROCESOS ACTUALES	Ej.: Telemantenimiento	Ej.: Banca móvil

Figura 5

Resumen de oportunidades *wireless*

La figura 5 resume los ejes en donde la aplicación de tecnología *wireless* puede suponer una ventaja competitiva tanto en mercados tradicionales como en nuevos mercados. Se considera el impacto debido a productos o procesos ya existentes mejorados con *wireless*, o a nuevos productos o procesos que estas tecnologías y sistemas hacen posible.

3

APLICACIONES POR SECTORES

3.1. INTRODUCCIÓN

En el anexo 1 se proporciona una presentación clásica y didáctica de las tecnologías inalámbricas tomando como criterio el entorno de actuación y alcance. Desde la perspectiva de las aplicaciones, sin embargo, puede resultar más esclarecedor el punto de vista de la funcionalidad básica. Bajo este prisma, el amplísimo abanico de las aplicaciones inalámbricas puede dividirse en cuatro grandes bloques:

- los servicios de radiodifusión
- los de comunicaciones
- los servicios de localización y
- los de identificación

Servicios de radiodifusión

Por servicios de radiodifusión se entienden los servicios sonoros o audiovisuales —en otras palabras: radio y televisión— destinados al público en general y difundidos desde redes terrestres o por satélite. Se trata de servicios muy vinculados a la industria de la información y del entretenimiento. Dado que se trata de aplicaciones bien conocidas por el gran público, se ha preferido enfocar este docu-

mento hacia otras aplicaciones de carácter más innovador y con mayor potencial de crecimiento y generación de nuevas oportunidades. No obstante, conviene destacar como cambios relevantes en el sector, la aparición de DAB (*Digital Audio Broadcasting*) y, sobre todo, la próxima puesta en marcha de la Televisión Digital Terrestre (TDT o DVB-T, *Digital Video Broadcasting-Terrestrial*), que permitirá la recepción de la señal de televisión con mejor calidad y desde vehículos en movimiento, así como la plena interactividad del usuario con toda clase de servicios de datos, telebanca, telecompras, desde una nueva generación de receptores de TV.

Servicios de comunicaciones

En cuanto a los servicios de comunicaciones, pueden identificarse dos grandes bloques: voz y datos. Los servicios de voz, al igual que ocurre con los ya comentados sobre la radiodifusión, ven limitada su capacidad de evolución por su carácter de servicio público y también por haber alcanzado un amplio grado de aceptación y satisfacción entre los usuarios. Donde se está produciendo la verdadera revolución es en el campo de las comunicaciones inalámbricas de datos a través de las redes celulares de telefonía móvil 2.5G (GPRS) y 3G (UMTS), que abren oportunidades de negocio para toda clase de nuevos servicios bajo suscripción: consultas de información, estado del tráfico, horarios de transportes, meteorología, cotizaciones bursátiles, banca electrónica, micropagos por medio del móvil.

Aunque las redes celulares de telefonía móvil son quizá el aspecto más llamativo del despegue de las aplicaciones basadas en el intercambio inalámbrico de datos, no puede obviarse el papel de los diversos estándares WLAN, tanto para la interconexión en red en el interior de oficinas y edificios, como por su papel como puntos de acceso a

Internet —*Hot Spots*— en hoteles, aeropuertos, cafés o salas de congresos. En cuanto a la comunicación de dispositivos a corta distancia, tanto en el campo de la electrónica de consumo como en el de las comunicaciones máquina a máquina (M2M) en el ámbito industrial, los estándares de bajo consumo como la tecnología inalámbrica Bluetooth™, los sistemas propietarios e ICM y ZigBee™ permiten augurar un futuro en el que los hogares, oficinas y espacios públicos estén inundados de pequeños dispositivos comunicados entre sí inalámbricamente. Estos elementos podrán recoger mediante sensores información del entorno, información que provocará una respuesta del propio elemento o que podrá ser comunicada de forma inalámbrica a otros elementos del sistema para que actúen en consecuencia y como un todo coordinado e «inteligente».

Servicios de localización

Muchos de los servicios de datos bajo suscripción mencionados anteriormente mejoran notablemente su calidad y prestaciones si se conoce la localización del usuario: son los denominados servicios basados en localización. Dos son las principales familias de sistemas de localización inalámbricos: los sistemas de navegación por satélite (GNSS, *Global Navigation Satellite System*) y los basados en las redes de telefonía móvil. El mercado GNSS está en la actualidad prácticamente monopolizado por el sistema norteamericano GPS (*Global Positioning System*), y seguirá así al menos hasta la puesta en marcha del sistema europeo Galileo, prevista para 2008. En cuanto a los sistemas basados en las redes celulares de telefonía móvil, se van activando algunos servicios de localización, como los de llamadas a los teléfonos de emergencia —el 911 en Estados Unidos y el 112 en Europa—, así como otros servicios que los operadores han ido desplegando en los últimos meses. Por ejemplo, el operador japonés NTT

DoCoMo, que ya revolucionó el mundo de la telefonía celular con el servicio *i-mode*, lanzó en enero de 2000 el servicio de posicionamiento y navegación *DokoNavi*, útil tanto para peatones como para vehículos. El equipamiento de usuario consta de un teléfono móvil y una PDA conectados entre sí. La PDA permite la visualización de la cartografía y servicios, asociados: páginas amarillas, navegación, propuesta de itinerarios, etc. Los abonados a *DokoNavi* se benefician, entre otros servicios, de los de orientación urbana o de zona, localización de direcciones, puntos de interés o itinerarios ajustados a los gustos o necesidades del usuario. El cliente puede, por ejemplo, marcar un destino en la cartografía y recibir actualizaciones periódicas de su posición. Los operadores y algunas empresas especializadas han desplegado servicios similares en España.

Servicios de identificación

En cuanto a las soluciones inalámbricas de identificación, la referencia obligada es la identificación por radiofrecuencia (RFID, *Radio Frequency Identification*), que día a día recorta cuota de mercado a su tradicional competidora: los códigos de barras. Varias de las aplicaciones que se verán más adelante se apoyarán en RFID.

3.2. APLICACIONES REALES

En los siguientes apartados se proporcionan, agrupados por sectores económicos, algunos ejemplos de aplicación práctica de las tecnologías inalámbricas. Por razones de espacio, resulta imposible incluir aquí una relación exhaustiva de todas las aplicaciones posibles sobre la amplia diversidad de estándares existentes. En consecuencia, se ha optado por elegir algunas soluciones que puedan estimular

el interés del lector por las aplicaciones inalámbricas, priorizando las que quizá estén menos divulgadas en los medios de comunicación y las que puedan ser trasladables a un mayor colectivo de negocios, evitando las específicas a nichos como seguridad, defensa o aviación civil.

3.2.1. Aplicaciones en el sector servicios

La tecnología inalámbrica más relevante en lo que se refiere a la provisión de servicios, tanto para el público en general como para usuarios con demandas específicas, es sin lugar a dudas la telefonía celular, en su vertiente de plataforma para la comunicación de datos «en cualquier momento, desde cualquier lugar». Los estándares capaces de dar respuesta a estas necesidades actualmente en Europa son GSM y GPRS, a los que se ha sumado, en el año 2004, UMTS.

El país pionero en el lanzamiento de aplicaciones inalámbricas para el sector servicios ha sido Japón. Algunos de sus éxitos más deslumbrantes, como el ya citado *i-mode*, han servido de modelo para Europa o Norteamérica, si bien el comportamiento no ha sido similar. Lo cierto es que, a pesar de vivir en un contexto cada vez más global, las diferencias culturales siguen siendo factores clave en el éxito o fracaso de los nuevos servicios. A continuación, se describen algunas aplicaciones que han demostrado su utilidad en nuestro contexto social y cultural.

3.2.1.1. Acceso remoto a servicios de datos para trabajadores móviles

Las organizaciones actuales cuentan, cada vez con mayor frecuencia, con empleados que ya no pasan gran parte de su jornada laboral dentro de la oficina. En áreas de actividad como la de dirección, la comercial, la de consultoría

externa, la de los servicios de mantenimiento, la de logística o de transporte, las personas pasan la mayor parte de su jornada en la calle, en las oficinas o instalaciones del cliente, en hoteles, en los medios de transporte o en otras instalaciones, como ocurre en los aeropuertos. La ausencia de una comunicación directa entre la oficina y el trabajador móvil o desplazado, y la falta de acceso de éste a las herramientas de trabajo de su organización, se traducen en una merma importante de la productividad.

La integración de dispositivos como ordenadores portátiles o agendas electrónicas equipados con comunicaciones móviles WWAN, como GPRS o UMTS, permite extender la oficina allí donde se encuentre el trabajador. Las ventajas para la organización son obvias: eliminación de tiempos muertos y aumento de la productividad, ahorro en viajes innecesarios a la oficina, mayor conocimiento de las actividades en curso y, por lo tanto, mejora de la capacidad de planificación, reasignación de cargas de trabajo y reducción de los tiempos de respuesta, etc. El propio trabajador también se beneficia de esta comunicación fluida con la organización, pues tareas rutinarias como la redacción de informes de trabajo o de visitas ya no tienen que realizarse en la oficina, sino que pueden remitirse desde cualquier lugar y en cualquier momento del día; la jornada laboral se flexibiliza y puede arrancar desde su propia casa sin necesidad de pasar previamente por la oficina; el acceso a la información de las bases de datos corporativas le proporciona al trabajador elementos de juicio imprescindibles en la toma de decisiones.

Los servicios más demandados por los trabajadores móviles son el correo electrónico, Internet y el acceso a las herramientas de productividad de la propia organización: *intranets* y bases de datos corporativas para la consulta, descarga y actualización de ficheros en modo remoto. La progresiva implantación de esta clase de servicios ha venido lógicamente ligada a la evolución de las tecnologías celulares en lo que a la transmisión de datos se refiere y a

la de los equipos informáticos, como portátiles y agendas electrónicas o las PDA.

La siguiente gráfica (figura 6) relaciona distintos estándares celulares con varios servicios, así como la velocidad de datos que ofrecen los primeros frente a la que demandan los segundos.

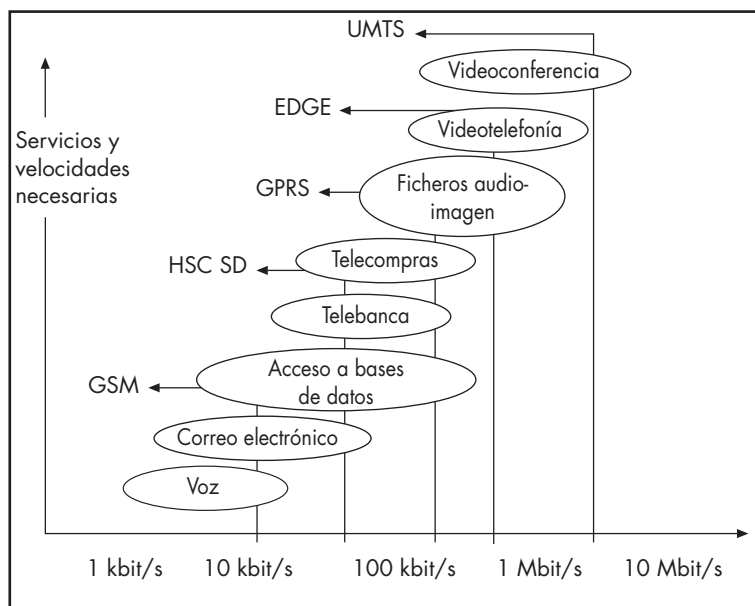


Figura 6

Redes celulares y servicios de datos

La gráfica anterior ilustra hasta qué punto la evolución en los modos de trabajo hacia el concepto de oficina móvil ha sido únicamente posible con la mejora de las capacidades de las redes de telefonía celular para la transmisión de datos. A medida que los hábitos y la cultura empresarial se adaptan, este tipo de soluciones se extenderá aún más.

El concepto de oficina móvil resulta por completo horizontal: del mismo puede beneficiarse prácticamente cualquier organización y trabajador. Como ejemplo práctico de las oportu-

nidades que ofrecen las tecnologías inalámbricas se ha escogido el caso de los *Servicios de Asistencia Técnica* (SAT). Los servicios de mantenimiento y reparación y otros que comparten modos de operación similares, como la reposición de *stocks*, constituyen una de las áreas que mejor ilustran las capacidades potenciales de las tecnologías inalámbricas de comunicaciones y de localización trabajando conjuntamente.

Servicio de Asistencia Técnica

Un servicio de asistencia técnica de cierta entidad, SAT en adelante, consta típicamente de los siguientes elementos y procedimientos:

- Un servicio de atención al cliente, generalmente un *call center* o centro de recepción de llamadas, al que los usuarios llaman para comunicar la incidencia. Las incidencias se registran en una base de datos y se acuerda con el cliente una cita dentro de un periodo de tiempo aproximado.
- Un centro de coordinación, que distribuye los avisos entre los diversos equipos de trabajo. Dicho centro suele estar localizado físicamente en una oficina, a la que los trabajadores de campo acuden a primera hora de la mañana para recoger el plan de trabajo del día y, al final de la jornada, para dar cuenta de los trabajos realizados. Esta dinámica limita el conocimiento que se tiene en el centro de coordinación del grado de cumplimiento de los trabajos y hace que la gestión de cargas sea poco flexible y que, como pronto, se pueda atender a un cliente con garantías al día siguiente de recibir su aviso.
- Varios equipos de trabajo, compuestos por los técnicos de campo. Estos técnicos, cuando están atendiendo a un cliente, carecen de acceso a las fuentes de documentación (manuales, planos, despieces) que puedan estar disponibles en la oficina.

Para resolver la falta de coordinación entre el SAT y los trabajadores, existen soluciones de contingencia, como la de recurrir a la telefonía móvil, pero resulta cara y no es operativa cuando se trata de un SAT de grandes dimensiones. La mejor opción consiste en proporcionar a los trabajadores de campo dispositivos portátiles —las mencionadas PDA, ordenadores, etc.— capaces de acceder a las bases de datos del centro de coordinación mediante GPRS —por ejemplo, por medio de un teléfono móvil con esta capacidad— para ejecutar tareas tales como la descarga del plan de trabajo de la jornada, el envío de los partes de los trabajos realizados, actualizaciones del plan de trabajo —nuevas asignaciones de avisos de reparación—, peticiones de materiales de repuesto o descarga de manuales (figura 7). De este modo, los operarios no tendrán que desplazarse a la oficina al principio y final de su jornada, eliminando así viajes improductivos. Si, además, los

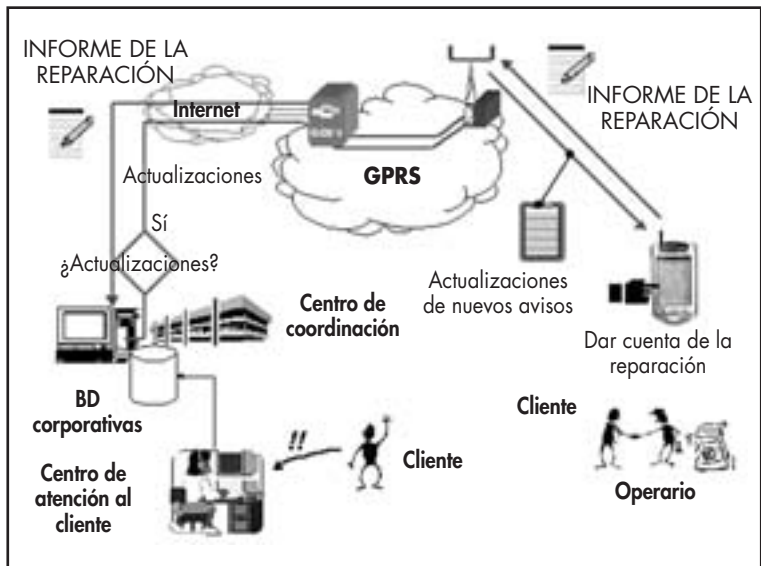


Figura 7

Conectividad GPRS para servicios de asistencia técnica

vehículos de los operarios van equipados con un receptor GPS y un módem radio GSM que transmita periódicamente al centro de coordinación la localización de los trabajadores en forma de mensajes cortos, el coordinador dispondrá de una fotografía completa y actualizada de la situación, por lo que podrá asignar los nuevos avisos que se reciban en el SAT al operario óptimo —bien por su localización o por su carga de trabajo— y acortar notablemente los tiempos de respuesta del centro de coordinación. No sólo se podrá dar cumplimiento a los servicios ya existentes de forma más optimizada, sino que el SAT podrá ofrecer a sus clientes nuevos servicios, como contratos «premium», que garanticen la atención en un periodo concreto o una gestión dinámica de las cargas de trabajo.

3.2.1.2. Servicios de información en ruta al viajero

El automóvil constituye, por razones evidentes, uno de los entornos de aplicación más característicos de las tecnologías inalámbricas. Dispositivos como teléfonos móviles, localizadores GPS, navegadores para la visualización de cartografía digital y el cálculo óptimo de rutas, aunque todavía restringidos a las gamas medias y altas del mercado, tienen una penetración cada vez mayor.

Los servicios de información en ruta, producto de la integración de los dispositivos mencionados anteriormente, proporcionan al conductor, o al sistema de navegación instalado en el vehículo, datos acerca de distintas circunstancias que pueden afectar a la conducción, datos ligados además a la localización del usuario: condiciones meteorológicas, grado de fluidez del tráfico, zonas de congestión, puntos negros, rutas alternativas, estado del pavimento, proximidad de peajes, áreas de servicio, señalización variable, avisos y recomendaciones...

Dicha información sólo puede proporcionarse al viajero, o al sistema de navegación con que esté equipado su vehículo,

a través de diversos medios inalámbricos. Aunque a medio plazo habrá una notable evolución en estos medios, los más característicos en la actualidad son los siguientes:

- 1) Servicios de radiodifusión pública gratuitos, como el canal de mensajes de tráfico del servicio de datos RDS de la FM y de la DAB —radio digital—. En el caso de los sistemas implantados en Alemania y Holanda, que son los más desarrollados, la información proviene de una red de sensores enterrados en el asfalto y de las bases de datos de tráfico de la policía.
- 2) Servicios de pago por red celular GSM/GPRS. Más adelante se verá el caso de Tegaron Telematics. Tienen la ventaja sobre RDS de proporcionar información más específica y detallada. Otros ejemplos de sistemas apoyados en redes celulares son el InterNavi de Honda, sólo disponible en Japón, y el OnStar de General Motors, en Estados Unidos y Canadá; este último no está integrado con el sistema de navegación, sino que se trata de un sistema de consulta sobre telefonía móvil.
- 3) Comunicaciones entre carretera y vehículo por medio de infrarrojos o radiofrecuencia, especialmente en las bandas de uso libre de microondas y milimétricas. La propia carretera informa al usuario, a través de transceptores montados sobre postes espaciados a lo largo de la misma, de las circunstancias particulares de la vía: son a los sistemas de a bordo lo que los paneles informativos a los conductores, por lo que la información siempre es relevante y actual. El ejemplo más representativo es el servicio VICS (*Vehicle Information and Communication System*) implantado en Japón y que se describe a continuación.

El país puntero en la provisión de servicios de información en ruta es Japón, donde desde 1996 opera el sistema VICS, que es un servicio público y completamente gratuito, a excepción de la compra del equipo que se instale a bordo, y que opera en toda la red viaria japonesa.

VICS: Vehicle Information and Communication System

VICS proporciona a los conductores, a través de la pantalla de visualización del equipo de a bordo, información actualizada acerca del estado del tráfico, localización de accidentes, recomendaciones —velocidad máxima en cada vía—, e información acerca de la localización de aparcamientos y su disponibilidad.

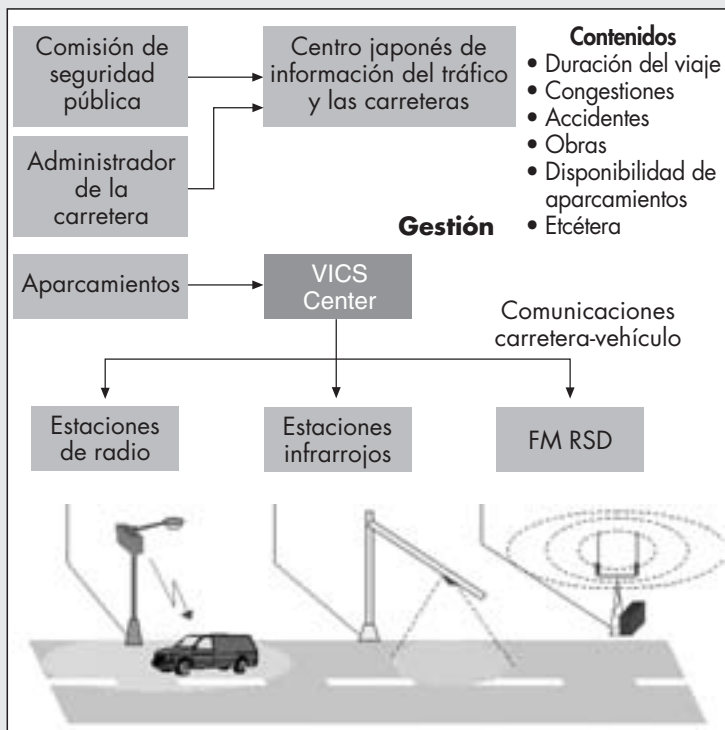


Figura 8

VICS: Vehicle Information and Communication System (Japón)

El centro de control del sistema VICS transmite la información a los vehículos en movimiento a través de tres

canales de comunicación distintos: estaciones de radio —radiofaros de microondas en la banda de 2,5 GHz— situadas sobre postes a lo largo de las autopistas; transmisores de infrarrojos, también sobre postes o pórticos sobre las principales vías de comunicación, y mediante radiodifusión FM, que, aunque tiene cobertura global —no discontinua como los radiofaros y los postes de infrarrojos—, transmite información menos específica que los otros canales. La información se presenta mediante tres tipos diferentes de formato, en función de las capacidades de la unidad instalada o introducida a bordo: en modo de sólo texto, mediante gráficos sencillos, y por medio de mapas y gráficos complejos. A finales del año 2003, había en Japón casi ocho millones de vehículos que disponían de un terminal VICS con una cuota de mercado sobre el total de equipos de navegación instalados superior al 50%.

Un ejemplo europeo de este tipo de servicios, a escala bastante más modesta que el VICS japonés, es el de la empresa alemana Tegarón Telematics GmbH —*joint venture* de DaimlerChrysler y Deutsche Telekom— que, desde 1997, presta en Alemania servicios de información del estado de las carreteras que interactúan con los sistemas de navegación instalados en los vehículos y calculan las rutas óptimas.

Tegarón Telematics

El vehículo cuenta con algún sistema completo de navegación: receptor GPS, procesador, pantalla de visualización en color, cartografía y *software* de cálculo de rutas. El sistema está conectado a un teléfono móvil GSM, que es el que proporciona la conexión WWAN con el Centro de Control de Tráfico de Tegarón, denominado

CTS. En el CTS se recoge la información del estado del tráfico procedente de 3.800 sensores distribuidos por la red viaria principal. Esta información, filtrada según la localización y destino del cliente, se transmite mediante mensajes SMS hacia el vehículo, de modo que el sistema de navegación instalado a bordo calcula la ruta óptima para ir al destino sorteando eventuales retenciones y recomendando desvíos si las circunstancias lo aconsejan. Este sistema es complementario y compatible con la información del tráfico radiodifundida a través del servicio RDS de la FM. Además, es accesible a través de un portal *web* para otro tipo de usuarios y terminales: PC, PDA, teléfonos WAP, etc. Además de la planificación óptima de rutas, el servicio incluye la posibilidad de efectuar búsquedas de puntos de especial interés, como estaciones de servicio.

3.2.1.3. Banca electrónica móvil

El sector bancario se encuentra inmerso en pleno proceso de revisión de sus procedimientos de atención al cliente en un intento de proveer sus servicios en un entorno *multicanal*. El objetivo que se persigue es que el usuario pueda efectuar todo tipo de consultas y operaciones en cualquier momento, en cualquier lugar y desde cualquier tipo de terminal —teléfono móvil, PDA, ordenador e incluso televisor—, ya que el tradicional modelo de atención en oficina bancaria, por la rigidez de los horarios y la necesidad de realizar desplazamientos, no se ajusta ya a la demanda de buena parte de los clientes, amén de tener un impacto notable sobre los costes operativos de las propias entidades bancarias.

El usuario tipo de banca electrónica se caracteriza por un nivel adquisitivo medio-alto, por estar familiarizado con el entorno PC e Internet y por demandar acceso inalámbrico

ocasional desde entornos en los que no es posible o resulta engorroso establecer una conexión de cable, por ejemplo desde medios de transporte, en tiempos muertos —terminales de aeropuertos, estaciones de tren— y a cualquier hora del día. En consecuencia, los terminales más interesantes son los ordenadores portátiles, las PDA, los teléfonos móviles y la tecnología de acceso GPRS, que permiten la comunicación de datos prácticamente en cualquier entorno y por un precio comparable al de la telefonía fija convencional.

Desde el punto de vista de los contenidos que pueden ofrecerse a través de estos nuevos canales de acceso, existen dos factores limitadores: la capacidad de representación gráfica del terminal y la velocidad de la conexión GPRS. Esta última, con máximos próximos a los 50 kb/s en condiciones reales, es suficiente para las aplicaciones *web* propias de la banca electrónica. En cuanto a la capacidad de representación, el ordenador portátil no presenta, obviamente, restricción alguna; en cambio, las PDA presentan más problemas por el menor tamaño y resolución de la pantalla, pero salvo en los modelos antiguos, la navegación es posible y suficiente si el uso no es intensivo, aunque la calidad y satisfacción del usuario serán menores que en el acceso PC. Más delicado es el caso de los teléfonos móviles, con capacidades de presentación y procesamiento de la información más limitadas (aunque cada vez con más y mejores prestaciones), que hacen imprescindible la adaptación de los contenidos. Sin embargo, al tratarse del tipo de terminal de usuario con mayor penetración en el mercado, resulta la primera opción que se ha de tener en cuenta en un entorno de banca multicanal.

En el caso de los teléfonos móviles, WAP constituye la única alternativa para la provisión de contenidos *web* —al menos así ha sido hasta el lanzamiento comercial de UMTS—, aunque con muchas limitaciones: sólo texto, monocromos, constreñidos por el pequeño tamaño de las

pantallas... En definitiva: contenidos funcionales pero no atractivos. Hay que señalar que, en sus inicios, WAP no tuvo el éxito previsto, debido no tanto a la pobreza de los contenidos cuanto a las limitaciones de las conexiones de datos GSM, muy lentas y costosas; pero, gracias a GPRS, la navegación WAP resulta una experiencia menos desilusionante para el usuario.

Servicio eBankinter WAP

La entidad financiera pionera en España en la provisión de servicios de banca electrónica a través del teléfono móvil fue Bankinter, con el servicio eBankinter WAP. Se trata de un servicio más orientado a consultas que a la realización de operaciones: consulta de cuentas, cartera de valores y cotizaciones, bloqueo de tarjetas. La razón de que se limiten las acciones posibles no es tanto la falta de seguridad de la tecnología como el recelo que entre muchos usuarios despierta todavía la banca electrónica.

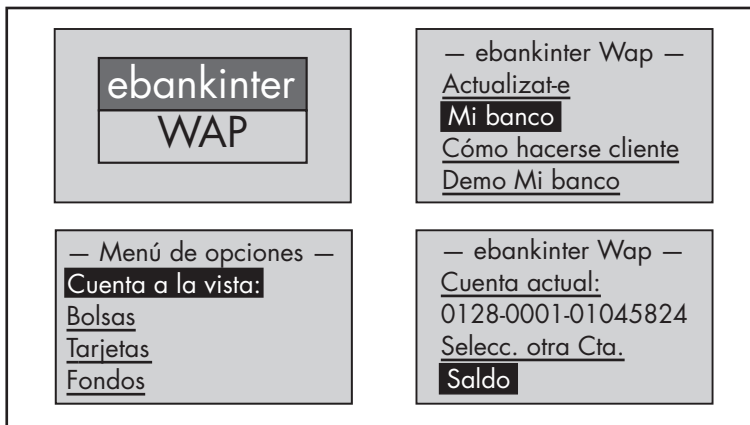


Figura 9

Banca electrónica móvil: eBankinter WAP

La habilitación de nuevos canales de acceso introduce, en un sector tan tradicional como el bancario, incertidumbres de todo tipo: rentabilidad económica, viabilidad técnica, grado de interés de los usuarios..., aunque el interrogante clave es la seguridad. En el caso de las aplicaciones de banca electrónica a través de Internet, sea cual sea el dispositivo de acceso e independientemente del canal de comunicación, el nivel de seguridad mínimo aceptable es el proporcionado por la tecnología SSL (*Secure Socket Layer*), el estándar de navegación segura de los navegadores *web* más importantes, como *Internet Explorer*. Los navegadores de la mayor parte de las PDA que se comercializan actualmente —todas las *Palm OS* y las nuevas *Pocket PC*— permiten el establecimiento de conexiones seguras extremo a extremo mediante protocolo SSL, por lo que, desde el punto de vista de la seguridad de las comunicaciones, no hay razón objetiva para no proporcionar a los usuarios de PDA que acceden mediante GPRS los mismos servicios de banca electrónica que se prestan a los usuarios de PC. En el caso de los teléfonos móviles, la seguridad de las operaciones realizadas a través de WAP es equivalente a las de la banca en Internet mediante SSL. La diferencia reside en que, en la interfaz aérea, la información se cifra mediante el protocolo WTLS (*Wireless Transport Layer Security*), considerado seguro en las versiones de WAP actuales, aunque en las primeras no era así, razón por la que WAP arrastra cierto estigma de «tecnología insegura», aunque en la actualidad las cosas ya no están así.

3.2.1.4. *Hot-Spots*

Una de las aplicaciones más interesantes desde el punto de vista de su crecimiento y expansión está siendo la de los *Hot-Spots*. Se trata de sistemas basados en las redes locales inalámbricas típicas de oficina (WLAN), pero abier-

tos a su uso público en lugares como salas de espera de aeropuertos, hoteles, centros de conferencias o puertos deportivos. Progresivamente se van introduciendo además en medios de transporte público, como aeronaves, trenes o autobuses.

Se trata de una aplicación horizontal, abierta a todo tipo de usuarios desplazados o que se desplazan, a los que se proporciona conectividad de elevado ancho de banda a un coste asequible. Los servicios más demandados son el acceso a Internet o a redes privadas virtuales, de forma que el usuario desplazado acceda a las aplicaciones corporativas, correo electrónico o bases de datos como si estuviera en la red de su propia organización. Normalmente, un operador proporciona este servicio al hotel, centro de congresos o lugar concreto, y el usuario puede hacer uso del servicio contratando el «acceso» (normalmente una clave y palabra de paso) al hotel o secretaría del congreso.

3.2.1.5. Ocio y turismo

Resultaría difícil presentar un panorama completo de las posibles aplicaciones móviles e inalámbricas del segmento servicios sin hacer una mención a uno de los grandes motores del uso, que es el ocio. La descarga de tonos o música, imágenes o juegos está, por un lado, fomentando el despliegue de estos sistemas y, por otro, creando mercados masivos, lo que redundará en unos costes más bajos que facilitan a su vez la extensión de aplicaciones, incluso no necesariamente vinculadas con el ocio (es el caso de las múltiples aplicaciones que desde las administraciones públicas se ofrecen al ciudadano).

Gran parte del éxito se debe a la cada vez mayor disponibilidad de terminales con costes y prestaciones apenas imaginables hace muy pocos años. También algunos operadores han buscado fórmulas y modelos de negocio

que han resultado exitosos. El servicio *i-mode* del operador nipón NTT DoCoMo es un ejemplo que se pretende trasladar a otros escenarios. En cuanto WAP, *i-mode* es un servicio de acceso a contenidos desde el terminal móvil, si bien las características gráficas de *i-mode* son muy superiores a las de WAP y quizá haya sido esta una de las causas de su rápida y masiva utilización (más de 36 millones de usuarios en Japón).

Un gran porcentaje de los móviles vendidos en el último mes de 2003 llevaban incorporadas funciones multimedia y en muchos casos cámaras de fotos. También los costes de las PDA, que ya incorporan conectividad tanto próxima como celular, están resultando atractivos incluso para los usuarios no empresariales. Si a las capacidades de estos terminales móviles que tienen sistemas operativos abiertos a aplicaciones y conectividad, se les suma los nuevos servicios de localización y posicionamiento, es posible pensar en múltiples aplicaciones relacionadas con el transporte por carretera o el turismo.

Por ejemplo, los recientes sistemas de información turística basados en la utilización de terminales móviles, tipo agendas electrónicas o PDA junto con las redes celulares, proporcionan a los turistas o viajeros información precisa y totalmente actualizada, en tiempo real y en el momento y lugar oportunos. Se trata de servicios cada vez más personalizados, basados en las características y preferencias del usuario, combinadas con su localización en el momento de hacer la consulta. Estos sistemas permiten planear rutas turísticas, proporcionar información pormenorizada de puntos de interés, guiar al usuario a la hora de viajar por la ciudad, ayudarlo en la búsqueda de hoteles, restaurantes, farmacias o, incluso, proporcionarle información de los eventos y espectáculos en cartelera durante los días que se encuentre visitando la ciudad o el lugar. Todo ello de acuerdo con el perfil del turista o viajero (si viaja solo, en familia, con o sin niños, si se trata de una persona con discapacidad

o que tiene determinadas aficiones, etc.), con su localización concreta y con una serie de factores que el propio sistema gestiona y controla, de forma totalmente transparente para el usuario, como lugares ya visitados, condiciones climatológicas, horarios de apertura y cierre de los puntos de interés...

Al mismo tiempo, este tipo de sistemas pueden alertar al usuario de forma activa, por ejemplo, de su proximidad a lugares que le pueda interesar visitar, gracias al conocimiento que en todo momento el sistema posee acerca de la ubicación y preferencias de los usuarios.

Con el objetivo de facilitar la visualización y comprensión de la información proporcionada, estos sistemas gestionan contenidos en diversos formatos: texto, mapas navegables y contenido multimedia (reproducciones de audio y vídeo).

3.2.2. Aplicaciones en el sector industrial

Las aplicaciones de la tecnología inalámbrica propias del sector servicios se caracterizan por ir dirigidas a un público amplio, con necesidades similares y demandas masivas. Por esta razón, la iniciativa en tales sectores parte de las grandes operadoras de telecomunicaciones o de provisión de contenidos, como el caso de las administraciones públicas. El sector industrial, por el contrario, se caracteriza por presentar una demanda atomizada, de soluciones a medida, que abre la puerta a la aparición de más oportunidades para las PYME de base tecnológica. Debido a la especificidad de las soluciones demandadas, resulta arriesgado resumir en breves pinceladas todo el abanico de posibilidades de aplicación, por lo que se ha optado por incluir algunas de las aplicaciones para las que se prevé un despegue más fuerte a corto y medio plazo.

3.2.2.1. Comunicaciones M2M

El acrónimo inglés M2M hace referencia a las comunicaciones máquina a máquina, máquina a persona o persona a máquina, aunque la noción más extendida es la primera de ellas. Tanto en el trabajo como en el hogar, en los medios de transporte y espacios públicos, estamos rodeados por multitud de máquinas y dispositivos, como cajeros automáticos, ascensores, máquinas expendedoras, semáforos, controles de acceso, paneles de información, máquinas que operan en modo continuo y que precisan, para su mantenimiento preventivo y correctivo, ser monitorizadas y controladas las 24 horas del día. La comunicación M2M permite a estos dispositivos distribuidos que igualmente puedan transmitir datos a sistemas de control remoto (telemetría) o en red con otros dispositivos próximos, como también recibir, a su vez, los datos de esos mismos sistemas lejanos.

En el campo de las comunicaciones M2M, las soluciones inalámbricas representan, por su flexibilidad, un papel fundamental, ya que sirven tanto a máquinas fijas como a móviles que estén cambiando constantemente de lugar o que se comunican con otras máquinas o personas desplazadas «en cualquier momento». A menos que exista ya una infraestructura cableada, las soluciones inalámbricas son más económicas, se ponen más rápidamente en funcionamiento y son fáciles de mantener. Las comunicaciones M2M implican con frecuencia la necesidad de comunicaciones de datos de largo alcance —imprescindibles en telemetría—, bien celulares (GSM/GPRS/SMS), bien por satélite. Sin embargo, en las aplicaciones que requieren la interconexión en red de dispositivos cercanos, los estándares WLAN, Bluetooth™ y próximamente ZigBee™ resultan más adecuados.

El campo de aplicación de las soluciones M2M para la industria, sobre todo en las tareas de mantenimiento, como también en las de fabricación en planta, es amplísimo. A

continuación se describen algunas aplicaciones representativas:

- *Mantenimiento de máquinas expendedoras.* El reabastecimiento de las máquinas expendedoras es un proceso logístico costoso, ya que implica numerosos desplazamientos, transporte de pequeños volúmenes de mercancías y gran número de operaciones manuales. Las comunicaciones M2M, en su variante de telemetría, permiten a la empresa que gestiona el servicio conocer en todo momento el estado de las máquinas, la recaudación realizada, qué productos son los más solicitados, si la máquina tiene cambio suficiente y cuándo es el momento más adecuado para proceder al reabastecimiento. Además de mejorar los procesos logísticos, los sistemas M2M permiten comunicar al sistema central incidencias, como intentos de robo, actos vandálicos o que una máquina quede fuera de servicio. Desde el sistema central se pueden además configurar remotamente mensajes publicitarios sobre las propias máquinas, mensajes adaptados a las circunstancias del momento: es el caso, por ejemplo, de una máquina que se encuentre próxima a un estadio deportivo en el que se celebre un determinado evento ese mismo día.
- *Telemantenimiento para el sector de automoción.* Se trata de una aplicación mediante la que una unidad procesadora instalada o colocada en el vehículo, a partir de la información remitida por una serie de sensores, es capaz de detectar una disfunción, o la probabilidad de que ésta ocurra, y transmitir dicha información —por ejemplo, a través de las redes de telefonía móvil— hacia un centro de datos remoto para su análisis. Esa información puede enviarse en forma de códigos de problemas ya identificados y clasificados, parámetros de comportamiento o medidas directas de los sensores. Se trata de una aplicación que se encuentra todavía dando sus primeros pasos.

Servicio InterNavi Premium Club

Uno de los implantadores pioneros de esta clase de sistemas ha sido el fabricante japonés Honda, con el servicio InterNavi Premium Club, disponible por el momento sólo en Japón. Comparando la lectura del odómetro u otros sensores —por ejemplo, de estado del aceite— con el registro de operaciones de mantenimiento memorizado en el vehículo, el sistema calcula cuándo es necesario realizar una determinada operación de mantenimiento, como un cambio de aceite. Entonces, el Centro de Información InterNavi envía al cliente un mensaje informativo por correo electrónico o a su página web. Se trata de una aplicación muy interesante para los fabricantes de automóviles, ya que permitiría abaratar los costes de las garantías, anticipar averías importantes y reducir el impacto de eventuales errores de diseño o de fabricación, que pueden llegar a tener consecuencias económicas desastrosas.

- *Lectura de datos de diagnóstico en reparación.* Es otra aplicación que resulta muy útil en el mundo del automóvil —por ejemplo, en talleres de reparación—, aunque también en cualquier otro sistema donde una unidad de procesamiento almacene datos de mantenimiento de la máquina, datos que haya que descargar a otro sistema de diagnóstico de averías para así proceder a la reparación.
- *Descarga de software en fabricación.* Las etapas finales de la fabricación y montaje de gran número de dispositivos electrónicos incluyen la carga del software para los microcontroladores embebidos. Se trata de un problema compartido por sectores tan heterogéneos como el sector del juguete, el de automoción o el de electrónica de consumo en general. El empleo de conexiones cableadas en la cadena de montaje resulta engorroso, lento y, en ocasiones, difícilmente automatizable.

- *Eliminación de cables en entornos industriales.* La comunicación inalámbrica permite a dispositivos industriales transmitir o recibir datos sin los inconvenientes de las instalaciones de cable: máquinas móviles, sensores y actuadores que se montan en piezas, redes de equipos de control, etc.
- *Aplicaciones domóticas.* La palabra *domótica* proviene de la composición del término latino *domus* (casa, hogar) y de *telemática* (informática más telecomunicaciones). La domótica, sin embargo, va más allá de su origen etimológico y puede definirse como la integración en el hogar de los avances y aplicaciones procedentes de campos tan heterogéneos como la arquitectura, la construcción, la electricidad, la electrónica, la informática, la robótica o las telecomunicaciones. En consecuencia, tanto el ámbito del hogar como el de la oficina se benefician también de las posibilidades de las comunicaciones inalámbricas M2M. Sistemas como controles de acceso, detectores de intrusión, de incendio, de inundación, de simulación de presencia o de control de iluminación, constan de sensores que se comunican con centrales de alarma o unidades de control. Tender cables para garantizar esas comunicaciones resulta molesto, caro y, en ocasiones, como en edificios de valor artístico o histórico, inviable. La aparición del estándar ZigBee™ vendrá a solucionar la carencia de una tecnología de radio de bajo precio y consumo.

3.2.2.2. Seguimiento de activos a lo largo del ciclo completo de vida del producto

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID), más aún si se combina con otras tecnologías inalámbricas de comunicaciones (GSM, GPRS, WLAN, etc.) y de localización, como GPS (y otras que habrá para interiores en el futuro), proporciona un mejor seguimiento de los productos a lo largo de todo su ciclo de vida, tanto en fabricación

como en almacén, distribución, venta y servicios posventa, como instalación, mantenimiento y reparación.

La capacidad de poder identificar al producto en cualquiera de los puntos de la cadena de valor permite mejorar la trazabilidad del mismo, es decir, saber en todo momento dónde está y por dónde ha pasado, con las consiguientes ventajas: prevención de fraude, robos y falsificaciones, mayor eficiencia en el almacenaje y transporte del producto al ser más fácil su visibilidad, mejor control de la calidad y de los elementos defectuosos o rápida localización de otros de la misma serie que puedan también serlo.

Proyecto CD.id

Un ejemplo de utilización de RFID a lo largo de toda la cadena de valor del producto ha sido el proyecto británico CD.id —desarrollado entre el verano y otoño del año 2000—, en el que participaron la asociación *e.center* y la discográfica EMI entre otros. El objetivo del proyecto era comprobar las ventajas de la introducción de la tecnología RFID en los CD para el mercado discográfico, desde su producción hasta su venta al consumidor. El CD, un bien de pequeño volumen y, por lo tanto, de fácil sustracción, de consumo masivo y valor económico relativamente alto, justificaba el etiquetado mediante RFID para luchar contra la piratería y el robo, que se producía no sólo en el punto de venta, sino a gran escala a lo largo de toda la cadena de distribución. Se pretendía, además, conocer en tiempo real el número de devoluciones, una gran preocupación en la industria discográfica, ya que aproximadamente el 10% de todos los CD puestos a la venta son devueltos. Durante los tres meses que duró la experiencia, los miembros del proyecto pudieron conocer la localización exacta y el estado de cada CD dentro de la cadena: en el almacén del distribuidor, en el almacén del punto de venta, en venta, ya vendido, devuelto por algún defecto, etc.

Superados los problemas de privacidad que pudieran producirse por el uso de este tipo de sistemas, las ventajas para el consumidor son evidentes, por la flexibilidad y la rapidez para realizar, por ejemplo, compras de productos y bienes.

Utilización de *tags* de RFID

Otro ejemplo reciente de utilización de *tags* o etiquetas electrónicas de RFID es el de la última Guerra del Golfo, que para el ejército de Estados Unidos supuso uno de los mayores retos logísticos desde la Segunda Guerra Mundial. Contenedores, palés, cajas de material reutilizables y vehículos pesados fueron etiquetados mediante RFID para mejorar la trazabilidad de los suministros. Durante la primera Guerra del Golfo de 1991, el 40% de los contenedores que llegaban a la zona de operaciones debían ser abiertos para comprobar su contenido. Con esta tecnología RFID, la identificación del contenedor y el acceso a su información asociada y almacenada en las bases de datos centrales es una operación inmediata. El éxito de la experiencia ha motivado la exigencia del Departamento de Defensa estadounidense de que, a partir del año 2005, todos los proveedores de su ejército utilicen RFID en sus transportes.

3.2.2.3. Sensores inalámbricos autoalimentados

Una de las aplicaciones industriales más importantes de las comunicaciones inalámbricas de corto alcance es la interconexión de sensores distribuidos con sistemas de control. Estos sensores han de ubicarse con frecuencia en partes móviles o sobre componentes de difícil acceso, por lo que no puede recurrirse a soluciones cableadas para la alimentación o las comunicaciones. El problema de la alimentación se resuelve mediante baterías de larga duración y, pro-

gresivamente, mediante sistemas de autoalimentación (movimiento, fotoeléctrico, eólico). En cuanto a las comunicaciones, se emplean soluciones inalámbricas de bajo consumo, requisito éste fundamental, pues la vida del sensor equivale a la duración de la batería y el sensor no puede acortar el ciclo vital del componente en el cual va montado. Esta tecnología revolucionará campos como la domótica o la sensórica industrial y permitirá desarrollar conceptos como los de «computación ubicua» y «entornos inteligentes», mediante la inclusión, en toda clase de espacios públicos, de pequeños dispositivos para la recogida e interpretación de datos del entorno y comunicados entre sí.

Sensores de neumáticos

Un ejemplo de aplicación de las tecnologías inalámbricas en el campo de la sensórica industrial son los sistemas para la medida directa de la presión de los neumáticos en automoción. La incorrecta presión de los neumáticos tiene incidencia sobre los accidentes en carretera, razón por la que esta clase de sistemas experimenta una demanda creciente. De hecho, desde 2004, todos los vehículos nuevos vendidos en Estados Unidos deben contar con un sistema de alerta que avise al conductor en el caso de que un neumático esté inflado de manera incorrecta. Estos sistemas no sólo contribuyen a mejorar la seguridad vial, sino que también ayudan a la supervisión del producto final en la planta de montaje.

Estos sistemas de alerta se basan en la instalación de sensores en las válvulas de inflado que informan en tiempo real y de manera permanente del estado de la presión de los neumáticos y de su temperatura. Normalmente se actualiza la información una vez por minuto, aunque en condiciones de emergencia —ante bruscas pérdidas de presión—, se reduce el periodo de muestreo incluso por debajo del segundo.

En los sensores desarrollados entre otros por Philips Semiconductors, durante la inicialización del sistema se procede a la identificación de la rueda mediante un diálogo entre el vehículo y el sensor de la rueda utilizando tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). De este modo se evitan confusiones motivadas por la permutación de la ubicación de las ruedas.

Una variación curiosa sobre este tipo de sistemas es el caso de la empresa finlandesa Nokian Renkaat, que ha desarrollado sensores que se comunican mediante Bluetooth™ con el teléfono móvil del conductor para transmitir la alerta.



Figura 10

Sensor de presión de Mercedes-Benz

3.2.3. Aplicaciones en el sector primario

Los sectores de actividad dedicados a la explotación directa de los recursos naturales, tales como la silvicultura, agricultura, ganadería, pesca y minería, a pesar de la tradicional imagen que de ellos se proyecta como sectores

tecnológicamente atrasados, se han beneficiado, al igual que el resto de los sectores productivos, de los avances en el campo de las tecnologías de la información, especialmente, en el de las tecnologías inalámbricas.

Muchas de las aplicaciones horizontales ya vistas para el sector servicios, como el acceso a sistemas de información para trabajadores móviles o los servicios de información en ruta para viajeros, tienen obvia utilidad también en el sector primario. Sin embargo, este sector presenta demandas específicas y diferenciadas, producto tanto de las características particulares del ámbito rural en el que se desenvuelve, como del cambio de los modelos de explotación tradicionales y las exigencias de un mercado global. En este apartado, en consecuencia, nos centraremos en aquellas aplicaciones inalámbricas de utilidad específica para este sector económico.

3.2.3.1. Acceso inalámbrico a servicios de datos para empresas y clientes residenciales

Si bien las áreas rurales cuentan con una adecuada cobertura en lo que se refiere a servicios como la telefonía básica o la televisión, en lo tocante al acceso a servicios de datos y en especial a la banda ancha —prácticamente imprescindible hoy en día para los usuarios corporativos y con demanda creciente entre los particulares— están, por lo general, más atrasadas. El ámbito rural en el que se desarrollan predominantemente las actividades del sector primario, se caracteriza por una distribución atomizada de la población, dispersada por los grandes espacios y distancias que se han de cubrir, en ocasiones sobre un terreno accidentado y, en general, por el déficit de infraestructuras, tanto viarias y de transporte como de energía y telecomunicaciones. En este entorno resulta con frecuencia inviable, desde el punto de vista económico, el tendido, mantenimiento y puesta al día de costosas redes cableadas de telecomunicaciones, y son precisamente esas infra-

estructuras las que dan soporte a la mayoría de los nuevos servicios de valor añadido sobre banda ancha.

Donde se disparan los costes de despliegue de una red de comunicaciones es en la red de acceso o bucle de abonado, que comunica a cada uno de los usuarios finales con la red primaria de acceso. Las tecnologías inalámbricas ofrecen variadas alternativas para acelerar la conexión final con el usuario en menos tiempo, por menos dinero y con mejores garantías de retorno de la inversión. En consecuencia, el bucle de abonado inalámbrico (WLL) se perfila como la mejor opción para salvar la tantas veces mencionada «brecha digital» entre el medio rural y el urbano. A continuación se ofrecen algunas de las alternativas tecnológicas para la provisión de servicios de datos en el medio rural.

LMDS (*Local Multipoint Distribution System*)

LMDS es una tecnología inalámbrica de acceso de arquitectura similar a las redes celulares de telefonía móvil —la comunicación con los usuarios se establece desde estaciones base—, pero destinada a proveer de acceso a datos a alta velocidad desde terminales fijos —no móviles, como en el caso de las redes celulares—. LMDS hace uso de bandas de frecuencia que se asignan por concurso público, es decir, bajo licencia. LMDS permite ofrecer prácticamente los mismos servicios que las redes de fibra óptica y cable coaxial (redes HFC). El alto coste del equipamiento en el lado del usuario y el de las comunicaciones en sí —se emplean bandas bajo licencia, por lo que el operador cobra por el uso que se haga del servicio— hace que esta tecnología sea más adecuada para entornos empresariales. El empleo de LMDS como mecanismo de acceso para usuarios residenciales aislados ha sido menor, por su coste, aunque su implantación pueda estar justificada para determinadas ubicaciones.

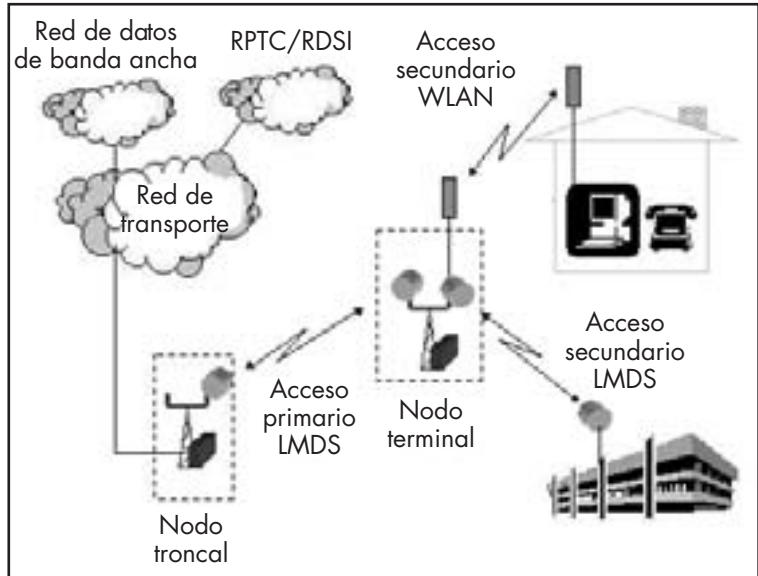


Figura 11

Acceso a banda ancha a través de LMDS y LMDS/WLAN

- **WiFi y WiMAX:** WiFi está siendo utilizado con éxito para ofrecer acceso a Internet en zonas rurales, por consideraciones de coste y facilidad de despliegue. WiMAX puede ser una evolución de este tipo de redes para ofrecer mayores prestaciones en alcance y capacidad.
- **Satélite:** El satélite es la única tecnología que no discrimina entre usuarios urbanos y rurales y la más adecuada para dar soluciones globales a cualquier punto del planeta, aunque con un coste significativamente mayor que otras alternativas. En España se han lanzado iniciativas, como el Plan Internet Rural, a través del cual se crea una serie de puntos de acceso público a Internet, que permite a todos los ciudadanos disponer en sus municipios de este servicio, usando conexión de banda ancha por satélite.

- *Televisión Digital Terrestre (TDT)*: La Televisión Digital Terrestre es una tecnología de difusión de la señal de televisión que, gracias al empleo de tecnologías digitales, permite optimar el uso que se hace del espectro radioeléctrico, posibilitando la inclusión de más programas sobre un ancho de banda menor —cuatro o cinco programas donde se portaba uno analógicamente—. La TDT presenta otras ventajas, como la mejor calidad de la recepción o la posibilidad de recibir la señal en movimiento y desde dispositivos portátiles. Con la ayuda de otras redes de telecomunicación a modo de canal de retorno, como, por ejemplo, las redes celulares de telefonía, la TDT permite además la interactividad con el televidente y el acceso a nuevos servicios y aplicaciones: *web TV*, servicios de datos, pago por visión, etcétera. Las prestaciones de los servicios de datos a los que podrá accederse por medio de la TDT serán, desde luego, mucho menores que las que proporcionan LMDS o el satélite, pero su acceso estará mucho más generalizado entre los usuarios, al tratarse de un servicio de interés público y que deberá llegar a todo el territorio. La TDT está destinada por ley a sustituir a la actual televisión analógica, proceso conocido como «apagón analógico» y que está previsto tenga lugar alrededor de 2010.

3.2.3.2. Identificación y seguimiento de ganado mediante RFID

Uno de los mayores retos a los que se enfrenta actualmente el sector agropecuario es el de la transmisión de enfermedades tanto entre los propios animales como, sobre todo, de los animales a las personas. La menor diversidad biológica y genética hace a las cabañas ganaderas más vulnerables a la propagación de agentes infecciosos. La alta densidad de población de las actuales explotacio-

nes de ganadería intensiva facilita la aparición de variedades patógenas mutantes capaces de dar el salto entre especies y pasar a los humanos. Estos fenómenos, en un principio de carácter local, adquieren rápidamente dimensiones de pandemia, favorecidos por el creciente tráfico de personas y mercancías entre las zonas o países productores y consumidores. Como ejemplos que han causado alarma mundial cabe citar la encefalopatía espongiforme bovina (EEB), popularmente conocida como el «mal de las vacas locas», y su posible relación con la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob en humanos, la fiebre aftosa, el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS), o la gripe aviar o «de los pollos».

Una medida de prevención básica consiste en mejorar la trazabilidad de los animales, es decir, identificar a cada animal y guardar un registro de toda la información relevante del mismo desde el nacimiento hasta su sacrificio: raza, sexo, edad, explotación de origen, movimientos, alimentación, historial de enfermedades, vacunas y medicación recibida. Si se detecta una enfermedad infecciosa en un determinado animal, resulta sencillo de este modo rastrear todos sus movimientos y vicisitudes para localizar el foco del problema y limitar los riesgos de contagio. En este sentido, la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) resulta idónea para la trazabilidad de los animales y sus productos derivados.

A raíz de la alarma pública generada por el «mal de las vacas locas», la UE adoptó una serie de normas para la identificación del ganado vacuno. Como resultado de esta legislación, todos los bovinos europeos nacidos después de enero de 1998 se encuentran identificados mediante dos crotales, uno en cada oreja, que contienen un único código numérico que identifica tanto al animal como a la explotación en la que nació, así como mediante un «pasaporte» que acompañará al animal en sus traslados. Medidas similares se aplican a los animales provenientes del exterior de las fronteras comunitarias. Actualmente, se ha-

lla en estudio la extensión del sistema de identificación al ganado ovino y caprino.

La normativa comunitaria en vigor no establece la tecnología de los citados crotales; en la actualidad, la mayoría de ellos consisten en simples códigos numéricos visibles a simple vista o códigos de barras. Esta clase de crotales provocan errores de transcripción en la recogida de los datos, que debe hacerse manualmente, y las orejas no ofrecen la mejor localización para los identificadores, pues un elevado porcentaje de crotales se pierde o resulta dañado. Por estas razones, la UE ha financiado una serie de experiencias para el etiquetado electrónico del ganado mediante la tecnología de RFID, que, aun no siendo todavía obligatoria, se perfila como la única posibilidad en el futuro. Las preferencias de la UE se orientan, además, hacia los *tags* implantados, bien mediante un bolo cerámico que se aloje en la redecilla —la segunda cavidad del estómago de los rumiantes—, bien mediante implantes subcutáneos en zonas del cuerpo de las que el *tag* no migre.

Las ventajas que aporta RFID para la identificación del ganado son múltiples: la lectura del código de identificación es electrónica, por lo que no se producen errores en la transcripción; los *tags* de RFID no precisan de visión directa con el lector para poder ser leídos —como ocurre, por ejemplo, con los códigos de barras—, y la lectura puede realizarse a través de tejidos orgánicos, por lo que los *tags* pueden ser implantados, reduciéndose el riesgo de daño o pérdida; la lectura del *tag* puede hacerse a distancia y con el animal en movimiento; el *tag* puede ser recuperado en el matadero y reutilizado, ya que la tecnología permite reescribir nuevos datos y, finalmente, el *tag* permite almacenar no sólo un código numérico de información, sino otro tipo de datos que puedan ser de interés (si bien esto último muchas veces no resulta necesario, ya que el identificador sirve de apuntador a una base de datos externa que contiene toda la información asociada). Por otro lado, en el caso

de los implantes —dispositivos subcutáneos o bolos estomacales—, el *tag* actúa como garantía de la propiedad del animal, con lo que se dificulta la comercialización de animales robados.



Figura 12

Ejemplo de crotal RFID del fabricante Allflex

Hasta finales del año 2005 no se espera que la Comisión eleve al Consejo de Europa su informe con las conclusiones de las experiencias de etiquetado del ganado mediante RFID, que se prevén muy favorables a tenor de los resultados del proyecto IDEA presentados en mayo de 2003, y, aunque actualmente RFID es una opción comercial más, en el futuro se espera que sea obligatoria por ley. De hecho, los principales países exportadores de productos vacunos, como Brasil, Canadá o Australia, están ya adoptando la tecnología de RFID en previsión del cambio normativo en Europa.

Trazabilidad del ganado bovino en Canadá y Australia

En Canadá se ha desarrollado una experiencia pionera en este campo con la creación de la CCIA (Agencia Canadiense para la Identificación del Ganado), una iniciativa impulsada por el sector ganadero que ha implantado un sistema de identificación del ganado bovino.

Hay que destacar que el 50% de la carne de vacuno producida en Canadá se destina a la exportación, por lo que las consecuencias de un cierre de fronteras a sus productos cárnicos, como el que sufrió el Reino Unido entre 1996 y 1997 por el «mal de las vacas locas», serían dramáticas para el sector. Las tecnologías que actualmente admite el sistema son las de códigos numéricos a la vista, códigos de barras y *tags* RFID sobre crotales auriculares.

Australia también ha puesto en marcha su propio sistema de identificación y seguimiento del ganado vacuno, denominado NLIS (*National Livestock Identification Scheme*) y basado por completo en RFID. En este caso, el *tag* de identificación se aloja en el interior de un recubrimiento cerámico hipoalergénico para no causar molestias al animal, formando el denominado «bolo». Este bolo se introduce en la garganta del ternero a partir de los tres meses de edad y termina por acomodarse en la redecilla, donde permanece durante toda la vida del animal. La información del *tag* puede ser leída a distancia por un lector conectado a un ordenador portátil, que, mediante una aplicación informática a medida, almacena la identidad del animal y permite acceder a su ficha y registro histórico, y tener conexión remota con las bases de datos del sistema NLIS a través de Internet.

3.2.3.3. Localización y seguimiento de animales en libertad

Las técnicas de telemetría por radiofrecuencia sobre animales en libertad se comenzaron a aplicar con éxito en la década de los sesenta, en los parques nacionales de Estados Unidos y Canadá. El objetivo era el seguimiento y localización de grandes mamíferos de costumbres migrato-

rias o que vivían en hábitats muy extensos. Los primeros sistemas de esta clase se basaban en equipar a los animales con un transmisor de VHF montado sobre un collar: básicamente una radiobaliza que emitía una señal rastreable por receptores montados sobre estaciones portátiles, vehículos todo terreno o helicópteros. La señal captada por varios receptores sobre el terreno permitía la localización aproximada del animal mediante radiogoniometría, técnica que permite conocer la dirección desde la que emite una emisora de radio. Esta clase de sistemas, que todavía se siguen empleando hoy en día por su reducido coste y por la fiabilidad de los transmisores, tiene los inconvenientes del limitado alcance —unos pocos kilómetros— y de exigir un trabajo de campo intenso, al ser un método esencialmente manual y difícilmente automatizable, en el que la calidad del resultado depende del esfuerzo de campo realizado. Por otro lado, estos sistemas sólo son útiles para la localización y seguimiento de animales terrestres, no de la fauna marina o de aves (figura 13).

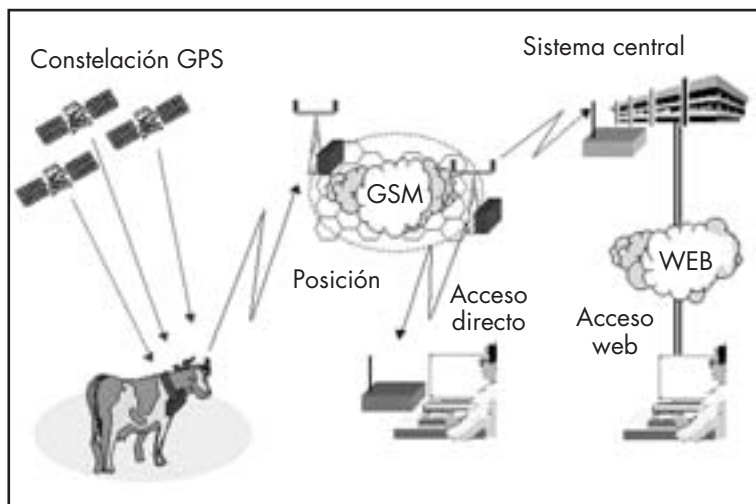


Figura 13

Telemetría de ganado mediante GPS/GSM

El sistema ARGOS de rastreo de animales

La aparición de los sistemas de telemetría por satélite supuso un salto cualitativo crucial en la automatización del proceso y en la reducción de las labores de campo. En 1978 se puso en marcha el servicio franco-estadounidense ARGOS. El sistema se compone de tres segmentos: los transmisores colocados en los animales, conocidos como PTT, los satélites del sistema —dos operativos y uno en reserva— y las estaciones terrestres hacia las que los satélites, retransmiten las señales que les llegan desde los PTT. Estos están programados para transmitir, con periodicidad variable, un mensaje con información diversa proveniente de sensores, de un eventual receptor GPS, etc. A partir de la desviación *doppler* de la señal observada por los dos satélites, el sistema realiza una estimación de la localización del PTT y transmite además los datos enviados por el terminal móvil hacia determinadas estaciones en tierra para el procesamiento de los mismos y su presentación a los usuarios, que pueden acceder a ellos a través de la *web*. La disponibilidad de ARGOS es limitada, pues depende de que el área en la que se localiza el animal en movimiento sea visible desde los satélites del sistema. La precisión del sistema ARGOS es de por sí baja —en torno a 500 m—, aunque si se incorpora un receptor GPS al PTT mejora considerablemente. El mayor inconveniente es el coste del transmisor y del propio servicio en sí, que es de pago. El sistema ARGOS se ha venido empleando sobre todo para el seguimiento de aves migratorias, lo que es posible gracias al pequeño tamaño de los PTT.

Los sistemas descritos anteriormente, bien por la falta de precisión y el elevado coste del servicio —es el caso de ARGOS—, bien por el excesivo trabajo de campo —como el caso de la telemetría con collares VHF—, resultan útiles

en el campo de la investigación biológica de animales salvajes, pero no para la monitorización remota de cabañas ganaderas no atendidas, como sucede con el ganado ovino o bovino en zonas de media y alta montaña, o en latifundios dedicados a la ganadería extensiva. El salto de uno a otro mercado, como es el caso de la gestión de flotas de vehículos, se ha producido por la combinación de las tecnologías de localización por satélite GPS y la telefonía celular. Uno o varios animales del rebaño —generalmente el líder de la manada o los animales guías—, son equipados con collares que incorporan un receptor GPS para calcular la posición de forma muy precisa y con un módem GSM —en esencia, un teléfono móvil— para transmitir las posiciones mediante mensajes cortos SMS, a intervalos programables, hacia un sistema central de gestión. Los collares pueden incluir, además, sensores que adviertan de la muerte del animal portador o de intentos de apertura no autorizada del cierre del collar. Sensores de movimiento sobre el collar pueden indicar incluso si el animal se encuentra comiendo, durmiendo o desplazándose. La aplicación del sistema central de gestión, de forma totalmente autónoma, permite la detección de circunstancias tan diversas como, por ejemplo, que el animal sale de una determinada zona, o se producen ataques de depredadores, o se inicia una rápida dispersión de los animales guías o si éstos zigzaguean.

3.2.3.4. Radar para aplicaciones de análisis del subsuelo

Una de las aplicaciones típicas inalámbricas para localización ha sido el radar, que literalmente significa «detección y medición por radio» (*RA*dio *D*etecting *A*nd *R*anging). Se utilizan tecnologías de altas frecuencias, comprendidas entre los diez MHz y varios GHz. Un transmisor emite pulsos de muy corta duración a esas frecuencias y luego permanece a la escucha de los ecos o rebotes de

esos pulsos en otros objetos; como la velocidad de propagación de los pulsos es conocida según el medio, el tiempo transcurrido entre la emisión del pulso y la recepción del eco permite estimar la distancia del objeto y, si la resolución del sistema es la adecuada, se puede obtener una imagen del mismo. Además de su uso originario aéreo, esta tecnología se utiliza para detección y anticolidión de vehículos, en munición de precisión para identificar objetivos y evitar contramedidas e interceptores, y en vigilancia para la detección de intrusos. También se emplea por agencias gubernamentales en tareas de espionaje —para ver literalmente «a través de las paredes»— y por equipos de rescate y de la policía para la localización de personas enterradas o escondidas. En paralelo, se ha comenzado a emplear de manera extensa en el análisis del subsuelo, resultando de gran ayuda en minería y geología en general, ya que permite, de una forma económica y rápida, caracterizar la naturaleza del subsuelo. De este modo se pueden identificar yacimientos, encontrar fallas en el terreno o acuíferos. También permite la detección de tuberías enterradas, líneas de alta tensión o yacimientos arqueológicos que puedan afectar a las excavaciones. Combinada con el posicionamiento preciso por satélite —GPS haciendo uso de sistemas de aumento, DGPS (*Differential GPS*), etc.—, la tecnología GPR permite el levantamiento de planos del subsuelo de gran precisión.

Georradar por Ultra Wide Band

El georradar, radar de penetración del terreno o radar de subsuelo —citado habitualmente por el acrónimo inglés GPR—, es una aplicación práctica de la tecnología de *Ultra Wide Band* (UWB), que por métodos no intrusivos permite la obtención de imágenes del subsuelo de gran resolución. Las distintas frecuencias penetran en

cada tipo de material con distinta intensidad, por lo que, a partir del patrón de respuesta del eco recibido para diferentes frecuencias, puede conocerse la composición del subsuelo. La diferencia cualitativa que aporta UWB sobre otras técnicas de sistemas radar es que permite la emisión de pulsos de duración extraordinariamente corta, como son décimas de nanosegundo, lo que permite identificar los objetos causantes de los ecos con gran precisión. Cuanto más corta es la duración de los pulsos, mayor es la resolución de las «imágenes» obtenidas por el georradar.

3.2.3.5. Control de plagas mediante redes de sensores

Con sensores de temperatura y humedad desplegados en extensiones agrícolas o forestales es posible realizar previsiones sobre la aparición de diversas plagas a través del análisis de los registros históricos. La utilización de sensores y actuadores remotos en agricultura es cada vez mayor, por ejemplo, en aplicaciones de riego, gestión de invernaderos y en cultivos hidropónicos. También se empiezan a utilizar en el control de incendios forestales.

3.3. «AMBIENTE INTELIGENTE» Y PAPEL DE LOS SISTEMAS INALÁMBRICOS

Los capítulos precedentes han presentado ejemplos genéricos y particulares de diversas áreas de aplicación de los sistemas inalámbricos y móviles en diferentes mercados de servicios, industriales o primarios. Mirando al futuro, el papel de los sistemas inalámbricos quizá será mayor y más universal. Los expertos dibujan este futuro más o menos lejano como un mundo en el que será posible acceder a cualquier fuente de información, desde cualquier lugar, en cualquier instante de tiempo y por cualquier persona. Lo

están denominando «ambiente inteligente». Ese mundo puede concebirse como una gigantesca red distribuida, compuesta por miles de sistemas embebidos interconectados que rodean al usuario y satisfacen sus necesidades de información, comunicación, navegación y entretenimiento. Este concepto de «ambiente inteligente» puede considerarse como la primera aproximación para el desarrollo de una futura generación de sistemas de ordenador y dispositivos inteligentes, que podríamos calificar de *post-PC*, e implicará un paso de gigante en la forma en la que las personas se relacionan con la tecnología.

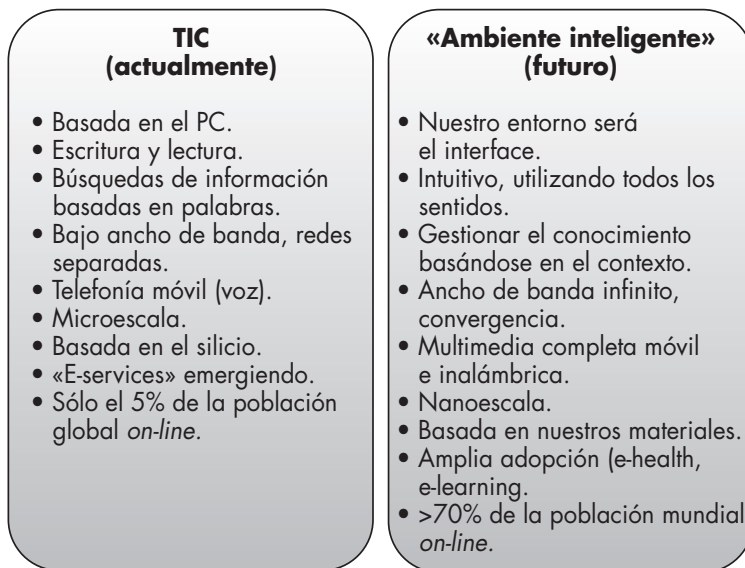


Figura 14

«Ambiente inteligente». Fuente: Comisión Europea

Una de las características fundamentales de esta visión de «ambiente inteligente» es la ubicuidad: las personas estarán rodeadas por una multitud de sistemas embebidos interconectados, que serán invisibles, ya que estarán en el

background de nuestro entorno. Los espacios y entornos inteligentes de este futuro estarán compuestos por multitud de dispositivos interconectados, como sensores, actuadores, controladores, contadores, es decir, cualquier máquina en general. La microelectrónica permite ubicar el poder de computación en estos minúsculos dispositivos y proporcionar servicios a los distintos tipos de «usuarios», personas u otras máquinas, a través de interfaces más o menos «inteligentes». La conectividad inalámbrica servirá para mantener muchos de estos dispositivos interconectados, posicionados o identificados, funciones necesarias para que los dispositivos proporcionen el servicio requerido, tanto a los usuarios que se encuentran próximos como a usuarios remotos. Las aplicaciones se pueden encontrar en el hogar, en el vehículo o en la empresa; también veremos nuevos tipos de aplicaciones para la salud, para la transacción automática, para la seguridad, etc.

4

SITUACIÓN DE LA I+D Y LA OFERTA EN LA ESPAÑA ACTUAL

A la hora de presentar la oferta de sistemas inalámbricos y móviles, hay dos maneras de ver las cosas: por un lado, la consideración o visión relativa a la propia tecnología, como son los equipos y terminales, y, por otro, la de los contenidos y servicios de valor añadido. Ambas vistas se superponen en una compleja «red de valor», con diferentes matices si se considera el subsector de radiodifusión, el de comunicaciones de datos o el de servicios tradicionales móviles.

En las próximas secciones se hace una descripción de la oferta desde la perspectiva de una empresa de cualquier sector que explotara un servicio *wireless*. La cadena de valor simplificada sería la que presenta la figura a continuación:

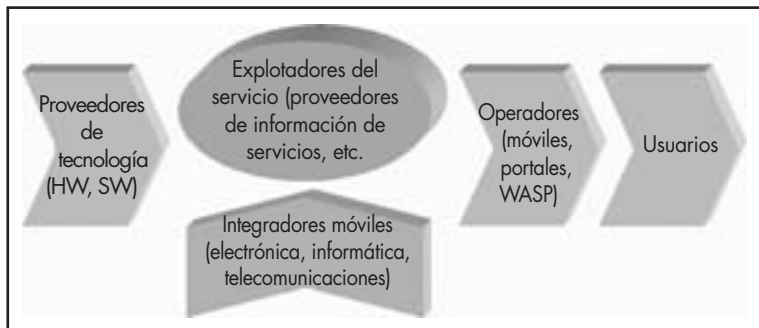


Figura 15

Cadena de valor simplificada del entorno *wireless*

Esta vista de la cadena de valor coloca al explotador de servicios y contenidos (potencialmente, como se ha visto, cualquier tipo de organización) en el centro, el cual utiliza los servicios de los proveedores de tecnología, integradores e instaladores y operadores para proporcionar esos servicios a sus usuarios:

- Los proveedores de tecnología son los fabricantes o distribuidores de productos *hardware* (HW) y *software* (SW), que son necesarios para la construcción de la infraestructura o plataforma de explotación.
- Los integradores, ingenierías o instaladores son las empresas de servicios que se encargan de adaptar las infraestructuras y plataformas a la aplicación concreta, y pueden ser internas o externas a los propios explotadores de contenidos y servicios. Por ejemplo, una entidad bancaria que pretende explotar un servicio de banca electrónica para sus clientes, puede contar con su propio departamento de informática para crear la aplicación concreta; en otros casos, un explotador puede contratar los servicios de integración a una organización externa para generar, e incluso posteriormente mantener, esa aplicación concreta.
- Los operadores, que son los encargados de proporcionar servicios básicos de comunicación u otros de valor añadido (almacenamiento, *hosting/housing*, servicios de localización), necesarios para la funcionalidad de la aplicación concreta y para establecer los canales de comunicación entre la aplicación y los usuarios.

Este es un modelo válido para los diferentes ejemplos de aplicación presentados en este informe, si bien en algunos casos puede que no aparezca explícitamente uno de estos agentes, por ejemplo, cuando el operador sea el propio explotador de servicios, puesto que es una red privada para uso propio.

Es conveniente resaltar que, conscientes de la dificultad del modelo y de su creciente complejidad al surgir continua-

mente aplicaciones especializadas en algunos segmentos del mundo *wireless*, especialmente el de la movilidad celular, se han llevado a cabo iniciativas encaminadas a facilitar el desarrollo de aplicaciones y la colaboración entre los distintos agentes. MovilForum (www.movilforum.com), Vodafone's Partner Programme o Forum Nokia, son ejemplos de estas iniciativas.

Las siguientes secciones proporcionan algunas referencias de empresas pertenecientes a los diferentes segmentos comentados anteriormente.

4.1. LOS QUE PROPORCIONAN SERVICIOS DE CONECTIVIDAD: OPERADORES

Los operadores constituyen el conjunto de organizaciones que proporcionan los servicios más básicos de conectividad, aunque progresivamente están proporcionando otros servicios de valor añadido, como pueden ser la conversión de protocolos (por ejemplo, acceso a Internet mediante GPRS), almacenamiento (de mensajes, por ejemplo) o servicios adicionales (localización, tarificación de servicios, pasarelas de pago, servicios de información, de despertador, etc.).

Los operadores se pueden clasificar en dos conjuntos:

- Operadores de uso privado, donde la prestación de servicios (de conectividad y otros) se realiza a usuarios concretos y, normalmente, pertenecientes a la organización que explota el servicio. Suelen tener cobertura territorial próxima (por ejemplo, en redes campus o redes intra-empresa), pero hay operadores que cubren un ámbito mucho más amplio. Como ejemplo de esto último, las radiocomunicaciones móviles privadas (*trunking*) son típicas para colectivos como bomberos, protección civil, ambulancias y otros. Además, puede haber muchos tipos de operadores que proporcionen servicios propios (telecontrol, telemedida), apo-

yándose en infraestructuras de radio con y sin licencia (sistemas que utilizan unas características de transmisión que no necesitan legalmente pagar cuotas o licencias por el uso del espectro radioeléctrico) en ámbitos territorialmente acotados o extensos.

- Operadores de uso público, los cuales prestan servicios a usuarios que están abonados o con los que existe algún tipo de contrato de prestación de servicios. Dado el elevado coste de determinadas infraestructuras, éstas se comparten entre varios clientes y tienen diferentes usos. Ejemplos típicos son los operadores celulares (por ejemplo, Amena, Telefónica Móviles, Vodafone), los operadores fijos de radio en el bucle de abonado (por ejemplo, Aló, Neo-Sky), los operadores de radiodifusión y TV (por ejemplo, Retevisión) o los operadores de satélite (por ejemplo, Astra, Hispasat, Inmarsat, Iridium, Globalstar).

Además de estos operadores de servicios básicos, se han desarrollado otros subsegmentos, como los *Wireless Applications Service Providers*, que, similarmente a lo que ha ocurrido en el entorno Internet, centralizan y explotan contenidos y servicios de terceros a los usuarios, en este caso móviles, sin ser los propietarios de los servicios o contenidos.

4.2. LOS PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA: FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES

En este conjunto se engloban los segmentos fabricantes de equipos y sistemas, y los proveedores de tecnología como los de licencias, de *software*, los de componentes semiconductores y los de propiedad intelectual.

Los proveedores de tecnología proporcionan los elementos más básicos sobre los que se construyen los diversos equipamientos y plataformas, desde semiconductores, antenas, protocolos o *software* (por ejemplo, navegadores para móviles, visualizadores de vídeo en pantallas móviles).

Los fabricantes se encargan de producir bienes para la construcción de las infraestructuras y de las plataformas de explotación de servicios: equipos de acceso, de conmutación, de transmisión, etc., tanto para operadores como para usuarios o clientes finales (por ejemplo, terminales de consumo como teléfonos móviles, agendas, televisores, navegadores). Algunos ejemplos del segmento fabricantes son Alcatel, Ericsson, Infoglobal, Nokia, Owasys, Siemens, Sony Ericsson, etc., para equipos y terminales celulares; Ángel Iglesias, Fagor Electrónica, Mier, Televés, etc., para equipos y sistemas de radio y TV; Alcatel Espacio, Crisa-Astrium, etcétera, para equipamiento de comunicación por satélite; uSysCom-ZIV en equipamiento WLAN, etc.

El número de proveedores tecnológicos nacionales de este sector se reduce considerablemente, pudiéndose citar ejemplos como Sidsa, Fractus, Panda SW, Anafocus, etc.

4.3. LOS INTEGRADORES Y LOS QUE PROPORCIONAN SERVICIOS DE APOYO, INSTALACIÓN Y OTROS SERVICIOS

Se trata de organizaciones que conocen bien las necesidades finales de sus clientes y la tecnología que hay que utilizar, y que proporcionan servicios «llave en mano» para que el servicio se pueda explotar de manera consistente, fiable y segura.

Éste es quizá el segmento más numeroso de esta cadena de valor, ya que por necesidad tiene que estar próximo al explotador de contenidos y al usuario. Algunos ejemplos son Amper, Grupo CYS, GMV, Indra, Idom, Landata, Soluziona Telecomunicaciones, Omnilogic, etc.

4.4. OTROS: SERVICIOS DE I+D+i, ASOCIACIONES, LA ADMINISTRACIÓN

Además de estos agentes principales, existen otros agentes que participan en el apoyo a los anteriores, como los

centros de investigación públicos y privados (por ejemplo, CSIC, Tecnalia-Robotiker), los laboratorios (por ejemplo, Cetecom, Tecnológica), las asociaciones empresariales y de usuarios (por ejemplo, AETIC, AUTELSI, GAIA) y los diversos organismos de la Administración que proporcionan los mecanismos legales y reguladores para la explotación de servicios y contenidos (por ejemplo, CMT, AER).

Por supuesto, también hay que considerar dentro del apartado de investigación la gran mayoría de las universidades que cuentan con facultades relacionadas con estas tecnologías y que, a su vez, proporcionan no sólo servicios de formación, sino de investigación y desarrollo para las empresas del sector.

4.5. SITUACIÓN DE LA I+D+i EN EL SECTOR

En general, se trata de un sector muy innovador, debido fundamentalmente a los diferentes factores competitivos que lo caracterizan y a la alta tecnología que generalmente utiliza. Sin embargo, el peso de los segmentos productivos —como los proveedores de tecnología y los fabricantes—, que son más intensivos en I+D, es relativamente bajo en España en comparación con otros países del entorno. Quizá entre los factores que hay que considerar están:

- El bajo peso del sector industrial-tecnológico en la economía nacional, tanto en general como en particular en el sector de las telecomunicaciones.
- La baja demanda y baja inversión en las TIC en la empresa española.
- La desconfianza en la inversión en empresas de tecnología, al ser un sector castigado en los últimos años.
- Otros factores, como la coyuntura de cambio del euro con el dólar.

Desde el punto de vista de oferta de I+D, las empresas de telecomunicaciones, tanto las proveedoras tecnológicas como las operadoras y empresas de servicios avanzados en telecomunicaciones, cuentan con un enorme potencial por la cualificación de las universidades que trabajan en este campo y por la alta especialización de los pocos centros tecnológicos que desarrollan sus servicios en el sector. Tanto esos centros como esas universidades son referencias en determinados campos de actuación y colaboran en proyectos internacionales con numerosas organizaciones.

Por otro lado, hay que considerar también otros elementos que representan una oportunidad para el desarrollo de acciones de I+D del sector, como son:

- El despliegue de políticas relativas al fomento de la demanda de servicios (eEurope, España.es), que, convenientemente conectadas, pueden ayudar al impulso y desarrollo de la oferta tecnológica.
- El inicio de una nueva «ola» en las políticas de I+D+i y en los agentes universitarios: convergencia progresiva para alcanzar el objetivo de 3% del PIB en actividades de I+D.
- La horizontalidad de la tecnología, que se demanda cada vez más en todo tipo de productos y servicios, como se ha comentado en el punto anterior 3.3. («ambiente inteligente»).

5

CONSIDERACIONES FINALES

Este documento tiene como objetivo sensibilizar a las empresas no familiarizadas con la tecnología inalámbrica y móvil acerca de las oportunidades que brindan. No se dirige a los usuarios individuales: se dirige a los empresarios y empresarias para ayudarlos a entender cómo se desarrolla y gestiona una solución *wireless* y para qué puede servir. También pueden utilizarlo las asociaciones de usuarios para identificar las nuevas soluciones que estas tecnologías hacen posible. Ejemplos concretos son los colectivos de personas con algún tipo de deficiencia, de personas mayores o determinadas comunidades rurales que demandan soluciones flexibles, cómodas y ubicuas.

La clave del éxito y el enorme potencial del *wireless* está en el sufijo *less*, es decir, en la ubicuidad y, por tanto, en la capacidad de dar respuesta inmediata a una necesidad de comunicación, algo cada vez más crucial y acuciante tanto para las personas como para las instalaciones o máquinas. El documento presenta algunas alternativas existentes y apunta ejemplos sencillos de aplicación en diversos sectores, con el mero objetivo de sugerir nuevas ideas o diferentes formas de utilización. Resulta evidente que este documento no pretende ser un compendio exhaustivo de cada una de las tecnologías ni de cada una de las posibles aplicaciones, ya que resultaría imposible condensarlas en unas pocas páginas.

Lo que quizá sí es posible deducir es el hecho de que los sistemas móviles e inalámbricos están implantándose de forma progresiva, casi sin que los usuarios lo perciban nítidamente, tal vez porque ayudan a realizar las cosas de la forma más natural: seguramente la dificultad de todo este proceso reside en la constante evolución de estos sistemas y equipos, en su complejidad técnica y en lo difícil que resulta comprender su potencial, especialmente en segmentos de actividad que están lejos de esta tecnología, aspectos todos ellos que podrían obstaculizar la identificación de las múltiples oportunidades que proporcionan a todos, o casi todos, los segmentos productivos.

Estas oportunidades empiezan a verse más claramente en los procesos de negocio y también en las formas en las que las personas realizamos las cosas para comunicarnos con otras personas, o con máquinas, ya sea para identificarnos o para ubicarnos.

A veces, la vertiginosa evolución en la que todos estos sistemas y soluciones se encuentran puede resultar carente de motivaciones. Pero, sin duda, el reto está en identificar antes que los demás las oportunidades para que los productos, bienes y servicios que se fabriquen o comercialicen hagan uso de estas tecnologías y posibiliten nuevos usos y formas de hacer las cosas y de hacerlas mejor. Para ello no basta con conocer bien el producto —nuestro producto— y su mercado; hace falta comprender bien que con estas tecnologías y con innovación se puede no sólo mejorar los productos existentes, sino también crear nuevos productos, que incluso pueden satisfacer necesidades en nuevos mercados. Algunos ejemplos han sido presentados en los capítulos precedentes. La conectividad, junto con otros elementos intangibles (el diseño, la inteligencia o la posibilidad de interactuar de manera natural con los usuarios), es y será cada vez más uno de los pilares en los que se basarán los futuros productos-servicios, más útiles en todo caso. Y la competitividad y el crecimiento sostenible de las empresas sólo son posible con el incremento del valor percibido por el mercado.



ANEXO 1

GRANDES CONJUNTOS DE SISTEMAS WIRELESS, COSTES Y SUS USOS

1. Una posible clasificación

El conjunto de tecnologías y sistemas *wireless* es amplísimo y se encuentra en constante evolución. No se pretende en este documento describir cada tipo o tecnología, sino presentar de forma muy sintética sus características y usos.

De manera simplificada, las tecnologías *wireless* proporcionan tres tipos de utilidad: conectividad, identificación y localización, y con ellas se hace posible una multitud de aplicaciones y servicios finales. Sin pretender ser exhaustivos, en la figura 16 se presenta un conjunto de tecnologías, con los nombres típicos por las que son reconocidas, por áreas de aplicación.

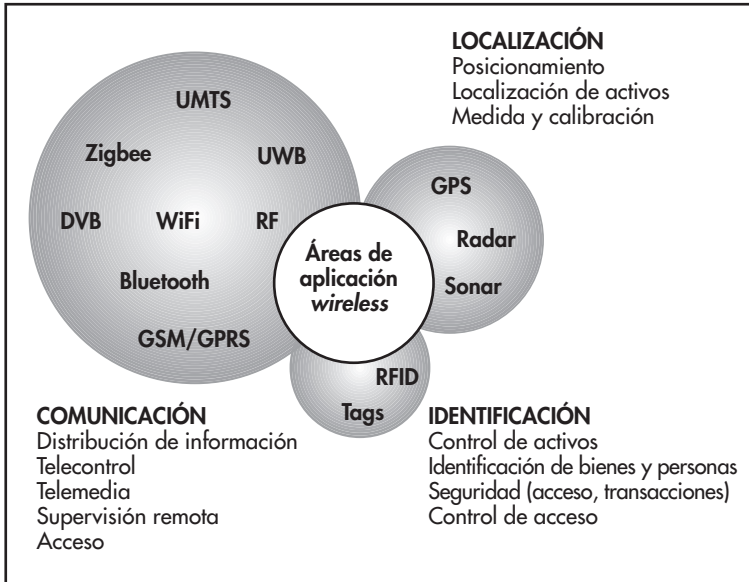


Figura 16

Áreas de aplicación *wireless* y tecnologías asociadas

Como se puede apreciar, existe una gran diversidad de tecnologías inalámbricas. En general se trata, casi siempre, de tecnologías de radio, móviles o fijas, que sustituyen a las tecnologías por hilos y sus protocolos asociados. Algunos de los estándares inalámbricos son: UWB, Hiperlan, Bluetooth™, WLAN y 802.11, 802.15, 802.16 (WiMAX), DECT, GSM, GPRS, UMTS, WLL, LMDS, WAP, SMS, IrDA. En la figura 17 se presenta una comparativa técnica de algunas de ellas, teniendo en cuenta la capacidad de transporte de información (en bit/s) y su alcance. Lógicamente todas ellas se encuentran en constante mejora para aumentar su capacidad y lograr mayores alcances.

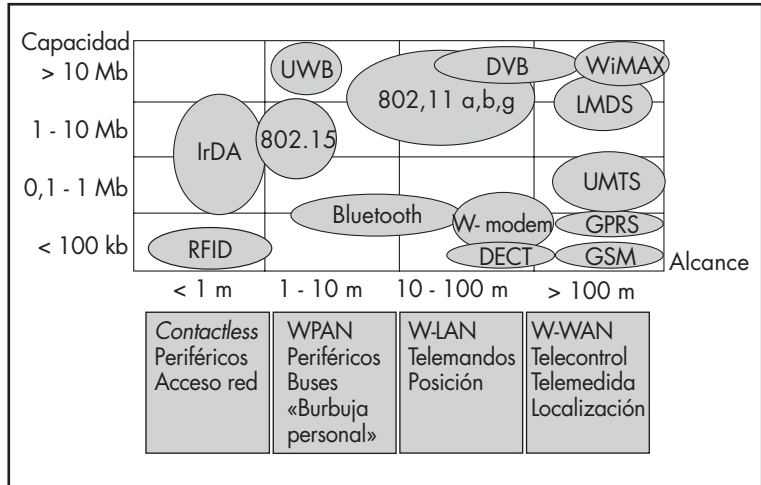


Figura 17

Tecnologías *wireless* según alcance y capacidad

En las siguientes secciones se presentarán, clasificados por su alcance, algunos de estos sistemas. Se han seleccionado y priorizado los de mayor interés para el objetivo de este documento, evitando así los sistemas específicos para operadores de red o aquellos cuya explotación está muy vinculada a un sector especializado, como los sistemas de televisión o las radiocomunicaciones móviles privadas. Se describirán los usos más habituales y las alternativas existentes, y se proporcionarán algunas indicaciones acerca de los costes, tanto de operación o de uso como los relativos a la inversión inicial.

2. Los sistemas *wireless* para aplicaciones en el entorno personal y conectividad próxima

En esta sección se realiza una breve introducción a los sistemas y tecnologías *wireless* de corto alcance, desde los sistemas sin contacto (*contactless*) hasta los sistemas

con alcance de unos pocos metros. Básicamente, en este ámbito existen dos tipos de aplicaciones bien desarrolladas: las relativas a la identificación mediante técnicas de radiofrecuencia y las relativas a la conectividad de periféricos, a veces conocidas como *wireless PAN (Personal Area Network)* o *Body Networks*. En este último caso hay que tener en cuenta también el papel de los sistemas basados en comunicaciones por luz no guiada, como los sistemas de infrarrojo (IrDA, por ejemplo), presentes en casi todos los dispositivos de consumo como portátiles, agendas personales o PDA (*Personal Digital Assistant*) y teléfonos móviles.

2.1. Sistemas de Identificación por Radiofrecuencia (RFID)

Se trata de sistemas de identificación que permiten la lectura a distancia de un identificador que se ubica en una etiqueta electrónica o *tag*. Estos *tags* son capaces de proporcionar información (de identificación en general) a un interrogador externo (lector). Los *tags* se componen de un circuito integrado y de una antena formando un único elemento. Este circuito integrado dispone de una memoria dividida en celdas, algunas de las cuales contienen información de sólo lectura (número de serie de identificación unívoca del *tag*) y otras en las que se puede escribir en repetidas ocasiones.

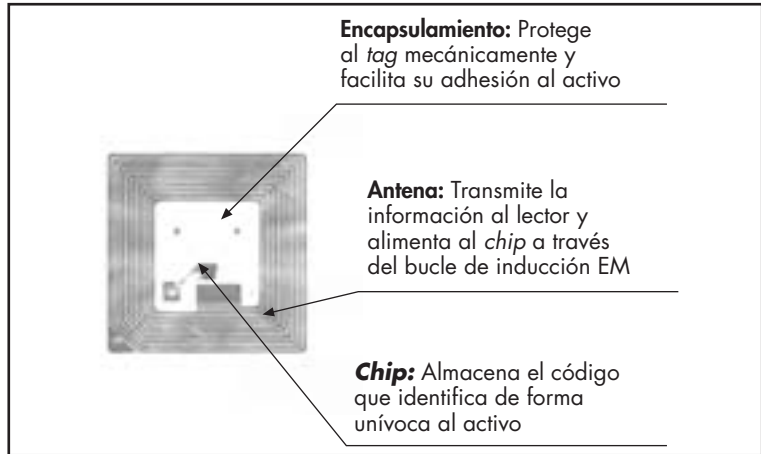


Figura 18

Tag pasivo RFID

Hay tags activos y pasivos:

- **Tags pasivos:** Son etiquetas que no llevan alimentación propia y que utilizan parte de la energía del equipo interrogador para enviar la respuesta (normalmente el identificador) (figura 18). Las ventajas son obvias: mayor autonomía, resistencia y robustez y, en consecuencia, una vida más larga. Otra ventaja significativa de no requerir baterías es el reducido tamaño y peso. Su simplicidad los hace muy económicos y su precio ronda los 50 céntimos de euro, variando con la aplicación. En contraposición, la distancia de alejamiento del lector para la activación se reduce, quedando limitada aproximadamente a un metro, dependiendo del tipo y tamaño de las antenas del interrogador. Son relativamente económicos, pero aun así su coste es entre cinco y diez veces superior al de las etiquetas de códigos de barras, que se sitúan por debajo de los 5 céntimos. No obstante, la reducción en el coste de los *tags* es una constante; hace cuatro años, por ejemplo, el coste medio era cuatro veces superior.

- *Tags* activos: Contienen alimentación propia, mediante batería, y responden ante una pregunta del equipo interrogador. Debido a esta alimentación, el alcance es mayor, hasta varios metros (por ejemplo, los *tags* de peaje en autopistas) y tienen una vida limitada a la carga de la batería, entre uno y siete años. Son bastante más caros que los pasivos, entre 30 y 120 euros por *tag*.

La identificación por radiofrecuencia está llamada a ocupar el mercado que en buena parte acapara actualmente su tecnología competidora: los códigos de barras. La utilización de los *tags* de radiofrecuencia en lugar de los códigos de barras aporta ventajas técnicas notables: los *tags* de RFID son más longevos y resistentes a las condiciones ambientales y pueden embeberse en el producto, ya que la radiación atraviesa los materiales, aun con ciertas limitaciones; no se requiere línea de visión directa entre el *tag* y el lector, y la orientación relativa de ambos no es tan importante; determinados *tags* pueden reescribirse y reutilizarse; la operación de lectura puede automatizarse con mayor facilidad que en los sistemas de códigos de barras, en los que la lectura es una operación generalmente manual y la capacidad de almacenamiento de datos es mucho mayor. Finalmente, la utilización de protocolos anticolidión permite la lectura de varios *tags* de forma simultánea. RFID no sólo permite mejorar el comportamiento de los sistemas que hacen uso de códigos de barras, sino que además puede utilizarse en nuevos mercados en los que los códigos de barras resultan inviables por encontrarse el activo que se debe etiquetar en lugares poco o nada accesibles. Un ejemplo de gran importancia económica es el etiquetado de componentes de automoción, ya que RFID posibilita la lectura e identificación de los mismos sin necesidad de operaciones de desmontaje y montaje posterior.

Los dos frenos principales al despliegue masivo de la tecnología RFID han sido tradicionalmente el coste de los *tags*

y la falta de estandarización de las soluciones comercializadas. Los *tags* pasivos de RFID vienen a costar de media entre cinco y diez veces más que las etiquetas de códigos de barras. En el caso de los *tags* activos los costes son muy superiores, si bien es cierto que los sistemas de códigos de barras presentan otros costes, como los derivados de las operaciones manuales, más difíciles de evaluar. Por otro lado, los costes de producción de los *tags* disminuirán lógicamente por economías de escala a medida que su uso se vaya generalizando.

El éxito de los códigos de barras ha sido posible porque la información contenida en los mismos responde a estándares comunes y ha permitido su uso generalizado y global. En el caso de RFID, ha sido necesario realizar un esfuerzo similar, impulsado sobre todo desde el Auto ID Center, consorcio liderado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, y que ha conducido a la definición del estándar ePC (*Electronic Product Code*), que está siendo adoptado por los principales fabricantes de tecnología RFID. El objetivo de ePC va más allá de la mera identificación del producto: se pretende que el código de identificación sea una especie de dirección en Internet del activo etiquetado. Toda la información asociada al identificador sería perecedera y modificable sobre las bases de datos remotas.

2.2. Conectividad wireless PAN (*Personal Area Network*)

Los sistemas de conectividad muy próxima inalámbrica tienen como objetivo principal eliminar el cableado de conexión con periféricos, como impresoras, módems, cámaras fotográficas, etc. Suelen tener capacidad media de transmisión desde algunos cientos de kb/s hasta varios Mb/s y utilizan técnicas que no precisan licencia o tasas de uso del espectro radioeléctrico.

Los sistemas más típicos son el IrDA, la tecnología inalámbrica Bluetooth™ y ZigBee™:

- **IrDA:** La *Infrared Data Association* define una tecnología basada en la comunicación mediante infrarrojos. De su familia, el estándar más típico en aplicaciones de conectividad de periféricos (IrDA Data) se caracteriza por una capacidad de transmisión que oscila entre los 9,6 kb/s y los 16 Mb/s. Obviamente, al utilizar técnicas basadas en luz, la correcta posición relativa entre emisor y receptor, así como la ausencia de obstáculos, resultan críticas para la conectividad. Su ventaja está en el bajo incremento de coste que la incorporación de esta tecnología supone para un dispositivo, y en su bajo consumo.
- **Tecnología Inalámbrica Bluetooth™:** Se plantea como una tecnología sustituta del cable y de IrDA en las conexiones a corta distancia, especialmente para dispositivos móviles donde el consumo es un requisito muy importante (móviles y agendas PDA). Trabaja en bandas libres (ICM), con bajas potencias que permiten alcances máximos de 10 a 100 metros según dispositivos, y una velocidad de transferencia máxima de 723 kb/s (en condiciones ideales). La baja potencia del transmisor (1mW) minimiza los riesgos de interferencia con otros dispositivos electrónicos y reduce el consumo. Sus ventajas respecto al IrDA son el no exigir visibilidad directa emisor-receptor, su soporte multipunto (varios nodos conectados) y el número de diferentes aplicaciones posibles. Al contrario, su desventaja está en la complejidad de su configuración y en el incremento de coste que supone para un equipo la incorporación de esta tecnología (entre 20 y 30 euros por equipo, aunque es posible que descienda progresivamente gracias a las economías de escala); también el consumo es relativamente alto para sistemas totalmente desatendidos, como contadores o similares, que no cuenten con una

carga habitual de baterías o no dispongan de alimentación.

- **ZigBee™**: Se trata de una tecnología relativamente reciente para aplicaciones de menor capacidad que la anterior (hasta 250 kb/s), pero con mayor alcance en distancia y mayor número de nodos en la misma red (hasta 65.000). Está pensada para aplicaciones de muy bajo consumo, como son las de sensores, actuadores y equipamiento en general, para control del hogar, gestión de edificios y automatización industrial, es decir, sistemas estáticos, quizá aislados (sin fuente de energía ni posibilidad de recarga habitual de batería) y de uso poco frecuente. Utiliza bandas libres sin licencia y el coste previsto tras su despliegue también será menor que en la tecnología anteriormente mencionada.

Con el progresivo despliegue de sistemas multimedia, especialmente en el hogar, tanto para aplicaciones audiovisuales como Internet, la evolución que está experimentando este tipo de tecnologías inalámbricas para conexión de dispositivos es exponencial. Las necesidades giran en torno a la conexión de equipos DVD con pantallas, ordenadores con pasarelas de acceso residencial, etc. Por ello están apareciendo, junto a los sistemas anteriores, otros nuevos con alcances hasta pocos metros, como UWB (*Ultra Wide Band*) o WUSB (*Wireless Universal Serial Bus*), que, utilizando bandas libres o sin licencia y con muy baja potencia de emisión, ofrecen capacidades que llegarán previsiblemente hasta los 2,5 Gb/s.

3. Sistemas *wireless* para aplicaciones de hogar y oficina

Se trata de sistemas inalámbricos para conectividad dentro de ámbitos acotados, como el hogar, el comercio, la oficina o una planta industrial. Dentro de este apartado, se van a describir los sistemas de comunicación de datos, ya

que los sistemas de voz llevan ya unos años en el mercado y son ampliamente conocidos, como los sistemas de telefonía analógica sin hilos (*Cordless Telephony*) y el estándar digital DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*).

En el apartado de datos, la evolución se ha producido alrededor de las redes locales cableadas o LAN (*Local Area Network*). Con su rapidísima penetración y adopción, han facilitado el terreno para el despliegue de sistemas complementarios que hacen uso de comunicaciones por radiofrecuencia. El sistema más conocido es el de la familia 802.11 y, de ellos, quizá el IEEE 802.11b, conocido también como «WiFi, *Wireless Fidelity*». Se trata de un sistema «celular» (basado en celdas de cobertura de una estación base) de bajo coste que utiliza frecuencias libres de transmisión y que, por tanto, no tiene costes de explotación por el uso del espectro radioeléctrico. Con tasas de transmisión de unos 6 Mb/s, insuficientes en algunos casos para aplicaciones multimedia, está dando lugar a nuevos estándares, como el 802.11a o el 802.11g, que pueden llegar a tasas de hasta 54 Mb/s.

Además de que estos estándares 802.11 son en algunos casos incompatibles entre sí, el hecho de que sigan en constante evolución ocasiona que, con frecuencia y dentro de un mismo estándar, equipos de fabricantes distintos resulten también incompatibles. Para solventar este tipo de problemas, la WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), organización encargada de la normalización de los diferentes dispositivos que salen al mercado, asegura la compatibilidad entre productos mediante el marcado del producto, como en el caso del WiFi.

Un problema de estos sistemas es la excesiva utilización de las bandas de frecuencia ICM de 2,4 GHz, por lo que se observa una progresiva migración en los estándares hacia bandas ICM menos ocupadas, como la de 5,8 GHz. También el hecho de utilizar frecuencias similares a las de los hornos de microondas presenta algunos problemas de

utilización tanto en el hogar como, especialmente, en empresas y fábricas que utilicen este tipo de equipos para, por ejemplo, el secado de pinturas, que precisan de sistemas cuyo uso y fiabilidad es mucho más exigente que en el caso del hogar.

4. Sistemas *wireless* para aplicaciones de mayor distancia

El desarrollo de los sistemas *wireless* de área extensa (WWAN, *Wireless Wide Area Network*) ha estado motivado por varios factores:

- La necesidad de movilidad, especialmente en los sistemas celulares que surgieron sobre todo para dotar de telefonía a los vehículos.
- La cobertura en zonas inaccesibles o lejanas, especialmente mediante sistemas satélite.
- El despliegue rápido de infraestructuras, como los sistemas de radio en el bucle de abonado (*Wireless in the Local Loop*, WLL).
- La utilización de infraestructuras existentes, como las de radio y televisión, que, aunque inicialmente fueron pensadas para determinados servicios —de difusión—, pueden utilizarse con nuevas tecnologías para otros servicios interactivos.

Se trata por lo general de sistemas que, para alcanzar suficientes distancias, emiten mayores niveles de potencia que los sistemas de las secciones anteriores y utilizan bandas de frecuencia con licencia. Para compartir el coste de las licencias de explotación y del uso del espectro radioeléctrico, costes bastante elevados en algunas ocasiones, como en el caso de la tercera generación celular (3G), los sistemas son explotados por operadores que comercializan servicios a los usuarios y clientes de aplicaciones. Hay que destacar que las redes celulares son prácticamente las úni-

cas capaces de dar servicio de transmisión de voz y datos en condiciones de movilidad y en la mayor parte del territorio a un coste similar a los de la telefonía fija. A continuación se hace una presentación general de cada uno de los diferentes tipos.

Redes celulares: GSM (2G), GPRS (2,5G), UMTS (3G)

Aunque usados en su mayor parte para servicios de voz, los servicios de datos están cobrando importancia y abren expectativas a los operadores como motor para la fuente de nuevos ingresos adicionales a los de servicios de voz. Los sistemas más extendidos son los de GSM (*Global System for Mobile Communications* y *Groupe Special Mobile*), GPRS (*General Packet Radio Service*) y, más recientemente, UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*). Sobre GSM la velocidad de comunicación de datos es baja comparada con los sistemas de telefonía fija, en torno a los 9 kb/s, pero existen servicios de datos, como SMS (*Short Message Services*) o WAP (*Wireless Application Protocol*), que resultan muy interesantes para algunas aplicaciones en las que la interactividad o retardo no es un requisito fuerte y el volumen de datos intercambiables es bajo: aplicaciones de medida remota, telecontrol, gestión de flotas, etc.

En este campo, una oferta atractiva es la proporcionada por GPRS, servicio de transmisión de datos sobre una red de conmutación de paquetes que se apoya en la infraestructura radio de las redes GSM; oferta atractiva por dos razones: el aumento de la velocidad de transmisión y el abaratamiento de las tarifas gracias a la tarificación por volumen de datos y no por tiempo de conexión, como ocurre con GSM. Permite la transmisión de datos a velocidad media —máxima teórica de 171,2 kb/s, aunque las velocidades máximas reales en la actualidad sean entre 30 y 50 kb/s—, aprovechando la infraestructura radio ya insta-

lada de GSM. GPRS permite la navegación por Internet y la sincronización de bases de datos a una velocidad comparable a los módems tradicionales de las redes fijas; pero su mayor atractivo radica, como se ha comentado anteriormente, en el modelo de facturación por volumen de datos, lo que permite mantener la conexión de datos permanentemente, característica conocida como *always on*. Por otro lado, puesto que se reutiliza buena parte de la infraestructura de la red GSM, para las operadoras resulta bastante más sencillo dar cobertura GPRS a la mayor parte del territorio. Además de esta característica, la capacidad de GPRS ha posibilitado la evolución de los SMS a los MMS (*Multimedia Messaging Services*), que consisten en mensajes de mucho mayor tamaño que los SMS (de una longitud máxima de unas decenas de *bytes*), capaces de enviar fotos, ficheros de vídeo, de audio, gráficos y música.

Se puede concluir que GPRS resulta una tecnología indicada para aplicaciones caracterizadas por generar un tráfico de datos ocasional —uso no intensivo—, preferentemente asimétrico, es decir, un tráfico en el que el enlace descendente (desde la estación base al terminal) soporte mayor tráfico que el ascendente y donde lo habitual sea el envío de pequeños volúmenes de datos, aunque ocasionalmente se pueda generar una demanda mayor de ancho de banda en el canal ascendente, por ejemplo, para enviar una imagen. Todas éstas son características propias de los servicios que demanda la oficina móvil.

Junto con el despliegue de este tipo de servicios, los terminales también se han ido adaptando para facilitar el acceso a información corporativa en movilidad. Hoy ya es habitual que tanto los equipos portátiles como los dispositivos móviles permitan una conexión entre sí de manera inalámbrica, y progresivamente aparecen en el mercado equipos mixtos de telefonía móvil y agendas electrónicas que facilitan aún más la utilización de determinados servicios en movilidad. Un ejemplo de este último tipo de dispositivos ha sido el *BlackBerry*,

una PDA que combina teléfono, correo electrónico, navegación por Internet y numerosas funciones de datos personales en un dispositivo de tamaño reducido.

A lo largo de 2004 aparecieron en España las primeras ofertas comerciales de los servicios de 3G, orientados a la conexión remota de ordenadores personales provistos de una tarjeta (*oficina móvil*), con velocidades de acceso de hasta 384 kb/s. Esta calidad de transferencia y los nuevos servicios y contenidos que facilitará, será posible, en los primeros años de despliegue, en entornos urbanos y periurbanos, allí donde se espera que la demanda garantice a las operadoras el retorno de las inversiones realizadas en infraestructura y en el pago de las licencias de explotación. Las zonas de cobertura UMTS pueden considerarse hoy como «islas» dentro de un contexto más general de GSM/GPRS, si bien en el futuro su cobertura se extenderá progresivamente como ha ocurrido con los sistemas GSM.

DAB y DVB

Digital Audio Broadcasting (DAB) y *Digital Video Broadcasting* (DVB) son sistemas ideados para la distribución de señales de difusión en formato digital que contemplan la provisión de determinados servicios interactivos. Las aplicaciones de transmisión de datos son fundamentalmente unidireccionales (descarga de información), con posibilidad de crear un canal de retorno normalmente asociado a otro medio (redes fijas o celulares).

Satélite

El uso básico de los satélites (aparte del entorno marítimo o aéreo) ha sido el de la distribución de señales de radiodifusión y el enlace de redes de telecomunicaciones, habiendo progresivamente abierto su uso a aplicaciones de

comunicación de empresa. La alternativa de satélite para comunicación de datos es la única que realmente hace bueno el lema «en cualquier momento, en cualquier lugar», ya que las coberturas son mucho más amplias que los sistemas celulares, incluyendo zonas marítimas, desiertos y, en general, zonas menos habitadas en las que no se han desplegado alternativas terrestres. Los operadores de satélite, como IRIDIUM, INTELSAT, INMARSAT o GLOBALSAT, ofrecen servicios de datos que, en general, llegan hasta velocidades en torno a los 64 kb/s, como los servicios VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) y otros equivalentes a GPRS o RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), además de los de menor velocidad como fax o SMS. Por su elevado coste, especialmente en las aplicaciones de mayor velocidad, sólo resulta asequible para un mercado relativamente reducido (operadoras petroleras, minería, construcción de infraestructuras especiales, normalmente en localizaciones puntuales). También, para estos casos de mayor velocidad, se requieren terminales fijos o estáticos, o el uso de antenas especiales de cierto volumen.

Otra de las aplicaciones de los sistemas de comunicaciones por satélite son los servicios de posicionamiento o GNSS (*Global Navigation Satellite System*) como el GPS (*Global Positioning System*) y el futuro sistema europeo GALILEO. En todos ellos, el equipo receptor hace un cálculo de los retardos de las señales provenientes de diferentes satélites y con ello es capaz de establecer su posición con una determinada precisión. Se espera que estos servicios tengan un crecimiento espectacular en los próximos años, tanto con opciones gratuitas como de pago, con servicios de mayor precisión y otros servicios suplementarios.

Fijos y WLL

Los sistemas de *Wireless in the Local Loop* (WLL) o radio en el bucle de abonado son sistemas de comunicación

por radio entre estaciones y terminales fijos para aplicaciones que van desde la sustitución del par de hilos telefónicos hasta la distribución de televisión, como los denominados MVDS (*Multipoint Video Distribution System*), pasando por sistemas de banda ancha, como LMDS (*Local Multipoint Distribution System*). En Europa se utilizan bandas con licencia en 3,5 GHz o 26 GHz, sistemas explotados por un conjunto relativamente pequeño de operadores. Son sistemas de comunicación territorialmente locales, hasta unos pocos kilómetros, limitados por la cobertura de las estaciones base, siendo su aplicación típica la de interconexión de oficinas o el acceso a proveedores de servicios Internet dentro de una misma ciudad.

Recientemente ha surgido un nuevo jugador en este entorno, alrededor del estándar IEEE 802.16, denominado WiMAX, que con capacidades por usuario similares a los de WiFi permite alcanzar distancias de hasta varias decenas de kilómetros. WiMAX puede ser un buen sustituto de los sistemas LMDS y de los sistemas cableados como ADSL en determinadas zonas o para dar conectividad a puntos de acceso de red, tanto privados como públicos (como los *Hot-Spots*).

5. Situación, evolución y perspectivas

Como se ha presentado en las secciones anteriores, las diferentes alternativas tecnológicas están en un proceso de evolución en diferentes ejes:

- Mayor capacidad «por hercio», es decir, por ancho de banda utilizado: puesto que el espectro radioeléctrico es un bien escaso y costoso, los nuevos sistemas buscan aumentar la capacidad de los canales de comunicación, bien para aumentar la tasa de transferencia, bien para posibilitar más comunicaciones simultáneas.

- Sistemas más eficientes en las bandas *libres* o sin licencia, como las denominadas bandas ICM, de uso industrial, científico y médico. Como en el caso anterior, el objetivo es aumentar la tasa de transferencia, ya que cada vez más el tipo de contenido se hace más *multimedia*, como el caso de los DVD, pantallas de plasma, etc., que hay que interconectar *sin hilos*.
- Menor consumo, ya que aunque la alimentación «comparte» cableado y es más fácil de obtener en el hogar, la empresa o el vehículo, hay aplicaciones que por su aislamiento o por la movilidad no pueden tener siquiera cableado de alimentación. Menor consumo significa menor potencia de emisión, lo que equivale a menor posibilidad de alcance.
- Mayor comodidad para el usuario, de manera que pueda utilizar la mejor conexión en cada momento y de una manera transparente (de forma que el sistema se encargue de gestionar la conexión).
- Más aplicaciones básicas, como las de identificación y de posicionamiento. En este último caso, además de los sistemas basados en satélite, habrá un gran desarrollo de los sistemas terrestres para aplicaciones de posicionamiento y localización *in-door*. En el ámbito de los sistemas móviles celulares, la utilización de un dispositivo característico en el terminal de usuario, como es la tarjeta SIM (*Subscriber Identity Module*), está permitiendo un rápido despliegue de este tipo de aplicaciones.

Aunque estas tendencias implican auténticos desafíos desde el punto de vista tecnológico, quizá lo importante para el lector sea tratar de intuir qué nuevos usos y aplicaciones implicarán a medio plazo:

- Mayor calidad en los tipos de información comunicada, progresivamente más multimedia.
- Más diversidad de terminales, algunos especializados al tipo de usuario (por ejemplo, para monitores de TV) y otros más genéricos.

- Más opciones de conectividad en cada ubicación y cada momento, y cobertura más universal.
- Aplicaciones más adaptadas y personalizadas a cada usuario, incluyendo aspectos de identificación y localización.

6. Los sistemas *wireless* y la salud

En los últimos años se ha generado una notable preocupación en la opinión pública por la posible relación entre la proliferación de antenas, con sus emisiones radioeléctricas, y la salud, especialmente con relación a la telefonía móvil. Obviamente, además de la telefonía móvil, existen otras fuentes de emisión radioeléctrica, como son los repetidores de TV y radio comercial, las emisoras de radio bidireccional para taxis, los mensajeros, vigilantes, cuerpos de seguridad de las administraciones públicas, los aeropuertos (así como las estaciones de radar en las cercanías de éstos), los telemandos de garajes, inhibidores de telecontrol por motivos de seguridad, etc. Las líneas de distribución de energía eléctrica de alta tensión, transformadores, etc., aunque operen en bandas de frecuencia más bajas, también deben ser consideradas como fuentes de emisión radioeléctrica. Es evidente que el despliegue de los sistemas inalámbricos y móviles será cada vez mayor, puesto que la ubicuidad es una característica constante en el diseño de las nuevas aplicaciones.

Ante este desarrollo y ante la demanda de la sociedad que exige ser protegida frente a posibles riesgos para su salud derivados de las emisiones radioeléctricas, las administraciones públicas han legislado sobre este asunto, incorporando diversos conceptos y márgenes derivados de estudios científicos realizados hasta la fecha, y, lo que es más importante, cuantificando los límites de las emisiones que pueden recibir las personas. La primera normativa de ámbito europeo publicada fue la Recomendación del Con-

sejo de la Unión Europea, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos. Esta Recomendación está en consonancia con otras de índole internacional emitidas por la ICNIRP (Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No-ionizantes) y los trabajos efectuados por el CENELEC (Comité Europeo de Normas Electrotécnicas).

El análisis de las evidencias disponibles hasta la fecha indica que la exposición a niveles de emisión por debajo de los indicados por la ICNIRP no causa efectos adversos sobre la salud de la población en general.

En este sentido, la normativa española exige realizar mediciones periódicas de todas las estaciones de telefonía móvil celular para asegurar que son absolutamente inocuas para las personas y su salud. También se realizan mediciones de los sistemas inalámbricos de más corto alcance, que emiten potencias todavía más bajas y que están a varios órdenes de magnitud por debajo de los límites de seguridad establecidos.

ANEXO 2

Listado de direcciones

En España existe un gran número de organizaciones y empresas relacionadas con el mundo inalámbrico y móvil, desde empresas de servicios a operadores y proveedores tecnológicos. Quizá, para una empresa interesada en explorar vías concretas de uso o aplicación, el punto de acceso más lógico sea el de su proveedor de servicios tecnológicos, como podrían ser una ingeniería próxima, un proveedor de servicios informáticos o un centro especializado en tecnologías de la información y de las comunicaciones. Para usos y servicios de baja sofisticación o relativamente estándares, los operadores no sólo proporcionan servicios de conectividad, sino que en casi todos los casos también conocen aplicaciones finales concretas y pueden asesorar al cliente en usos determinados de las tecnologías. Para aplicaciones más innovadoras, los proveedores de tecnología son los más indicados por su especialización y conocimiento de las diversas posibilidades existentes.

En este documento aparecen citadas algunas de estas empresas y organizaciones. A continuación se indican las direcciones de Internet donde el lector podrá encontrar información adicional.

Operadores

AMENA: www.amena.com

TELEFÓNICA MÓVILES: www.telefonicomoviles.com

VODAFONE: www.vodafone.es

ALÓ: www.alo.es

NEO-SKY: www.neo.es

RETEVISIÓN: www.retevision.es

ASTRA: www.ses-astra.com

HISPASAT: www.hispasat.com
INMARSAT: www.inmarsat.com
IRIDIUM: www.iridium.com
GLOBALSTAR: www.globalstar.com

Proveedores de equipos y tecnología

ALCATEL: www.alcatel.es
ERICSSON: www.ericsson.es
NOKIA: www.nokia.es
OWASYS: www.owasys.com
SIEMENS: www.siemens.es
SONY ERICSSON: www.sonyericsson.com
ÁNGEL IGLESIAS: www.ikusi.es
FAGOR ELECTRÓNICA: www.fagorelectronica.es
MIER: www.mier.es
TELEVÉS: www.televes.es
ALCATEL ESPACIO: www.alcatel.es/es/espacio/index.jhtml
CRISA-ASTRIUM: www.crisa.es
MICROSYSCOM: www.usyscom.com
SIDSA: www.sidsa.es
FRACTUS: www.fractus.com
PANDA SW: www.pandasoftware.es
ANAFOCUS: www.anafocus.com

Instaladores, integradores e ingenierías

AMPER: www.amper.es
GRUPO CYS: www.grupocys.com
GMV: www.gmv.es
INDRA: www.indra.es
IDOM: www.idom.es
LANDATA: www.landata.es
SOLUZIONE TELECOMUNICACIONES: www.soluzion.es
OMNILOGIC: www.omnilogic.es

Investigación, certificación, centros tecnológicos, asociaciones y organismos

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC): www.csic.es

TECNALIA: www.tecnalia.info

ROBOTIKER: www.robotiker.es

CENTRO DE DOMÓTICA INTEGRAL: www.cedeint.org

CETECOM: www.cetecom.com

TECNOLÓGICA: www.tecnologica.com

ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE ELECTRÓNICA, TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES DE ESPAÑA (AETIC): www.aniel.es

ASOCIACIÓN CLUSTER DE TELECOMUNICACIONES, GAIA: www.gaia.es

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE USUARIOS DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN (AUTELSI): www.autel.es

COMISIÓN DEL MERCADO DE TELECOMUNICACIONES (CMT): www.cmt.es.

ANEXO 3

Listado de figuras

Figura 1:	Agentes que intervienen en la explotación de aplicaciones wireless	14
Figura 2:	Esquema del espectro radioeléctrico	17
Figura 3:	Esquema de adopción de tecnologías wireless	19
Figura 4:	Ejemplos de productos inalámbricos y aplicaciones móviles, según diferentes tipos de sistemas wireless	20
Figura 5:	Resumen de oportunidades wireless	22
Figura 6:	Redes celulares y servicios de datos	31
Figura 7:	Conectividad GPRS para servicios de asistencia técnica	33
Figura 8:	VICS: <i>Vehicle Information and Communication System</i> (Japón)	36
Figura 9:	Banca electrónica móvil: eBankinter WAP	40
Figura 10:	Sensor de presión de Mercedes-Benz	52
Figura 11:	Acceso a banda ancha a través de LMDS y LMDS/WLAN	55
Figura 12:	Ejemplo de crotal RFID del fabricante Allflex	59
Figura 13:	Telemetría de ganado mediante GPS/GSM..	61
Figura 14:	«Ambiente inteligente»	66
Figura 15:	Cadena de valor simplificada del entorno wireless	69
Figura 16:	Áreas de aplicación wireless y tecnologías asociadas	80
Figura 17:	Tecnologías wireless según alcance y capacidad	81
Figura 18:	Tag pasivo RFID	83

ANEXO 4

Glosario de acrónimos

2,5G	2,5 Generación Celular (GPRS)
3G	3.ª Generación Celular
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AER	Agencia Española de Radiocomunicaciones
A-GPS	Assisted Global Positioning System
AM	Amplitude Modulation - Modulación en Amplitud
CMT	Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones
DAB	Digital Audio Broadcasting - Radiodifusión Sonora Digital
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DGPS	Differential Global Positioning System
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-T	Digital Video Broadcasting-Terrestrial
EDGE	Enhanced Data GSM Environment
EPC	Electronic Product Code
FM	Frequency Modulation - Modulación en Frecuencia
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPR	Ground Penetrating Radar - Radar de Penetración del Terreno
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HFC	Hybrid Fiber Coaxial (HFC) - Red Híbrida de Fibra Óptica y Cable Coaxial
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HW	Hardware
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
ICM / ISM	Industrial Científico-Médica
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers

IrDA	Infrared Data Association
LBS	Location Based Services
LMDS	Local Multipoint Distribution System
M2M	Machine to Machine / Man to Machine / Machine to Man (communications)
MMS	Multimedia Messaging Services
MVDS	Multipoint Video Distribution System
OS	Operating System
PAN	Personal Area Network
PDA	Personal Digital Assistant - Agenda Electrónica
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
RDS	Radio Data Service
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RF	Radio Frequency
RFID	Radio Frequency Identification
SAT	Servicio de Asistencia Técnica
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
SSL	Secure Socket Layer
SW	Software
TDT	Televisión Digital Terrestre, conocida también por el acrónimo inglés DVB-T: Digital Video Broadcasting-Terrestrial
TIC	Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
UHF	Ultra High Frequency
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
USB	Universal Serial Bus
UWB	Ultra Wide Band
VHF	Very High Frequency
VICS	Vehicle Information and Communication System
WAN	Wide Area Network
WAP	Wireless Application Protocol
WASP	Wireless Application Service Provider
WECA	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
WiFi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

WLAN	Wireless Local Area Network
WPAN	Wireless Personal Area Network
WUSB	Wireless Universal Serial Bus
WWAN	Wireless Wide Area Network
WLL	Wireless Local Loop
WTLS	Wireless Transport Layer Security
VSAT	Very Small Aperture Terminal

DOCUMENTOS COTEC sobre OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS

Documentos editados

- N.º 1: Sensores.
- N.º 2: Servicios de información técnica.
- N.º 3: Simulación.
- N.º 4: Propiedad industrial.
- N.º 5: Soluciones microelectrónicas (ASIC) para todos los sectores industriales.
- N.º 6: Tuberías de polietileno para conducción de agua potable.
- N.º 7: Actividades turísticas.
- N.º 8: Las PYMES y las telecomunicaciones.
- N.º 9: Química verde.
- N.º 10: Biotecnología.
- N.º 11: Informática en la Pequeña y Mediana Empresa.
- N.º 12: La telemática en el sector de transporte.
- N.º 13: Redes neuronales.
- N.º 14: Vigilancia tecnológica.
- N.º 15: Materiales innovadores. Superconductores y materiales de recubrimiento.
- N.º 16: Productos alimentarios intermedios (PAI).
- N.º 17: Aspectos jurídicos de la gestión de la innovación.
- N.º 18: Comercio y negocios en la sociedad de la información.
- N.º 19: Materiales magnéticos.
- N.º 20: Los incentivos fiscales a la innovación.
- N.º 21: Minería de datos.
- N.º 22: Wireless.

DOCUMENTOS COTEC sobre NECESIDADES TECNOLÓGICAS

Documentos editados:

- N.º 1: Sector lácteo.
- N.º 2: Rocas ornamentales.
- N.º 3: Materiales de automoción.
- N.º 4: Subsector agroindustrial de origen vegetal.
- N.º 5: Industria frigorífica y medio ambiente.
- N.º 6: Nuevos productos cárnicos con bajo contenido en grasa.
- N.º 7: Productos pesqueros reestructurados.
- N.º 8: Sector de la construcción.
- N.º 9: Sector de la rehabilitación.
- N.º 10: Aguas residuales.
- N.º 11: Acuicultura.
- N.º 12: Reducción de emisiones atmosféricas industriales.
- N.º 13: El mantenimiento como gestión de valor para la empresa.
- N.º 14: Productos lácteos.
- N.º 15: Conservas vegetales.