

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.1645
(06/2003)

**Marco y objetivos generales del desarrollo
futuro de las IMT-2000 y de
los sistemas posteriores**

Serie M

**Servicios móviles, de radiodeterminación,
de aficionados y otros servicios
por satélite conexos**



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

| Series | Título |
|------------|--|
| BO | Distribución por satélite |
| BR | Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión |
| BS | Servicio de radiodifusión sonora |
| BT | Servicio de radiodifusión (televisión) |
| F | Servicio fijo |
| M | Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos |
| P | Propagación de las ondas radioeléctricas |
| RA | Radio astronomía |
| RS | Sistemas de detección a distancia |
| S | Servicio fijo por satélite |
| SA | Aplicaciones espaciales y meteorología |
| SF | Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo |
| SM | Gestión del espectro |
| SNG | Periodismo electrónico por satélite |
| TF | Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias |
| V | Vocabulario y cuestiones afines |

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2010

© UIT 2010

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1645

**Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de
las IMT-2000 y de los sistemas posteriores**

(Cuestión UIT-R 229/8)

(2003)

Página

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introducción | 2 |
| 2 | Alcance..... | 3 |
| 3 | Recomendaciones conexas..... | 3 |
| 4 | Consideraciones | 4 |
| 4.1 | Tendencias de los usuarios..... | 4 |
| 4.1.1 | Demanda creciente de servicios móviles | 4 |
| 4.1.2 | Tendencias de los servicios y las aplicaciones..... | 5 |
| 4.2 | Marco | 6 |
| 4.2.1 | Objetivos | 7 |
| 4.2.2 | Perspectivas de los objetivos..... | 8 |
| 4.2.3 | Objetivos de cobertura | 10 |
| 4.2.4 | Desarrollo futuro de las IMT-2000 | 10 |
| 4.2.5 | Nuevas capacidades para los sistemas posteriores a las IMT-2000..... | 11 |
| 4.2.6 | Relación entre las IMT-2000, los sistemas posteriores a las IMT-2000 y otros sistemas de acceso..... | 12 |
| 4.2.7 | Fases temporales | 16 |
| 4.3 | Tendencias de la tecnología | 18 |
| 4.3.1 | Tecnologías relativas al sistema..... | 18 |
| 4.3.2 | Red de acceso e interfaz radioeléctrica | 18 |
| 4.3.3 | Utilización del espectro..... | 19 |
| 4.3.4 | Terminales móviles | 19 |
| 4.3.5 | Aplicaciones..... | 19 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.4 | Repercusiones en cuanto al espectro..... | 20 |
| 4.4.1 | Bandas de frecuencias preferidas..... | 21 |
| 4.4.2 | Consideraciones en cuanto a la anchura de banda | 21 |
| 5 | Recomendaciones..... | 22 |
| 5.1 | Objetivos | 22 |
| 5.2 | Marco del trabajo futuro | 23 |
| 5.3 | Áreas temáticas para nuevos estudios..... | 24 |

1 Introducción

Los sistemas de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000 (IMT-2000) son sistemas móviles de la tercera generación que proporcionan acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones sustentados por las redes de telecomunicación fijas (por ejemplo, la RTPC/la RDSI/el IP) y a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

Las principales características de las IMT-2000 son:

- alto grado de uniformidad de diseño a nivel mundial;
- compatibilidad de los servicios de las IMT-2000 entre sí y con las redes fijas;
- alta calidad;
- pequeños terminales para uso mundial;
- capacidad de itinerancia mundial;
- soporte de aplicaciones multimedios y una amplia gama de servicios y terminales.

Las capacidades de los sistemas IMT-2000 se están ampliando continuamente con arreglo a las tendencias de la demanda y expectativa de los usuarios y de la tecnología.

Las especificaciones para las versiones iniciales de las IMT-2000, que se definen en la Recomendación UIT-R M.1457 han concluido y ya se ha iniciado el despliegue comercial de las IMT-2000. Diversas organizaciones exteriores están trabajando para ampliar las capacidades de las versiones iniciales, en la línea de las expectativas del usuario y de las tendencias tecnológicas.

A fin de atender a la demanda creciente de comunicaciones inalámbricas y a la previsión de velocidades de datos superiores necesarias para satisfacer las necesidades de los usuarios, la Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT aprobó la Cuestión UIT-R 229/8 sobre el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores. Dicha Cuestión se interroga en general sobre los objetivos de conjunto y los temas técnicos, operativos y de espectro relativos al desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores. Uno de los pasos iniciales del proceso de estudio de esta Cuestión es la elaboración de la presente Recomendación sobre el marco del desarrollo futuro de IMT-2000 y los sistemas posteriores. Se desarrollarán nuevas Recomendaciones e Informes que abordarán con más detalle temas específicos.

2 Alcance

Esta Recomendación define el marco, el marco y los objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores, para la red de acceso radioeléctrico. Este marco se basa en las tendencias mundiales del usuario y de la tecnología, incluyendo las necesidades de los países en desarrollo. La Recomendación recomienda el marco y los objetivos de los aspectos de alto nivel del desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores, abordando específicamente:

- el desarrollo evolutivo de las IMT-2000 que se refiere a las mejoras de sus capacidades técnicas, la gama de servicios disponibles y el alcance de las aplicaciones que se introducirán progresivamente a lo largo de su vida útil;
- los sistemas posteriores a las IMT-2000 para los que puede ser necesario desarrollar nuevas tecnologías de acceso inalámbrico alrededor del año 2010, capaces de soportar elevadas velocidades de transmisión de datos con alta movilidad y que podrían extenderse ampliamente alrededor del año 2015 en algunos países.

El marco completo de la UIT sobre el futuro desarrollo de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 abarca la «red de acceso radioeléctrico» y la «red central». No obstante, se reconoce que en el futuro la evolución de las tecnologías y la redistribución de las funciones tradicionales entre redes de acceso radioeléctrico y redes centrales pueden, en los sistemas reales, difuminar esta distinción. El alcance de esta Recomendación UIT-R llega hasta la red de acceso radioeléctrico, mientras que la red central se trata junto con la Recomendación UIT-T Q.1702. El marco para el desarrollo futuro de las redes de acceso radioeléctrico a las IMT-2000 y los sistemas posteriores incluye las relaciones de nueva aparición con otras redes de acceso radioeléctrico (actuales y futuras) y las capacidades necesarias para la prestación de los servicios a los usuarios de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000.

3 Recomendaciones conexas

| | |
|--------------|---|
| UIT-R F.1399 | Terminología del acceso inalámbrico |
| UIT-R M.687 | Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) |
| UIT-R M.816 | Marco para los servicios que prestarán las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) |
| UIT-R M.818 | Funcionamiento por satélite en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) |
| UIT-R M.819 | Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) para los países en desarrollo |

| | |
|--------------|---|
| UIT-R M.1034 | Requisitos de las interfaces radioeléctricas para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) |
| UIT-R M.1035 | Marco general para el estudio de la funcionalidad de las interfaces radioeléctricas y del subsistema radioeléctrico en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) |
| UIT-R M.1182 | Integración de los sistemas de comunicaciones móviles terrenales y por satélite |
| UIT-R M.1224 | Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) |
| UIT-R M.1311 | Marco para la modularidad y los elementos radioeléctricos comunes en las IMT-2000 |
| UIT-R M.1450 | Características de las redes radioeléctricas de área local de banda ancha |
| UIT-R M.1457 | Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) |
| UIT-T Q.1702 | Visión a largo plazo de las características de las redes de sistemas posteriores a los sistemas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) |

4 Consideraciones

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

4.1 Tendencias de los usuarios

Al definir el marco para el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000, es importante comprender las tendencias de los usuarios que afectarán al desarrollo de dichos sistemas. En particular, el marco debe basarse en el aumento de las expectativas del usuario y del crecimiento de la demanda de servicios móviles, así como en el carácter evolutivo de los servicios y aplicaciones que pueden llegar a estar disponibles. Las tendencias examinadas a continuación son pues una base importante del marco.

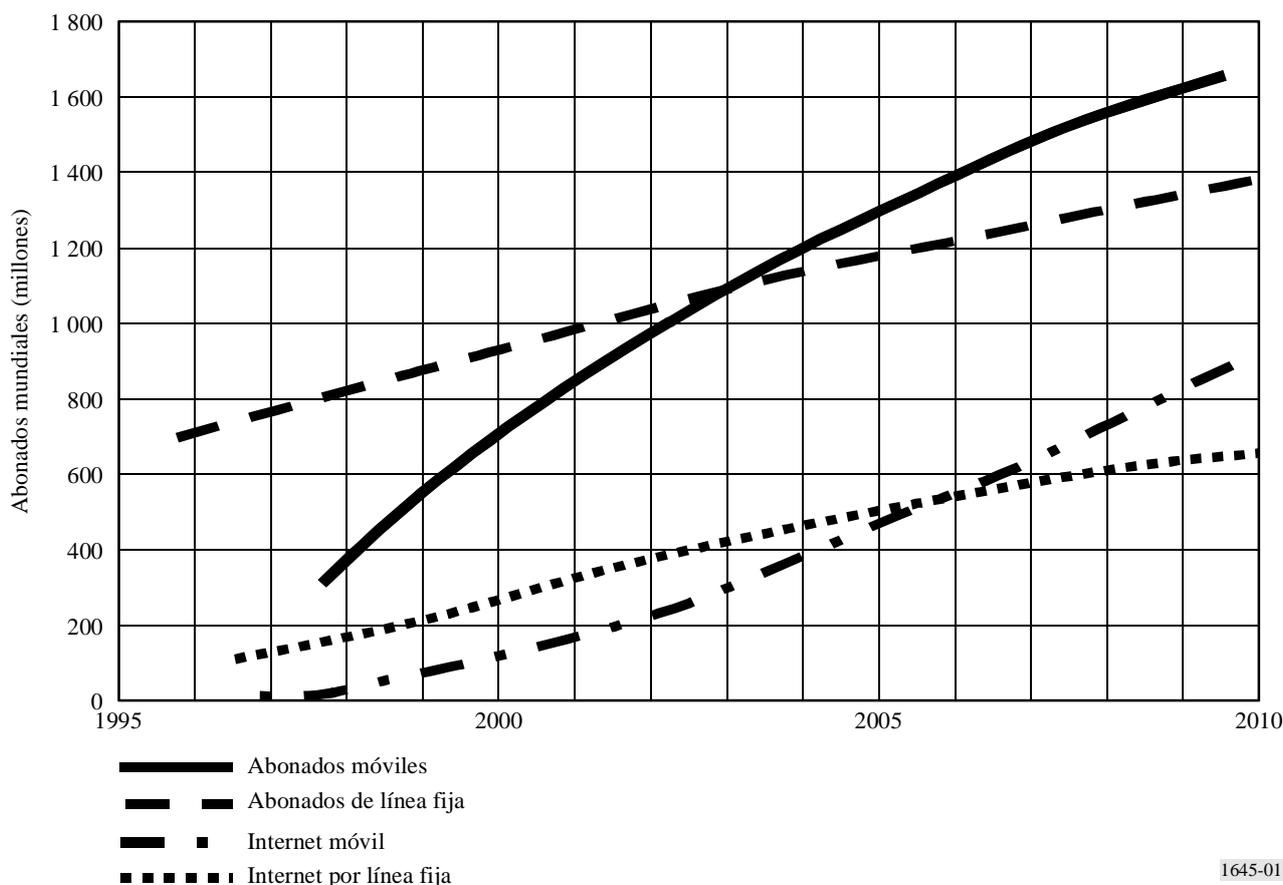
4.1.1 Demanda creciente de servicios móviles

El número de abonados móviles de todo el mundo ha aumentado desde 215 millones en 1997 a 946 millones (el 15,5% de la población mundial) en 2001, como ilustra la Fig. 1¹. Las previsiones para el año 2010 apuntan a 1 700 millones de abonados móviles terrenales en todo el mundo. Se prevé que una proporción considerable de estos abonados adicionales estará en otros países distintos de los que ya contaban con cifras importantes de usuarios móviles en el año 2001.

Se prevé que en el año 2020, toda la población del mundo podría tener acceso a dispositivos de comunicaciones móviles avanzadas, siempre que, entre otras consideraciones, se logren estructuras de costos favorables. Ya hay más teléfonos portátiles que teléfonos de línea fija o equipos de línea fija, tales como los computadores personales que pueden acceder a Internet y se prevé que el número de dispositivos móviles continúe aumentando más rápidamente que el de los dispositivos de línea fija. Los terminales móviles serán los dispositivos utilizados más generalmente para acceder a la información e intercambiarla.

¹ www.itu.int/ITU-D/ict/statistics.

FIGURA 1
Crecimiento mundial de los abonados móviles y de línea fija



4.1.2 Tendencias de los servicios y las aplicaciones

Las expectativas del usuario aumentan continuamente en relación con la variedad de los servicios y las aplicaciones. En particular, los usuarios esperarán toda una serie dinámica y continua de nuevas aplicaciones, capacidades y servicios ubicuos y disponibles mediante una gama de dispositivos que utilizarán un único abono y una única identidad (número o dirección). Los sistemas de comunicación versátiles que ofrecerán servicios personalizados y ubicuos basados en las diversas necesidades individuales tendrán que tener flexibilidad tecnológica para poder satisfacer múltiples demandas simultáneamente.

El tráfico multimedia aumenta mucho más rápidamente que el vocal y predominará cada vez más en los flujos de tráfico. Habrá una evolución correspondiente desde los servicios en los que predomina la conmutación de circuitos a los de conmutación de paquetes. Este cambio dará al usuario la capacidad de recibir de forma más eficaz los servicios multimedia, incluyendo el correo electrónico, las transferencias de ficheros, la mensajería y los servicios de distribución. Dichos servicios pueden ser simétricos o asimétricos y en tiempo real o en diferido. Pueden ocupar una gran anchura de banda, lo que se traducirá en necesidades de velocidad de datos más altas en el futuro.

Los estudios de mercado independientes predicen que en el año 2010 más de 90 millones de abonados móviles en Europa utilizarán los servicios multimedia móviles, lo que será el origen de aproximadamente el 60% del tráfico, en términos de bits transmitidos.

En Japón, la navegación por Internet desde un móvil, que es uno de los tipos de servicio multimedia móvil, empezó a popularizarse hacia el año 2000. El número de usuarios era de 48,5 millones (72% de los abonados móviles) al final del año 2001, y continúa creciendo.

Se ha iniciado ya el trabajo en cuanto a convergencia de servicios de telecomunicaciones, tales como los de radiodifusión digital y servicios inalámbricos comerciales. La tendencia hacia la integración y la convergencia puede caracterizarse por:

- la conectividad (disposición de un conducto, incluyendo la inteligencia en la red y en el terminal);
- el contenido (información, incluyendo los servicios asimétricos);
- el comercio (transacciones).

Estas tendencias pueden considerarse como la integración y la convergencia de la tecnología de la información, de telecomunicaciones y de contenido. Todo ello se traducirá en una nueva dinámica de distribución del servicio en un nuevo paradigma de las telecomunicaciones en el que los servicios de valor añadido, tales como los que dependen del emplazamiento, producirán enormes beneficios a los usuarios finales y a los suministradores del servicio.

Además, estas tendencias se apoyan en la «digitalización» que ya está muy avanzada. La mayoría de los dispositivos electrónicos y de comunicaciones y de los mecanismos de distribución (es decir, los celulares de difusión, de acceso inalámbrico fijo (FWA), las redes radioeléctricas de área local (RLAN), la línea(s) de abonado digital (xDSL), los satélites etc., es ya digital o está en proceso de traslado a tecnologías digitales.

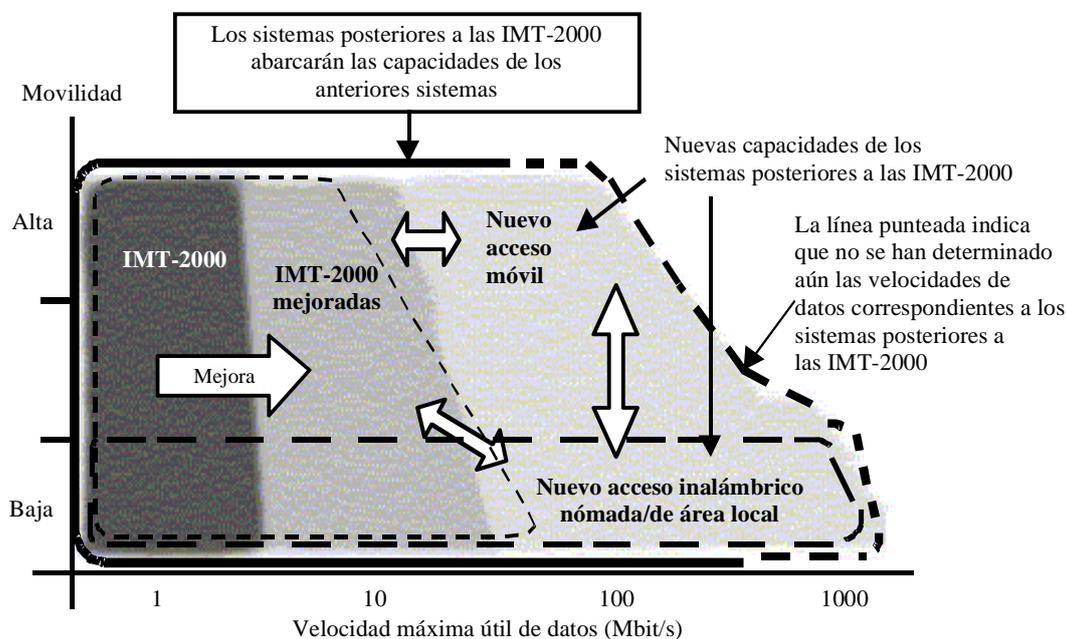
4.2 Marco

Los actuales sistemas de comunicaciones móviles han evolucionado añadiendo cada vez más capacidades de sistema y otras mejoras, y el usuario asistirá a un aumento significativo de la capacidad mediante el futuro desarrollo de las IMT-2000. Los sistemas posteriores a las IMT-2000 se realizarán mediante la fusión funcional de los elementos habituales, mejorados y de nuevo desarrollo de las IMT-2000, los sistemas de acceso inalámbrico nómadas y otros sistemas inalámbricos con gran cantidad de elementos comunes e interfuncionamiento sin discontinuidad.

La Fig. 2 representa el marco del futuro desarrollo de las IMT-2000 y los sistemas posteriores, ilustrando los diversos componentes que se describen en el § 4.2.1, así como su relación entre sí. Los sistemas posteriores a las IMT-2000, incluirán las capacidades de los sistemas precedentes. Surgirán también otras relaciones de comunicación, además de la de persona a persona, tales como las de máquina a máquina, máquina a persona y persona a máquina.

FIGURA 2

Ilustración de las capacidades de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000



↔ Indica interconexión entre sistemas mediante redes, que permite la utilización flexible en cualquier entorno sin que los usuarios perciban cuáles son los sistemas constituyentes

○ Sistemas nómadas/de acceso de área local

○ Sistemas de radiodifusión digital

La parte oscura de la Figura indica que existen capacidades, la parte en tono medio indica mejoras introducidas en las IMT-2000, y la parte más clara indica nuevas capacidades de los sistemas posteriores a las IMT-2000.

El grado de movilidad supuesto en esta Figura se describe como sigue: una baja movilidad abarca la velocidad a la que se mueven los peatones, y una elevada movilidad abarca la gran velocidad de vehículos en las autopistas o de los trenes rápidos (60 km/h a ~250 km/h o más).

1645-02

4.2.1 Objetivos

Los objetivos del desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 se consideran los siguientes:

– *Desarrollo futuro de las IMT-2000:*

Habrà una evolución constante y continua de las IMT-2000 en apoyo de nuevas aplicaciones, productos y servicios. Por ejemplo, las capacidades de algunas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000 se están ya extendiendo hasta 10 Mbit/s y se prevé que se desarrollen más aún en el futuro, hasta aproximadamente 30 Mbit/s hacia el año 2005, en condiciones óptimas de señal y tráfico. Este aspecto se examina más detalladamente en el § 4.2.4.

– *Nuevas capacidades de los sistemas posteriores a las IMT-2000:*

En cuanto a los sistemas posteriores a las IMT-2000, puede ser necesaria, alrededor del año 2010, una nueva tecnología de acceso inalámbrico para la componente terrenal. Ello servirá de complemento a los sistemas IMT-2000 mejorados y a los demás sistemas radioeléctricos. Se prevé que las posibles interfaces radioeléctricas nuevas tendrán que dar cabida a velocidades de datos de hasta unos 100 Mbit/s para aplicaciones de gran movilidad, tales como las de acceso móvil, y hasta aproximadamente 1 Gbit/s para aplicaciones de baja movilidad, tales como las de acceso inalámbrico nómada/local, hacia el año 2010. Este aspecto se examina con más detalle en el § 4.2.5.

Estas cifras de velocidad de datos y la relación con el grado de movilidad (Fig. 2) deben considerarse como objetivos de la investigación de las tecnologías básicas necesarias para implementar el marco. Las especificaciones y diseños de los sistemas futuros se basarán en los resultados de las investigaciones. De las previsiones en cuanto a requisitos de velocidad de datos se deduce la necesidad de espectro adicional para la distribución de las nuevas capacidades de los sistemas posteriores a las IMT-2000. Las cifras de velocidades de datos se adelantan a los avances de la tecnología y se prevé que estos valores sean tecnológicamente factibles en el medio plazo mencionado. Es posible que los flujos ascendentes y descendentes puedan tener velocidades máximas de transmisión distintas.

– *Relación entre las IMT-2000, los sistemas posteriores a las IMT-2000 y otros sistemas de acceso:*

Junto con el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000, continuarán desarrollándose las relaciones entre los distintos sistemas de acceso radioeléctrico y de comunicaciones, por ejemplo las redes de área personal (PAN) inalámbricas, las redes de área local inalámbricas (WLAN), la radiodifusión digital y el FWA. Estos aspectos se examinan más detalladamente en el § 4.2.6.

4.2.2 Perspectivas de los objetivos

El marco del desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 puede considerarse desde múltiples perspectivas, incluyendo las de los usuarios, los fabricantes, los creadores de aplicaciones, los operadores de red y los proveedores de servicio y contenidos. Desde la perspectiva del usuario, habrá una demanda de diversos servicios, contenidos y aplicaciones cuyas capacidades aumentarán con el tiempo. De forma similar, los usuarios esperarán que los servicios sean ubicuos, acudiendo a diversos mecanismos de distribución y proveedores de servicio, y utilizando una amplia variedad de dispositivos que se desarrollarán para atender a los distintos requisitos. Tal vez se parezcan a los dispositivos actuales, tales como los computadores personales de mesa y portátiles, los teléfonos móviles, los aparatos de televisión digital y otros dispositivos de cálculo y comunicación. Las demandas de los usuarios serán atendidas por múltiples agentes, incluyendo los proveedores de contenidos, los proveedores de servicio, los operadores de red, los fabricantes y los creadores de aplicaciones y de equipos.

Los objetivos, vistos desde las diversas perspectivas, pueden resumirse en el Cuadro 1:

CUADRO 1

Objetivos desde perspectivas múltiples

| Perspectiva | Objetivos |
|---|--|
| USUARIO FINAL | <p>Acceso móvil ubicuo</p> <p>Facilidad de acceso a las aplicaciones y servicios</p> <p>Calidad adecuada con costo razonable</p> <p>Interfaz de usuario fácilmente comprensible</p> <p>Vida prolongada del equipo y de la batería</p> <p>Amplia elección de terminales</p> <p>Capacidades mejoradas de servicio</p> <p>Capacidades de facturación fácilmente comprensibles</p> |
| PROVEEDOR DE CONTENIDOS | <p>Capacidades de facturación flexibles</p> <p>Capacidad para adaptar el contenido a las necesidades del usuario, dependiendo del terminal, el emplazamiento y las preferencias del usuario</p> <p>Acceso a un amplio mercado mediante interfaces de programación de aplicaciones con grandes similitudes</p> |
| PROVEEDOR DE SERVICIO | <p>Creación de servicio, validación e instalación rápidas y abiertas</p> <p>Gestión de la calidad de servicio y la seguridad</p> <p>Adaptación automática al servicio en función de la velocidad de datos disponible y del tipo de terminal</p> <p>Capacidades de facturación flexibles</p> |
| OPERADOR DE RED | <p>Optimización de los recursos (espectro y equipo)</p> <p>Gestión de la calidad de servicio y la seguridad</p> <p>Capacidad de prestación de servicios diferenciados</p> <p>Configuración de red flexible</p> <p>Reducción del costo de los terminales y del equipo de red, basándose en economías de escala a nivel mundial</p> <p>Transición paulatina de las IMT-2000 a los sistemas posteriores a las IMT-2000</p> <p>Maximización de las capacidades de compartición entre las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 (compartición de los sistemas móviles, módulo de identidad de abonado UMTS (USIM), elementos de red, emplazamientos radioeléctricos)</p> <p>Autenticación única (independiente de la red de acceso)</p> <p>Capacidades de facturación flexibles</p> <p>Selección del tipo de acceso optimizando la distribución del servicio</p> |
| FABRICANTE/ CREADOR DE APLICACIONES | <p>Reducción del costo de los terminales y del equipo de red basándose en economías de escala a nivel mundial</p> <p>Acceso a un mercado mundial</p> <p>Interfaces físicas y lógicas abiertas entre sus sistemas modulares e integrados</p> <p>Plataformas programables que permitan una elaboración de costos rápida y reducida</p> |

4.2.3 Objetivos de cobertura

Un objetivo de las IMT-2000 que se define en la Recomendación UIT-R M.687, es facilitar una amplia gama de servicios de telecomunicación a los usuarios móviles y prestar dichos servicios con un amplio abanico de densidades telefónicas (número de usuarios por kilómetro cuadrado) y zonas geográficas de cobertura. Este aspecto continúa siendo prioritario para el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000. La cobertura geográfica es especialmente importante para los países en desarrollo, porque mucha gente no puede, en la actualidad, tener acceso a las comunicaciones móviles en zonas del mundo en que la densidad de población, la densidad telefónica y/o los niveles de renta son reducidos.

Las redes de satélite pueden dar servicios a amplias zonas en regiones escasamente pobladas, tales como las zonas rurales y desérticas, y los entornos marítimos y aeronáuticos. Desde este punto de vista, las redes pueden suponer un complemento útil de las redes terrenales.

Las economías de escala a nivel mundial contribuirán a reducir los costos de entrada, ayudando con ello a llevar las telecomunicaciones a los pueblos que actualmente no cuentan con teléfonos móviles o de línea fija. Con el fin de lograr este objetivo, conviene que la complejidad del sistema sea limitada.

La cobertura geográfica puede aumentarse para la componente terrenal utilizando también gamas de frecuencia inferiores a las identificadas actualmente para las IMT-2000, o utilizando la componente de satélite de las IMT-2000 con ciertas condiciones del mercado y determinadas limitaciones, tales como las relativas al tamaño del aparato, el consumo de potencia y la cobertura en interiores. Los servicios IMT-2000 pueden prestarse de forma óptima con costos reducidos en las zonas rurales y a poblaciones de nivel de renta reducido, utilizando frecuencias uniformes a nivel mundial que minimizan la complejidad del terminal y maximizan las economías de escala, con lo que se reduce al mínimo el costo del sistema.

A fin de atender a las expectativas de los usuarios, es importante que la zona de servicio de las redes IMT-2000 se mantenga para los sistemas posteriores cuando sea necesario, teniendo en cuenta el efecto de una velocidad binaria superior, la frecuencia de funcionamiento y los avances de la tecnología.

4.2.4 Desarrollo futuro de las IMT-2000

Las capacidades de las IMT-2000 continuarán evolucionando de forma constante al menos durante los próximos 10 años, a medida que mejoren y se desplieguen las tecnologías de dichos sistemas. Desde una perspectiva del acceso radioeléctrico, se prevé que el desarrollo futuro de las IMT-2000 continúe avanzando e impulse el crecimiento de los sistemas y tecnologías de acceso radioeléctrico que ya se están desarrollando y desplegando. Seguirá a ello un aumento de la explotación durante posiblemente otros 10 años o más. Esta evolución potenciará la estabilidad y promoverá el desarrollo de un número creciente de servicios y aplicaciones.

La similitud de los servicios y aplicaciones de las distintas tecnologías y bandas de frecuencias de las IMT-2000 es provechosa para los usuarios, y si éstos cuentan con una experiencia ampliamente similar se produce una aceptación a gran escala de los productos y servicios y de aplicaciones y contenidos comunes, así como una mayor facilidad y eficacia en la utilización.

Los sistemas IMT-2000 terrenales ya se están mejorando (por ejemplo, en la evolución hacia la red basada en IP y en la propuesta de velocidades binarias de hasta 10 Mbit/s en circunstancias favorables). Estas mejoras iniciales para las que ya se están elaborando normas, irán seguidas de nuevos perfeccionamientos que pueden hacer aumentar la velocidad de datos útil combinada de

cresta hasta unos 30 Mbit/s en condiciones favorables, hacia el año 2005; no obstante, algunos operadores pueden necesitar más espectro para realizar estas mejoras.

La componente del satélite de las IMT-2000 puede continuar evolucionando para dar servicios complementarios (por ejemplo, radiodifusión, multidistribución).

Los servicios móviles por satélite de hoy en día se utilizan principalmente en zonas en las que no hay red móvil terrenal. Se prevé que el desarrollo futuro de la componente de satélite de las IMT-2000 complemente las futuras redes IMT-2000 y se pretende ofrecer velocidades de datos superiores y nuevos servicios (en comparación con los de los sistemas de satélite actuales) en particular a individuos o dispositivos que se encuentran fuera de la cobertura de la red terrenal.

4.2.5 Nuevas capacidades para los sistemas posteriores a las IMT-2000

Los servicios que los usuarios desearán y el número creciente de usuarios impondrán demandas crecientes a las redes de acceso. Estas demandas pueden en última instancia no satisfacerse mediante la mejora de los sistemas de acceso radioeléctrico de las IMT-2000 (en términos de velocidad binaria máxima para el usuario, caudal combinado y mayor flexibilidad, a fin de dar soporte a múltiples tipos distintos de servicio simultáneamente). Se prevé por tanto que surja la necesidad de nuevas tecnologías de acceso radioeléctrico en algún momento futuro para satisfacer las demandas previstas de servicios con anchura de banda superior.

Esta Recomendación ofrece una panorámica de muy alto nivel del marco de las nuevas capacidades previstas para los sistemas posteriores a las IMT-2000 y de las nuevas interfaces radioeléctricas que pudieran ser necesarias en apoyo de aquéllas. En nuevas Recomendaciones UIT-R se desarrollarán con más detalle estos conceptos. Otras nuevas Recomendaciones abordarán los requisitos de espectro para los sistemas posteriores a las IMT-2000, las bandas de frecuencias que pudieran ser adecuadas y el momento en que dicho espectro sería necesario, a fin de dar cabida a los nuevos servicios y aplicaciones de banda ancha. Se prevé abordar los nuevos requisitos en cuanto a espectro que se documentan en estas Recomendaciones, en una futura Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones. Este tema figura en el § 1.4 de la Resolución 802 (CMR-03), como tema del orden del día de la CMR-07.

Los sistemas posteriores a las IMT-2000 darán apoyo a una amplia gama de servicios simétricos, asimétricos y unidireccionales. También ofrecerán la gestión de los distintos niveles de calidad de servicio, a fin de lograr el objetivo subyacente de transporte eficaz de servicios de paquetes. En paralelo, habrá una mayor penetración de los servicios multimedia de acceso inalámbrico nómadas y móviles.

Las tecnologías, aplicaciones y servicios asociados a los sistemas posteriores a las IMT-2000 pudieran muy bien ser radicalmente distintos de los actuales, desafiando las percepciones de lo que puede considerarse viable según las normas actuales y yendo más allá de lo que puede lograrse mediante la mejora futura de las IMT-2000, trabajando con otros sistemas radioeléctricos.

Se prevé que las nuevas interfaces de acceso radioeléctrico procesen una amplia gama de velocidades de datos, conforme a las demandas económicas y de servicio de entornos multiusuario con velocidades de datos máximas previstas de hasta unos 100 Mbit/s para la alta movilidad, tales como las del acceso móvil, y hasta aproximadamente 1 Gbit/s para las aplicaciones de baja movilidad, tales como las de acceso inalámbrico nómada/local (véase la Fig. 2). Estas velocidades de datos son objetivos de la investigación. No deben tomarse como requisitos definitivos para los sistemas posteriores a las IMT-2000.

Estas velocidades de datos se compartirán entre usuarios activos. El caudal obtenible (máximo o constante) para todo usuario individual depende de múltiples parámetros que incluyen el número de usuarios activos, las características del tráfico, los parámetros de servicio, los escenarios de despliegue, la disponibilidad de espectro y las condiciones de propagación e interferencia. Estas velocidades de datos son valores máximos de la suma de velocidades de datos para todos los usuarios activos de un recurso radioeléctrico. Es posible que las velocidades de datos máximas necesarias en el sentido ascendente sean distintas de las del sentido descendente. Las velocidades de datos de transporte pueden tener que ser superiores debido a las taras, tales como las de señalización y codificación. Dependiendo de los servicios a los que se destinen las tecnologías, puede no ser necesaria una cobertura radioeléctrica continua para cumplir los requisitos del servicio.

4.2.6 Relación entre las IMT-2000, los sistemas posteriores a las IMT-2000 y otros sistemas de acceso

Las comunicaciones inalámbricas abarcan una amplia gama de tecnologías, servicios y aplicaciones que han surgido para atender a necesidades particulares de distintos despliegues y entornos de usuario. Los diferentes sistemas pueden caracterizarse ampliamente por:

- el contenido y los servicios ofrecidos;
- las bandas de frecuencias de funcionamiento;
- las normas que definen los sistemas;
- las velocidades de datos admitidas;
- los mecanismos de distribución bidireccional y unidireccional;
- el grado de movilidad;
- los requisitos reglamentarios;
- el costo.

Los sistemas de segunda generación se diseñaron principalmente para aplicaciones tales como las vocales. Las IMT-2000 y los sistemas IMT-2000 mejorados, así como los sistemas posteriores se diseñarán cada vez más como combinación de las diferentes tecnologías de acceso, complementándose entre sí de forma óptima para los distintos requisitos de servicio y entorno radioeléctricos, a fin de ofrecer una plataforma de servicio común y flexible de cara a los distintos servicios y aplicaciones.

La similitud de servicios y aplicaciones entre los diferentes sistemas es provechosa para los usuarios y ha estimulado la tendencia actual hacia la convergencia. Además, una experiencia ampliamente similar de los usuarios de los diferentes sistemas conduce a una aceptación a gran escala de productos y servicios, aplicaciones y contenidos comunes y a una mayor facilidad y eficacia de utilización. No obstante, dicha convergencia no debe oponerse a las oportunidades de innovación competitiva. El acceso a un servicio o a una aplicación puede ser realizada utilizando un sistema o puede lograrse utilizando múltiples sistemas simultáneamente (por ejemplo, un canal de radiodifusión digital y un canal de retorno con las IMT-2000).

El predominio creciente de las aplicaciones basadas en el IP es un motor importante de esta convergencia y facilita el establecimiento de relaciones entre plataformas inalámbricas anteriormente disociadas. La forma que adoptan estas relaciones dependerá de los requisitos del usuario, aunque pudiera incluir, por ejemplo, la integración de los equipos en un dispositivo, el

interfuncionamiento a nivel de red, el acceso común, la autenticación, la contabilidad, las interfaces hombre-máquina comunes, los portales, la itinerancia y el traspaso entre sistemas.

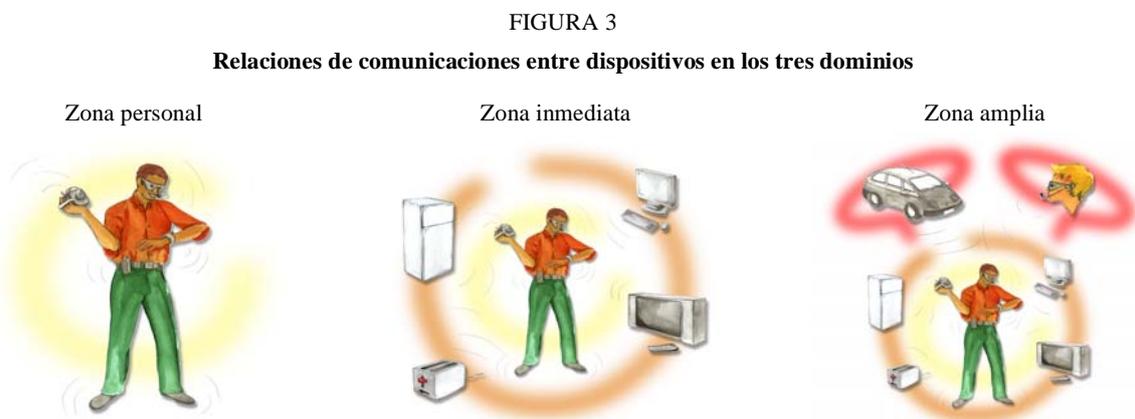
Una persona individual o una máquina pudieran ocasionalmente ser usuarios de uno o más de estos sistemas, secuencial o simultáneamente, dependiendo de la tarea en cuestión.

La formación de estas relaciones se distingue en el desarrollo de cada sistema de acceso inalámbrico, incluyendo las IMT-2000; deberá tener en cuenta las características y el desarrollo futuro de los sistemas, los aspectos interrelacionados (o incluso interdependientes) del espectro y los respectivos entornos reglamentarios.

Las relaciones entre sistemas y dispositivos pueden describirse ampliamente de la siguiente manera:

- *El dominio del área personal:* Consta de las comunicaciones entre terminales y dispositivos periféricos que se mueven con el usuario y que se comunican directamente entre sí (por ejemplo, la comunicación entre el microteléfono y el terminal móvil).
- *El dominio de la zona inmediata:* Comprende la comunicación directa entre un dispositivo de usuario y otros dispositivos (por ejemplo la comunicación de un refrigerador, un aparato de televisión digital, una cabecera de hogar, etc.) en el entorno inmediato del usuario. Esta comunicación abarca un alcance máximo de algunos metros hasta algunas decenas de metros.
- *El dominio de zona amplia:* Comprende la comunicación de dispositivos a través de infraestructuras u operadores de red. Ejemplo de ello es la comunicación entre terminales móviles y servidores de la red.

Estos tres dominios se representan en la Fig. 3.



1645-03

Es importante señalar que las distintas tecnologías tales como la RLAN, los sistemas de conectividad de corto alcance y las IMT-2000 pueden estar presentes en un único dispositivo que funcione por varias redes en todo instante particular. Por ejemplo, una agenda digital personal puede contener múltiples interfaces radioeléctricas que la permitan comunicarse con un terminal móvil (dominio de zona personal); una RLAN privada o pública (dominio de zona intermedia); o un proveedor de servicio de zona amplia, tal como una red móvil (celular) (dominio de zona amplia).

Desde una perspectiva de la prestación del servicio, los dominios comparten algunas características comunes. La prestación del servicio inalámbrico se caracterizará por el acceso móvil mundial (movilidad del terminal y personal), gran seguridad, elevada calidad de servicio y acceso

ergonómico a servicios multimedia personalizados de voz, datos, mensajes, vídeo, Internet y servicios basados en la posición, a través de uno o múltiples terminales de usuario.

Un elemento importante para la realización de este marco de servicios integrados, dado el papel cada vez más dominante de las aplicaciones y redes basadas en paquetes, es el desarrollo de soluciones adecuadas de transferencia de datos de paquetes adaptables. Debe ser posible dar soporte al tráfico asimétrico de manera eficaz.

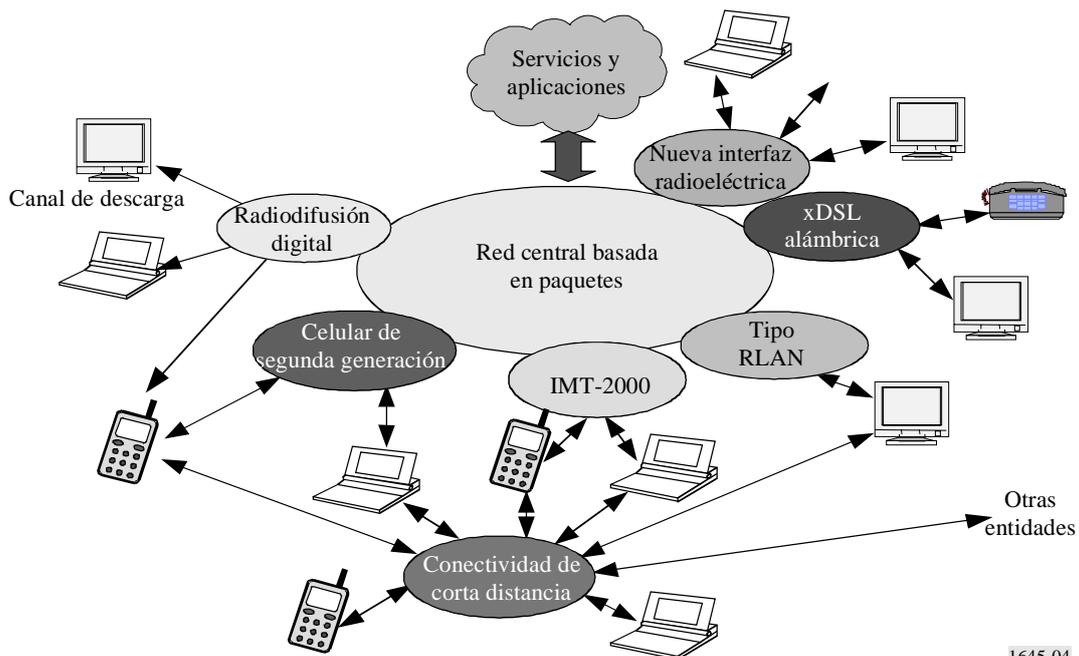
En el futuro, los operadores pueden desplegar una combinación de tecnologías que pueda, en varias fases temporal y sujeta a consideraciones de mercado y reglamentarias, incorporar sistemas celulares, RLAN, radiodifusión digital, satélites y otros sistemas de acceso. Ello exigirá la interacción sin discontinuidad de estos sistemas, a fin de que el usuario pueda recibir diversos contenidos a través de varios mecanismos de distribución, dependiendo de las capacidades del terminal particular, del emplazamiento y del perfil de usuario.

Los diferentes sistemas de acceso radioeléctrico se conectarán a través de redes centrales flexibles. De esta manera, un usuario individual podrá conectarse a través de diversos sistemas de acceso diferentes a las redes y a los servicios que desee. El interfuncionamiento entre estos distintos sistemas de acceso, en términos de traspaso horizontal y vertical y de prestación del servicio sin discontinuidad con negociación del servicio que incluya la movilidad, la seguridad y la gestión de la calidad de servicio, será un requisito clave que puede tratarse en la red central o mediante servidores adecuados a los que se acceda a través de la red central.

Esta visión de «conexión óptima en cualquier parte y en cualquier momento» puede realizarse mediante una red que comprenda diversos sistemas de acceso con interfuncionamiento, conectados a una red central común basada en paquetes, como se representa en la Fig. 4.

FIGURA 4

Red futura de sistemas posteriores a las IMT-2000 incluyendo diversos sistemas posibles de acceso con interfuncionamiento



Dadas las distintas áreas de aplicación, gamas de células y entornos radioeléctricos, los diferentes sistemas de acceso pueden organizarse en una estructura por capas (conforme a la Fig. 5) similar a las estructuras de células jerárquicas de los sistemas radioeléctricos móviles celulares. Se puede de esta manera desplegar la capacidad y las funciones necesarias del sistema, cuando se precisa. La Fig. 5 ilustra ejemplos del interfuncionamiento sin discontinuidad entre diferentes sistemas de acceso complementario en una zona de despliegue. El interfuncionamiento entre diferentes sistemas de acceso se efectuará en términos de traspaso vertical o continuación de sesión, incluyendo la negociación del servicio para adaptar la aplicación a las capacidades de servicio de los sistemas de acceso candidatos (flechas de doble punta). Las flechas de una sola punta corresponden a canales de retorno para canales de tipo difusión. Las distintas capas corresponden a:

- *La capa de distribución:* Esta capa comprende los sistemas de tipo radiodifusión digital para distribuir la misma información a múltiples usuarios simultáneamente mediante enlaces unidireccionales. Pueden utilizarse otros sistemas como canal de retorno.

- *La capa celular:* La capa celular puede comprender varias capas de células con distintos tamaños de célula y/o diferentes tecnologías de acceso.

- *Capa de concentración máxima:* Esta capa puede utilizarse para aplicaciones de velocidad de datos muy elevada, densidad de tráfico muy alta y enlaces individuales, por ejemplo, en zonas urbanas muy densas, zonas de campus, centros de conferencias y aeropuertos.

- *Capa de red personal:* Las redes de zona personal darán soporte a comunicaciones directas de corta distancia entre dispositivos.

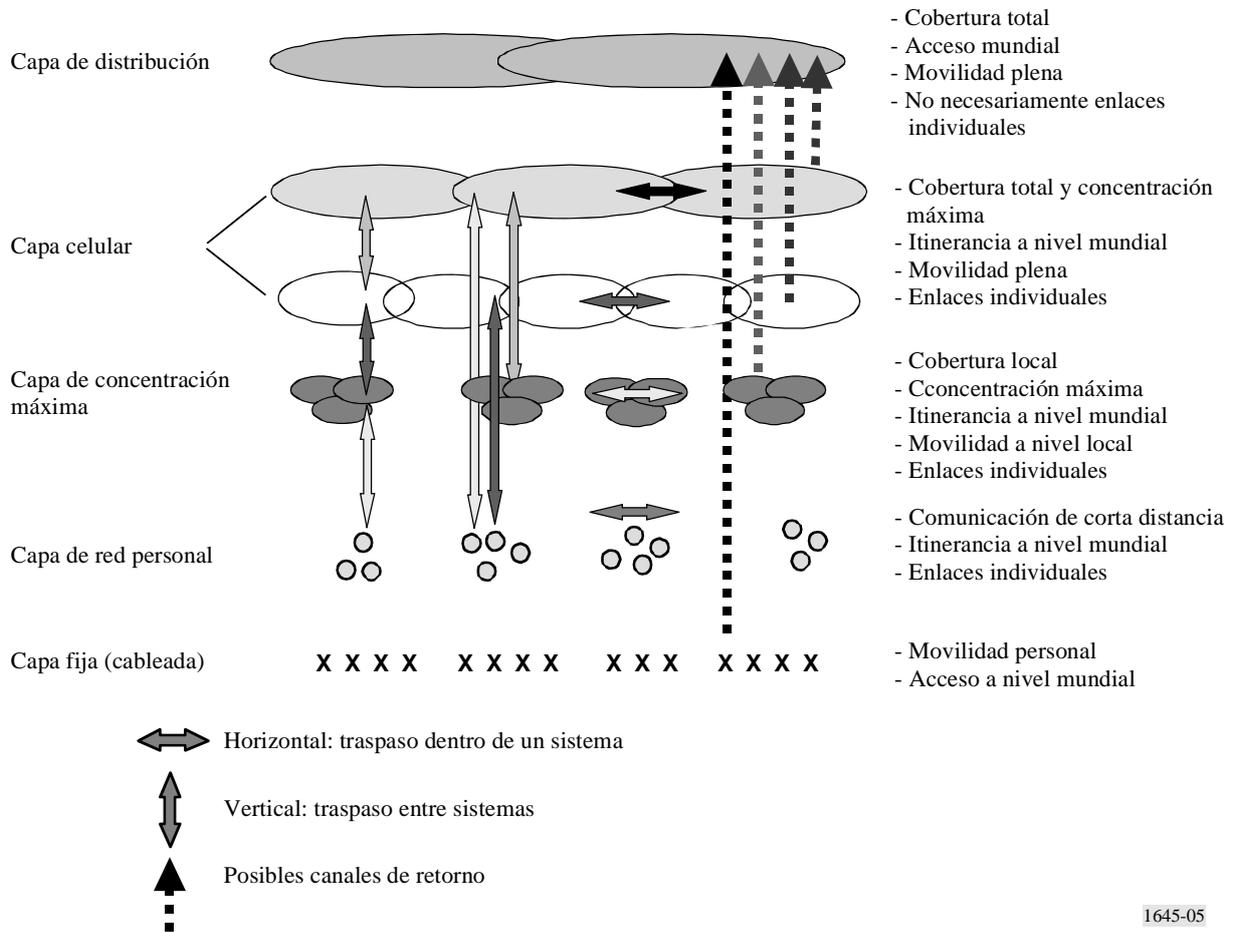
- *Capa fija (cableada):* Esta capa incluye todo sistema de acceso alámbrico fijo.

Las IMT-2000 mejoradas y los nuevos tipos de acceso móvil de los sistemas posteriores formarán parte de la capa celular y de la capa de máxima concentración. El acceso alámbrico nómada/local de los sistemas posteriores a las IMT-2000 formará parte de la capa de máxima concentración.

La Fig. 5 ilustra un entorno flexible y modulable que puede utilizarse para la atribución de capacidad de sistema en una zona de despliegue en la que pueden instalarse uno o varios sistemas, según las necesidades.

FIGURA 5

Ilustración de sistemas de acceso complementario



1645-05

4.2.7 Fases temporales

Al planificar el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000, es importante considerar las fases temporales asociadas a su realización, que dependen de una serie de factores:

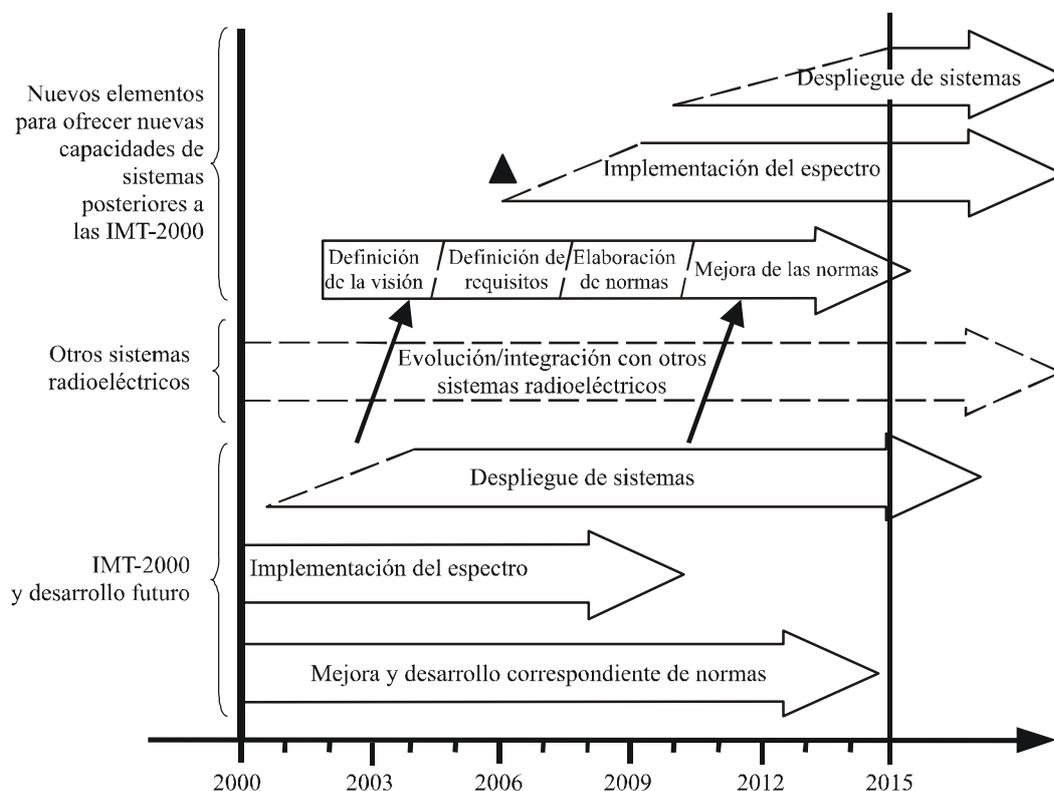
- tendencias del usuario, requisitos y demandas del usuario;
- capacidades técnicas y desarrollos tecnológicos;
- elaboración de normas;
- disponibilidad de espectro, incluyendo los periodos necesarios para reubicar sistemas que puedan estar utilizando bandas propuestas;
- consideraciones de reglamentación;
- desarrollo de sistema (móvil e infraestructura) y despliegue.

Todos estos factores están interrelacionados. Los cinco primeros ya se han abordado en la UIT y continuarán estudiándose. El desarrollo y el despliegue del sistema están relacionados con los aspectos prácticos del despliegue de nuevas redes, teniendo en cuenta la necesidad de minimizar la inversión adicional en infraestructura y de dar tiempo a la adopción por el cliente de los servicios de un nuevo sistema importante, tal como el de las IMT-2000.

Las fases temporales asociadas a estos distintos factores se representan en la Fig. 6. Al examinar las fases de los sistemas posteriores a las IMT-2000, es importante especificar el momento en que concluirán las normas, en que se disponga de espectro y en que se inicie el despliegue.

FIGURA 6

Etapas y fases previstas para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y los sistemas posteriores



Las líneas de trazo inclinadas indican que no puede aún determinarse el punto exacto de inicio del sujeto particular

▲ : Posible identificación del espectro en la CMR-07

* : Posibilidad de amplio despliegue en algunos países hacia del año 2015

1645-06

4.2.7.1 Medio plazo

A medio plazo (hasta aproximadamente el año 2010), se prevé que el desarrollo futuro de las IMT-2000 avance con la mejora en curso de las capacidades de los despliegues iniciales, según demanda el mercado estudiando las necesidades de los usuarios y a medida que permita la situación de los desarrollos técnicos. En esta fase predominará el crecimiento del tráfico con el espectro actual de las IMT-2000 y el desarrollo de éstas durante este periodo se caracterizará por los cambios incrementales o evolutivos de las actuales especificaciones de la interfaz radioeléctrica de las IMT-2000 (es decir, estos cambios pueden reflejarse en revisiones de las actuales Recomendaciones UIT-R de la Serie M sobre las IMT-2000). Podría haber un avance significativo hacia la armonización de las interfaces radioeléctricas y la introducción de las redes centrales basadas en paquetes.

Se prevé que las bandas identificadas por la CMR-2000 estén disponibles para las IMT-2000 en este periodo, teniendo en cuenta la demanda del usuario y otras consideraciones.

4.2.7.2 Largo plazo

El plazo largo (alrededor de principios del año 2010, aproximadamente) se asocia a la posible introducción de nuevas interfaces radioeléctricas que podrían ser ampliamente desplegadas alrededor del año 2015 en algunos países y con capacidades significativamente más avanzadas que las previstas para las IMT-2000, que evolucionarán durante el plazo intermedio. Se prevé que las nuevas interfaces aporten nuevas capacidades significativas (por ejemplo, velocidades de datos de usuario muy superiores) y también que necesiten bandas de frecuencias adicionales para su funcionamiento. La evolución de la tecnología, el interfuncionamiento entre bandas de frecuencias y distintos sistemas de acceso y la mejora de la eficacia espectral pueden reducir la cantidad de espectro adicional necesario. Se prevé que ciertas capacidades centrales sean comunes a los sistemas IMT-2000 mejorados y a los sistemas posteriores a las IMT-2000.

Actualmente se prevé que las nuevas interfaces radioeléctricas de los sistemas posteriores a las IMT-2000 estarán principal e inicialmente pensadas para su utilización en el nuevo espectro identificado por las futuras CMR.

4.3 Tendencias de la tecnología

Al decidir el marco y los objetivos para el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000, es preciso considerar las tendencias tecnológicas significativas. En este punto se identifican los ámbitos de la tecnología en los que pueden verse tendencias en el momento de elaborar esta Recomendación. Dependiendo de su desarrollo, evolución, capacidades realizadas y estructuras de costos, cada una de estas tendencias tecnológicas puede o no repercutir en los sistemas posteriores a las IMT-2000 o ser utilizada por ellos. Se prevé que estas tendencias se consideren en la investigación y el desarrollo de los sistemas posteriores a las IMT-2000 y que se den orientaciones sobre la aplicabilidad o la influencia que pueden tener en los sistemas posteriores. Las tendencias de la tecnología se describirán más detalladamente en un Informe aparte.

4.3.1 Tecnologías relativas al sistema

Con respecto a los requisitos sobre velocidades de datos elevadas y gran movilidad, se prevén arquitecturas nuevas o perfeccionadas, en particular las que se refieren a la utilización de arquitecturas basadas en paquetes que ofrecerán una mayor seguridad y fiabilidad del sistema, movilidad entre sistemas y capacidades de interfuncionamiento.

Ejemplos de tecnologías clave:

Transmisión de la voz por Internet; optimización del IP para la transmisión radioeléctrica móvil; arquitectura de red que admite averías (gran fiabilidad); movilidad sin interrupciones (traspaso entre sistemas, itinerancia, selección óptima de red); tecnología de plataforma móvil; seguridad y privacidad; criptografía; autenticación y comercio electrónico móvil; facturación; filtrado de datos inteligente.

4.3.2 Red de acceso e interfaz radioeléctrica

Los nuevos conceptos y las técnicas de acceso radioeléctrico pueden influir en el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000. Estos conceptos son, aunque no todos, los siguientes:

- esquemas de modulación y codificación;
- esquemas de acceso múltiple;
- sistemas radioeléctricos definidos por programa y reconfigurables;

- interfaz radioeléctrica adaptable;
- nuevos conceptos y tecnologías de antena.

Ejemplos de tecnologías clave:

Comunicaciones radioeléctricas definidas por programa; arquitecturas de red de acceso innovadoras (por ejemplo, nodos de velocidad de paquetes elevada); redes móviles ad hoc; algoritmos de encaminamiento; multidifusión; radiocomunicaciones por fibra; traspaso entre interfaces radioeléctricas diferentes (vertical y horizontal); control dinámico de la calidad de servicio; control de la movilidad de paquetes; transmisión de paquetes fiable; MAC distribuido; corrección de errores y codificación de canal; modulación adaptable y de orden superior y adaptación del enlace; antenas adaptables; MIMO (entrada múltiple-salida múltiple); detección multiusuario y compensación de interferencia; enlaces de retroceso.

4.3.3 Utilización del espectro

Se están estudiando nuevas técnicas para aumentar la utilización del espectro y la eficacia espectral y para permitir la compartición del espectro entre usuarios. Estos estudios pueden conducir a una mejora de la utilización de la frecuencia y/o a nuevas formas de compartir el recurso del espectro con otros usuarios o sistemas.

Ejemplos de tecnologías clave:

Estructuras de células jerárquicas (incluyendo la tridimensional); antenas adaptables; MIMO; asignación de canales dinámica adaptable; compartición del espectro (entre diferentes operadores y sistemas).

4.3.4 Terminales móviles

Se prevé una evolución importante en materia de terminales móviles, con la utilización de nuevos componentes, nuevas arquitecturas y nuevos equipos y plataformas de programación, así como una mejora de las interfaces de usuario, lo que en conjunto dará una mayor calidad.

Ejemplos de tecnologías clave:

Interfaces hombre máquina (incluyendo los terminales móviles «inteligentes»); intervención de terminales móviles y de dispositivos IT; plataformas de terminal móvil (sistemas operativos, soporte lógico intermedio e interfaces de programación de aplicación); arquitectura de subsistema autónomo (subsistemas de comunicación y aplicaciones separadas); dispositivos de visualización avanzados; reconocimiento de la voz; terminales incorporables; terminales radioeléctricos y multimodo definidos por programa; avances en la potencia de procesamiento de los semiconductores (como describe la Ley de Moore); mejoras de los dispositivos de RF (que permiten funcionar con frecuencias superiores y mejorar la sensibilidad del receptor); sistemas micro electromecánicos (MEMS) de RF; tecnología de baterías (mayor densidad de la energía).

4.3.5 Aplicaciones

Las aplicaciones a las que se accede por las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 evolucionarán:

- para seguir las tendencias generales de los sistemas de telecomunicación;
- para adaptar las capacidades de los sistemas móviles y optimizar la distribución del servicio del entorno radioeléctrico.

Ejemplos de tecnologías clave:

Técnicas de codificación y compresión de datos; códecs dinámicos de velocidad variable; agentes móviles, lenguaje de descripción de contenidos; señales vocales y de vídeo en modo continuo; interfaces de programación de aplicaciones (API) y soportes lógicos intermedios.

4.4 Repercusiones en cuanto al espectro

Una consideración crucial al realizar el marco para el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 es la disponibilidad de espectro adecuado para los servicios futuros. Al considerar los requisitos y las posibles gamas de frecuencias adecuadas para estos sistemas, conviene examinar las fases temporales, los servicios y las tendencias de la tecnología examinados anteriormente, siendo consciente de que estos temas pueden continuar desarrollándose en recomendaciones e informes adicionales. De forma más específica, al analizar las repercusiones en cuanto al espectro del desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000, han de abordarse múltiples temas que incluyen, aunque no de forma exhaustiva:

- las previsiones y requisitos de tráfico, incluyendo la relación de asimetría;
- los requisitos en cuanto a servicio y aplicaciones;
- la eficacia espectral;
- las características de la transmisión radioeléctrica dúplex por división en el tiempo/dúplex por división de frecuencia (DDT)/(DDF), dirección dúplex, separación transmisión/recepción, esquemas de modulación y acceso, etc.);
- los requisitos en cuanto a itinerancia a nivel mundial y utilización armónica del espectro;
- las soluciones técnicas que faciliten la itinerancia a nivel mundial;
- las técnicas de compartición dinámica del espectro;
- la compartición y los análisis de compatibilidad;
- la evolución de los sistemas IMT-2000.

Con el crecimiento actual del número de usuarios móviles y el crecimiento previsto de las aplicaciones de datos y de la anchura de banda, puede ser necesario espectro adicional. No obstante, los avances de la tecnología permitirán utilizar más eficazmente dicho espectro. Para la determinación de todo espectro adicional, será necesario efectuar nuevos análisis. Estos análisis deben tener en cuenta los avances tecnológicos, los modelos de tráfico y las demandas de los usuarios. Se hará todo lo posible para utilizar el espectro de forma muy eficaz, a fin de limitar la demanda de espectro adicional. Los análisis deben también considerar las restricciones asociadas a la consecución de los objetivos en cuanto a velocidad de datos, incluyendo la posible disponibilidad de espectro en las gamas de frecuencia adecuadas. En otras Recomendaciones UIT-R se abordará la metodología necesaria para calcular y estimar la demanda de espectro prevista.

La Fig. 2 ilustra las capacidades de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000. En esta Recomendación sólo se consideran las repercusiones en cuanto al espectro para las nuevas capacidades de los sistemas posteriores que se ilustran en la Fig. 2.

La demanda de espectro viene determinada por los objetivos en cuanto a velocidad de datos, la modulación, los métodos de codificación (capa física), los conceptos avanzados de antena, las bandas de guarda, las bandas de frecuencias, las condiciones de despliegue y otros. Los pasos necesarios para calcular esta demanda de espectro son:

- desarrollar un método para el cálculo de la demanda de espectro;
- evaluar el potencial de las nuevas tecnologías para la utilización eficaz del espectro; e
- investigar los nuevos métodos para reutilizar y compartir el espectro.

4.4.1 Bandas de frecuencias preferidas

Se prevé que las IMT-2000 y sus mejoras continuarán con el funcionamiento en las bandas identificadas por la CAMR-92 y la CMR-2000. Para realizar el marco de los sistemas posteriores, se prevé la necesidad de nuevo espectro, además del identificado para las IMT-2000 en la CAMR-92 y la CMR-2000. Las nuevas capacidades del acceso móvil y del acceso inalámbrico nómada/local tienen objetivos distintos en cuanto a movilidad y velocidad binaria, para las que pueden ser adecuadas gamas de frecuencias diferentes.

Para la nueva capacidad de acceso móvil, las velocidades de datos superiores a las de las IMT-2000 se traducirán en un tamaño de célula inferior. El tamaño de la célula disminuye también en las frecuencias superiores. Con ello se incrementa el número de estaciones de base necesarias y de ahí los costos de despliegue. Será por tanto preferible que las bandas de frecuencias adecuadas para la capacidad de movilidad en zona amplia de los sistemas posteriores a las IMT-2000 sean razonablemente próximas a las bandas ya identificadas para las IMT-2000. Como cada vez es más difícil encontrar espectro adecuado para las nuevas aplicaciones, especialmente si se necesita una anchura de banda amplia o espectro por pares, es preciso identificar el espectro en una fase inicial de forma que pueda disponerse de él en momento oportuno.

Las bandas de frecuencias convenidas internacionalmente fomentarán la adopción de los sistemas posteriores a las IMT-2000, facilitando la itinerancia a nivel mundial y reduciendo los costos de equipo mediante economías de escala de orden mundial. Un espectro común mundial es un objetivo preferente.

4.4.2 Consideraciones en cuanto a la anchura de banda

Si se quiere realizar el marco de los sistemas posteriores a las IMT-2000, debe disponerse de espectro suficiente para el lanzamiento de los servicios y, posteriormente, para cursar el tráfico previsto en dichos sistemas.

Los factores que influyen en la anchura de banda necesaria para el lanzamiento del servicio incluyen:

- la anchura de banda de RF de una única portadora;
- el factor de reutilización;
- la técnica dúplex (que va desde una ligeramente superior a la unitaria para el DDT, a dos para el DDF simétrico);
- el número de frecuencias portadoras que un operador precisa para explotar una red eficazmente (teniendo en cuenta las tendencias tecnológicas, por ejemplo, en las estructuras de células jerárquicas);
- el número de operadores;

- un margen para las bandas de guarda;
- si el espectro se segmenta entre operadores de red o se «agrupa», y también si se comparte con otros servicios radioeléctricos.

Los factores que influyen en la anchura de banda necesaria para cursar el tráfico previsto incluyen:

- los modelos de tráfico y los requisitos en cuanto a calidad de servicio (incluyendo la demanda máxima de tráfico, la demanda media de tráfico y la latencia permitida);
- la técnica dúplex;
- la eficacia espectral de la interfaz radioeléctrica (incluyendo el factor de reutilización);
- la eficacia de la concentración de enlaces;
- las tecnologías para la reutilización del espectro en una célula, tales como las de antenas adaptables y MIMO;
- un margen para las bandas de guarda.

Es probable que durante el lanzamiento inicial del servicio no se disponga de todo el espectro necesario a largo plazo para los sistemas posteriores a las IMT-2000. Por tanto, conviene que los sistemas posteriores se lancen utilizando menos espectro del previsto que se necesite más tarde en apoyo del tráfico que se prevea.

El espectro estará menos congestionado, menos disponible y plenamente utilizado. Es probable que sea difícil el acceso a las bandas con características favorables de propagación. Así pues, puede que el espectro (como recurso natural radioeléctrico) no se utilice como hoy en día, porque el empleo eficaz de bandas de frecuencias escasas y la convergencia de los servicios pueden imponer la necesidad de la compartición dinámica del espectro. Esto ha de tenerse en cuenta en la evolución hacia los sistemas IMT-2000 mejorados y los sistemas posteriores a las IMT-2000.

5 Recomendaciones

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

recomienda

5.1 Objetivos

- que los sistemas IMT-2000 mejorados sirvan para una evolución constante y continua de nuevas aplicaciones, productos y servicios que conduzcan a mejoras en las velocidades de datos y en perfeccionamientos de las actuales interfaces radioeléctricas de las IMT-2000;
- que el marco de los sistemas posteriores a las IMT-2000 se realice mediante la fusión funcional de los elementos actuales, perfeccionados y recientemente desarrollados de las IMT-2000, los sistemas de acceso inalámbrico nómada y otros sistemas inalámbricos con gran uniformidad, interfuncionamiento e interoperabilidad sin discontinuidades;

- que el desarrollo de las nuevas interfaces radioeléctricas tenga presente la probabilidad de que pueda utilizarse principalmente toda nueva tecnología de acceso inalámbrico para los sistemas posteriores a las IMT-2000, junto con las tecnologías de acceso inalámbrico pre-IMT-2000, IMT-2000 e IMT-2000 mejoradas (tal como se detalla en la Recomendación UIT-R M.1457) y otros sistemas radioeléctricos existentes;
- que el potencial de las nuevas interfaces radioeléctricas de los sistemas posteriores a las IMT-2000 dé cabida a velocidades de datos superiores a la de los sistemas IMT-2000 mejorados, con una interfaz adaptable o con múltiples interfaces que guarden el número máximo de elementos comunes;
- que los servicios prestados mediante las tecnologías de acceso inalámbrico incluyendo las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 se presten de forma discontinua y de la manera más común posible desde la perspectiva del usuario, teniendo en cuenta las limitaciones de las tecnologías particulares de acceso inalámbrico y los requisitos del usuario, de forma que pueda no concernir a éste la tecnología subyacente utilizada en un momento o emplazamiento particulares.

5.2 Marco del trabajo futuro

a) Examen de las tendencias del usuario

- que una vez desplegados ampliamente los servicios de datos multimedio móviles y obtenida la experiencia suficiente del usuario, se considere la información sobre características y tendencias obtenida de dicha experiencia, al reevaluar los posibles requisitos del usuario para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000;
- que los exámenes de las tendencias del usuario se efectúen cuando sea necesario y que queden reflejados en las posibles revisiones futuras de esta Recomendación.

b) Investigación

- que se inicie a nivel mundial la investigación con el fin de examinar el marco que se detalla en esta Recomendación y las posibles técnicas nuevas de acceso inalámbrico para la componente terrenal;
- que se fomente la cooperación a nivel mundial de los diversos foros de investigación del acceso inalámbrico;
- que se emprenda el trabajo encaminado a mejorar la interrelación entre los sistemas móviles por satélite y terrenales, particularmente en cuanto al interfuncionamiento sin discontinuidades entre ellos;
- que en la investigación sobre especificaciones relativas al desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000 se considere la forma en que estos sistemas pueden relacionarse con otras tecnologías y sistemas radioeléctricos y la forma en que continuarán evolucionando todos estos sistemas;
- que los objetivos en cuanto a capacidad de los sistemas posteriores a las IMT-2000 lleguen hasta aproximadamente 100 Mbit/s para los sistemas de gran movilidad, tales como los de acceso móvil, y hasta aproximadamente 1 Gbit/s para los sistemas de baja movilidad, tales como los de acceso inalámbrico nómada/local, hacia el año 2010. Estos objetivos son metas para la investigación y pueden continuar desarrollándose en otras Recomendaciones de la UIT, que pueden revisarse a la luz de los estudios futuros;

- que se estudien las nuevas tecnologías y tendencias tecnológicas para su posible contribución a la realización eficaz del marco sobre el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000;
- que se emprenda el trabajo encaminado a continuar mejorando la utilización eficaz del espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000.

c) Espectro

- que se debe considerar con antelación a las futuras CMR la necesidad de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000, más allá del ya identificado en el Reglamento de Radiocomunicaciones para las IMT-2000;
- que al determinar las futuras gamas posibles de frecuencias se consideren los requisitos de las demandas de los usuarios;
- que al determinar las posibles gamas de frecuencias se consideren los requisitos técnicos que facilitan el despliegue rentable de una nueva interfaz radioeléctrica que satisfaga las nuevas capacidades de acceso móvil y de acceso inalámbrico nómada/local;
- que continúen investigándose las disposiciones a nivel mundial encaminadas a lograr un aspecto común y frecuencias homogéneas para el desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000;

d) Normalización

- que en la normalización detallada de las interfaces radioeléctricas se tengan en cuenta las bandas de frecuencias en las que se pretende utilizar dichas interfaces;
- que continúe en el futuro la normalización a nivel mundial de las especificaciones de interfaces radioeléctricas, a fin de lograr los beneficios del mercado de masas y asegurar que el equipo sea interoperable, de forma que los usuarios, operadores, fabricantes, etc. puedan continuar aprovechando las comunicaciones móviles;
- que el nivel y el tipo de normalización se adapte para satisfacer los requisitos técnicos y del usuario en dicho momento;
- que la normalización se realice de manera oportuna antes del despliegue de los sistemas y que tenga en cuenta la disponibilidad de espectro y las consideraciones del usuario;

5.3 Áreas temáticas para nuevos estudios

- que se aliente a los foros de investigación y a otras organizaciones exteriores que deseen contribuir al desarrollo futuro de las IMT-2000 y los sistemas posteriores a las IMT-2000, a centrarse especialmente en las siguientes áreas clave:
 - a) interfaces radioeléctricas y su interoperabilidad;
 - b) temas relacionados con la red de acceso;
 - c) temas relacionados con el espectro;
 - d) características del tráfico;
 - e) estimaciones del usuario.

En www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0A/0E/ROA0E0000070001MSWE.doc figura una descripción más detallada de los temas de investigación.
