

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R M.2083-0**  
(09/2015)

## **Concepción de las IMT – Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante**

**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
<b>BO</b>	Distribución por satélite
<b>BR</b>	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
<b>BS</b>	Servicio de radiodifusión (sonora)
<b>BT</b>	Servicio de radiodifusión (televisión)
<b>F</b>	Servicio fijo
<b>M</b>	<b>Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos</b>
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radioastronomía
<b>RS</b>	Sistemas de detección a distancia
<b>S</b>	Servicio fijo por satélite
<b>SA</b>	Aplicaciones espaciales y meteorología
<b>SF</b>	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
<b>SM</b>	Gestión del espectro
<b>SNG</b>	Periodismo electrónico por satélite
<b>TF</b>	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
<b>V</b>	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, 2016

© UIT 2016

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.2083-0

**Concepción de las IMT – Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante**

(2015)

**Cometido**

En la presente Recomendación se define el marco y los objetivos generales del futuro desarrollo de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) para 2020 y en adelante, habida cuenta del papel que las IMT podrá desempeñar para atender mejor las necesidades futuras de la sociedad interconectada, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Se describe en detalle el marco del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante, comprendidas una gran variedad de capacidades relacionadas con los casos de utilización previstos. Asimismo, en la presente Recomendación se indican los objetivos del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante, incluidas la mejora de las IMT existentes y el desarrollo de las IMT-2020. Cabe señalar que en la presente Recomendación se toma en consideración la evolución de las IMT hasta la fecha, con arreglo a la Recomendación UIT-R M.1645.

**Palabras clave**

IMT, IMT-2020

**Siglas/glosario**

TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
IMT	Telecomunicaciones Móviles Internacionales
IoT	Internet de las cosas
M2M	Máquina a máquina
MIMO	Múltiples entradas, múltiples salidas
QoE	Calidad percibida
QoS	Calidad del servicio
RAT	Tecnología de acceso radioeléctrico
RLAN	Red radioeléctrica de área local

**Recomendaciones e Informes de la UIT afines**

Recomendación UIT-R M.1645	Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores
Recomendación UIT-R M.2012	Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las telecomunicaciones móviles internacionales avanzadas (IMT-Avanzadas)
Informe UIT-R M.2320	Futuras tendencias tecnológicas de los sistemas IMT terrenales
Informe UIT-R M.2370	Estimación del tráfico IMT para los años 2020 a 2030
Informe UIT-R M.2376	Viabilidad técnica de las IMT en las bandas de frecuencias por encima de 6 GHz
Informe UIT-R M.2134	Requisitos relativos a la calidad de funcionamiento técnico para las interfaces radioeléctricas de las IMT-Avanzadas

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que la UIT ha contribuido a la normalización y utilización armonizada de las IMT, que suministran servicios de telecomunicaciones a escala mundial;
- b) que los adelantos tecnológicos y las correspondientes necesidades del usuario promueven la innovación y aceleran el suministro de aplicaciones de comunicaciones avanzadas al consumidor;
- c) que la Cuestión UIT-R 229/5 trata de la futura evolución de la componente terrenal de las IMT y que el UIT-R sigue realizando los estudios correspondientes a esta Cuestión;
- d) que la Recomendación UIT-R M.1645 define el marco y los objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores a las IMT-2000;
- e) que a fin de lograr un funcionamiento mundial y economías de escala, factores fundamentales para que los sistemas de telecomunicaciones móviles tengan éxito, convendría definir un calendario armonizado para la futura evolución de las IMT, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, operativos y los relacionados con el espectro;
- f) que se prevé que las aplicaciones de comunicaciones inalámbricas se expandan a nuevos segmentos del mercado para facilitar la economía digital, como el de las redes eléctricas inteligentes, la ciber salud, los sistemas de transporte y de control del tráfico inteligentes, cuyos requisitos trascienden los ámbitos de aplicación que pueden ofrecer las actuales IMT;
- g) que la rápida aceptación por el usuario de los teléfonos móviles, las tabletas y las aplicaciones móviles innovadoras ha dado lugar a un enorme aumento en el volumen de tráfico de datos móviles;
- h) que se espera un aumento del número de dispositivos que acceden a la red, como consecuencia de la aparición de aplicaciones de Internet de las cosas (IoT);
- i) que tecnologías tales como la conformación del haz y múltiples entradas-múltiples salidas (MIMO) masivas son más fáciles de implementar en frecuencias elevadas por tener longitud de onda corta;
- j) que disponer un ancho de banda amplio y contiguo permitirá suministrar datos más eficientemente y reducirá la complejidad del hardware;
- k) que el tamaño de las células se está reduciendo (del orden de algunas decenas de metros) con el fin de ofrecer mayor capacidad de tráfico en zonas densas más amplias;
- l) que las IMT interfuncionan con otros sistemas radioeléctricos,

*reconociendo*

- a) que algunas administraciones han desplegado sistemas IMT-Avanzadas antes de su implantación mundial, debido al rápido incremento del tráfico de datos;
- b) que cabe esperar que se desarrollen nuevas interfaces radioeléctricas que dan soporte a las nuevas capacidades de las IMT-2020, al tiempo que se mejoran los sistemas IMT-2000 e IMT-Avanzadas,

*observando*

que, de conformidad con el Artículo 44 de la Constitución de la UIT, los Estados Miembros se esforzarán por aplicar, a la mayor brevedad, los últimos adelantos técnicos,

*recomienda*

que se utilice el Anexo como marco y objetivos generales para el futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante.

**Anexo****ÍNDICE***Página*

1	Introducción.....	3
2	Tendencias observadas .....	4
2.1	Tendencias en el usuario y las aplicaciones.....	4
2.2	Aumento del tráfico IMT .....	6
2.3	Tendencias en la tecnología.....	6
2.4	Estudios sobre la viabilidad técnica de las IMT entre 6 y 100 GHz.....	9
2.5	Incidencia en el espectro.....	10
3	Evolución de las IMT .....	11
3.1	Cómo han evolucionado las IMT .....	11
3.2	Función de las IMT para 2020 y en adelante.....	11
4	Casos de utilización de las IMT para 2020 y en adelante .....	12
5	Capacidades de las IMT-2020 .....	14
6	Marco y objetivos .....	18
6.1	Relaciones.....	18
6.2	Plazos previstos .....	18
6.3	Temas de estudio futuros .....	20

**1 Introducción**

La evolución sociotécnica en las últimas décadas ha estado impulsada considerablemente por la evolución de las comunicaciones móviles y ha contribuido al desarrollo socioeconómico tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Las comunicaciones móviles se han ido integrando estrechamente en la vida cotidiana de toda la sociedad. Cabe esperar que las tendencias sociotécnicas y la evolución de los sistemas de comunicaciones móviles seguirán yendo estrechamente de la mano y sentarán las bases para la sociedad de 2020 y en adelante.

No obstante, se prevé que en el futuro las nuevas necesidades, como un mayor volumen de tráfico, mayor número de dispositivos con diversos requisitos de servicio, mejor calidad percibida por el usuario y mayor asequibilidad gracias a la reducción progresiva del coste, exigirán un número creciente de soluciones innovadoras.

El objetivo de la presente Recomendación es conceptualizar las IMT para 2020 y en adelante, mediante la descripción de las posibles tendencias en el usuario y las aplicaciones, del crecimiento del tráfico, de las tendencias tecnológicas y de la incidencia en el espectro, así como mediante directrices relativas al marco y las capacidades de las IMT para 2020 y en adelante.

## **2 Tendencias observadas**

### **2.1 Tendencias en el usuario y las aplicaciones**

Los dispositivos móviles desempeñan diversas funciones en la vida cotidiana que no dejan de evolucionar. Los futuros sistemas IMT deberán dar soporte a los nuevos casos de utilización que surjan, en particular a las aplicaciones que exijan comunicaciones a velocidades de datos muy elevadas, numerosos dispositivos conectados y aplicaciones de baja latencia y gran fiabilidad. En §§ 2.1.1 a 2.1.8 se explican más tendencias específicas del usuario y de las aplicaciones.

#### **2.1.1 Comunicación centrada en el ser humano de muy baja latencia y gran fiabilidad**

Las personas esperan percibir una conectividad inmediata de modo que las aplicaciones han de tener un comportamiento «instantáneo» sin tiempos de espera: un solo clic y la respuesta se percibe instantánea. El comportamiento instantáneo será un factor esencial para el éxito de los servicios en la nube y aplicaciones de realidad virtual y realidad aumentada. Por consiguiente, la comunicación de gran fiabilidad y baja latencia que dé soporte a dicho comportamiento resulta indispensable para el futuro desarrollo de nuevas aplicaciones en sectores tales como la sanidad, la seguridad, la oficina, el ocio y otros.

#### **2.1.2 Comunicaciones centradas en las máquinas de muy baja latencia y gran fiabilidad**

La fiabilidad y la latencia en los sistemas de comunicaciones de hoy en día se han concebido para el usuario humano. En los futuros sistemas inalámbricos, se prevé que el diseño de nuevas aplicaciones se basará en la comunicación máquina a máquina (M2M) con prescripciones en tiempo real. Los automóviles sin conductor, los servicios en la nube móviles mejorados, la optimización del control del tráfico en tiempo real, la respuesta en caso de emergencia o de catástrofe, las redes eléctricas inteligentes, la ciber salud o las comunicaciones de la industria existentes son ejemplos en los que la baja latencia y la gran fiabilidad pueden mejorar la calidad de la vida.

#### **2.1.3 Elevada densidad de usuarios**

El usuario esperará una experiencia satisfactoria en presencia de numerosos usuarios simultáneos, por ejemplo entre una muchedumbre con elevada densidad de tráfico por unidad de superficie y numerosos teléfonos y máquinas/dispositivos por unidad de superficie. Como ejemplos puede citarse el contenido audiovisual que ha de suministrarse simultáneamente a toda una célula o las aplicaciones de infoentretenimiento en centros comerciales, estadios, festivales al aire libre u otros eventos públicos que congregan muchísimas personas. Quedan comprendidos los usuarios que utilizan su teléfono durante atascos de tráfico inesperados o mientras se desplazan en sistemas de transporte público, así como los profesionales que trabajan en organizaciones como la policía, los bomberos y las ambulancias y que utilizan las redes públicas de comunicaciones en entornos concurridos y dispositivos centrados en máquina.

#### **2.1.4 Alta calidad con gran movilidad**

La sociedad conectada en los años posteriores a 2020 tendrá que ofrecer al usuario que se desplaza una experiencia similar cuando está estático, por ejemplo en el hogar o en la oficina. A fin de ofrecer la «mejor experiencia» para usuarios de gran movilidad y dispositivos máquina comunicantes, serán necesarias soluciones de conectividad robustas y fiables así como la capacidad de mantener eficazmente la calidad del servicio con movilidad.

Mantener una elevada calidad con gran movilidad permitirá desplegar satisfactoriamente aplicaciones en los equipos de usuarios situados en una plataforma móvil, tales como automóviles o trenes de alta velocidad que ya se están construyendo en varios países. La conectividad en plataformas móviles puede suministrarse a través de las IMT, las redes de área local radioeléctricas (RLAN) u otra red sobre dicha plataforma que utilice una red de conexión adecuada.

#### **2.1.5 Servicios multimedios mejorados**

Es probable que la demanda de servicios multimedios móviles de alta definición aumente en muchos campos además del sector del ocio, como por ejemplo en el del tratamiento médico, la seguridad y la protección.

Los dispositivos de usuario tendrán mayor capacidad de consumo de medios, como pantallas de ultraalta definición, pantallas multivisión de alta definición, proyecciones 3D móviles, videoconferencias inmersivas, interfaces y pantallas de realidad aumentada y realidad mixta. Todo ello dará lugar a una demanda de velocidades de datos considerablemente superiores. El suministro de medios se hará tanto a particulares como a grupos de usuarios.

#### **2.1.6 Internet de las cosas**

En el futuro, todo objeto susceptible de estar conectado lo estará a través de tecnologías de Internet alámbrica o inalámbricas. Por consiguiente, el número de dispositivos conectados aumentará rápidamente y cabe esperar que en el futuro rebasará el número de dispositivos utilizados por personas.

Estas «cosas» conectadas pueden ser teléfonos inteligentes, sensores, accionadores, cámaras, vehículos, etc. cuya complejidad oscila entre dispositivos poco complejos y dispositivos muy complejos y avanzados. Se espera que un número considerable de dispositivos conectados utilicen los sistemas IMT.

En consecuencia, las entidades conectadas tendrán que disponer de diversos niveles de consumo de energía, potencia de transmisión, requisitos de latencia, coste y otros muchos índices esenciales para una conexión estable.

Por otra parte, a medida que aumente el número de cosas conectadas, aparecerán diversos servicios que utilizarán las capacidades de conexión de las cosas. Los sistemas de la red eléctrica inteligente, agricultura, sanidad, comunicación entre vehículos y entre el vehículo y la infraestructura vial, se consideran, por lo general, posibles campos para el crecimiento adicional de Internet de las cosas (IoT).

### **2.1.7 Convergencia de aplicaciones**

Las nuevas aplicaciones se suministran cada vez más a través de las IMT, en particular las de gobierno electrónico, protección pública y comunicación de socorro en caso de catástrofe, educación, contenido audiovisual lineal<sup>1</sup> y a la carta, y ciber salud. Esta convergencia de aplicaciones debe tomar en consideración los requisitos de cada una de dichas aplicaciones.

### **2.1.8 Aplicaciones de posicionamiento de elevada precisión**

A medida que mejora la precisión del posicionamiento, podrá producirse una gran expansión de las aplicaciones de servicios basados en la ubicación que ofrecen servicios de socorro en caso de emergencia mejorados, así como servicios de navegación en tierra exactos para vehículos no tripulados o drones.

## **2.2 Aumento del tráfico IMT**

Son muchos los factores que afectan al crecimiento de la futura demanda de tráfico de las IMT, en particular la adopción de dispositivos con capacidades mejoradas que requieren mayores velocidades binarias y ancho de banda. Factores similares también causarán un aumento de tráfico en la transición de las IMT-2000 a las IMT-Avanzadas.

Los principales factores que intervienen en el aumento del tráfico previsto son la mayor utilización del vídeo, la proliferación de dispositivos y la adopción de aplicaciones. Cabe esperar que éstos aumenten con el transcurso del tiempo y esta evolución variaría según el país debido a las diferencias socioeconómicas. Estos factores y otras tendencias que afectan el crecimiento de tráfico se detallan en el Informe UIT-R M.2370. El Informe contiene estimaciones del tráfico mundial de las IMT para después de 2020 procedentes de diversas fuentes. Según estas estimaciones se prevé que el tráfico mundial de las IMT se multiplicará por 10-100 veces de 2020 a 2030.

En el citado Informe UIT-R M.2370 también se exponen los aspectos relacionados con la asimetría del tráfico durante este periodo. Se observa que la actual relación de asimetría de tráfico medio de la banda ancha móvil se decanta a favor del enlace descendente, tendencia que se espera que aumente debido al crecimiento de la demanda de contenido audiovisual.

## **2.3 Tendencias en la tecnología**

En el Informe UIT-R M.2320 se describe el panorama general de los futuros aspectos técnicos de los sistemas IMT terrenales para el periodo de tiempo 2015-2020 y en adelante. Comprende información sobre características técnicas y operativas de los sistemas IMT, en particular la evolución de las IMT a través de avances en la tecnología y en las técnicas de eficiencia espectral, y su despliegue. En dicho Informe figura información más detallada sobre los siguientes aspectos técnicos que se presentan en §§ 2.3.1 a 2.3.8. Asimismo, en § 2.3.9 se explican las tecnologías necesarias para lograr velocidades de datos más elevadas.

---

<sup>1</sup> Por servicio audiovisual lineal se entiende la forma «tradicional» de los servicios de radio y televisión. Los oyentes y televidentes «sintonizan» el contenido que se organiza mediante una programación secuencial que puede consistir de, por ejemplo, noticias, obra teatral o películas entre visión o diversos tipos de contenido de audio en la radio. Estas secuencias de programas las define el proveedor de contenido y no puede cambiarlas el oyente o el televidente. Los servicios lineales no se limitan a una determinada tecnología de distribución. Por ejemplo, un flujo en directo por Internet se considera también un servicio lineal.

### 2.3.1 Tecnologías para mejorar la interfaz radioeléctrica

A fin de mejorar la eficiencia espectral de los futuros sistemas IMT, puede recurrirse a formas de onda, modulación y codificación avanzadas, así como esquemas de acceso múltiple, por ejemplo OFDM (FOFDM), modulación multiportadora de banco de filtros (FBMC), acceso múltiple por división de patrones (PDMA), acceso múltiple de código disperso (SCMA), acceso múltiple por división entrelazado (IDMA) y dispersión de baja densidad (LDS).

Las tecnologías de antena avanzadas, como la conformación del haz 3D (3D-BF), los sistemas de antena activos (SAA), MIMO masivo y MIMO de red pueden mejorar la eficiencia espectral.

El funcionamiento conjunto TDD-FDD, la conectividad dual y TDD dinámico también pueden mejorar la flexibilidad del espectro.

La transmisión y recepción simultáneas en la misma frecuencia con eliminación de autointerferencia podría también aumentar la eficiencia espectral.

Otras técnicas como la red de conexión flexible y las configuraciones de acceso radioeléctrico dinámico también pueden permitir mejorar la interfaz radioeléctrica.

En el caso de células pequeñas, la modulación de orden superior y las modificaciones a la estructura de la señal de referencia con encabezamiento reducido podrían mejorar la calidad de funcionamiento gracias a la reducida movilidad en los despliegues de células pequeñas y lograr relaciones señal a interferencia mayores que en el caso de las de área extensa.

La utilización flexible del espectro, la gestión conjunta de múltiples tecnologías de acceso radioeléctrico (RAT) y la atribución flexible de los recursos del enlace ascendente/descendente también pueden ofrecer soluciones técnicas a la creciente demanda de tráfico en el futuro y permitirán utilizar de manera más eficiente los recursos radioeléctricos.

### 2.3.2 Tecnologías de red

Las futuras IMT necesitarán nodos de red más flexibles que sean configurables con arreglo a la arquitectura de las redes definidas por software (SDN) y la virtualización de funciones de red (NFV) a los efectos de lograr un procesamiento óptimo en las funciones del nodo y mejorar la eficiencia operativa de la red.

Gracias al funcionamiento centralizado y colaborativo del sistema, la RAN en la nube (C-RAN) engloba los recursos de la banda base y de procesamiento en capas superiores para formar un conjunto, de modo que dichos recursos se puedan gestionar y atribuir dinámicamente por solicitud, mientras que las unidades radioeléctricas y las antenas se despliegan de manera distribuida.

La arquitectura de la red de acceso radioeléctrica (RAN) debe admitir una gran variedad de opciones para los tipos de coordinación entre células. La tecnología avanzada de red auto organizada (SON) es un ejemplo de solución que permite a los operadores mejorar la eficiencia OPEX de la red multi-RAT y multicapa, satisfaciendo a la vez el creciente caudal que requiere el abonado.

### 2.3.3 Tecnologías que mejoran los casos de la banda ancha móvil

Las redes multitramo basadas en la retransmisión pueden mejorar sobremanera la calidad del servicio (QoS) ofrecida a los usuarios situados en los límites de la célula. El despliegue en células pequeñas puede mejorar la QoS ofrecida al usuario, por cuanto el número de usuarios por célula será menor, mejorando así la calidad percibida por el usuario.

Cabe esperar que la secuenciación (*streaming*) adaptativa dinámica por HTTP (DASH) mejore la experiencia del usuario y permita transmitir más contenido de vídeo secuencial a través de la infraestructura existente.

El ahorro en ancho de banda y la mejora de la eficiencia de la transmisión es la tendencia del servicio de multidifusión y radiodifusión de multimedios evolutivo (eMBMS). La conmutación dinámica entre la transmisión unidifusión y multidifusión puede tener sus ventajas.

Los sistemas IMT dan actualmente soporte al interfuncionamiento RLAN, a nivel de la red medular, incluida la movilidad con y sin interrupciones, y puede servir para descargar tráfico de las redes celulares en las bandas del espectro exentas de licencia.

Las aplicaciones conscientes del contexto pueden ofrecer servicios más personalizados que garanticen una elevada QoS al usuario y la adaptación proactiva al contexto variable.

Las técnicas basadas en la proximidad pueden ofrecer aplicaciones con información sobre si dos dispositivos se encuentran próximos entre sí, así como la comunicación entre dispositivos directa (D2D). La comunicación en grupo, en particular el tipo de comunicación pulse para hablar, resulta muy conveniente para la seguridad pública.

#### **2.3.4 Tecnologías que mejoran las comunicaciones masivas de tipo máquina**

Se prevé que los futuros sistemas IMT conectarán numerosos dispositivos M2M con requisitos operativos y de funcionamiento diversos, e introducirán mejoras en los dispositivos de bajo coste y de reducida complejidad, así como en la cobertura.

#### **2.3.5 Tecnologías que mejoran las comunicaciones de gran fiabilidad y baja latencia**

Para lograr una muy baja latencia, será necesario mejorar considerablemente los planos de control y datos y aportar nuevas soluciones técnicas tanto en la interfaz radioeléctrica como en la arquitectura de red.

Se prevé que los futuros sistemas inalámbricos también se utilizarán, en gran medida, para las comunicaciones máquina a máquina, por ejemplo en el campo de la seguridad del tráfico, la eficiencia del tráfico, la red eléctrica inteligente, la ciberseguridad, la automatización de la industria inalámbrica, la realidad aumentada, el control táctil a distancia y la teleprotección, aspectos todos estos que requieren técnicas de gran fiabilidad.

#### **2.3.6 Tecnologías que mejoran la eficiencia energética de la red**

A fin de mejorar la eficiencia energética, el consumo de energía debe tomarse en consideración al diseñar el protocolo.

La eficiencia energética de la red puede mejorarse reduciendo la potencia de transmisión RF y ahorrando energía en los circuitos. Para mejorar la eficiencia energética, se debe explotar las características de variación del tráfico de los diferentes usuarios a fin de realizar una gestión de recursos adaptativa. Como ejemplos cabe citar la transmisión discontinua (DTX) el silenciamiento de la estación base y de la antena y el equilibrio de tráfico entre múltiples RAT.

#### **2.3.7 Tecnologías del terminal**

El terminal móvil se convertirá en un dispositivo de TIC polivalente que acompañará aún más a la persona en ámbitos tales como el ocio y la oficina personal, y también evolucionará de ser básicamente un teléfono inteligente de bolsillo a incluir también dispositivos inteligentes de llevar puesto.

Por consiguiente, se habrán de mejorar las tecnologías del circuito integrado, de la batería y de la pantalla.

### 2.3.8 Tecnologías que mejoran la privacidad y la seguridad

Los futuros sistemas IMT han de proporcionar soluciones robustas y seguras para contrarrestar las amenazas a la seguridad y la privacidad que conllevan las nuevas tecnologías de radiocomunicaciones, los nuevos servicios y los nuevos casos de despliegue.

### 2.3.9 Tecnologías que ofrecen mayor velocidades de datos

A fin de alcanzar mayores velocidades de datos y mejorar la capacidad, se necesita recurrir a las siguientes técnicas:

Espectro:

- Utilización de grandes bloques de espectro en bandas de frecuencia superiores
- Agregación de portadora

Capa física:

- Mayor eficiencia espectral mediante, por ejemplo, técnicas avanzadas en la capa física (modulación, codificación) y adelantos en el procesamiento espacial (MIMO de red y MIMO masivo), además de la explotación de ideas nuevas/alternativas.

Red:

- Densificación de la red

## 2.4 Estudios sobre la viabilidad técnica de las IMT entre 6 y 100 GHz

Cabe esperar que el desarrollo de las IMT para 2020 haga posible nuevos casos de utilización y aplicaciones y atienda el rápido crecimiento del tráfico, para lo cual convendría disponer de anchos de banda de canal contiguos y más amplios que los actualmente disponible para los sistemas IMT. Esto sugiere la necesidad de considerar recursos de espectro en gamas de frecuencias superiores.

El Informe UIT-R M.2376 explica la viabilidad técnica de la IMT en las frecuencias comprendidas entre 6 y 100 GHz. Incluye información sobre posibles nuevos sistemas y tecnologías radioeléctricas para las IMT, adecuados para funcionar en esta gama de frecuencias.

El Informe presenta datos medidos sobre la propagación en esta gama de frecuencias para distintos entornos. En el Informe se presentan los resultados de medición con y sin visibilidad directa para los casos estacionario y móvil, así como resultados de exterior a interior. También incluye simulaciones del rendimiento para diferentes casos de despliegue.

El Informe describe soluciones basadas en MIMO y en la conformación del haz con numerosos componentes de antena, que compensan la creciente pérdida por propagación con la frecuencia; estas soluciones son cada vez más viables gracias a las explotación de soluciones de antena a escala de circuito integrado y a disposiciones de antena modulares adaptativas que no requieren ADC/DAC en cada componente de antena. Se está investigando la viabilidad de fabricar transmisores y receptores comerciales que funcionen en estas frecuencias, como lo demuestra la disponibilidad de sistemas inalámbricos comerciales multigigabit (MGWS) de 60 GHz y las actividades con prototipos que ya han comenzado a frecuencias tales como 11, 15, 28, 44, 70 y 80 GHz.

En el Informe se describen las posibles ventajas de utilizar el mismo espectro tanto en la red de acceso como en las redes de conexión frontal y de conexión al núcleo de red, respecto de utilizar dos frecuencias diferentes.

El análisis teórico, las simulaciones, las medidas, el desarrollo de la tecnología y los prototipos descritos en el Informe indican que utilizar las bandas entre 6 y 100 GHz es viable para los casos de despliegue de las IMT estudiados, y podría considerarse para el desarrollo de las IMT-2020 y en adelante.

## 2.5 Incidencia en el espectro

El Informe UIT-R M.2290 ofrece los resultados de los estudios relativos a los requisitos globales de espectro para las IMT terrenales en el año 2020. Los requisitos totales estimados incluyen el espectro ya identificado para las IMT más otros requisitos de espectro adicionales.

Cabe observar que ninguna gama de frecuencias individual satisface todos los criterios necesarios para el despliegue de sistemas IMT, en particular en los países con densidad demográfica y geográfica diversas; por consiguiente, para satisfacer los requisitos de capacidad y cobertura de los sistemas IMT se precisarán múltiples gamas de frecuencias. Obsérvese que los mercados, despliegues y plazos en lo que respecta al crecimiento de datos móviles difieren según del país.

Para los futuros sistemas IMT en el año 2020 y en adelante, convendría disponer de anchos de banda de canal contiguos y más amplios que los disponibles en los actuales sistemas IMT, a fin de poder soportar el crecimiento constante. Por consiguiente, es necesario investigar la disponibilidad de recursos de espectro que podrían dar soporte a anchos de banda de canal contiguos y más amplios en ese intervalo de tiempo. Se debe seguir investigando en la forma de aumentar la eficiencia espectral y la disponibilidad de canales anchos continuos.

Por otra parte, si se asigna espectro adicional para las IMT, será necesario evaluar las posibles repercusiones para los usuarios y las aplicaciones existentes en dicho espectro.

### 2.5.1 Armonización del espectro

A medida que aumenta la necesidad de espectro para los servicios móviles, resulta cada vez más conveniente armonizar el espectro identificado existente y el recién atribuido. Entre las ventajas de disponer de un espectro armonizado cabe citar las siguientes: economías de escala, itinerancia mundial, diseño de equipos menos complejos, duración de la batería, eficiencia espectral y posiblemente menor interferencia transfronteriza. Normalmente, los dispositivos móviles contienen múltiples antenas y sus correspondientes interfaces de frecuencias radioeléctricas que les permite funcionar en múltiples bandas para facilitar la itinerancia. Si bien los dispositivos móviles pueden recurrir a circuitos integrados comunes, las diferencias en la disposición de frecuencias exigen emplear componentes diferentes para tener en cuenta dichas diferencias, lo que da lugar a una mayor complejidad en el diseño del equipo.

Por consiguiente, la armonización del espectro de las IMT permitiría homogeneizar el equipo y obtener así economías de escala y una mayor asequible habilidad del equipo.

### 2.5.2 Importancia de disponer de un ancho de banda espectral contiguo y más amplio

La proliferación de dispositivos inteligentes (por ejemplo teléfonos inteligentes, tabletas, televisores, etc.) y una gran diversidad de aplicaciones que exigen grandes volúmenes de tráfico de datos han acelerado la demanda de tráfico de datos inalámbricos. Se prevé que los futuros sistemas IMT integrarán mejoras significativas para satisfacer esta demanda de tráfico que aumenta rápidamente. Asimismo, se espera que los futuros sistemas IMT ofrezcan servicios al usuario a una velocidad de datos del orden de gigabit por segundo. Las bandas de frecuencia disponibles actualmente y sus anchos de banda difieren según el país y la región, lo que da lugar a muchos problemas relacionados con la complejidad del dispositivo y la posible interferencia. La disponibilidad de bandas de frecuencia armonizadas más amplias y contiguas, en consonancia con el futuro desarrollo tecnológico, permitiría resolver estos problemas y facilitar el cumplimiento de los objetivos de los futuros sistemas IMT.

En particular, el ancho de banda necesario para los diferentes casos de utilización descritos en el § 4 (por ejemplo, ancho de banda móvil mejorado, comunicaciones de gran fiabilidad y baja latencia, y comunicaciones masivas máquina a máquina) son variables. Para dichos casos, que exigen desde varias centenas de MHz hasta al menos un 1 GHz, será necesario considerar espectro contiguo de banda ancha por encima de los 6 GHz.

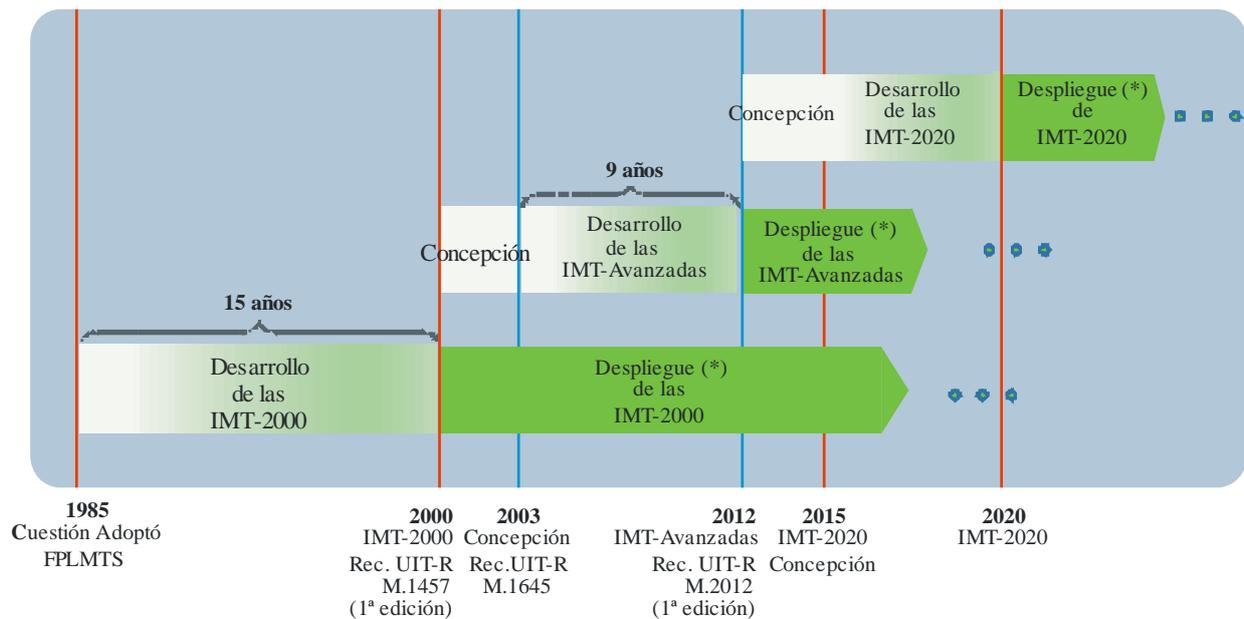
### 3 Evolución de las IMT

#### 3.1 Cómo han evolucionado las IMT

Tras la adopción por el Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) de la Cuestión de Estudio relativa al futuro sistema público de telecomunicaciones móviles terrestres (FPLMTS) el año 1985, fue necesario un total de 15 años para la identificación de espectro radioeléctrico en 1992 y el desarrollo de las especificaciones de las IMT-2000 (Recomendación UIT-R M.1457). Después de este desarrollo, comenzó el despliegue de los sistemas IMT-2000.

La UIT comenzó inmediatamente a desarrollar la Recomendación prospectiva (Recomendación UIT-R M.1645, junio de 2003) relativa al marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT y los sistemas posteriores a las IMT-2000. Basándose en esta Recomendación, la UIT publicó la Recomendación UIT-R M.2012 relativa a la interfaz de radiocomunicaciones terrenales de las IMT-Avanzadas en 2012. La UIT tardó nueve años en desarrollar la segunda fase de las IMT una vez terminada la Recomendación prospectiva. Una vez concluido este desarrollo, comenzó el despliegue de los sistemas IMT-Avanzados.

FIGURA 1  
Cronología del desarrollo y despliegue de las IMT



(\*) El momento del despliegue puede variar según el país.

#### 3.2 Función de las IMT para 2020 y en adelante

Los sistemas IMT sirven de instrumento de comunicación para las personas y contribuyen al desarrollo de otros sectores industriales, como la medicina, el transporte y la educación. Habida cuenta de las principales tendencias descritas en § 2, las IMT seguirán contribuyendo a lo siguiente:

- **Infraestructura inalámbrica para conectar el mundo:** La conectividad de banda ancha adquirirá el mismo nivel de importancia que el acceso a la electricidad. Las IMT seguirán desempeñando un importante papel en este contexto ya que se convertirán en uno de los principales pilares del suministro de servicios móviles y del intercambio de información. En el futuro, los usuarios particulares y profesionales tendrán a su alcance una gran diversidad de aplicaciones y servicios, que varían desde servicios de infoentretenimiento a nuevas aplicaciones industriales y profesionales.
- **Nuevo mercado de las TIC:** Cabe esperar que el desarrollo de los futuros sistemas IMT promuevan la aparición de una industria de TIC integrada que impulsará la economía en todo el mundo. Algunos de los posibles campos son: la recopilación, combinación y análisis de macro datos (*big data*); el suministro de servicios de red personalizados para empresas y grupos sociales en redes inalámbricas.
- **Reducción de la brecha digital:** Las IMT seguirán contribuyendo a reducir la brecha causada por la creciente fractura digital. Los sistemas de comunicaciones asequibles, sostenibles y fáciles de utilizar móviles e inalámbricos pueden ayudar a lograr este objetivo al tiempo que permiten ahorrar energía y maximizar la eficiencia.
- **Nuevas formas de comunicación:** Las IMT permitirán compartir todo tipo de contenido en cualquier instante y lugar utilizando cualquier dispositivo. Los usuarios generarán más contenido y lo compartirán sin limitaciones de tiempo o ubicación.
- **Nuevas formas de educación:** Las IMT pueden cambiar el método de educación gracias a ofrecer un acceso más fácil a libros de texto digitales y al almacenamiento en la nube de conocimientos sobre Internet, lo que impulsará la aparición de aplicaciones tales como la ciberenseñanza, la salud y el comercio electrónico.
- **Fomento de la eficiencia energética:** Las IMT permiten obtener eficiencia energética en una gran variedad de sectores de la economía, gracias a las comunicaciones máquina a máquina y a soluciones tales como la red eléctrica inteligente, la videoconferencia, y la logística y el transporte inteligentes.
- **Transformación social:** Las redes de banda ancha facilitan la formación de opinión pública y su compartición sobre un tema político o social a través del servicio de redes sociales. La formación de opinión de un gran número de usuarios conectados gracias a la capacidad de intercambio de información en cualquier momento o lugar se convertirá en un factor fundamental de transformación social.
- **Cultura y arte nuevos:** Las IMT permitirán crear obras de arte o participar en representaciones o actividades en grupo, tales como coros virtuales, multitudes instantáneas, como autoría o escritura de canciones. Además, las personas conectadas en un mundo virtual pueden crear nuevos tipos de comunidades y establecer su propia cultura.

#### 4 Casos de utilización de las IMT para 2020 y en adelante

Se prevé que las IMT-2020 y en adelante se expandan y den soporte a diversos casos de utilización y aplicaciones que trascenderán las actuales IMT. Asimismo, una gran variedad de capacidades estarán estrechamente unidas a estos diferentes casos de utilización y aplicaciones de la IMT-2020 y en adelante. Los casos de utilización de las IMT-2020 y en adelante son, entre otros:

- **Banda ancha móvil mejorada:** La banda ancha móvil se emplea en casos de utilización centrados en el ser humano para el acceso a contenido multimedia, servicios y datos. La demanda de la banda ancha móvil seguirá aumentando y se convertirá en la banda ancha móvil mejorada. La banda ancha móvil conllevará nuevos campos de aplicación y requisitos además de las aplicaciones de la banda ancha móvil existentes para mejorar la calidad de funcionamiento y permitir que el usuario tenga una experiencia homogénea. Este caso de

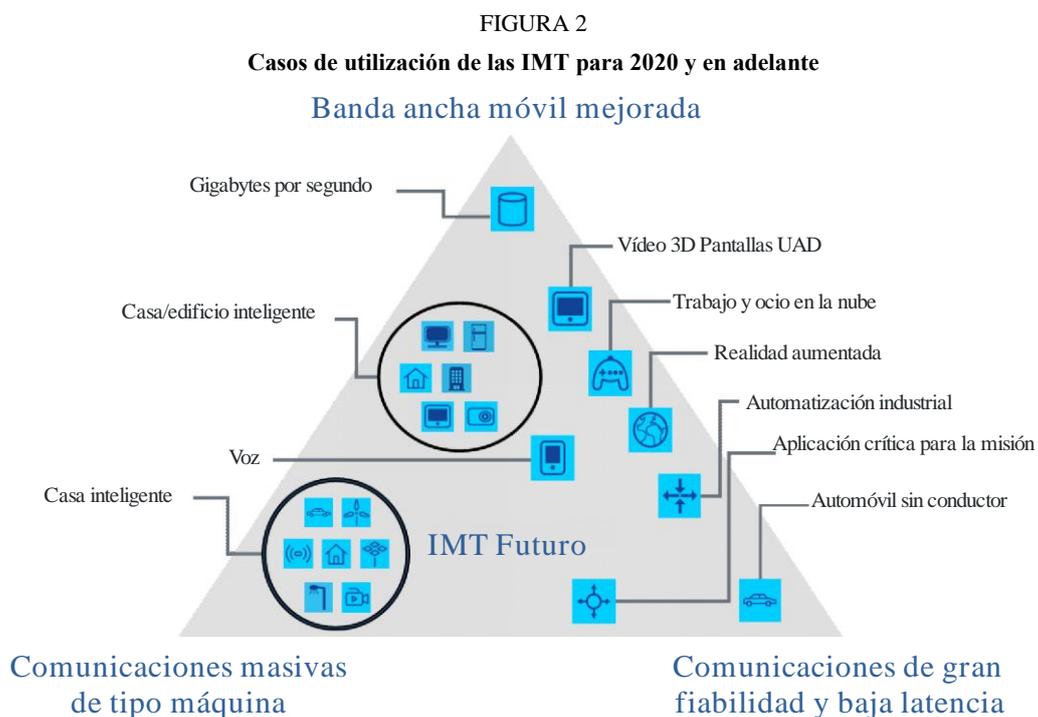
utilización abarca una gama de casos, en particular la cobertura de área extensa y zonas de cobertura inalámbrica, cuyos requisitos son diferentes. En el caso de las zonas de cobertura inalámbrica, es decir una zona con elevada densidad de usuarios, se requiere una muy elevada capacidad de tráfico, mientras que la necesidad de movilidad es pequeña y la velocidad de datos de usuario requerida es mayor que en el caso de una cobertura de área extensa. En el caso de la cobertura de área extensa, se desea disponer de una cobertura homogénea y una movilidad media o alta, con mayor velocidad de datos del usuario que la existente. Ahora bien, la velocidad datos necesaria es inferior que en el caso de las zonas de acceso inalámbrico.

- **Comunicaciones de gran fiabilidad y baja latencia:** Este caso de utilización tiene requisitos muy estrictos en cuanto a capacidades tales como el caudal, la latencia y la disponibilidad. Algunos ejemplos son el control inalámbrico de procesos industriales de fabricación o producción, la cirugía a distancia, la automatización de la distribución en una red eléctrica inteligente, la seguridad del transporte, etc.
- **Comunicaciones masivas de tipo máquina:** Este caso de utilización se caracteriza por un muy elevado número de dispositivos conectados que, por lo general, transmiten un volumen relativamente bajo de datos no sensibles al retardo. Los dispositivos deben ser de bajo coste y con una prolongada duración de la batería.

Cabe esperar que surjan otros casos de utilización que de momento no se han previsto. Para las futuras IMT será necesaria cierta flexibilidad que permita la adaptación a la gran variedad de requisitos que exijan los nuevos casos de utilización.

Los futuros sistemas IMT incorporarán numerosas prestaciones diferentes. Dependiendo de las circunstancias y de las distintas necesidades de cada país, los futuros sistemas IMT deben diseñarse para ser muy modulares y que no sea necesario implementar todas las prestaciones en todas las redes.

En la Figura 2 se ilustran algunos ejemplos de casos de utilización previstos de las IMT para 2020 y en adelante.



## 5 Capacidades de las IMT-2020

Se prevé que las IMT-2020 y en adelante integrarán muchas más capacidades mejoradas que las descritas en la Recomendación UIT-R M.1645, capacidades que podrán considerarse como nuevas en las futuras IMT. Como el UIT-R ha definido el nuevo término IMT-2020 para dichos sistemas, componentes de sistema y aspectos relacionados que dan soporte a estas nuevas capacidades, el término IMT-2020 se utiliza en las siguientes secciones.

Se prevé una gran variedad de capacidades, estrechamente unidas con casos de utilización previstos y aplicaciones para las IMT-2020. Los diferentes casos de utilización junto con las tendencias presentes y futuras darán lugar a una gran diversidad/variedad de requisitos. Los principios de diseño fundamentales son la flexibilidad y la diversidad para abarcar numerosos casos de utilización distintos, para los que las capacidades de las IMT-2020 que se describen en los párrafos siguientes tendrán diferente importancia y aplicabilidad. Además, será necesario tomar en consideración las restricciones relativas al consumo de energía de la red y los recursos de espectro.

Los siguientes ocho parámetros se consideran capacidades fundamentales de las IMT-2020:

### **Máxima velocidad de datos**

Velocidad de datos máxima que puede alcanzarse en condiciones ideales por usuario/dispositivo (en Gbit/s).

### **Velocidad de datos experimentada por el usuario**

Velocidad de datos alcanzable que está disponible ubicuamente<sup>2</sup> en la zona de cobertura para usuario/dispositivo móvil (en Mbit/s o Gbit/s).

### **Latencia**

Contribución de la red de radiocomunicaciones al tiempo que transcurre desde que la fuente envió un paquete hasta que lo recibe el destino (en ms).

### **Movilidad**

Máxima velocidad a la que puede alcanzarse la QoS definida y una transferencia sin interrupciones entre los nodos radioeléctricos que pueden pertenecer a diferentes capas y/o tecnologías de acceso radioeléctrico (multicapa/RAT) (en km/h).

### **Densidad de la conexión**

Número total de dispositivos conectados y/o accesibles por unidad de superficie (por km<sup>2</sup>).

### **Eficiencia energética**

La eficiencia energética consta de dos aspectos:

- en el lado de red, por eficiencia energética se entiende la cantidad de información que transmiten/reciben los usuarios por unidad de energía consumida en la red de acceso radioeléctrica (RAN) (en bit/julio);
- en el lado del dispositivo, por eficiencia energética se entiende la cantidad de bits de información por unidad de consumo de energía del módulo de comunicación (en bit/julio).

---

<sup>2</sup> El término «ubicuo» se refiere a la zona de cobertura considerada, no a toda una región o país.

**Eficiencia espectral**

Caudal medio de datos por unidad de recursos de espectro y por célula<sup>3</sup> (bit/s/Hz).

**Capacidad de tráfico de superficie**

Caudal total de tráfico por zona geográfica (en Mbit/s/m<sup>2</sup>).

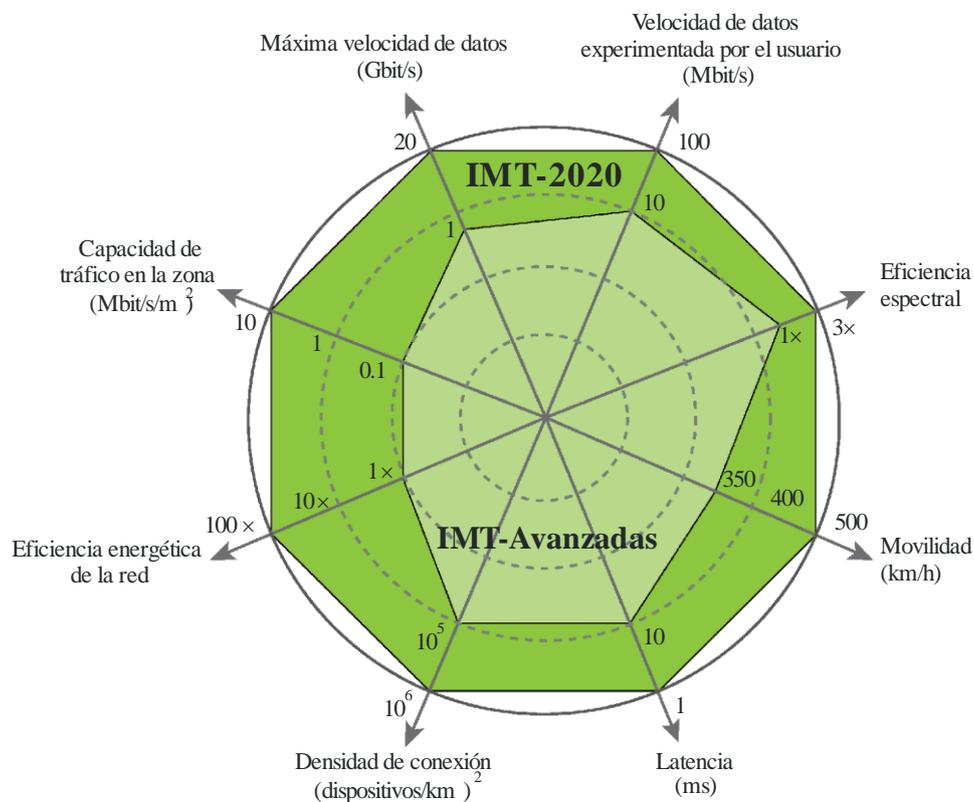
Cabe esperar que las IMT-2020 ofrezcan al usuario una experiencia que se parezca, lo más posible, a la de las redes fijas. Las mejoras consistirán en mayor velocidad de datos máxima y experimentada por el usuario, mayor eficiencia espectral, menor latencia y mayor movilidad.

Además de las comunicaciones convencionales entre seres humanos y entre ser humano y máquina, las IMT-2020 darán soporte a Internet de las cosas mediante la conexión sin intervención humana de una ingente gama de electrodomésticos, máquinas y otros objetos.

Las IMT-2020 deberán ser capaces de proporcionar estas capacidades sin imponer una carga indebida en cuanto a consumo de energía, el coste del equipo de red o el coste de despliegue con el fin de que las futuras IMT sean sostenibles y asequibles.

En la Figura 3 se comparan las principales capacidades de las IMT-2020 con las de las IMT-Avanzadas.

FIGURA 3  
Mejora de las capacidades fundamentales de las IMT-Avanzadas a las IMT-2020



M.2083-03

<sup>3</sup> Zona de cobertura radioeléctrica en la que un terminal móvil puede mantener una conexión con una o varias unidades de equipos de radiocomunicaciones situados en dicha zona. En el caso de una estación base, se corresponde con la zona de cobertura radioeléctrica de dicha estación base o de un subsistema (por ejemplo la antena sectorial).

Los valores de la figura anterior son los objetivos para la investigación y desarrollo de las IMT-2020 y quizá se desarrollen más en otras Recomendaciones del UIT-R; también podría revisarse con arreglo a los futuros estudios. A continuación se describen en detalle los objetivos.

Se espera que la máxima velocidad de datos de las IMT-2020 para la banda ancha móvil mejorada alcance los 10 Gbit/s. Ahora bien, bajo ciertas condiciones y casos las IMT-2020 podrían llegar hasta una velocidad máxima de datos de 20 Gbit/s, como se muestra en la Figura 3. Las IMT-2020 podrán soportar diferentes velocidades de datos del usuario que abarque diversos entornos de la banda ancha móvil mejorada. Para los casos de cobertura de área extensa, por ejemplo en zonas urbanas y suburbanas, cabe esperar una velocidad de datos de usuario de 100 Mbit/s. En los casos de zonas de acceso inalámbrico, se espera que la velocidad de datos experimentada por el usuario alcance valores más elevados (por ejemplo, 1 Gb/s en interiores).

Se prevé que la eficiencia espectral será tres veces mayor que las de las IMT-Avanzadas para la banda ancha móvil mejorada. El aumento posible en eficiencia con respecto a las IMT-Avanzadas dependerá del caso y podría llegar a ser superior (por ejemplo cinco veces superior, a reserva de las futuras investigaciones). Se espera que las IMT-2020 alcancen una capacidad de tráfico por unidad de superficie de 10 Mbit/s/m<sup>2</sup>, por ejemplo en las zonas de acceso inalámbrico.

El consumo de energía de las redes de acceso radioeléctricas de las IMT-2020 no debe ser mayor que el de las redes IMT instaladas hoy en día, pero deben ofrecer a su vez capacidades mejoradas. La eficiencia energética de la red debe, por tanto, aumentarse en un factor que sea como mínimo tan grande como el aumento previsto de la capacidad de tráfico de las IMT-2020 con respecto a las IMT-Avanzadas para la banda ancha móvil mejorada.

Las IMT-2020 podrán ser capaces de ofrecer una latencia radioeléctrica de 1 ms, capaz de soportar servicios con requisitos de muy baja latencia. Cabe esperar asimismo que las IMT-2020 permitan una elevada movilidad de hasta 500 km/h con una QoS aceptable, especialmente para el caso de trenes de alta velocidad.

Por último se espera que las IMT-2020 den soporte a una densidad de conexión de hasta 10<sup>6</sup>/km<sup>2</sup>, por ejemplo en los casos de comunicación masiva de tipo máquina.

Los valores de referencia de las IMT-Avanzadas que se muestran en la Figura 3 para la máxima velocidad de datos, la movilidad, la eficiencia espectral y latencia, proceden del Informe UIT-R M.2134. Este Informe fue publicado en 2008 y se utilizó para evaluar la posible interferencia radioeléctrica de las IMT-Avanzadas descritas en la Recomendación UIT-R M.2012.

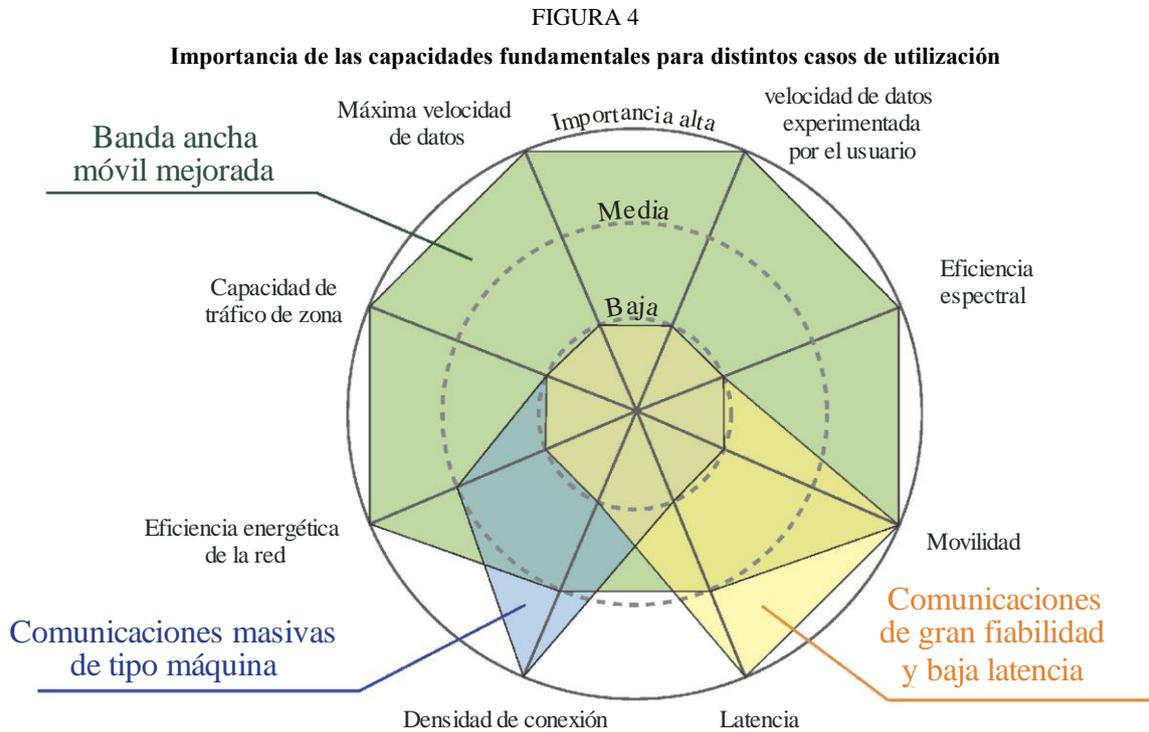
Como se ha mencionado antes, aunque todas las capacidades fundamentales pueden ser en cierto modo importantes para la mayoría de los casos de utilización, la relevancia de ciertas capacidades fundamentales puede ser considerablemente diferente en función del caso de utilización. En la Figura 4 se muestra la importancia de cada capacidad fundamental para los casos de utilización *banda ancha móvil mejorada*, *comunicación de gran fiabilidad y baja latencia* y *comunicación masiva de tipo máquina*. Se utiliza una escala indicativa de tres valores, a saber, elevado, medio y bajo.

En el caso de la banda ancha móvil mejorada, la velocidad de datos experimentada por el usuario, la capacidad de tráfico de superficie, la máxima velocidad de datos, la movilidad, la eficiencia energética y la eficiencia del espectro son todos parámetros muy importantes, aunque la movilidad y la velocidad de datos experimentada por el usuario no tendrá la misma importancia simultáneamente en todos los casos. Por ejemplo, en las zonas de acceso inalámbrico, se requerirá una elevada velocidad de datos del usuario pero reducida movilidad en comparación con el caso de cobertura de área extensa.

En algunos casos de comunicaciones de gran fiabilidad y baja latencia, el parámetro de baja latencia es de la mayor importancia, por ejemplo para permitir aplicaciones de seguridad esenciales. Dicha capacidad también será imprescindible en casos de elevada movilidad, por ejemplo, en la seguridad

del transporte, mientras que una elevada velocidad de datos, por ejemplo, podría ser menos importante.

En el caso de la comunicación masiva de tipo máquina, se requiere una elevada densidad de conexión para poder dar servicio al ingente número de dispositivos en la red que, por ejemplo, transmiten sólo de vez en cuando, a pequeña velocidad de bits y con movilidad escasa o nula. Para este caso de utilización es fundamental disponer de dispositivo de bajo coste con una larga vida útil operativa.



M.2083-04

Las IMT-2020 también pueden requerir otras capacidades, que harán de las futuras IMT más flexibles, fiables, y seguras cuando se proporcionen diversos servicios en los casos de utilización previstos:

**Flexibilidad de espectro y de ancho de banda**

Por flexibilidad de espectro y de ancho de banda se entiende la flexibilidad del diseño del sistema para gestionar diferentes casos y, en particular, a la capacidad de utilizar diferentes gamas de frecuencias, en particular frecuencias más elevadas o anchos de banda más anchos que los actuales.

**Fiabilidad**

La fiabilidad se refiere a la capacidad de proporcionar un determinado servicio con un muy alto nivel de disponibilidad.

**Resiliencia**

La resiliencia es la capacidad de la red de seguir funcionando correctamente durante y después de una perturbación natural o artificial, como la pérdida de alimentación eléctrica.

**Seguridad y privacidad**

La seguridad y la privacidad se refieren a diversos aspectos tales como el encriptado y la protección de la integridad de los datos del usuario y de la señalización, así como la privacidad del usuario final,

de modo que se impida el rastreo no autorizado de usuarios, y la protección de la red contra el pirateo, el fraude, la denegación del servicio, los ataques por intromisión, etc.

### **Vida útil operativa**

Por vida útil operativa se entiende el tiempo de funcionamiento por capacidad de energía almacenada. Este parámetro resulta especialmente importante en los dispositivos de tipo máquina que requieren una duración de la batería móvil prolongada (por ejemplo más de 10 años) y cuyo mantenimiento regular resulta difícil por motivos físicos o económicos.

## **6 Marco y objetivos**

El objetivo del desarrollo de las IMT-2020 es abordar las necesidades previstas de usuarios de los servicios móviles en los años 2020 y en adelante. Los objetivos de las capacidades de los sistemas IMT-2020 descritos en §5 son sólo objetivos para la investigación y desarrollo y que podrán desarrollarse en otras Recomendaciones de la UIT; además podrán revisarse a la luz de los futuros estudios. En esta sección se describe la relación entre las IMT-2020 y las actuales IMT u otros sistemas de acceso, los plazos previstos y los aspectos que se han de estudiar, como el marco y los objetivos para el desarrollo de las IMT-2020.

### **6.1 Relaciones**

#### **6.1.1 Relación entre las IMT existentes y las IMT-2020**

A fin de dar soporte a los nuevos casos y aplicaciones para 2020 y en adelante, se prevé que el desarrollo de las IMT-2020 tendrá que ofrecer capacidades mejoradas como las descritas en §5. Los valores de estas capacidades trascienden los descritos en la Recomendación UIT-R M.1645. Los requisitos técnicos mínimos (y los correspondientes criterios de evaluación) que habrá de definir el UIT-R basándose en dichas capacidades para las IMT-2020 pondrían posiblemente cumplirse mediante la introducción de mejoras en las actuales IMT, mediante la incorporación de nuevos componentes tecnológicos y funcionalidades y/o el desarrollo de nuevas tecnologías de interfaz radioeléctrica.

Asimismo, las IMT-2020 interfundionarán con las actuales IMT y sus mejoras, y serán complementarias.

#### **6.1.2 Relación entre las IMT-2020 y otros sistemas de acceso**

Los usuarios deben de ser capaces de acceder a los servicios desde cualquier lugar y momento. Para ello, es necesario el interfundionamiento entre diversas tecnologías de acceso, que podrían incluir una combinación de diferentes redes fijas, terrenales y por satélite. Cada componente debe cumplir su papel, pero también debe estar integrado y ser compatible con otros componentes a fin de ofrecer una cobertura ubicua y homogénea.

Las IMT-2020 interfundionarán con otros sistemas de radiocomunicaciones, tales como las RLAN, el acceso inalámbrico de banda ancha, las redes de radiodifusión y las posibles mejoras futuras. Los sistemas IMT también interfundionarán estrechamente con otros sistemas de radiocomunicaciones para que los usuarios estén conectados de manera óptima y costoeficiente.

### **6.2 Plazos previstos**

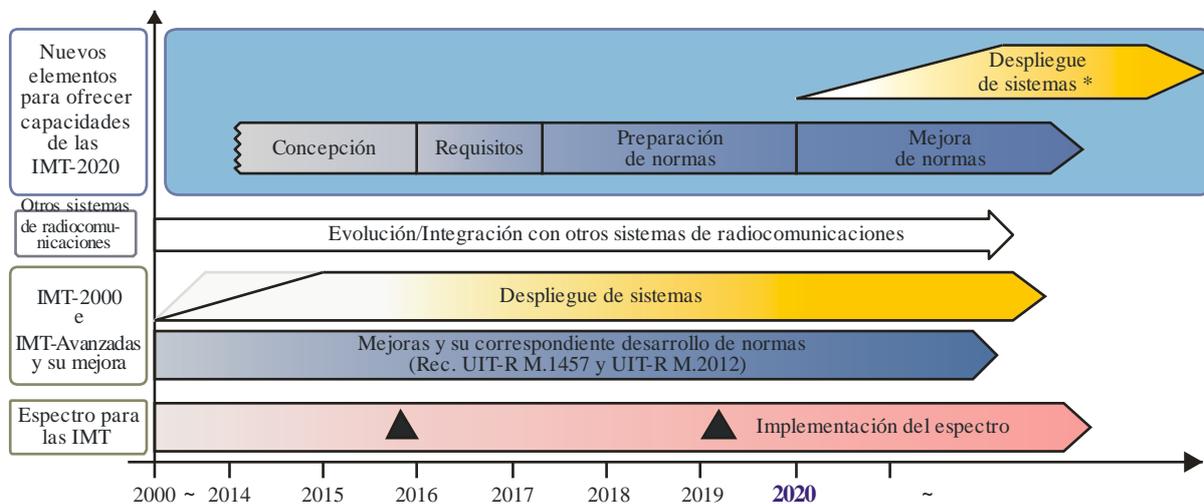
Al planificar el desarrollo de las IMT-2020 así como las futuras mejoras de las IMT actuales, es importante tener en cuenta los plazos correspondientes a su realización, que dependen de varios factores:

- tendencias del usuario, requisitos y demanda de usuario;
- capacidades técnicas y desarrollo tecnológico;
- desarrollo de normas y mejora de las mismas;
- aspectos relacionados con el espectro;
- consideraciones reglamentarias;
- despliegue de sistemas.

Todos estos factores están interrelacionados. Los cinco primeros han sido, y seguirán siendo, objeto de estudio por la UIT. El desarrollo de sistemas y el despliegue está relacionado con los aspectos prácticos del despliegue de nueva redes, teniendo en cuenta la necesidad de minimizar la inversión en infraestructura adicional y dar tiempo para la adopción por el cliente de los servicios de un nuevo sistema. La UIT determinará su labor de normalización de las IMT-2020 a más tardar el año 2020 a fin de dar soporte al despliegue de las IMT-2020 por los Miembros de la UIT que, según se prevé, comenzará el año 2020.

En la Figura 5 se indican los plazos relacionados con estos factores diferentes. Al examinar las fases y los plazos de las IMT-2020, es importante especificar el tiempo que tardará en estar lista la norma, el momento en que el espectro estará disponible y cuándo comenzará el despliegue.

FIGURA 5  
Fases y plazos previstos para las IMT-2020



Las líneas discontinuas en el despliegue de sistemas indican que el momento exacto de comienzo no puede establecerse

▲ : Posible identificación del espectro en la CMR-15 y la CMR-19

\* : Los sistemas para satisfacer los requisitos técnicos de rendimiento de las IMT-2020 podrían desarrollarse antes de 2020 en algunos países

: Posible despliegue alrededor del año 2020 en algunos países (sistema de ensayo inclusive)

M.2083-05

### 6.2.1 A medio plazo

A medio plazo (hasta alrededor del año 2020) se prevé que el futuro desarrollo de las IMT-2020 y las IMT-Avanzadas progresará con las continuas mejoras de las capacidades inicialmente instaladas, conforme a la demanda del mercado para atender las necesidades del usuario y según lo permita los adelantos técnicos. Esta fase estará dominada por el crecimiento de tráfico con el actual espectro de las IMT y el desarrollo de las IMT-2020 y las IMT-Avanzadas durante este periodo se caracterizará por la introducción paulatina y la evolución de las especificaciones existentes de las IMT-2000 y

las IMT-Avanzadas interfaces de radiocomunicaciones (es decir las recomendaciones UIT-R M. 1457 para las IMT-2000 y UIT-R M. 2012 para las IMT-Avanzadas, respectivamente).

Cabe esperar que las bandas identificadas por la CMR se pondrán a disposición de las IMT dentro de este periodo de tiempo a reserva de la demanda del usuario y otras consideraciones.

### **6.2.2 A largo plazo**

El largo plazo (que comienza alrededor del año 2020) está relacionado con la posible introducción de las IMT-2020 que podrían comenzar a implantarse alrededor del año 2020 en algunos países. Se prevé que las IMT-2020 añadirán las capacidades mejoradas descritas en §5 y que quizá requieran bandas de frecuencia adicionales para su funcionamiento.

### **6.3 Temas de estudio futuros**

Se invita a los foros de investigación y otras organizaciones externas que deseen contribuir al futuro desarrollo de las IMT-2020 a que se concentren especialmente en los siguientes aspectos fundamentales:

- a) interfaces radioeléctricas y su interoperabilidad;
  - b) aspectos relacionados con las redes de acceso;
  - c) aspectos relacionados con el espectro;
  - d) características del tráfico.
-