

INFORME UIT-R M.2023

NECESIDADES DE ESPECTRO PARA LAS TELECOMUNICACIONES
MÓVILES INTERNACIONALES-2000 (IMT-2000)

(2000)

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Resumen	1
2 Información complementaria.....	2
3 Conclusiones.....	3
Anexo 1.....	5
1 Introducción y alcance.....	5
2 Componente terrenal de las IMT-2000.....	5
3 Componente de satélite de las IMT-2000.....	8
Apéndice 1 al Anexo 1 – Análisis de los valores de los parámetros seleccionados en los cálculos del espectro para la componente terrenal.....	11
Adjunto 1 al Apéndice 1.....	22
Apéndice 2 al Anexo 1 – Cálculos detallados del espectro para la componente terrenal.....	24
Apéndice 3 al Anexo 1 – Previsión de Estados Unidos de América de los usuarios y tráfico por satélite de las IMT-2000.....	37
Apéndice 4 al Anexo 1 – Cálculos del espectro para la componente de satélite basados en las previsiones de Estados Unidos de América.....	44
Apéndice 5 al Anexo 1 – Previsión de Inmarsat de los usuarios y del tráfico por satélite del SMS y las IMT-2000.....	48
Apéndice 6 al Anexo 1 – Cálculos del espectro para la componente de satélite basados en las previsiones de Inmarsat.....	51
Adjunto 1 al Apéndice 6 – Cálculo de los factores de desplazamiento de la hora cargada.....	55

1 Resumen

Las IMT-2000 son sistemas móviles de la tercera generación cuya entrada en servicio está prevista hacia el año 2000, a reserva de las consideraciones relativas al mercado. Las IMT-2000 proporcionarán acceso, por medio de uno o más radioenlaces, a una amplia gama de servicios de telecomunicación sustentados por redes de telecomunicaciones fijas, tales como las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) y las redes digitales de servicios integrados (RDSI), así como a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

Se dispone de varios tipos de terminales móviles, que enlazan con redes terrenales o de satélite, y estos terminales pueden ser diseñados para uso móvil o fijo.

Las características fundamentales de las IMT-2000 son:

- un alto grado de uniformidad de diseño a escala mundial;
- la compatibilidad de servicios dentro de las IMT-2000 y con las redes fijas;
- alta calidad;
- pequeños terminales para uso mundial;
- capacidad de itinerancia mundial;
- capacidad para aplicaciones multimedia, y una amplia gama de servicios y terminales.

Este Informe puede ser útil para las administraciones cuando consideren las necesidades de espectro de las IMT-2000. Se debe utilizar en la preparación de la CMR-2000 y en la elaboración del proyecto de texto para el Informe de la RPC.

2 Información complementaria

2.1 Las administraciones pueden considerar los siguientes factores que son pertinentes al espectro de las IMT-2000:

- a) que los sistemas IMT-2000 son definidos por un conjunto de Recomendaciones e Informes de la UIT que son interdependientes y de los cuales forma parte este Informe;
- b) que el número S5.388 del RR indica que «las bandas 1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz están destinadas a su utilización, a nivel mundial, por las administraciones que desean introducir las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000). Dicha utilización no excluye el uso de estas bandas por otros servicios a los que están atribuidas. Las bandas de frecuencias deberán ponerse a disposición de las IMT-2000 de acuerdo con lo dispuesto en la Resolución 212 (Rev.CMR-97)»;
- c) que el RR atribuye también mundialmente dentro de estas bandas las porciones 1 980-2 010 MHz y 2 170-2 200 MHz al servicio móvil por satélite, para su posible utilización por la componente de satélite de las IMT-2000, con arreglo a las disposiciones del número S5.389A del RR;
- d) que el RR atribuye también las bandas 2 010-2 025 MHz y 2 160-2 170 MHz en la Región 2 al servicio móvil por satélite con arreglo a las disposiciones de los números S5.389C, S5.389D y S5.389E del RR y la Resolución 212 (Rev.CMR-97);
- e) que las porciones de estas bandas identificadas para las IMT-2000 (1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz) son utilizadas por los servicios fijos terrenales existentes de conformidad con las atribuciones actuales;
- f) que se prevé que las primeras realizaciones de las IMT-2000 comiencen hacia el año 2000, a reserva de las consideraciones pertinentes relativas al mercado;
- g) que los sistemas IMT-2000 proporcionarán diferentes categorías de servicios en distintos entornos;
- h) que las bandas indicadas en el § 2.1 b) son compartidas con otros sistemas de los servicios móvil, fijo y móvil por satélite y que la banda 2 110-2 120 MHz es compartida con el servicio de investigación espacial, y que muchos de estos sistemas están actualmente en servicio;
- j) que estas bandas son usadas diferentemente en los distintos países, incluso dentro de la misma Región;
- k) que todas las previsiones muestran que en el futuro habrá un aumento del número de abonados móviles;
- l) que la mezcla de tráfico y de servicios cursada por los sistemas IMT-2000 puede variar de un país a otro, y también dentro de los mismos países; en algunas partes del mundo se puede necesitar espectro adicional, mientras que en otras partes las bandas de frecuencias identificadas en el § 2.1 b), c) y d) podrán ser adecuadas para satisfacer las demandas presentes y futuras de los servicios IMT-2000;
- m) que el volumen de tráfico cursado por los sistemas móviles, así como el número y diversidad de servicios continuarán aumentando;
- n) que es necesario sustentar el funcionamiento de los terminales IMT-2000 en diferentes entornos reglamentarios;
- o) que las diferentes tecnologías de acceso radioeléctrico que pueden ser apropiadas para IMT-2000 pueden tener diferentes necesidades de anchura de banda de canal, diferente capacidad y, por ende, una repercusión variable sobre las posibilidades de utilización de frecuencias;
- p) que la selección de una banda de frecuencias mundial facilitará la itinerancia mundial;
- q) que los futuros sistemas pueden incluir la utilización de una gama de tipos de células que comprenden desde pequeñas células en interiores hasta grandes células de satélite en un emplazamiento dado;
- r) que las IMT-2000 ofrecerán servicios a velocidades de datos más altas que los servicios iniciales con el fin de satisfacer las crecientes demandas de los clientes, lo que podrá crear una demanda de espectro adicional que rebase la estimación preliminar;
- s) que para el cálculo de las necesidades de espectro se requerirán hipótesis basadas en casos típicos de realización de las IMT-2000, y que para utilizar eficazmente el espectro hay que considerar el equilibrio entre el costo de los sistemas IMT-2000 y la anchura de banda necesaria.

2.2 Las administraciones pueden considerar además, con respecto a la componente terrenal:

- a) que en algunos países, en la parte inferior de la banda 1 885-2 025 MHz de las IMT-2000, las telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón (DECT) funcionan en la banda 1 880-1 900 MHz, y los sistemas de telefonía manual personal (PHS, *personal handy phone system*) funcionan en 1 893,5-1 919,6 MHz. Asimismo, en algunos países los sistemas de servicios de comunicaciones personales (PCS) basados en las normas norteamericanas emplean una separación dúplex de 80 MHz dentro de la banda 1 850-1 990 MHz;

- b) que las administraciones pueden optar por permitir que las entidades operadoras utilicen bandas de frecuencias actualmente atribuidas al servicio móvil previo a las IMT-2000 para las IMT-2000, como una estrategia para la evolución de los sistemas inalámbricos de la segunda generación a los sistemas inalámbricos de la tercera generación que tienen capacidades IMT-2000;
- c) que las necesidades de espectro para la componente terrenal de las IMT-2000 se estimó en el Informe UIT-R M.1153 antes de la CAMR-92, en cuyo momento el servicio inalámbrico primario se utilizaba principalmente para los servicios vocales, mientras que los sistemas IMT-2000 proporcionarán una variedad de servicios de datos y multimedios en banda ancha, además de los servicios vocales. Actualmente el Informe UIT-R M.1153 está documentado en la Recomendación UIT-R M.687;
- d) que se ha aplicado la metodología descrita en la Recomendación UIT-R M.1390 – Metodología para el cálculo de las necesidades de espectro terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000), para calcular las necesidades de espectro de la componente terrenal de las IMT-2000.

2.3 Las administraciones pueden considerar además, con respecto a la componente de satélite:

- a) que en los Informes de las RPC a las dos últimas CMR se ha expuesto la necesidad de espectro adicional para el SMS en la gama de 1 a 3 GHz. En el Informe de la RPC a la CMR-95 se indicaba que hacia el año 2005 se requeriría una atribución total estimada entre 2×75 MHz y 2×150 MHz (Parte A.2, 3 del Capítulo 2);
- b) que en el Informe de la RPC a la CMR-97 se indicaba que para el año 2010 se necesitaría 2×250 MHz;
- c) que actualmente el RR atribuye aproximadamente 2×115 MHz al SMS en la gama de 1 a 3 GHz, con algunas variaciones regionales;
- d) que la mayoría de estas bandas son utilizadas por otros servicios en casi todos los países, lo que reduce sustancialmente la disponibilidad real de estas bandas para el SMS, y que en muchos países no están disponibles para el SMS;
- e) que la UIT ha efectuado la publicación anticipada de un gran número de sistemas de satélite para las bandas de frecuencias del SMS entre 1 y 3 GHz (a partir de noviembre de 1998). Algunos de estos sistemas han sido inscritos en más de una banda;
- f) que las bandas 1 525-1 559/1 626,5-1 660,5 MHz y 1 610-1 626,5/2 483,5-2 500 MHz se están congestionando rápidamente debido al número creciente de sistemas del SMS operacionales y proyectados con necesidades de espectro cada vez mayores, lo que se ha hecho evidente, con respecto al primer par de bandas, en las reuniones multilaterales de coordinación celebradas anualmente en todas las Regiones;
- g) que a medida que otras bandas del SMS en la gama de 1 a 3 GHz estén disponibles, se congestionarán también cuando entren en servicio las redes de satélite publicadas;
- h) que las previsiones para la componente de satélite se han basado en una amplia investigación primaria y secundaria efectuada a escala mundial. Las previsiones de una importante organización de comunicaciones móviles mundiales por satélite (véase el Apéndice 3 al Anexo 1) se basa en un amplio análisis del mercado, que incluye una investigación del mercado primario efectuada entre más de 200 000 personas y más de 23 300 personas entrevistadas en 42 países y 3 000 empresas que efectúan operaciones a distancia;
- j) que la previsión de otra importante organización de comunicaciones móviles mundiales por satélite (véase el Apéndice 5 al Anexo 1) se basa en encuestas detalladas de usuarios actuales y presuntos en más de 15 países en el mundo, en las que han participado más de 1 000 compañías e individuos, y se ha elaborado tomando como base la información de previsión y los perfiles de usuario obtenidos durante casi 20 años de funcionamiento;
- k) que se ha aplicado la metodología descrita en la Recomendación UIT-R M.1391 – Metodología para el cálculo de los requisitos de espectro para los satélites de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000), para calcular las necesidades de espectro de la componente de satélite de las IMT-2000.

3 Conclusiones

Las conclusiones de este Informe son:

- a) que las administraciones deben utilizar los datos de las previsiones del mercado y los valores de los parámetros técnicos del Anexo 1 y sus Apéndices para calcular las necesidades de espectro de las IMT-2000;

- b) que hay una necesidad prevista de *160 MHz* de espectro adicional para la componente terrenal de las IMT-2000, además del espectro ya identificado en el número S5.388 del RR para la componente terrenal de las IMT-2000 y además del espectro utilizado en las distintas Regiones para los sistemas móviles de la primera y segunda generaciones. Las administraciones deben considerar estas previsiones al estudiar las necesidades de espectro de las IMT-2000. En el Cuadro 1 se ofrece un resumen;
- c) que al examinar las necesidades de espectro de las IMT-2000, las administraciones deben considerar también las necesidades de espectro de la componente de satélite previstas para los años 2005 y 2010, indicadas en el Cuadro 2.

CUADRO 1

**Resumen de las necesidades de espectro para los servicios móviles terrenales mundiales,
incluida la componente terrenal de las IMT-2000**

Región	Previsión de las necesidades totales de espectro para los servicios móviles terrenales en el año 2010 (MHz) ⁽¹⁾	Espectro total identificado para los servicios móviles terrenales (incluido el espectro atribuido por el número S5.388 del RR para las IMT-2000) (MHz)	Previsión de las necesidades adicionales de espectro para la componente terrenal de las IMT-2000 en el año 2010 (MHz)
Región 1	555	395	160
Región 2	390	230	160
Región 3	480	320	160

⁽¹⁾ Las cifras representan la necesidad en aquellas zonas geográficas donde el tráfico es más elevado.

El espectro total identificado para los servicios móviles terrenales comprende el espectro ya identificado en el número S5.388 del RR para el segmento terrenal de las IMT-2000 y también el espectro utilizado para los sistemas móviles de la primera y segunda generaciones. En el Cuadro 1 se presenta también el espectro adicional necesario para la componente terrenal de las IMT-2000. Se reconoce que el espectro para la componente terrenal actualmente identificado puede variar entre los países dentro de una Región. En la § 2.4 del Anexo 1 figura información adicional.

CUADRO 2

**Resumen de las necesidades de espectro para la componente de satélite de los servicios móviles mundiales,
incluida la componente de satélite de las IMT-2000 (MHz)**

Año	2005	2010
IMT-2000 (componente de satélite)	2 × 31,5	2 × 67
Total del SMS (incluida la componente de satélite de las IMT-2000)	2 × 123	2 × 145

NOTA 1 – Las cifras del Cuadro 2 representan las necesidades en aquellas zonas geográficas donde el tráfico es más elevado. Estas necesidades de espectro para la componente de satélite se basan en las previsiones detalladas en el § 3 del Anexo 1.

En las diversas Regiones se debe considerar el espectro actualmente asignado para los servicios del SMS previos a las IMT-2000. Dado que el cálculo del espectro para la componente de satélite total del SMS incluye los servicios previos a las IMT-2000 y las IMT-2000, se debe sustraer el espectro actualmente atribuido para la componente de satélite de los servicios previos a las IMT-2000, con el fin de determinar el espectro adicional requerido para la componente de satélite de las IMT-2000 en los años 2005 y 2010. En este Informe no se ha hecho esta sustracción debido a que el espectro atribuido a los servicios por satélite previos a las IMT-2000 varía en las diferentes administraciones.

ANEXO 1

1 Introducción y alcance

Las necesidades de espectro para la componente terrenal de las IMT-2000 fueron calculadas antes de la CAMR-92 en el Informe del ex CCIR a la CAMR-92. Estos cálculos de espectro están ahora documentados en la Recomendación UIT-R M.687. En aquel momento se consideró que los servicios vocales eran la principal fuente de tráfico. A medida que continúen produciéndose adelantos tecnológicos en el siglo XXI, los clientes exigirán más y más capacidades de los servicios inalámbricos. Los futuros servicios inalámbricos deben sustentar no sólo la conversación, sino también una amplia gama de nuevos servicios que servirán a numerosas aplicaciones. En los sistemas inalámbricos de la tercera generación se necesitarán servicios portadores que sustenten aplicaciones tales como servicios multimedios, acceso a Internet, imágenes y videoconferencia. Para responder a estas nuevas aplicaciones, las IMT-2000 admitirán servicios a altas velocidades de datos.

La prestación de los nuevos servicios descritos en la Recomendación UIT-R M.816 – Marco para los servicios que prestarán las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000), repercutirá sobre las necesidades de espectro de los sistemas IMT-2000. Por consiguiente, es necesario revisar las estimaciones originales de espectro indicadas en el Informe UIT-R M.1153 y examinar:

- si las estimaciones originales de espectro son aún adecuadas, y
- si no, la cantidad adicional de espectro que se necesita.

1.1 Alcance

Este Informe:

- a) trata de las metodologías utilizadas para calcular las necesidades de espectro para los servicios móviles terrenales y por satélite;
- b) describe las estimaciones de la demanda prevista de estos servicios;
- c) proporciona los valores utilizados para los parámetros en las ecuaciones de cálculo del espectro;
- d) proporciona los resultados numéricos de la aplicación de las metodologías de cálculo de espectro para los servicios móviles, terrenales y por satélite; y
- e) determina el espectro necesario para las componentes terrenal y de satélite con el fin de sustentar los servicios IMT-2000.

Se reconoce que las necesidades expuestas en este Informe serán consideradas en la preparación de la CMR-2000. Este Informe no incluye los métodos para satisfacer estas necesidades, el examen de las necesidades de otros servicios, el análisis del espectro disponible, las técnicas requeridas para facilitar la compartición entre las IMT-2000 y otros servicios, ni otros factores relacionados con el espectro.

2 Componente terrenal de las IMT-2000

En el § 2.1 se definen los servicios terrenales de las IMT-2000, que son servicios portadores, en oposición a los servicios de aplicaciones definidos en la Recomendación UIT-R M.816. Los § 2.2 y 2.3 describen respectivamente los valores de los parámetros técnicos y comerciales para los servicios descritos en el § 2.1. El Apéndice 1 al Anexo 1 proporciona información adicional detallada sobre los valores considerados apropiados para el cálculo del tráfico inalámbrico comercial. El Apéndice 2 al Anexo 1 contiene los cálculos detallados del espectro para la componente terrenal en las Regiones 1, 2, y 3.

2.1 Definiciones de servicio para la componente terrenal de las IMT-2000

Las definiciones de servicios para las IMT-2000 figuran en la Recomendación UIT-R M.816. Las definiciones de servicio utilizadas en los cálculos del espectro para la componente terrenal concuerdan con las definiciones de la Recomendación UIT-R M.816. El § 7 de dicha Recomendación trata de los servicios de aplicaciones de las IMT-2000,

mientras que los servicios portadores se consideran en la Recomendación UIT-R M.1390. Los servicios portadores utilizados en los cálculos del espectro se pueden clasificar como sigue:

- conversación (S);
- mensajería simple (SM);
- datos conmutados (SD);
- servicios multimedia asimétricos;
- servicios multimedia simétricos.

En el Apéndice 1 al Anexo 1 figuran detalles adicionales.

2.2 Consideraciones relativas al mercado para la componente terrenal

Los niveles de penetración se definen como la relación entre los abonados móviles terrestres terrenales para cada servicio y el número total de personas presentes en una zona representativa considerada (por ejemplo, una superficie de célula de 1 km² o equivalente). Desde el punto de vista del mercado, esto se denomina la estimación de la demanda, que se define como el porcentaje de la población total que se abona a un servicio específico. Cada persona puede tener múltiples abonos a servicios móviles y puede usar más de un servicio.

Las cifras del mercado indicadas en el Apéndice 1 al Anexo 1 se utilizan para estimar las necesidades de espectro para el año 2010 y es posible que las administraciones deseen considerar estas cifras en sus evaluaciones de necesidades de espectro. Estas cifras de mercado para cada uno de los tipos de servicio representativos son presentadas por entorno y se expresan como niveles de penetración. En 1998 varias administraciones han presentado al UIT-R análisis industriales de las Regiones 1, 2 y 3 que tratan de las previsiones del mercado de las IMT-2000. Estos análisis se han elaborado a partir de investigaciones de mercado realizadas por varias asociaciones industriales junto con firmas de análisis muy conocidas. Tras extensos debates entre los representantes de las tres Regiones, fue posible elaborar una previsión mundial unificada para las IMT-2000, que es una amalgama razonable de cada Región e indica correctamente el carácter mundial de las IMT-2000, a la vez que no se aparta de las opiniones expuestas en las evaluaciones regionales de los futuros mercados de las IMT-2000. Se considera que esta previsión es la mejor información disponible sobre la futura demanda de servicios inalámbricos comerciales.

2.3 Parámetros técnicos para la componente terrenal

Los parámetros utilizados en la metodología de cálculo de las necesidades de espectro definida en la Recomendación UIT-R M.1390, son los siguientes:

1	Densidad de población	7	Calidad de servicio
2	Superficie de la célula	8	Número de células por grupo
3	Nivel de penetración	9	Velocidad binaria del canal de servicio
4	Intentos de llamada en la hora cargada	10	Capacidad neta del sistema
5	Duración de la llamada	11	Factor alfa
6	Factor de actividad	12	Factor beta

Todos los otros valores calculados según la metodología han sido obtenidos utilizando las ecuaciones especificadas en los § 2 y 3 de la Recomendación UIT-R M.1390 y los valores apropiados para los parámetros enumerados anteriormente. En el Apéndice 1 al Anexo 1 figura información más detallada.

2.4 Necesidades de espectro para la componente terrenal de las IMT-2000

El Apéndice 2 al Anexo 1 contiene los resultados detallados, de las hojas de cálculo electrónicas, que son representativos de las Regiones 1, 2, y 3 para las necesidades de espectro para la componente terrenal de las IMT-2000 en las zonas geográficas donde el tráfico es más elevado. En las hojas de cálculo se ha utilizado la metodología de la Recomendación UIT-R M.1390 y los valores de los parámetros proporcionados en el Apéndice 1 al Anexo 1.

El Cuadro 3 proporciona un resumen de las necesidades de espectro para el año 2010 de los servicios considerados actualmente como servicios inalámbricos y las necesidades de espectro también para el año 2010 de los nuevos servicios de la tercera generación que han de ser prestados por los sistemas IMT-2000. Los servicios actuales comprenden S, SM y SD. Los nuevos servicios IMT-2000 comprenden servicios multimedia de medio nivel (MMM), servicios multimedia de alto nivel (HMM) y multimedia interactivos de alto nivel (HIMM).

CUADRO 3

**Necesidades mundiales de espectro para la componente terrenal
de los servicios móviles, por clases de servicio**

Región	Servicios de la 1. ^a y 2. ^a generaciones (S, SM y SD) (MHz)	Nuevos servicios de la 3. ^a generación (MMM, HMM y HIMM) (MHz)	Necesidades totales de espectro (MHz)
Región 1	269	286	555
Región 2	174	216	390
Región 3	232	248	480

NOTA 1 – Se reconoce que los servicios de la tercera generación incluyen los servicios de la primera y segunda generaciones, pero este Cuadro se ha elaborado para distinguir las necesidades de espectro de los servicios de la 3^a generación a velocidades de datos más altas con respecto a las necesidades de espectro de los servicios de conversación y de datos a velocidades más bajas.

Por ejemplo, al examinar los totales de la Región 2, se observa que los actuales servicios, (S, SM y SD) requieren un total aproximado de 174 MHz para el año 2010. En algunas administraciones de la Región 2, la atribución actual para estos servicios es de 190 MHz aproximadamente. Por consiguiente, la industria inalámbrica de estas administraciones en la Región 2 puede satisfacer la demanda futura de los servicios existentes con la atribución actual, suponiendo que se modifica la interfaz aire para incorporar la tecnología IMT-2000, más eficaz y de mayor capacidad. Esta mejora de la eficacia del sistema se ha supuesto en el valor utilizado para el parámetro capacidad neta del sistema en el Apéndice 1 al Anexo 1. El Cuadro 3 muestra también que las necesidades totales de espectro de estas mismas administraciones de la Región 2 para los nuevos servicios a velocidades de datos más altas (MMM, HMM, y HIMM) es de 216 MHz aproximadamente. Según este Cuadro, es evidente que las necesidades adicionales de espectro para la componente terrenal son motivadas por los nuevos servicios de banda ancha, a saber, HIMM, HMM y MMM.

El Cuadro 4 contiene un resumen de las necesidades de espectro estimadas de las IMT-2000 terrenales para cada una de las tres Regiones de la UIT.

CUADRO 4

**Resumen de las necesidades mundiales de espectro para la componente terrenal
de los servicios móviles, incluida la componente terrenal de las IMT-2000**

Región	Previsión de las necesidades totales de espectro para los servicios móviles terrenales en el año 2010 (MHz)	Espectro total identificado para los servicios móviles terrenales (incluido el espectro atribuido por el número S5.388 del RR para las IMT-2000) (MHz)	Previsión de las necesidades adicionales de espectro para la componente terrenal de las IMT-2000 en el año 2010 (MHz)
Región 1	555	395	160
Región 2	390	230	160
Región 3	480	320	160

En la distintas Regiones, se ha de considerar el espectro actualmente asignado para los servicios previos a las IMT-2000. Como el cálculo de las necesidades totales de espectro para la componente terrenal comprende los servicios previos a las IMT-2000 y las IMT-2000, se debe sustraer el espectro actualmente atribuido para la componente terrenal con el fin de determinar el espectro adicional necesario para la componente terrenal de las IMT-2000 en el año 2010. El espectro total identificado para el segmento móvil terrenal comprende el espectro ya identificado en el número S5.388 del RR para las IMT-2000 terrenales y también el espectro utilizado por los servicios móviles de la primera y segunda generaciones, según se detalla a continuación. En el Cuadro 4 se presenta también el espectro adicional necesario para la componente terrenal de las IMT-2000. Se reconoce que el espectro identificado actualmente para la componente terrenal puede variar entre los países dentro de una Región.

Para la *Región 1*, el espectro actualmente atribuido de 395 MHz se determina como sigue:

- 70 MHz asignados para GSM900 y sus bandas de ampliación (E-GSM), (880-915/ 925-960 MHz);
- 150 MHz asignados para GSM1800, (1 710-1 785/1805-1 880 MHz);
- 20 MHz asignados para DECT (1 880-1 900 MHz); y
- 155 MHz de los 230 MHz de espectro identificados en el número S5.388 del RR para las IMT-2000.

Esta cantidad es válida para la mayoría de los países de la Unión Europea y de la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT), aunque hay algunos países de la Región 1 con diferentes atribuciones actuales de espectro.

Para la *Región 2* el espectro actualmente atribuido de 230 MHz se determina como sigue:

- 190 MHz para servicios celulares, PCS y similares (824-849/869-894, 1 850-1 990 MHz);
- 40 MHz de los 230 MHz de espectro identificados en el número S5.388 del RR para las IMT-2000.

Esta cantidad es válida para la mayoría de los países de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL), aunque hay algunos países de la Región 2 con diferentes atribuciones actuales de espectro.

Para la *Región 3* el espectro actualmente atribuido de 320 MHz se determina como sigue:

- 150 MHz para servicios celulares (incluye las porciones de 810-958 MHz y las porciones de 1 429-1 501 MHz);
- 26 MHz para PHS (1 893,5-1 919,6 MHz); y
- 144 MHz de los 230 MHz de espectro identificados en el número S5.388 del RR para las IMT-2000.

Esta cantidad es válida para Japón, aunque hay algunos países de la Región 3 con diferentes atribuciones actuales de espectro.

3 Componente de satélite de las IMT-2000

3.1 Servicios y velocidades de datos

Los SMS de las IMT-2000 serán en gran parte una extensión de los servicios y capacidades de 3.^a generación inalámbricos terrenales, con algunas modificaciones diseñadas para satisfacer las necesidades específicas de los usuarios del SMS. Los servicios para las aplicaciones del SMS se enfocan en el usuario móvil, que emplea aparatos telefónicos o combinaciones de aparato telefónico y computador portátil. Las alternativas fijas, tales como las previstas por los nuevos operadores del SFS en la no OSG, no satisfacen las necesidades del usuario móvil. Como éste es el caso de la componente terrenal de las IMT-2000, las descripciones de servicio para la componente de satélite concuerdan con los conceptos expuestos en la Recomendación UIT-R M.816. Véase también la Recomendación UIT-R M.1167 – Marco general sobre la componente de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).

Hay cuatro grandes categorías de SMS que serán ofrecidos por las IMT-2000, que comprenden servicios vocales de 4 kbit/s a 384 kbit/s, servicios de mensajería y de datos a baja velocidad, servicios multimedios asimétricos y multimedios interactivos.

Los servicios multimedios a 2 Mbit/s se excluyen del análisis general del SMS de las IMT-2000, porque no se prevé que sea prestado como un servicio móvil por los operadores del SMS. El Cuadro 5 muestra las velocidades de datos para los tipos de servicios por satélite y la similaridad entre el SMS y las ofertas de servicios terrenales de las IMT-2000. Esta comparación muestra la sinergia entre las dos componentes de las IMT-2000. En los Apéndices 3 y 5 al Anexo 1 figuran descripciones más detalladas de estos servicios.

CUADRO 5

**Tipos de servicios por satélite y velocidades de datos asociadas
utilizados en los estudios de investigación de mercado**

Tipo de servicios por satélite	Velocidades de datos por satélite (kbit/s)	Correspondencia más cercana con el tipo de servicio terrenal
Servicios vocales	4-16	S
Servicios de mensajería y datos a baja velocidad	9,6-16	SM + SD
Servicios multimedios asimétricos	Hasta 144	MMM
Servicios multimedios interactivos	Hasta 384	HIMM

3.2 Consideraciones relativas al mercado para la componente de satélite

Las cifras del mercado para la componente de satélites se derivan de la investigación de mercado realizada por dos importantes organizaciones de comunicaciones móviles por satélite. Las previsiones de tráfico para la componente de satélite de las IMT-2000 para los años 2005 y 2010 provienen de dos fuentes:

- de Estados Unidos de América, y
- de Inmarsat.

Las previsiones detalladas figuran en los Apéndices 3 y 5 al Anexo 1. Aunque las previsiones para la componente de satélite han mostrado variaciones importantes según la zona geográfica, ambas previsiones muestran una demanda significativa de servicios IMT-2000 por satélite. Sin embargo, hay diferencias entre las dos, lo cual es de esperar cuando se hacen previsiones para un largo periodo de tiempo futuro, y las diferencias son fácilmente atribuibles a los distintos enfoques de la investigación y metodología de cada compañía.

Se realizaron investigaciones para determinar si era posible fusionar o combinar las dos aportaciones en una sola previsión. Sin embargo, dado que cada previsión presenta su propia perspectiva en la evolución de la demanda del mercado, se decidió que deben permanecer separadas. A continuación se hace un resumen de las previsiones con un análisis de sus similitudes y diferencias.

Similitudes entre las previsiones:

- ambas se centran exclusivamente en aplicaciones móviles (ninguno de los servicios identificados son para terminales fijos);
- ambas se centran en servicios que han sido identificados específicamente como tipos de aplicaciones de las IMT-2000 (servicios vocales y multimedia);
- ambas se centran en el uso previsto en los años 2005 y 2010; y
- ambas previsiones incluyen usuarios frecuentes (es decir, aquellas personas que requieren y utilizan comunicaciones por satélite como una parte esencial de sus necesidades diarias de comunicaciones) y usuarios infrecuentes (es decir, abonados inalámbricos terrenales de las IMT-2000 que dependen de las comunicaciones por satélite cuando están fuera de la zona de cobertura inalámbrica terrenal).

Diferencias entre las previsiones:

- si bien ambas previsiones abarcan los usuarios frecuentes e infrecuentes, la porción de usuarios frecuentes de la previsión de Estados Unidos de América se considera como muy conservadora. Por otra parte, la previsión de Inmarsat proporciona más información sobre los usuarios frecuentes de los servicios multimedia; y
- aunque ambas previsiones utilizan una investigación de mercado primaria como base para sus proyecciones, la investigación se ha centrado en zonas diferentes. La de Inmarsat se ha centrado en los usuarios (y utilización) frecuentes de servicios multimedia, y la investigación de Estados Unidos de América en los abonados y utilización mundiales de servicios vocales/de datos.

Por tanto, cada previsión utiliza técnicas e hipótesis diferentes para llegar a las proyecciones finales, y ambas serán utilizadas para estimar las necesidades de espectro.

3.3 Cálculos del espectro para la componente de satélite

El cálculo de las necesidades de espectro basado en las previsiones de Estados Unidos de América se muestra en el Apéndice 4 al Anexo 1. En el Apéndice 6 al Anexo 1 se muestra el cálculo de las necesidades de espectro utilizando como base las previsiones de Inmarsat. Ambos cálculos se realizan aplicando la metodología de la Recomendación UIT-R M.1391 y se basan en el tráfico por satélite para las zonas geográficas donde el tráfico es más elevado. Los resúmenes de los resultados de los cálculos de los Apéndices 4 y 6 al Anexo 1 se muestran en los Cuadros 6 y 7, respectivamente.

CUADRO 6

Resumen del espectro necesario para satisfacer la demanda de los SMS de las IMT-2000, según las previsiones de Estados Unidos de América

Región ⁽¹⁾	2005 Enlace ascendente (MHz)	2005 Enlace descendente (MHz)	2005 Total (MHz)	2010 Enlace ascendente (MHz)	2010 Enlace descendente (MHz)	2010 Total (MHz)
Región 1	33	33	66	68	68	136
Región 2	19	19	38	39	39	78
Región 3	15	15	30	32	32	64

⁽¹⁾ Estos resultados se basan en una previsión de mercado mundial.

CUADRO 7

Resumen de las necesidades de espectro estimadas de las IMT-2000 por satélite/SMS, según las previsiones de Inmarsat (MHz por sentido de transmisión)

Fila	Tipo de tráfico	Año	
		2005	2010
1	No IMT-2000 ⁽¹⁾		
2	– No multimedios	93	79
3	IMT-2000		
4	– No multimedios	3	11
5	– Multimedios	27	55
6	Total IMT-2000	30	66
7	Total SMS	123	145

⁽¹⁾ Se supone que todo el tráfico multimedia será compatible con las IMT-2000. El total de espectro del SMS en la fila 7 está formado por los servicios no IMT-2000 (fila 2) más el total de las IMT-2000 (fila 6).

3.4 Análisis y conclusiones

Los resultados mostrados en los Cuadros 6 y 7, y con más detalles en los Apéndices 4 y 6 del Anexo 1, se basan en la mejor información disponible y se considera que son representativos para las IMT-2000. Entrañan una necesidad importante de espectro adicional para los servicios prestados por la componente de satélite de las IMT-2000. Esta necesidad de espectro adicional para sustentar los sistemas del SMS de las IMT-2000 se debe considerar en el contexto del espectro actualmente disponible, y utilizado, a escala mundial para el SMS entre 1 y 3 GHz. Debido al tiempo que requiere globalmente la instalación de los sistemas del SMS (a saber, desarrollo, permiso, construcción, lanzamiento, entrega y puesta en servicio, etc.), se presentan dos plazos de demanda, los años 2005 y 2010. Esto proporciona un indicador de la demanda para los servicios por satélite en ese periodo de tiempo.

Las previsiones de Inmarsat serán adoptadas para las estimaciones totales de demanda del SMS, pues el estudio de Estados Unidos de América no abarca todo el SMS. Ambos estudios han evaluado las necesidades de las IMT-2000 por satélite. Las necesidades de espectro presentadas son las que satisfacen las mayores necesidades regionales. Por consiguiente, para el año 2010, las proyecciones de Estados Unidos de América prevén una demanda de 2×68 MHz, mientras que las de Inmarsat prevén una demanda de 2×66 MHz. Como los dos resultados son bastante similares, se utilizará un promedio de las dos previsiones (2×67 MHz) para la componente de satélite de las IMT-2000 para el año 2010 y similarmente $2 \times 31,5$ MHz para el año 2005.

APÉNDICE 1

AL ANEXO 1

Análisis de los valores de los parámetros seleccionados en los cálculos del espectro para la componente terrenal

Parámetros definidos en la Recomendación UIT-R M.1390 para el cálculo de las necesidades de espectro de la componente terrenal

Los parámetros utilizados en la metodología de cálculo del espectro definida en la Recomendación UIT-R M.1390 son los siguientes:

CUADRO 8

Resumen de los parámetros

1	Densidad de población	7	Calidad de servicio
2	Superficie de la célula	8	Número de células por grupo
3	Nivel de penetración	9	Velocidad binaria del canal de servicio
4	Intentos de llamada en la hora cargada	10	Capacidad neta del sistema
5	Duración de la llamada	11	Factor alfa
6	Factor de actividad	12	Factor beta

Todas las otras cantidades de la metodología son valores calculados obtenidos utilizando las ecuaciones especificadas en los § 2 y 3 de la Recomendación UIT-R M.1390 y los valores apropiados para los parámetros enumerados anteriormente. Este Informe se debe leer junto con la Recomendación UIT-R M.1390.

Los encabezamientos de los puntos en los que se examina cada parámetro se enumeran de modo que corresponda con la numeración de la lista de parámetros anterior.

La Recomendación UIT-R M.816 contiene las definiciones de servicio de las IMT-2000 y las definiciones utilizadas en los cálculos del espectro para la componente terrenal concuerdan con dichas definiciones. En el § 7 de la Recomendación UIT-R M.816 se consideran los servicios de aplicaciones de las IMT-2000, mientras que en la Recomendación UIT-R M.1390 se consideran los servicios portadores, es decir, los servicios definidos desde el punto de vista de la velocidad binaria de transmisión, en vez de la utilización a la cual se aplica dicha capacidad. La analogía con la terminología telefónica de línea terrestre sería describir los circuitos como DS-1, E1, VC2, que se definen desde el punto de vista de la velocidad binaria de usuario, y no como enlaces vocales, de datos o de vídeo, puesto que un tren de datos dado puede ser utilizado para transportar una variedad de tipos de información.

Los servicios portadores en los cálculos del espectro se clasifican como sigue:

- a) *Servicio vocal*: A los efectos de este Informe, este servicio se ha de considerar un servicio vocal de calidad interurbana.
- b) *Mensajería simple*: Este tipo de servicio se caracteriza por velocidades binarias de usuario de hasta 14 kbit/s.
- c) *Datos conmutados*: Este tipo de servicio se presta con conmutación de circuitos y se caracteriza por velocidades binarias de usuario de hasta 64 kbit/s.
- d) *Servicios multimediales asimétricos*: Este tipo de servicio se caracteriza porque en un sentido fluye más tráfico que en el otro. En este Informe, se supone la velocidad de flujo más alta hacia el terminal, y la velocidad más baja desde el terminal. Algunos ejemplos de estos servicios son la telecarga de ficheros, la navegación en Internet, el vídeo en movimiento, y telemedicina no interactiva. En este Informe se consideran dos tipos de servicios asimétricos:
 - HMM: una velocidad binaria de usuario de 2 000 kbit/s en un sentido y 128 kbit/s en el otro;
 - MMM: una velocidad binaria de usuario de 384 kbit/s en un sentido y 64 kbit/s en el otro.

Para algunas aplicaciones, es posible invertir la asimetría entre el tráfico del enlace descendente y del enlace ascendente.

e) *Servicios multimediales simétricos*: A los efectos de este estudio, se considera en general que los servicios multimediales son servicios vocales y/o de datos a alta velocidad y/o de vídeo y/o de imagen. Los servicios multimediales simétricos se caracteriza por un flujo de tráfico igual en ambos sentidos. Un ejemplo de este servicio es el audio de alta fidelidad, la videoconferencia, la telemedicina y diversas aplicaciones de videoconferencia (incluidas pero no limitadas a servicios interactivos, como la telemedicina) y la transferencia bidireccional de imágenes. Estos servicios se transmiten con conmutación de circuitos para acomodar las restricciones en tiempo real de las aplicaciones. En este Informe se consideran dos tipos de servicios multimediales simétricos:

- una velocidad binaria de usuario de 128 kbit/s en cada sentido;
- una velocidad binaria de usuario de 384 kbit/s en cada sentido.

Sin embargo, sólo es necesario considerar el servicio 128/128 como el bloque de construcción básico de multimediales simétricos que serán denominados como HMM. Esto se debe a que las velocidades de 384/384 pueden ser tratadas por múltiplos apropiados de la velocidad de bloque de construcción básica 128/128. En particular, 384/384 es tres veces la velocidad 128/128.

Fase II: El plan actual para los servicios IMT-2000 es que se han de instalar por fases. La fase I de las IMT-2000 incluye los servicios sustentados por velocidades binarias de usuario de hasta 2 000 kbit/s. En la fase II se prevé aumentar la fase I con nuevos servicios, alguno de los cuales pueden requerir velocidades binarias más altas. Los servicios de la fase II pueden considerarse como los servicios con velocidades binarias de usuario superiores a 2 Mbit/s e inferiores a 10 Mbit/s. Un ejemplo de este servicio sería el vídeo de alta resolución. Como los servicios de la fase II no están aún claramente definidos, y no cabe esperar que las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000 los presten en una primera etapa, se ha hecho difícil obtener estadísticas del mercado para estos servicios. En consecuencia, incluso para el año 2010, en este Informe no se han tenido en cuenta los servicios de la fase II. Evidentemente, la adición de los servicios de la fase II en el periodo de tiempo estudiado aumentaría potencialmente las necesidades de espectro.

Aunque cada servicio no tiene que estar disponible en todos los entornos, algunos entornos son más adecuados para múltiples servicios que otros, y tendrán la demanda de tráfico correspondiente. Por ejemplo, compárese el entorno peatonal, donde es probable que haya una mezcla de todos los servicios, con el entorno vehicular, donde es más probable que la demanda sea considerablemente menor para vídeo en movimiento y las aplicaciones de alta interactividad proporcionadas por los servicios HMM, HMM y los futuros servicios de la fase II. De este modo, un solo tipo (o algunos tipos) de servicios pueden tener una necesidad de espectro predominante para un entorno y una densidad de población geográfica dados. Cabe señalar que el valor de un servicio o de un conjunto de servicios determinado por el cliente puede estar directamente relacionado con la ubicuidad del servicio geográficamente y por entorno. En la metodología de cálculo, se asignan a los parámetros los subíndices «e» y «s» para poder asignar diferentes valores a los diferentes entornos y servicios (véase la Recomendación UIT-R M.1390).

1 Densidad de población

La Recomendación UIT-R M.1390 define la densidad de población como «el número de personas por unidad de superficie en el entorno considerado». Esto comprende no sólo el número de habitantes de la zona, sino también principalmente los que están de paso, visitantes y comerciantes, es decir, las personas que están en el entorno en un momento dado por motivos de negocios o de ocio.

Dentro de un edificio, se debe utilizar un modelo tridimensional. Al seleccionar el número de pisos que son representativos, se ha de considerar la gestión de los niveles de interferencia en pisos adyacentes. Los niveles de interferencia de células no coordinadas por encima y por debajo del piso considerado son equivalentes a un aumento de una mitad de la densidad de población del piso. Por tanto, se ha seleccionado un modelo de dos pisos a los efectos de calcular la densidad de población dentro de edificios. Aunque este efecto podría ser identificado en el factor de capacidad del sistema, se incluye en la densidad de población para poder utilizar un valor de capacidad de sistema común en los tres entornos. Una densidad de 140 000 personas/km² corresponde por tanto a 70 000 personas/piso/km², es decir, un promedio de una persona en el espacio de 14 m² de un piso, característico del entorno de oficinas.

Las densidades de la población peatonal urbana dependen en gran medida de la situación demográfica de las ciudades consideradas en este cálculo. Es difícil investigar esta situación, pues los datos demográficos suelen incluir solamente el número de habitantes. Sin embargo, en el Almanaque Mundial de 1999 (basado en estimaciones de las Naciones Unidas), y en el Informe del Foro UMTS (basado en documentos de la Comisión Europea (véase la Nota 1) figura alguna información. La mayor parte de las ciudades de Europa, Oriente Medio (Región 1) y Asia (Región 3) tienen una densidad de población muy alta en las calles debido a la mezcla de visitantes y habitantes; en las zonas donde se necesita más espectro. Sin embargo, las características de las zonas urbanizadas de América (Región 2) son diferentes y las partes más densas de las ciudades están menos congestionadas. En el entorno peatonal urbano, la densidad es 100 000 personas/km² para la Región 1 y la Región 3, mientras que es 75 000 personas/km² en la Región 2. Estos datos son representativos de zonas peatonales muy pobladas (distritos de oficinas y centros comerciales).

En el entorno vehicular urbano, la densidad es 3 000 personas/km².

NOTA 1 – UMTS Forum Report No. 6 Spectrum For UMTS/IMT-2000, <http://www.umts-forum.org> CEC Deliverable R2066/SESA/GA2/DS/P/030/bl. Results of traffic modelling for UMTS. CEC Deliverable R2066/SESA/GA2/DS/P/079/bl. Traffic modelling for UMTS and evaluation studies.

2 Superficie de la célula

Aunque la tecnología puede proporcionar la capacidad para densidades de células muy altas, se plantean dificultades prácticas para hallar los sitios y obtener la autorización de funcionar, así como para poder controlar la densidad de células. Por tanto, la selección del valor del parámetro de radio de la célula refleja el equilibrio entre consideraciones técnicas, de ingeniería y económicas.

2.1 Entorno dentro de edificios de alta densidad (distrito comercial central (DCC))

Se considera que la célula dentro de edificios tiene un área de 5 000 m². Si se considera que la célula es circular, el diámetro equivalente sería unos 80 m. Si se considera como un cuadrado, el tamaño sería aproximadamente 70 m × 70 m. En un piso de oficinas de 200 m × 200 m, habría un promedio de 8 células (emplazamientos) por piso.

2.2 Entorno peatonal urbano

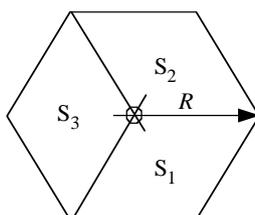
Se considera que la superficie de la célula peatonal urbana es de 312 000 m². Esto se puede considerar como un cuadrado de 560 m × 560 m o un círculo con un diámetro de 630 m. Se considera que los peatones podrían moverse ampliamente dentro de esta zona, puesto que consistiría en una combinación de calles, zonas peatonales, espacios abiertos y edificios.

2.3 Entorno vehicular urbano

La superficie de la célula vehicular urbana es un factor determinante en la economía de instalación de la red. En determinadas zonas geográficas, los operadores no pueden sostener células pequeñas en edificios para el entorno vehicular debido a la necesidad de instalar sistemas con zonas de cobertura de células más amplias para un emplazamiento dado. Se considera que en las Regiones 1 y 2 un valor apropiado para la superficie de la célula vehicular urbana es 866 000 m². En la Región 3 es posible utilizar tamaños de células más pequeños, y la superficie de la célula utilizada es 312 000 m².

Para ilustración, cabe considerar que la célula de 866 000 m² es un sector de un hexágono de tres sectores, con un radio medio al vértice de unos 1 000 m. Esta geometría se muestra en la Fig. 1.

FIGURA 1
Célula urbana en un sector de un hexágono



S₁, S₂, S₃: Sectores
R: Radio

2023-01

De manera similar, cabe considerar que la célula de 312 000 m² es un sector de un hexágono de tres sectores, con un radio medio al vértice de unos 600 m.

Dado un radio medio al vértice de unos 1 000 m en una célula hexagonal, la distancia más próxima entre los emplazamientos vecinos es aproximadamente 1 700 m de centro a centro. Dado un radio medio al vértice de unos 600 m, la distancia más próxima entre emplazamientos vecinos es de unos 1 000 m de centro a centro. Se debe señalar que si bien es posible dar cobertura a toda esta zona, por lo general únicamente una pequeña proporción de la misma estará ocupada por calles, por lo que los vehículos sólo estarán presentes en una pequeña parte de esta zona.

3 Nivel de penetración

Los niveles de penetración se definen como la relación entre abonados móviles terrestres terrenales de cada servicio y el número total de personas presentes en una zona representativa considerada (por ejemplo, una superficie de célula de 1 km² o equivalente). Desde el punto de vista del mercado, esto se denomina la estimación de la demanda, que se define como el porcentaje de la población total abonada a un servicio específico. Cada persona puede tener múltiples abonos a servicios móviles y pueden utilizar más de un servicio.

El nivel de penetración es la relación entre el número de personas abonadas al servicio «s» en la población total, en el entorno «e». Se ha de señalar que la utilización de este servicio no es exclusiva. Cada nivel de penetración se refiere a la penetración de ese servicio como una proporción de la base de usuarios potencial total. Como los usuarios pueden utilizar más de un servicio, es posible que la penetración *total* en un entorno (en todos los servicios) exceda de uno (100%) si una alta proporción de usuarios está utilizando más de un servicio.

Estas cifras de mercado para cada uno de los tipos de servicios representativos se presentan por entorno y se expresan como niveles de penetración. En 1998 varias administraciones presentaron al UIT-R análisis industriales de las Regiones 1, 2 y 3 que tratan de las previsiones de mercado de las IMT-2000. Los análisis se elaboraron a partir de investigaciones de mercado realizadas por varias asociaciones industriales junto con firmas de análisis muy conocidas. Tras extensos debates entre los representantes de las tres Regiones, fue posible elaborar una previsión mundial unificada para las IMT-2000, que es una amalgama razonable de cada Región e indica correctamente el carácter mundial de las IMT-2000, a la vez que no se aparta de las opiniones expuestas en las evaluaciones regionales de los futuros mercados de las IMT-2000. Se considera que esta previsión es la mejor información disponible sobre la futura demanda de servicios inalámbricos comerciales.

Se ha de señalar también que en la previsión unificada elaborada en el UIT-R, se establecieron relaciones entre las velocidades de canal portador y los niveles de penetración. Por ejemplo, 128 kbit/s y una penetración de 13% se puede expresar de manera equivalente, para los fines de cálculo del espectro, como 64 kbit/s y una penetración del 26%. Además, se pueden agregar tipos de servicios similares de manera equivalente. Por ejemplo, los servicios multimediales simétricos tienen una componente de canal portador de 128 kbit/s y de 384 kbit/s. A los efectos de la evaluación del espectro, pueden combinarse en una demanda compuesta de 128 kbit/s utilizando un factor de multiplicador 3 para convertir la demanda de 384 kbit/s a su equivalente de 128 kbit/s (se necesitan tres canales a 128 kbit/s para proporcionar un tren de información a 384 kbit/s). Hay que considerar estos factores de igualación al comparar los tipos de servicios y canales portadores entre organizaciones y entidades de previsión. Estos análisis se aplicaron al elaborar la previsión mundial unificada de las IMT-2000.

Para estimar la utilización de diferentes servicios en entornos variables, se suponen los valores de penetración indicados en el Cuadro 9 para los servicios, que reflejan una convergencia de los resultados de las estimaciones de los estudios de mercado en las tres Regiones del mundo. Se prevé que en muchos casos los usuarios se abonarán a múltiples servicios, por lo que utilizarán más de un servicio en ese entorno.

CUADRO 9

Nivel de penetración terrenal, por tipo de servicio, en los entornos considerados

Servicios	Entornos		
	Edificios con alta densidad (DCC)	Peatonal urbano	Vehicular urbano
S: 16 kbit/s en cada sentido	73%	73%	73%
SM: 14 kbit/s en cada sentido	40%	40%	40%
SD: 64 kbit/s en cada sentido	13%	13%	13%
MMM: Enlace descendente/enlace ascendente: 384/64 kbit/s	15%	15%	15%
HMM: Enlace descendente/enlace ascendente: 2 000/128 kbit/s	15%	15%	15%
HIMM: 128 kbit/s en cada sentido	25%	25%	25%

Es importante observar la diferencia entre el nivel de penetración, que calcula sólo el número de abonados en una población dada, y los parámetros de tráfico, que describen el comportamiento de esta base de abonados. Los niveles de penetración pueden ser iguales en dos o tres de los entornos, si el terminal de abonado es igual en estos entornos, pero la diferencia reside en la utilización. Por ejemplo, no se prevé que la utilización del servicio HMM en el entorno vehicular urbano sea muy alta, pero el valor en el Cuadro 9 indica que existen personas abonadas a estos servicios en este entorno, incluso si los servicios no son utilizados, y esto se refleja en los parámetros de tráfico (intentos de llamada en la hora cargada, duración de la llamada, actividad).

La metodología se aplica a todos los sistemas de telecomunicación terrestres terrenales, y las cifras de mercado indicadas anteriormente se consideran como la penetración total para todos los sistemas IMT-2000 y previos a IMT-2000, incluidos los sistemas de la primera y de la segunda generaciones. Estas cifras previstas no incluyen los servicios de tipo radiobúsqueda ni las redes radioeléctricas móviles terrestres especializadas, tales como las instaladas tradicionalmente, por ejemplo, para la policía, municipalidades, u otra utilización comercial especializada.

4 Intentos de llamada en la hora cargada

El parámetro intentos de llamada en la hora cargada del Cuadro 10 define una parte importante de la característica del tráfico en el modelo de estimación del espectro. Esta característica de tráfico es difícil de predecir, especialmente para los servicios multimedia. Los nuevos servicios tendrán diferentes características temporales, de modo que el equilibrio relativo de espectro entre el servicio vocal y otros servicios varía durante el día. Además, las tarifas diferenciadas durante el día influirán en las características del tráfico. Las estimaciones del tráfico de servicios multimedia se basan en encuestas realizadas en 1996-1998, y en el conocimiento actual de la evolución del tráfico de servicios multimedia y de la utilización de servicios móviles a escala mundial.

CUADRO 10

Intentos de llamada en la hora cargada

Servicios	Entornos					
	Edificios con alta densidad (DCC)		Peatonal urbano		Vehicular urbano	
	Enlace ascendente	Enlace descendente	Enlace ascendente	Enlace descendente	Enlace ascendente	Enlace descendente
S: 16 kbit/s en cada sentido	3	3	0,8	0,8	0,4	0,4
SM: 14 kbit/s en cada sentido	0,6	0,6	0,3	0,3	0,2	0,2
SD: 64 kbit/s en cada sentido	0,2	0,2	0,2	0,2	0,02	0,02
MMM: Enlace descendente/enlace ascendente: 384/64 kbit/s	0,5	0,5	0,4	0,4	0,008	0,008
HMM: Enlace descendente/enlace ascendente: 2 000/128 kbit/s	0,15	0,15	0,06	0,06	0,008	0,008
HIMM: 128 kbit/s en cada sentido	0,14	0,14	0,070	0,070	0,011	0,011

5 Duración de la llamada

En el Cuadro 11 se indican los valores del parámetro duración de la llamada, de acuerdo con una investigación basada en la literatura publicada [Anderlind y Zander, 1997; Jain y Routhier, 1986; UMTS].

En el caso de los servicios multimedia, la duración de la llamada de 3 000 s puede parecer a primera vista excesiva. Sin embargo, hay que reconocer que esto se ha de considerar junto con el factor de actividad, que tiene en cuenta la ocupación real del canal para estos servicios con conmutación de paquetes. En el Adjunto 1 al Apéndice 1 figura más información sobre este asunto.

CUADRO 11

Duración de la llamada (s)

Servicios	Entornos		
	DCC	Peatonal	Vehicular
S: 16 kbit/s en cada sentido	180	120	120
SM: 14 kbit/s en cada sentido	3	3	3
SD: 64 kbit/s en cada sentido	156	156	156
MMM: Enlace descendente/enlace ascendente: 384/64 kbit/s	3 000	3 000	3 000
HMM: Enlace descendente/enlace ascendente: 2 000/128 kbit/s	3 000	3 000	3 000
HIMM: 128 kbit/s en cada sentido	120	120	120

6 Factor de actividad

Los factores indicados en el Cuadro 12 para el factor de actividad en los servicios con conmutación de paquetes se basan en el modelo del Adjunto 1 al Apéndice 1.

CUADRO 12

Factor de actividad

Servicios	Entornos					
	Edificios con alta densidad (DCC)		Peatonal urbano		Vehicular urbano	
	Enlace ascendente	Enlace descendente	Enlace ascendente	Enlace descendente	Enlace ascendente	Enlace descendente
S: 16 kbit/s en cada sentido	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
SM: 14 kbit/s en cada sentido	1	1	1	1	1	1
SD: 64 kbit/s en cada sentido	1	1	1	1	1	1
MMM: Enlace descendente/enlace ascendente: 384/64 kbit/s	0,00285	0,015	0,00285	0,015	0,00285	0,015
HMM: Enlace descendente/enlace ascendente: 2 000/128 kbit/s	0,00285	0,015	0,00285	0,015	0,00285	0,015
HIMM: 128 kbit/s en cada sentido	1	1	1	1	1	1

En general, un servicio con conmutación de circuitos tendría un factor de actividad de 1, porque el circuito sería utilizado en ambos sentidos todo el tiempo. Sin embargo, en el caso de conversación, se ha asignado un valor de 0,5 pues, por término medio, sólo se transmite información en cualquier sentido durante la mitad del tiempo.

7 Calidad de servicio**7.1 Calidad de servicio para el modelo de tráfico Erlang B con conmutación de circuitos**

Se ha de utilizar la fórmula Erlang B para determinar los canales de servicio por grupo para los servicios que requieren ingeniería de tráfico con conmutación de circuitos y que tienen bajo retardo con enlaces troncales totalmente disponibles. Esto se aplica al tráfico vocal, de datos conmutados y de HIMM. La fórmula Erlang B está bien determinada como el modelo preferido que se ha de aplicar al tráfico de este tipo.

Se prevé que los usuarios de extremo esperarán una calidad de servicio inalámbrica comparable a la de la red de cable. Por tanto, se efectuó un análisis de la sensibilidad al efecto de los cambios del parámetro de calidad de servicio del 2% al 1%. Al variar sólo este parámetro, la necesidad de anchura de banda neta sólo se modificó en 1,6%, cuando todos los otros parámetros del ejemplo de cálculo de la Recomendación UIT-R M.1390 no fueron modificados. La tendencia actual de los servicios de comunicaciones inalámbricas es mejorar la calidad de servicio con respecto a la ofrecida actualmente. En consecuencia, se prefieren los sistemas con una calidad de servicio similar a la de la red de cable fija. La selección de una calidad de servicio equivalente a 1% refleja correctamente esta tendencia.

7.2 Calidad de servicio para el modelo de tráfico Erlang C con conmutación de paquetes

Se ha de utilizar la fórmula Erlang C para determinar los canales de servicio por grupo para los servicios de comunicaciones de paquetes que funcionan por ráfagas y el tráfico puede rebasar los tiempos de retención previstos cuando se encuentran condiciones de canal ocupado. Esto se aplica a la SM y los MMM y HMM.

Las peticiones de conexión de sesión se modelan en este caso como llamadas que llegan al conmutador, con una longitud igual a la duración de la llamada para el servicio. Se considera que el usuario obtiene una calidad de servicio satisfactoria si el caudal de sesión efectivo es por lo menos igual al 50% de la velocidad binaria nominal. Esto se calcula en un periodo igual a la duración de la llamada.

La teoría de cola para un $M/M/S/\infty/\infty$ da la siguiente probabilidad, P , de que el tiempo de espera de una llamada entrante sea superior a x :

$$P\{W > x\} = E_C(S,A) \times \exp[-\mu(S - A)x]$$

donde:

- W : tiempo de espera
- S : número de canales
- A : tráfico
- $E_C(S,A)$: probabilidad de que una llamada entrante sea puesta en cola (función Erlang C)
- $1/\mu$: duración media de la llamada.

Para lograr el criterio de usuario satisfecho, es necesario que el tiempo de espera esté por debajo del 50% de la duración de la llamada (es decir, todo el tráfico puede transmitirse por lo menos en el 50% de la sesión). Esto equivale a decir que $\mu x = 0,5$.

También en este caso se prevé que los usuarios de extremo esperan una calidad de servicio inalámbrica comparable a la de la red fija. Por tanto, la probabilidad de que el usuario quede insatisfecho se debe mantener por debajo del 1%.

8 Número de células por grupo

El número de células por grupo se utiliza para describir el número de células consideradas agrupadas para la finalidad de aplicaciones de tráfico y calidad de servicio. El valor elegido para este parámetro es 7 porque representa a la célula en cuestión más las seis primeras células circundantes en una representación hexagonal de un sistema celular.

9 Velocidad binaria del canal de servicio

La velocidad binaria del canal del servicio es la velocidad de datos del tráfico transportado, más cualesquiera proporción de bits necesarios (por ejemplo, para señalización y temporización). La metodología se refiere también a la velocidad binaria de usuario neta, que es la velocidad de datos del tráfico solo. Sin embargo, en aras de la simplicidad y reconociendo que la magnitud de la proporción se desconoce actualmente, en este cálculo se ha considerado que la velocidad binaria del canal de servicio es igual a la velocidad binaria de usuario.

Para los cálculos de espectro, se considera que los servicios portadores utilizados tienen las siguientes velocidades binarias:

CUADRO 13
Servicios portadores

Servicio	Velocidad binaria de usuario
S	16 kbit/s
SM	14 kbit/s
SD	64 kbit/s
Servicios multimediales asimétricos	HMM: 2 000 kbit/s en un sentido y 128 kbit/s en el otro MMM: 384 kbit/s en un sentido y 64 kbit/s en el otro
Servicios multimediales simétricos	En este Informe se consideran dos tipos de servicios multimediales simétricos: – 128 kbit/s en cada sentido – 384 kbit/s en cada sentido. Sin embargo, sólo es necesario considerar el servicio a 128 kbit/s como el bloque de construcción básico de los servicios multimediales simétricos, que se denominará servicios HMM, porque las velocidades de 384 kbit/s pueden ser tratadas por múltiplos apropiados de la velocidad del bloque de construcción básico de 128 kbit/s (es decir, 384 kbit/s es tres veces 128 kbit/s)

10 Capacidad neta del sistema

Los valores de capacidad neta del sistema representan valores medios para las células que transportan tráfico mixto en una red cargada durante la hora cargada. Estos valores se utilizan para estimar la necesidad total de espectro para las comunicaciones móviles públicas en el año 2010, incluidos los sistemas de la segunda y tercera generaciones. Cabe esperar que la sola capacidad del sistema de las IMT-2000 sea más alta.

Se han de aplicar diferentes valores para los servicios vocales y para otros servicios. Se prevé que en el año 2010 una parte del tráfico vocal será aún transportado por los sistemas de la segunda generación, pero (por ejemplo) el tráfico de datos a alta velocidad binaria será transportado solamente por los sistemas de la tercera generación.

La necesidad total de espectro para la componente terrenal es inversamente proporcional al valor utilizado para el parámetro capacidad neta del sistema, es decir, si el parámetro capacidad neta del sistema se duplica, la necesidad total de espectro se reduce por un factor de 2.

Aunque la capacidad neta del sistema se relaciona con la utilización eficaz del espectro, las dos magnitudes no son iguales. Las eficacias espectrales de la(s) interfaz(es) radioeléctrica(s) de las IMT-2000 son estimaciones teóricas. La evaluación de las cifras de capacidad es una tarea muy compleja, y los resultados dependen de un conjunto de casos e hipótesis utilizados, así como de las hipótesis de modelado de un sistema de acceso radioeléctrico.

Las capacidades del sistema son desarrolladas tradicionalmente por medio de simulaciones y validadas en los sistemas instalados. La capacidad del sistema para servicios vocales en una mezcla de sistemas de la segunda y tercera generaciones variará probablemente de 40 kbit/s/MHz/célula a 100 kbit/s/MHz/célula, mientras que para otros servicios variará probablemente de 50 kbit/s/MHz/célula a 200 kbit/s/MHz/célula, dependiendo en gran parte de los escenarios e hipótesis utilizados. La capacidad neta del sistema debe reflejar aspectos del mundo real resultantes de la instalación y puesta en servicio reales de los sistemas inalámbricos. Por consiguiente, la eficacia espectral de las propuestas/evaluaciones de las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000 no pueden ser utilizadas directamente como un valor paramétrico para calcular la capacidad neta del sistema.

Un examen de las interfaces radioeléctricas que se están considerando para la normalización de las IMT-2000 indica que estas tecnologías se basarán en varias técnicas de mejora de capacidad como parte del diseño y realización básicos del sistema. En consecuencia, no es probable que surjan otras técnicas y tecnologías en un periodo de tiempo suficiente para que la capacidad neta del sistema efectiva pueda aumentar considerablemente con respecto a la propuesta.

En el año 2010 habrá instalada una mezcla de las tecnologías de la segunda y tercera generaciones, de modo que el factor de capacidad del sistema sería un valor mixto para cada tipo de servicio IMT-2000. Por ejemplo, en 2010 cabe esperar que casi todos los datos y sin duda los datos de banda ancha serán transportados por sistemas de la tercera generación,

mientras que para los servicios vocales y cierta parte de los servicios de datos a velocidad más baja se utilizarán aún las tecnologías existentes. Se prevé también que para cualquier nueva atribución de espectro disponible para las IMT-2000 (es decir, más espectro que el ya atribuido para los sistemas de la primera y de la segunda generaciones) se utilizarán tecnologías de la tercera generación.

Asimismo, se prevé que el porcentaje de los sistemas de la segunda y tercera generaciones instalados para el año 2010 variará algo entre las Regiones, debido a la variación de la cantidad relativa de espectro disponible actualmente para los sistemas de la segunda generación con respecto al nuevo espectro que se prevé será atribuido a los sistemas de la tercera generación. Esto se observa examinando el Cuadro 14.

CUADRO 14

**Necesidades de espectro para la componente terrenal de los servicios móviles mundiales,
por clases de servicio**

	Servicios de la 1. ^a y 2. ^a generaciones (S, SM y SD) (MHz)	Nuevos servicios de la 3. ^a generación (MMM, HMM y HIMM) (MHz)	Relación entre los nuevos servicios de la 3. ^a generación y los servicios de la 1. ^a y 2. ^a generaciones
Región 1	269	286	1,06
Región 2	174	216	1,24
Región 3	232	248	1,07

NOTA 1 – Se reconoce que los servicios de la 3.^a generación incluyen los servicios de la 1.^a y 2.^a generaciones, pero el Cuadro 14 se ha elaborado para distinguir las necesidades de espectro de los servicios de la 3.^a generación a velocidades de datos más altas con respecto a las necesidades de espectro para los servicios vocales y de datos a velocidades más bajas.

En consecuencia, se ha llegado a la conclusión de que en los cálculos para la Región 2 se utiliza una capacidad neta del sistema de 150 kbit/s/MHz/célula para los servicios de comunicaciones de datos y de 100 kbit/s/MHz/célula para los servicios vocales, mientras que para las Regiones 1 y 3 los valores son de 125 kbit/s/MHz/célula para datos y 70 kbit/s/MHz/célula para los servicios vocales. Sin embargo, se debe señalar que esto no supone que haya diferencias en cuanto a la utilización eficaz del espectro por sistemas IMT-2000 similares en las tres Regiones.

11 Factor alfa

El factor de ponderación, α , proporciona una ponderación apropiada de los cálculos de las necesidades de espectro para tener en cuenta factores que pueden ser específicos de un entorno o servicio determinado, e incluye lo siguiente:

- ponderación para ajustar los cambios geográficos en entornos superpuestos;
- ponderación para corregir necesidades de tráfico de horas cargadas no simultáneas.

El factor de ponderación, α , tiene un valor por defecto de uno, como se indica en la Recomendación UIT-R M.1390. La consideración de las previsiones del tráfico, los entornos geográficos y otros valores de parámetros utilizados en estos cálculos, para tener en cuenta la incidencia de los cambios geográficos y de las horas cargadas no simultáneas, indica que el valor unitario es la opción más aplicable.

12 Factor beta

El factor beta, que es independiente de cualquier entorno o servicio, tiene en cuenta las repercusiones siguientes:

- bandas de guarda;
- múltiples redes y operadores;
 - eficacia reducida de los enlaces;
 - modularidad del espectro.

Específicamente, el factor beta tiene en cuenta el hecho de que se necesitará espectro adicional si las administraciones deciden conceder licencias a múltiples operadores.

12.1 Bandas de guarda

Las bandas de guarda tienen que ser acomodadas entre dos operadores, o de manera equivalente se ha de tener en cuenta la repercusión de la reducción de la capacidad debida a efectos de bandas adyacentes. Las bandas de guarda tienen que ser acomodadas también en las fronteras entre los servicios móviles y otros, y este efecto aumenta a medida que el espectro es fragmentado y aumenta el número de fronteras. Se ha estimado un valor medio de 1,04 del componente banda de guarda del factor beta para compensar esta pérdida de espectro.

12.2 Repercusión de múltiples redes/operadores

El análisis en todas las Regiones indica que hay una amplia gama de redes/operadores. Con respecto a la selección de valores apropiados para el número de redes/operadores, se reconoce que cualquier decisión del número de redes/operadores estará sujeta a las políticas nacionales/regionales, y que estas políticas podrán repercutir sobre la atribución específica de espectro requerido dentro de un país o Región.

Hay dos componentes de beta que dependen del número de redes/operadores (utilización eficaz de los enlaces y modularidad). Con miras a determinar las futuras necesidades de espectro para la componente terrenal de las IMT-2000 se consideró que los siguientes valores mostrados en los Cuadros 15 y 16 son representativos de las Regiones. Las definiciones y los ejemplos específicos de los componentes utilización eficaz de enlaces y modularidad se indican en los § 12.2.1 y 12.2.2.

CUADRO 15

Repercusiones sobre la utilización eficaz de los enlaces

Región	Componente utilización eficaz de enlaces
1	1,19
2	1,38
3	1,07

CUADRO 16

Repercusiones de la modularidad del espectro

Región	Componente modularidad
1	1,042
2	1,019
3	1,017

Se puede considerar que los valores de los Cuadros 15 y 16 corresponden con tres redes/operadores para la Región 1, seis redes/operadores para la Región 2 y dos redes/operadores para la Región 3.

12.2.1 Componente utilización eficaz de enlaces del factor beta

En un entorno de múltiples operadores y redes, cada red no transportará mucho tráfico porque tendrá un número más pequeño de abonados en comparación con el entorno de un solo operador, lo que conduce a una utilización menos eficaz de los enlaces y aumenta por tanto las necesidades de espectro en función del número de operadores.

En las situaciones con múltiples operadores y redes, el factor beta tiene que tener en cuenta la utilización ineficaz de los enlaces. Por ejemplo, cuando hay tres redes, un factor beta de 1,19 es apropiado. Cuando hay seis redes, un factor beta de 1,38 es apropiado. Se proporciona el siguiente ejemplo para ilustrar el factor beta de la componente utilización eficaz de enlaces.

El factor derivado para la utilización ineficaz de enlaces, a medida que el espectro se divide en segmentos más y más pequeños por los operadores o por los tipos de interfaz aire, está bien definido, sobre la base de la fórmula Erlang B. Por ejemplo, si se ha de satisfacer una demanda de tráfico total de 80 E con una probabilidad de bloqueo del 1%, habría que proporcionar 96 enlaces (es decir, canales portadores) en un solo grupo troncal (es decir, asignación contigua). Sin embargo, si los mismos 80 E de tráfico se dividen por partes iguales entre seis grupos troncales diferentes (correspondientes a seis redes inalámbricas con partes iguales del mercado, que proporcionan servicio equivalente), cada grupo de canales de la red tendría que transportar $80/6$ ó 13,33 E. La fórmula Erlang B para 13,33 E predice que habría que proporcionar 22 enlaces troncales por cada red, o un total de 132 enlaces troncales entre todas las redes. Éste es un aumento del 38% con respecto al número de enlaces necesarios para que una sola red transporte el tráfico equivalente. Por consiguiente, se debe utilizar un factor beta de 1,38 si se supone que habrá seis redes, cada una con una parte igual del mercado.

12.2.2 Componente modularidad del factor beta

12.2.2.1 Modularidad de 5 MHz

El factor del componente modularidad se ha elaborado para acomodar los incrementos de canal propuesto de la interfaz o interfaces radioeléctricas de las IMT-2000 considerando el caso del espectro completamente utilizado. Por ejemplo, es apropiado modularizar el espectro en unidades de espectro que tienen un componente de enlace ascendente y de enlace descendente para acomodar tecnologías dúplex por división de frecuencia. Además, al considerar las interfaces radioeléctricas, se considera apropiada una modularidad que produce unidades de espectro que son múltiplos de 5 MHz en función del número elegido de redes. Este redondeo hacia arriba a 5 MHz fomenta una atribución de espectro más eficaz pues una tecnología que necesita un mínimo de 5 MHz para un canal no puede ser realizada en una unidad de espectro que no sea un múltiplo de 5 MHz. El análisis es válido también para las interfaces radioeléctricas que utilizan un incremento de disposición de canales menor que 5 MHz pues la evaluación de la necesidad de espectro supone que el espectro será totalmente utilizado. Esto se puede aplicar también a las actuales tecnologías de la segunda generación. En términos aproximados, una tecnología que utiliza un canal de 5 MHz totalmente cargado a la capacidad máxima equivale a una tecnología que utiliza los mismos 5 MHz pero desplegándose en muchos canales más estrechos cada uno de ellos totalmente cargado.

En consecuencia, es más apropiado que el denominador común para asegurar la neutralidad de la tecnología en la evaluación del espectro sea una modularidad que proporcione redondeo hacia arriba a los 5 MHz más cercanos para los enlaces ascendente y descendente en función del número de redes. Esta modularidad de 5 MHz se puede expresar como un porcentaje del valor del espectro calculado en la metodología antes de aplicar el factor de ajuste beta y puede ser elaborada recursivamente para reflejar correctamente la necesidad de 5 MHz en los enlaces ascendente y descendente.

12.2.2.2 Determinación de la incidencia de la modularidad

Para comprender la aplicación y desarrollo de la incidencia de la modularidad en las necesidades de espectro, un ejemplo detallado puede servir de orientación.

Por ejemplo, en el caso de seis redes, hay que considerar doce unidades de espectro, seis de enlace ascendente y seis de enlace descendente. Si el espectro total de enlace ascendente se divide por seis y también el enlace descendente, y se aplica una modularidad de redondeo hacia arriba de 5 MHz, esto daría la cantidad absoluta de espectro suplementario requerido para la modularidad que podría expresarse como un porcentaje del espectro requerido.

Continuando con el ejemplo, si el cálculo del enlace descendente antes del componente modularidad de beta era 269,0, para seis redes se dividiría 269,0 por 6, lo que da 44,83 y se redondearía hacia arriba a los 5 MHz más cercanos, para obtener **45**. La diferencia total es seis veces $(45 - 44,83)$ o 1,0 MHz.

De manera similar para el enlace ascendente, si el cálculo antes del factor de ajuste beta era 113,6 MHz, para seis redes se dividiría 113,6 por 6, lo que da 18,93 y después se redondearía hacia arriba hasta los 5 MHz más cercanos, para obtener **20**. La diferencia total es seis veces $(20 - 18,93)$ o 6,4 MHz.

De este modo, el espectro total necesario para la modularidad en este ejemplo sería 1,0 más 6,4 ó 7,4 MHz. El espectro total (enlace descendente más enlace ascendente) antes del componente de modularidad del factor beta es $269,0 + 113,6$ ó **382,6** MHz.

El componente modularidad del factor beta se determina y aplica después de los otros componentes del factor beta, para llegar al espectro total final que se indica como un múltiplo de 5 MHz. En este ejemplo, el total es $382,6 + 7,4$ ó **390** MHz.

Con el fin de determinar el porcentaje que este componente representa como un factor dentro de beta, es necesario dividir el valor modularizado final (390 MHz) por el valor antes de la modularización (382,6 MHz) para llegar a un componente modularidad de beta de 1,0194 que cuando es incorporado como un factor dentro de beta se expresa correctamente como $(1,0194 - 1,0)$ o 0,0194 (1,94%) para el componente modularidad de beta.

Para el caso de seis redes/operadores, la modularidad de enlace descendente por red/operador es 45 MHz y la modularidad de enlace ascendente por red/operador es 20 MHz según lo determinado previamente, para dar una atribución que es múltiplo de 5 MHz. Se observa que para 6 redes/operadores se requiere 270 MHz para el enlace descendente (6 veces 45 MHz) y 120 MHz (6 veces 20 MHz) para el enlace ascendente. *Esto resulta en una necesidad total de enlace ascendente más enlace descendente, cuando se considera la modularidad, de 390 MHz, para este ejemplo.*

Este desarrollo de la modularidad resulta en una indicación de las necesidades de espectro para las IMT-2000 que concuerda con las necesidades de disposición de canales de las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000 y las tecnologías existentes de la segunda generación, se atiene al criterio predominante de atribuir asignaciones de espectro en múltiplos de 5 MHz, proporciona información relativa a la atribución por red/operador y refuerza aún más el aspecto casi único de las IMT-2000 en el futuro para las atribuciones asimétricas de espectro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERLIND, E. y ZANDER, J. [marzo de 1997] A traffic model for non-real-time data users in a wireless radio network. *IEEE Comm. Lett.*, Vol. 1, 2, p. 37-39.
- JAIN, R. y ROUTHIER, S. [septiembre de 1986] Packet trains – Measurements and a new model for computer network traffic. *IEEE J. Selected Areas in Communications*, Vol. SAC-4, 6, p. 986-995.
- UMTS. Universal Mobile Telecommunications System. Selection Proc. for the Choice of Radio Transmission Technologies of the UMTS (UMTS 30.03, Versión 3.1.0).

ADJUNTO 1

AL APÉNDICE 1

Modelo de comunicaciones de paquetes y valores de comunicaciones de paquetes

La Fig. 2 proporciona una ilustración gráfica del modelo de comunicaciones de paquetes que está bien documentada en la literatura (véase la lista de referencias en el Apéndice 2 al Anexo 1). Este modelo se basa en información empírica que ha sido obtenida de numerosos programas de mediciones del tráfico de las comunicaciones de paquetes. Muchos investigadores han encontrado que los modelos de Poisson son apropiados para modelar el tráfico de comunicaciones de paquetes. El tráfico llega en ráfagas o trenes de datos, como se ilustra en dicha Figura. Los parámetros asociados con este tráfico de ráfagas se muestran en dicha Figura.

Este modelo de tráfico puede ser utilizado para determinar el factor de actividad de los servicios de comunicaciones de paquetes definidos en este Informe, según se ilustra en el Cuadro 17. Los parámetros para el modelo se obtuvieron de varias fuentes coherentes enumeradas en el Cuadro 17, y son:

- número de llamadas de paquetes por sesión (NPCPS, *number of packet-calls per session*);
- número de paquetes por llamada de paquetes (NPPPC, *number of packets per packet-call*);
- número de bytes por paquetes (NBPP, *number of bytes per packet*)
- tiempo entre llegadas de llamadas de paquetes (PCIT, *packet-call interarrival time*) (s);
- tiempo entre llegadas de paquetes (PIT, *packet interarrival time*) (s);
- velocidad de transmisión (kbit/s).

El tiempo de transmisión de un paquete se calcula mediante:

$$\text{Tiempo de transmisión (s)} = NPCPS \times NPPPC \times NBPP \times (8 \text{ bits/byte}) / 1024 \text{ bits/kB} / \text{velocidad de transmisión}$$

El tiempo de la sesión total se calcula mediante:

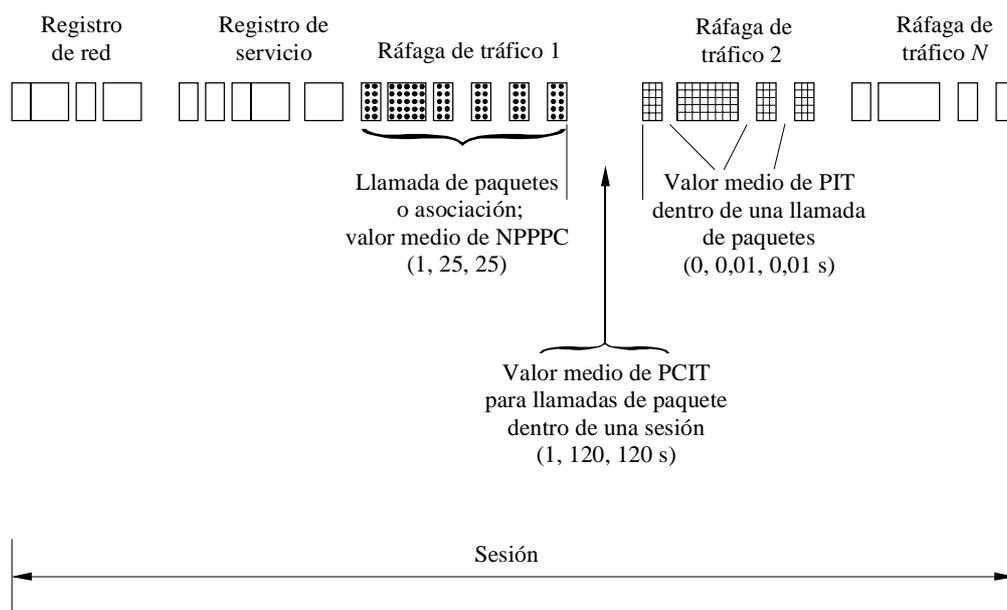
$$\text{Tiempo total de sesión (s)} = \text{Tiempo de transmisión de un paquete} + \{ [PCIT \times (NPCPS - 1)] + [PIT \times (NPPPC - 1)] \}$$

El factor de actividad se calcula mediante:

$$\text{Factor de actividad} = (\text{Tiempo de transmisión de un paquete}) / (\text{Tiempo de sesión total})$$

FIGURA 2

Modelo de comunicaciones de paquetes



Nota 1 - Valor medio de NPCPS: 114, 5, 5 y valor medio de NBPP: 90, 480, 90.

2023-02

CUADRO 17

	Enlace descendente HMM y MMM	Enlace ascendente HMM y MMM
NPCPS	5	5
NPPPC	25	25
NBPP	480	90
PCIT (s)	120,00	120,00
PIT (s)	0,01	0,01
Velocidad de transmisión (kbit/s)	64	64
Tiempo de transmisión de paquetes (s)	7,32	1,37
Tiempo de sesión total (s)	$4,88 \times 10^2$	$4,82 \times 10^2$
Factor de actividad	$1,50 \times 10^{-2}$	$2,85 \times 10^{-3}$

NOTA 1 – En la literatura a menudo las llamadas de paquetes se denominan asociaciones.

NOTA 2 – Las cantidades en negritas se calculan utilizando los parámetros (que no están en negritas) y el modelo de comunicaciones de trenes de paquetes proporcionado en la Fig. 2.

NOTA 3 – Los parámetros de entrada son los de la contribución candidata del UIT-R amdc2000 de 2 de junio de 1998; el mismo modelo de tráfico y parámetros (salvo para los tiempos entre llegadas de llamadas de paquetes) figuran en ETSI TR 101 112 del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI) y UMTS Selection Procedures for the Choice of Radio Transmission Technologies de UMTS.

Cálculos detallados del espectro para la componente terrenal

Este Apéndice proporciona el resultado de una hoja de cálculo electrónico que aplica la metodología definida en la Recomendación UIT-R M.1390. Los servicios y entornos del Cuadro 18 son los definidos en dicha Recomendación. Los valores utilizados para los entornos y servicios y los parámetros de penetración del mercado se indican en el § 2.2 de este Informe, y los valores utilizados para los parámetros técnicos son los proporcionados en el § 2.3 de este Informe.

En las hojas de cálculo proporcionadas como Cuadros 18, 19, y 20, para el cálculo del espectro se utiliza la ecuación (1) de la Recomendación UIT-R M.1390.

El espectro requerido, $F_{terrenal}$ (MHz) es:

$$F_{terrenal} = \beta \sum \alpha_{es} F_{es} = \beta \sum \alpha_{es} T_{es}/S_{es} \quad (1)$$

donde e y s son subíndices que indican dependencia de entornos y servicios respectivamente.

Por tanto, $F_{terrenal}$ es el espectro total requerido obtenido como una suma ponderada de los distintos F_{es} coexistentes en la misma zona geográfica para todos los entornos e y servicios s considerados pertinentes, ajustado para influencias tales como compartición del espectro y múltiples operadores,

donde:

$F_{terrenal}$:	necesidad de espectro para la componente terrenal	Unidades: MHz
T_{es} :	tráfico/célula _{es}	Unidades: Mbit/s/célula
S_{es} :	capacidad del sistema	Unidades: Mbit/s/MHz/célula
α_{es} :	factor de ponderación	Unidades: sin dimensiones
β :	factor de ajuste	Unidades: sin dimensiones

La ecuación (1) se aplica para los servicios con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes y tiene en cuenta la asimetría del tráfico en los sentidos de enlace ascendente y enlace descendente.

Los parámetros del Cuadro 18 son:

- Densidad de usuarios.
- Diámetro de célula equivalente.
- Número de sectores por célula.
- Penetración.
- Intentos de llamada en la hora cargada (BHCA, *busy hour call attempt*).
- Duración de la llamada.
- Factor de actividad.
- Grado o calidad de servicio.
- Número de células por grupo.
- Velocidad binaria de canal neta.
- Capacidad neta del sistema.
- Factor beta, que prevé las incidencias de múltiples operadores (utilización menos eficaz del espectro/enlaces y modularidad); compartición con otros servicios/sistemas IMT-2000; compartición con servicios/sistemas no IMT-2000; bandas de guarda.

Todas las otras cantidades de los Cuadros 18, 19, y 20 son valores calculados, que se obtienen aplicando las ecuaciones de la Recomendación UIT-R M.1390.

Se proporcionan las hojas de cálculo electrónico utilizadas para cada Región. El Cuadro 18 proporciona información sobre la Región 1, el Cuadro 19 sobre la Región 2 y el Cuadro 20 sobre la Región 3.

CUADRO 18

Hoja de cálculos para la componente terrenal de las IMT-2000 en la Región 1

Hoja de cálculos para la componente terrenal de las IMT-2000
Necesidades del espectro

Tipo	DCC pico	Peatonal micro	Vehicular macro
Densidad de usuarios	140000	100000	3000
Diámetro de célula equivalente	0,08	0,60	1,00
Número de sectores	1	3	3
Zona de célula	5,03E-03	3,12E-01	8,66E-01

Penetración 2010	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	25%	25%	25%
HMM	15%	15%	15%
MMM	15%	15%	15%
SD	13%	13%	13%
SM	40%	40%	40%
S	73%	73%	73%

Usuarios/célula	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	176	7794	650
HMM	106	4677	390
MMM	106	4677	390
SD	91	4053	338
SM	281	12471	1039
S	514	22759	1897

BHCA	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	0,14	0,07	0,011
HMM	0,15	0,06	0,008
MMM	0,5	0,4	0,008
SD	0,2	0,2	0,02
SM	0,6	0,3	0,2
S	3	0,8	0,4

Duración de la llamada	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	120	120	120
HMM	3000	3000	3000
MMM	3000	3000	3000
SD	156	156	156
SM	3	3	3
S	180	120	120

Factor de actividad Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	1	1	1
HMM	0,00285	0,00285	0,00285
MMM	0,00285	0,00285	0,00285
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

Factor de actividad Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	1	1	1
HMM	0,015	0,015	0,015
MMM	0,015	0,015	0,015
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

	Velocidad binaria neta Enlace ascendente	Velocidad binaria neta Enlace descendente	Velocidad binaria del canal Enlace ascendente	Velocidad binaria del canal Enlace descendente	Capacidad Enlace ascendente	Capacidad Enlace descendente
HIMM	128	128	128	128	125	125
HMM	128	2000	128	2000	125	125
MMM	64	384	64	384	125	125
SD	64	64	64	64	125	125
SM	14	14	14	14	125	125
S	16	16	16	16	70	70

Tráfico/usuario Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	1,28	0,51	0,07
MMM	4,28	3,42	0,07
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Tráfico/usuario Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	6,75	2,70	0,36
MMM	22,50	18,00	0,36
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Tráfico propuesto/célula Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	2,96E+03	6,55E+04	8,57E+02
HMM	1,35E+02	2,40E+03	2,67E+01
MMM	4,51E+02	1,60E+04	2,67E+01
SD	2,85E+03	1,26E+05	1,05E+03
SM	5,07E+02	1,12E+04	6,24E+02
S	1,39E+05	1,09E+06	4,55E+04

Tráfico propuesto/célula Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	2,96E+03	6,55E+04	8,57E+02
HMM	7,13E+02	1,26E+04	1,40E+02
MMM	2,38E+03	8,42E+04	1,40E+02
SD	2,85E+03	1,26E+05	1,05E+03
SM	5,07E+02	1,12E+04	6,24E+02
S	1,39E+05	1,09E+06	4,55E+04

Tráfico/grupo Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	5,75	127,31	1,67
HMM	0,26	4,66	0,05
MMM	0,88	31,10	0,05
SD	5,55	245,88	2,05
SM	0,99	21,82	1,21
S	269,70	2124,19	88,51

Tráfico/grupo Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	5,75	127,31	1,67
HMM	1,39	24,55	0,27
MMM	4,62	163,68	0,27
SD	5,55	245,88	2,05
SM	0,99	21,82	1,21
S	269,70	2124,19	88,51

Canal de servicio/grupo Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Fórmula de bloqueo	Bloqueo	Espera Actividad
HIMM	12	146	6	B	0,01	
HMM	3	9	2	C	0,01	0,5
MMM	4	38	2	C	0,01	0,5
SD	12	269	7	B	0,01	
SM	4	28	4	C	0,01	0,5
S	293	2152	105	B	0,01	

Canal de servicio/grupo Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Fórmula de bloqueo	Bloqueo	Espera Actividad
HIMM	12	146	6	B	0,01	
HMM	5	31	3	C	0,01	0,5
MMM	9	172	3	C	0,01	0,5
SD	12	269	7	B	0,01	
SM	4	28	4	C	0,01	0,5
S	293	2152	105	B	0,01	

Canal de servicio/célula Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Células/ grupo:
HIMM	1,71	20,86	0,86	7
HMM	0,43	1,29	0,29	
MMM	0,57	5,43	0,29	
SD	1,71	38,43	1,00	
SM	0,57	4,00	0,57	
S	41,86	307,43	15,00	

Canal de servicio/célula Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	1,71	20,86	0,86
HMM	0,71	4,43	0,43
MMM	1,29	24,57	0,43
SD	1,71	38,43	1,00
SM	0,57	4,00	0,57
S	41,86	307,43	15,00

Tráfico Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	0,22	2,67	0,11
HMM	0,05	0,16	0,04
MMM	0,04	0,35	0,02
SD	0,11	2,46	0,06
SM	0,01	0,06	0,00800
S	0,67	4,92	0,24

Tráfico Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	0,22	2,67	0,11
HMM	1,43	8,86	0,86
MMM	0,49	9,44	0,16
SD	0,11	2,46	0,06
SM	0,01	0,06	0,00800
S	0,67	4,92	0,24

Banda requerida Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular	
HIMM	1,76	21,36	0,88	23,99
HMM	0,44	1,32	0,29	2,05
MMM	0,29	2,78	0,15	3,22
SD	0,88	19,68	0,51	21,07
SM	0,06	0,45	0,06	0,58
S	9,57	70,27	3,43	83,27
Suma	13,00	115,85	5,32	134,16

Banda requerida Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Células/ grupo:
HIMM	1,76	21,36	0,88	23,99
HMM	11,43	70,86	6,86	89,14
MMM	3,95	75,48	1,32	80,75
SD	0,88	19,68	0,51	21,07
SM	0,06	0,45	0,06	0,58
S	9,57	70,27	3,43	83,27
Suma	27,64	258,09	13,06	298,79

Enlace ascendente + enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Total
HIMM	3,51	42,72	1,76	47,98
HMM	11,87	72,17	7,15	91,19
MMM	4,24	78,26	1,46	83,97
SD	1,76	39,35	1,02	42,13
SM	0,13	0,90	0,13	1,15
S	19,13	140,54	6,86	166,53
Suma	40,64	373,94	18,38	432,95

**Cálculo del factor beta para bandas de guarda,
modularidad del espectro y utilización menos
eficaz del espectro por redes múltiples**

Número de redes/operadores considerados **3**

Factor de concentración de redes múltiples **19,00%**

Bandas de guarda **4,00%**

Factor beta antes de la modularidad **1,230**

**Aplicando el componente de banda de guarda y redes
múltiples de beta:**

NECESIDADES DE ESPECTRO PARA ENLACES ASCENDENTES ANTES DE LA MODULARIDAD	165
NECESIDADES DE ESPECTRO PARA ENLACES DESCENDENTES ANTES DE LA MODULARIDAD	368

Espectro total (enlaces ascendentes y descendentes)
antes de la modularidad **533**

**Aplicando el componente de modularidad de beta para una subdivisión
mínima del espectro de 5 MHz a los efectos de obtener fronteras que
sean múltiplos de 5 MHz para la división del espectro entre las distintas
redes/operadores:**

Número de redes consideradas =	3	dif. enlace ascendente MHz=	15,0
Componente de modularidad beta (aplicado a todo el espectro)	4,22%	dif. enlace descendente MHz=	7,5
		dif. total MHz=	22,5

NECESIDAD TOTAL DE ESPECTRO (enlaces ascendentes y descendentes) **555**

**Desglose por sentido de transmisión y
modularidad por red:**

Necesidad de espectro para enlaces ascendentes después
de la modularidad de subdivisión a 5 MHz **180 mod por red = 60,00 MHz**

Necesidad de espectro para enlaces descendentes después
de la modularidad de subdivisión a 5 MHz **375 mod por red = 125,00 MHz**

Nota: Este desglose de la necesidad total muestra la asimetría del espectro requerido debido a los caudales asimétricos de tráfico multimédios en IMT-2000.

Los valores de modularidad por red suministran la necesidad de espectro para el número seleccionado de redes según cada red por separado, para enlaces ascendentes y descendentes.

CUADRO 19

Hoja de cálculos para la componente terrenal de las IMT-2000 en la Región 2

Hoja de cálculos para la componente terrenal de las IMT-2000
Necesidades del espectro

Tipo	DCC pico	Peatonal micro	Vehicular macro
Densidad de usuarios	140000	75000	3000
Diámetro de célula equivalente	0,08	0,60	1,00
Número de sectores	1	3	3
Zona de célula	5,03E-03	3,12E-01	8,66E-01

Penetración 2010	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	25%	25%	25%
HMM	15%	15%	15%
MMM	15%	15%	15%
SD	13%	13%	13%
SM	40%	40%	40%
S	73%	73%	73%

Usuarios/célula	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	176	5846	650
HMM	106	3507	390
MMM	106	3507	390
SD	91	3040	338
SM	281	9353	1039
S	514	17069	1897

BHCA	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	0,14	0,07	0,011
HMM	0,15	0,06	0,008
MMM	0,5	0,4	0,008
SD	0,2	0,2	0,02
SM	0,6	0,3	0,2
S	3	0,8	0,4

Duración de la llamada	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	120	120	120
HMM	3000	3000	3000
MMM	3000	3000	3000
SD	156	156	156
SM	3	3	3
S	180	120	120

Factor de actividad Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	1	1	1
HMM	0,00285	0,00285	0,00285
MMM	0,00285	0,00285	0,00285
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

Factor de actividad Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	1	1	1
HMM	0,015	0,015	0,015
MMM	0,015	0,015	0,015
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

	Velocidad binaria neta Enlace ascendente	Velocidad binaria neta Enlace descendente	Velocidad binaria del canal. Enlace ascendente	Velocidad binaria del canal. Enlace descendente	Capacidad Enlace ascendente	Capacidad Enlace descendente
HIMM	128	128	128	128	150	150
HMM	128	2000	128	2000	150	150
MMM	64	384	64	384	150	150
SD	64	64	64	64	150	150
SM	14	14	14	14	150	150
S	16	16	16	16	100	100

Tráfico/usuario Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	1,28	0,51	0,07
MMM	4,28	3,42	0,07
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Tráfico/usuario Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	6,75	2,70	0,36
MMM	22,50	18,00	0,36
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Tráfico propuesto/célula Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	2,96E+03	4,91E+04	8,57E+02
HMM	1,35E+02	1,80E+03	2,67E+01
MMM	4,51E+02	1,20E+04	2,67E+01
SD	2,85E+03	9,48E+04	1,05E+03
SM	5,07E+02	8,42E+03	6,24E+02
S	1,39E+05	8,19E+05	4,55E+04

Tráfico propuesto/célula Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	2,96E+03	4,91E+04	8,57E+02
HMM	7,13E+02	9,47E+03	1,40E+02
MMM	2,38E+03	6,31E+04	1,40E+02
SD	2,85E+03	9,48E+04	1,05E+03
SM	5,07E+02	8,42E+03	6,24E+02
S	1,39E+05	8,19E+05	4,55E+04

Tráfico/grupo Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	5,75	95,48	1,67
HMM	0,26	3,50	0,05
MMM	0,88	23,32	0,05
SD	5,55	184,41	2,05
SM	0,99	16,37	1,21
S	269,70	1593,14	88,51

Tráfico/grupo Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	5,75	95,48	1,67
HMM	1,39	18,41	0,27
MMM	4,62	122,76	0,27
SD	5,55	184,41	2,05
SM	0,99	16,37	1,21
S	269,70	1593,14	88,51

Canal de servicio/grupo	DCC	Peatonal	Vehicular	Fórmula de bloqueo	Bloqueo	Espera Actividad
Enlace ascendente						
HIMM	12	113	6	B	0,01	
HMM	3	8	2	C	0,01	0,5
MMM	4	30	2	C	0,01	0,5
SD	12	205	7	B	0,01	
SM	4	22	4	C	0,01	0,5
S	293	1622	105	B	0,01	

Canal de servicio/grupo	DCC	Peatonal	Vehicular	Fórmula de bloqueo	Bloqueo	Espera Actividad
Enlace descendente						
HIMM	12	113	6	B	0,01	
HMM	5	24	3	C	0,01	0,5
MMM	9	131	3	C	0,01	0,5
SD	12	205	7	B	0,01	
SM	4	22	4	C	0,01	0,5
S	293	1622	105	B	0,01	

Canal de servicio/célula	DCC	Peatonal	Vehicular	Células/grupo:
Enlace ascendente				
HIMM	1,71	16,14	0,86	7
HMM	0,43	1,14	0,29	
MMM	0,57	4,29	0,29	
SD	1,71	29,29	1,00	
SM	0,57	3,14	0,57	
S	41,86	231,71	15,00	

Canal de servicio/célula	DCC	Peatonal	Vehicular
Enlace descendente			
HIMM	1,71	16,14	0,86
HMM	0,71	3,43	0,43
MMM	1,29	18,71	0,43
SD	1,71	29,29	1,00
SM	0,57	3,14	0,57
S	41,86	231,71	15,00

Tráfico	DCC	Peatonal	Vehicular
Enlace ascendente			
HIMM	0,22	2,07	0,11
HMM	0,05	0,15	0,04
MMM	0,04	0,27	0,02
SD	0,11	1,87	0,06
SM	0,01	0,04	0,00800
S	0,67	3,71	0,24

Tráfico	DCC	Peatonal	Vehicular
Enlace descendente			
HIMM	0,22	2,07	0,11
HMM	1,43	6,86	0,86
MMM	0,49	7,19	0,16
SD	0,11	1,87	0,06
SM	0,01	0,04	0,00800
S	0,67	3,71	0,24

Banda requerida	DCC	Peatonal	Vehicular	
Enlace ascendente				
HIMM	1,46	13,78	0,73	15,97
HMM	0,37	0,98	0,24	1,58
MMM	0,24	1,83	0,12	2,19
SD	0,73	12,50	0,43	13,65
SM	0,05	0,29	0,05	0,40
S	6,70	37,07	2,40	46,17
Suma	9,55	66,44	3,98	79,97

Banda requerida Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Células/ grupo:
HIMM	1,46	13,78	0,73	15,97
HMM	9,52	45,71	5,71	60,95
MMM	3,29	47,91	1,10	52,30
SD	0,73	12,50	0,43	13,65
SM	0,05	0,29	0,05	0,40
S	6,70	37,07	2,40	46,17
Suma	21,76	157,26	10,42	189,44

Enlace ascendente + Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Total
HIMM	2,93	27,55	1,46	31,94
HMM	9,89	46,69	5,96	62,54
MMM	3,54	49,74	1,22	54,49
SD	1,46	24,99	0,85	27,31
SM	0,11	0,59	0,11	0,80
S	13,39	74,15	4,80	92,34
Suma	31,31	223,70	14,40	269,42

**Cálculo del factor beta para bandas de guarda,
modularidad del espectro y utilización menos
eficaz del espectro por redes múltiples**

Número de redes/operadores considerados 6

Factor de concentración de
redes múltiples 38,00%

Bandas de guarda 4,00%

Factor beta antes de la
modularidad 1,420

**Aplicando el componente de banda de guarda y redes
múltiples de beta:**

NECESIDADES DE ESPECTRO PARA ENLACES 114

ASCENDENTES ANTES DE LA MODULARIDAD

NECESIDADES DE ESPECTRO PARA ENLACES 269

DESCENDENTES ANTES DE LA MODULARIDAD

Espectro total (enlaces ascendentes y
descendentes) antes de la modularidad **383**

**Aplicando el componente de modularidad de beta para una subdivisión
mínima del espectro de 5 MHz a los efectos de obtener fronteras que
sean múltiplos de 5 MHz para la división del espectro entre las distintas
redes/operadores:**

Número de redes consideradas =	6	
	dif. enlace ascendente MHz=	6,4
Componente de modularidad Beta (aplicado a todo el espectro)	1,94% dif. enlace descendente MHz=	1,0
	dif. total MHz=	7,4

NECESIDAD TOTAL DE ESPECTRO 390
(enlaces ascendentes y descendentes)

**Desglose por el sentido de transmisión y
modularidad por red:**

Necesidad de espectro para enlaces ascendentes después de
la modularidad de subdivisión a 5 MHz 120 mod por red = 20,00 MHz

Necesidad de espectro para enlaces descendentes
después de la modularidad de subdivisión a 5 MHz 270 mod por red = 45,00 MHz

Nota: Este desglose de la necesidad total muestra la asimetría del espectro requerido debido a los caudales asimétricos de tráfico multimedios en IMT-2000.

Los valores de modularidad por red suministran la necesidad de espectro para el número seleccionado de redes según cada red por separado, para enlaces ascendentes y descendentes.

CUADRO 20

Hoja de cálculos para la componente terrenal de las IMT-2000 en la Región 3

Hoja de cálculos para la componente terrenal de las IMT-2000

Necesidades del espectro

Tipo	DCC pico	Peatonal micro	Vehicular macro
Densidad de usuario	140000	100000	3000
Diámetro de célula equivalente	0,08	0,60	0,60
Número de sectores	1	3	3
Zona de célula	5,03E-03	3,12E-01	3,12E-01

Penetración 2010	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	25%	25%	25%
HMM	15%	15%	15%
MMM	15%	15%	15%
SD	13%	13%	13%
SM	40%	40%	40%
S	73%	73%	73%

Usuarios/célula	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	176	7794	234
HMM	106	4677	140
MMM	106	4677	140
SD	91	4053	122
SM	281	12471	374
S	514	22759	683

BHCA	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	0,14	0,07	0,011
HMM	0,15	0,06	0,008
MMM	0,5	0,4	0,008
SD	0,2	0,2	0,02
SM	0,6	0,3	0,2
S	3	0,8	0,4

Duración de la llamada	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	120	120	120
HMM	3000	3000	3000
MMM	3000	3000	3000
SD	156	156	156
SM	3	3	3
S	180	120	120

Factor de actividad Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	1	1	1
HMM	0,00285	0,00285	0,00285
MMM	0,00285	0,00285	0,00285
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

Factor de actividad Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	1	1	1
HMM	0,015	0,015	0,015
MMM	0,015	0,015	0,015
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

	Velocidad binaria neta Enlace ascendente	Velocidad binaria neta Enlace descendente	Velocidad binaria del canal. Enlace ascendente	Velocidad binaria del canal. Enlace descendente	Capacidad Enlace ascendente	Capacidad Enlace descendente
HIMM	128	128	128	128	125	125
HMM	128	2000	128	2000	125	125
MMM	64	384	64	384	125	125
SD	64	64	64	64	125	125
SM	14	14	14	14	125	125
S	16	16	16	16	70	70

Tráfico/usuario Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	1,28	0,51	0,07
MMM	4,28	3,42	0,07
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Tráfico/usuario Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	6,75	2,70	0,36
MMM	22,50	18,00	0,36
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Tráfico propuesto/célula Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	2,96E+03	6,55E+04	3,09E+02
HMM	1,35E+02	2,40E+03	9,60E+00
MMM	4,51E+02	1,60E+04	9,60E+00
SD	2,85E+03	1,26E+05	3,79E+02
SM	5,07E+02	1,12E+04	2,24E+02
S	1,39E+05	1,09E+06	1,64E+04

Tráfico propuesto/célula Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	2,96E+03	6,55E+04	3,09E+02
HMM	7,13E+02	1,26E+04	5,05E+01
MMM	2,38E+03	8,42E+04	5,05E+01
SD	2,85E+03	1,26E+05	3,79E+02
SM	5,07E+02	1,12E+04	2,24E+02
S	1,39E+05	1,09E+06	1,64E+04

Tráfico/grupo Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	5,75	127,31	0,60
HMM	0,26	4,66	0,02
MMM	0,88	31,10	0,02
SD	5,55	245,88	0,74
SM	0,99	21,82	0,44
S	269,70	2124,19	31,86

Tráfico/grupo Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	5,75	127,31	0,60
HMM	1,39	24,55	0,10
MMM	4,62	163,68	0,10
SD	5,55	245,88	0,74
SM	0,99	21,82	0,44
S	269,70	2124,19	31,86

Canal de servicio/grupo Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Fórmula de bloqueo	Bloqueo	Espera Actividad
HIMM	12	146	4	B	0,01	
HMM	3	9	2	C	0,01	0,5
MMM	4	38	2	C	0,01	0,5
SD	12	269	4	B	0,01	
SM	4	28	3	C	0,01	0,5
S	293	2152	44	B	0,01	

Canal de servicio/grupo Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Fórmula de bloqueo	Bloqueo	Espera Actividad
HIMM	12	146	4	B	0,01	
HMM	5	31	2	C	0,01	0,5
MMM	9	172	2	C	0,01	0,5
SD	12	269	4	B	0,01	
SM	4	28	3	C	0,01	0,5
S	293	2152	44	B	0,01	

Canal de servicio/célula Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Células/grupo:
HIMM	1,71	20,86	0,57	7
HMM	0,43	1,29	0,29	
MMM	0,57	5,43	0,29	
SD	1,71	38,43	0,57	
SM	0,57	4,00	0,43	
S	41,86	307,43	6,29	

Canal de servicio/célula Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	1,71	20,86	0,57
HMM	0,71	4,43	0,29
MMM	1,29	24,57	0,29
SD	1,71	38,43	0,57
SM	0,57	4,00	0,43
S	41,86	307,43	6,29

Tráfico Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	0,22	2,67	0,07
HMM	0,05	0,16	0,04
MMM	0,04	0,35	0,02
SD	0,11	2,46	0,04
SM	0,01	0,06	0,00600
S	0,67	4,92	0,10

Tráfico Enlace descendente	DCC	Peatonal	Vehicular
HIMM	0,22	2,67	0,07
HMM	1,43	8,86	0,57
MMM	0,49	9,44	0,11
SD	0,11	2,46	0,04
SM	0,01	0,06	0,00600
S	0,67	4,92	0,10

Banda requerida Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular	
HIMM	1,76	21,36	0,59	23,70
HMM	0,44	1,32	0,29	2,05
MMM	0,29	2,78	0,15	3,22
SD	0,88	19,68	0,29	20,85
SM	0,06	0,45	0,05	0,56
S	9,57	70,27	1,44	81,27
Suma	13,00	115,85	2,80	131,64

Banda requerida	DCC	Peatonal	Vehicular	Células/ grupo:
Enlace descendente				
HIMM	1,76	21,36	0,59	23,70
HMM	11,43	70,86	4,57	86,86
MMM	3,95	75,48	0,88	80,31
SD	0,88	19,68	0,29	20,85
SM	0,06	0,45	0,05	0,56
S	9,57	70,27	1,44	81,27
Suma	27,64	258,09	7,81	293,55

Enlace ascendente	DCC	Peatonal	Vehicular	Total
Enlace descendente				
HIMM	3,51	42,72	1,17	47,40
HMM	11,87	72,17	4,86	88,91
MMM	4,24	78,26	1,02	83,53
SD	1,76	39,35	0,59	41,69
SM	0,13	0,90	0,10	1,12
S	19,13	140,54	2,87	162,55
Suma	40,64	373,94	10,61	425,19

Cálculo del factor beta para bandas de guarda, modularidad del espectro y utilización menos eficaz del espectro por redes múltiples
 Número de redes/operadores considerados 2

Factor de concentración de redes múltiples 7,00%
 Bandas de guarda 4,00%

Factor Beta antes de la modularidad 1,110

Aplicando el componente de banda de guarda y redes múltiples de beta:

NECESIDADES DE ESPECTRO PARA ENLACES ASCENDENTES ANTES DE LA MODULARIDAD	146
NECESIDADES DEL ESPECTRO PARA ENLACES DESCENDENTES ANTES DE LA MODULARIDAD	326
Espectro total (enlaces ascendentes y descendentes) antes de la modularidad	472

Aplicando el componente de modularidad de beta para una subdivisión mínima del espectro de 5 MHz a los efectos de obtener fronteras que sean múltiplos de 5 MHz para la división del espectro entre las distintas redes/operadores:

Número de redes consideradas =	2	
	dif. enlace ascendente MHz=	3,9
Componente de modularidad beta (aplicado a todo el espectro)	1,70% dif. enlace descendente MHz=	4,2
	dif. total MHz=	8,0

NECESIDAD TOTAL DE ESPECTRO (enlaces ascendentes y descendentes) **480**

Desglose por el sentido de transmisión y modularidad por red:

Necesidad de espectro para enlaces ascendentes después de la modularidad de subdivisión a 5 MHz	150 mod por red =	75,00 MHz
Necesidad de espectro para enlaces descendentes después de la modularidad de subdivisión a 5 MHz	330 mod por red =	165,00 MHz

Nota: Este desglose de la necesidad total muestra la asimetría del espectro requerido debido a los caudales asimétricos de tráfico multimedia en IMT-2000.

Los valores de modularidad por red suministran la necesidad de espectro para el número seleccionado de redes según cada red por separado, para enlaces ascendentes y descendentes.

APÉNDICE 3

AL ANEXO 1

Previsión de Estados Unidos de América de los usuarios y tráfico por satélite de las IMT-2000

1 Introducción

Este Apéndice responde a la petición del Grupo de Tareas Especiales 8/1 de Radiocomunicaciones relativa a una previsión detallada del mercado de la demanda mundial del tráfico por satélite de las IMT-2000. Según lo señalado por el Grupo de Tareas Especiales, esta previsión es crítica para evaluar las necesidades de espectro para los servicios IMT-2000 del SMS en el periodo 2005-2010. La atribución actual de espectro para estos servicios es 1 980-2 010 (enlace ascendente); 2 170-2 200 (enlace descendente), 2 010-2 025 (enlace ascendente – Región 2 solamente) y 2 160-2 170 (enlace descendente – Región 2 solamente). A continuación se analizan cinco aspectos esferas esenciales:

- *Visión general:* Resumen de la metodología de previsión, fuentes y sensibilidades.
- *Tamaño del mercado:* Abonados de IMT-2000 a servicios del SMS.
- *Definiciones de servicios:* Servicios IMT-2000 ofrecidos por el SMS.
- *Niveles de utilización:* Previsión de utilización de las IMT-2000 para el SMS.
- *Parámetros de tráfico:* Hora cargada, desplazamiento de la hora cargada, factor de cresta geográfico.

2 Visión general

La realización de una previsión mundial detallada para el periodo 2005-2010 de los abonados y utilización de las IMT-2000 requiere salvar todos los obstáculos conocidos de la previsión, además de la dificultad adicional de prever el comportamiento de los abonados con respecto a servicios completamente nuevos. Dicho esto, se ha de señalar que esta previsión se basa en el análisis más completo de los estudios de mercado actuales y proyectados disponibles por el momento, con fuentes que comprenden desde la investigación primaria hasta estudios detallados de datos secundarios.

La *previsión de abonados* se deriva de una investigación primaria del mercado sobre el número de usuarios celulares que manifiestan interés en servicios móviles por satélite de muy alto nivel. Estos usuarios tienden a adoptar rápidamente la nueva tecnología, con elevadas expectativas respecto a la calidad de servicio. Las *descripciones del servicio* para las IMT-2000 se basan en una investigación secundaria y el análisis de los tipos de servicios más apropiados para este segmento particular del mercado. Por último, la *previsión del nivel de utilización* se basa en una combinación de investigación primaria y análisis secundario. Los otros detalles de la metodología (véanse las Figs. 3 a 5) se proporcionarán en los puntos siguientes.

La previsión global del tráfico anual es más sensible a los cambios en las tendencias previstas de utilización de servicios vocales y de datos, y menos sensible a los cambios marginales en el número de abonados. Dado que es difícil predecir la utilización, particularmente la utilización de servicios de datos, se precisa cierta adaptación de la metodología de previsión. En todos los casos se han formulado hipótesis conservadoras, y el resultado final es una gama de tráfico para el periodo 2005-2010. Para el cálculo final, se ha estimado el extremo alto de la gama como el escenario más probable, aunque se considera incluso conservador.

3 Tamaño y perfil del mercado

Los servicios del SMS de la segunda generación complementarán y ampliarán el lanzamiento de la componente inalámbrica terrenal de las IMT-2000. Como tal, su base de abonados es un subconjunto de abonados celulares (menos del 2%) en este periodo de tiempo. El perfil de este grupo comprende principalmente personas que, por motivos de negocios, viajan a zonas fuera de la cobertura inalámbrica terrenal tradicional, o que residen en estas zonas (véase la Nota 1). En la parte superior del mercado, este grupo tiene elevadas expectativas de calidad, grandes necesidades de comunicaciones y niveles de utilización extremadamente altos. Por consiguiente, se sienten atraídos por la amplia variedad de ofertas del servicio proporcionadas por las IMT-2000, que se examinarán en el punto siguiente.

Como se indica anteriormente, la previsión de abonados se deriva de la investigación de mercado primaria. Para esta investigación se han realizado múltiples encuestas independientes en el mercado, diseñadas para asegurar resultados válidos y coherentes. La investigación muestra que el mercado para los servicios del SMS de muy alto nivel será de 12 millones de abonados en 2005 (véase la Nota 2). Utilizando una tasa de crecimiento anual compuesta moderada del 15% (véase la Nota 3), este mercado tendrá más de 23 millones de usuarios en 2010.

NOTA 1 – Esta previsión se centra en los abonados del SMS previstos para 2005 que elijan cambiar a los servicios de las IMT-2000 mejorados. No comprende el mercado potencia adicional de abonados celulares que viven fuera de la cobertura de los sistemas de la tercera generación y que pudieran abonarse a servicios del SMS para obtener la oferta de servicios mejorados de las IMT-2000.

NOTA 2 – Esta previsión es sólo para los abonados del SMS interesados en los servicios IMT-2000 de alto nivel. De acuerdo con Bear, Stearns and Co. Inc., el mercado total para los abonados del SMS será aproximadamente 26 millones de usuarios en 2005. Esto indica que el 46% de todos los abonados al SMS estarán interesados en servicios mejorados (de acuerdo con el Informe del Foro UMTS, Spectrum for IMT-2000 y Analyses Study, UMTS Market Forecast Study). Cabe esperar que el porcentaje del SMS sea más alto, dado que el mercado de comunicaciones por satélite cuenta ya con usuarios de alto nivel.

NOTA 3 – Esta tasa de crecimiento se compara contra las tendencias previstas del crecimiento del tráfico celular.

FIGURA 3
Metodología de previsión del tráfico de las IMT-2000 del SMS

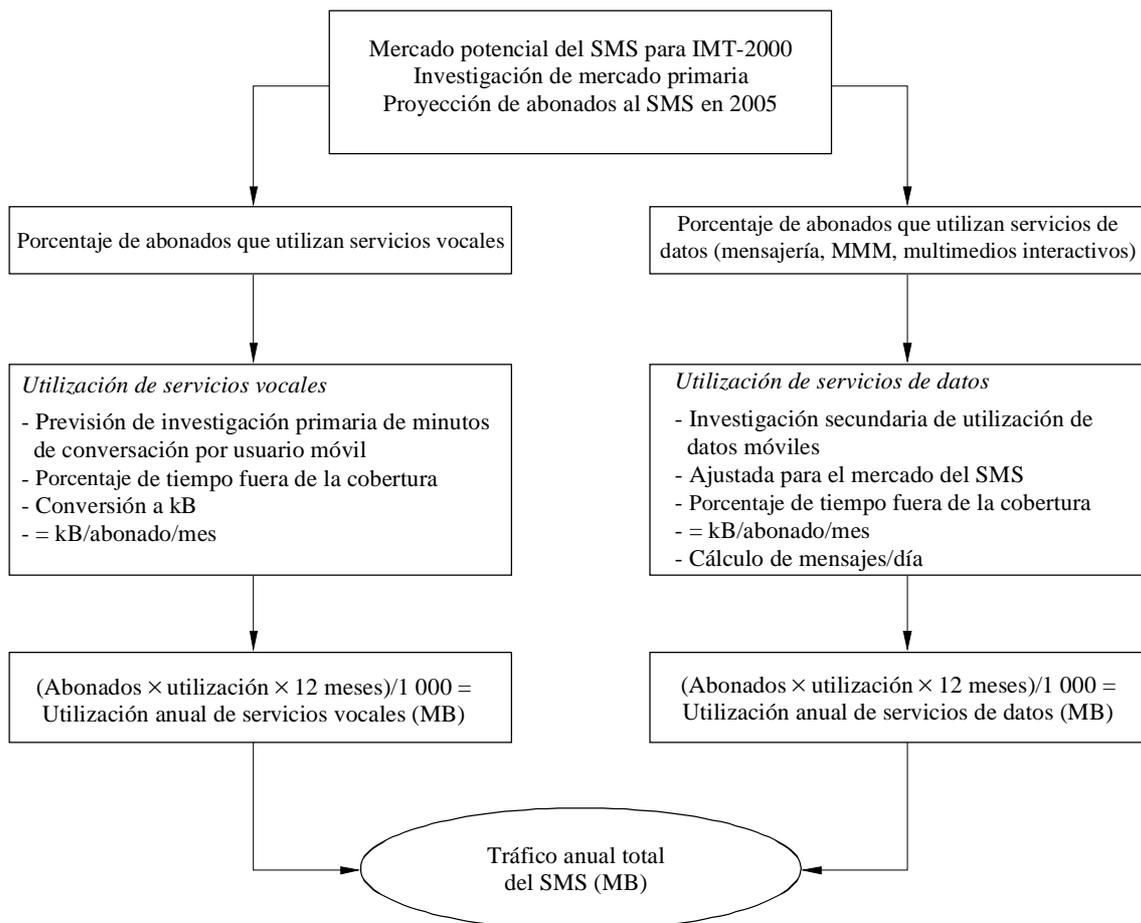
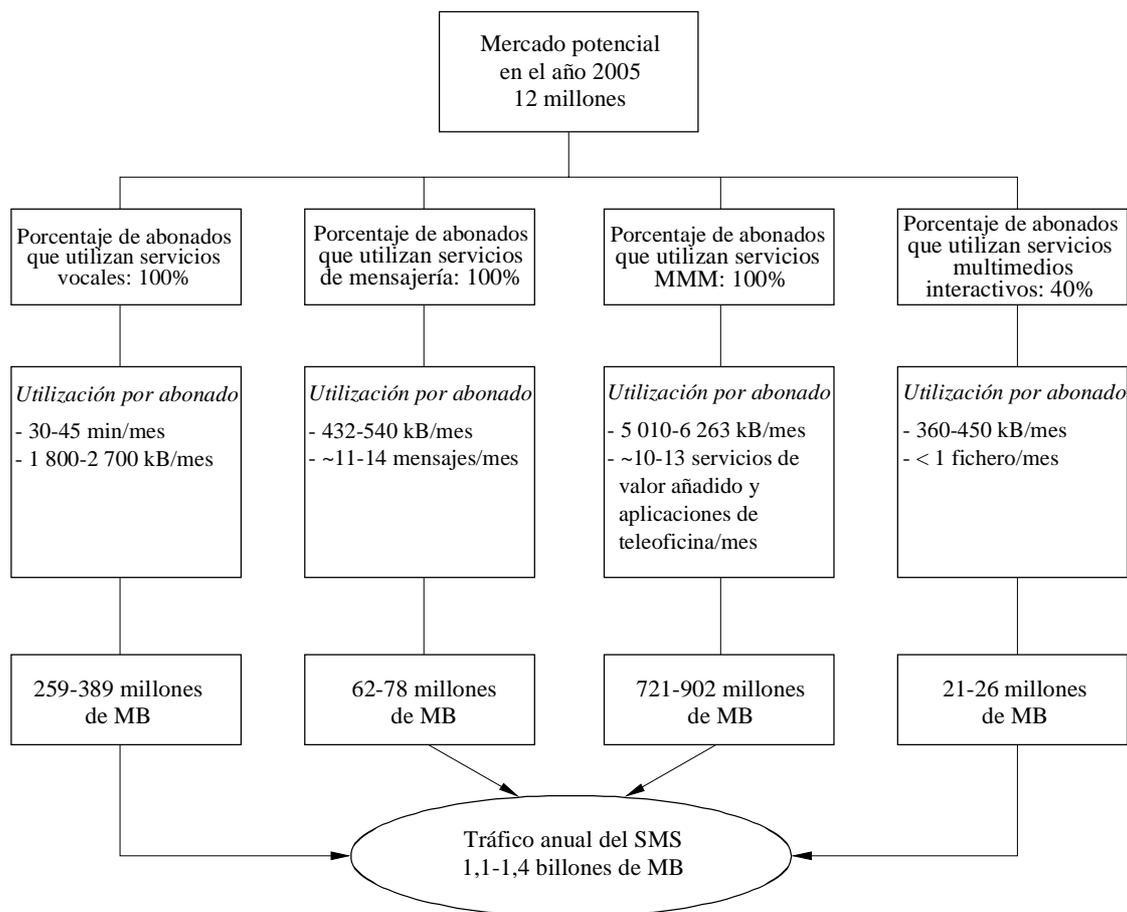


FIGURA 4

Previsión del tráfico de las IMT-2000 del SMS para el año 2005



2023-04

4 Definiciones de servicios

Según lo indicado anteriormente, los servicios del SMS de las IMT-2000 serán en gran parte una extensión de los servicios y capacidades inalámbricos terrenales de la tercera generación, con algunas modificaciones diseñadas para satisfacer las necesidades específicas del usuario del SMS descrito anteriormente. Todos los servicios descritos en este documento son para el usuario móvil, que utiliza servicios prestados a través del aparato telefónico o de una combinación de microteléfono y computador portátil. Las alternativas fijas, tales como las previstas por el SFS, no satisfacen las necesidades del usuario móvil perfilado anteriormente. Las siguientes descripciones de servicio concuerdan con los conceptos expuestos en la Recomendación UIT-R M.816.

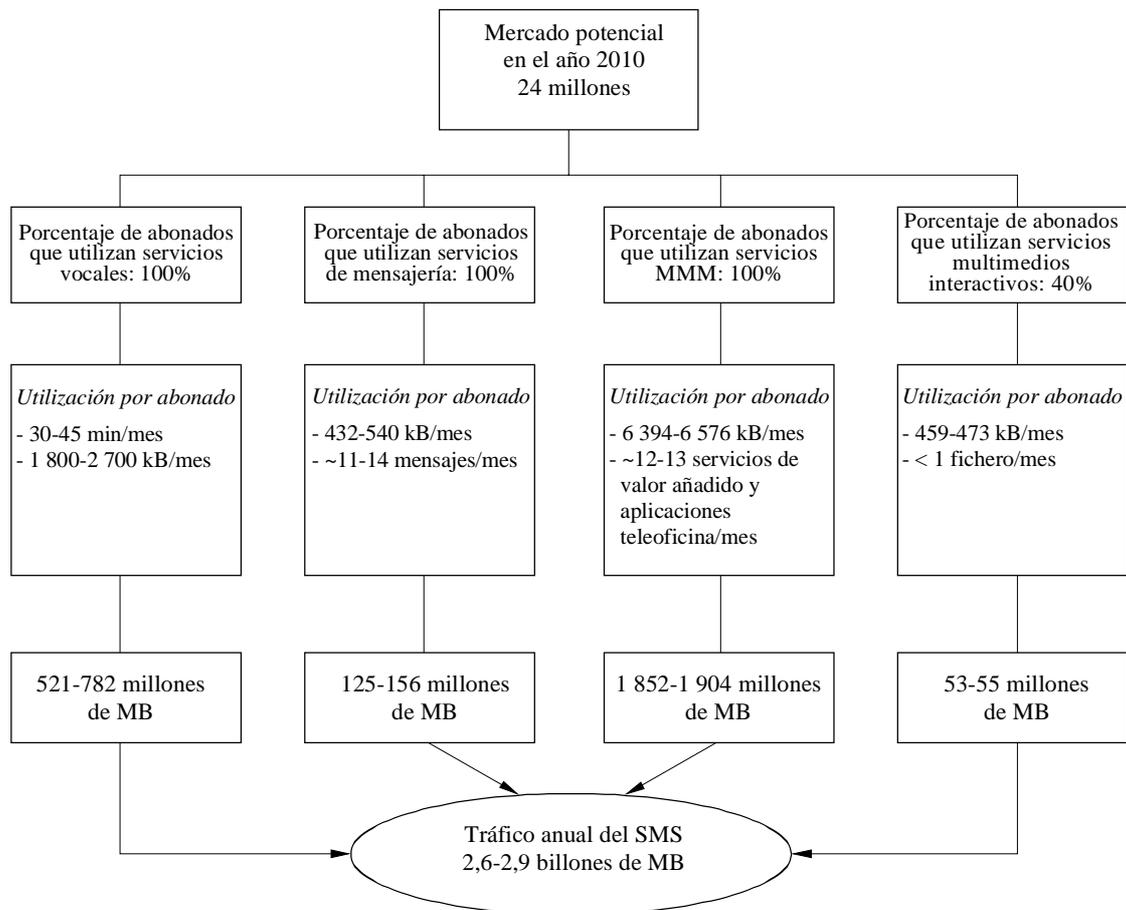
Hay cuatro grandes categorías de servicio en la oferta de las IMT-2000, con velocidades de transmisión de 4 kbit/s a 384 kbit/s: conversación, mensajería, servicios MMM y servicios HMM. De este análisis se excluyen los datos multimedios a 2 Mbit/s, pues no se prevé que sean prestados como un servicio móvil por los operadores del SMS. Los servicios ofrecidos se definen a continuación, con ejemplos de aplicaciones fundamentales para el mercado del SMS que estimularán los niveles de utilización.

Servicios vocales: Los servicios vocales no diferirán considerablemente de los disponibles en la actualidad en algunos servicios celulares mejorados. Es probable que los operadores del SMS proporcionen servicios vocales a velocidades de 8 a 16 kbit/s, satisfaciendo así las expectativas de calidad de transmisión comparable a la interurbana. (Los cálculos de este texto se basan en una velocidad de servicio vocales supuesta de 8 kbit/s.)

Servicios de mensajería: Están definidos para incluir servicios del SMS, radiobúsqueda, correo electrónico y mensajería y no diferirán considerablemente en cuanto a su concepción de los disponibles actualmente en los sistemas inalámbricos terrenales. Sin embargo, la calidad del SMS será mejorada con miras a aumentar la longitud de los mensajes, mejorar el tiempo entrega y proporcionar radiobúsqueda bidireccional. La longitud de los ficheros será de 10 kbit/s a 40 kbit/s. (Según lo indicado por Analysys, UMTS Market Forecast y UMTS Forum, Spectrum for IMT-2000, p. 21.)

FIGURA 5

Previsión del tráfico de las IMT-2000 del SMS para el año 2010



2023-05

Servicios MMM: Estos servicios, que diferirán de los disponibles actualmente, son servicios de datos y multimedia. Definidos como asimétricos y que funcionan por «ráfagas», los servicios MMM requerirán capacidades de transmisión relativamente altas (hasta 144 kbit/s), con tamaños de ficheros típicos de 500 kbit/s como promedio. Aunque una amplia variedad de servicios de aplicaciones evolucionarán para llenar estos canales, pueden ser simplificados a los efectos de este análisis en dos grandes categorías, que sirven como herramientas de productividad para el mercado del SMS: servicios móviles de valor añadido y capacidades de teleoficina. Estos ejemplos se proporcionan con el objetivo primario de facilitar la comprensión de los niveles de utilización (examinados en los puntos siguiente).

Servicios móviles de valor añadido: Los servicios móviles de valor añadido son servicios de información diseñados únicamente para el mercado móvil. En otras palabras, el valor real no reside en recibir la misma información que se pudiera solicitar estando en la oficina, sino más bien en acceder a información crítica cuando se está en la situación móvil. Estos servicios incluirían la capacidad de examinar bases de datos de horarios de aviones/trenes, petición y recepción de mapas/direcciones, reservas de alojamiento, acceso a información sobre una compañía que se va a visitar, etc. Estos servicios son generalmente asimétricos y pueden ser accedidos mediante petición o teletecnología. En general, la utilización del enlace ascendente para petición de información sería relativamente pequeña, mientras que la utilización del enlace descendente para retorno de información podría ser bastante mayor, en particular en el caso de datos de mapas u otras imágenes. Si estos servicios se prestan a velocidades de transmisión relativamente altas, los usuarios apreciarán su eficacia y utilizarán sus teléfonos como instrumentos de viaje.

Servicios de teleoficina: La segunda categoría esencial abarca las capacidades de productividad de teleoficina. En este caso la red proporciona principalmente el mecanismo de transmisión, con valor añadido ocasional. El conducto a 144 kbit/s permitirá a los usuarios vincular su teléfono a un computador portátil para transferir ficheros a/desde la oficina, acceder a bases de datos de empresas y presentaciones de telecarga. En otras palabras, los profesionales móviles serán tan dependientes de los datos visualizados cuando están en camino como lo son actualmente en la oficina, y tendrán la mayoría de sus ficheros y bases de datos de información almacenados electrónicamente, de modo que

dondequiera que un empleado esté viajando podrá acceder a estos ficheros gracias a servidores de potente memoria. Además, los servicios IMT-2000 permitirán también la gestión de transacciones financieras cifradas y el comercio electrónico. Los abonados podrán hacer compras con su teléfono y los gastos serán archivados electrónicamente mientras están fuera de la oficina.

Servicios HMM: Como lo indica su nombre, los servicios HMM son aplicaciones simétricas que requieren conexiones continuas de alta velocidad. Las aplicaciones fundamentales que aprovecharán estas capacidades de transmisión en el SMS se denominan servicios de comunicación mejorados. Las capacidades de comunicación mejoradas comprenden imagen y videoconferencia, telepresentaciones y visualización para diagnóstico a distancia y reparación. Estos tipos de servicios requerirán las velocidades más altas disponibles (hasta 384 kbit/s) (véase la Nota 1) y serán utilizados cuando la presencia personal no es posible o no es práctica. Se prevé que sólo el 40% de todos los abonados al SMS utilizarán estos servicios.

Además de los servicios indicados, es indudable que habrá un amplio conjunto de servicios de entretenimiento que serán desarrollados, sustentados y utilizados por el SMS, a saber, noticias deportivas, telecargas de vídeo, juegos, etc. Sin embargo, se prevé que el abonado SMS de alto nivel será atraído por los instrumentos de productividad descritos anteriormente. De hecho, las aplicaciones sustentadas por los servicios mencionados serán tan críticas como la accesibilidad vocal, lo que indica que una parte cada vez mayor del tráfico total (bits) será atribuible a datos.

NOTA 1 – Las especificaciones de las IMT-2000 recomiendan proporcionar a un usuario velocidades de hasta 144 kbit/s mientras está en movimiento, y de hasta 2 Mbit/s cuando está fijo. Sin embargo, es posible que, como sucede con algunos operadores de comunicaciones inalámbricas terrenales, los proveedores de comunicaciones por satélite elijan ofrecer velocidades más altas (hasta 384 kbit/s) a los abonados móviles.

5 Cálculos de utilización

Los niveles de utilización descritos anteriormente se basan en una combinación de investigación de mercado primaria y análisis de mercado secundario. Los niveles de utilización del SMS se proporcionan en Mbit/s por mes y año para cada una de las cuatro categorías de servicios: servicios vocales, mensajería, servicios MMM y servicios interactivos a alta velocidad. A diferencia de la metodología para los sistemas inalámbricos terrenales, no ha sido necesario diferenciar los niveles de utilización por entorno y movilidad (véase la Nota 1).

Toda la utilización del SMS presentada en este Apéndice se basa en hipótesis sobre el tiempo que los abonados están fuera de las zonas de cobertura inalámbrica terrenal. Los *servicios vocales* y *de mensajería* del SMS se utilizan en zonas donde no hay servicio celular digital, y los *servicios de datos* del SMS se utilizan en zonas donde no hay servicio celular mejorado de la segunda o tercera generaciones (véase la Nota 2). Se ha de señalar que, por definición, los abonados del SMS suelen emplear una cantidad importante de tiempo *en zonas*, o *transitando por zonas*, con cobertura inalámbrica tradicional inadecuada. El porcentaje de tiempo fuera de la zona de cobertura varía según el tipo de abonado, es más baja para el hombre de negocios que viaja y más alta para los periodistas y otros trabajadores industriales.

La utilización por abonado permanece estática para los mensajes vocales y de mensajería en el tiempo, dada la historia de estas aplicaciones en el mercado y la estabilidad de las necesidades de usuario a este respecto en 2005. En cambio, es de esperar que la utilización por abonado de los servicios MMM (servicios de valor añadido, aplicaciones de teleoficina) y los servicios de datos interactivos a alta velocidad (servicios de comunicación mejorados) aumenten a un ritmo anual de 5% entre 2005 y 2010, puesto que los abonados dependerán cada vez más de la utilidad proporcionada por estos servicios.

Servicios vocales: Se prevé que los niveles de comunicaciones vocales para el abonado SMS sea aproximadamente de 1,8 a 2,7 Mbit/s por mes, de acuerdo con la investigación primaria relativa a los hábitos de utilización informados y validados, que se integraron después con el perfil de viaje de los abonados y el tiempo empleado fuera de la cobertura inalámbrica terrenal (véase la Nota 3). La utilización de servicios vocales por abonado permanece constante en el tiempo en el modelo proporcionado en este Informe. Se supone que los usuarios están familiarizados con las ventajas de las comunicaciones inalámbricas y su perfil de utilización de servicios vocales no variará con la introducción de los servicios vocales de alta calidad de las IMT-2000.

Mensajería simple: Se prevé un uso elevado de mensajería y radiobúsqueda del SMS por varias razones. En primer lugar, se espera que la mensajería se convierta en el correo electrónico del futuro, experimentando el mismo tipo de crecimiento exponencial en los próximos años que el correo electrónico por cable. Sólo en 1997, en Estados Unidos de América se generaron casi tres trillones de mensajes de correo electrónico, y se prevé que esta cifra será duplicada al final del siglo (Willkofsky Gruen Associates, presentado por MMTA). No sólo los abonados móviles transmitirán correo electrónico por cable a sus teléfonos y radiobuscadores mientras viajan, sino que aumentarán también la generación de

mensajes móviles. Se prevé que los abonados al SMS envíen y reciban un total de 9 a 14 mensajes mientras están fuera de la cobertura terrenal. Con una longitud media de mensajes de 40 kbit/s, esto se traduce en 360 a 540 kbit/s/mes/abonado (véase la Nota 4). Como sucede con los servicios vocales, el número de mensajes por abonado no aumentará significativamente entre 2005 y 2010. De hecho, la mayor parte del crecimiento en esta esfera se producirá desde ahora hasta el 2003, pues los usuarios móviles están experimentando la manera más efectiva de gestionar sus buzones unificados.

Servicios MMM: La investigación secundaria (véase Analysys, UMTS Market Report, cifras de Medium Multimedia and Switched Data services) ajustada para el mercado del SMS y el tiempo empleado fuera de la cobertura inalámbrica terrenal, indica que los abonados SMS utilizarán de 4 200 a 6 300 kbit/s de servicios MMM mensualmente (véase la Nota 5). Con un tamaño de fichero medio de 500 kbit/s, esto se traduce en 8 a 13 ficheros por mes por sistema de satélite para los servicios de valor añadido y aplicaciones de teleoficina combinadas. Se prevé que esta cifra aumentará (5% por año), a medida que los abonados dependan cada vez más de estos instrumentos. Esta utilización se divide como sigue:

Servicios de valor añadido: De muchas maneras la demanda de servicios de valor añadido aumentará de manera similar al crecimiento de la demanda de información y peticiones de datos en la oficina y, como tal, cabe prever que constituya un porcentaje creciente del tráfico móvil total. La utilización mensual incluirá información disponible en el acto (tales como ficheros/imágenes de noticias matutinas) e información permanente, tales como mapas o estadísticas de compañías. Promediando los diferentes tipos de fichero, se prevé que cada transferencia represente 500 kbit/s de datos (véase la Nota 6). Se espera que los abonados aprovechen por lo menos seis ofertas de servicios de valor añadido mensualmente.

Aplicaciones de teleoficina: En segundo lugar de importancia para los abonados después de las llamadas vocales, se prevé que estas capacidades predominen los esquemas de tráfico de los profesionales móviles (véase la Nota 7). Se espera que el promedio del tamaño de los ficheros sea de medio megabyte en las numerosas aplicaciones, y que los abonados envíen o reciban un promedio de dos a siete ficheros o telecargas por mes.

Datos interactivos a alta velocidad: Es particularmente difícil prever la utilización de esta categoría, dado que ofrece los servicios más avanzados de las IMT-2000 que serán sustentados por el SMS. Basándose de nuevo en una investigación secundaria, ajustada para el mercado del SMS y el porcentaje de tiempo empleado fuera de la cobertura, se prevé que la utilización sea de 300 a 450 kbit/s por abonado por mes en 2005, y que esta utilización aumente al mismo ritmo (5%) que los otros servicios de datos transmitidos por las IMT-2000.

NOTA 1 – Las previsiones de las comunicaciones inalámbricas terrenales requieren esta clasificación para discriminar entre variaciones de tamaño de célula para diferentes zonas de densidad (por ejemplo, dentro de edificios, suburbanos) y ofertas fijas contra ofertas móviles (por ejemplo, 2 Mbit/s dentro de edificios). Esto no es necesario para el SMS, porque los tamaños de los haces no varían y todos los servicios se consideran móviles.

NOTA 2 – Se prevé que los servicios IMT-2000 sean compatibles hacia atrás con la mayor parte de los servicios celulares de la segunda generación, pero no necesariamente con los de la primera generación. De acuerdo con esto, se prevé que la utilización de los servicios vocales y de mensajería del SMS sólo se producirá en zonas donde no hay cobertura celular o solamente sistemas celulares analógicos. De manera similar, la utilización de servicios de datos del SMS se producirá en zonas donde no hay capacidades celulares mejoradas de la segunda generación ni de la tercera.

NOTA 3 – Se han realizado investigaciones importantes para analizar los patrones de viaje de los abonados comerciales con respecto a la cobertura inalámbrica terrenal. Sin embargo, dado que esta previsión es para todos los proveedores del SMS, incluidos los que dan servicio a mercados industriales y rurales, el porcentaje de tiempo fuera de la cobertura celular ha sido aumentado ligeramente.

NOTA 4 – Longitud de mensaje basada en UMTS Forum, Spectrum for IMT-2000, p. 21. Esta previsión no tiene en cuenta los mensajes generados por abonados de radiobúsqueda.

NOTA 5 – En ausencia de investigaciones sobre la cobertura prevista de los sistemas mejorados de la segunda y tercera generaciones, los mismos porcentajes para cobertura exterior se utilizan para los servicios MMM y HMM, como en el caso de los servicios vocales y de mensajería. Esto es muy conservador para el 2005, pues es probable que los porcentajes sean mucho más altos.

NOTA 6 – Obsérvese que parte de esta información podrá ser transmitida en formatos de ficheros más pequeños, proporcionando sólo las instrucciones escritas, sin el mapa, o sólo las estadísticas de la compañía, sin la imagen de CEO. Sin embargo, la ventaja competitiva ofrecida por las IMT-2000 es la capacidad de proporcionar la facilidad suplementaria solicitada por este segmento del mercado.

NOTA 7 – La investigación iniciada por Mobile Data Initiative muestra que actualmente los profesionales móviles representan del 19% al 23% de la fuerza del trabajo total, y se prevé que este número aumente.

6 Características del tráfico

El tráfico del SMS es similar al tráfico celular terrenal en muchas de sus características, aunque hay algunos atributos únicos relativos a la hora cargada, al desplazamiento de la hora cargada, a la distribución geográfica y los factores de cresta, que se examinan a continuación:

- *Hora cargada:* La hora cargada para los servicios inalámbricos terrenales es determinada por el uso de los abonados residenciales. En cambio, los abonados del SMS son principalmente viajeros que transitan entre o las zonas de cobertura tradicionales o más allá de éstas. Por tanto, sus *esquemas de tráfico vocal* se basan no en sus horas laborables en el hogar, ni en las horas laborables en su destino, sino más bien en la superposición de estas horas laborables en dos regiones. En otras palabras, un abonado norteamericano que viaja a una zona distante de Japón típicamente efectuaría una llamada al SMS durante las horas diurnas coincidentes en Estados Unidos de América y en Japón. Este fenómeno de solape tiene el efecto de hacer ligeramente plana la curva de hora del día/utilización. De acuerdo con este análisis, el porcentaje del tráfico vocal diario total que se produce en la hora cargada se calcula en 10%. En cambio, la utilización de *servicios de datos* (incluida la mensajería) no está restringida al solape de la curva residencia/lugar visitado, pues las indagaciones de Intranet y del servicio de valor añadido no requieren una persona en el otro extremo. Por consiguiente, es más probable que la cresta de este tráfico se produzca durante las horas laborables del lugar visitado, aproximadamente con el 15% del tráfico total durante la hora más cargada.
- *Factor de desplazamiento de la hora cargada:* Como los servicios del SMS se centran principalmente en el usuario comercial/industrial, el factor de desplazamiento de la hora cargada es bajo, pues no hay que tener en cuenta hora cargada no laborable con respecto a hora cargada laborable.
- *Distribución geográfica:* Los sistemas mundiales del SMS experimentan diferentes niveles de tráfico en el mundo entero. Las tablas anexas a este documento muestran la demanda mundial y las expectativas regionales.
- *Factor de cresta:* A diferencia de los cálculos para los sistemas inalámbricos terrenales, que están localizados, los servicios del SMS son mundiales por naturaleza. Incluso cuando sólo se analiza una región (por ejemplo, Estados Unidos de América), el tráfico no está distribuido uniformemente en esa zona. Por consiguiente, al igual que se debe considerar el tráfico de la hora cargada, hay que considerar también el tráfico de la región cargada. El factor de cresta depende de la densidad de población y es probable que esté comprendido entre 3:1 y 5:1.

Tráfico anual de las IMT-2000 del SMS – Mundial (millones de MB)		
	2005	2010
Servicios vocales	259-389	521-782
Servicios de mensajería	62-78	125-156
MMM	721-902	1 852-1 904
HIMM	21-26	53-55
Total	1 063-1 395	2 551-2 897

Tráfico anual de las IMT-2000 del SMS – Por Regiones (millones de MB)		
	2005	2010
América del Norte y del Sur	298-390	714-811
Japón/Cuenca del Pacífico	245-321	587-666
Europa Occidental	43-56	102-116
Europa Oriental y Eurasia	181-237	434-493
Oriente Medio/África	298-391	714-811
Total	1 063-1 395	2 551-2 897

Cálculos del espectro para la componente de satélite basados en las previsiones de Estados Unidos de América

1 Introducción

En este Apéndice se presentan los cálculos de las necesidades de espectro para la componente de satélite de las IMT-2000 basados en las previsiones de mercado indicadas en el Apéndice 2 al Anexo 1. Para la descripción de estos tipos de servicio, véase el Apéndice 2 al Anexo 1.

2 Cálculos basados en las previsiones de Estados Unidos de América

2.1 Hipótesis de tráfico

Las cifras de tráfico indicadas en el Apéndice 2 al Anexo 1 se dividen en diferentes regiones geográficas. A los efectos del cálculo del espectro, estas cifras de tráfico han sido combinadas como sigue: el tráfico en las tres Regiones Europa Occidental, Europa Oriental y Eurasia y Oriente Medio/África se combinó en el tráfico de la Región 1, el tráfico de América del Norte y América del Sur se consideró como el tráfico de la Región 2 y el tráfico de Japón/superficie del Pacífico se consideró como el tráfico de la Región 3.

Se supuso que el tamaño de una agrupación de haces era 1,5 millones de km². Se supuso que el 10% del tráfico en una Región determinada estaría concentrado en una agrupación de haces. Es posible que haya que considerar esta hipótesis más detenidamente, teniendo en cuenta el tamaño de (la masa terrestre de) cada Región y las variaciones del tráfico dentro de las Regiones.

2.2 Resultados

A continuación se indican los resultados de los cálculos para el espectro del SMS necesario para la componente de satélite de las IMT-2000 (Cuadros 21 a 26). Los parámetros enumerados en los Cuadros tienen el siguiente significado:

T : tráfico total (millones de MB/año)

p : proporción del tráfico diurno en la hora cargada del día

R : tráfico en la hora cargada global (Mbit/s)

h : factor de desplazamiento de la hora cargada

R' : tráfico en la hora cargada global

b : número de agrupaciones de haces

d : factor de retardo

C : capacidad por portadora (kbit/s)

n : número de portadoras

W : anchura de banda de la portadora (kHz)

F : anchura de banda requerida (MHz).

En la Recomendación UIT-R M.1391 se describen ampliamente estos parámetros.

Obsérvese que los Cuadros 21 a 26 muestran la necesidad de espectro en cada sentido.

CUADRO 21

Espectro necesario para satisfacer los requisitos de las IMT-2000 en el SMS en la Región 1 en 2005

	Servicios vocales	Mensajería	MMM	HIMM	
T (millones de MB)	19,1	1,9	22,1	1,3	
p	0,1	0,15	0,15	0,15	
R (Mbit/s)	11,61	1,75	20,20	1,16	
h	1	1	1	0,9	
R' (Mbit/s)	11,61	1,75	20,20	1,05	
b	1	1	1	1	
d	1	2	2	1	
C (kbit/s)	144	144	144	144	
n	80,64	6,06	70,12	7,28	
W (kHz)	200	200	200	200	
F (MHz)	16,13	1,21	14,02	1,46	32,82

CUADRO 22

Espectro necesario para satisfacer los requisitos de las IMT-2000 en el SMS en la Región 2 en 2005

	Servicios vocales	Mensajería	MMM	HIMM	
T (millones de MB)	10,9	1,1	12,6	0,7	
p	0,1	0,15	0,15	0,15	
R (Mbit/s)	6,62	1,00	11,51	0,66	
h	1	1	1	0,9	
R' (Mbit/s)	6,62	1,00	11,51	0,60	
b	1	1	1	1	
d	1	2	2	1	
C (kbit/s)	144	144	144	144	
n	45,98	3,46	39,98	4,15	
W (kHz)	200	200	200	200	
F (MHz)	9,20	0,69	8,00	0,83	18,71

CUADRO 23

Espectro necesario para satisfacer los requisitos de las IMT-2000 en el SMS en la Región 3 en 2005

	Servicios vocales	Mensajería	MMM	HIMM	
<i>T</i> (millones de MB)	9,0	0,9	10,4	0,6	
<i>p</i>	0,1	0,15	0,15	0,15	
<i>R</i> (Mbit/s)	5,45	0,82	9,48	0,55	
<i>h</i>	1	1	1	0,9	
<i>R'</i> (Mbit/s)	5,45	0,82	9,48	0,49	
<i>b</i>	1	1	1	1	
<i>d</i>	1	2	2	1	
<i>C</i> (kbit/s)	144	144	144	144	
<i>n</i>	37,85	2,85	32,91	3,41	
<i>W</i> (kHz)	200	200	200	200	
<i>F</i> (MHz)	7,57	0,57	6,58	0,68	15,40

CUADRO 24

Espectro necesario para satisfacer los requisitos de las IMT-2000 en el SMS en la Región 1 en 2010

	Servicios vocales	Mensajería	MMM	HIMM	
<i>T</i> (millones de MB)	38,3	3,8	46,7	2,7	
<i>p</i>	0,1	0,15	0,15	0,15	
<i>R</i> (Mbit/s)	23,34	3,49	42,62	2,46	
<i>h</i>	1	1	1	0,9	
<i>R'</i> (Mbit/s)	23,34	3,49	42,62	2,22	
<i>b</i>	1	1	1	1	
<i>d</i>	1	2	2	1	
<i>C</i> (kbit/s)	144	144	144	144	
<i>n</i>	162,06	12,12	147,97	15,39	
<i>W</i> (kHz)	200	200	200	200	
<i>F</i> (MHz)	32,41	2,42	29,59	3,08	67,51

CUADRO 25

Espectro necesario para satisfacer los requisitos de las IMT-2000 en el SMS en la Región 2 en 2010

	Servicios vocales	Mensajería	MMM	HIMM	
T (millones de MB)	21,9	2,2	26,7	1,5	
p	0,1	0,15	0,15	0,15	
R (Mbit/s)	13,33	1,99	24,34	1,41	
h	1	1	1	0,9	
R' (Mbit/s)	13,33	1,99	24,34	1,27	
b	1	1	1	1	
d	1	2	2	1	
C (kbit/s)	144	144	144	144	
n	92,56	6,92	84,51	8,79	
W (kHz)	200	200	200	200	
F (MHz)	18,51	1,38	16,90	1,76	38,56

CUADRO 26

Espectro necesario para satisfacer los requisitos de las IMT-2000 en el SMS en la Región 3 en 2010

	Servicios vocales	Mensajería	MMM	HIMM	
T (millones de MB)	18,0	1,8	21,9	1,30	
p	0,1	0,15	0,15	0,15	
R (Mbit/s)	10,95	1,64	19,99	1,15	
h	1	1	1	0,9	
R' (Mbit/s)	10,95	1,64	19,99	1,04	
b	1	1	1	1	
d	1	2	2	1	
C (kbit/s)	144	144	144	144	
n	76,01	5,69	69,40	7,22	
W (kHz)	200	200	200	200	
F (MHz)	15,20	1,14	13,88	1,44	31,66

Previsión de Inmarsat de los usuarios y del tráfico por satélite del SMS y las IMT-2000

1 Introducción

El Foro UMTS (Iniciativa de Europa para los servicios del tipo IMT-2000), a través del Grupo de Aspectos del Mercado (Market Aspects Group), ha previsto la demanda de servicios del SMS (y la porción UMTS/IMT-2000) para los años 2005 y 2010. Estas previsiones, adoptadas por el Foro, se basaron principalmente en las previsiones del mercado UMTS/IMT-2000 y SMS hechas por Inmarsat, y se tomaron después como base para derivar las necesidades de espectro de UMTS para la componente de satélite de UMTS y SMS.

En este Apéndice se detalla la metodología y el enfoque utilizados por Inmarsat para determinar las previsiones de los servicios basados en satélites del SMS y las IMT-2000 y las previsiones resultantes. El Foro UMTS adoptó las previsiones SMS/UMTS mundiales basadas en esta metodología en 1997. Desde entonces han continuado los trabajos y se ha determinado una metodología más robusta que resulta en una mezcla diferente de usuarios y tráfico, pero que no resulta en previsiones de tráfico totales muy diferentes con respecto a las adoptadas por el Foro UMTS. A continuación se describe esta metodología y la previsión actualizada.

2 Consideraciones generales

Un objetivo de la perspectiva de las IMT-2000 es ampliar los servicios IMT-2000 universalmente a todos los lugares en los cuales puede haber usuarios móviles. Los estudios han mostrado que los usuarios solicitarán servicios en todos los lugares y entornos adonde viajan o están en tránsito. Como no se prevé que la infraestructura terrenal de las IMT-2000 pueda ofrecer servicios en todos los entornos o ubicaciones geográficas, debido a la rapidez del desarrollo de las regiones y de la economía, las necesidades de los usuarios en estas zonas podrán ser satisfechas por los servicios IMT-2000 por satélite. Los servicios IMT-2000 por satélite serán ofrecidos en todas las ubicaciones geográficas inmediatamente después de la introducción de las IMT-2000.

La demanda de los servicios por satélite de las IMT-2000 será estimulada principalmente por las expectativas creadas por los servicios IMT-2000 terrenales (es decir, los usuarios de los servicios IMT-2000 esperan disponer de servicios en todas las zonas donde se mueven), aunque no se espera que los usuarios de las IMT-2000 por satélite constituyan un mercado masivo por sí mismos.

Los entornos en los cuales se necesitarán satélites para proporcionar los servicios IMT-2000 son:

- vehicular rural (por ejemplo, trenes, automóviles), peatonal (móvil o portátil) y fijo (semifijo no permanente);
- vehicular distante (peatonal y fijo);
- marítimo (por ejemplo, buques, embarcaciones) y aeronáutico (por ejemplo, aviones);
- estaciones de base localizadas (por ejemplo, en trenes o autobuses);
- cualesquiera otros emplazamientos donde no se disponga aún de servicios IMT-2000 terrenales.

3 Tamaño del mercado

La tendencia de las comunicaciones personales apunta hacia terminales cada vez más pequeños y portátiles. Sin embargo, el desajuste inevitable entre el tamaño y las limitaciones técnicas hace que los usuarios estén preparados a aceptar algunos compromisos entre tamaño/portabilidad y funcionalidad/capacidad. Es probable que los servicios IMT-2000 transmitidos por satélite empleen dos tipos de terminales diferentes. Uno proporcionará servicios limitados a voz y datos a baja velocidad pero incorporando modo doble (terrenal/satélite) en un terminal portátil. El otro proporcionará todos los servicios multimedia IMT-2000 a las velocidades de datos mínimas de zona grande pero con un terminal ligeramente menos portátil (que podrá actuar también como estación de base proporcionando servicios portátiles en una zona localizada). En el caso de aparatos telefónicos de modo doble, la red IMT-2000 buscará primero una señal terrenal y si ésta no está disponible, conmutará automáticamente al satélite.

Las previsiones de los abonados del SMS y las IMT-2000 han sido segmentadas en abonados no multimedios (los que sólo necesitan servicios no multimedios) y los abonados multimedios (que a su vez han sido divididos en usuarios frecuentes y menos frecuentes). Se espera que todos los abonados multimedios previstos utilizarán las IMT-2000 mientras que sólo una porción de los abonados no multimedios utilizarán las IMT-2000.

Las previsiones para los abonados no multimedios se han basado principalmente en una investigación de mercado previa primaria y secundaria y en varias previsiones de grupos industriales para servicios por satélite no multimedios. Las previsiones de los servicios multimedios se han basado en una investigación importante primaria y secundaria sobre el tamaño del mercado y los perfiles de utilización.

Las previsiones son las siguientes:

CUADRO 27

<i>Abonados</i> (000)	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Servicios no multimedios	4 875	7 500
Servicios multimedios	6 585	10 975

En el caso de los usuarios de servicios multimedios, los usuarios frecuentes constituirán el 10% a 20% de los usuarios previstos totales y los usuarios infrecuentes serán el resto. La mejor descripción de los usuarios frecuentes es que están la mayor parte del tiempo fuera de la cobertura móvil terrenal y utilizan servicios basados en satélite como una parte esencial de sus necesidades de comunicaciones diarias. Los usuarios infrecuentes son aquellos que predominantemente serían usuarios móviles terrenales, pero que requieren servicios similares cuando están temporalmente fuera de la cobertura de sistemas móviles terrenales.

4 Servicios y utilización

En el caso de los usuarios de servicios no multimedios, los servicios abarcan solamente servicios vocales básicos (pero de alta calidad, 8/16 kbit/s) y datos a baja velocidad (9,6/16 kbit/s). Los usuarios de servicios multimedios requieren una variedad de diferentes servicios y aplicaciones, que se describen a continuación:

- *Conversación:* Calidad vocal básica a 8/16 kbit/s.
- *Datos a baja velocidad:* Predominantemente mensajería y correo electrónico (sin anexos) a 9,6/16 kbit/s.
- *Servicios asimétricos:* Servicios predominantemente en un sentido que incluyen transferencia de ficheros, acceso a bases de datos/redes de área local, Intranet/Internet, WWW, correo electrónico (con anexos), transferencia de imágenes, etc. Las velocidades de transmisión serán de hasta 144 kbit/s. Esto corresponde con los servicios multimedios de medio (y alto) nivel definidos por UMTS como velocidades de zona amplia definidos por UMTS e IMT-2000.
- *Multimedios interactivos:* Predominantemente videconferencia y videotelefonía a velocidades de datos de 144 kbit/s aproximadamente. Esto corresponde con los servicios HMM definidos por UMTS y las velocidades de zona amplia definidas por UMTS e IMT-2000.

Los estudios de investigaciones primarias han mostrado que los servicios asimétricos son los más solicitados por los usuarios que requieren servicios IMT-2000 por satélite. Esto no difiere considerablemente de las necesidades terrenales, aunque las necesidades de servicios HMM se satisfarán mejor por satélite.

Las previsiones de utilización de estos servicios se han basado en la experiencia actual de las empresas (como un operador actual del SMS), investigación primaria de perfiles de usuario, investigación secundaria y contribuciones de compañías internacionales de telecomunicaciones en relación con las aplicaciones multimedios.

Los niveles de utilización mostrados en el Cuadro 28 se representan en min o en Mbit/s (MB) por mes, según el tipo de servicio. Lo más probable es que los servicios bidireccionales, tales como voz y multimedios interactivos, sean tasados por minuto (teniendo en cuenta la calidad basada en la velocidad de datos), mientras que (predominantemente) los servicios unidireccionales, tales como datos a baja velocidad y servicios asimétricos, serán tasados por volumen de datos (teniendo en cuenta también las velocidades de datos).

CUADRO 28

Niveles de utilización previstos de los SMS

<i>Utilización media por mes</i>			
	<i>Base</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Servicios no multimedios			
Conversación	min a 16 kbit/s	73	71
Datos a baja velocidad	kB	8 365	8 175 equivale a ~ 70 min/mes a 16 kbit/s
Servicios multimedios			
Conversación	min a 8 kbit/s	20	26
Datos a baja velocidad	kB	2 584	3 380 equivale a ~ 25 min/mes a 16 kbit/s
Servicios asimétricos	kB	26 154	34 247 equivale a ~ 35 min/mes a 104/144 kbit/s
Servicios interactivos	min a 144 kbit/s	2	promedio de 2 bajo debido a que sólo una pequeña porción (10% a 20%) de los usuarios previstos utilizarán servicios interactivos

La utilización media se basa en una combinación de usuarios frecuentes e infrecuentes. Por ejemplo, en los servicios asimétricos, la utilización de los usuarios frecuentes rebasará 100 min/mes mientras que la de los usuarios infrecuentes será del orden de 10 a 20 min/mes. Además, la utilización prevista representa un sentido solamente, es decir, habrá la misma necesidad en ambos sentidos.

Sobre la base de los perfiles de utilización, las previsiones totales de tráfico (para SMS) son las que se muestran en el Cuadro 29.

CUADRO 29

Previsiones totales del tráfico móvil por satélite

<i>Tráfico (millones de MB)</i>		
Servicios no multimedios		
Conversación	509	764
Datos a baja velocidad	491	736
	1 000	1 500
Servicios multimedios		
Conversación	94	206
Datos a baja velocidad	204	445
Asimétricos	2 067	4 510
Interactivos	141	307
	2 506	5 468
Total	3 506	6 968

Las previsiones del tráfico IMT-2000 excluyen el tráfico que no es IMT-2000. Este tráfico está representado predominantemente por servicios vocales básicos y de datos a baja velocidad de la primera y segunda generaciones. Por consiguiente, la previsión del tráfico IMT-2000 es la que se muestra en el Cuadro 30.

CUADRO 30

Previsiones del tráfico IMT-2000 por satélite

<i>Tráfico (millones de MB)</i>		
Servicios no multimedios		
Conversación	34	123
Datos a baja velocidad	33	119
	67	242
Servicios multimedios		
Conversación	94	206
Datos a baja velocidad	204	445
Asimétricos	2 067	4 510
Interactivos	141	307
	2 506	5 468
Total	2 573	5 710

APÉNDICE 6

AL ANEXO 1

Cálculos del espectro para la componente de satélite basados en las previsiones de Inmarsat

1 Introducción

En este Apéndice se presentan los cálculos de las necesidades de espectro para la componente de satélite de las IMT-2000 y el SMS basados en las previsiones del mercado indicadas en el Apéndice 4 al Anexo 1. Para la descripción de estos tipos de servicio, véase el Apéndice 4 al Anexo 1.

2 Cálculos basados en las previsiones de Inmarsat

2.1 Resultados

A continuación se indican los resultados de los cálculos para el espectro del SMS necesario para la componente de satélite de las IMT-2000 (Cuadros 31 a 36) con un análisis de los diversos parámetros. Los parámetros enumerados en los Cuadros tienen el siguiente significado:

- T : tráfico total (millones de MB/año)
- p : proporción del tráfico diurno en la hora cargada del día
- R : tráfico en la hora cargada global (Mbit/s)
- h : factor de desplazamiento de la hora cargada
- R' : tráfico en la hora cargada global
- b : número de agrupaciones de haces
- d : factor de retardo
- C : capacidad por portadora (kbit/s)
- n : número de portadoras
- W : anchura de banda de la portadora (kHz)
- F : anchura de banda requerida (MHz).

Obsérvese que los Cuadros 31 a 36 muestran las necesidades de espectro en cada sentido.

CUADRO 31

Tráfico no IMT-2000 no multimedios en 2005

Tipo de servicio	Conversación	Datos a baja velocidad	
Tráfico total (millones de Mbit/s)	475	458	
Porcentaje en punto crítico	12	12	
T (millones de MB)	57	54,96	
p	0,15	0,15	
R (Mbit/s)	52,05	50,19	
h	87%	86%	
R' (Mbit/s)	45,21	43,24	
b	1	1	
d	1	2	
C (kbit/s)	144	144	
n	313,99	150,14	
W (kHz)	200	200	
F (MHz)	62,80	30,03	92,83

CUADRO 32

Tráfico IMT-2000 no multimedios en 2005

Tipo de servicio	Conversación	Datos a baja velocidad	
Tráfico total (millones de Mbit/s)	34	33	
Porcentaje en punto crítico	12	12	
T (millones de MB)	4,08	3,96	
p	0,15	0,15	
R (Mbit/s)	3,73	3,62	
h	87%	86%	
R' (Mbit/s)	3,24	3,12	
b	2	2	
d	1	2	
C (kbit/s)	144	144	
n	11,24	5,41	
W (kHz)	200	200	
F (MHz)	2,25	1,08	3,33

CUADRO 33

Tráfico IMT-2000 multimedios en 2005

Tipo de servicio	Conversación	Datos a baja velocidad	Asimétricos	Interactivos	
Tráfico total (millones de Mbit/s)	94	204	2 067	141	
Porcentaje en punto crítico	10	10	10	10	
T (millones de MB)	9,4	20,4	206,7	14,1	
p	0,1	0,1	0,1	0,1	
R (Mbit/s)	5,72	12,42	125,84	8,58	
h	84%	86%	84%	84%	
R' (Mbit/s)	4,80	10,74	105,60	7,20	
b	2	2	2	2	
d	1	2	5	1	
C (kbit/s)	144	144	144	144	
n	16,68	18,64	73,34	25,01	
W (kHz)	200	200	200	200	
F (MHz)	3,34	3,73	14,67	5,00	26,73

CUADRO 34

Tráfico no IMT-2000 no multimedios en 2010

Tipo de servicio	Conversación	Datos a baja velocidad	
Tráfico total (millones de Mbit/s)	641	617	
Porcentaje en punto crítico	12	12	
T (millones de MB)	76,92	74,04	
p	0,15	0,15	
R (Mbit/s)	70,25	67,62	
h	82%	81%	
R' (Mbit/s)	57,56	54,93	
b	1,5	1,5	
d	1	2	
C (kbit/s)	144	144	
n	266,47	127,14	
W (kHz)	200	200	
F (MHz)	53,29	25,43	78,72

CUADRO 35

Tráfico IMT-2000, no multimedios en 2010

Tipo de servicio	Conversación	Datos a baja velocidad	
Tráfico total (millones de Mbit/s)	123	119	
Porcentaje en punto crítico	12	12	
T (millones de MB)	14,76	14,28	
p	0,15	0,15	
R (Mbit/s)	13,48	13,04	
h	82%	81%	
R' (Mbit/s)	11,04	10,59	
b	2	2	
d	1	2	
C (kbit/s)	144	144	
n	38,35	18,39	
W (kHz)	200	200	
F (MHz)	7,67	3,68	11,35

CUADRO 36

Tráfico IMT-2000 multimedios en 2010

Tipo de servicio	Conversación	Datos a baja velocidad	Asimétricos	Interactivos	
Tráfico total (millones de Mbit/s)	206	445	4510	307	
Porcentaje en punto crítico	10	10	10	10	
T (millions de MB)	20,6	44,5	451	30,7	
p	0,1	0,1	0,1	0,1	
R (Mbit/s)	12,54	27,09	274,58	18,69	
h	79%	81%	79%	79%	
R' (Mbit/s)	9,92	22,08	217,23	14,79	
b	2	2	2	2	
d	1	2	5	1	
C (kbit/s)	144	144	144	144	
n	34,45	38,33	150,85	51,34	
W (kHz)	200	200	200	200	
F (MHz)	6,89	7,67	30,17	10,27	55,00

2.2 Análisis de los parámetros

Porcentaje en punto crítico: Los cálculos se han realizado para un punto crítico global, cuya área aproximada es 3 millones de km². El porcentaje de tráfico en el punto crítico especifica el porcentaje del tráfico mundial total que se origina desde esta zona según las previsiones del mercado.

Proporción del tráfico diurno en la hora cargada, p : Sobre la base de las previsiones del mercado, se ha elegido $p = 0,1$ para tráfico multimedia y $p = 0,15$ para tráfico no multimedia.

Factor de desplazamiento de la hora cargada, h : Este factor se ha calculado considerando doce entornos de tráfico diferentes y calculando el promedio ponderado de los factores de desplazamiento de la hora cargada para estos entornos.

Número de agrupaciones de haces en la zona, b : Al elegir este valor, se ha considerado que los sistemas SMS no IMT-2000 ya planificados cubrirían típicamente la zona en cuestión con una agrupación de haces o menos. Se prevé que los futuros sistemas del SMS proporcionen reutilización de frecuencias mejorada, aunque no es probable que ningún sistema del SMS pueda proporcionar más de dos agrupaciones de haces en la zona en el año 2010. A los efectos de estos cálculos, se ha supuesto que los satélites de las IMT-2000 tendrán dos agrupaciones de haces en la zona ($b = 2$). Esto corresponde, por ejemplo, con un haz medio de 200 000 km² aproximadamente y un esquema de reutilización de frecuencias de 7. Esta reutilización de frecuencias no se ha logrado aún, pero se prevé que será posible en el periodo de tiempo planificado para las IMT-2000.

El factor b se ha elegido junto con la eficacia de utilización de la modulación, es decir, C/W , pues ninguno de los dos pueden ser mejorados sin considerar el efecto mutuo. Por ejemplo, una eficacia de modulación mejorada, requerirá una relación portadora/ruido más alta, lo que produce una degradación de la reutilización. Asimismo, al determinar estos factores, se consideró que la reutilización de frecuencias real nunca puede ser perfecta, debido a las variaciones geográficas del volumen del tráfico.

Factor de retardo, d: $d = 1$ para los servicios vocales interactivos con conmutación de circuitos. Sobre la base de los estudios de mercado, para los servicios de datos a baja velocidad y asimétricos con conmutación de paquetes, se ha considerado que d es 2 y 5 respectivamente.

Se supone que la capacidad por portadora, C , sea 144 kbit/s.

Se ha considerado que la anchura de banda de la portadora, W , es 200 kHz.

Se ha supuesto que la velocidad binaria de información de 144 kbit/s más la tara de aproximadamente 30 kbit/s se acomodará en una anchura de banda de portadora de 200 kHz, lo que se puede lograr por ejemplo, mediante la MDP-4 con una FEC de 0,6% aproximadamente en el punto crítico: especifica la proporción del tráfico mundial total que se origina en el punto crítico mundial; el tamaño de esta zona es de 3 millones de km² aproximadamente.

2.3 Resumen

Las necesidades de espectro se resumen en el Cuadro 37.

CUADRO 37

Resumen de las necesidades de espectro estimadas de la componente de satélite de las IMT-2000/SMS (MHz por sentido de transmisión)

	2005	2010
No IMT-2000 ⁽¹⁾		
– No multimedia	93	79
IMT-2000		
– No multimedia	3	11
– Multimedia	27	55
Total IMT-2000	30	66
Total SMS	123	145

⁽¹⁾ Se supone que todo el tráfico de servicios multimedia será compatible con las IMT-2000.

ADJUNTO 1

AL APÉNDICE 6

Cálculo de los factores de desplazamiento de la hora cargada

Los Cuadros 38 y 39 muestran la división del tráfico proyectado y el desplazamiento de la hora cargada para cada entorno y servicio para los años 2005 y 2010, respectivamente. Los Cuadros muestran también el promedio ponderado resultante del factor de desplazamiento de la hora cargada.

CUADRO 38

División del tráfico por entorno y servicio y cálculo del promedio ponderado del factor de hora cargada, año 2005

Tráfico de servicios multimedios en 2005	Porcentaje de tráfico en cada entorno				Porcentaje de tráfico en la hora cargada global ⁽¹⁾	División por entorno				
	Voz	Datos	Asimétrico	Interactivo		Voz	Datos	Asimétrico	Interactivo	
Peatonal rural (portátil, transportable)	24%	24%	24%	24%	100%	24%	24%	24%	24%	
Vehicular rural (automóvil, camión, tren, autobús)	6%	6%	6%	6%	100%	6%	6%	6%	6%	
Semifijo rural	5%	5%	5%	5%	85%	4%	4%	4%	4%	
Peatonal distante	34%	35%	34%	34%	100%	34%	35%	34%	34%	
Vehicular distante	6%	6%	6%	6%	100%	6%	6%	6%	6%	
Semifijo distante	8%	9%	8%	8%	85%	7%	7%	7%	7%	
Marítimo costero (yates, remolques) ⁽²⁾	2%	1%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Marítimo en alta mar (cargueros, petroleros, transatl.) ⁽²⁾	2%	1%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	
Aeronáutico privado/de empresas ⁽³⁾	5%	5%	5%	5%	60%	1%	2%	1%	1%	
Aeronáutico de pasajeros ⁽³⁾	8%	8%	8%	8%	40%	2%	2%	2%	2%	
Estación de base localizada ⁽⁴⁾	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Alternativa al servicio terrenal ⁽⁴⁾	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	100%	100%	100%	100%						
	Factor de desplazamiento de la hora cargada-Promedio ponderado						84%	86%	84%	84%

Tráfico de servicios multimedios en 2005	Porcentaje de tráfico en cada entorno		Porcentaje de tráfico en la hora cargada global ⁽¹⁾	División por entorno	
	Voz	Datos		Voz	Datos
Peatonal rural (portátil, transportable)	57%	58%	100%	57%	58%
Vehicular rural (automóvil, camión, tren, autobús)	2%	2%	100%	2%	2%
Semifijo rural	11%	11%	85%	9%	9%
Peatonal distante	7%	5%	100%	7%	5%
Vehicular distante	4%	4%	100%	4%	4%
Semifijo distante	3%	4%	85%	3%	3%
Marítimo costero (yates, remolques) ⁽²⁾	1%	1%	0%	0%	0%
Marítimo en alta mar (cargueros, petroleros, transatl.) ⁽²⁾	3%	3%	0%	0%	0%
Aeronáutico privado/de empresas ⁽³⁾	2%	2%	60%	1%	1%
Aeronáutico de pasajeros ⁽³⁾	3%	3%	40%	1%	1%
Estación de base localizada	7%	8%	50%	4%	4%
Alternativa al servicio terrenal ⁽⁴⁾	0%	0%	0%	0%	0%
	100%	100%			
	Factor de desplazamiento de la hora cargada-Promedio ponderado			87%	86%

(1) Incluye tráfico comercial y no comercial.

(2) Tráfico marítimo excluido de la hora cargada pues el tráfico generado nunca estará en el punto crítico.

(3) Tráfico aéreo en la hora cargada dividida por la mitad.

(4) Actualmente no se ha incluido la parte de tráfico para estos entornos, aunque la previsión del tráfico total los incluye.

CUADRO 39

División del tráfico por entorno y servicio y cálculo del promedio ponderado del factor de hora cargada, año 2010

Tráfico de servicios multimédios en 2010	Porcentaje de tráfico en cada entorno				Porcentaje de tráfico en la hora cargada global ⁽¹⁾	División por entorno			
	Voz	Datos	Asimétrico	Interactivo		Voz	Datos	Asimétrico	Interactivo
Peatonal rural (portátil, transportable)	24%	24%	24%	24%	95%	22%	23%	22%	22%
Vehicular rural (automóvil, camión, tren, autobús)	6%	6%	6%	6%	95%	6%	6%	6%	6%
Semifijo rural	5%	5%	5%	5%	75%	4%	4%	4%	4%
Peatonal distante	34%	35%	34%	34%	95%	32%	33%	32%	32%
Vehicular distante	6%	6%	6%	6%	95%	6%	6%	6%	6%
Semifijo distante	8%	9%	8%	8%	75%	6%	7%	6%	6%
Marítimo costero (yates, remolques) ⁽²⁾	2%	1%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Marítimo en alta mar (cargueros, petroleros, transatl.) ⁽²⁾	2%	1%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Aeronáutico privado/de empresas ⁽³⁾	5%	5%	5%	5%	60%	1%	2%	1%	1%
Aeronáutico de pasajeros ⁽³⁾	8%	8%	8%	8%	40%	2%	2%	2%	2%
Estación de base localizada ⁽⁴⁾	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Alternativa al servicio terrenal ⁽⁴⁾	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	100%	100%	100%	100%					
	Factor de desplazamiento de la hora cargada-Promedio ponderado					79%	81%	79%	79%

Tráfico de servicios multimédios en 2010	Porcentaje de tráfico en cada entorno		Porcentaje de tráfico en la hora cargada global ⁽¹⁾	División por entorno	
	Voz	Datos		Voz	Datos
Peatonal rural (portátil, transportable)	57%	58%	95%	54%	55%
Vehicular rural (automóvil, camión, tren, autobús)	2%	2%	95%	2%	2%
Semifijo rural	11%	11%	75%	8%	8%
Peatonal distante	7%	5%	95%	7%	5%
Vehicular distante	4%	4%	95%	4%	3%
Semifijo distante	3%	4%	75%	3%	3%
Marítimo costero (yates, remolques) ⁽²⁾	1%	1%	0%	0%	0%
Marítimo en aguas profundas (cargueros, petroleros, transatl.) ⁽²⁾	3%	3%	0%	0%	0%
Aeronáutico privado/de empresas ⁽³⁾	2%	2%	60%	1%	1%
Aeronáutico de pasajeros ⁽³⁾	3%	3%	40%	1%	1%
Estación de base localizada	7%	8%	50%	4%	4%
Alternativa al servicio terrenal ⁽⁴⁾	0%	0%	0%	0%	0%
	100%	100%			
	Factor de desplazamiento de la hora cargada-Promedio ponderado			82%	81%

(1) Incluye tráfico comercial y no comercial.

(2) Tráfico marítimo excluido de la hora cargada pues el tráfico generado nunca estará en el punto crítico.

(3) Tráfico aéreo en la hora cargada dividida por la mitad.

(4) Actualmente no se ha incluido la parte de tráfico para estos entornos, aunque la previsión del tráfico total los incluye.