

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1498

**CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO
EN LA BANDA 37-40 GHz PARA SU UTILIZACIÓN
EN ESTUDIOS DE COMPARTICIÓN**

(Cuestión UIT-R 107/9)

(2000)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la banda 37-40 GHz está atribuida a título primario al servicio fijo;
- b) que la tendencia a la liberalización de las telecomunicaciones aumenta la demanda de soluciones diversas y competitivas de acceso local;
- c) que se instalan en gran escala sistemas del servicio fijo punto a punto (P-P) y que su utilización es cada vez mayor en la banda 37-40 GHz;
- d) que las redes móviles y las infraestructuras de acceso competitivas representan las principales aplicaciones del servicio fijo en esta banda;
- e) que se instala un número creciente de estaciones del servicio fijo P-P y punto a multipunto (P-MP) o están previstas para la utilización del acceso local en la banda 37-40 GHz;
- f) que las altas concentraciones de usuarios del servicio en zonas urbanas, suburbanas e industriales requieren la instalación de una gran densidad de terminales de usuario en dichas zonas;
- g) que las condiciones de propagación en esta banda se rigen en gran medida por los efectos de la atenuación debida a la lluvia;
- h) que el progreso tecnológico en materia de aplicación de sistemas y su instalación está mejorando continuamente la prestación en esta banda del servicio de acceso local en condiciones competitivas;
- j) que la banda 37,5-40 GHz está atribuida a título primario al SFS (espacio-Tierra) y que se prevé en esta banda el funcionamiento de un número creciente de sistemas del SFS;
- k) que la CMR-97, en su Resolución 133 (CMR-97), solicitó realizar estudios con vistas a Recomendaciones técnicas y de funcionamiento que faciliten la compartición entre el servicio fijo y otros servicios que funcionan en la banda 37-40 GHz,

reconociendo

- a) que los sistemas del servicio fijo que funcionan en la banda 37-40 GHz pueden incluir la instalación generalizada de sistemas P-P y P-MP en zonas de servicio específicas;
- b) que las administraciones puedan autorizar sistemas P-P y P-MP utilizando una distribución discreta de canales o asignaciones de bloques de frecuencias; dentro de cada bloque de frecuencias, es una práctica corriente permitir diversas tecnologías, anchuras de banda de la frecuencia portadora y técnicas de acceso,

recomienda

- 1** que la utilización eficaz del espectro, así como la calidad de funcionamiento y la disponibilidad, basadas en las Recomendaciones UIT-T y UIT-R aplicables, constituyan las consideraciones primarias para una instalación de gran densidad de sistemas del servicio fijo en la banda 37-40 GHz (véase la Nota 1);
- 2** que las condiciones de propagación en esta banda se aprovechen ventajosamente en el diseño de trayectos, para conseguir una reutilización extendida de las frecuencias;
- 3** que pueda utilizarse el Anexo I como orientación para la instalación de sistemas del servicio fijo en la banda 37-40 GHz a los efectos de estudios de compartición.

NOTA 1 – Las Recomendaciones pertinentes son, entre otras:

Recomendaciones UIT-T

Recomendación UIT-T G.821 – Característica de error de una conexión digital internacional que funciona a una velocidad binaria inferior a la velocidad primaria y forma parte de una red digital de servicios integrados.

Recomendación UIT-T G.826 – Parámetros y objetivos de las características de error para trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores.

Recomendación UIT-T G.827 – Parámetros y objetivos de disponibilidad para elementos de trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores.

Recomendaciones UIT-R

Recomendación UIT-R F.697 – Objetivos de característica de errores y de disponibilidad para el tramo de grado local en cada extremo de una conexión de RDSI a una velocidad binaria inferior a la velocidad primaria que utiliza sistemas de relevadores radioeléctricos digitales.

Recomendación UIT-R F.757 – Requisitos básicos y objetivos de calidad de funcionamiento para sistemas de acceso inalámbrico fijo que utilizan tecnologías derivadas de las tecnologías móviles que ofrecen servicios de telefonía básica.

Recomendación UIT-R F.1189 – Objetivos de característica de error para los trayectos digitales de velocidad binaria constante que funcionan a velocidad primaria o superior establecidos por sistemas de radioenlaces digitales que pueden constituir una parte o la totalidad del tramo nacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km.

Recomendación UIT-R F.755 – Sistemas punto a multipunto utilizados en el servicio fijo.

Recomendación UIT-R F.1400 – Requisitos y objetivos de calidad de funcionamiento y de disponibilidad para sistemas de acceso inalámbrico fijo a la red telefónica pública conmutada.

Recomendación UIT-R SM.1046 – Definición de la eficacia en la utilización del espectro por un sistema de radiocomunicaciones.

Recomendación UIT-R SM.1271 – Utilización eficaz del espectro empleando métodos probabilísticos.

ANEXO 1

Características de la instalación del servicio fijo en la banda de frecuencias 37-40 GHz, considerada para utilización en estudios de compartición

1 Introducción

El incremento de la instalación de estaciones del servicio fijo o de estaciones terrenas del SFS puede afectar a la futura expansión de ambos servicios en la misma banda de frecuencias. Por consiguiente, los modelos de instalación de estaciones del servicio fijo y de estaciones terrenas del SFS que se necesitan para introducir y expandir servicios viables tienen repercusiones importantes en la compartición de la banda.

El efecto combinado de las diversas condiciones de propagación y de desarrollo de los servicios produce importantes diferencias de instalación del servicio fijo en las bandas por debajo de 14 GHz, donde suele practicarse la compartición entre los sistemas del servicio fijo y del SFS OSG, así como en las bandas por encima de 17 GHz, consideradas para una compartición adicional con los servicios espaciales, por ejemplo el SFS. Las condiciones de propagación dan lugar a longitudes de tramos del servicio fijo utilizables que son inversamente proporcionales a la frecuencia. Por lo tanto, las bandas por debajo de 8 GHz son las más convenientes para la transmisión a larga distancia, mientras que los tramos utilizables bastante más cortos en frecuencias por encima de 17 GHz convienen especialmente a las infraestructuras celulares y las aplicaciones de acceso local, de rápida expansión en las zonas urbanas, suburbanas e industriales.

En las bandas por debajo de 14 GHz, los modelos predominantes de instalación de ambos servicios facilitan la compartición, ya que la distribución del servicio fijo a lo largo de las principales rutas de comunicación da lugar a configuraciones de red con derivaciones, que dejan libres grandes zonas geográficas para el establecimiento de cabeceras del SFS. Esto facilita la realización de distancias de separación entre los servicios, a los efectos de limitar las interferencias a niveles tolerables.

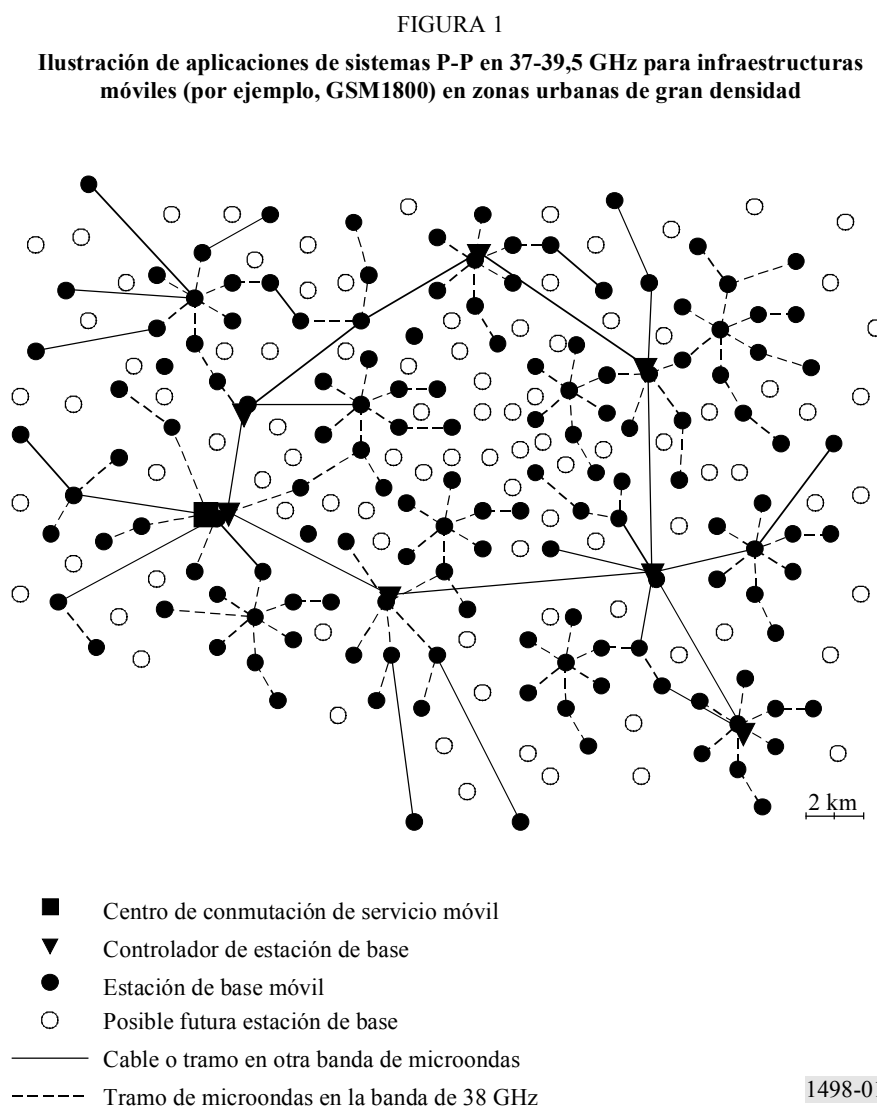
En la banda 37-40 GHz, sin embargo, el modelo predominante de instalación del servicio fijo se caracteriza por infraestructuras de red móviles y el acceso directo del abonado en zonas locales de gran densidad de población, concentración de actividades industriales o centros universitarios, zonas que los modelos de instalación del SFS podrían también abarcar. La instalación de estaciones terrenas del SFS fuera de las zonas con densidad de instalación del servicio fijo presentaría algunos problemas de coordinación. Esto no es necesariamente válido para la instalación de estaciones terrenas del SFS dentro de las zonas de instalación del servicio fijo y zonas adyacentes y en grandes zonas de concesionarios del servicio fijo, y viceversa.

La información relativa a la instalación del servicio fijo que se presenta en este Anexo está destinada a utilizarse en la evaluación de la compartición entre estaciones terrenas del servicio fijo y del SFS en la banda de 38 GHz.

2 Expansión de la instalación del servicio fijo en 38 GHz

Inicialmente, la instalación en gran escala de sistemas P-P en la banda 37-40 GHz tuvo lugar en redes móviles, concentradas principalmente en zonas urbanas e industriales y sus alrededores. Una aplicación en gran escala más reciente del servicio fijo en esta banda consiste en nuevas y diversas formas de acceso inalámbrico fijo que utilizan enlaces P-P terminados directamente en las instalaciones de abonado.

La Fig. 1 ilustra un ejemplo de la actual aplicación primaria en una red móvil para funcionar en 38 GHz en zonas urbanas cuyas densidades de instalación han llegado al orden de 1 a 10 estaciones por km². Los enlaces están diseñados para satisfacer criterios de disponibilidad entre 99,99% y 99,999%.



Si bien en la actualidad el principal uso de la banda de 38 GHz es en muchos países la aplicación de sistemas P-P con capacidades múltiples de la velocidad primaria, en un futuro puede esperarse la introducción de capacidades superiores, hasta 155 Mbit/s o $n \times 155$ Mbit/s; estas capacidades superiores utilizarán métodos de modulación de nivel superior (por ejemplo, MAQ-16).

En Alemania, por ejemplo, desde fines de 1998 se ha instalado un total de unos 12 700 terminales. Se prevé un aumento considerable de esta cifra en los próximos años con el aumento de las aplicaciones de acceso inalámbrico fijo. El 80% de los enlaces se concentra en el 15% de la superficie total (véase la Fig. 2). Los demás enlaces están distribuidos en la superficie restante, pero hay muchas zonas con escasas o inexistentes aplicaciones en 38 GHz. El uso predominante de la gama de 38 GHz en Alemania tiene que ver con las redes móviles, donde las longitudes de tramo suelen situarse entre 1 y 4 km (véase el Cuadro 1).

CUADRO 1

Distribución de longitudes de tramo en la banda de 38 GHz a fines de 1998 en Alemania

Longitud de tramo (km)	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	Total
Número de enlaces	2 951	2 780	565	44	6	6 346

La Fig. 3 ilustra, en el caso de una zona metropolitana de los Estados Unidos de América, una distribución de sistemas P-P en configuraciones de nodo central, que facilitan diversas capacidades de transmisión situadas entre las velocidades de datos subprimarias y 45 Mbit/s. Los enlaces que aparecen en la Fig. 3 son reales. Los triángulos más grandes representan a los abonados potenciales.

En esta zona, los centros de distribución están típicamente situados en edificios altos y las estaciones de abonado se instalan en los techos u otro lugar elevado, o dentro del edificio. Las longitudes de tramo con visibilidad directa se limitan a unos pocos kilómetros, debido a las condiciones de propagación y los exigentes requisitos de disponibilidad. Las distancias pueden aumentar en zonas de escaso desvanecimiento producido por la lluvia o cuando los requisitos de disponibilidad son menores. Las densidades de instalaciones de sistemas P-P, expresadas por el número de estaciones de 38 GHz por km², han alcanzado ya en algunos lugares cifras cercanas a los 100 por km² y siguen aumentando. Un operador indica una tasa de crecimiento nacional de instalación de enlaces, entre enero y agosto de 1998, de aproximadamente el 300%.

En los Estados Unidos de América se ha generalizado la adjudicación de licencias en la banda de 38 GHz para utilización por el servicio fijo. Actualmente operan unos 65 concesionarios del servicio fijo en la banda de 38 GHz, con más de 1 400 licencias de zona. Por lo menos tres de estos concesionarios estadounidenses cuentan con licencias que cubren 180 millones de personas o más. Estos concesionarios de la banda de 38 GHz están instalando un nuevo tipo de red local inalámbrica del servicio fijo que proporciona enlaces digitales directamente a los abonados. Las redes locales establecen la interfaz con la red de telecomunicaciones públicas mediante conmutadores locales y anillos de fibra óptica.

Enlaces de abonado de hasta 0,5 km de longitud representan cerca de un tercio de la base total instalada de todas las zonas metropolitanas actualmente atendidas, mientras que enlaces de hasta 0,75 km cubren la mitad, y los de hasta 1 km de longitud cubren cerca de dos tercios del total. Estos enlaces están generalmente diseñados para asegurar el 99,999% de disponibilidad y satisfacer los objetivos de calidad de funcionamiento de la Recomendación UIT-R F.1092. Pares de canales de 50 MHz de licencia zonal en la banda 38,6-40 GHz amplían la prestación de servicios flexibles y la utilización eficaz del espectro gracias a la reutilización de frecuencias, semejante a la práctica de los operadores del servicio de comunicaciones personales en las bandas del servicio móvil por debajo de 2 GHz.

Mientras el servicio existente en la banda 38,6-40 GHz se basa en el empleo de sistemas P-P con procedimientos sencillos de modulación, por ejemplo el MDP-4, la tendencia del desarrollo es tanto a sistemas P-MP como a procedimientos de modulación más complejos, por ejemplo MAQ-64, que aumentan considerablemente la eficacia espectral y ofrecen mayores capacidades de transmisión, por ejemplo hasta 250 Mbit/s. En los Estados Unidos de

América, se prevé que las densidades combinadas de las estaciones P-P y P-MP por km² se acerquen en algunos casos a la cifra 200 en un año y que esta relación continuará creciendo rápidamente en los años sucesivos. Este crecimiento previsto está contemplado por las licencias ya otorgadas y no requiere nuevas autorizaciones.

FIGURA 2
 Instalación en la gama de 38 GHz en Alemania a fines de 1998

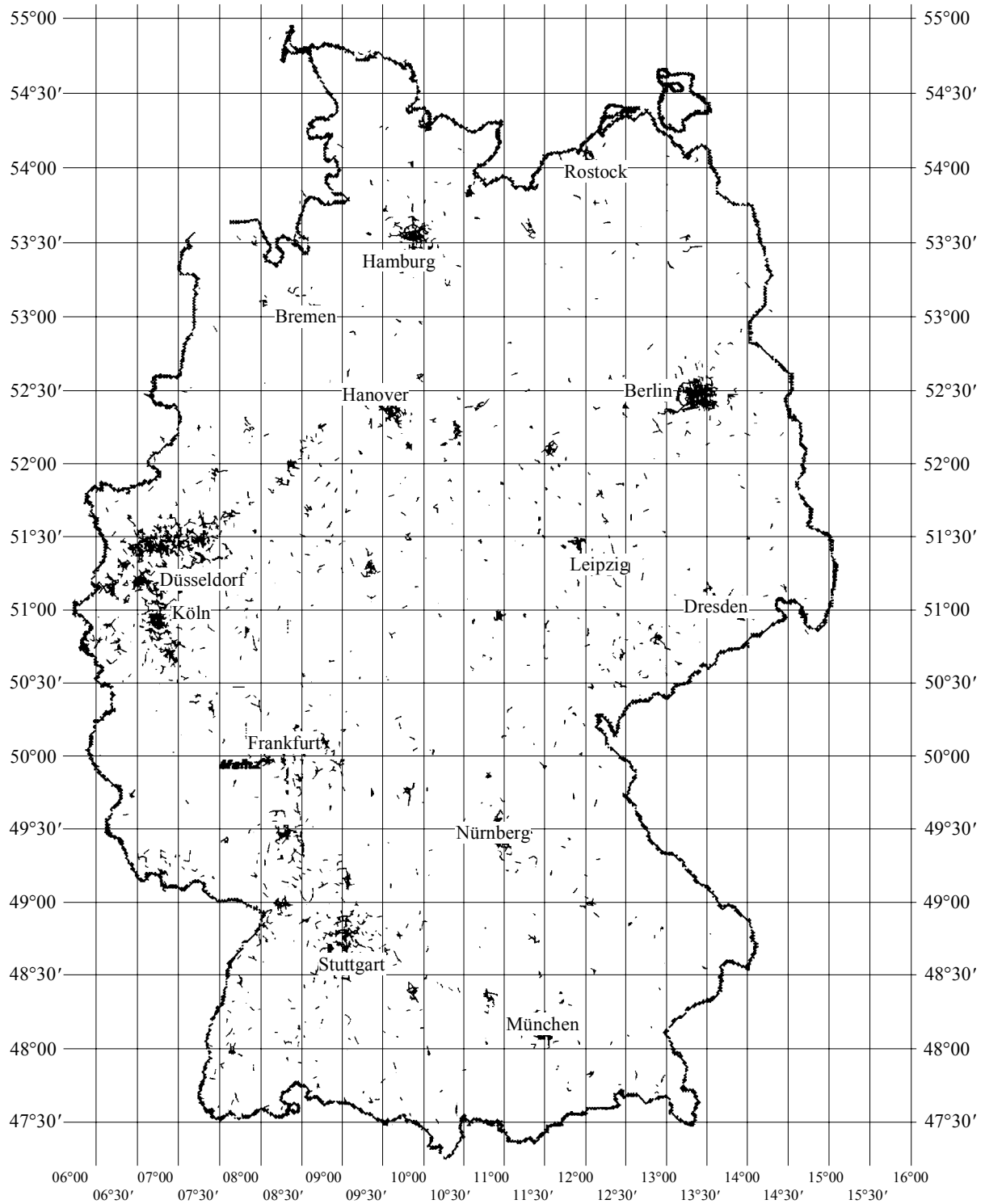
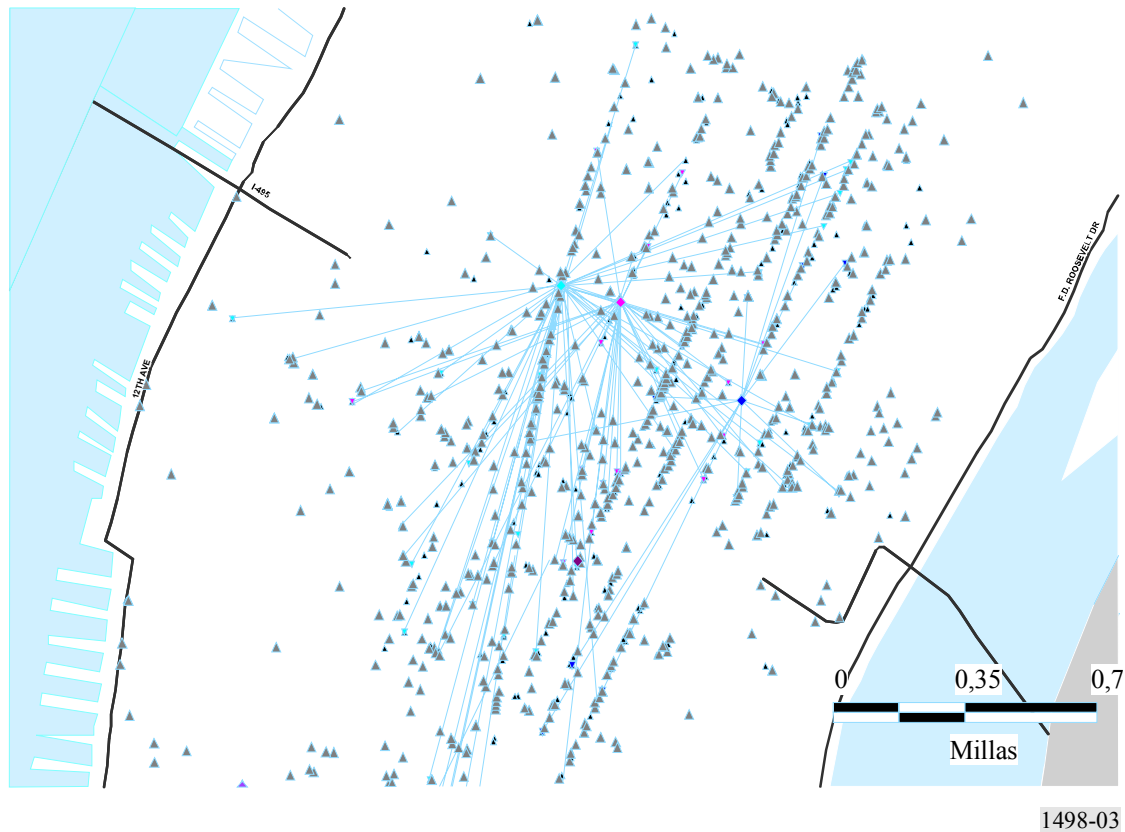


FIGURA 3

Modelo de distribución en una zona urbana de los Estados Unidos de América



En los sistemas P-MP, a diferencia de los sistemas P-P, las antenas de estaciones de base podrán ser tanto omnidireccionales como sectoriales. En cada caso, la antena de la estación de base se orientará para atender a todos los abonados dentro de la zona de servicio de dicha estación de base. En consecuencia, la antena de la estación de base tendrá una ganancia y una directividad inferiores a las de un centro de distribución de una serie de tramos P-P organizados en una configuración del tipo núcleo y rayos. En la configuración P-MP, el extremo de abonado del trayecto funcionará con un nivel inferior de recepción de señales y necesitará, por lo tanto, antenas de mayor ganancia para mantener un margen de desvanecimiento aceptable que compense la atenuación producida por la lluvia.

De acuerdo con los modelos de radiación vertical de las antenas omnidireccionales y sectoriales, la p.i.r.e. de la antena de la estación de base disminuirá a medida que el terminal de abonado se acerque a la estación de base. Esta disminución de la intensidad de la señal se compensa en cierta medida con la correspondiente reducción de la longitud del trayecto. No obstante, el efecto neto es una reducción de la intensidad de la señal, con la correspondiente disminución del margen de desvanecimiento. Se deduce también que, a medida que el trayecto entre el centro de distribución y el abonado disminuye, el ángulo de elevación del terminal de abonado aumenta, reduciéndose así la pérdida atmosférica disponible y aumentando la susceptibilidad del receptor a las interferencias provenientes de emisiones de satélite. Los servicios descritos de acceso local para infraestructuras de redes móviles y acceso directo de abonado consiguen un alto grado de eficacia del espectro gracias a las condiciones favorables de reutilización de frecuencias derivadas de las condiciones de propagación, que limitan las longitudes de tramo con visibilidad directa utilizables en la banda de 38 GHz a unos pocos kilómetros, cuando se requiere una disponibilidad de 99,999%. La experiencia muestra que el régimen de licencias de zona estimula la explotación más eficaz posible del espectro, permitiendo al mismo tiempo que diversos competidores locales coexistan en el mismo mercado local, tal como ocurre con los operadores celulares y del servicio de comunicaciones personales en las bandas del servicio móvil por debajo de 2 GHz.

Últimamente, en Brasil se ha registrado una enorme expansión en la instalación de sistemas P-P y de radiocomunicación digital, principalmente con capacidad de transmisión entre 2 y 34 Mbit/s, para conexiones de apoyo del sistema de telecomunicaciones móviles, así como para aplicaciones de acceso inalámbrico de empresa, en bandas de frecuencias superiores a 15 GHz. Actualmente, en las zonas metropolitanas, debido a la saturación de las bandas de frecuencias inferiores, se ha autorizado la banda de 38 GHz para las aplicaciones mencionadas. A fines de 1997 se habían otorgado ya licencias a 260 tramos, esperándose un índice mayor de instalación en la banda de 38 GHz, a medida que avance la privatización de las telecomunicaciones. Es un buen ejemplo del surgimiento de sistemas del servicio fijo en la banda de 38 GHz.

3 Consideraciones relativas a la determinación de la zona de coordinación respecto del servicio fijo

De una manera general, la coordinación entre las estaciones del servicio fijo y las estaciones terrenas del SFS puede ilustrarse a través de las siguientes situaciones:

- Zonas que no tienen servicio fijo:

Las zonas geográficas en las que las aplicaciones del SFS no necesitarán coordinar con el servicio fijo serán mayores en la banda 37-40 GHz que en las bandas de frecuencias inferiores actualmente compartidas, donde la instalación del servicio fijo se extiende a zonas geográficas considerablemente mayores.

- Zonas con escasa instalación del servicio fijo:

En casos intermedios, en que el servicio fijo tiene poca presencia, la coordinación de estación a estación es viable.

- Zonas con instalación densa del servicio fijo:

En zonas de instalación de servicios con una mayor densidad de estaciones del servicio fijo, la coordinación con y entre estaciones terrenas del SFS debería basarse en modalidades diferentes a las de estación a estación. El Informe de la RPC-97 a la CMR-97 señala en el párrafo 1 del § 7.5.3.2 que, debido a que las distancias entre las estaciones del servicio fijo de gran densidad son notablemente menores que las distancias de separación entre los servicios, la coordinación dentro del servicio y con otros servicios debería efectuarse respecto de zonas de servicio con gran densidad del servicio fijo, y no para cada estación del servicio fijo de gran densidad por separado.

Estas tres situaciones de instalación se ilustran en la Fig. 2.

Las siguientes consideraciones adicionales son de importancia capital para toda coordinación efectuada entre las estaciones del servicio fijo y las estaciones terrenas del SFS:

- Tanto el servicio fijo como el SFS necesitan asegurar una cobertura con visibilidad directa de su base de abonados. El hecho de que las estaciones con centros de distribución del servicio fijo estén situadas en lugares expuestos, como los techos de los edificios altos en muchos casos, reduce las posibilidades de aprovechamiento de las pantallas naturales o artificiales por el SFS a los efectos de reducir la distancia de separación. En estos casos, la mayoría de los trayectos de las interferencias seguirían las condiciones de propagación con visibilidad directa.
 - Con arreglo al régimen de licencia zonal, el servicio tiene lugar tanto mediante sistemas P-P como P-MP del servicio fijo. La utilización de antenas sectoriales en las estaciones centrales de los sistemas punto a multipunto limita más la coordinación. Estas antenas cubren un segmento de 360° o se apilan para una cobertura de zona de servicio omnidireccional, según las necesidades. Las antenas sectoriales reducen las ventajas del empleo de la discriminación angular en la coordinación, en comparación con las antenas parabólicas. La distancia de separación requerida real entre una estación transmisora del servicio fijo y una estación receptora del SFS depende de los parámetros dados de ambos sistemas, tales como la densidad de potencia de la estación transmisora del servicio fijo, los valores mínimos de ángulo de elevación operacional de los sistemas por satélite, la ganancia de antena fuera del eje en ambos sistemas, así como la topografía del terreno.
-