

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R F.384-11**  
(03/2012)

**Disposición de radiocanales para sistemas  
inalámbricos fijos digitales de media  
y gran capacidad que funcionan en  
banda 6 425-7 125 MHz**

**Serie F**  
**Servicio fijo**



## Prólogo

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

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

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

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

### Series de las Recomendaciones UIT-R

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

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

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

Publicación electrónica  
Ginebra, 2012

© UIT 2012

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

## RECOMENDACIÓN UIT-R F.384-11

**Disposición de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos digitales de media y gran capacidad que funcionan en la banda 6 425-7 125 MHz**

(1963-1966-1974-1982-1986-1990-1995-1999-2003-2006-2007-2012)

**Cometido**

La presente Recomendación aporta información sobre disposiciones de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos que funcionan en la parte superior de la banda de 6 GHz (6 425-7 125 MHz) y pueden utilizarse para sistemas fijos de media y gran capacidad. En el texto principal se recomienda que la separación entre canales sea de 40, 30, 20, 10 y 5 MHz con las disposiciones intercaladas con un posible uso de las disposiciones en el mismo canal; en el Anexo 2 aparecen las disposiciones recomendadas con separaciones entre canales de 14, 7 y 3,5 MHz en combinación con la disposición de 30 MHz. En el Anexo 1 se considera el empleo de la transmisión multiportadora basada en dichas disposiciones y se describe en detalle esa aplicación.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que deben poder establecerse sistemas inalámbricos fijos (FWS) de media y gran capacidad en la parte superior de la banda de 6 GHz, a condición de estudiar detenidamente los trayectos radioeléctricos con miras a reducir los efectos de trayectos múltiples;
- b) que, en ciertos casos, conviene poder interconectar en radiofrecuencia los FWS de los enlaces internacionales que trabajan en la parte superior de la banda de 6 GHz;
- c) que una disposición uniforme de los radiocanales para los FWS ofrece grandes ventajas;
- d) que la utilización de determinados tipos de modulación digital (véase la Recomendación UIT-R F.1101) permite utilizar para la transmisión una velocidad binaria del orden de 140 Mbit/s, o velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona (SDH) la disposición de radiocanales;
- e) que para los sistemas radioeléctricos digitales se puede conseguir un mayor ahorro acomodando hasta ocho radiocanales de ida y otros ocho de retorno en una antena única de características de funcionamiento adecuadas;
- f) que podrían reducirse enormemente los efectos perturbadores mediante una disposición adecuada de las frecuencias radioeléctricas de los FWS que consten de varios radiocanales;
- g) que los FWS digitales de una portadora y multiportadora son conceptos útiles para lograr en el diseño del sistema el mejor compromiso técnico y económico;
- h) que las técnicas digitales, como los canceladores de interferencia de transpolarización (XPIC), podrían contribuir significativamente al factor de mejora de la discriminación por polarización cruzada (XIF, definido en la Recomendación UIT-R F.746), compensando así la despolarización de propagación ocasionada por la propagación por trayectos múltiples;
- j) que cuando se necesitan enlaces de muy alta capacidad (por ejemplo, dos veces el modo de transferencia síncrono-1 (STM-1)), puede que sea más económico utilizar anchuras de banda del sistema más amplias que la separación entre canales recomendada, junto con formatos de modulación altamente eficaces,

*recomienda*

**1** que la disposición preferida de los radiocanales para ocho radiocanales de ida y ocho de retorno, como máximo, cada uno de ellos para una velocidad binaria del orden de 140 Mbit/s, velocidades binarias de la SDH (véase la Nota 2), y que utilicen frecuencias de la parte superior de la banda de 6 GHz, se obtenga como sigue:

Sea  $f_0$ : la frecuencia central de la banda de frecuencias ocupada (MHz),  
 $f_n$ : la frecuencia central de uno de los radiocanales de la mitad inferior de esa banda (MHz),  
 $f'_n$ : la frecuencia central de uno de los radiocanales de la mitad superior de esa banda (MHz);

las frecuencias de cada radiocanal se expresarán entonces mediante las relaciones siguientes:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 350 + 40 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 - 10 + 40 n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \text{ u } 8;$$

**1.1** que en la sección en que se haga la interconexión internacional, todos los radiocanales de ida estén situados en una mitad de la banda y todos los de retorno en la otra mitad;

**1.2** que para los radiocanales adyacentes de una misma mitad de banda se utilicen alternativamente polarizaciones distintas;

**1.3** que los canales de ida y retorno en una sección determinada utilicen preferentemente las polarizaciones indicadas a continuación en la Fig. 1a (véanse las Notas 2 y 3):

	<i>Ida</i>	<i>Retorno</i>
H(V)	1 3 5 7	1' 3' 5' 7'
V(H)	2 4 6 8	2' 4' 6' 8'

**1.4** que para mejorar la eficacia espectral en los FWS digitales se utilicen también las disposiciones cocanal de la Fig. 1b);

**1.5** que cuando se necesiten enlaces de muy alta capacidad (por ejemplo, dos veces STM-1) y la coordinación de la red lo permita, con el acuerdo de las administraciones implicadas, sea posible la utilización de cualquiera de los dos canales adyacentes de 40 MHz especificados en el *recomienda* 1, para sistemas de anchura de banda más amplia, con la frecuencia central situada en el punto central de la distancia entre los dos canales adyacentes de 40 MHz;

FIGURA 1a

**Disposición alternada de canales de RF para sistemas inalámbricos fijos de alta capacidad**  
 (Todas las frecuencias en MHz)

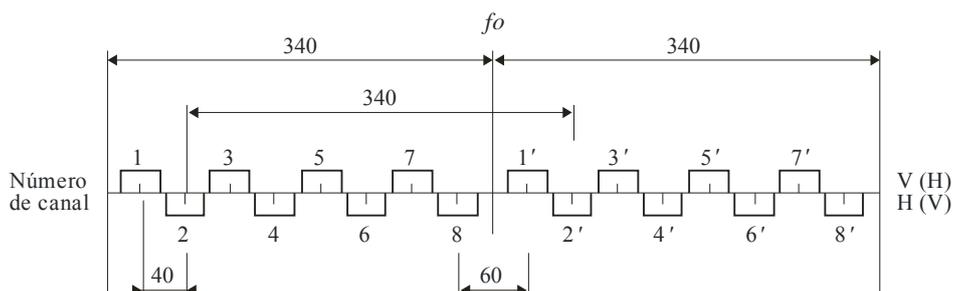
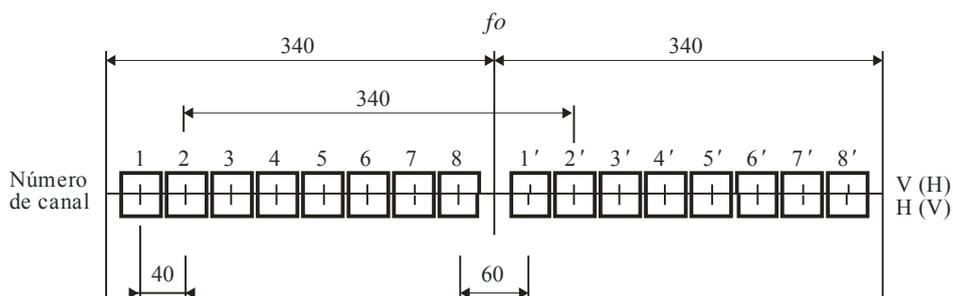


FIGURA 1b

**Disposición cocanal de RF para sistemas inalámbricos fijos de alta capacidad**  
(Todas las frecuencias en MHz)



F.0384-01b

2 que la disposición preferida de los radiocanales para 16 canales de ida y 16 de retorno, como máximo, cada uno con velocidades de transmisión de capacidad media plesiócrona o síncrona digital mostrada en la Fig. 2, se obtenga intercalando radiocanales adicionales con los de la disposición principal del *recomienda 1* y se exprese mediante las relaciones siguientes:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 350 + 20 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 - 10 + 20 n \quad \text{MHz}$$

donde:

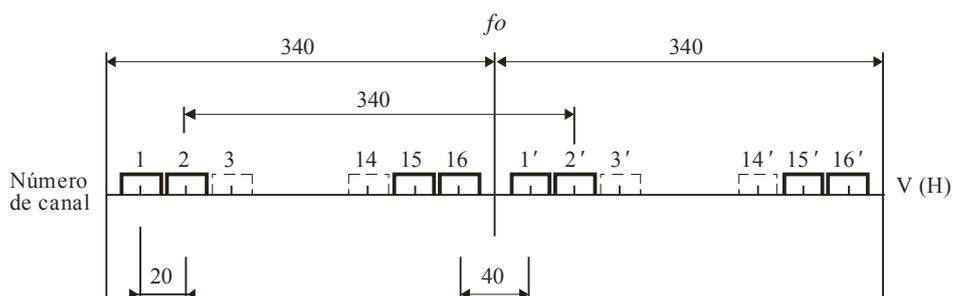
$$n = 1, 2, 3, \dots, 15, 16;$$

2.1 que en la sección en que se haga la interconexión internacional, todos los radiocanales de ida estén situados en una mitad de la banda y todos los de retorno en la otra mitad;

2.2 que para los radiocanales adyacentes de una misma mitad de la banda, se utilicen alternativamente polarizaciones distintas; también puede emplearse cuando sea adecuada la reutilización de frecuencias cocanal;

FIGURA 2

**Disposición de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos de capacidad media**  
(Todas las frecuencias en MHz)



F.0384-02

3 que si se utiliza una transmisión multiportadora (véase la Nota 4), el número total de  $n$  portadoras se considere como un solo canal. La frecuencia central de dicho canal debe obtenerse de los *recomienda 1*, 1.5 ó 4.2, haciendo caso omiso de las frecuencias centrales reales de las portadoras individuales que pueden variar, por razones técnicas, según la realización práctica. En el Anexo 1 se considera con detalle el funcionamiento de los sistemas multiportadora;

**4** que la disposición preferida de los radiocanales para 10 canales de ida y 10 de retorno, de 30 MHz como máximo, cada uno de ellos con una velocidad binaria del orden de 155 Mbit/s, o velocidades binarias de la SDH (véase la Nota 1), se obtenga como sigue:

Sea  $f_0$ : la frecuencia central de la banda de frecuencias ocupada (MHz),  
 $f_n$ : la frecuencia central de uno de los radiocanales de la mitad inferior de esa banda (MHz),  
 $f'_n$ : la frecuencia central de uno de los radiocanales de la mitad superior de esa banda (MHz),

las frecuencias de cada radiocanal se expresarán entonces mediante las relaciones siguientes:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 340 + 30 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 30 n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \text{ y } 10;$$

$n = 11$  también puede considerarse teniendo en cuenta el intervalo central limitado (10 MHz) entre los canales 11 y 1' y la superposición con el canal 1' de la disposición de radiocanales de 20 MHz del *recomienda* 2. Sin embargo, su utilización debe añadir más flexibilidad a la hora de coordinar las zonas congestionadas de la red;

**4.1** que cuando así lo permitan el equipo y las características de red, se pueda emplear reutilización de frecuencias cocanal, previo acuerdo de las administraciones interesadas, para mejorar la eficiencia espectral;

**4.2** que cuando se requieran enlaces de muy alta capacidad (por ejemplo, de dos veces el modo de transferencia síncrono de módulo 1 (STM-1)) y la coordinación de red lo permita, sea posible utilizar, previo acuerdo de las administraciones interesadas, cualquiera de los dos canales adyacentes de 30 MHz especificados en el *recomienda* 4, para un sistema de anchura de banda mayor y una frecuencia central situada en el punto central de separación entre los dos canales adyacentes de 30 MHz;

**4.3** que las disposiciones de radiocanales de 14 MHz, 7 MHz y 3,5 MHz puedan obtenerse mediante una adecuada subdivisión del canal coherente con los radiocanales de 30 MHz, como muestra el Anexo 2;

**5** que la disposición preferida de los radiocanales para hasta 32 canales de ida y 32 de retorno, de 10 MHz como máximo, cada uno de ellos con velocidades medias de capacidad de transmisión síncrona digital, se exprese mediante las relaciones siguientes:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 340 + 10 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 10 n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots 31, 32;$$

**6** que la disposición preferida de los radiocanales para hasta 64 canales de ida y 64 de retorno, de 5 MHz como máximo, cada uno de ellos con velocidades medias de capacidad de transmisión síncrona digital, se exprese mediante las relaciones siguientes:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 340 + 5 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 5 + 5 n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots 63, 64;$$

7 que la frecuencia central preferida,  $f_0$ , sea de 6 770 MHz; adicionalmente, se pueden utilizar otras frecuencias centrales previo acuerdo entre las administraciones interesadas;

8 que otra posibilidad para obtener la disposición de radiocanales con 20 MHz, 10 MHz y 5 MHz consiste en subdividir los radiocanales de 40 MHz de la disposición que figura en el *recomienda 1*.

NOTA 1 – Las velocidades binarias brutas reales, incluidos los bits de tara, pueden rebasar en un 5%, o incluso más, las velocidades de transmisión netas.

NOTA 2 – Cuando se utilizan antenas comunes de transmisión-recepción y el canal 8 se emplea junto con el canal 1', ya sea en la disposición de la Fig. 1a o incluso en la disposición más problemática de la Fig. 1b, puede que se necesiten disposiciones especiales de ramificaciones y filtros para limitar las interferencias mutuas y permitir el funcionamiento común.

NOTA 3 – En versiones precedentes de esta Recomendación, se ha sugerido la disposición alternativa de la polarización mostrada a continuación y se ha utilizado en la instalación de sistemas analógicos de hasta 2 700 canales. Es posible mantener tal disposición al pasar a sistemas digitales y puede seguir siendo empleada mediante acuerdo entre las administraciones implicadas;

	<i>Ida</i>	<i>Retorno</i>
H(V)	1 3 5 7	2' 4' 6' 8'
V(H)	2 4 6 8	1' 3' 5' 7'

NOTA 4 – Un sistema multiportadora consta de  $n$  (siendo  $n > 1$ ) señales portadoras con modulación digital transmitidas o recibidas simultáneamente por el mismo equipo de radiofrecuencia. La frecuencia central debe considerarse como la media aritmética de las  $n$  frecuencias de las portadoras individuales del sistema multiportadora.

## Anexo 1

### Descripción de un sistema multiportadora

Un sistema multiportadora consta de  $n$  (siendo  $n > 1$ ) señales portadoras con modulación digital transmitidas (o recibidas) simultáneamente por el mismo equipo de radiofrecuencia.

Para una transmisión multiportadora de alta capacidad, la frecuencia central del canal debe coincidir con una de las correspondientes frecuencias de la disposición de canales básica indicada en los *recomienda 1*, 1.5 ó 4.2. La separación de canales puede ser un múltiplo entero de los valores básicos definidos por los *recomienda 1*, 2 ó 4. Al elegir la alternativa adecuada debe tenerse en cuenta la compatibilidad con las configuraciones existentes.

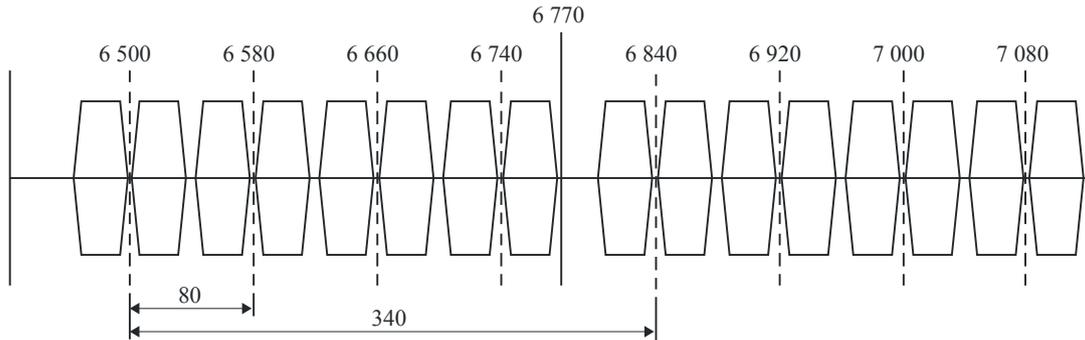
En la Fig. 3 aparecen algunos ejemplos de disposiciones de canales copolares con reutilización de frecuencia que utilizan un sistema de dos portadoras con MAQ-64. Cada portadora se modula a 155,52 Mbit/s (STM-1).

Las frecuencias centrales de la disposición de canales de la Fig. 3a) se obtienen del *recomienda 1* haciendo  $n = 2, 4, 6, 8$ . La separación de canales es de 80 MHz. Cada canal de radiofrecuencia contiene  $2 \times 2$  portadoras situadas a  $\pm 17,5$  MHz alrededor de la frecuencia central y utilizan ambas polarizaciones. Esto fue preferible cuando se estaba realizando la transición de analógico a digital.

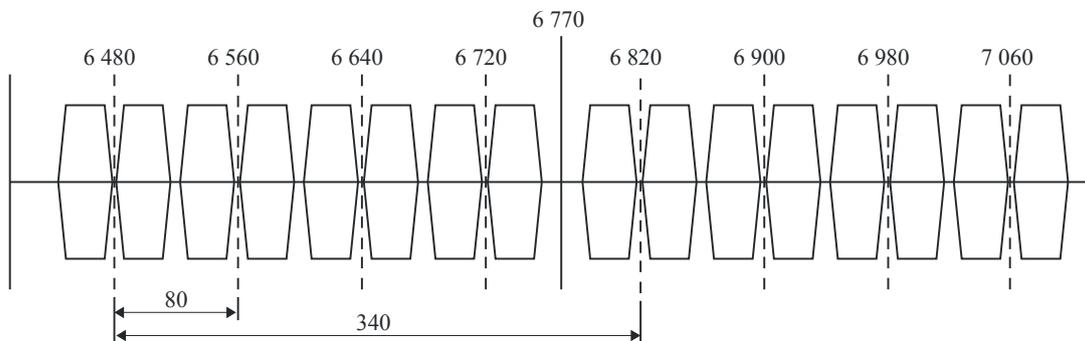
La Fig. 3b) representa una disposición de canales entrelazada donde las frecuencias centrales se obtienen del *recomienda* 1.5 combinando los canales con  $n = 1$  y 2, 3 y 4, 5 y 6, 7 y 8. Esta disposición de canales es la preferida porque proporciona bandas de guarda más simétricas en los bordes de la banda.

FIGURA 3

**Ejemplo de disposiciones de radiocanales para un sistema inalámbrico fijo a  $2 \times 2 \times 155,52$  Mbit/s ( $4 \times$  STM-1) que funciona con una separación de canales de 80 MHz en la banda de 6 GHz superior**  
(Todas las frecuencias en MHz)



a) Disposición de canales preferida si es necesario mantener la compatibilidad con los sistemas de radioenlaces analógicos



b) Disposición de canales preferida si no es necesario mantener la compatibilidad con los sistemas de radioenlaces analógicos

F.0384-03

## Anexo 2

### Disposiciones de 14 MHz, 7 MHz y 3,5 MHz indicadas en el *recomienda* 4.3

Los canales de banda estrecha de 14 MHz, 7 MHz y 3,5 MHz se obtienen formalmente subdividiendo cada uno de los canales de 30 MHz indicados en el *recomienda* 4 y utilizando los 2 MHz residuales como banda de guarda entre cada intervalo de 30 MHz, como muestra la Fig. 4.

El conjunto completo de frecuencias centrales de los canales puede obtenerse mediante las siguientes relaciones:

- a) para sistemas con una separación de portadoras de 14 MHz:  
 mitad inferior de la banda:  $f_n = f_0 - 340 + 9 + n \cdot 14 + 2 \cdot \text{parte entera de}((n - 1)/2)$   
 mitad superior de la banda:  $f_n = f_0 + 9 + n \cdot 14 + 2 \cdot \text{parte entera de}((n - 1)/2)$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 21, 22;$$

- b) para sistemas con una separación de portadoras de 7 MHz:  
 mitad inferior de la banda:  $f_n = f_0 - 340 + 12,5 + n \cdot 7 + 2 \cdot \text{parte entera de}((n - 1)/4)$   
 mitad superior de la banda:  $f_n = f_0 + 12,5 + n \cdot 7 + 2 \cdot \text{parte entera de}((n - 1)/4)$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 43, 44;$$

- c) para sistemas con una separación de portadoras de 3,5 MHz:  
 mitad inferior de la banda:  $f_n = f_0 - 340 + 14,25 + n \cdot 3,5 + 2 \cdot \text{parte entera de}((n - 1)/8)$   
 mitad superior de la banda:  $f_n = f_0 + 14,25 + n \cdot 3,5 + 2 \cdot \text{parte entera de}((n - 1)/8)$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 87, 88.$$

FIGURA 4  
 Ocupación del espectro combinado de 30 MHz, 14 MHz, 7 MHz y 3,5 MHz

