



## INFORME TÉCNICO SOBRE EL USO Y LA CANALIZACIÓN DE LA BANDA DE 14.4 – 15.35 GHz

26 de junio de 2018

Elaborado por:

Ing. Harold Miranda  
**Especialista Técnico**

Aprobado por:

Ing. Diego Salazar Saeteros  
**Director Técnico de Regulación  
del Espectro Radioeléctrico**



# Página en blanco



## INFORME TÉCNICO SOBRE EL USO Y LA CANALIZACIÓN DE LA BANDA DE 14.4 – 15.35 GHz

### ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	ANTECEDENTES .....	4
2.	OBJETIVO .....	5
3.	ANÁLISIS DE LA BANDA DE 14.4 – 15.35 GHz .....	5
3.1.	ESTATUS REGULATORIO NACIONAL .....	5
3.1.1	PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS .....	5
3.1.2	CANALIZACIÓN VIGENTE .....	5
3.1.2.1	AB = 7 MHZ .....	5
3.1.2.2	AB = 14 MHZ .....	6
3.1.2.3	AB = 28 MHZ .....	6
3.1.2.4	BANDA DE 14.5 – 15.35 GHz; AB = 7 MHZ .....	6
3.1.2.5	BANDA DE 14.5 – 15.35 GHz; AB = 14 MHZ .....	6
3.1.2.6	BANDA DE 14.5 – 15.35 GHz; AB = 28 MHZ .....	6
3.2.	ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD ENTRE CANALIZACIONES ADOPTADAS .....	7
3.3.	OCUPACIÓN DE LA BANDA .....	7
4.	PROPUESTA DE CANALIZACIÓN .....	10
5.	CONCLUSIONES .....	11
6.	RECOMENDACIONES .....	11





## 1. ANTECEDENTES

- La Ley Orgánica de Telecomunicaciones – LOT-, publicada en el Tercer Suplemento del Registro Oficial No. 439 de 18 de febrero de 2015, tiene por objeto, conforme su artículo 1, desarrollar el régimen general de telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico como sectores estratégicos del Estado que comprende las potestades de administración, regulación, control y gestión en todo el territorio nacional, bajo los principios y derechos constitucionalmente establecidos.
- El Artículo 142 de la LOT crea la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones – ARCOTEL, como la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes.
- Las competencias de la Arcotel se encuentran establecidas en la LOT en su artículo 144, definiendo entre otras: *"1. Emitir las regulaciones, normas técnicas, planes técnicos y demás actos que sean necesarios en el ejercicio de sus competencias, para que la provisión de los servicios de telecomunicaciones cumplan con lo dispuesto en la Constitución de la República y los objetivos y principios previstos en esta Ley, de conformidad con las políticas que dicte el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información."*
- En el artículo 148 de la Ley ibidem se faculta a la Dirección Ejecutiva para *"4. Aprobar la normativa para la prestación de cada uno de los servicios de telecomunicaciones, en los que se incluirán los aspectos técnicos, económicos, de acceso y legales, así como los requisitos, contenido, términos, condiciones y plazos de los títulos habilitantes y cualquier otro aspecto necesario para el cumplimiento de los objetivos de esta Ley"*.
- La LOT, en la Disposición General Primera, señala que: *"Para la emisión o modificación de planes o actos de contenido normativo, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones deberá realizar consultas públicas para recibir opiniones, recomendaciones y comentarios de las y los afectados o interesados, en forma física o por medios electrónicos. Las opiniones, sugerencias o recomendaciones que se formulen en el procedimiento de consulta pública no tendrán carácter vinculante.- En todos los casos para la expedición de actos normativos, se contará con estudios o informes que justifiquen su legitimidad y oportunidad.- La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones normará el procedimiento de consulta pública previsto en este artículo."*
- El numeral 3 del artículo 9 del Reglamento General a la LOT, establece como función del Director Ejecutivo de la ARCOTEL lo siguiente: *"3. Expedir la normativa técnica para la prestación de los servicios y para el establecimiento, instalación y explotación de redes, que comprende el régimen general de telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico"*.
- Con Resolución No. 003-03-ARCOTEL-2015 del 28 de mayo de 2015 el Directorio de la ARCOTEL expidió el Reglamento de Consultas Públicas, para la emisión o modificación de planes o actos de contenido normativo.
- Mediante Resolución No. 12-09-ARCOTEL-2017 del 13 de diciembre de 2017 se aprobó la actualización integral del Plan Nacional de Frecuencias.
- Con Resolución No. SNT-2010-000408 del 10 de noviembre de 2010, se adoptó entre otras, la canalización para la banda de frecuencia comprendida entre 14.4 – 15.35 GHz

*Diego*



## 2. OBJETIVO

Presentar el informe que justifique la legitimidad y oportunidad de la propuesta de canalización de la banda de frecuencias de 14.4 – 15.35 GHz, a fin de cumplir con el procedimiento de consulta pública establecido por la ARCOTEL.

## 3. ANÁLISIS DE LA BANDA DE 14.4 – 15.35 GHz

### 3.1. Estatus Regulatorio Nacional

#### 3.1.1 Plan Nacional de Frecuencias

El Plan Nacional de Frecuencias vigente, de conformidad con lo definido en la nota EQA.25, establece que el rango de 14.4 – 15.35 GHz, como parte de la banda de 7100 – 8500 MHz, es utilizado a título primario, para la operación de enlaces radioeléctricos:

“EQA.25 En cuanto al servicio fijo:

- Las bandas 222 – 243 MHz, 243 – 245 MHz, 246 – 248 MHz, 360 – 370 MHz, 417,5 – 430 MHz, 430 – 440 MHz, 928 – 940 MHz, 1670 – 1690 MHz, 2200 – 2300 MHz, 3600 – 3800 MHz, 3800 – 4200 MHz, 5925 – 6425 MHz, 6425 – 7100 MHz, 7100 – 8500 MHz, 12,2 – 12,7 GHz, 12,7 – 12,849 GHz, 14,4 – 15,35 GHz, 17,7 – 19,7 GHz, 21,2 – 23,6 GHz, 27,5 – 28,35 GHz, 29,1 – 29,25 GHz, 31 – 31,3 GHz, 57 – 64 GHz, 71 – 76 GHz y 81 – 86 GHz son utilizadas, a título primario, para la operación de enlaces radioeléctricos.

Las canalizaciones definen el uso de los enlaces radioeléctricos.” (Lo resaltado me pertenece).

#### 3.1.2 Canalización vigente

La canalización actual de este rango de frecuencias para anchos de banda de 7, 14 y 28 MHz, se adoptó mediante el numeral 13.2 de la Resolución No. SNT-2010-000408 del 10 de noviembre de 2010, cuyas características se detallan a continuación:

Características	
Servicio	Fijo
Sistema	Enlaces Radioeléctricos
Ancho de banda [MHz]	7, 14, 28
Separación [MHz]	490
Frecuencia de referencia $f_r$ [MHz]	11701
Modo de operación	Full dúplex

Fuente: Resolución No. SNT-2010-000408

En la referida Resolución se emplearon tres (3) juegos de ecuaciones para las frecuencias de los canales de transmisión y recepción, de acuerdo con el ancho de banda que se emplee para un shifter resultante de 490 MHz:

##### 3.1.2.1 AB = 7 MHz

$$f_{tx} = f_r + 2670.5 + 28 \cdot n + 7 \cdot m$$

$$f_{rx} = f_r + 3608.5 - 28 \cdot (16 - n) + 7 \cdot m$$

Donde:

$f_{tx}$  = frecuencia de transmisión en MHz

$f_{rx}$  = frecuencia de recepción en MHz

$f_r$  = frecuencia de referencia igual a 11701 MHz

$m$  = 1, 2, 3 y 4

$n$  = número de canal del plan básico que se subdivide de 1-16

### 3.1.2.2 AB = 14 MHz

$$f_{tx} = f_r + 2702 + 14 \cdot n$$

$$f_{rx} = f_r + 3640 - 14 \cdot (32 - n)$$

Donde:

$f_{tx}$  = frecuencia de transmisión en MHz

$f_{rx}$  = frecuencia de recepción en MHz

$f_r$  = frecuencia de referencia igual a 11701 MHz

$n$  = número de canal de 1 a 32

### 3.1.2.3 AB = 28 MHz

$$f_{tx} = f_r + 2688 + 28 \cdot n$$

$$f_{rx} = f_r + 3626 - 28 \cdot (16 - n)$$

Donde:

$f_{tx}$  = frecuencia de transmisión en MHz

$f_{rx}$  = frecuencia de recepción en MHz

$f_r$  = frecuencia de referencia igual a 11701 MHz

$n$  = número de canal de 1 a 16

Adicionalmente y no acatando la recomendación UIT-R F.636-4, que establece que únicamente en los países en los que no está disponible toda esta banda se emplee la canalización de 14.5 – 15.35 GHz, en Ecuador se adoptaron de manera sobrepuesta las siguientes ecuaciones para un shifter resultante de 420 MHz:

### 3.1.2.4 Banda de 14.5 – 15.35 GHz; AB = 7 MHz

$$f_{tx} = f_r + 2768.5 + 28 \cdot n + 7 \cdot m$$

$$f_{rx} = f_r + 3608.5 - 28 \cdot (15 - n) + 7 \cdot m$$

Donde:

$f_{tx}$  = frecuencia de transmisión en MHz

$f_{rx}$  = frecuencia de recepción en MHz

$f_r$  = frecuencia de referencia igual a 11701 MHz

$m = 1, 2, 3$  y  $4$

$n$  = número de canal del plan básico que se subdivide de 1-15

### 3.1.2.5 Banda de 14.5 – 15.35 GHz; AB = 14 MHz

$$f_{tx} = f_r + 2800 + 14 \cdot n$$

$$f_{rx} = f_r + 3640 - 14 \cdot (30 - n)$$

Donde:

$f_{tx}$  = frecuencia de transmisión en MHz

$f_{rx}$  = frecuencia de recepción en MHz

$f_r$  = frecuencia de referencia igual a 11701 MHz

$n$  = número de canal de 1 a 30

### 3.1.2.6 Banda de 14.5 – 15.35 GHz; AB = 28 MHz

$$f_{tx} = f_r + 2786 + 28 \cdot n$$

$$f_{rx} = f_r + 3626 - 28 \cdot (15 - n)$$

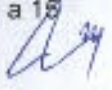
Donde:

$f_{tx}$  = frecuencia de transmisión en MHz

$f_{rx}$  = frecuencia de recepción en MHz

$f_r$  = frecuencia de referencia igual a 11701 MHz

$n$  = número de canal de 1 a 15







### 3.2. Análisis de compatibilidad entre canalizaciones adoptadas

Considerando que se disponen de distintas disposiciones de frecuencias para las bandas de 14.4 – 15.35 GHz y 14.5 – 15.35 GHz, a continuación se presenta un análisis de las portadoras en asignación para un ancho de banda de 28 MHz, desde un mismo sitio de transmisión, a fin de determinar si son compatibles entre sí:

El desarrollo de las ecuaciones para obtener las portadoras, es el siguiente:

14.4 - 15.35 MHz		
AB = 28 MHz		
Shifter = 490 MHz		
fo=11701 MHz		
n	Tx	Rx
1	14417	14907
2	14445	14935
3	14473	14963
4	14501	14991
5	14529	15019
6	14557	15047
7	14585	15075
8	14613	15103
9	14641	15131
10	14669	15159
11	14697	15187
12	14725	15215
13	14753	15243
14	14781	15271
15	14809	15299
16	14837	15327

14.5 - 15.35 MHz		
AB = 28 MHz		
Shifter = 420 MHz		
fo=11701 MHz		
n	Tx	Rx
1	14515	14935
2	14543	14963
3	14571	14991
4	14599	15019
5	14627	15047
6	14655	15075
7	14683	15103
8	14711	15131
9	14739	15159
10	14767	15187
11	14795	15215
12	14823	15243
13	14851	15271
14	14879	15299
15	14907	15327

Graficando los canales 4 y 5 de la canalización para la banda de 14.4 - 15.35 MHz y el canal 1 de la canalización de la banda de 14.5 - 15.35 MHz se tiene lo siguiente:

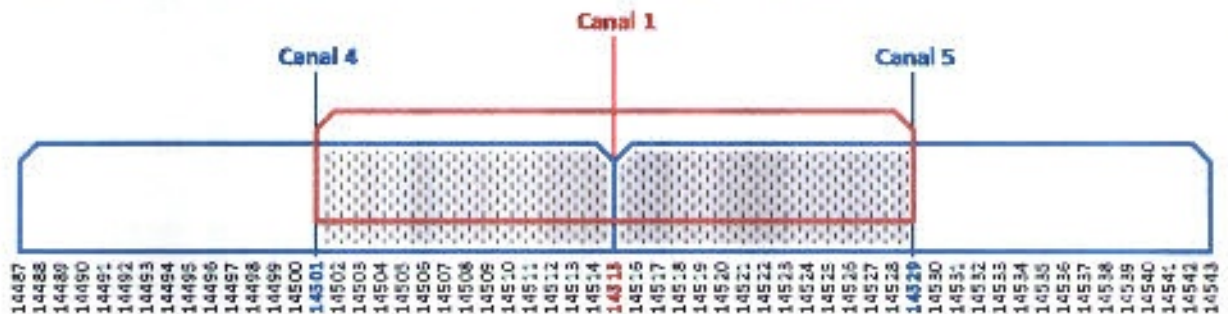


Diagrama de espectro ocupado para las canalizaciones simultáneas con AB de 28 MHz

De lo anteriormente detallado, se puede observar que las canalizaciones previamente adoptadas son mutuamente excluyentes entre sí por lo que se debería analizar una reorganización de este espectro a mediano o largo plazo.

### 3.3. Ocupación de la banda

La ocupación de la banda de frecuencias de 14.4 – 15.35 GHz, de acuerdo con la información obtenida de la base de datos institucional para la administración y gestión del espectro radioeléctrico, se muestra a continuación:

Enlaces en el rango de 7425-7725 MHz	
Ancho de Banda Asignado [MHz]	Enlaces activos a nivel nacional
7	64
14	368




























Enlaces en el rango de 7425-7725 MHz	
Ancho de Banda Asignado [MHz]	Enlaces activos a nivel nacional
28	1699
<b>TOTAL</b>	<b>2131</b>

Fuente: ARCOTEL

Se puede evidenciar que el 79.7% de los enlaces en el rango de análisis, emplean el ancho de banda más alto permitido hasta el momento, frente a un 3,0% que usa el ancho de banda de 7 MHz. No existen asignaciones con anchos de banda inferiores a los indicados en la anterior tabla.

La distribución geográfica por provincia, de los enlaces anteriormente indicados se detalla porcentualmente a continuación:

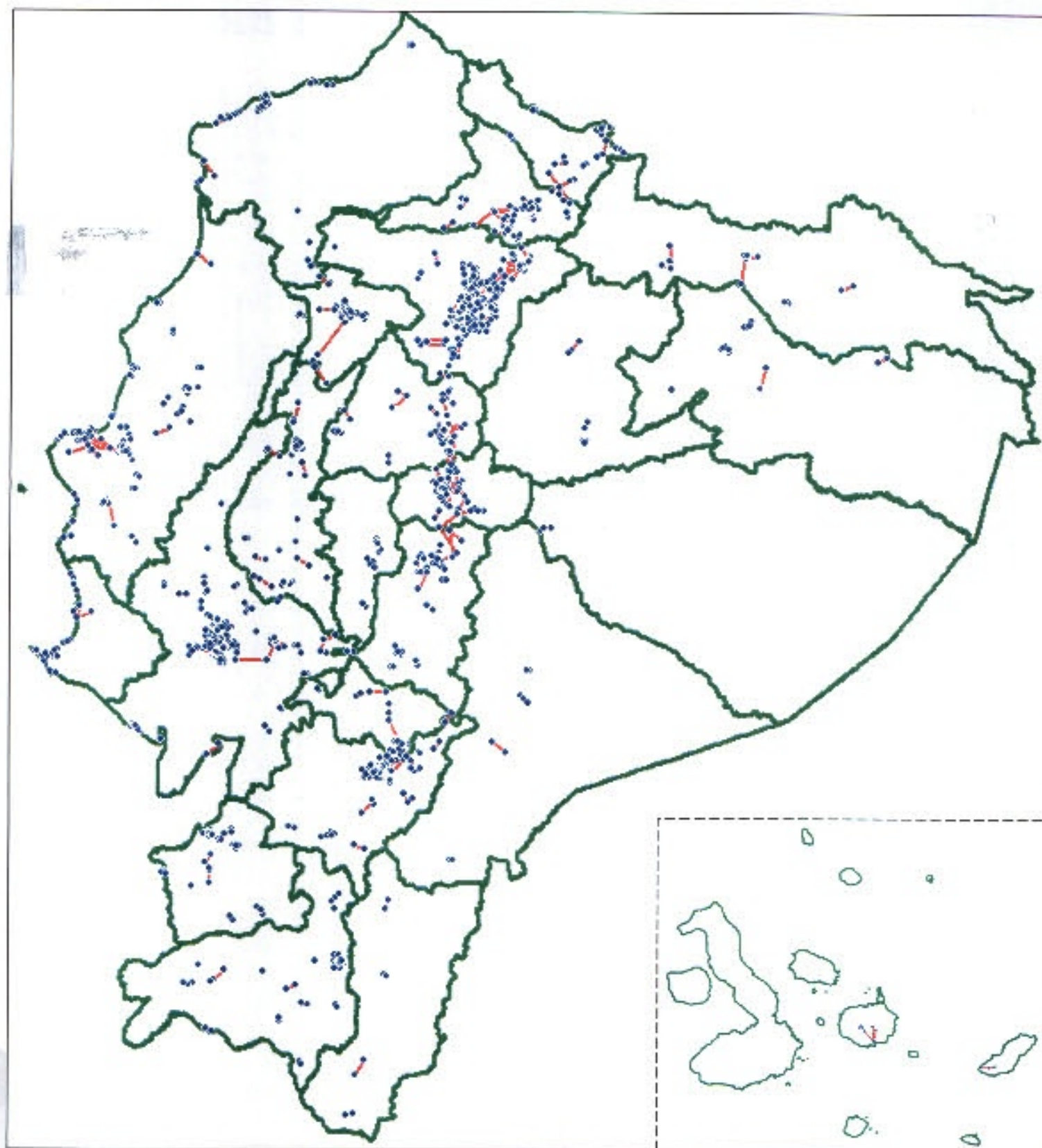
Ancho de Banda Asignado [MHz]	Enlaces activos a nivel nacional				Porcentaje	
	7	14	28	Total		
AZUAY	4	31	97	132	6.19%	
BOLÍVAR		2	10	12	0.56%	
CAÑAR	1	4	15	20	0.94%	
CARCHI		6	22	28	1.31%	
CHIMBORAZO	4	12	23	39	1.83%	
COTOPAXI	1	11	42	54	2.53%	
EL ORO		10	62	72	3.38%	
ESMERALDAS	1	5	37	43	2.02%	
GALÁPAGOS	1	3	8	12	0.56%	
GUAYAS	20	67	419	506	23.74%	
IMBABURA		7	72	79	3.71%	
LOJA		8	61	69	3.24%	
LOS RÍOS	3	9	60	72	3.38%	
MANABÍ	1	35	127	163	7.65%	
MORONA SANTIAGO			6	6	0.28%	
NAPO		2	4	6	0.28%	
ORELLANA	1	4	11	16	0.75%	
PASTAZA		3	3	6	0.28%	
PICHINCHA	22	109	456	587	27.55%	
SANTA ELENA		9	30	39	1.83%	
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	1	3	40	44	2.06%	
SUCUMBÍOS	1	1	19	21	0.99%	
TUNGURAHUA	3	23	70	96	4.50%	
ZAMORA CHINCHIPE			1	1	0.05%	
ZONA NO DELIMITADA		4	4	8	0.38%	
<b>TOTAL</b>	<b>64</b>	<b>368</b>	<b>1699</b>	<b>2131</b>	<b>100.0%</b>	

Fuente: ARCOTEL

La representación gráfica en cartografía provincial de la distribución geográfica de los enlaces anteriormente indicados se presenta a continuación:







Distribución geográfica de los enlaces radioeléctricos en la banda de 7425 – 7725 MHz  
Fuente: ARCOTEL (junio de 2016)



#### 4. PROPUESTA DE CANALIZACIÓN

Considerando una creciente demanda de enlaces radioeléctricos de alta capacidad y la posibilidad de canalizar la banda de 14.4 – 15.35 GHz para sistemas inalámbricos fijos (FWS) con un ancho de banda mayor al actualmente disponible cuando la coordinación de la red lo permita, se propone utilizar la opción 1 de la disposición de radiocanales de la Recomendación UIT-R F.636-4, para sistemas con un ancho de banda de 56 MHz, considerando que el caso de la canalización adoptada para 28 MHz proporciona el doble exacto de canales, por lo que se tendrá el siguiente diagrama de espectro ocupado en la banda de análisis:

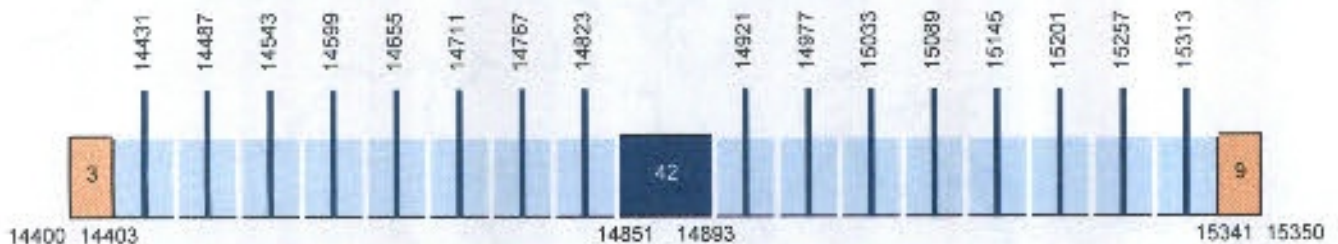


Diagrama de espectro ocupado en la banda de 14.4 – 15.35 GHz para un AB de 56 MHz  
Fuente: ARCOTEL (Desarrollo de la Recomendación UIT-R F.636-4)

Las frecuencias centrales en MHz se calculan mediante las siguientes ecuaciones para una separación resultante de 490 MHz:

$$f_n = f_r + 2674 + 56 \cdot n$$

$$f'_n = f_r + 3612 - 56 \cdot (8 - n)$$

Donde:

$f_n$  = Frecuencia central del canal de ida

$f'_n$  = Frecuencia central del canal de retorno

$f_r$  = Frecuencia de referencia: 11701 MHz

$n = 1, 2, \dots, 8.$

Realizando el desarrollo de las ecuaciones se dispone de las siguientes frecuencias canalizadas:

n	$f_n$	$f'_n$
1	14431	14921
2	14487	14977
3	14543	15033
4	14599	15089
5	14655	15145
6	14711	15201
7	14767	15257
8	14823	15313

Es importante hacer notar que no se desarrollan ni se proponen las ecuaciones de la opción 2 de la Recomendación UIT-R F.636-4, toda vez que corresponden a disposiciones de radiocanales de 28 MHz que proporcionan 17 canales.

Tampoco se desarrollan ni proponen ecuaciones para la banda de 14.5 – 15.35 GHz, ya que al ser un subconjunto de la banda canalizada con constantes de separación distinta (98 MHz de diferencia), ocasionaría mayor desorden del espectro actualmente asignado.





## 5. CONCLUSIONES

- Considerando la permanente necesidad de enlaces radioeléctricos de alta capacidad, se propone adoptar la canalización para sistemas con un ancho de banda de 56 MHz, correspondiente a la opción 1 de la disposición de radiocanales de la Recomendación UIT-R F.636-4.
- La canalización propuesta sigue los lineamientos establecidos en la Recomendación UIT-R F.636-4 expedida por el Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- El análisis realizado a las canalizaciones previamente adoptadas para las bandas de 14.4 – 15.35 GHz y 14.5 – 15.35 GHz demuestran ser mutuamente excluyentes entre sí, por lo que se debería analizar una reorganización de este espectro a mediano o largo plazo.

## 6. RECOMENDACIONES

- Por los antecedentes y el análisis expuesto en el presente informe, se recomienda que la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL autorice el inicio del procedimiento de consulta pública que permita acoger la canalización propuesta para la banda de 14.4 – 15.35 GHz.
- Se recomienda que el proyecto de Resolución se actualice en un nuevo cuerpo normativo, la canalización para la banda de 14.4 – 15.35 GHz.