Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES MÓVILES TERRESTRES DIGITALES DENTRO DE LA BANDA DE FRECUENCIAS DE 410 MHZ Y 430 MHZ

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR: ***Br. Asdhil Raimondi Pérez***

C.I.: 19.532.269

TUTOR DE TESIS: ***Ing. Javier Álvarez***

C.I.: 13.287.022

FECHA: ***Caracas, Octubre 2013***

Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES MÓVILES TERRESTRES DIGITALES DENTRO DE LA BANDA DE FRECUENCIAS DE 410 MHZ Y 430 MHZ

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR: ***Br. Asdhil Raimondi Pérez***

C.I.: 19.532.269

TUTOR DE TESIS: ***Ing. Javier Álvarez***

C.I.: 13.287.022

FECHA: ***Caracas, Octubre 2013***

Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES MÓVILES TERRESTRES DIGITALES DENTRO DE LA BANDA DE FRECUENCIAS DE 410 MHZ Y 430 MHZ

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado:

_____

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma: Firma: Firma:

Nombre:_____ **Nombre:**_____ **Nombre:**_____

REALIZADO POR: ***Br. Asdhil Raimondi Pérez***

C.I.: 19.532.269

TUTOR DE TESIS: ***Ing. Javier Álvarez***

C.I.: 13.287.022

FECHA: ***Caracas, Octubre 2013***

ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES MÓVILES TERRESTRES DIGITALES DENTRO DE LA BANDA DE FRECUENCIAS DE 410 MHZ Y 430 MHZ

Raimondi, Asdhil
asdhilr89@gmail.com

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Resumen

El presente Trabajo Especial de Grado consiste en estudiar la factibilidad que conllevan la implementación de sistemas de Radiocomunicaciones Móviles Terrestres Digitales en la banda de 410 a 430 MHz en Venezuela, con el fin de darle cabida a esta tecnología a nuevos operadores y los existentes en una futura migración de los sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres análogos que actualmente operan en la banda de 800 MHz, a fin de que dicha banda se encuentre disponible para futuras asignaciones mediante mecanismos de oferta pública de nuevas tecnologías inalámbricas basadas en las Comunicaciones Móviles Internacionales (IMT).

El proyecto se realizó en tres fases principales: investigación y levantamiento de información, análisis de la información, diseño del plan de frecuencias y propuestas finales.

Palabras clave: radiocomunicaciones, migración, asignaciones, inalámbricas, IMT.

Dedicatoria

A Dios y a mi Vallita, por siempre estar presente en mí, siendo mis fuerzas para siempre caminar hacia adelante por el camino correcto les dedico este trabajo, fruto de mi esfuerzo y dedicación.

A mis padres, Mireya Pérez y Ricardo Raimondi, y a mi abuela, Hilda de Pérez, que su incondicionalidad conmigo es la que me motiva a ser cada día mejor, para ser su orgullo!

A mi abuelo, Asdrúbal Pérez, que ha sido la luz intelectual en mi vida. Sé que estará orgulloso de mí por el logro obtenido.

A mi hermano, Luis Ortega, para demostrarle que con esfuerzo si se puede llegar a la meta.

A mi novio, Joel Hernández, por siempre motivarme a ser cada día mejor, por creer siempre en mí y por estar a mi lado en las buenas y en las malas.

Gracias por ser tan especiales, LOS AMO!

Agradecimientos

A Dios por ser mi guía y bendecirme en todo momento.

A mi papá, Ricardo Raimondi, por apoyarme en todo momento, ayudarme a salir adelante con su amor de padre y por siempre creer en mí.

A mi mamá, Mireya Pérez, por ser ejemplo constante de dedicación.

A mi abuelo, Asdrúbal Pérez, por ser la estrella que me guía al recordarme que siempre hay que dar el todo por el todo para ser un profesional exitoso.

A mi novio, Joel Hernández, por darme palabras de aliento cuando más las necesitaba, por ser mi apoyo incondicional y por creer en mí.

A CONATEL, por darme la oportunidad de realizar el presente Trabajo Especial de Grado allí.

A mi tutor, el Ing. Javier Álvarez y al Ing. Jhady Bolívar, por ayudarme durante el desarrollo de este proyecto.

A todos y cada uno de ustedes, GRACIAS.

Índice General

Resumen i

Dedicatoria ii

Agradecimientos..... iii

Índice General 4

Índice de Tablas.....7

Índice de Figuras 8

Índice de Gráficas.....11

Introducción.....13

Capítulo I 14

I.1. Planteamiento del Problema y Justificación.....14

I.2. Objetivos 15

I.2.1. Objetivo General.....15

I.2.2. Objetivos Específicos. 15

I.3. Alcances 16

I.4. Limitaciones. 18

Capítulo II.....19

II.1. Radio Comunicaciones Móviles Terrestres (RMT) 19

II.2. Radiocomunicaciones Móviles Troncalizadas 20

II.2.1. Características.....21

II.2.2. Ventajas 21

II.2.3. Elementos de la Red 22

II.2.4. Funcionamiento 24

II.3. Tecnología de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA) 25

II.4. Sistemas Troncalizados Digitales 25

II.4.1. TETRA (Terrestrial Trunked 26

II.4.2. P25 (Project 25) o APCO P25 26

II.4.3. DMR (Digital Mobile Radio) 28

II.4.4. dPMR (Digital Professional Mobile Radio) 35

II.5. Espectro Radioeléctrico 36

II.6. Ley Orgánica de Telecomunicaciones decretada por la Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela 36

II.7. CUNABAF 38

II.8. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) 39

II.9. Modelos y métodos de propagación 40

II.9.1. Modelos de Propagación para ambientes abiertos 40

II.9.2. Modelo de Propagación en el Espacio Libre 41

II.9.3. Modelo Tierra plana (Reflexión Terrestre) 41

II.9.4. Métodos de Propagación en RF en ambientes urbanos 42

II.9.5. Método de Okumura 42

II.9.6. Método de Okumura-Hata 43

II.9.7. Método de Longley-Rice (ITS irregular terrain model) 44

Capítulo III 47

III.1. Fase I: Investigación y Levantamiento de Información 47

✓ Identificar los operadores con títulos vigentes que funcionan dentro de la porción de espectro radioeléctrico entre 410 MHz a 430 MHz. 47

✓ Investigar la ocupación espectral a nivel Nacional en la banda 410-430 MHz y 800 MHz. 48

✓ Examinar foros técnicos en búsqueda de los proveedores de infraestructura para sistemas de radiocomunicaciones y los dispositivos móviles y portátiles. 49

✓ Determinar las características genéricas de dichos dispositivos y sistemas de comunicaciones. 51

✓ Verificar la existencia de recomendaciones de la UIT-R referentes a canalizaciones de frecuencia dentro de la banda de frecuencia 410-430 MHz. ..51

✓ Verificar las disposiciones de frecuencia establecidas o implementadas por los organismos de regulaciones y/o sus normativas técnicas asociadas. 51

III.2. Fase II: Análisis 52

✓ Análisis de los principales puntos de los puntos de repetición 52

III.3. Fase III: Diseño 53

✓ Planificar una porción del espectro radioeléctrico dentro de la banda 410-430 MHz de conformidad con lo establecido en la Fase I y II. 53

✓ Determinar esquema de reutilización de bloques de frecuencia por área geográfica en función de los requerimientos de canales Trunking. 53

Capítulo IV 56

IV.1. Fase I 56

IV.1.1. Operadores con Títulos Vigentes 56

IV.1.2. Ocupación Espectral 57

IV.1.3. Foros Técnicos 66

IV.1.4. Características Genéricas de Dispositivos 80

IV.1.5. Recomendaciones de la UIT-R 85

IV.1.6. Disposiciones de frecuencia establecidas por organismos de regulaciones 86

IV.2. Fase II 88

IV.2.1. Principales sitios de repetición 88

IV.3. Fase III 93

IV.3.1. Planificación de la porción del espectro radioeléctrico 93

IV.3.2. Esquema de reutilización de bloques de frecuencia por área geográfica 103

Capítulo V 132

V.1. Conclusiones 132

V.2. Recomendaciones 134

Bibliografía 136

Índice de Tablas

Tabla 1. Requerimientos de Canales Trunking. 54

Tabla 2. Frecuencias asignadas a cada operador en función del área geográfica autorizada. 58

Tabla 3. Número de muestras dependientes e independientes para conseguir una precisión relativa del ±10% y un nivel de confianza del 95% para diversos porcentajes de ocupación. 63

Tabla 4. Miembros Fabricantes del DMR Association 67

Tabla 5. Total dispositivos DMR por fabricantes. 70

Tabla 6. Miembros Fabricantes del dPMR Association. 73

Tabla 7. Total dispositivos dPMR por fabricantes. 73

Tabla 8. Miembros Fabricantes del Project 25. 74

Tabla 9. Total dispositivos P25 por fabricantes. 77

Tabla 10. Sitios de repetición en estados donde existen operadores troncalizados con selección de principales sitios de repetición. 90

Tabla 11. Sitios de repetición en estados donde no existen operadores troncalizados con selección de principales sitios de repetición. 93

Tabla 12. Planificación de Canales de Frecuencia 410-430 MHz. 94

Tabla 13. Canalización por bloques de frecuencia dentro de la banda 410-430 MHz. 99

Tabla 14. Canalización por Estado, Segmento Comercial. 107

Tabla 15. Bloques de Canalización Comercial sobrantes para asignaciones en cualquier Estado. 114

Tabla 16. Canalización por Estado, Segmento Gubernamental. 122

Tabla 17. Bloques de Canalización Gubernamental sobrantes para asignaciones en cualquier Estado. 125

Índice de Figuras

Figura 1. Establecimiento de la llamada en un sistema troncalizado. 24

Figura 2. Estructura de DMR con TDMA de doble ranura 25

Figura 3. Compatibilidad de los canales del espectro de DMR con los antiguos sistemas analógicos. 30

Figura 4. Mejora del alcance de DMR con respecto a la tecnología analógica 32

Figura 5. Modelo de Dos Rayos. 41

Figura 6. Aeroflex, 9102 Handheld Spectrum Analyzer. 62

Figura 7. Diagrama de Bloque del Montaje para Pruebas de Ocupación Espectral en la Banda 410-430 MHz. 63

Figura *8*. Configuración Inicial pruebas Ocupación Espectral 410-430 MHz. 64

Figura 9. Ocupación Espectral Prueba 1. 65

Figura 10. Ocupación Espectral Prueba 2. 65

Figura 11. Artículo 2. Ley de Chile "Fija norma técnica para el uso de las bandas de frecuencias 410,3375 - 412,8125 MHz y 420,3375 - 422,8125 MHz". 87

Figura 12. Huella puntos de repetición "El Tiguaje", "Cerro Socopo", "Cerro Bisure" y "Cerro El Manzano" Estado Zulia. 90

Figura 13. Huella de cobertura de los Sitios de repetición Hotel Humbold (color rojo) y Altos de Irapa (color verde) del estado Distrito Capital. 105

Figura 14. Regiones geográficas de Venezuela. 114

Figura 15. Rehúso de frecuencias Bloque 1 y 3. Estados Apure, Yaracuy, Distrito Capital y Monagas. 115

Figura 16. Rehúso de frecuencias Bloque 2, 4, 6, 8 y 16. Estados Zulia, Carabobo y Anzoátegui. 115

Figura 17. Rehúso de frecuencias Bloque 5 y 7. Estados Portuguesa, Distrito Capital, Nueva Esparta y Bolívar. 116

Figura 18. Rehúso de frecuencias Bloque 9 y 11. Estados Mérida, Lara, Distrito Capital y Bolívar. 116

Figura 19. Rehúso de frecuencias Bloque 10, 12 y 24. Estados Aragua y Anzoátegui. 117

Figura 20. Rehúso de frecuencias Bloque 13 y 15. Estados Barinas, Distrito Capital y Delta Amacuro.....117

Figura 21. Rehúso de frecuencias Bloque 14, 27, 29, 31, 33. Estados Zulia y Miranda. 118

Figura 22. Rehúso de frecuencias Bloque 17 y 19. Estados Táchira, Trujillo, Distrito Capital, Sucre y Amazonas.....118

Figura 23. Rehúso de frecuencias Bloque 18. Estados Carabobo y Anzoátegui.....119

Figura 24. Rehúso de frecuencias Bloque 20 y 22. Estados Falcón y Anzoátegui. ..119

Figura 25. Rehúso de frecuencias Bloque 21. Estados Lara y Distrito Capital.....120

Figura 26. Rehúso de frecuencias Bloque 23 y 25. Estados Zulia, Cojedes y Miranda. 120

Figura 27. Rehúso de frecuencias Bloque 26 y 28. Estados Vargas y Monagas.....121

Figura 28. Figura 22. Rehúso de frecuencias Bloque 30 y 32. Estados Falcón y Guárico. 121

Figura 29. Rehúso de frecuencias Bloque 41 y 43. Estados Zulia, Apure, Yaracuy, Distrito Capital y Monagas.....126

Figura 30. Rehúso de frecuencias Bloque 42 y 44. Estados Zulia, Carabobo y Anzoátegui.....126

Figura 31. Rehúso de frecuencias Bloque 45. Estados Zulia, Apure, Distrito Capital y Monagas. 127

Figura 32. Rehúso de frecuencias Bloque 46 y 48. Estados Mérida, Lara, Aragua y Anzoátegui.....127

Figura 33. Rehúso de frecuencias Bloque 47 y 49. Estados Zulia, Portuguesa, Distrito Capital, Nueva Esparta y Bolívar. 128

Figura 34. Rehúso de frecuencias Bloque 50. Estados Lara, Aragua y Nueva Esparta. 128

Figura 35. Rehúso de frecuencias Bloque 51. Estados Zulia, Miranda y Bolívar. ... 129

Figura 36. Rehúso de frecuencias Bloque 51. Estados Zulia, Miranda, Barinas y Bolívar. ... 129

Figura 37. Rehúso de frecuencias Bloque 54 y 56. Estados Táchira, Falcón, Guárico y Sucre. ... 130

Figura 38. Rehúso de frecuencias Bloque 55. Estados Zulia, Miranda, Amazonas y Delta Amacuro. ... 130

Figura 39. Rehúso de frecuencias Bloque 57. Estados Zulia, Vargas, Amazonas y Delta Amacuro. ... 131

Figura 40. Rehúso de frecuencias Bloque 59. Estados Táchira, Trujillo, Cojedes, Vargas y Amazonas. ... 131

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Operadores con asignaciones en la porción de espectro radioeléctrico 410-430 MHz, contenidos en base de datos de la CONATEL versus operadores reales con títulos vigentes. ... 57

Gráfica 2. Canales de frecuencia asignados a los operadores contenidos en base de datos de la CONATEL, en porciones de espectro radioeléctrico 410-430 MHz versus Número de asignaciones. ... 58

Gráfica 3. Canales de frecuencia reales asignados a los operadores con títulos vigentes que funcionan dentro de la porción del espectro radioeléctrico 410-430 MHz versus Número de asignaciones ... 60

Gráfica 4. Número de dispositivos por fabricante de tecnología DMR. ... 68

Gráfica 5. Dispositivos Fabricados por Miembros del DMR Association. ... 69

Gráfica 6. Dispositivos por fabricante DMR en función del ancho de banda de operación. 71

Gráfica 7. Número de dispositivos DMR de 12.5 kHz de ancho de banda de canal en función de la banda de frecuencia de operación. 72

Gráfica 8. Número de dispositivos DMR de 25 kHz de ancho de banda de canal en función de la banda de frecuencia de operación. 72

Gráfica 9. Número de dispositivos por fabricante de tecnología P25. 75

Gráfica 10. Dispositivos Fabricados por Miembros del Project 25. 76

Gráfica 11. Dispositivos por fabricante P25 en función del ancho de banda de operación. 78

Gráfica 12. Número de dispositivos P25 de 12.5 kHz de ancho de banda de canal en función de la banda de frecuencia de operación. 79

Gráfica 13. Número de dispositivos P25 de 25 kHz de ancho de banda de canal en función de la banda de frecuencia de operación. 79

Introducción

La necesitad de lograr un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, de manera de satisfacer la alta demanda de este recurso para la proliferación de nuevos servicios, fue lo que inspiró la elaboración de este Trabajo Especial de Grado que pretende, a través de estudios y recomendaciones técnicas, elaborar un plan de frecuencias que pueda ser utilizado en la banda 410-430 MHz del espectro radioeléctrico, para así, dar cabida espectral a una migración de los operadores vigentes que operan en la banda de 800 MHz, con el fin de dar un uso más eficiente a la banda de 800 MHz para despliegues futuros de redes basadas en tecnologías identificadas para Comunicaciones Móviles Internacionales (IMT) definidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) .

Este Trabajo Especial de Grado titulado: “Estudio de Implementación de Sistemas de Radiocomunicaciones Móviles Terrestres Digitales Dentro de la Banda de Frecuencias de 410 MHz y 430 MHz”, se encuentra organizado en cinco capítulos.

En el Capítulo I se encuentra el planteamiento del problema y su justificación, los objetivos del proyecto, los alcances y limitaciones del mismo. El Capítulo II, constituido por el Marco Referencial, presenta las definiciones y conceptos teóricos. En el Capítulo III se expone la Metodología y Desarrollo, incluida sus tres fases, donde se describen los procedimientos utilizados para cumplir con los objetivos planteados a través de diferentes puntos de cada fase. En el Capítulo IV se muestran los Resultados obtenidos en cada fase, comprende la elección de la frecuencia de operación, características técnicas (potencia de transmisión, sensibilidad de los dispositivos de recepción, entre otros). De igual manera en este capítulo se incluye la planificación de la porción del espectro radioeléctrico realizada, la canalización correspondiente y el esquema de reutilización de bloques de frecuencia por área geográfica. En el Capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones que dieron como resultado la elaboración de este Trabajo Especial de Grado.

Capítulo I

Planteamiento del Proyecto

I.1. Planteamiento del Problema y Justificación.

En Venezuela como en el resto del mundo, el uso dado al espectro radioeléctrico destinado para el despliegue de sistemas de acceso inalámbricos constituye la herramienta fundamental que permite la prestación de diversos servicios en función de las necesidades establecidas por el público en general o por grupos particulares de usuarios con demandas distintas.

El uso de este recurso fomenta una mayor rapidez en los despliegues tecnológicos en zonas densamente pobladas y rurales, contribuyendo de esta manera con el desarrollo de diversos sectores que hacen vida en el territorio nacional, y según el caso, propicia la disminución de la brecha digital.

Sin embargo, la alta demanda de este recurso natural limitado y la proliferación de nuevos servicios hacen que la disponibilidad de espectro se constituya en una tarea fundamental y prioritaria dentro del sector de las telecomunicaciones.

El sector de los servicios generados bajo los sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres no es exento de ello, ya que las necesidades comunicacionales tanto de diversos grupos de usuarios como las innovaciones tecnológicas instan sus implementaciones no solo en las bandas de frecuencias ya establecidas, sino además, en nuevas porciones de espectro radioeléctrico.

Ante tal requerimiento y en función de lo antes señalado, se pretende determinar la factibilidad técnica de implementación de sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres digitales bajo una planificación bien establecida dentro de la banda de frecuencias comprendida entre los 410 MHz y 430 MHz, para su adjudicación directa

en concesión de uso y explotación del espectro radioeléctrico para todos los interesados, en virtud de que la misma cuenta con una alta potencialidad para la implementación de dichos sistemas y adicionalmente, se pretende mitigar la utilización ineficiente de este recurso limitado bajo los parámetros a establecer en la presente propuesta.

Lo expuesto anteriormente motiva y justifica a que con esta planificación se pretenda crear insumos que sirvan de argumentos a la futura toma de decisiones en virtud de una posible migración de los servicios de radiocomunicaciones móviles terrestres que actualmente operan en la banda de 800 MHz, a la banda en cuestión, con la finalidad de darle cabida a la introducción de nuevas tecnologías y servicios basados en IMT (las denominadas tercera y cuarta generación de telefonía móvil celular) de conformidad con el Artículo 74 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

I.2. Objetivos

I.2.1. *Objetivo General.*

Estudiar la factibilidad de implementación de sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres digitales dentro de la banda de frecuencias comprendida entre los 410 MHz y 430 MHz.

I.2.2. *Objetivos Específicos.*

- Determinar la ocupación de espectral dentro de la banda en cuestión (verificación de base de datos y archivos contentivos de los permisos otorgados por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones dentro del segmento 410-430 MHz y 800 MHz, específicamente en la porción 806 a 821 pareados cono 851 a 856 MHz).

- Determinar las áreas de cobertura en todo el territorio nacional a través del análisis de los principales sitios de repetición.

- Realizar un estudio de mercado que permita determinar la utilización de dicha banda en función de las características técnicas.

- Elaborar plan de frecuencias.

I.3. Alcances

En este trabajo especial de grado se propone diseñar una canalización (plan de frecuencias) para la banda 410 MHz y 430 MHz, con el fin de administrar de manera más eficiente dicha porción del espectro, que en la actualidad está siendo subutilizada por sistemas móviles y fijos, para que permitir el ingreso de redes digitales de radio comunicación móvil terrestres de banda estrecha el uso y explotación por parte de todos los interesados.

Dicha propuesta de canalización cuenta con la siguiente estructura:

1. Identificar los operadores con títulos vigentes que operan en la porción de espectro radioeléctrico entre 410 MHz a 430 MHz.

2. Investigar la ocupación espectral a nivel nacional en la banda 410-430 MHz y 800 MHz.

3. Examinar foros técnicos en búsqueda de los proveedores de infraestructura para sistemas de radiocomunicaciones y los dispositivos móviles y portátiles.

4. Determinar las características genéricas de dichos dispositivos y sistemas de comunicaciones.

5. Verificar la existencia de recomendaciones de la UIT-R referentes a canalizaciones de frecuencia dentro de la banda de frecuencia 410-430 MHz.

6. Verificar las disposiciones de frecuencia establecidas o implementadas por los organismos de regulaciones y/o sus normativas técnicas asociadas para la banda de frecuencia 410-430 MHz.

7. Analizar los principales sitios de repetición por estado.

8. Planificar una porción del espectro radioeléctrico dentro de la banda 410-430 MHz de conformidad con lo establecido en los puntos anteriores.

9. Determinar esquema de reutilización de bloques de frecuencia por área geográfica en función de los requerimientos de canales Trunking.

La canalización propuesta toma en cuenta los requerimientos de mercado y el espectro radioeléctrico disponible. La misma podrá ser utilizada por CONATEL al momento de asignar frecuencias a operadores que funcionen o vayan a funcionar en la banda en cuestión.

La canalización también servirá para migrar a los operadores que actualmente funcionan en la banda de 800 a la banda 410-430 MHz, si así lo requiere CONATEL.

Para esta propuesta de canalización se utiliza un ancho de banda de canal de 12.5 kHz, en la cual pueden operar distintos estándares de radio comunicaciones móviles terrestres digitales como P25, “Digital Mobile Radio” (DMR) o “Digital PMR” (dPMR), por el hecho de que en caso de realizar una migración de la banda de 800 MHz a 410-430 MHz, se debe asegurar que los operadores que funcionan en una banda de 30 MHz puedan operar en los 20 MHz disponibles en la banda de 410-430 MHz, por lo cual es ideal que los equipamientos utilicen canales de 12.5 kHz.

La canalización a proponer se realizará por regiones y aplicará a todo el territorio Nacional, dejando porciones reservadas a usos gubernamentales según lo establecido en el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF), publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana Nº 39.862 del 10 de febrero de 2012.

I.4. Limitaciones.

Este trabajo especial de grado no incluye datos obtenidos directamente de operadores, solo se limita a la información existente en las bases de datos de Conatel, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y de foros técnicos.

La mayoría de la información utilizada para realizar este proyecto es de carácter confidencial, por lo que en algunos casos la información mostrada será presentada con nombres genéricos que no guardan relación entre ellos, es decir, que algunos nombres se repitan no implica que se esté haciendo referencia a la misma persona, operador, etc.

Para los cálculos de cobertura solo se dispone de la herramienta informática Radiomobile, por lo tanto, no se pudo hacer comparaciones con otro software.

Por limitaciones de traslado y recursos económicos, las pruebas realizadas sobre la ocupación espectral en la banda 410-430 MHz se limitaron a solo ser desde la sede de la Conatel, edificio El Águila.

Capítulo II

Marco Referencial

A continuación, se encuentra la información necesaria para entender el funcionamiento de las radiocomunicaciones móviles terrestres, sus características, los elementos que conforman dichos sistemas y la descripción de los estándares, que según lo estudiado, son ideales para la migración que se pretende hacer, además de los beneficios que ellos conllevan.

II.1. Radio Comunicaciones Móviles Terrestres (RMT)

Las Radiocomunicaciones Móviles Terrestres son "servicios de radiocomunicaciones destinado al intercambio de información de voz o datos entre equipos terminales móviles utilizando estaciones de base." (Resolución Nº 041 LOTEL, 2011)

"Los sistemas de radiocomunicaciones móviles permiten el intercambio de información entre estaciones fijas o móviles (o entre dos móviles) utilizando como medio de transmisión el espectro radioeléctrico." (Cabezas, 2007)

Algunos de los ejemplos de un sistema de radiocomunicación móvil terrestre son:

- Radiófonos: permiten comunicación en ambos sentidos, como los radios de banda civil (walkie talkies).

- Sistemas de despacho: los utilizados en los departamentos de policía, que la comunicación utiliza un solo canal, es decir, "cualquier suscriptor puede escuchar el mensaje del despachador; sin embargo, los suscriptores

generalmente no pueden hablar entre sí; sólo pueden hablar con el despachador" (Lara, 2002).

- Sistemas de radiobúsqueda: "reaccionan únicamente a señales dirigidas hacia el por un operador" (Lara, 2002), como por ejemplo los beepers.

- Sistemas de radio móvil por paquetes: Permiten transmitir a varios dispositivos en el mismo canal de radio, sin interferir con otros transmisores, debido a que utilizan técnicas de acceso múltiple. (Lara, 2002)

- Sistemas de radiotelefonía: abarca los sistemas de radiotelefonía móvil tradicionales y los nuevos sistemas celulares.

II.2. Radiocomunicaciones Móviles Troncalizadas

Las Radiocomunicaciones Móviles Troncalizadas (concentración de enlaces) son sistemas en los cuales los usuarios comparten todos los canales disponibles. Esto se hace con el fin de evitar que dependan de un canal determinado y no puedan transmitir su mensaje si éste canal (frecuencia asignada) se encuentra ocupado.

Haciendo una breve comparación entre ambos tipos de sistemas, en el convencional cada grupo de usuarios cuenta con un canal en específico. Si usuarios de diferentes grupos se desean comunicar, el usuario 1 debe cambiar el radio al canal respectivo del usuario 2. De esta manera, si el canal al cual está asignado el usuario se encuentra ocupado, este no puede transmitir su mensaje.

Los Sistemas de Radio Troncalizado son sistemas de radiocomunicaciones móviles para aplicaciones privadas, formando grupos y subgrupos de usuarios. En este sistema los grupos de usuario que se crean son independientes de los canales o frecuencias con que se cuenta. De manera que cuando un usuario desea transmitir un mensaje, bien sea de voz o de datos, el sistema le asigna automáticamente, mediante

protocolos de control y señalización, un canal libre. Si en ese momento no hay ningún canal libre, queda en una cola de espera por un determinado tiempo (este tiempo es programable). Cuando finaliza la comunicación, el canal queda libre para que pueda ser utilizado por otro grupo, por lo que se aprovecha al máximo la capacidad del sistema. (Vargas, 2012)

II.2.1. *Características*

- Estructura de red celular (independientes de las redes públicas de telefonía móvil).
- Los usuarios comparten los recursos del sistema de forma automática y organizada.
- De ser requerido, por el tipo de servicio, es posible el establecimiento de canales prioritarios de emergencia que predominarían sobre el resto de las comunicaciones del grupo.

(EcuRed, s.f.)

II.2.2. *Ventajas*

- Llamada individual.
- Llamada a un grupo dentro de otro grupo mayor.
- Llamada de emergencia con prioridad absoluta.
- Lista de llamadas recibidas en espera de ser atendidas.
- Desvío de llamadas en ausencia del destinatario.
- Almacenamiento de mensajes vocales.
- Bloqueo de un canal, asignado temporalmente a un grupo.

- Transmisión de datos, facsímil, etc.
- Consultas a bases de datos.
- Mensajes cortos sin ocupación de canal.
- Menor tiempo de acceso al sistema.
- Aumento de la capacidad de canales para una calidad de servicios.
- La probabilidad de que todos los canales estén ocupados es baja, por lo tanto, la posibilidad de quedar bloqueado es mucho menor.

II.2.3. *Elementos de la Red*

Según Mora (2008), la red de radio troncalizado está conformada por ciertos elementos, los cuales varían dependiendo de cada operador y de la tecnología que esté destinada para su uso. Estos elementos, comunes para todos los sistemas de radiocomunicaciones, son los siguientes:

- Estaciones fijas.
- Estaciones móviles (MS).
- Equipos de control.

<u>Estaciones Fijas:</u>

Una estación fija es una estación radioeléctrica no prevista para ser utilizada en movimiento. Según Vargas (2012), estas se dividen en diversas categorías en el servicio móvil:

- Estación Base (BS): Contienen equipos transmisores y receptores para prestar cobertura en determinada área de servicio. Su funcionamiento es controlado desde la estación de control.

- Estación de Control (CS): Es el equipo central de control, este es el encargado de gestionar la información de estado del sistema y enviarla tanto a las estaciones base, como a las repetidoras.

- Estaciones Repetidoras (RS): Son estaciones fijas cuya función es retransmitir y amplificar la señal de radio recibida de cualquier equipo del sistema, aumentando así la cobertura del mismo.

- Combinadores: Son dispositivos electrónicos resonantes, en los cuales se pueden acoplar varios transmisores o receptores con una sola antena.

- Duplexores: Son dispositivos selectores de frecuencia que acoplándose a la antena pueden hacer que ésta actué como receptora y transmisora simultáneamente.

- Antena: Según Tomasi (2003), una antena es un conductor metálico que captura y radia ondas electromagnéticas. Una antena transmisora convierte la energía eléctrica en ondas electromagnéticas, en cambio, una antena receptora convierte las ondas electromagnéticas en energía eléctrica.

Estaciones Móviles:

Una estación móvil es una estación radioeléctrica del servicio móvil prevista para ser utilizada en un vehículo en marcha o que efectúa paradas en puntos indeterminados. Incluye a los equipos portátiles (de mano) y móviles (que pueden instalarse en vehículos y/o transportarse a mano). (Mora, 2008)

Equipos de Control:

Son el conjunto de equipos necesarios para la administración de las estaciones base, la emisión y recepción de llamadas, localización e identificación de vehículos, trasferencia de llamadas a la red telefónica privada, entre otros. (Mora, 2008)

- Consolas de Despacho o Control Remoto del Sistema: Son equipos controlados por un operador, que sirven para monitorear el sistema de manera remota. Estos deben estar conectados a la estación base y a la de control a través de líneas de transmisión.

II.2.4. *Funcionamiento*

Según la Asociación Cultural Radio Club Gaviota (Como se hace referencia en Vargas, 2012), en los sistemas troncalizados existen dos tipos de canales de radio frecuencia: un canal de control (o datos) y otro de tráfico (o voz). El canal de control se asigna en cada sistema para el envío de la información de señalización entre los radios y la estación de control. Estos canales se usan para la asignación de canales de tráfico y las tareas de gestión y control de llamadas. Los canales restantes se utilizan como canales de tráfico y sirven para enviar las comunicaciones reales (voz o datos) entre los radios. (Vargas, 2012)

En la Figura 1 se describe una comunicación entre la unidad de radio y el repetidor del sistema.

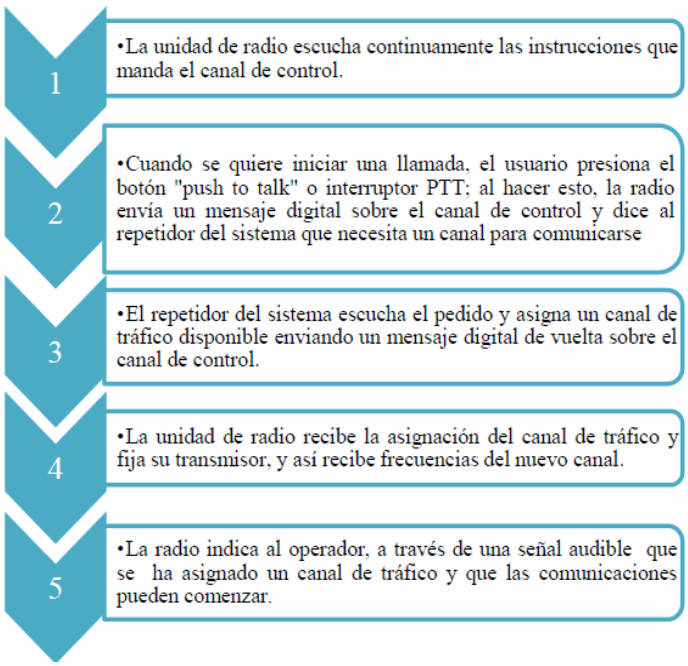


Figura 1. Establecimiento de la llamada en un sistema troncalizado.
Fuente: Asociación Cultural Radio Club Gaviota (Como se hace referencia en Vargas, 2012).

II.3. Tecnología de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)

El TDMA es una técnica digital que permite tener múltiples usuarios accesando al mismo canal de radio frecuencia (RF) sin interferencia. Es un estándar de modulación digital, lo que permite lograr una mejora notable de la calidad de audio en la transmisión y una eliminación de las interferencias. De igual manera permite aprovechar al máximo el ancho de banda al incluir de forma simultánea llamadas de voz en grupo e individual, transmisión de datos y posicionamiento.

TDMA mantiene el ancho del canal, de por ejemplo 12,5 kHz, y lo divide en dos ranuras de tiempo A y B alternas (véase la figura 2 que se muestra a continuación), cada una de las cuales actúa como una ruta de comunicación independiente. En la figura 2, los transceptores 1 y 3 están manteniendo una conversación en la ranura 1, y los transceptores 2 y 4 en la ranura 2.

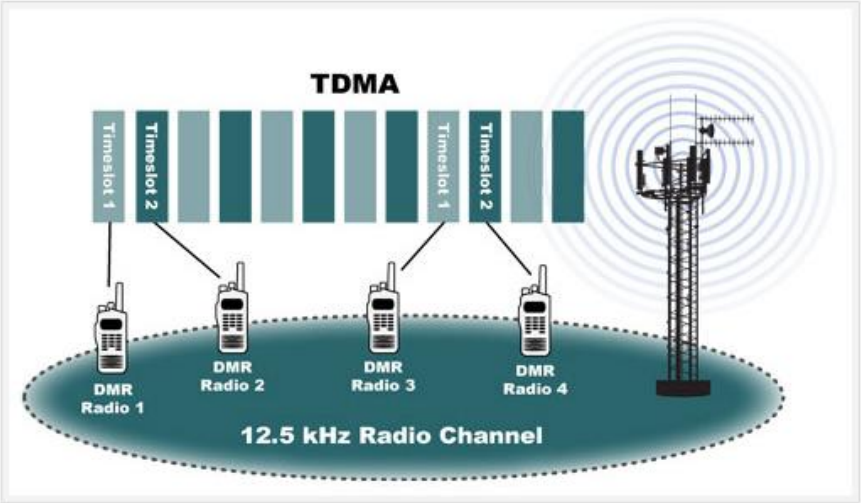


Figura 2. Estructura de DMR con TDMA de doble ranura
Fuente: DMR Association

II.4. Sistemas Troncalizados Digitales

"Cuentan con modulación digital, gozan de conmutación y enrutamiento avanzado en las redes, envían mensajes de datos a alta velocidad con privacidad y seguridad, poseen

un eficiente ancho de banda, su función telefónica es comparable con un celular." (Vargas, 2012). Algunos de los estándares Digitales son TETRA, P25, DMR, dPMR.

II.4.1. *TETRA (Terrestrial Trunked Radio)*

TETRA es un estándar digital troncalizado basado en un protocolo de 4-slot TDMA de 25 kHz descrito en el estándar ETSI EN300392 y desarrollado por éste mismo Instituto, diseñado para satisfacer las necesidades de los usuarios de organizaciones PMR (Professional Mobile Radio) los cuales presentan dificultades como el cambio manual de canales, la utilización ineficiente de los canales, la falta de privacidad, etc. TETRA se orienta a soluciones altamente especializadas en el ámbito profesional, donde características como fiabilidad, costos, calidad de voz, eficiencia espectral, etc. son un requerimiento importante. Se utiliza principalmente en organizaciones gubernamentales, militares, de seguridad pública, transporte, etc. y para transmisión de otros datos.

Según Martínez (Como se hace referencia en Vargas, 2012), TETRA posee un aprovechamiento espectral óptimo, teniendo la capacidad de transmitir cuatro canales de voz o datos por cada canal físico de RF de 25 kHz de ancho de banda cada uno, esto debido a su técnica digital TDMA utilizada. Con este ancho de banda, TETRA se utiliza principalmente para proporcionar redes de muy alta capacidad de usuarios.

II.4.2. *P25 (Project 25) o APCO P25*

APCO P25 es un estándar digital enfocado al Mercado de la Seguridad, pero también ha ganado aceptación en servicios públicos y aplicaciones comerciales. El estándar se divide en dos fases, la fase 1 es basada en un protocolo digital que funciona con FDMA de 12.5 kHz descrito en el estándar del TIA APCO P25 y la fase 2 es un protocolo de 2-slot TDMA de 12.5 kHz.

Project 25 (P25) fue desarrollado en Norte América con representantes de estado, locales y federales y con la TIA (Telecommunication Industry Association).

Los principales objetivos que se pretenden lograr con la tecnología son los siguientes:

- Permitir una efectiva, eficiente y confiable comunicación intra-agencia e inter-agencia, para garantizar la interoperabilidad de las comunicaciones en rutinas y situaciones de emergencia.

- Asegurar la competencia en el sistema de adquisiciones, para que así las agencias puedan elegir entre múltiples vendedores y productos, y al haber competencia, los precios disminuyen.

- Proveer equipos fáciles de utilizar, para que los usuarios puedan sacarle el máximo provecho al producto con el mínimo entrenamiento.

- Mejorar la eficiencia del espectro. De esta manera las redes tendrán suficiente capacidad para manejar llamadas y permitir el crecimiento.

Project 25 Technology Interest Group (PTIG)

El PTIG es un grupo de personas y organizaciones que se interesan por el avance, desarrollo, despliegue y aplicación de la tecnología de comunicación digital representada por el estándar Project 25. La asociación se encarga de garantizar la interoperabilidad entre los equipos fabricados por sus distintos miembros. Entre sus miembros se incluyen expertos de radiocomunicaciones bidireccionales, profesionales en seguridad pública y fabricantes de equipos.

Los miembros de PTIG se dividen en dos categorías:

- Miembros Comerciales afiliados a proporcionar tecnología P25: los miembros pertenecientes a esta categoría están orientados a servir a fabricantes y vendedores comprometidos a lo relacionado con venta y mercadeo de sistemas y equipos P25.

- Miembros Individuales afiliados con intereses de P25 y Seguridad Pública: ésta categoría se orienta a servir a empleados del Gobierno y a otras industrias interesadas en la utilización y despliegue de la tecnología P25 en sus sistemas de radio. En esta categoría también entran empleados y miembros del Servicio Público y Asociaciones Comerciales.

El objetivo de ésta asociación es promover el éxito del estándar y educar sobre los beneficios que éste ofrece.

Al verificar el foro técnico Project 25 se encontró que su categoría de Miembros Comerciales posee 37 miembros, y de ellos, solo 11 son los que se encuentran fabricando actualmente dispositivos entre Radios Móviles, Radios Portátiles, Repetidores y/o Estaciones Base. La lista de miembros que integran su categoría de Miembros Individuales no se encuentra publicada,

II.4.3. *DMR (Digital Mobile Radio)*

DMR es una norma de transceptores móviles digitales específica para los usuarios de transceptores móviles profesionales (PMR, Professional Mobile Radio) desarrollada por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI, European Telecommunications Standards Institute), el cual describe a DMR en el estándar ETSI TS 102 361 .

La norma está diseñada para operar con 12,5 kHz de ancho de banda de canal y para cumplir los futuros requisitos reglamentarios de la equivalencia de canales de 6,25 kHz. DMR ofrece servicios de voz y datos y otros servicios complementarios.

DMR ha sido diseñado para ofrecer el mismo rango que un canal FM analógico de 12.5 kHz, por ello, un reemplazo o una actualización de analógico a DMR es una propuesta práctica.

DMR funciona con Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, Time Division Multiple Access) de doble ranura. Utiliza modulación por desplazamiento de

frecuencia (MDF) de 4 niveles, y posee una tecnología de Corrección de errores sin canal de retorno (*FEC, Forward Error Correction*).

La norma de DMR consta de tres niveles:

- Nivel 1 de DMR: Sin licencia

  Los dispositivos de este nivel pueden utilizarse gratuitamente sin licencia en la banda de 446 MHz, y son idóneos para el uso personal, el ocio, la venta minorista y otras situaciones que no requieran una cobertura de área amplia o características avanzadas, ya que poseen un número limitado de canales, no utilizan repetidores, interconexión telefónica ni antenas fijas/integradas.

- Nivel 2 de DMR: Convencional

  Este nivel lo integran sistemas de transceptores, móviles y portátiles de mano convencionales con licencia que funcionan en las bandas de frecuencia de PMR de 66 a 960 MHz. La norma del ETSI de este nivel está dirigida a los usuarios que necesitan eficiencia del espectro, características de voz avanzadas y servicios de datos IP en bandas con licencia para las comunicaciones de potencia alta. El nivel 2 especifica un TDMA de doble ranura para los canales de 12,5 kHz.

- Nivel 3 de DMR: Normal

  El nivel 3 de DMR cubre el funcionamiento normal en las bandas de frecuencia de 66 a 960 MHz. El nivel 3 especifica un TDMA de doble ranura para los canales de 12,5 kHz. Este nivel permite el manejo de mensajes y de voz, similar a la de MPT 1327, con envío incorporado de mensajes y mensajes cortos de 128 caracteres con hasta 288 bits de datos en varios formatos. También admite el servicio de datos de paquetes en varios formatos, incluidos IPv4 e IPv6.

La norma de DMR tiene entre sus ventajas lo siguiente:

- Duplicación de la capacidad de sus canales: permite realizar dos llamadas simultáneas independientes a través de un único canal de 12,5 kHz, gracias a la técnica de TDMA. (DMR Association)

- Compatibilidad con el espectro de los antiguos sistemas analógicos: Siempre que DMR utilice canales de 12,5 kHz, tendrá incorporada la compatibilidad con el espectro necesario. (DMR Association). Esto se ilustra en la figura 3 que se muestra a continuación:

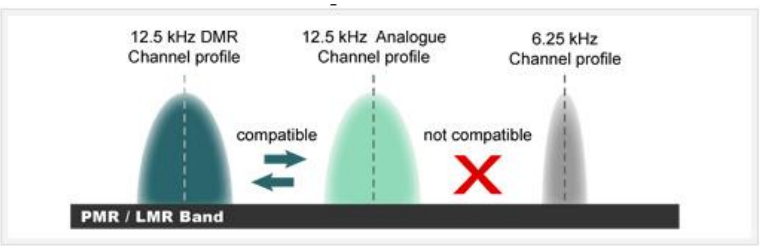


Figura 3. Compatibilidad de los canales del espectro de DMR con los antiguos sistemas analógicos.
Fuente: DMR Association.

- Uso eficaz de la infraestructura: Con el método de TDMA para DMR se consiguen dos canales de comunicación con un repetidor, una antena y un duplexor sencillo. Las soluciones de TDMA de doble ranura se diferencian de las de FDMA en que ofrecen la eficiencia de 6,25 kHz a la vez que minimizan la inversión en repetidores y en equipos de combinación. (DMR Association)

- Batería de mayor duración y rendimiento superior de la potencia: Dado que las llamadas individuales utilizan únicamente una de las ranuras de tiempo, hace falta sólo la mitad de la capacidad del transmisor. El transmisor está inactivo la mitad del tiempo, es decir, durante el "turno" de la ranura de tiempo. Si se reduce a la mitad el tiempo efectivo de transmisión, el TDMA de doble ranura puede aumentar el tiempo de conversación hasta en un 40% con respecto al tiempo de los transceptores analógicos. Si se reduce drásticamente el consumo general de batería por llamada, se posibilita una utilización de mayor duración

entre recargas. Los dispositivos digitales DMR pueden incluir, asimismo, tecnologías de reposo y de gestión de potencia para incrementar aún más la duración de la batería. (DMR Association)

- Facilidad de uso y creación de aplicaciones de datos: Puesto que la norma de DMR admite la transmisión inalámbrica de datos IP, esto posibilita el fácil desarrollo de las aplicaciones estándar. Para mantener el nivel de calidad del servicio de voz existente es necesario disponer de una capacidad adicional de tráfico de datos. Esto es especialmente importante para aplicaciones como la Localización Automática de Vehículos, donde el sistema puede generar una gran cantidad de mensajes para mantener actualizadas las ubicaciones continuamente. (DMR Association)

- Flexibilidad del sistema a través del uso simultáneo de canales de TDMA: En los sistemas de TDMA, mientras la conversación de voz ocupa la primera ranura de tiempo, la segunda puede utilizarse simultáneamente para transmitir datos de la aplicación, como el envío de mensajes de texto o la ubicación. Los transceptores con FDMA no ofrecen estos beneficios (excepto si se compran transceptores extra y se utilizan canales autorizados adicionales), ya que en un único canal de FDMA de 6,25 kHz sólo hay una ruta de comunicación. (DMR Association)

- Avanzadas funciones de control: La segunda ranura de tiempo se puede utilizar para señalizar el canal inverso; es decir, pueden enviarse al transceptor instrucciones en formato de señalización a través del segundo canal de ranura de tiempo mientras se realiza una llamada en el primer canal. (DMR Association)

- Mayor rendimiento del sonido: Proporciona un aislamiento superior del ruido y conserva la calidad de voz en un alcance mucho mayor que la tecnología analógica. Esto se debe a los codificadores de corrección de errores sin canal de retorno (FEC, Forward Error Correction) y de control de redundancia cíclica (CRC, Cyclic Redundancy Check) seleccionados al desarrollar la norma.

Gracias a estos codificadores, los transceptores receptores pueden detectar y corregir automáticamente los errores de transmisión mediante un análisis de los bits de los mensajes. Mediante dichos codificadores y otras técnicas, el proceso digital puede eliminar el ruido y reconstruir las señales a partir de transmisiones degradadas. (DMR Association)

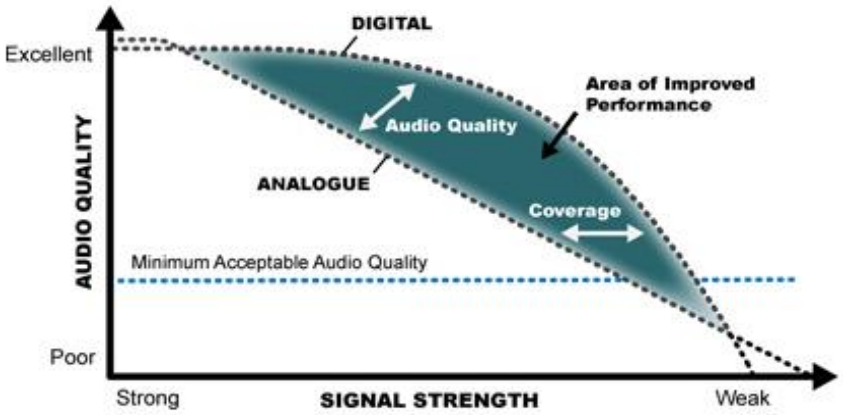


Figura 4. Mejora del alcance de DMR con respecto a la tecnología analógica
Fuente: DMR Association.

- Abastecimiento seguro mediante una norma totalmente abierta, correctamente establecida y respaldada mundialmente: Dado que la norma de DMR es completamente pública y abierta y está respaldada por una amplia variedad de proveedores, los compradores tienen garantizada la continuidad del abastecimiento. (DMR Association)

- Servicios de Seguridad: La introducción de señalización digital facilita considerablemente la inclusión de localización y estados de servicios tales como GPS. Esto representa una mejora sustancial del conocimiento de la ubicación del personal de seguridad y de una respuesta más rápida a incidentes u otras situaciones inusuales. (DMR Association)

- Seguridad del Sitio: Mejoras significativas en instalaciones de emergencia a través de la señalización del canal de retorno, ya que una notificación inmediata

puede ser enviada al personal del sitio para indicar que hay un incidente en progreso. Esto puede ser acompañado por una data que de mayor detalle. Es igualmente posible interrumpir la comunicación en curso para pasar la información por voz si así se desea. (DMR Association)

- Gobierno Local y Servicios Sociales: La información de ubicación, combinada con información de estatus puede ser acumulada con más facilidad y enviada de vuelta a otros oficiales. Esto les permite una mejor respuesta a incidentes o incluso ayudar a compañeros de trabajo que se encuentren en situaciones peligrosas. (DMR Association)

DMR Association

La DMR Association es una organización global cuyo objetivo es conseguir que DMR sea la norma de transceptores digitales más adoptada en el ámbito empresarial del siglo XXI. La asociación, a base de una combinación de pruebas de interoperabilidad, certificación, educación y concienciación, trabaja en la revalorización constante de los usuarios empresariales de la tecnología actual de transceptores digitales, a través de la competencia y elección derivadas de una cadena de valor abierta a múltiples fabricantes. (DMR Association)

El objetivo de la DMR Association es fomentar el crecimiento del mercado de DMR a través de la "eliminación de las barreras que impiden la interoperabilidad y el impulso de la innovación y la adopción de la norma con la creación de nuevos dispositivos y servicios." (DMR Association). La DMR Association ha desarrollado el proceso de interoperabilidad (IOP) de DMR para fomentar la competencia y para garantizar que los usuarios y proveedores de equipos puedan beneficiarse de un mercado abierto a múltiples fabricantes de equipos de DMR, el cual ofrece ventajas a los usuarios, tales como la selección de equipos y de proveedores, el desarrollo continuo de nuevos productos con un aumento de la funcionalidad y una mejor relación calidad-precio.

Los usuarios pueden tener la certeza de que los productos con el certificado de interoperabilidad (IOP) de DMR se han probado con total rigurosidad y por ende, las funciones enumeradas en el certificado pueden interoperar.

Existen ciertas disposiciones propuestas por los miembros de la organización con el fin de lograr el cumplimiento de sus objetivos:

- Elaborar un programa de certificación y de pruebas de interoperabilidad.
- Colaboración con las instituciones supervisoras para desarrollar un medio que favorezca el avance de las redes de DMR
- Mayor concienciación de la norma DMR a través de la formación, la promoción y el debate

La Asociación se organiza en tres grupos:

El primero está formado por los Miembros, el cual administra todas las actividades y requerimientos necesarios de los mismos e inicia las acciones necesarias para cumplir con el propósito de la Asociación. Este grupo determina las cuotas de afiliación, examina el trabajo de los Grupos de Trabajo (Marketing y Técnico), elige el Presidente de la Organización. Cabe acotar que los miembros de la Categoría Uno y Dos son los que tienen derecho de voto.

El segundo grupo corresponde al grupo de trabajo técnico, el cual se enfoca en la interoperabilidad y otros aspectos técnicos.

El tercer grupo es el grupo de trabajo de marketing, el cual trata de aspectos relacionados con la concienciación de la norma, a través de la educación y toma de conocimiento de la norma.

Los miembros de la asociación deben cumplir cierta estructura, la cual se divide en 3 categorías. El objetivo de la estructura de afiliación de la asociación es abrirla para que puedan acceder a ella todos sus integrantes, entre los que se incluyen: fabricantes,

usuarios finales, organizaciones que elaboran normas, desarrolladores de aplicaciones, etc.

La Categoría 1, que la integran miembros titulares y fabricantes, actualmente posee 23 miembros. La Categoría 2, integrada por desarrolladores de aplicaciones, integradores de sistemas, fabricantes de equipos de pruebas y laboratorios de pruebas; presenta actualmente 11 miembros. Y la Categoría 3, formada por usuarios, instituciones supervisoras y operadores, actualmente la integran 8 miembros.

II.4.4. *dPMR (Digital Professional Mobile Radio)*

dPMR Association

Este grupo fue creado en 2007 para proporcionar un foro para todas las partes interesadas que deseen apoyar la última tecnología de radio digital conocido como PMR dPMR. Actualmente, el grupo incluye a los fabricantes de radio, los fabricantes de chips, el protocolo y los desarrolladores de software y desarrolladores de sistemas. Todos estos miembros han expresado el objetivo común de trabajar juntos para asegurar el éxito de dPMR. (dPMR Association)

La asociación dPMR se encarga de garantizar la interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes dPMR realizando pruebas basadas en las normas establecidas por la ETSI, y a su vez, autoriza el uso del logotipo específico dPMR si el equipo es compatible.

Esta asociación es integrada por miembros de cualquier parte del mundo, lo que promueve el éxito de esta tecnología ya que dichos miembros son actores importantes en el sector de las radiocomunicaciones.

Al verificar el dPMR Association se encontró que de sus 14 miembros, solo 1 se encuentra fabricando actualmente dispositivos entre Radios Móviles, Radios Portátiles, Repetidores y Estaciones Base.

II.5. Espectro Radioeléctrico

"El espectro radioeléctrico es el medio por el cual se transmiten las ondas de radio electromagnéticas, las cuales permiten hacer uso de medios de comunicación como la radio, televisión, Internet, telefonía móvil y televisión digital terrestre, entre otros." (http://www.mintic.gov.co, 2013)

En la Ley Orgánica de Telecomunicaciones se define el espectro radioeléctrico como el "conjunto de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de tres mil gigahertz (3000 GHz) y que se propagan por el espacio sin guía artificial." (LOTEL, 2011)

La administración, regulación, ordenación y control de dicho bien en Venezuela le corresponde a la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (Conatel), la cual se encargará de establecer las normas para su uso y de sancionar, si es necesario, de conformidad con la Ley.

II.6. Ley Orgánica de Telecomunicaciones decretada por la Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela

Ley Orgánica de Telecomunicaciones fue promulgada mediante publicación en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana Nº 36.970 de fecha 12 de junio de 2000, reformada según Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 6.015 Extraordinaria, de fecha 28 de diciembre de 2010, y reimpresa por error material, el 7 de febrero de 2011 en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 39.610

El objeto de esta Ley es establecer el marco legal de regulación en línea general de las telecomunicaciones, con el fin de garantizar a las personas su derecho a la comunicación y la realización de las actividades económicas de telecomunicaciones. Con ésta Ley también se pretende mantener un orden al establecer condiciones de

competencia entre los operadores de servicio, defender los intereses de los usuarios, asegurando su derecho al acceso a los servicios de telecomunicaciones, en condiciones de calidad, y salvaguardar los derechos constitucionales.

> Artículo 69. Corresponde a la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, la administración, regulación, ordenación y control del espectro radioeléctrico, de conformidad con lo establecido en esta Ley y en las normas vinculantes dictadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), procurando además armonizar sus actividades con las recomendaciones de dicho organismo.
>
> La Comisión Nacional de Telecomunicaciones ejercerá la coordinación necesaria para la utilización del espectro radioeléctrico en su proyección internacional, de conformidad con esta Ley y los tratados y acuerdos internacionales suscritos y ratificados por la República… (LOTEL, 2011)
>
> Artículo 70. La administración, regulación, ordenación y control del espectro radioeléctrico, incluyen, entre otras facultades, la planificación, la determinación del cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias, la asignación, cambios y verificación de frecuencias, la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas, el establecimiento de las normas técnicas para el uso del espectro, la detección de irregularidades y perturbaciones en el mismo, el control de su uso adecuado y la imposición de las sanciones a que haya lugar, de conformidad con la ley. (LOTEL, 2011)
>
> Artículo 74. El órgano rector o la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, según sea el caso, podrán mediante acto motivado, cambiar la asignación de una frecuencia o una banda de frecuencia que haya sido otorgada en concesión, en los siguientes casos:

1. Por razones de seguridad nacional.

2. Para la introducción de nuevas tecnologías y servicios.

3. Para solucionar problemas de interferencia.

4. Para dar cumplimiento a las modificaciones del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF).

En los casos previstos en los numerales anteriores, el órgano rector o la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, según sea el caso, podrán otorgar al concesionario, por adjudicación directa, nuevas bandas de frecuencia disponibles, mediante las cuales se puedan ofrecer los servicios originalmente prestados, sin perjuicio de la indemnización a que haya lugar en caso de que dicho cambio cause daños al concesionario. Si no existieren frecuencias o bandas de frecuencias disponibles, se procederá a declarar la extinción de la concesión conferida al concesionario y a la indemnización de los daños materiales que se hubieren ocasionado. (LOTEL, 2011)

II.7. CUNABAF

El Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF) establece la atribución de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico determinado por CONATEL, tomando como referencia las recomendaciones de la World Radio Conference (WRC), uno de los brazos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la cual, cada dos años, determina la utilización que se debe hacer del espectro radioeléctrico. El CUNABAF también indica las porciones del espectro radioeléctrico susceptibles de ser asignadas para uso y explotación, y aquellas destinadas a uso gubernamental.

Según CUNABAF, la banda de frecuencias comprendida entre los 410 y 420 MHz está destinada para uso móvil, fijo y de investigación espacial y entre los 420 y 430 MHz para uso móvil y fijo. La banda de frecuencias comprendida entre los 806 y 890 MHz está destinada para uso móvil.

"La porción del espectro radioeléctrico comprendida entre 410-430 MHz está atribuida específicamente al atributo de radiocomunicaciones móviles terrestres.", "Las subbandas de frecuencias comprendidas entre 806-821 MHz y 851-866 MHz están atribuidas, específicamente, al atributo de radiocomunicaciones móviles terrestres, con anchos de banda por radiocanal de 25 kHz.", "Las subbandas de frecuencias comprendidas entre 821-824 MHz y 866-869 MHz están atribuidas, específicamente, al atributo de radiocomunicaciones móviles terrestres, y están destinadas exclusivamente para uso gubernamental, con anchos de banda por radiocanal de 12,5 kHz." (CUNABAF, 2012).

II.8. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

"La UIT es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación". La UIT elabora normas que garantizan la interconexión de las redes y las tecnologías. (www.itu.int, 2011)

La UIT cuenta con tres ámbitos de actividad principales, los cuales se organizan en sectores: el sector de Radiocomunicaciones, el de Normalización y el de Desarrollo. El sector de Radiocomunicaciones (que va a ser referenciado en el presente trabajo) se encarga de coordinar todo el creciente conjunto de servicios de radiocomunicaciones, y se encarga de gestionar internacionalmente el espectro de frecuencias radioeléctricas y las órbitas de los satélites. (www.itu.int, 2011)

II.9. Modelos y métodos de propagación

Según catarina.udlap.mx (Como se hace referencia en Mora, 2008),

> La ruta que sigue la señal desde el transmisor hasta el receptor puede ser planteado desde una línea de vista hasta un ambiente en el cual tengamos una gran cantidad de obstáculos como edificios, montañas o árboles que lo interfieran. La predicción y el modelado de los canales de radiocomunicación son una de las partes más complicadas que intervienen en el diseño de sistemas de comunicación, por lo general, esta parte se hace de manera estadística, tomando como base mediciones realizadas en una zona específica y para un determinado sistema o parte del espectro.
>
> Los modelos de propagación han puesto su mayor interés en predecir la potencia por medio de una señal recibida a una distancia determinada del transmisor, así como también las variaciones de la potencia de la señal en la cercanía de un punto de interés. Los modelos de propagación que predicen la potencia de la señal para cualquier distancia de separación entre el transmisor y el receptor, son conocidos como modelos de propagación de Gran Escala (Large-Scale) y son de gran utilidad para el cálculo de áreas de cobertura para sistemas de radio. Los modelos que predicen los cambios rápidos en la intensidad de la señal recibida en distancias pequeñas de unas cuantas longitudes de onda, se les conocen como modelos de Pequeña Escala (Small-Scale).

II.9.1. *Modelos de Propagación para ambientes abiertos*

Algunos de los métodos o modelos disponibles para la estimación de la cobertura son los siguientes: modelo Espacio libre, modelo tierra plana, método de Longley-Rice, método Okumura, método Okumura-Hata, método de Bullington, entre otros.

Según catarina.udlap.mx (Como se hace referencia en Mora, 2008), las diferencias entre uno y otros corresponden a la manera como abordan las pérdidas básicas.

II.9.2. *Modelo de Propagación en el Espacio Libre*

Este modelo es utilizado para predecir la potencia de la señal cuando existe una línea de vista entre el transmisor y el receptor. El modelo del espacio libre predice que la potencia recibida decae como función de la distancia de separación entre el transmisor y receptor elevada a alguna potencia. Uno de los sistemas que se puede modelar como propagación del espacio libre son los sistemas de comunicación satelital y los enlaces microondas (Mora, 2008)

II.9.3. *Modelo Tierra plana (Reflexión Terrestre)*

Este modelo se basa en óptica geométrica, y considera tanto la transmisión directa como una componente de propagación reflejada en la tierra entre el transmisor y el receptor. Este modelo de gran escala es muy útil para predecir la potencia de la señal en distancias de varios kilómetros tomando en cuenta que la antena del sistema celular debe tener una altura mínima de 50 metros. (Mora, 2008).

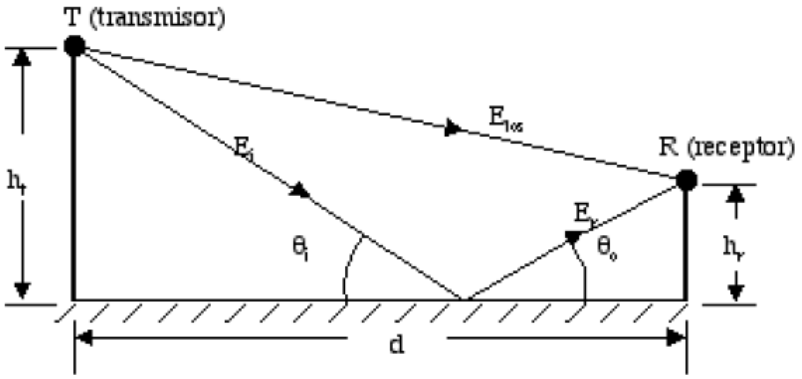


Figura 5. Modelo de Dos Rayos.
Fuente: http://catarina.udlap.mx (Como se hace referencia en Mora 2008)

El segmento que corresponde la separación entre transmisor y receptor (distancia "d") puede considerarse plano, ya que en la mayoría de los sistemas móviles celulares

la distancia real entre el transmisor y receptor es de unas cuantas decenas de kilómetros.

II.9.4. *Métodos de Propagación en RF en ambientes urbanos*

El método propuesto por el Japonés Okumura en la década de los setentas era laborioso ya que requería la correcta interpretación de la información obtenida de cartas gráficas de acuerdo a la zona en que se aplicara (se basaba en la aplicación de cartas gráficas ya que sus resultados solo eran representativos de la propagación en la zona urbana de Japón), por esta razón algunos científicos se interesaron en continuar las investigaciones al respecto siendo uno de los más destacados el científico Masaharu Hata. Hata definió por medio de ecuaciones matemáticas las características de propagación encontradas por Okumura, Hata baso sus investigaciones en la consideración de que las señales de RF se comportaban de una manera logarítmica, así mismo propuso ecuaciones para ambientes suburbanos y rurales. Para sus ecuaciones consideró un terreno ligeramente montañoso, con elevaciones menores a veinte metros. A partir de estos desarrollos surgió el primer método de propagación: Okumura- Hata. (Mora, 2008).

II.9.5. *Método de Okumura*

El método de Okumura es uno de los más utilizados para predicción de señales en áreas urbanas. Este método es aplicable para frecuencias en el rango de 150MHz a los 1920MHz y distancias entre 1km a 100km. Puede ser usado para alturas de la antena de la estación base en el rango de 30m a 1000m. Okumura desarrollo un conjunto de curvas que entregan la atenuación relativa promedio para una zona urbana, sobre un terreno casi plano, teniendo parámetros predefinidos como altura de la antena base (200m), móvil (3m). (Mora, 2008)

Okumura desarrolló un método de pérdidas en el enlace, tomando en cuenta factores de corrección dependiendo del tipo de terreno. Este método fue uno de los más usados y adecuados para las predicciones de atenuación para sistemas celulares y

sistemas de radio terrestre en ambientes poblados. En las mediciones de atenuación a diferencia con la predicción, presentan errores con una desviación estándar entre los 10dB a 14dB.

Okumura plantea incluir factores de corrección que se adapten a los distintos casos de estudios, dentro de estos tenemos:

- Corrección de orientación de las calles dentro de un área urbana.
- Corrección para un área suburbana.
- Corrección para un área abierta.
- Corrección por áreas con trayectorias mixtas de mar y tierra.
- Corrección por pendiente del terreno.

II.9.6. *Método de Okumura-Hata*

Es una formulación práctica de los datos de las pérdidas de propagación provistos por Okumura, y es válido en el rango de frecuencias de VHF y UHF, de los 150 MHz a los 1500 MHz. Hata presento las pérdidas dentro de un área urbana, con un terreno casi liso, con la siguiente expresión:

$$Lurbano(dB)=69.55+26.16*log(fc)-13.82*log(htx)-a(hrx)+(44.9-6.55log(htx))(log(d))$$

Donde:

fc : frecuencia portadora [MHz] 150 MHz< fc <1500 MHz.

Altura de la antena de transmisión:30 m< htx <200m.

Altura de la antena móvil: 1m< hrx <10m.

Rango de distancia en la cual es válido el método: 1km<d<20km.

htx : altura de antena transmisora en [m] en rango 30 a 200metros

hrx : altura de antena receptora en [m] en rango 1 a 10metros

a(hrx): factor de corrección para la altura efectiva de la antena móvil que es función del tipo de área de servicio.

d: distancia entre transmisor y receptor [km]

Para ciudades pequeñas y medianas:

a(hrx) = (1.1*log(fc)-0.7)*hrx-(1.56*log(fc)-0.8) dB (22)

Para ciudades grandes:

a(hrx) = 8.29*(log (1.54hrx))2 - 1.1 dB fc < 300 MHz (23)

a(hrx) = 3.2*(log (11.75hrx))2 - 4.97 dB fc > 300 MHz (24)

Para utilizar la misma fórmula en un ambiente suburbano se utiliza como:

L(dB) = Lurbano(dB) – 2*[log (fc/28)]2 - 5.4 (25)

Para áreas rurales:

L(dB) = Lurbano(dB) - 4.78(log fc)2 + 18.33log fc - 40.94 (26)

II.9.7. *Método de Longley-Rice (ITS irregular terrain model)*

Es el modelo de propagación utilizado por el programa Radio Mobile. Este método se aplica a sistemas punto a punto y a sistemas de comunicación en el rango de frecuencias desde los 40MHz hasta los 100GHz, sobre diferentes tipos de terrenos. La pérdida media de propagación es obtenida utilizando información sobre la geometría del terreno entre el receptor y transmisor, y las características refractivas de la troposfera.

Este método necesita unos parámetros iniciales que se requieren definir para realizar la predicción de cobertura, dentro de estos se encuentran:

- Banda de frecuencia.
- Polarización.
- Alturas de las antenas con respecto a la tierra y ganancia de las mismas.
- Refractividad de la superficie.
- Radio efectivo de la tierra.
- Clima.
- Conductividad del terreno.
- Constante dieléctrica del terreno.
- Topografía del terreno.
- Potencia del transmisor.
- Sensibilidad del equipo receptor.

Una de las últimas modificaciones realizadas a este método ha sido la introducción de un nuevo factor llamado factor urbano (UF), el cual se refiere a la atenuación debida a obstáculos que se presentan antes de llegar a la antena receptora. Además este modelo proporciona una forma de determinar las correcciones debido a factores adicionales como son árboles o ciudad, donde este se introduce en forma porcentual dependiendo del grado de atenuación que puede producir el mismo, finalmente dependiendo del tipo de comunicación se puede agregar el porcentaje de desplazamientos, situaciones o de tiempo que se ve afectado en el campo recibido en el receptor. (Mora, 2008)

En cuanto al Contorno de Servicio este valor es aproximado al umbral de recepción de los equipos móviles, en el cual ofrece una calidad de servicio dada. Por debajo del umbral de recepción se presenta un nivel de ruido que afecta los niveles requeridos de comprensión de la conversación. Este umbral además es asociado a la sensibilidad del equipo móvil, siendo en general -120dBm (medido en niveles de potencia), este valor sería ideal si todos los equipos móviles son del mismo fabricante, del mismo modelo y en condiciones de espacio libre. (Mora 2008)

Capítulo III

Metodología y Desarrollo

Para obtener información sobre la factibilidad de implementación de Sistemas de Radiocomunicaciones Móviles Terrestres Digitales dentro de la banda de frecuencias de 410-430 MHz se debe llevar a cabo un estudio paso a paso, el cual se presenta a continuación. Cada paso se representa a través de una fase.

III.1. Fase I: Investigación y Levantamiento de Información.

✓ ***Identificar los operadores con títulos vigentes que funcionan dentro de la porción de espectro radioeléctrico entre 410 MHz a 430 MHz.***

Desde la promulgación de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones de Venezuela (LOTEL) en el año 2000, todos los operadores de telecomunicaciones se vieron en la necesidad de cumplir el proceso denominado por la CONATEL de "Transformación de Título", el cual estuvo orientado a adecuar los permisos otorgados bajo la antigua legislación en materia de telecomunicaciones al actual Marco Normativo.

En virtud de ello, se puede considerar dicha fecha de promulgación como el punto de referencia ideal para establecer una actualización de la base de datos de operadores registrados ante la CONATEL, la cual poseía operadores con asignaciones de frecuencias incluso con más de quince (15) años, para cualquier servicio de radiocomunicaciones, sin ser sometidas a ningún tipo de actualización. Ante este escenario, dicha Institución convocó a los mismos a participar en el proceso antes indicado; entre los operadores participantes se encontraron aquellos prestadores de servicios con despliegues de sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres

operativos en diversas banda de frecuencias, incluyendo el segmento 410-430 MHz en estudio.

En primera instancia, y teniendo en cuenta la premisa anterior, es importante mencionar que la mayoría de los registros contenidos en la base de datos de la CONATEL, para el segmento 410-430 MHz, evidencian asignaciones con fechas muy anteriores a la fecha de promulgación de dicha Ley, con lo cual toma valor el surgimiento de la hipótesis sobre la operatividad actual de estas redes de comunicaciones inalámbricas.

Bajo esta premisa, dicha lista fue sometida a verificación contra los registros contentivos de los operadores que realizaron todo el proceso de adecuación normativa ante la CONATEL, y por ende, cuentan con la debida Habilitación General para comercializar servicios de telecomunicaciones o satisfacer necesidades comunicacionales propias, a los fines de obtener el número real de operadores Habilitados dentro del segmento en cuestión.

En este sentido, luego de agrupar los operadores habilitados con Atributos de Radiocomunicaciones Móviles Terrestres, se verificó si evidentemente los operadores previamente obtenidos actualmente se encuentran operativos. Dicha búsqueda involucró revisión en la base de datos electrónica y en archivos físicos de la CONATEL.

- ✓ ***Investigar la ocupación espectral a nivel Nacional en la banda 410-430 MHz y 800 MHz.***

Una vez determinado el número de operadores debidamente habilitados (para la banda de 410-430 MHz y 800MHz), se procedió a obtener información sobre las frecuencias exactas asignadas a dichos operadores en función del área geográfica autorizada; dicho procedimiento estuvo conformado por una actualización y depuración de las distintas bases de datos y archivos físicos de la CONATEL.

- ✓ ***Examinar foros técnicos en búsqueda de los proveedores de infraestructura para sistemas de radiocomunicaciones y los dispositivos móviles y portátiles.***

Al plantearse el diseño de un plan de frecuencias bien establecido para promover el uso de la banda de frecuencias 410-430 MHz para servicios de radiocomunicaciones móviles digitales, y a su vez, prever la migración de los operadores de radiocomunicaciones troncalizados que actualmente cuentan con despliegues en la banda de 800 MHz al segmento en estudio, es muy importante tomar en cuenta ciertas consideraciones.

La primera de ellas se encuentra relacionada al ancho de banda necesario para suplir las capacidades asociadas a los operadores troncalizados; en la actualidad, la banda de 800 MHz comprende un ancho de banda de 30 MHz (2x15 MHz) distribuida en porciones de espectro radioeléctrico 806-821 MHz y 851-866 MHz, abarcando un total de 600 canales de banda estrecha de 25 kHz de ancho de banda.

Para diseñar un plan de frecuencias con características asociadas a manejar capacidades similares o superiores en la banda 410-430 MHz, la premisa inicial estaría orientada a contar con igual o mayor ancho de banda destinado a los servicios de radiocomunicaciones troncalizados en 800 MHz, es decir, 30 MHz o más, sin embargo, el segmento en cuestión solo se dispone de 20 MHz. Ante este escenario, surge una segunda vertiente a considerar, la cual se encuentra asociada a la reducción del ancho de banda del canal de 25 kHz a canales muchos más estrechos (12.5 / 6.25 kHz), para satisfacer e incluso superar el número de canales existentes en la canalización actual de 800 MHz.

Esta segunda alternativa descartaría automáticamente el uso de tecnologías de radiocomunicaciones móviles digitales como el TETRA, ya que dicha tecnología solo opera con canales de ancho de banda de 25 kHz, sin embargo, se destaca que esta Comisión ya cuenta con planes de frecuencias bien establecidos en la banda 400-399,9 MHz para sistemas de esta naturaleza.

No obstante, en la actualidad existe una gran diversidad de dispositivos para trabajar con los anchos de banda estrecha de 12.5 kHz y 6.25 kHz, desarrollados bajo estándares abiertos y creados en el seno de organizaciones y/o asociaciones reconocidas tanto a nivel regional como mundial; en función de lo antes expuesto, surge la necesidad de realizar un estudio que este orientado a determinar las características técnicas predominantes de los diferentes dispositivos que se están comercializando, con la finalidad de que el plan de frecuencias a desarrollar pueda ser ajustado a los requerimientos actuales del mercado.

Para honrar el principio consagrado de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones establecido en su Artículo 69, es importante resaltar que el estudio de mercado estará orientado a examinar solo aquellas tecnologías de radiocomunicaciones móviles digitales creadas en el seno de organismos y asociaciones que estén reconocidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Como fue mencionado, el instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI, por sus siglas en inglés) es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial. Bajo su seno, se diseñaron y desarrollaron los estándares de radiocomunicaciones móviles digitales TETRA, DMR y dPMR, los cuales en el orden señalado tienen de gran reconocimiento a nivel mundial.

De dichos estándares, tan solo se obviará el estudio del foro técnico del TETRA (TETRA and Critical Communications Association), ya que dicha tecnología de radiocomunicaciones móviles digitales, como se ha descrito anteriormente, solo opera con canales de ancho de banda estrecha de 25 kHz. En función de lo antes indicado, se examinará únicamente los foros técnicos de los estándares DMR (DMR Association) y dPMR (dPMR Association),

Con lo que respecta al estándar P25, las generalidades del mismo serán extraídas de su foro técnico (Project25), el cual se encuentra directamente vinculado a la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA, por sus siglas en inglés), cuya

finalidad es representar los intereses de numerosas empresas del sector tecnológico en los Estados Unidos de América, y a su vez, cuenta con el reconocimiento de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

- ✓ ***Determinar las características genéricas de dichos dispositivos y sistemas de comunicaciones.***

Luego de determinar los miembros asociados a cada foro oficial por tecnología (DMR, dPMR y P25), verificar la cantidad y tipo de dispositivos que cada fabricante aporta al mercado de las radiocomunicaciones móviles digitales, se procederá a seleccionar las características técnicas que determinarán el dimensionamiento del plan de frecuencia asociado al segmento radioeléctrico de 410-430 MHz.

- ✓ ***Verificar la existencia de recomendaciones de la UIT-R referentes a canalizaciones de frecuencia dentro de la banda de frecuencia 410-430 MHz.***

Con el fin de continuar cumpliendo con las normativas establecidas, se investigará sobre la existencia de recomendaciones de la UIT-R referentes a canalizaciones de frecuencia dentro de la banda de frecuencia 410-430 MHz, ya que en el Artículo 69 de la LOTEL se señala que "Corresponde a la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, la administración, regulación, ordenación y control del espectro radioeléctrico, de conformidad con lo establecido en esta Ley y en las normas vinculantes dictadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)…". Por ello se realizará una búsqueda de recomendaciones para tener una guía al momento de realizar la planificación del espectro radioeléctrico y, de igual manera, cumplir con la Ley.

- ✓ ***Verificar las disposiciones de frecuencia establecidas o implementadas por los organismos de regulaciones y/o sus normativas técnicas asociadas.***

Se procederá a investigar sitios Web oficiales de otros países con el fin de verificar si los mismos poseen disposiciones de frecuencia establecidas o implementadas por

los organismos de regulaciones y así obtener información sobre sus normativas técnicas asociadas para tomarlas como posible guía al momento de realizar la planificación de la porción del espectro radioeléctrico dentro de la banda 410-430 MHz.

III.2. Fase II: Análisis

- ✓ ***Análisis de los principales puntos de los puntos de repetición***

Como fue mencionado anteriormente, uno de los factores determinantes dentro de la planificación de la banda de los 800 MHz para los servicios de radiocomunicaciones troncalizados se encontró asociado a la distribución de los bloques de frecuencias en función del área geográfica, y a la demanda del servicio asociada al emplazamiento de radiocomunicaciones.

La selección de dichos emplazamientos son unos de los parámetros más determinantes dentro del diseño de una red de radiocomunicaciones móviles terrestres, ya que de su elección depende el área geográfica que se pueda cubrir y por ende, el dimensionamiento de la red en general; adicionalmente, es importante mencionar que dentro del esquema de reutilización de bloques de frecuencia por área geográfica, es fundamental determinar aquellos emplazamientos que por su ubicación contribuyan a obtener las huellas de cobertura más amplias, a los fines de que con las mismas se puedan ayudar a obtener las zonas geográficas donde se pudieran efectuar el re-uso de bloques de frecuencias.

Ante tal premisa y teniendo en cuenta que la presente planificación de frecuencia en la porción 410-430 MHz tendrá un dimensionamiento inicial que permitirá satisfacer las capacidades manejadas por los operadores de radiocomunicaciones troncalizados, se tendrán en cuenta los puntos de repetición actuales de dichos operadores y se precisará cuales puntos de repetición por estado son más favorables

para obtener un área de cobertura más amplia, evitando la redundancia de cobertura. Esta área de cobertura por punto de repetición, por estado, será obtenida por medio de la herramienta informática denominada "Radio Mobile", y serán superpuestas una con otras de manera que se pueda obtener una huella genérica necesaria para la distribución de los bloques de frecuencia.

De igual manera, para aquellos estados en donde no se cuente con puntos de repetición de operadores troncalizados, se dispondrá del listado proporcionado por la Gerencia Operativa de esta Comisión Nacional contentivo de los mismos, al cual se le dará el tratamiento antes indicado.

III.3. Fase III: Diseño

✓ ***Planificar una porción del espectro radioeléctrico dentro de la banda 410-430 MHz de conformidad con lo establecido en la Fase I y II.***

Para la realización de la planificación de la porción espectro radioeléctrico de la banda 410-430 MHz se tomarán en cuenta las condiciones obtenidas en el punto IV.1.6.

<u>Canalización por bloques de frecuencia dentro de la banda 410-430 MHz</u>

El plan de frecuencias realizado se dividirá por bloques de frecuencia en los cuales, la separación entre canales va a ser de 250 kHz (20 canales) para así evitar interferencias entre los mismos al ser asignados en una misma zona geográfica.

✓ ***Determinar esquema de reutilización de bloques de frecuencia por área geográfica en función de los requerimientos de canales Trunking.***

El espectro radioeléctrico es un recurso escaso, por ello, para administrarlo de la manera más efectiva y así obtener mayor capacidad, se propone el rehúso de canales en áreas geográficas diferentes, siempre y cuando ambas áreas estén los

suficientemente alejadas como para que no exista interferencia entre ellas. Esta interferencia dependerá de las condiciones de propagación de la señal en los sitios de repetición.

La canalización se presentará por estado, donde cada uno indicará el o los bloques asignados para su uso de acuerdo al estudio realizado. Todas las asignaciones de los bloques de frecuencia deben cumplir el siguiente requerimiento de canales trunking:

Tabla 1. Requerimientos de Canales Trunking.
Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones

Región Capital					
Estado	**Canales Operadores Privados**	**Canales Operadores Gubernamentales**	**Número Total de Canales**	**Número Total de Canales Requeridos**	**Número Total de Canales Asignados**
Distrito Capital	262	10	272	136	176
Miranda	158	0	158	79	112
Vargas	46	0	46	23	32
	466	**10**	**476**	**238**	**320**
Total%	97.90%	2.10%	**100%**	**100%**	**134.45%**

Región Centro					
Estado	**Canales Operadores Privados**	**Canales Operadores Gubernamentales**	**Número Total de Canales**	**Número Total de Canales Requeridos**	**Número Total de Canales Asignados**
Aragua	55	10	65	32.5	48
Carabobo	96	44	140	70	96
	151	**54**	**205**	**102.5**	**144**
Total%	73.66%	26.34%	**100%**	**100%**	**140.49%**

Región Centro Occidente					
Estado	**Canales Operadores Privados**	**Canales Operadores Gubernamentales**	**Número Total de Canales**	**Número Total de Canales Requeridos**	**Número Total de Canales Asignados**
Apure	5	0	5	2.5	32
Barinas	10	0	10	5	32
Falcón	70	21	91	45.5	64
Lara	50	7	57	28.5	48
	135	**28**	**163**	**81.5**	**176**
Total%	82.82%	17.18%	**100%**	**100%**	**215.95%**

Región Guayana					
Estado	**Canales Operadores Privados**	**Canales Operadores Gubernamentales**	**Número Total de Canales**	**Número Total de Canales Requeridos**	**Número Total de Canales Asignados**
Bolívar	30	65	95	47.5	64

	30	**65**	**95**	**47.5**	**64**
Total%	31.58%	68.42%	**100%**	**100%**	**134.74%**
Región Occidente					
Estado	**Canales Operadores Privados**	**Canales Operadores Gubernamentales**	**Número Total de Canales**	**Número Total de Canales Requeridos**	**Número Total de Canales Asignados**
Mérida	10	15	25	12.5	32
Táchira	0	30	30	15	32
Trujillo	5	0	5	2.5	32
Zulia	150	146	296	148	192
	165	**191**	**356**	**178**	**288**
Total%	46.35%	53.65%	**100%**	**100%**	**161.80%**

Región Oriente					
Estado	**Canales Operadores Privados**	**Canales Operadores Gubernamentales**	**Número Total de Canales**	**Número Total de Canales Requeridos**	**Número Total de Canales Asignados**
Sucre	30	0	30	15	32
Nueva Esparta	10	0	10	5	32
Anzoátegui	207	50	257	128.5	176
Monagas	50	29	79	39.5	64
	297	**79**	**376**	**188**	**304**
Total%	78.99%	21.01%	**100%**	**100%**	**161.70%**

Estados sin requerimientos hasta ahora					
Estado	**Canales Operadores Privados**	**Canales Operadores Gubernamentales**	**Número Total de Canales**	**Número Total de Canales Requeridos**	**Número Total de Canales Asignados**
Cojedes	0	0	0	0	32
Portuguesa	0	0	0	0	32
Yaracuy	0	0	0	0	32
Guárico	0	0	0	0	32
Amazonas	0	0	0	0	32
	0	**0**	**0**	**0**	**128**
Total%	0%	0%	**0%**	**0%**	**128%**

Donde la Columna “Número Total de Canales” indica el número total de frecuencias que se requiere por estado y la columna “Número Total de Canales Requeridos” indica el número de pares de frecuencias requeridos. El mínimo número de canales que se puede asignar es 32, ya que es la cantidad de canales que soporta un bloque en la disposición de frecuencias propuesta.

Capítulo IV

Resultados

En el presente capítulo se condensaran los resultados correspondientes a cada punto tratado en el capítulo anterior, con el fin de determinar, a través de ellos, la factibilidad de la implementación de Sistemas de Radiocomunicaciones Móviles Terrestres Digitales dentro de la banda de frecuencias de 410-430 MHz con vías a realizar, en un futuro, una migración de los operadores con asignaciones en la banda de 800 MHz a la banda en cuestión.

IV.1. Fase I

IV.1.1. *Operadores con Títulos Vigentes*

En primera instancia, se identificaron los operadores con títulos vigentes que funcionan dentro de la porción de espectro radioeléctrico entre 410 MHz a 430 MHz. Los resultados del registro inicial indicaron un total de 138 operadores, con asignaciones de canales de frecuencias concentrados a lo largo de todo el territorio nacional.

Luego de que se verificara si evidentemente los 138 operadores previamente indicados actualmente se encuentran operativos, se obtuvo que de los 138 operadores obtenidos inicialmente, sólo 8 operadores poseen títulos vigentes en la banda 410-430 MHz, lo cual se traduce en un descenso de aproximadamente 94.2% del número de actores dentro de este segmento.

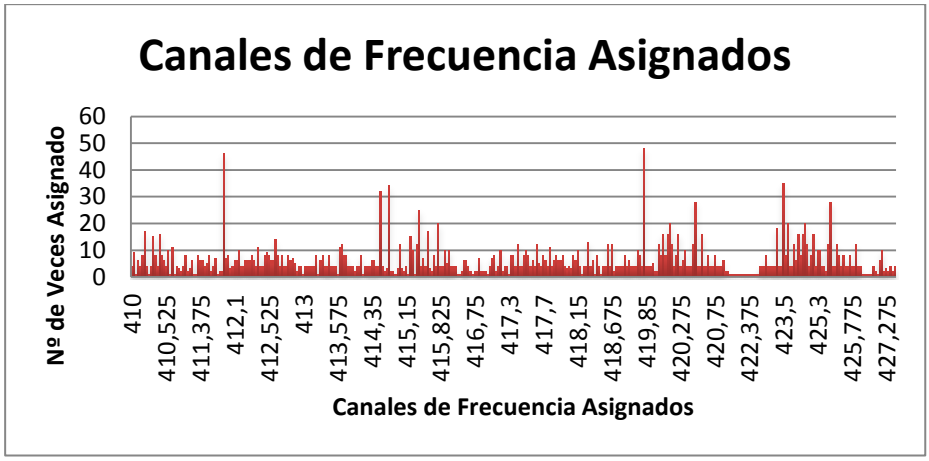
Gráfica 1. Operadores con asignaciones en la porción de espectro radioeléctrico 410-430 MHz, contenidos en base de datos de la CONATEL versus operadores reales con títulos vigentes.
Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones

IV.1.2. *Ocupación Espectral*

Posteriormente, al investigar la ocupación espectral a nivel Nacional en la banda 410-430 MHz y 800 MHz se determinó que inicialmente, la base de datos de la CONATEL contenía un total de 138 operadores dentro del segmento 410-430 MHz, los cuales agrupaban un total de 1278 asignaciones de frecuencias canalizadas a 25 kHz de ancho de banda, a lo largo de todo el territorio nacional.

Dicha ocupación denotaba un alto grado de ocupación espectral, superando el número de canales reutilizables dentro de una misma zona geográfica y limitando las asignaciones que se pudieran haber realizado, ya que no se contaba para este escenario, con un plan de asignación detallado que involucrara parámetros técnicos bien establecidos que garantizaran la interoperabilidad entre sistemas, como por ejemplo, la separación dúplex preestablecida entre canal de transmisión y recepción para un mismo emplazamiento, frecuencias debidamente pareadas para un canal radioeléctrico, definición de relaciones de protección entre co-canales, canales adyacentes y límites de potencia de emisión, entre otros. La carencia de todos estos factores aumentaba la probabilidad de que las asignaciones de frecuencias entre

diferentes operadores estuvieran sujetas a sufrir interferencias perjudiciales, e imposibilitando además el uso eficiente del espectro radioeléctrico.



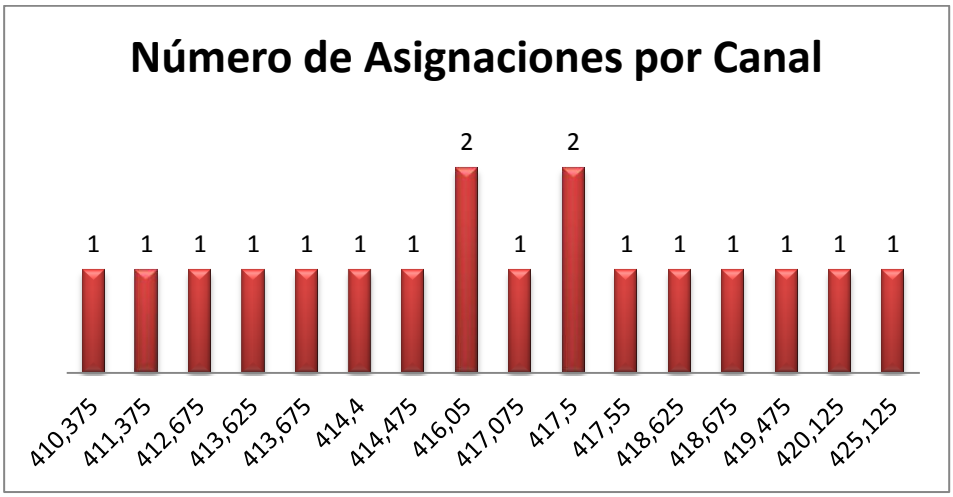
Gráfica 2. Canales de frecuencia asignados a los operadores contenidos en base de datos de la CONATEL, en porciones de espectro radioeléctrico 410-430 MHz versus Número de asignaciones.
Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones

La actualización y depuración de las distintas bases de datos y archivos físicos de la CONATEL permitió determinar un grado de ocupación espectral de tan solo once (11) asignaciones de canales de frecuencia de conformidad con lo establecido en la Tabla 2:

Tabla 2. Frecuencias asignadas a cada operador en función del área geográfica autorizada.
Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones

Operador	Frecuencia Tx (MHz)	Frecuencia Rx (MHz)	Punto de Repetición	Latitud Norte	Longitud Oeste	Potencia (W)	Ganancia (dBd)	Área de cobertura del Espectro Radioeléctrico
Operador 1	417,5	417,5	Edificio Bigott	10º29'48"	66º49'40"	20	3,8	Municipios Chacao, Sucre y Baruta del Estado **Miranda** y el Municipio Libertador del **Distrito Capital**
Operador 2	414,475	419,475	Colinas de Bello Monte, Caracas	10º29'32"	66º52'35"	4	9	Municipios Chacao, Sucre, El Hatillo y Baruta del Estado **Miranda** y el Municipio Libertador del **Distrito Capital**
Operador 3	417,55	412,675	Cerro el Paují en el Municipio José Rafael Revenga del Estado Aragua	10º11'00"	67º16'16"	75	10	Los Municipios Tovar, Bolívar, Santiago Mariño, Santos Michelena, José Rafael Revenga, José Félix Ribas, Zamora, Libertador, José Ángel Lamas, Sucre, Girardot, San Sebastián, Camatagua y Urdaneta del Estado **Aragua**; Valencia, Carlos Arvelo, Guacara, San Diego, Los Guayos, Naguanagua, Libertador y Miranda del Estado **Carabobo**; Juan Germán Roscio, Julián Mellado y Francisco de Miranda del Estado **Guárico**, así como el Municipio Guaicaipuro del Estado **Miranda**

Operador	Frecuencia Tx (MHz)	Frecuencia Rx (MHz)	Punto de Repetición	Latitud Norte	Longitud Oeste	Potencia (W)	Ganancia (dBd)	Área de cobertura del Espectro Radioeléctrico
Operador 4	425,125	420,125	Urbanización Luis Hurtado, Carretera a Junquito, Km. 13, Caracas. Distrito Capital	10º29'08"	66º59'36"	100	6,6	Municipios Chacao, Sucre y Baruta del Estado **Miranda** y en el **Distrito Capital**
Operador 5	413,625	418,625	Cerro el Ávila, Municipio Vargas del Estado Vargas	10º32'40"	66º52'45"	25	5,5	Municipio Vargas del Estado **Vargas**, y Municipio Libertador del **Distrito Capital**
	418,675	413,675	Prolongación Av. La Marina Calle Municipio, Edif. Taurel en el Municipio Puerto Cabello del Estado Carabobo	10º28'37"	68º00'29"	25	5,5	Municipios Juan José Mora y Puerto Cabello del Estado **Carabobo**
Operador 6	416,05	416,05	Cerro La Corona, Estado Anzoátegui	10º10'44"	64º32'59"	20	6,6	Municipios Guanta, Bolívar, Peñalver, San Juan de Capistrano, Carvajal, Bruzual, Píritu, Cajigal, Aragua, Libertad, Freites, Anaco, Mc. Gregor, Santa Ana, Simón Rodríguez y Guanipa del Estado **Anzoátegui**; Cedeño, Piar, Punceres, Ezequiel Zamora, Santa Bárbara, Maturín y Aguasay del Estado **Monagas**, así como en el Municipio Zaraza del Estado **Guárico**
Operador 7	411,375	417,075	Altos de Irapa, Municipio Libertador, Distrito Capital	10º28'18"	67º03'24"	10	9	
	417,075	411,375	Cerro El Platillón, Municipio Roscio, Estado Guárico	09º52'24"	67º30'49"	10	9	
Operador 8	414,4		Edificio Roca Electrónica en la Ciudad de Coro Municipio Miranda del Estado Falcón	11º24'42"	69º40'16"	12	10	Edificio Roca Electrónica - Estación Repetidora en Curimagua
	410,375		Centro Ejecutivo Banvenez en la ciudad de Punto fijo en el Municipio Carirubana del Estado Falcón	11º41'40"	70º12'20"	12	10	Centro Ejecutivo Banvenez- Estación repetidora en Curimagua



Gráfica 3. Canales de frecuencia reales asignados a los operadores con títulos vigentes que funcionan dentro de la porción del espectro radioeléctrico 410-430 MHz versus Número de asignaciones
Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones

Una vez determinados los canales debidamente asignados luego de la promulgación de la actual Ley Orgánica de Telecomunicaciones, se puede establecer un grado de ocupación real del 0.69%, lo cual se traduce en 19.8625 MHz disponibles en el segmento 410-430 MHz en todo el territorio nacional para poder realizar asignaciones futuras de servicio móvil en dicha banda de frecuencias. Esto indica una disponibilidad casi completa del ancho de banda para futuras asignaciones, sin embargo, se recomienda realizar mediciones de comprobación de campo que permitan comprobar la disponibilidad a nivel nacional de dicha porción de espectro.

El alcance de esta investigación se limitó a realizar una comprobación con un analizador de espectro Aeroflex 9102, la cual solo abarco parte de la ciudad de Caracas, para lo cual se practicaron algunas recomendaciones tomadas de los aspectos técnicos definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-R), en su Manual de Comprobación Técnica del Espectro versión 2002.

Comprobación técnica del espectro según la UIT-R

Según el Manual, la comprobación técnica de espectro se puede realizar de forma manual o automática.

La comprobación manual, al igual que la automática, se utiliza para realizar análisis e identificación de las transmisiones observadas. Cabe acotar que no solo es suficiente la comprobación automática, también debe realizarse la manual.

La comprobación técnica automática se clasifica según los distintos métodos de medición:

- Exploración de una banda de frecuencia determinada desde una frecuencia (F-inicio) hasta otra (F-parada) con un determinado filtro de anchura de banda. Se utiliza un analizador de espectro. Los resultados proporcionan una indicación de cuál es la ocupación de dicha banda de frecuencias, en particular durante un periodo de tiempo, normalmente 24 horas.

- Medición de una serie de canales preseleccionados, que necesariamente no tienen la misma separación entre canales. Se pueden almacenar numerosos parámetros de las emisiones, tales como la intensidad de la señal y el porcentaje de tiempo en que la señal se encuentra por encima de un umbral determinado. Estas mediciones se realizan normalmente con un receptor y se denominan mediciones de ocupación de canales de frecuencia.

Actualmente para el análisis de la ocupación de canales en bandas de frecuencia de radiocomunicaciones, es obligatorio utilizar una configuración de equipos compuesta por un receptor de comprobación técnica (de prueba) y un analizador de espectro controlado por computadora. La misión de tal combinación es explorar, en función del tiempo, las bandas de frecuencia de anchura variable en el espectro comprendido entre 9 kHz y 3 GHz al objeto de detectar y registrar cualquier señal que se encuentre

por encima del nivel de ruido o de un nivel umbral predeterminado. (Manual de Comprobación Técnica del Espectro versión 2002)

El método utilizado en la pruebas fue el de exploración de una banda de frecuencia determinada desde una frecuencia (410Mhz) hasta otra (430MHz). Se utilizó un analizador de espectro modelo Aeroflex 9102 Handheld (figura 6).

Figura 6. Aeroflex, 9102 Handheld Spectrum Analyzer.
Fuente: Elaboración Propia.

El “Aeroflex's 9102 Hand-Held Spectrum Analyzer” es un instrumento multifuncional diseñado para aplicaciones referentes a análisis de espectro, incluyendo medidas de antena y cables. Este equipo tiene un rango de frecuencia de 100 kHz a 4 GHz y una resolución de ancho de banda de 1 kHz.

Comprobación técnica del espectro

El Analizador de Espectro fue conectado a una laptop y se fue registrando las imágenes obtenidas a través del software Camtasia Studio, con el fin de verificar y captar el momento exacto en el que ocurriera una ocupación en la banda en cuestión. Esto corresponde al requerimiento especificado en el Manual de Comprobación Técnica del Espectro donde indica se requiere un analizador de espectro controlado por computadora.

Figura 7. Diagrama de Bloque del Montaje para Pruebas de Ocupación Espectral en la Banda 410-430 MHz.
Fuente: Elaboración Propia.

En función del método adoptado, las pruebas se realizaron durante un período de 3 horas, 42 minutos, 54 segundos, y las muestras se tomaron en intervalos de 4 segundos, tomándose en total 3343.5 muestras. A pesar de que teóricamente se estima un porcentaje de ocupación de la banda de menos del 10%, si se hace según lo indicado en la tabla 3, se deberían realizar las pruebas por aproximadamente 13 horas 47 minutos, pero el software utilizado para registrar las pruebas producía videos que pesaban aproximadamente 1 GB por cada hora de prueba, así que, por motivos de capacidad, se tuvieron que realizar las pruebas por solo el tiempo previamente indicado. Afortunadamente, desde el punto de vista de gestión del espectro, la medición precisa de ocupaciones de nivel bajo no tiene un carácter tan crítico.

Tabla 3. Número de muestras dependientes e independientes para conseguir una precisión relativa del ±10% y un nivel de confianza del 95% para diversos porcentajes de ocupación.
Fuente: Manual de Comprobación Técnica del Espectro versión 2002

Ocupación (%)	N.º de muestras independientes requeridas	N.º de muestras dependientes requeridas	Horas requeridas de muestreo dependiente (para intervalos de 4 s)
6,67	5 850	18 166	20,18
10	3 900	12 120	13,47
15	2 600	8 080	8,98
20	1 950	6 060	6,73
30	1 300	4 040	4,49
40	975	3 030	3,37
50	780	2 424	2,69
60	650	2 020	2,24
70	557	1 731	1,92
80	488	1 515	1,68
90	433	1 346	1,49
100	390	1 212	1,35

Resultados de la comprobación técnica realizada

Se realizaron dos pruebas consecutivas:

Prueba 1:
Hora de inicio: 10:06:12
Hora de fin: 11:21:41
Fecha: 19-08-2013
Duración 1:15:29;21
Impedancia: 50 Ohm
Nivel de Referencia: -30 dBm
Escala: 10 dB/div
Frecuencia de inicio: 410 MHz
Frecuencia Final: 430 MHz
Frecuencia Central: 420 MHz
Span: 20 MHz

Prueba 2:
Hora de inicio: 11:25:25
Hora de fin: 13:52:50
Fecha: 19-08-2013
Duración 2:27:25;17
Impedancia: 50 Ohm
Nivel de Referencia: -30 dBm
Escala: 10 dB/div
Frecuencia de inicio: 410 MHz
Frecuencia Final: 430 MHz
Frecuencia Central: 420 MHz
Span: 20 MHz

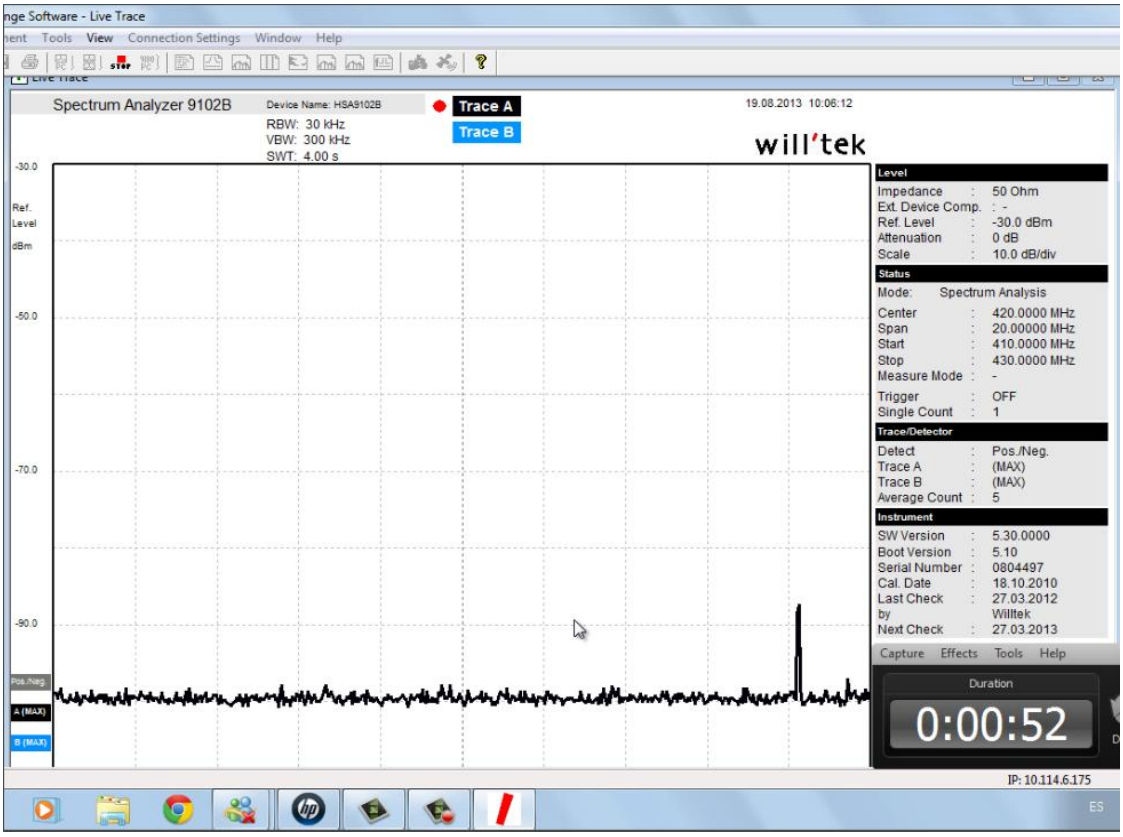


Figura *8*. Configuración Inicial pruebas Ocupación Espectral 410-430 MHz.
Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones

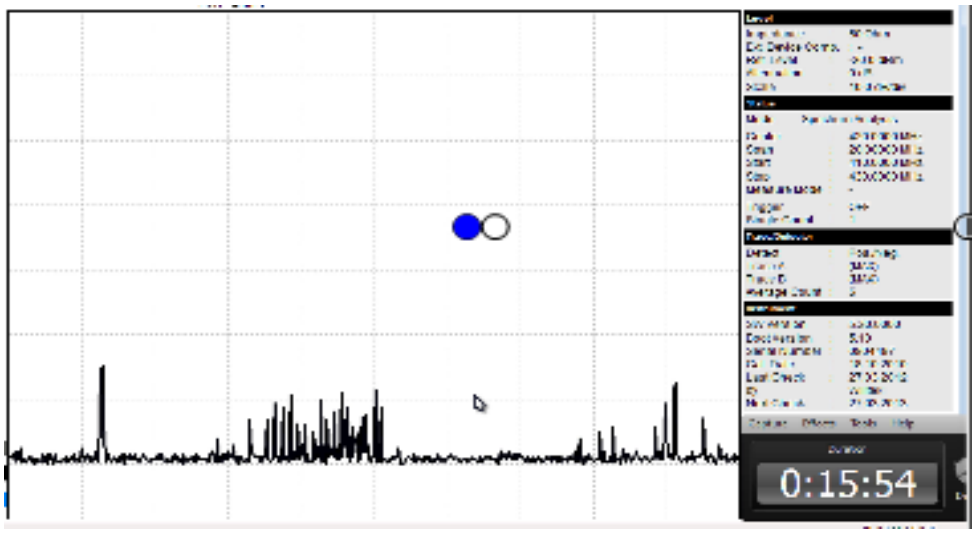


Figura 9. Ocupación Espectral Prueba 1.
Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones

Cada división vertical representa 30 kHz, observándose así en todo el cuadro de pruebas muestras de un ancho de banda de 300 kHz.

Los resultados obtenidos en la primera prueba confirmaron que si hay cierta utilización actual de la banda de 410 a 430 MHz pero la misma solo representa aproximadamente un 0.33% de la ocupación total de los 20 MHz que comprende la banda de 410-430 MHz.

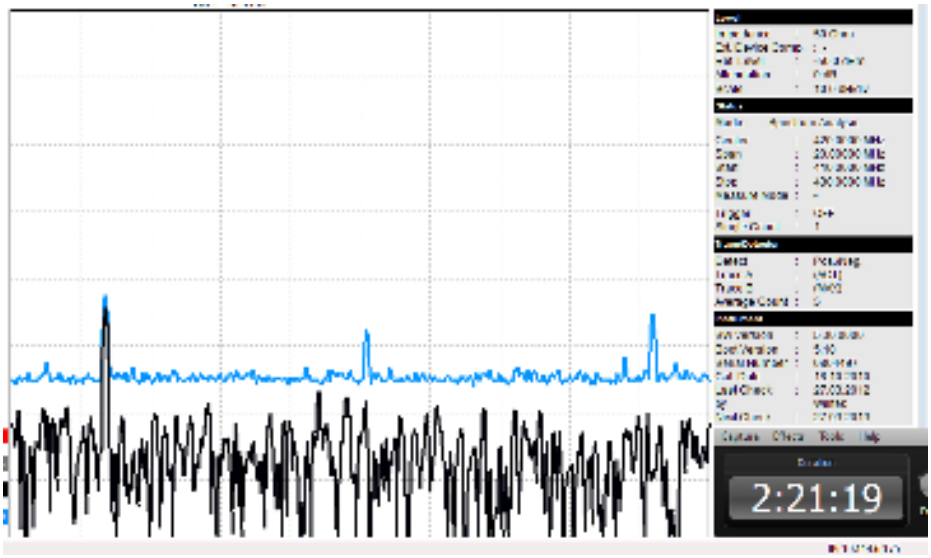


Figura 10. Ocupación Espectral Prueba 2.
Fuente: Comisión Nacional de Telecomunicaciones

Para la segunda prueba se observa una ocupación espectral de un aproximadamente 0.045%. Los resultados de ambas pruebas arrojaron una ocupación espectral de la banda 410-430 MHz prácticamente nula, lo que confirma la ocupación teórica de un 1.3%.

Ocupación espectral en la banda 800 MHz

Dicha banda se encuentra definida entre las porciones 806-890 MHz, en función de lo establecido en el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencia (CUNABAF), la cual se encuentra debidamente planificada para uso y asignación inmediata a los interesados en comercializar servicios de Radiocomunicaciones Móviles Terrestres o para satisfacer necesidades comunicacionales propias.

La misma cuenta con 600 canales de frecuencias de banda estrecha 25 kHz, con una separación dúplex de 45 MHz cada uno, y están agrupados de la siguiente manera:

- Bloques de frecuencia: Asociación de cuatro (04) grupos de frecuencias.

- Grupos de frecuencia: Asociación de 4 canales radioeléctricos de banda estrecha (25 kHz), dispuestos para ser asignados o no, dentro de un mismo emplazamiento y guardando una separación mínima de 250 kHz entre los mismos.

Estos bloques de frecuencia están distribuidos por área geográfica dentro del territorio nacional, y sus asignaciones dependen de la demanda del servicio asociada al emplazamiento de radiocomunicaciones y al grado de re-uso para el cual fue diseñada la canalización.

IV.1.3. *Foros Técnicos*

Por otra parte, en cuanto a la revisión de foros técnicos en búsqueda de los proveedores de infraestructura para sistemas de radiocomunicaciones y los dispositivos móviles y portátiles, se tomaron en cuenta las tecnologías DMR, dPMR y

P25, ya que para diseñar un plan de frecuencias con características similares o superiores al existente en la banda de 800 MHz en la banda 410-430 MHz, la premisa inicial requeriría contar con igual o mayor ancho de banda que el destinado a los servicios de radiocomunicaciones troncalizados, es decir, 30 MHz o más, sin embargo, solo se dispone de 20 MHz, razón por la cual la segunda vertiente a considerar se encuentra asociada a la reducción del ancho de banda del canal de 25 kHz a canales muchos más estrechos (12.5 / 6.25 kHz) para satisfacer e incluso superar el número de canales de banda estrecha existentes en la canalización actual de 800 MHz.

Esta premisa inicial descartaría automáticamente el uso de tecnologías de radiocomunicaciones móviles digitales como el TETRA, en el segmento en cuestión, ya que dicha tecnología solo opera con canales de ancho de banda de 25 kHz.

Verificación de fabricantes de dispositivos DMR

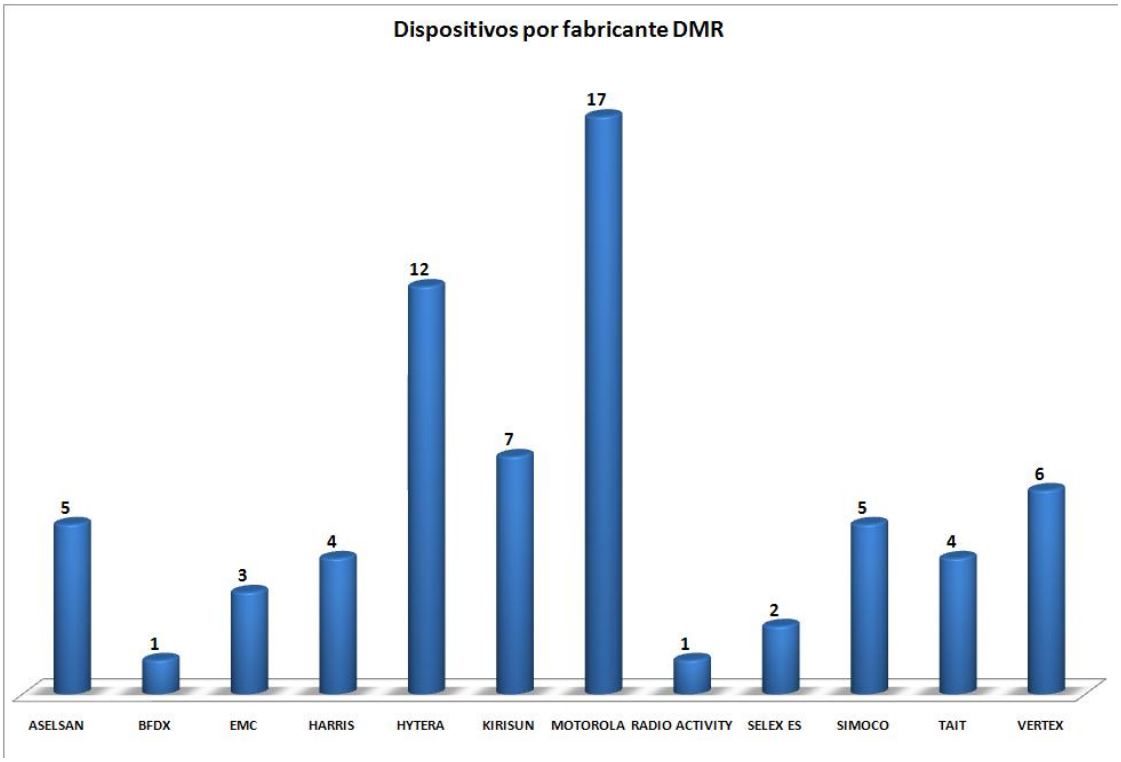
El siguiente listado solo hace mención a los integrantes de la categoría 2 del foro en cuestión, en virtud de que la misma agrupa todos aquellos actores que contribuyen a la consecución de dispositivos de radiocomunicaciones.

Tabla 4. Miembros Fabricantes del DMR Association
Fuente: DMR Association.

Fabricantes pertenecientes al DMR Association	Fabricante de dispositivos e infraestructura de radiocomunicaciones	Página Web del Fabricante
ASELSAN	✓	www.aselsan.com
AVTEC, Inc.		www.avtecinc.com
Fujian Beifeng Telecom Technology Co., Ltd. (BFDX)	✓	www.bfdx.com
CML Microcircuits		www.cmlmicro.com
Eastern Communications Co., Ltd. (Eastcom)		www.eastcom.com
EMC	✓	www.emcspa.it
Fylde Micro Ltd		www.fyldemicro.com
Harris	✓	www.harris.com
Hytera	✓	www.hytera.com
ICOM Inc.		www.icom.co.jp/world
JVC Kenwood Corporation		www.kenwoodusa.com
Kirisun	✓	www.kirisun.com
Larimart		www.larimart.it
Motorola	✓	www.motorolasolutions.com
OMSK Manufacturing Association		www.relero.com
HQT Science & Technology (Shenzhen) Co., Ltd.		www.hqt-tech.com
Radio Activity	✓	www.radioactivity-tlc.com
Radiodata	✓	www.radiodata.biz
Selex ES	✓	www.selex-es.com
Sepura		www.sepura.com

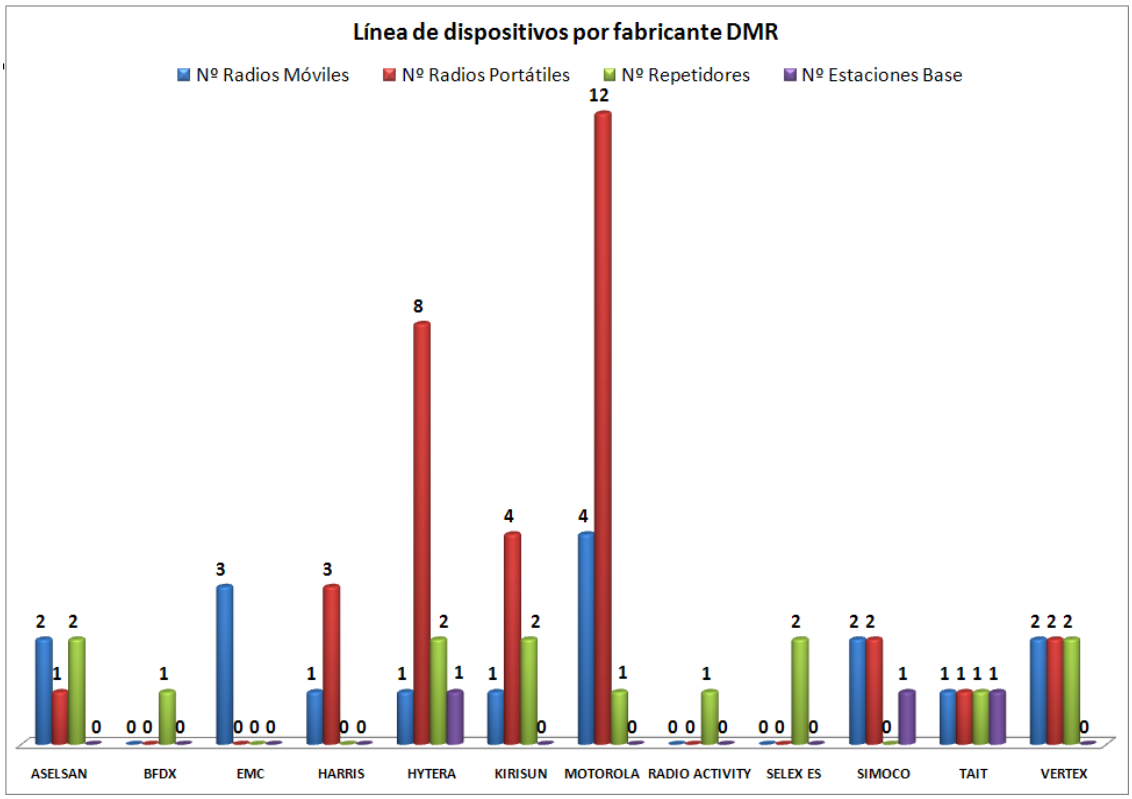
Fabricantes pertenecientes al DMR Association	Fabricante de dispositivos e infraestructura de radiocomunicaciones	Página Web del Fabricante
Simoco	✓	www.simocogroup.com
Tait Communications	✓	www.taitradio.com
Vertex Standard	✓	www.vertex-standard-emea.com
Wintec		www.wintec.com.tw
Zetron		www.zetron.com

El sondeo realizado permite evidenciar que de un de total de veintitrés (23) miembros asociados, solo doce (12) proveen al mercado dispositivos de radiocomunicaciones íntegros, los cuales alcanzan a cubrir una cuota de mercado de sesenta y siete (67) dispositivos, entre los que se descanta radios portátiles, radios móviles, repetidores y estaciones base.



Gráfica 4. Número de dispositivos por fabricante de tecnología DMR.
Fuente: DMR Association.

La distribución por tipos de dispositivos por fabricante es presentada en la siguiente figura, obteniéndose un total de treinta y tres (33) radios portátiles, diecisiete (17) radios móviles, catorce (14) repetidores y tres (3) estaciones base.



Gráfica 5. Dispositivos Fabricados por Miembros del DMR Association.
Fuente: DMR Association.

Como fue mencionado, el escenario contemplado para satisfacer las capacidades requeridas en la banda 410-430 MHz y poder soportar una posible migración de los operadores troncalizados en la banda de 800 MHz, se encuentra asociada a la reducción del ancho de banda del canal de 25 kHz a canales muchos más estrechos (12.5 / 6.25 kHz), con lo cual, resulta necesario establecer comparativas entre los dispositivos diseñados en función de su ancho de banda y segmento operativo. Con esto, se podrá verificar si existe disponibilidad de dispositivos que permitan potenciar el mercado de servicios de radiocomunicaciones en la banda en cuestión.

Segmentación de dispositivos DMR

En primera instancia, es importante destacar que del universo conformado por sesenta y siete (67) dispositivos, solo dos (02) fabricantes han desarrollado par de equipos para operar con ancho de banda de 6.25 kHz, lo cual representa menos del

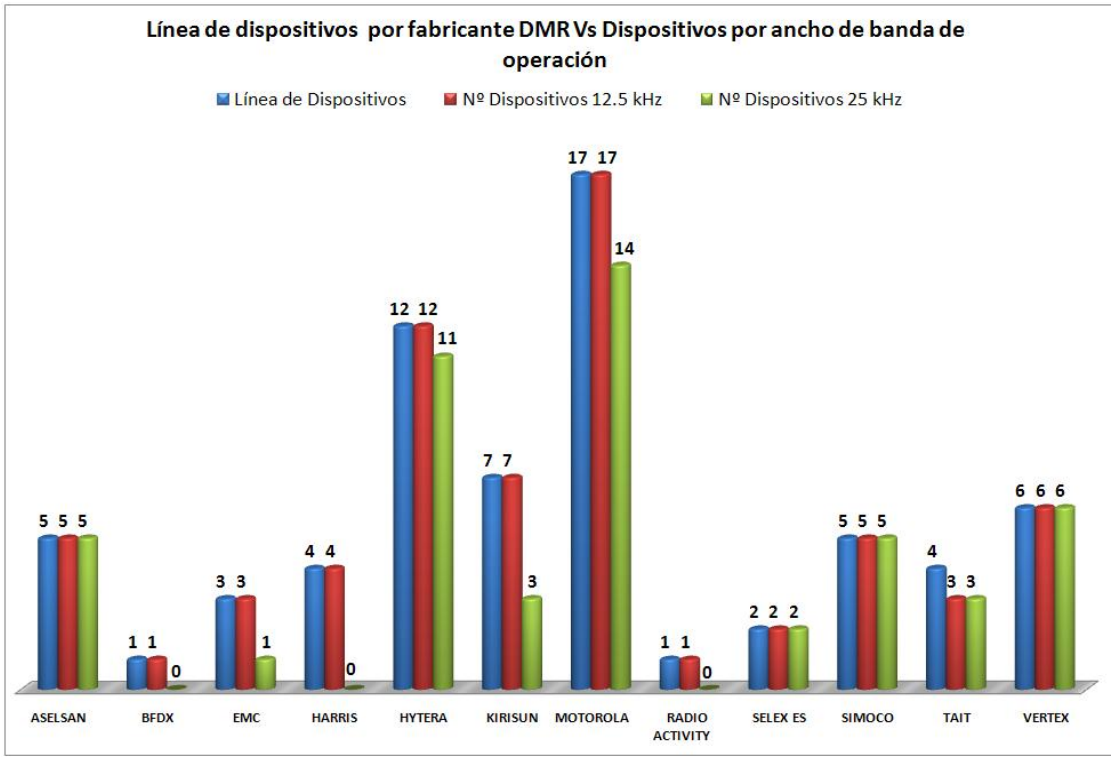
6% de contribución total al mercado. Sin embargo, este ancho de banda no está definido dentro del diseño del estándar.

En función de ello, establece solo la comparativa entre dispositivos diseñados para operar en la banda de 410-430 MHz y 8MHz, con ancho de banda de 12,5 kHz y 25 kHz.

Tabla 5. Total dispositivos DMR por fabricantes.
Fuente: DMR Association.

Fabricante	Línea de Dispositivos	Ancho de banda de operación		Banda de operación			
		Nº Dispositivos 12.5 kHz	Nº Dispositivos 25 kHz	Nº Dispositivos 12.5 kHz (410-430 MHz)	Nº Dispositivos 12.5 kHz (800 MHz)	Nº Dispositivos 25 kHz (410-430 MHz)	Nº Dispositivos 25 kHz (800 MHz)
ASELSAN	5	5	5	5	0	5	0
BFDX	1	1	0	1	0	0	0
EMC	3	3	1	3	0	1	0
HARRIS	4	4	0	4	0	0	0
HYTERA	12	12	11	12	0	11	0
KIRISUN	7	7	3	7	0	3	0
MOTOROLA	17	17	14	17	0	14	0
RADIO ACTIVITY	1	1	0	1	0	0	0
SELEX ES	2	2	2	2	0	2	0
SIMOCO	5	5	5	2	0	2	0
TAIT	4	4	4	0	4	0	3
VERTEX	6	6	6	6	0	6	0
Totales	67	67	51	60	4	44	3

La tabla anterior evidencia como de un total de sesenta y siete (67) dispositivos de radiocomunicaciones, el 100% de ellos se encuentran diseñados para trabajar con un ancho de banda de 12,5 kHz, lo cual marca una tendencia en la operación de servicios de radiocomunicaciones con canales de frecuencias mucho más reducido a nivel mundial, y a su vez, logra posicionar una diferencia de más de veintitrés (23) puntos porcentuales sobre la gama de dispositivos de 25 kHz.

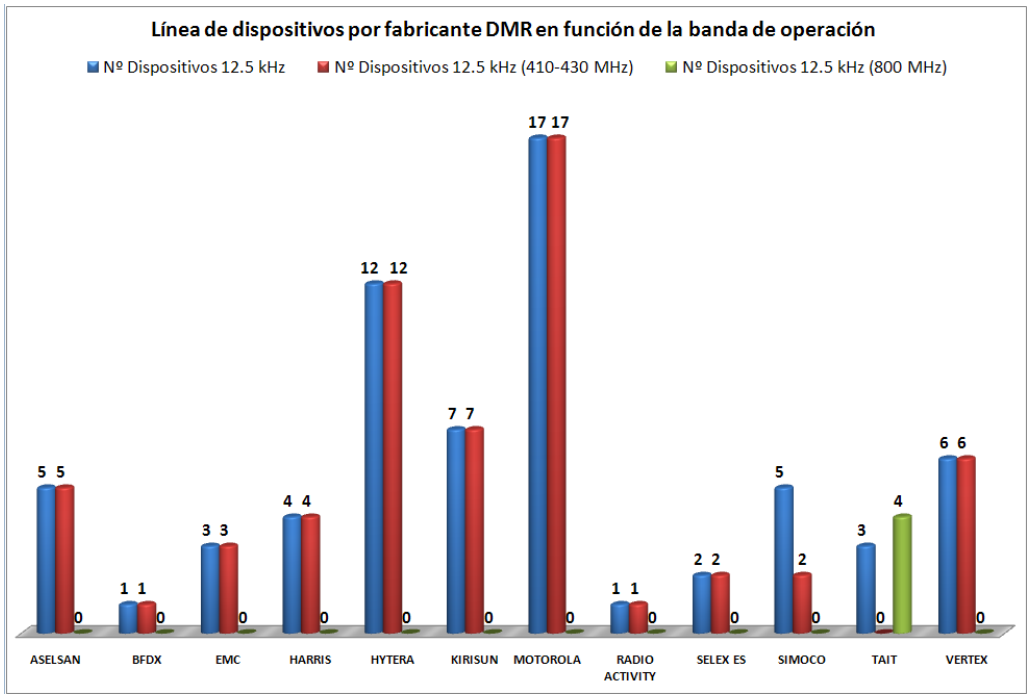


Gráfica 6. Dispositivos por fabricante DMR en función del ancho de banda de operación.
Fuente: DMR Association.

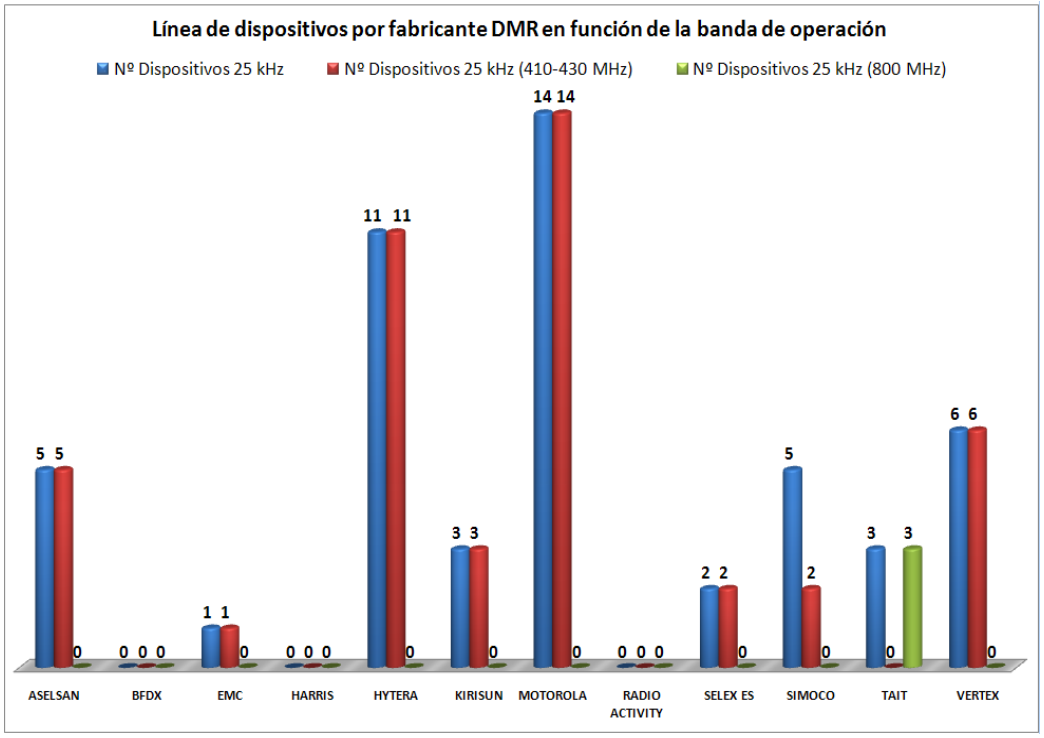
Otro aspecto a destacar recae en el uso dado a las bandas de frecuencias de operación, en donde casi el 90% y 87% de los dispositivos de ancho de banda de 12,5 kHz y 25 kHz, respectivamente, están diseñados para operar en el segmento 410-430 MHz, y menos del 5% en ambos casos son dispositivos diseñados para operar en la banda de 800 MHz.

En función de ello, el uso de esta tecnología se encuentra demarcado por la fabricación de dispositivos de radiocomunicaciones banda angosta (12,5 kHz y 25 kHz) para ser usado en bandas de frecuencias bajas, entre ellas el segmento comprendido 410-430 MHz.

Las siguientes gráficas evidencian el posicionamiento de cada uno de los dispositivos en el mercado de conformidad con las características técnicas de operación antes mencionadas.



Gráfica 7. Número de dispositivos DMR de 12.5 kHz de ancho de banda de canal en función de la banda de frecuencia de operación.
Fuente: DMR Association.



Gráfica 8. Número de dispositivos DMR de 25 kHz de ancho de banda de canal en función de la banda de frecuencia de operación.
Fuente: DMR Association.

Verificación del foro técnico dPMR Association

Tabla 6. Miembros Fabricantes del dPMR Association.
Fuente: dPMR Association.

Fabricantes pertenecientes al dPMR Association	Fabricante de dispositivos e infraestructura de radiocomunicaciones	Página Web del Fabricante
Aeroflex Inc.		www.aeroflex.com
CML Microsystems Plc.		www.cmlmicro.com
CTE. International		www.midlandradio.eu
ENTEL		www.entel.co.uk
E I L Company Ltd		www.eilhk.com/en
Etherstack Ltd.		www.etherstack.com/us
Fylde Micro Ltd.		www.fyldemicro.com
Hytera		www.hytera.com
ICOM Inc.	✓	www.icom.co.jp/world
JVC KENWOOD		www.kenwoodusa.com
Sicomm.		www.sicommtech.com
Unication.		www.uni.com.tw
Wireless Pacific		www.wirelesscorpltd.com
Wintec		www.wintec.com.tw

Para la fecha, solo se evidencia la fabricación de dispositivos de radiocomunicaciones por parte de un (01) solo asociado, destacando tan solo la presencia en el mercado de equipos radios portátiles y repetidores.

Tabla 7. Total dispositivos dPMR por fabricantes.
Fuente: dPMR Association.

Fabricante	Dispositivos de radiocomunicaciones móviles digitales			Ancho de banda de operación		Banda de operación			
	Línea de Dispositivos	Nº Portable Radio	Nº Repeaters	Nº Dispositivos 12.5 kHz	Nº Dispositivos 25 kHz	Nº Dispositivos 12.5 kHz (410-430 MHz)	Nº Dispositivos 12.5 kHz (800 MHz)	Nº Dispositivos 25 kHz (410-430 MHz)	Nº Dispositivos 25 kHz (800 MHz)
ICOM	**10**	**4**	**6**	**10**	**10**	**5**	**0**	**5**	**0**
Totales	**10**	**4**	**6**	**10**	**10**	**5**	**0**	**5**	**0**

De la tabla anterior se evidencia como para la gama de estos dispositivos comercializados (10 dispositivos), el 100% se encuentran diseñados para trabajar con anchos de banda de 25 kHz y 12,5 kHz, pero orientando su operación únicamente a las bandas bajas de frecuencia; el 50% de estos equipos de radiocomunicaciones pueden trabajar en la banda 410-430 MHz.

Verificación de fabricantes de dispositivos P25

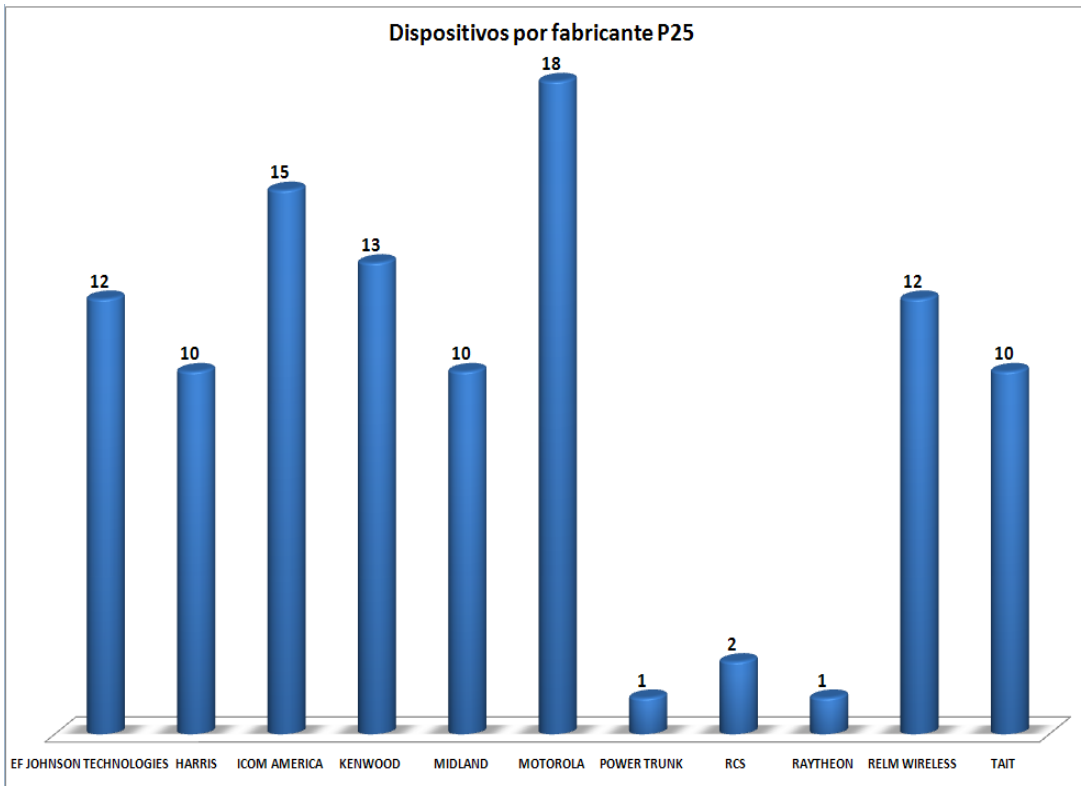
El siguiente listado solo hace mención a los integrantes de la categoría Miembros Comerciales del foro en cuestión, en virtud de que la misma agrupa todos aquellos actores que contribuyen a la consecución de dispositivos de radiocomunicaciones.

Tabla 8. Miembros Fabricantes del Project 25.
Fuente: Project 25 Forum

Fabricantes pertenecientes al Project 25 Technology Interest Group (PTIG)	Fabricante de dispositivos e infraestructura de radiocomunicaciones	Página Web del Fabricante
AECOM		www.aecom.com
Aeroflex Wichita, Inc.		www.aeroflex.com/ats
Airwave Solutions Australia Pty Limited		www.airwavesolutions.com.au
Anritsu Company		www.us.anritsu.com
ARINC Incorporated		www.arinc.com
AVTEC, Inc.		www.avtecinc.com
CASSIDIAN COMMUNICATIONS		www.CassidianCommunications.com
Catalyst Communications Technologies, Inc.		www.catcomtec.com
Cisco Systems, Inc.		www.Cisco.com
Cobham Avionics		www.cobham.com/avionics
Codan Radio Communications (formerly Daniels Electronics LTD.)		www.codanradio.com/lmr
Cynergyze		www.cynergyze.com
Datron World Communications, Inc.		www.dtwc.com
Digital Voice Systems, Inc.		www.dvsinc.com
EF Johnson Technologies, Inc.	✓	www.efjohnsontechnologies.com
Etherstack Inc.		www.etherstack.com
Federal Engineering, Inc.		www.fedeng.com
The Genesis Group		www.GenesisWorld.com
Harris Corporation	✓	www.pspc.harris.com
ICOM America Inc.	✓	www.icomamerica.com
Kenwood USA Corporation	✓	www.kenwoodusa.com
Midland Radio Corporation	✓	www.midlandradio.com
Modular Communication Systems, Inc. (ModUcom)		www.moducom.com
Motorola Solutions, Inc.	✓	www.motorola.com/ASTRO25
Pantel International, Inc.		www.pantel.ns.ca
PowerTrunk	✓	www.powertrunk.com
RCS - Radio Communication Solutions	✓	www.rcs.net.au
Raytheon Civil Communications Solutions	✓	www.raytheon.com
RELM Wireless	✓	www.relm.com
ComGroup Australia Pty Ltd. (SIMOCO)		www.simocogroup.com/
Spectra Engineering Pty Ltd		www.spectraeng.com.au
TAIT Radio Communications	✓	www.taitradio.com
Technisonic Industries Ltd.		www.til.ca
Telex Radio Dispatch. Bosch Security Systems, Inc.		www.telex.com
Thales Communications, Inc.		www.thalesliberty.com
Vertex Standard USA		www.vertexstandard.com
Wireless Corporation Limited (WIRELESS PACIFIC)		www.wirelesspac.com
Zetron, Inc.		www.zetron.com

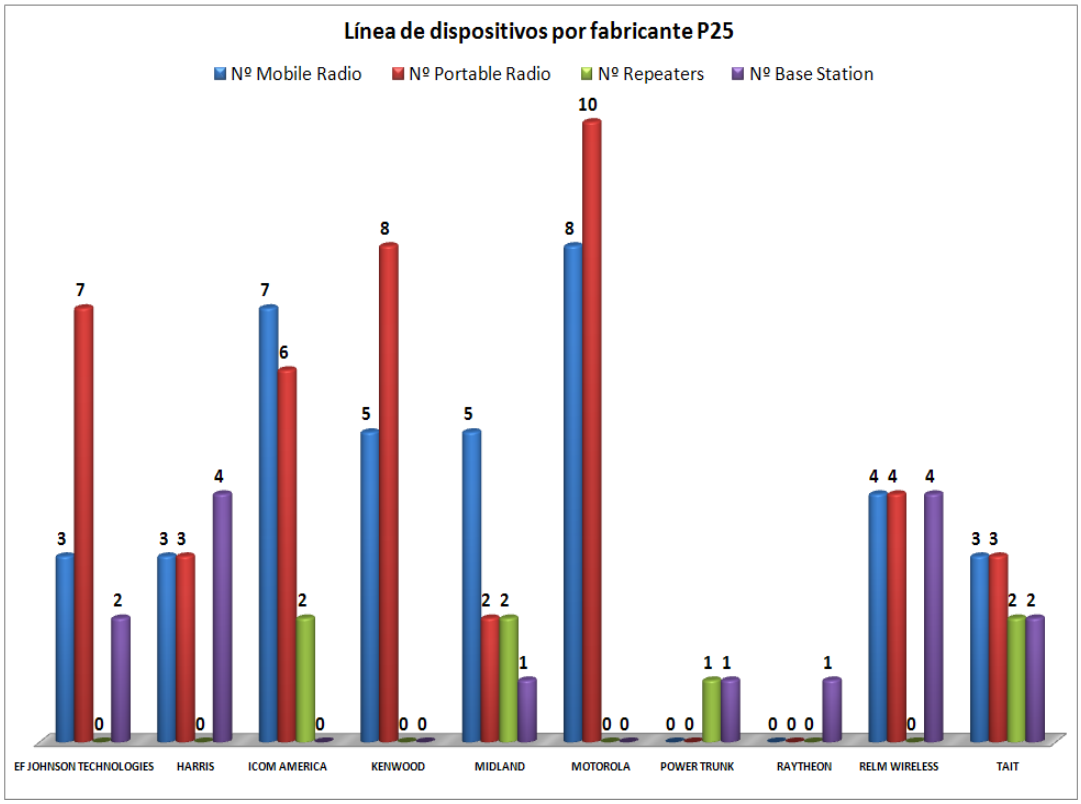
El sondeo realizado permite evidenciar que de un de total de treinta y siete (37) miembros asociados, solo doce (11) proveen al mercado dispositivos de radiocomunicaciones íntegros, los cuales alcanzan a cubrir una cuota total de

mercado de ciento tres (103) dispositivos, entre los que se descantan radios portátiles, radios móviles, repetidores y estaciones base.



Gráfica 9. Número de dispositivos por fabricante de tecnología P25.
Fuente: Project 25 Forum

La distribución por tipos de dispositivos por fabricante es presentada en la siguiente figura, obteniéndose un total de cuarenta y tres (43) radios portátiles, treinta y ocho (38) radios móviles, siete repetidores (7) repetidores y tres (15) estaciones base.



Gráfica 10. Dispositivos Fabricados por Miembros del Project 25.
Fuente: Project 25 Forum

Como fue mencionado, el escenario contemplado para satisfacer las capacidades requeridas en la banda 410-430 MHz y poder soportar una posible migración de los operadores troncalizados en la banda de 800 MHz, se encuentra asociada a la reducción del ancho de banda del canal de 25 kHz a canales muchos más estrechos (12.5 / 6.25 kHz), con lo cual, resulta necesario establecer comparativas entre los dispositivos diseñados en función de su ancho de banda y segmento operativo. Con esto, se podrá verificar si existe disponibilidad de dispositivos que permitan potenciar el mercado de servicios de radiocomunicaciones en la banda en cuestión.

Segmentación de dispositivos P25

En primera instancia, es importante destacar que del universo de ciento tres (103) dispositivos, solo dos (02) fabricantes han desarrollado cada uno, un (01) equipos

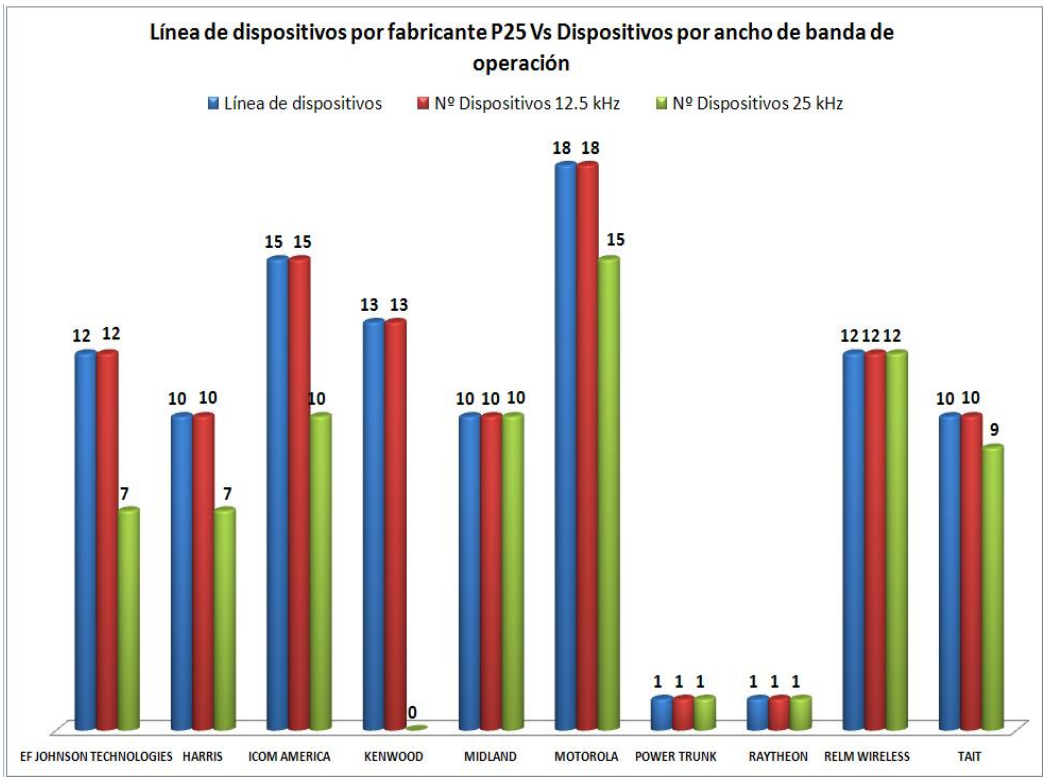
para operar con ancho de banda de 6.25 kHz, lo cual representa menos del 2% de contribución total al mercado.

En función de ello, se establece solo la comparativa entre dispositivos diseñados para operar en la banda de 410-430 MHz y 800 MHz, con ancho de banda de 12,5 kHz y 25 kHz.

Tabla 9. Total dispositivos P25 por fabricantes.
Fuente: Project 25 Forum

Fabricante	Línea de Dispositivos	Ancho de banda de operación		Banda de operación			
		Nº Dispositivos 12.5 kHz	Nº Dispositivos 25 kHz	Nº Dispositivos 12.5 kHz (410-430 MHz)	Nº Dispositivos 12.5 kHz (800 MHz)	Nº Dispositivos 25 kHz (410-430 MHz)	Nº Dispositivos 25 kHz (800 MHz)
EF JOHNSON TECHNOLOGIES	**5**	**12**	**7**	**5**	**0**	**5**	**0**
HARRIS	**1**	**10**	**7**	**1**	**0**	**0**	**0**
ICOM AMERICA	**3**	**15**	**10**	**3**	**0**	**1**	**0**
KENWOOD	**4**	**13**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**
MIDLAND	**12**	**10**	**10**	**12**	**0**	**11**	**0**
MOTOROLA	**7**	**18**	**15**	**7**	**0**	**3**	**0**
POWER TRUNK	**17**	**2**	**1**	**17**	**0**	**14**	**0**
RAYTHEON	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**
RELM WIRELESS	**2**	**12**	**12**	**2**	**0**	**2**	**0**
TAIT	**5**	**10**	**9**	**2**	**0**	**2**	**0**
Totales	**57**	**103**	**72**	**54**	**0**	**38**	**0**

De la tabla anterior se puede evidenciar como de un total de ciento tres (103) dispositivos de radiocomunicaciones, el 100% de ellos se encuentran diseñados para trabajar con un ancho de banda de 12,5 kHz, lo cual marca una tendencia en la operación de servicios de radiocomunicaciones con canales de frecuencias mucho más reducido a nivel mundial, y a su vez, logra posicionar una diferencia de casi treinta (30) puntos porcentuales sobre la gama de dispositivos de 25 kHz.

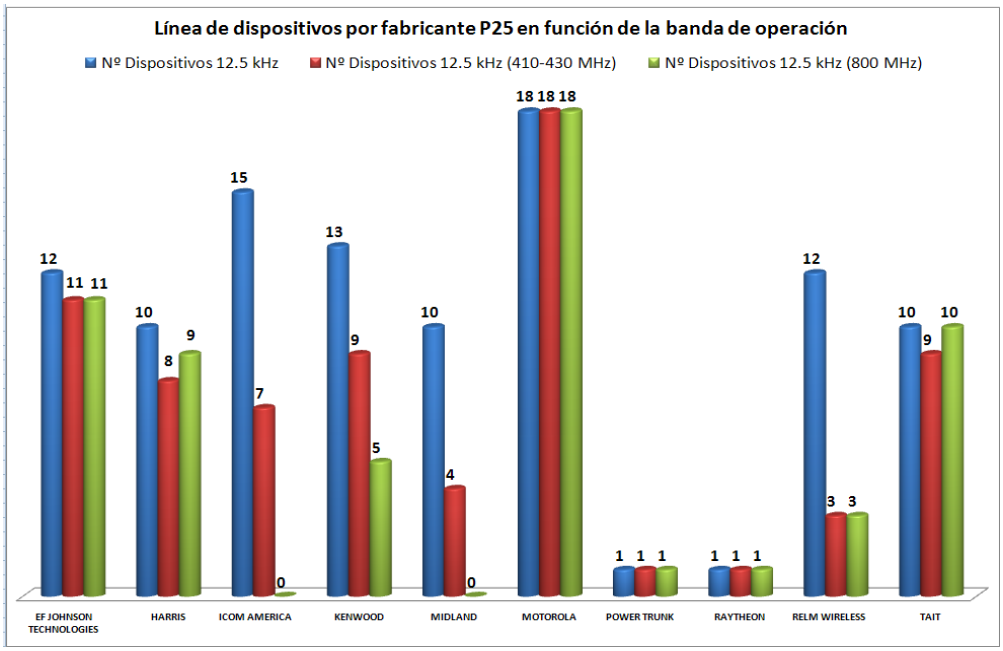


Gráfica 11. Dispositivos por fabricante P25 en función del ancho de banda de operación.
Fuente: Project 25 Forum

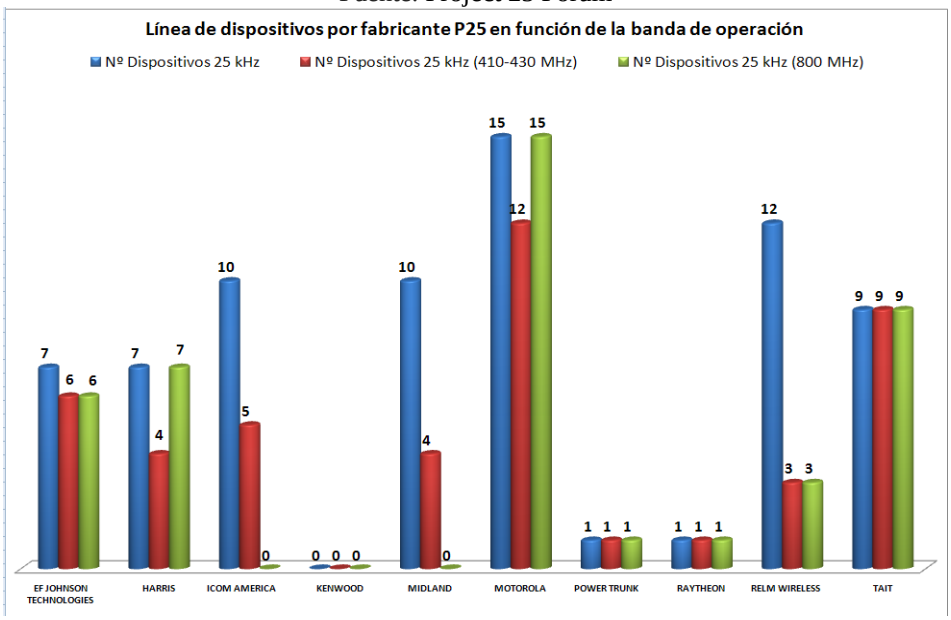
Otro aspecto a destacar recae en el uso dado a las bandas de frecuencias de operación, en donde los dispositivos de ancho de banda de 12,5 kHz en comparación con los que poseen 25 kHz de ancho de banda, están diseñados para operar casi en igual proporción; sin embargo, es segmento 410-430 MHz supera la gama de dispositivos disponibles en el mercado en la banda de 800 MHz por un poco más de diez (10) puntos porcentuales promedio.

En función de ello, el uso de esta tecnología se encuentra demarcado hacia la fabricación de dispositivos de radiocomunicaciones banda angosta (12,5 kHz y 25 kHz) para ser usado tanto en bandas de frecuencias bajas (410-430 MHz) como en las bandas altas 800 MHz.

Las siguientes gráficas evidencian el posicionamiento de cada uno de los dispositivos en el mercado de conformidad con las características técnicas de operación antes mencionadas.



Gráfica 12. Número de dispositivos P25 de 12.5 kHz de ancho de banda de canal en función de la banda de frecuencia de operación.
Fuente: Project 25 Forum



Gráfica 13. Número de dispositivos P25 de 25 kHz de ancho de banda de canal en función de la banda de frecuencia de operación.
Fuente: Project 25 Forum

IV.1.4. *Características Genéricas de Dispositivos*

Luego de estudiar los dispositivos fabricados por cada tecnología, se procede a obtener las características genéricas de dichos dispositivos y sistemas de comunicaciones:

Selección del ancho de banda

La sección cuatro (04) permite detallar la situación actual del mercado y demarcar cierta tendencia en cuanto al futuro de la fabricación de dispositivos de radiocomunicaciones móviles terrestres digitales. Uno de ellos se encuentra directamente asociado al ancho de banda necesario para establecer las comunicaciones dentro de un sistema de esta naturaleza, el cual como fue mencionado, estaría orientado a ser mucho más reducido que en los otros planes de frecuencia elaborados por esta Comisión Nacional, es decir, 12,5 kHz o 6,25 kHz, con la finalidad de igualar e incluso superar el número de canales existentes en la canalización actual de 800 MHz de 25 kHz.

Mercado de dispositivos con ancho de banda de 6,25 kHz

- DMR: pese a ser una tecnología diseñada para operar solo con ancho de banda de 12,5 kHz, existen fabricantes que bajo el mismo principio de funcionamiento han diseñado dispositivos para operar en el ancho de banda de 6,25 kHz La contribución al mercado es muy baja, encontrándose por debajo del 6%.

- dPMR: El 100% de los dispositivos fabricados bajo este estándar están diseñados para operar con anchos de banda estrecha de 6,25 kHz en bandas bajas de frecuencias. El 50% de los mismos pueden operar en el segmento 410-430 MHz, mientras que el resto puede operar en el resto de las bandas bajas con el mismo ancho de banda.

- P25: actualmente se cuenta con dos (02) dispositivos que pueden operar con ancho de banda de 6.25 kHz, lo cual representa menos del 2% de contribución total al mercado.

Mercado de dispositivos con ancho de banda de 12,5 kHz

- DMR: El 100% de los dispositivos fabricados bajo este estándar están diseñados para operar con anchos de banda estrecha de 12,5 kHz en bandas bajas de frecuencias. El 90% de los mismos pueden operar en el segmento 410-430 MHz, mientras que menos del 5% puede operar en la banda de 800 MHz.

- dPMR: El 100% de los dispositivos fabricados bajo este estándar están diseñados para operar con anchos de banda estrecha de 12,5 kHz en bandas bajas de frecuencias. El 50% de los mismos pueden operar en el segmento 410-430 MHz, mientras que el resto lo hace en las mismas bandas pero a 25 kHz de ancho de banda.

- P25: El 100% de los dispositivos fabricados bajo este estándar están diseñados para operar con anchos de banda estrecha de 12,5 kHz tanto en las bandas bajas de frecuencias como en las altas. El 69% de los mismos pueden operar en el segmento 410-430 MHz, mientras que cerca de un 57% puede operar en la banda de 800 MHz.

Disposiciones finales de adopción del ancho de banda

En virtud de estos resultados, la adopción de un ancho de banda de **12,5 kHz** permitirá dar cabida a la introducción de sistemas de radiocomunicaciones digitales de banda estrecha, apalancándose en un mercado sólido de dispositivos y de gran apertura a nivel mundial.

Adicionalmente, la adopción de este ancho de banda podría permitir en un futuro (a corto, mediano o largo plazo) la introducción de canales de ancho de bandas

inferiores (6,25 kHz) dentro del límite de canales de frecuencia ya establecidos de **12,5 kHz,** sin afectar la planificación original.

Por otra parte, es importante mencionar que la adopción un plan de frecuencias con canales de ancho de banda más estrechos (**6,25 kHz**) limitaría la apertura del mercado para comercialización de dispositivos de radiocomunicaciones digitales, ya que hasta la fecha son pocos los equipos presentes en la comercialización de tecnologías con estas características, y no permitiría el uso de canales de frecuencia de 12,5 kHz, a menos que sea modificada la planificación establecida originalmente.

Parámetros asociados a los equipos transmisores

- Potencia de Transmisión:

Para la tecnología DMR, al estudiar todos los equipos disponibles, se obtuvieron 22 rangos de potencias distintos, que entre todos, se repetían 70 veces. Estos 22 rangos de potencia se encuentran comprendidos entre 1-50 W. El valor seleccionado fue entre 1-40 W porque es el rango de potencia más utilizado, contando con la aparición de 22 veces lo que representa el 28.95% de repeticiones del total de los valores de potencias distintas. En segundo lugar se tomó el valor comprendido entre 1-4 W; este cuenta con la aparición de 14 veces, representando así el 18.42% de repeticiones de los valores de potencia. Ambos rangos constituyen el 47.37% de repeticiones de valores de potencia de los distintos rangos, es decir, 36 repeticiones de las 70 antes señaladas.

Para el caso P25, se obtuvieron 26 rangos de potencias distintos, que entre todos, se repetían 80 veces. Estos 26 rangos de potencia se encuentran comprendidos entre 1-110 W. Los valores de potencia seleccionados fueron 1-4 W, contando con la aparición de 15 veces lo que representa el 18.75% de repeticiones del total, y 1-5 W contando con la aparición de 11 veces, representando así el 13.75% de repeticiones de los valores de potencia. Ambos rangos constituyen el 32.5% de repeticiones (26 repeticiones de las 80 antes señaladas).

En cuanto a dPMR, para ésta tecnología se obtuvieron 5 potencias distintas, las cuales se repetían 6 veces entre todas. El valor de potencia seleccionado fue 50 W, representando el 33.33% del total de repeticiones (2 repeticiones de las 6). Sin embargo, por no haber mucha diferencia entre la cantidad de veces que esta potencia aparece con respecto a las otras, no se excluye la posibilidad de considerar también los otros valores: 1 W, 2 W, 5 W y 25 W .

- Potencia de Canal Adyacente:

Repitiendo el mismo procedimiento realizado en el punto anterior para determinar la potencia de transmisión, en este caso, la potencia de canal adyacente que se obtuvo en el caso DMR fue de 60 dB, la cual se repite 26 veces de un total de 32, representando así el 81.25% del total de repeticiones de los distintos valores de potencia.

Para el caso P25, la potencia seleccionada fue >67 dB, repitiéndose 6 veces de un total de 8. Esto representa el 75% del total de repeticiones de los distintos valores de potencia.

- Emisión de Espurias:

Una emisión de espuria es toda aquella emisión no deseada dentro o fuera de la banda útil.

El valor tomado en el caso DMR fue –36dBm < 1GHz, –30dBm > 1GHz; el cual representa el 54.17% de todos los valores distintos de emisión de espurias obtenidos.

Para el caso P25 se seleccionaron los valores -75 dBc con 11 apariciones de 44 (25%) y 75 dBc con 7 apariciones (15.9%). Ambos representan el 40.9% del total de repeticiones de los 14 distintos valores de emisión de espurias obtenidos en la investigación realizada.

Parámetros asociados a los equipos receptores

- Sensibilidad:

El valor de la sensibilidad representa en el receptor la capacidad que éste tiene para extraer la señal útil del ruido en que está contenida. Este valor define el nivel de señal a la entrada en microvoltios necesario para obtener cierta señal/ruido a la salida. De igual manera representa la mínima tensión necesaria para que el receptor actúe satisfactoriamente (condiciona el alcance y la potencia necesaria del transmisor para poder establecer una comunicación). (Faúndez, 2001)

El valor seleccionado en el caso DMR fue de 0.3µV / 5% BER, representando el 57.78% de todos los valores distintos de sensibilidad obtenidos.

Para el caso P25 se seleccionó el valor BER 5%: -119 dBm con 24 apariciones de 59. Este valor representa el 40.68% del total de repeticiones de los 13 distintos valores de sensibilidad obtenidos.

- Intermodulación:

El valor de Intermodulación representa en el receptor la sensibilidad que éstos tienen de obtener respuestas no esenciales como resultado de dos o más señales de entrada fuertes.

Para la tecnología DMR se escogieron dos valores de Intermodulación que son los más comunes: 70dB y 75 dB. El primero cuenta con 26 de las 71 repeticiones de 11 distintos valores encontrados, representando así el 36.62% de la influencia total de los distintos valores de Intermodulación. El segundo cuenta con 17 repeticiones, representando el 23.94% de la influencia. Ambos representan el 60.56% del total de repeticiones de valores de intermodulación de las 71 obtenidas.

Para P25, se encontraron 17 valores de Intermodulación que se repetían 48 veces entre todos. Los valores seleccionados fueron 75dB con 10 repeticiones (20.83%) y 85 dB con 9 repeticiones (18.75%).

- Respuesta a las Espurias:

En la tecnología DMR se obtuvieron 9 valores diferentes de respuesta a las espurias. Se seleccionaron los 2 valores que se repetían más veces de las 58 repeticiones calculadas. El primer valor es 70dB con 31 repeticiones, representando el 53.45% del valor total de repeticiones. El segundo valor es 75dB con 13 repeticiones de las 58, constituyendo así el 22.41% del total de repeticiones.

En la tecnología P25 se consiguieron 16 valores diferentes con 50 repeticiones entre todos. Los valores elegidos fueron 80dB con 11 repeticiones (22%) y -75dB con 8 repeticiones (15%). Ambos constituyen casi el 40% de influencia en comparación a los otros 14 valores obtenidos que entre todos ellos solo representan casi el 60%.

IV.1.5. *Recomendaciones de la UIT-R*

Se investigó sobre la existencia de recomendaciones de la UIT-R referentes a canalizaciones de frecuencia dentro de la banda de frecuencia 410-430 MHz. Al finalizar la investigación se obtuvieron las siguientes recomendaciones:

En la Recomendación UIT-R M.478-5 se establece que, entre otras, la banda de 450 MHz debe tener una separación entre las frecuencias de transmisión y de recepción de mínimo 5 MHz. Se tomará en cuenta dicha recomendación ya que, a pesar de que se refiere a la banda de 450 MHz, es la banda contenida en la presente recomendación más cercana a la estudiada (410-430 MHz). Por otra parte, aunque la separación entre frecuencias de Tx y Rx mínima recomendada es de 5 MHz, para la propuesta de canalización a desarrollar en este proyecto se utilizará una separación de 10 MHz con el fin de tener 5 MHz más para evitar a futuro posibles interferencias en los peores escenarios que se puedan dar.

Aparte de lo dicho anteriormente, en la recomendación UIT-R F.1567 se describe una disposición de radiocanales digitales para las bandas 406,1-430 MHz y 440-450 MHz, en ella se encuentra la disposición de radiocanales por separación mínima entre canales adyacentes de 50 kHz hasta 250 kHz, para el caso de estudio se considerará una separación de canales adyacentes de 250 kHz con el fin de evitar interferencia co-canal entre portadoras.

Tomando en consideración la recomendación anterior se tiene para sistemas con anchura de banda máxima de 250 kHz, la disposición de radiocanales siguiente:

- Principal:

$fn = 405{,}975 + 0{,}25 \times n$ MHz
$fn' = 422{,}925 + 0{,}25 \times n$ MHz
donde: n = número de canal = 1, 2, 3, ...

- Intercalado:

$fn = 406{,}100 + 0{,}25 \times n$ MHz
$fn' = 423{,}050 + 0{,}25 \times n$ MHz
donde: n = número de canal = 1, 2, 3, ...

Donde fn es la frecuencia central de un radiocanal en la mitad inferior de la banda (MHz) y fn' es la frecuencia central de un radiocanal en la mitad superior de la banda (MHz).

IV.1.6. *Disposiciones de frecuencia establecidas por organismos de regulaciones*

Se investigaron sitios Web oficiales de Venezuela y de otros países con el fin de determinar antecedentes de disposiciones de frecuencia establecidas o implementadas en la banda 410-430 MHz, o en el caso de Venezuela, disposiciones de frecuencia en otras bandas.

En la biblioteca del Congreso Nacional de Chile, en la Ley "Fija norma técnica para el uso de las bandas de frecuencias 410,3375 - 412,8125 MHz y 420,3375 - 422,8125 MHz" (Figura 11) se observa que la separación considerada entre canal de transmisión y de recepción es de 10 MHz.

Artículo 2° La distribución de dichas bandas será la siguiente:

Bloque	Transmisión Estaciones Móviles (MHz)	Recepción Estaciones Móviles (MHz)
A	410,3375-411,1625	420,3375-421,1625
B	411,1625-411,9875	421,1625-421,9875
C	411,9875-412,8125	421,9875-422,8125

Figura 11. Artículo 2. Ley de Chile "Fija norma técnica para el uso de las bandas de frecuencias 410,3375 - 412,8125 MHz y 420,3375 - 422,8125 MHz".
Fuente Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Otra fuente consultada fue la Comisión de Comunicaciones y Multimedia de Malasia, la cual indica que el ancho de banda de canal utilizado por ellos en la banda 410-430 MHz es de 12.5 kHz, obteniendo así un total de 800 radiocanales, o 1600 radiocanales si se utilizan 2 "Time Slots". La canalización realizada está dividida por bloques de 4 pares de frecuencia (bloques A/A', bloques B/B', bloques C/C' y bloques D/D') con una separación entre canal de transmisión y recepción de 10 MHz y una separación co-canal de 250 kHz. Esta canalización fue diseñada de esta manera con el fin de minimizar los problemas de intermodulación y de interferencia.

Por otra parte, la Industria de Canadá indica que para la porción del espectro de 410-430 MHz se puede utilizar ancho de banda de canal de 12.5 kHz o de 6.25 kHz. El número de canales asignados dependerá de la localización geográfica.

Finalmente, para el caso de Venezuela, existe un antecedente de disposiciones de frecuencia implementadas en la banda 380-399.99 MHz utilizada para servicios con tecnología TETRA, Terrestrial Trunked Radio (por sus siglas en inglés) desde el año 2001. Para esa canalización, la separación entre canales adyacentes es de 250 kHz y la separación entre canales de transmisión y de recepción es de 10 MHz. (canalización disponible en www.conatel.gob.ve).

IV.2. Fase II

IV.2.1. *Principales sitios de repetición*

Gracias a la herramienta informática denominada "Radio Mobile", se logró determinar la cobertura teórica de los principales sitios de repetición, con el fin de verificar que no exista solapamiento de señal o contornos de servicio con umbrales de recepción promedios de -117.5 dB y asegurar un rehúso de frecuencias y canales lo más eficientemente posible. El umbral señalado se obtuvo del estudio de mercado realizado, el cual representa la sensibilidad de los equipos receptores, con el cual se asegura que los mismos no podrán demodular la señal recibida al superar este umbral, con lo cual se podría reutilizar canales que se encuentren fuera de esa zona de servicio en regiones diferentes.

Para este punto se seleccionaron sitios de repetición típicos utilizados en el ámbito nacional por las operadoras que presentaban las mejores condiciones topográficas a fin de lograr la mayor huella de cobertura, para asegurar el peor de los casos y garantizar un rehúso de canales.

Para realizar las simulaciones en Radio Mobile se requieren definir los siguientes parámetros (se considera las mismas características técnicas para todos los sitios de repetición):

- Potencia del Transmisor: 50 Watt (potencia pico de los equipamientos transmisores).
- Umbral del receptor: 0.3µV = -117.5 dB (obtenido del estudio de mercado).
- Ganancia de la antena transmisora: 12dB = 14.14 dBi. (Ganancia típica de antenas).
- Tipo de antena: omnidireccional.

- Pérdida de línea: 3,5dB (cable + cavidades + conectores) (0.5 de cable y 3.5 de cavidades y conectores).
- Pérdida adicional por cable dependiente de la altura de la antena Tx: 0,05 dB/m (por defecto)
- Altura de las antenas transmisoras: 30m (valor mínimo posible para recrear el peor escenario).
- Altura de los receptores móviles: 1m (valor mínimo posible para recrear el peor escenario).
- Frecuencia mínima: 410 Mhz.
- Frecuencia máxima: 430 Mhz.
- Modelo de Propagación: Longley-Rice
- Polarización: Vertical.
- Modo estadístico: 50% del tiempo y 50% de los desplazamientos.
- Clima: Temperatura Continental.
- Refractividad de la superficie: 301 N-Units
- Conductividad del suelo: 0,005 S/m (por defecto).
- Permitividad relativa del suelo: 15
- Pérdidas Adicionales: Ciudad

Por ejemplo, en la Figura 12 se observa la huella de varios sitios de repetición seleccionados como principales en el estado Zulia, los cuales presentan las mejores condiciones topográficas para lograr mejor propagación de la señal, logrando así la mayor huella de cobertura y por ende el ejemplo más crítico para la reutilización.

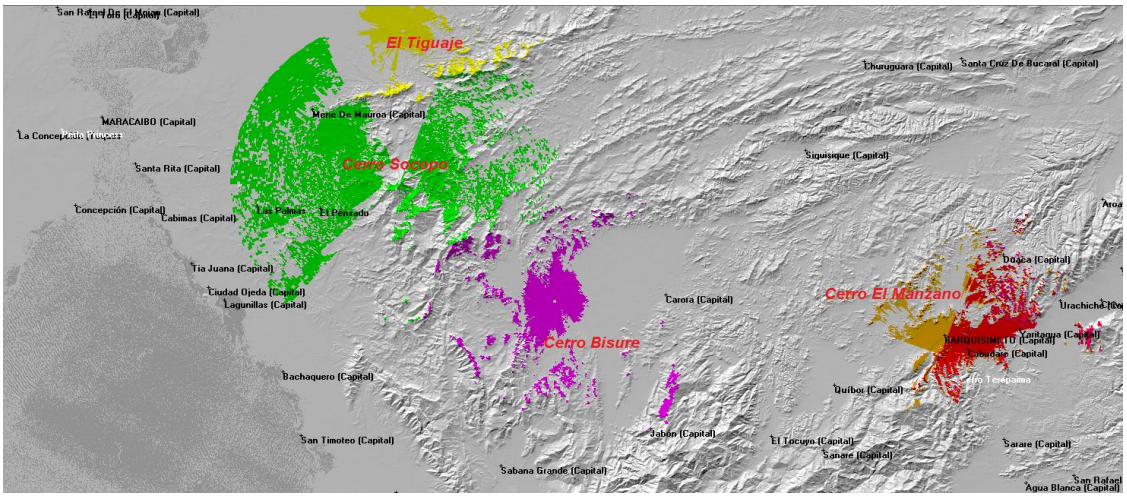


Figura 12. Huella puntos de repetición "El Tiguaje", "Cerro Socopo", "Cerro Bisure" y "Cerro El Manzano" Estado Zulia.
Fuente: Elaboración Propia.

<u>Selección de los puntos de repetición en los estados donde existen operadores troncalizados</u>

La siguiente tabla lista los puntos de repetición por estados, en donde en el campo denominado "SELECCIÓN" hace señalamiento de aquellos que serán objetos de estudios para el cálculo de cobertura, en virtud de que los mismos desde el punto de vista topográfico favorecen a la obtención de una amplia zona para la propagación de la señal.

Tabla 10. Sitios de repetición en estados donde existen operadores troncalizados con selección de principales sitios de repetición.
Fuente: Elaboración Propia.

ESTADO	PUNTO DE REPETICIÓN	LATITUD	LONGITUD	SELECCIÓN	NÚMERO DE ASIGNACIONES
ANZOÁTEGUI	AGUA SANTA	09º 38' 57"	64º 15' 08"		5
	ALTOS DE IGLESIA	10º 02' 05"	65º 02' 45"		8
	ANACO	09º 27' 06"	64º 28' 41"	✓	5
	BARE	08º 33' 42"	64º 07' 35"	✓	5
	CAMPO OFICINA	08º 52' 55"	64º 15' 31"		
	CARAPA	08º 22' 02"	63º 13' 08"	✓	5
	CERRO CORAZÓN	09º 47' 19"	63º 59' 54"	✓	10
	CERRO GRANDE	09º 29' 48"	64º 16' 11"	✓	10
	CERRO VIDOÑO	10º 10' 13.1"	64º 37' 42.7"	✓	60
	CHANCHAMIRE	10º 08' 50"	65º 34' 59"	✓	3
	COLORADITO	08º 46' 46"	63º 29' 08"		5
	COMPLEJO DE JOSE	10º 03' 11.7"	64º 53' 54.9"	✓	25
	GUANIPA	08º 55' 44"	64º 22' 30"	✓	10
	GUARA 10	08º 52' 47"	63º 57' 02"		
	GUICO	09º 00' 24"	64º 08' 05"		5
	JOBILLAR	08º 56' 38"	64º 32' 21"		5

ESTADO	PUNTO DE REPETICIÓN	LATITUD	LONGITUD	SELECCIÓN	NÚMERO DE ASIGNACIONES
	LA MARAVILLA	10º 03' 35"	64º 10' 03"	✓	5
	LEONA	08º 58' 14"	63º 49' 25"	✓	5
	MELONES	08º 42' 45"	63º 45' 28"		
	MORICHAL 1	08º 29' 21"	63º 37' 04"		5
	MORICHAL 2	08º 41' 10"	63º 09' 23"	✓	5
	MORICHE	08º 30' 56"	64º 55' 31"	✓	10
	ORITUPANO	08º 57' 26"	63º 27' 11"	✓	5
	PILAR	09º 58' 04"	64º 46' 14"		10
	RODEO	08º 18' 16"	64º 58' 36"	✓	5
	SABANA LARGA	10º 10' 43"	64º 32' 40"	✓	3
	SAN TOME	08º 56' 27"	64º 08' 03"		4
	SOLEDAD	08º 09' 35"	63º 33' 53"	✓	5
	TUCUSITO	09º 56' 15"	65º 38' 20"	✓	5
	UNARE	10º 04' 24"	65º 15' 25.8"		5
APURE	GUASDUALITO	07º 15' 00"	70º 42' 00"	✓	5
ARAGUA	EL PAUJI	10º 10' 43"	67º 14' 58"	✓	5
ARAGUA BARINAS PORTUGUESA	LOMA LISA	10º 10' 51"	67º 14' 28"	✓	25
	TOPO JENGIBRE	10º 04' 48.7"	67º 40' 12.9"		5
	URB. CENTRO	10º 14' 27"	67º 35' 57"	✓	20
	GUARAMACAL	08º 52' 00"	70º 04' 00"	✓	5
BARINAS PORTUGUESA BARINAS BOLÍVAR	CERRO AZUL	07º 56' 54"	71º 08' 46"	✓	5
	CERRO NEGRO	08º 43' 14"	63º 09' 42"	✓	5
	CERRO LA PANTALLA	09º 08' 05"	70º 04' 07"	✓	5
	PALMA SOLA	08º 41' 00"	70º 19' 00"	✓	5
BARINAS BOLÍVAR BOLÍVAR CARABOBO	ALTA VISTA	08º 17' 48"	62º 43' 31"	✓	25
	CERRO BOLÍVAR	07º 27' 35"	63º 23' 39"		5
BOLÍVAR CARABOBO CARABOBO DISTRITO CAPITAL	CERRO QUEMADO	08º 15' 55"	62º 47' 36"		5
	CERRO SAN ISIDRO	07º 24' 04"	63º 12' 42"	✓	5
	KM.53	08º 02' 05"	63º 01' 54"		5
	KM.95	07º 42' 35"	63º 09' 41"	✓	5
	LOS OLIVOS	08º 18' 40"	62º 43' 25"		5
	ORIPUTANO	08º 18' 04"	62º 47' 47"		
	PUNTA DE CUCHILLO	08º 18' 40"	62º 48' 24"		5
	RADIO N°2	08º 18' 54"	62º 45' 10"	✓	5
	SISOR CIUDAD BOLIVAR	08º 05' 29"	63º 24' 31"	✓	4
	CERRO CAFÉ	10º 15' 57"	68º 03' 07"	✓	25
	CERRO COPEY	10º 11' 57.83"	67º 59' 18.8"	✓	40
CARABOBO DISTRITO CAPITAL DISTRITO CAPITAL FALCÓN	CERRO EL MORRO	10º 11' 10"	67º 59' 17"	✓	10
	CERRO LA CRUZ	10º 28' 33"	68º 00' 28"	✓	5
	EL MORRO	10º 11' 10"	67º 59' 17"	✓	20
	GUACAMAYA	10º 04' 55"	67º 40' 35"	✓	5
	MONTALBAN	10º 14' 58"	68º 21' 42"	✓	5
	YASELLI	10º 28' 00"	68º 07' 20"		4
	ALTOS DE IRAPA	10º 28' 00"	67º 02' 52.1"	✓	10
	HOTEL HUMBOLDT	10º 32' 40"	66º 52' 45"	✓	5
DISTRITO CAPITAL FALCÓN FALCÓN LARA	IRAPA	10º 27' 27"	67º 02' 30"	✓	15
	LOS CAOBOS	10º 30' 21"	66º 53' 01"	✓	30
	MECEDORES	10º 31' 39.2"	66º 52' 55.6"	✓	212
	AMUAY 1	11º 44' 00"	70º 11' 00"		13
	AMUAY 2	11º 45' 20"	70º 11' 26"		
FALCÓN LARA LARA MÉRIDA	CERRO BISURE	10º 09' 30"	70º 22' 47"	✓	5
	CERRO GALICIA	11º 11' 10"	69º 41' 15"		
	CERRO SILENCIO	10º 52' 16"	68º 19' 49"	✓	5
	CERRO SOCOPO	10º 29' 03"	70º 47' 56"	✓	10
	CURIMAGUA	11º 10' 52"	69º 42' 05"	✓	10
	DABAJURO	10º 59' 58"	70º 44' 31"	✓	3
	EL TIGUAJE	10º 54' 00"	70º 47' 23"	✓	5
	JUDIBANA	10º 40' 42"	70º 10' 03"		5
	PUNTO FIJO	11º 41' 40"	71º 12' 20"		5
	SANTA IRENE	11º 41' 35"	70º 11' 22"	✓	20
	CERRO EL MANZANO	10º 00' 45.6"	69º 20' 5.4"		10
LARA MÉRIDA MIRANDA	CERRO TEREPAIMA	09º 56' 15"	69º 16' 25"	✓	10
	EL MANZANO	10º 00' 43.6"	69º 20' 6.2"		5
	LOMA CARIGUA	09º 45' 55"	69º 38' 50"	✓	5
	RIO CLARO	09º 59' 15"	69º 53' 53"	✓	5

ESTADO	PUNTO DE REPETICIÓN	LATITUD	LONGITUD	SELECCIÓN	NÚMERO DE ASIGNACIONES
	TEREPAIMA	09º 58' 50"	69º 24' 05"	✓	10
	AEROPUERTO CHARALLAVE	10º 17' 14"	66º 49' 13"	✓	10
MIRANDA MONAGAS	ALTO HATILLO	10º 25' 54.5"	66º 49' 23.4"	✓	28
MIRANDA MONAGAS MONAGAS NUEVA ESPARTA	ALTOS DE PIPE	10º 23' 59"	66º 53' 03"	✓	22
	AUYARITO	10º 26' 08"	66º 34' 25"	✓	20
	CAPAYA	10º 27' 1.2"	66º 16' 23"		5
	CERRO AUYARE	10º 25' 06"	66º 34' 30"		5
	CERRO LA CRUZ	10º 23' 6.5"	67º 02' 30.4"	✓	5
	EL BAUTISMO	10º 28' 47"	66º 28' 48"	✓	23
	EL VIGIA	10º 28' 23"	66º 53' 12"		10
	LA CRUZ	10º 23' 6.7"	67º 02' 30.3"		5
	LOS OCUMITOS	10º 20' 30"	66º 52' 45"		12
	VOLCÁN	10º 25' 10"	66º 50' 05"	✓	13
	AGUASAY	09º 28' 40"	63º 53' 29"	✓	5
MONAGAS NUEVA ESPARTA SUCRE	ALTOS DE GURI	09º 44' 08"	63º 13' 55"		5
	BOCA DE TIGRE	09º 59' 10"	64º 32' 28"		5
	CARIPITO	10º 07' 27"	63º 05' 33"	✓	8
	CERRO LA CUCHILLA	10º 10' 03"	63º 28' 14"	✓	10
	EL HUESO	09º 37' 20"	63º 28' 43"	✓	5
	MATURÍN 1	09º 44' 57"	63º 11' 57"		15
	MATURÍN 2	08º 50' 32"	63º 04' 43"	✓	
	MONAGAS	09º 48' 16"	63º 12' 28"	✓	5
	MORICHE SOLO	08º 30' 43"	64º 55' 27"		4
	ORIPUTANO	09º 02' 46"	63º 27' 26"	✓	5
	PARAMACONI	09º 43' 30"	63º 13' 50"		5
	PASO NUEVO	08º 49' 25"	62º 27' 21"	✓	5
	CERRO COPEY	11º 0' 0"	64º 54' 41"	✓	5
	BARBACOAS	10º 22' 41"	64º 17' 0.2"	✓	5
SUCRE TÁCHIRA	CARUPANO	10º 39' 15"	63º 16' 17.3"	✓	5
SUCRE TÁCHIRA TÁCHIRA TRUJILLO	GUIRIA	10º 36' 4.3"	62º 19' 23.4"	✓	10
	MARIGUITAR	10º 24' 31"	63º 53' 55.2"	✓	5
	YAGUARAPARO	10º 38' 1.5"	62º 45' 2.1"	✓	5
	CERRO GALLINERO	07º 52' 30"	72º 14' 05"	✓	10
	CERRO MATAMULA	07º 37' 50"	72º 26' 19"	✓	5
TÁCHIRA TRUJILLO VARGAS	PÁRAMO LA NEGRA	08º 16' 45"	71º 51' 25"	✓	10
	PÁRAMO ZUMBADOR	07º 58' 38"	72º 06' 35"	✓	5
	MAIQUETIA	10º 36' 31"	66º 59' 10"		15
VARGAS ZULIA	PICACHO	10º 33' 48"	66º 52' 40"	✓	21
VARGAS ZULIA ZULIA	PLAYA GRANDE	10º 36' 40.7"	67º 01' 12.2"		10
	BOCA CHICA	10º 19' 00"	71º 14' 00"	✓	5
	CABIMAS	10º 24' 50"	71º 26' 15"	✓	15
ZULIA	CASIGUA	08º 42' 00"	72º 31' 15"	✓	5
	CAUJARITO	10º 36' 50"	71º 40' 00"	✓	10
	CERRO AZUL	10º 23' 34"	70º 45' 32"	✓	40
	CERRO LA LUNA	10º 21' 08"	72º 29' 23"		10
	CERRO LA SIERRA	10º 19' 35"	72º 35' 27"	✓	10
	CERRO MISOA	09º 59' 09"	70º 55' 02"		40
	CERRO SAN JOSE DE LOS ALTOS	10º 41' 12"	72º 28' 30"		10
	CIUDAD OJEDA	10º 11' 47"	71º 18' 29"	✓	10
	COTA	10º 39' 56"	71º 38' 47"		15
	EL MOJAN	10º 57' 11"	71º 44' 10"	✓	5
	LA AZULITA	08º 43' 37"	72º 30' 17"		10
	LA CAÑADA DE URDANETA	10º 24' 34"	71º 41' 18"	✓	5
	LA CONCEPCIÓN	10º 38' 00"	71º 49' 43"	✓	5
	LA LAGO	10º 39' 43"	71º 35' 53"		5
	LA PASTORA	10º 03' 34"	72º 29' 05"		5
	MARACAIBO 1	10º 38' 58"	71º 39' 45"		5
	MARACAIBO 2	10º 39' 43"	71º 35' 53"		20
	MARACAIBO 3	10º 39' 57"	71º 36' 46"	✓	16
	MARACAIBO 4	10º 40' 17"	71º 35' 57"		25
	MISOA	09º 58' 53"	70º 55' 30"	✓	5
	SAN BENITO	10º 41' 55"	72º 26' 10"	✓	10
	SECTOR LA LAGO	10º 40' 21"	71º 35' 57"		5
	TRINIDAD	10º 42' 22"	71º 36' 54"		15

Selección de los puntos de repetición en los estados donde no existen operadores troncalizados

La siguiente tabla lista los puntos de repetición por estados donde actualmente no se tiene registros de operadores troncalizados en la banda de 800 MHz, para lo cual se seleccionaron aquellos que desde el punto de vista topográfico favorecen a la obtención de una amplia zona de cobertura para la propagación de la señal.

Tabla 11. Sitios de repetición en estados donde no existen operadores troncalizados con selección de principales sitios de repetición.
Fuente: Elaboración Propia.

ESTADO	PUNTO DE REPETICIÓN	LATITUD	LONGITUD	SELECCIÓN
AMAZONAS	CERRO PERICIO	05º 40' 10"	67º 37' 34"	✓
	SAN FERNANDO DE ATABACO	04º 03' 17"	67º 41' 54"	✓
	SAN CARLOS DE RÍO NEGRO	01º 58' 53"	67º 02' 11"	✓
COJEDES	TETA DE QUINAQUILLO	09º 54' 33"	68º 24' 05"	✓
	MACAPO	09º 49' 42"	68º 26' 11"	
	LIBERTAD	09º 21' 16"	68º 41' 23"	✓
	GALERAS DEL PAO	09º 34' 36"	68º 10' 57"	✓
	EL AMPARO	09º 52' 42"	68º 15' 10"	
DELTA AMACURO	TUCUPITA	09º 03' 32"	62º 03' 29"	✓
GUÁRICO	PLATILLÓN	09º 52' 24"	67º 30' 49"	✓
	CALABOZO	08º 56' 10"	67º 25' 28"	✓
	COROPOZANDO	08º 36' 29"	67º 34' 00"	✓
	VALLE DE LA PASCUA	09º 12' 50"	66º 00' 15"	✓
	ALTAGRACIA ORITUCO	09º 53' 03"	66º 21' 44"	✓
	LA PENCA	09º 31' 08"	65º 43' 03"	✓
PORTUGUESA	PAPELÓN	08º 56' 25"	69º 28' 18"	✓
	CERRO LA CRUZ	09º 03' 16"	69º 44' 52"	✓
	MOSQUITEROS	09º 10' 00"	69º 10' 00"	✓
	EL GUACHE	09º 09' 34"	69º 13' 03"	
	GUARACHE	09º 11' 08"	69º 14' 48"	
	TURÉN	09º 19' 45"	69º 07' 30"	✓
	LAS NIEVES	09º 19' 29"	68º 58' 49"	✓
	BISCOCUY	09º 21' 41"	69º 21' 41"	✓

IV.3. Fase III

IV.3.1. *Planificación de la porción del espectro radioeléctrico*

Para realizar la planificación de frecuencias de la porción espectro radioeléctrico de la banda 410-430 MHz se utilizó una separación entre canal de transmisión y recepción de 10 MHz por lo citado anteriormente de las recomendaciones del organismo de normalización (UIT-R), antecedentes de otros reguladores y antecedentes locales como el caso de la tecnología TETRA.

Por otra parte, el ancho de banda de canal utilizado fue de 12.5 kHz, ya que es el valor obtenido de los estándares de las tecnologías DMR, P25 y dPMR, el cual brinda más canales con menos espectro que el que se tendría normalmente en sistemas con un ancho de banda de 25 kHz, lo cual potencia la propuesta de reducción de ancho de banda necesaria para realizar la migración de los operadores que actualmente ocupan los 30 MHz de la banda de 800 MHz, con anchos de banda por canal de 25 KHz a los 20 MHz de la banda 410-430 MHz.

Tabla 12. Planificación de Canales de Frecuencia 410-430 MHz.
Fuente: Elaboración Propia

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
1	420.00625	410.00625
2	420.01875	410.01875
3	420.03125	410.03125
4	420.04375	410.04375
5	420.05625	410.05625
6	420.06875	410.06875
7	420.08125	410.08125
8	420.09375	410.09375
9	420.10625	410.10625
10	420.11875	410.11875
11	420.13125	410.13125
12	420.14375	410.14375
13	420.15625	410.15625
14	420.16875	410.16875
15	420.18125	410.18125
16	420.19375	410.19375
17	420.20625	410.20625
18	420.21875	410.21875
19	420.23125	410.23125
20	420.24375	410.24375
21	420.25625	410.25625
22	420.26875	410.26875
23	420.28125	410.28125
24	420.29375	410.29375
25	420.30625	410.30625
26	420.31875	410.31875
27	420.33125	410.33125
28	420.34375	410.34375
29	420.35625	410.35625
30	420.36875	410.36875
31	420.38125	410.38125
32	420.39375	410.39375
33	420.40625	410.40625
34	420.41875	410.41875
35	420.43125	410.43125
36	420.44375	410.44375
37	420.45625	410.45625
38	420.46875	410.46875
39	420.48125	410.48125
40	420.49375	410.49375
41	420.50625	410.50625

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
42	420.51875	410.51875
43	420.53125	410.53125
44	420.54375	410.54375
45	420.55625	410.55625
46	420.56875	410.56875
47	420.58125	410.58125
48	420.59375	410.59375
49	420.60625	410.60625
50	420.61875	410.61875
51	420.63125	410.63125
52	420.64375	410.64375
53	420.65625	410.65625
54	420.66875	410.66875
55	420.68125	410.68125
56	420.69375	410.69375
57	420.70625	410.70625
58	420.71875	410.71875
59	420.73125	410.73125
60	420.74375	410.74375
61	420.75625	410.75625
62	420.76875	410.76875
63	420.78125	410.78125
64	420.79375	410.79375
65	420.80625	410.80625
66	420.81875	410.81875
67	420.83125	410.83125
68	420.84375	410.84375
69	420.85625	410.85625
70	420.86875	410.86875
71	420.88125	410.88125
72	420.89375	410.89375
73	420.90625	410.90625
74	420.91875	410.91875
75	420.93125	410.93125
76	420.94375	410.94375
77	420.95625	410.95625
78	420.96875	410.96875
79	420.98125	410.98125
80	420.99375	410.99375
81	421.00625	411.00625
82	421.01875	411.01875

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
83	421.03125	411.03125
84	421.04375	411.04375
85	421.05625	411.05625
86	421.06875	411.06875
87	421.08125	411.08125
88	421.09375	411.09375
89	421.10625	411.10625
90	421.11875	411.11875
91	421.13125	411.13125
92	421.14375	411.14375
93	421.15625	411.15625
94	421.16875	411.16875
95	421.18125	411.18125
96	421.19375	411.19375
97	421.20625	411.20625
98	421.21875	411.21875
99	421.23125	411.23125
100	421.24375	411.24375
101	421.25625	411.25625
102	421.26875	411.26875
103	421.28125	411.28125
104	421.29375	411.29375
105	421.30625	411.30625
106	421.31875	411.31875
107	421.33125	411.33125
108	421.34375	411.34375
109	421.35625	411.35625
110	421.36875	411.36875
111	421.38125	411.38125
112	421.39375	411.39375
113	421.40625	411.40625
114	421.41875	411.41875
115	421.43125	411.43125
116	421.44375	411.44375
117	421.45625	411.45625
118	421.46875	411.46875
119	421.48125	411.48125
120	421.49375	411.49375
121	421.50625	411.50625
122	421.51875	411.51875
123	421.53125	411.53125

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
124	421.54375	411.54375
125	421.55625	411.55625
126	421.56875	411.56875
127	421.58125	411.58125
128	421.59375	411.59375
129	421.60625	411.60625
130	421.61875	411.61875
131	421.63125	411.63125
132	421.64375	411.64375
133	421.65625	411.65625
134	421.66875	411.66875
135	421.68125	411.68125
136	421.69375	411.69375
137	421.70625	411.70625
138	421.71875	411.71875
139	421.73125	411.73125
140	421.74375	411.74375
141	421.75625	411.75625
142	421.76875	411.76875
143	421.78125	411.78125
144	421.79375	411.79375
145	421.80625	411.80625
146	421.81875	411.81875
147	421.83125	411.83125
148	421.84375	411.84375
149	421.85625	411.85625
150	421.86875	411.86875
151	421.88125	411.88125
152	421.89375	411.89375
153	421.90625	411.90625
154	421.91875	411.91875
155	421.93125	411.93125
156	421.94375	411.94375
157	421.95625	411.95625
158	421.96875	411.96875
159	421.98125	411.98125
160	421.99375	411.99375
161	422.00625	412.00625
162	422.01875	412.01875
163	422.03125	412.03125
164	422.04375	412.04375
165	422.05625	412.05625
166	422.06875	412.06875
167	422.08125	412.08125
168	422.09375	412.09375
169	422.10625	412.10625
170	422.11875	412.11875
171	422.13125	412.13125
172	422.14375	412.14375
173	422.15625	412.15625
174	422.16875	412.16875
175	422.18125	412.18125
176	422.19375	412.19375
177	422.20625	412.20625
178	422.21875	412.21875
179	422.23125	412.23125
180	422.24375	412.24375
181	422.25625	412.25625
182	422.26875	412.26875
183	422.28125	412.28125
184	422.29375	412.29375

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
185	422.30625	412.30625
186	422.31875	412.31875
187	422.33125	412.33125
188	422.34375	412.34375
189	422.35625	412.35625
190	422.36875	412.36875
191	422.38125	412.38125
192	422.39375	412.39375
193	422.40625	412.40625
194	422.41875	412.41875
195	422.43125	412.43125
196	422.44375	412.44375
197	422.45625	412.45625
198	422.46875	412.46875
199	422.48125	412.48125
200	422.49375	412.49375
201	422.50625	412.50625
202	422.51875	412.51875
203	422.53125	412.53125
204	422.54375	412.54375
205	422.55625	412.55625
206	422.56875	412.56875
207	422.58125	412.58125
208	422.59375	412.59375
209	422.60625	412.60625
210	422.61875	412.61875
211	422.63125	412.63125
212	422.64375	412.64375
213	422.65625	412.65625
214	422.66875	412.66875
215	422.68125	412.68125
216	422.69375	412.69375
217	422.70625	412.70625
218	422.71875	412.71875
219	422.73125	412.73125
220	422.74375	412.74375
221	422.75625	412.75625
222	422.76875	412.76875
223	422.78125	412.78125
224	422.79375	412.79375
225	422.80625	412.80625
226	422.81875	412.81875
227	422.83125	412.83125
228	422.84375	412.84375
229	422.85625	412.85625
230	422.86875	412.86875
231	422.88125	412.88125
232	422.89375	412.89375
233	422.90625	412.90625
234	422.91875	412.91875
235	422.93125	412.93125
236	422.94375	412.94375
237	422.95625	412.95625
238	422.96875	412.96875
239	422.98125	412.98125
240	422.99375	412.99375
241	423.00625	413.00625
242	423.01875	413.01875
243	423.03125	413.03125
244	423.04375	413.04375
245	423.05625	413.05625

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
246	423.06875	413.06875
247	423.08125	413.08125
248	423.09375	413.09375
249	423.10625	413.10625
250	423.11875	413.11875
251	423.13125	413.13125
252	423.14375	413.14375
253	423.15625	413.15625
254	423.16875	413.16875
255	423.18125	413.18125
256	423.19375	413.19375
257	423.20625	413.20625
258	423.21875	413.21875
259	423.23125	413.23125
260	423.24375	413.24375
261	423.25625	413.25625
262	423.26875	413.26875
263	423.28125	413.28125
264	423.29375	413.29375
265	423.30625	413.30625
266	423.31875	413.31875
267	423.33125	413.33125
268	423.34375	413.34375
269	423.35625	413.35625
270	423.36875	413.36875
271	423.38125	413.38125
272	423.39375	413.39375
273	423.40625	413.40625
274	423.41875	413.41875
275	423.43125	413.43125
276	423.44375	413.44375
277	423.45625	413.45625
278	423.46875	413.46875
279	423.48125	413.48125
280	423.49375	413.49375
281	423.50625	413.50625
282	423.51875	413.51875
283	423.53125	413.53125
284	423.54375	413.54375
285	423.55625	413.55625
286	423.56875	413.56875
287	423.58125	413.58125
288	423.59375	413.59375
289	423.60625	413.60625
290	423.61875	413.61875
291	423.63125	413.63125
292	423.64375	413.64375
293	423.65625	413.65625
294	423.66875	413.66875
295	423.68125	413.68125
296	423.69375	413.69375
297	423.70625	413.70625
298	423.71875	413.71875
299	423.73125	413.73125
300	423.74375	413.74375
301	423.75625	413.75625
302	423.76875	413.76875
303	423.78125	413.78125
304	423.79375	413.79375
305	423.80625	413.80625
306	423.81875	413.81875

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
307	423.83125	413.83125
308	423.84375	413.84375
309	423.85625	413.85625
310	423.86875	413.86875
311	423.88125	413.88125
312	423.89375	413.89375
313	423.90625	413.90625
314	423.91875	413.91875
315	423.93125	413.93125
316	423.94375	413.94375
317	423.95625	413.95625
318	423.96875	413.96875
319	423.98125	413.98125
320	423.99375	413.99375
321	424.00625	414.00625
322	424.01875	414.01875
323	424.03125	414.03125
324	424.04375	414.04375
325	424.05625	414.05625
326	424.06875	414.06875
327	424.08125	414.08125
328	424.09375	414.09375
329	424.10625	414.10625
330	424.11875	414.11875
331	424.13125	414.13125
332	424.14375	414.14375
333	424.15625	414.15625
334	424.16875	414.16875
335	424.18125	414.18125
336	424.19375	414.19375
337	424.20625	414.20625
338	424.21875	414.21875
339	424.23125	414.23125
340	424.24375	414.24375
341	424.25625	414.25625
342	424.26875	414.26875
343	424.28125	414.28125
344	424.29375	414.29375
345	424.30625	414.30625
346	424.31875	414.31875
347	424.33125	414.33125
348	424.34375	414.34375
349	424.35625	414.35625
350	424.36875	414.36875
351	424.38125	414.38125
352	424.39375	414.39375
353	424.40625	414.40625
354	424.41875	414.41875
355	424.43125	414.43125
356	424.44375	414.44375
357	424.45625	414.45625
358	424.46875	414.46875
359	424.48125	414.48125
360	424.49375	414.49375
361	424.50625	414.50625
362	424.51875	414.51875
363	424.53125	414.53125
364	424.54375	414.54375
365	424.55625	414.55625
366	424.56875	414.56875
367	424.58125	414.58125

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
368	424.59375	414.59375
369	424.60625	414.60625
370	424.61875	414.61875
371	424.63125	414.63125
372	424.64375	414.64375
373	424.65625	414.65625
374	424.66875	414.66875
375	424.68125	414.68125
376	424.69375	414.69375
377	424.70625	414.70625
378	424.71875	414.71875
379	424.73125	414.73125
380	424.74375	414.74375
381	424.75625	414.75625
382	424.76875	414.76875
383	424.78125	414.78125
384	424.79375	414.79375
385	424.80625	414.80625
386	424.81875	414.81875
387	424.83125	414.83125
388	424.84375	414.84375
389	424.85625	414.85625
390	424.86875	414.86875
391	424.88125	414.88125
392	424.89375	414.89375
393	424.90625	414.90625
394	424.91875	414.91875
395	424.93125	414.93125
396	424.94375	414.94375
397	424.95625	414.95625
398	424.96875	414.96875
399	424.98125	414.98125
400	424.99375	414.99375
401	425.00625	415.00625
402	425.01875	415.01875
403	425.03125	415.03125
404	425.04375	415.04375
405	425.05625	415.05625
406	425.06875	415.06875
407	425.08125	415.08125
408	425.09375	415.09375
409	425.10625	415.10625
410	425.11875	415.11875
411	425.13125	415.13125
412	425.14375	415.14375
413	425.15625	415.15625
414	425.16875	415.16875
415	425.18125	415.18125
416	425.19375	415.19375
417	425.20625	415.20625
418	425.21875	415.21875
419	425.23125	415.23125
420	425.24375	415.24375
421	425.25625	415.25625
422	425.26875	415.26875
423	425.28125	415.28125
424	425.29375	415.29375
425	425.30625	415.30625
426	425.31875	415.31875
427	425.33125	415.33125
428	425.34375	415.34375

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
429	425.35625	415.35625
430	425.36875	415.36875
431	425.38125	415.38125
432	425.39375	415.39375
433	425.40625	415.40625
434	425.41875	415.41875
435	425.43125	415.43125
436	425.44375	415.44375
437	425.45625	415.45625
438	425.46875	415.46875
439	425.48125	415.48125
440	425.49375	415.49375
441	425.50625	415.50625
442	425.51875	415.51875
443	425.53125	415.53125
444	425.54375	415.54375
445	425.55625	415.55625
446	425.56875	415.56875
447	425.58125	415.58125
448	425.59375	415.59375
449	425.60625	415.60625
450	425.61875	415.61875
451	425.63125	415.63125
452	425.64375	415.64375
453	425.65625	415.65625
454	425.66875	415.66875
455	425.68125	415.68125
456	425.69375	415.69375
457	425.70625	415.70625
458	425.71875	415.71875
459	425.73125	415.73125
460	425.74375	415.74375
461	425.75625	415.75625
462	425.76875	415.76875
463	425.78125	415.78125
464	425.79375	415.79375
465	425.80625	415.80625
466	425.81875	415.81875
467	425.83125	415.83125
468	425.84375	415.84375
469	425.85625	415.85625
470	425.86875	415.86875
471	425.88125	415.88125
472	425.89375	415.89375
473	425.90625	415.90625
474	425.91875	415.91875
475	425.93125	415.93125
476	425.94375	415.94375
477	425.95625	415.95625
478	425.96875	415.96875
479	425.98125	415.98125
480	425.99375	415.99375
481	426.00625	416.00625
482	426.01875	416.01875
483	426.03125	416.03125
484	426.04375	416.04375
485	426.05625	416.05625
486	426.06875	416.06875
487	426.08125	416.08125
488	426.09375	416.09375
489	426.10625	416.10625

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
490	426.11875	416.11875
491	426.13125	416.13125
492	426.14375	416.14375
493	426.15625	416.15625
494	426.16875	416.16875
495	426.18125	416.18125
496	426.19375	416.19375
497	426.20625	416.20625
498	426.21875	416.21875
499	426.23125	416.23125
500	426.24375	416.24375
501	426.25625	416.25625
502	426.26875	416.26875
503	426.28125	416.28125
504	426.29375	416.29375
505	426.30625	416.30625
506	426.31875	416.31875
507	426.33125	416.33125
508	426.34375	416.34375
509	426.35625	416.35625
510	426.36875	416.36875
511	426.38125	416.38125
512	426.39375	416.39375
513	426.40625	416.40625
514	426.41875	416.41875
515	426.43125	416.43125
516	426.44375	416.44375
517	426.45625	416.45625
518	426.46875	416.46875
519	426.48125	416.48125
520	426.49375	416.49375
521	426.50625	416.50625
522	426.51875	416.51875
523	426.53125	416.53125
524	426.54375	416.54375
525	426.55625	416.55625
526	426.56875	416.56875
527	426.58125	416.58125
528	426.59375	416.59375
529	426.60625	416.60625
530	426.61875	416.61875
531	426.63125	416.63125
532	426.64375	416.64375
533	426.65625	416.65625
534	426.66875	416.66875
535	426.68125	416.68125
536	426.69375	416.69375
537	426.70625	416.70625
538	426.71875	416.71875
539	426.73125	416.73125
540	426.74375	416.74375
541	426.75625	416.75625
542	426.76875	416.76875
543	426.78125	416.78125
544	426.79375	416.79375
545	426.80625	416.80625
546	426.81875	416.81875
547	426.83125	416.83125
548	426.84375	416.84375
549	426.85625	416.85625
550	426.86875	416.86875

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
551	426.88125	416.88125
552	426.89375	416.89375
553	426.90625	416.90625
554	426.91875	416.91875
555	426.93125	416.93125
556	426.94375	416.94375
557	426.95625	416.95625
558	426.96875	416.96875
559	426.98125	416.98125
560	426.99375	416.99375
561	427.00625	417.00625
562	427.01875	417.01875
563	427.03125	417.03125
564	427.04375	417.04375
565	427.05625	417.05625
566	427.06875	417.06875
567	427.08125	417.08125
568	427.09375	417.09375
569	427.10625	417.10625
570	427.11875	417.11875
571	427.13125	417.13125
572	427.14375	417.14375
573	427.15625	417.15625
574	427.16875	417.16875
575	427.18125	417.18125
576	427.19375	417.19375
577	427.20625	417.20625
578	427.21875	417.21875
579	427.23125	417.23125
580	427.24375	417.24375
581	427.25625	417.25625
582	427.26875	417.26875
583	427.28125	417.28125
584	427.29375	417.29375
585	427.30625	417.30625
586	427.31875	417.31875
587	427.33125	417.33125
588	427.34375	417.34375
589	427.35625	417.35625
590	427.36875	417.36875
591	427.38125	417.38125
592	427.39375	417.39375
593	427.40625	417.40625
594	427.41875	417.41875
595	427.43125	417.43125
596	427.44375	417.44375
597	427.45625	417.45625
598	427.46875	417.46875
599	427.48125	417.48125
600	427.49375	417.49375
601	427.50625	417.50625
602	427.51875	417.51875
603	427.53125	417.53125
604	427.54375	417.54375
605	427.55625	417.55625
606	427.56875	417.56875
607	427.58125	417.58125
608	427.59375	417.59375
609	427.60625	417.60625
610	427.61875	417.61875
611	427.63125	417.63125

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
612	427.64375	417.64375
613	427.65625	417.65625
614	427.66875	417.66875
615	427.68125	417.68125
616	427.69375	417.69375
617	427.70625	417.70625
618	427.71875	417.71875
619	427.73125	417.73125
620	427.74375	417.74375
621	427.75625	417.75625
622	427.76875	417.76875
623	427.78125	417.78125
624	427.79375	417.79375
625	427.80625	417.80625
626	427.81875	417.81875
627	427.83125	417.83125
628	427.84375	417.84375
629	427.85625	417.85625
630	427.86875	417.86875
631	427.88125	417.88125
632	427.89375	417.89375
633	427.90625	417.90625
634	427.91875	417.91875
635	427.93125	417.93125
636	427.94375	417.94375
637	427.95625	417.95625
638	427.96875	417.96875
639	427.98125	417.98125
640	427.99375	417.99375
641	428.00625	418.00625
642	428.01875	418.01875
643	428.03125	418.03125
644	428.04375	418.04375
645	428.05625	418.05625
646	428.06875	418.06875
647	428.08125	418.08125
648	428.09375	418.09375
649	428.10625	418.10625
650	428.11875	418.11875
651	428.13125	418.13125
652	428.14375	418.14375
653	428.15625	418.15625
654	428.16875	418.16875
655	428.18125	418.18125
656	428.19375	418.19375
657	428.20625	418.20625
658	428.21875	418.21875
659	428.23125	418.23125
660	428.24375	418.24375
661	428.25625	418.25625
662	428.26875	418.26875
663	428.28125	418.28125
664	428.29375	418.29375
665	428.30625	418.30625
666	428.31875	418.31875
667	428.33125	418.33125
668	428.34375	418.34375
669	428.35625	418.35625
670	428.36875	418.36875
671	428.38125	418.38125
672	428.39375	418.39375

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
673	428.40625	418.40625
674	428.41875	418.41875
675	428.43125	418.43125
676	428.44375	418.44375
677	428.45625	418.45625
678	428.46875	418.46875
679	428.48125	418.48125
680	428.49375	418.49375
681	428.50625	418.50625
682	428.51875	418.51875
683	428.53125	418.53125
684	428.54375	418.54375
685	428.55625	418.55625
686	428.56875	418.56875
687	428.58125	418.58125
688	428.59375	418.59375
689	428.60625	418.60625
690	428.61875	418.61875
691	428.63125	418.63125
692	428.64375	418.64375
693	428.65625	418.65625
694	428.66875	418.66875
695	428.68125	418.68125
696	428.69375	418.69375
697	428.70625	418.70625
698	428.71875	418.71875
699	428.73125	418.73125
700	428.74375	418.74375
701	428.75625	418.75625
702	428.76875	418.76875
703	428.78125	418.78125
704	428.79375	418.79375
705	428.80625	418.80625
706	428.81875	418.81875
707	428.83125	418.83125
708	428.84375	418.84375
709	428.85625	418.85625
710	428.86875	418.86875
711	428.88125	418.88125
712	428.89375	418.89375
713	428.90625	418.90625
714	428.91875	418.91875
715	428.93125	418.93125
716	428.94375	418.94375

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
717	428.95625	418.95625
718	428.96875	418.96875
719	428.98125	418.98125
720	428.99375	418.99375
721	429.00625	419.00625
722	429.01875	419.01875
723	429.03125	419.03125
724	429.04375	419.04375
725	429.05625	419.05625
726	429.06875	419.06875
727	429.08125	419.08125
728	429.09375	419.09375
729	429.10625	419.10625
730	429.11875	419.11875
731	429.13125	419.13125
732	429.14375	419.14375
733	429.15625	419.15625
734	429.16875	419.16875
735	429.18125	419.18125
736	429.19375	419.19375
737	429.20625	419.20625
738	429.21875	419.21875
739	429.23125	419.23125
740	429.24375	419.24375
741	429.25625	419.25625
742	429.26875	419.26875
743	429.28125	419.28125
744	429.29375	419.29375
745	429.30625	419.30625
746	429.31875	419.31875
747	429.33125	419.33125
748	429.34375	419.34375
749	429.35625	419.35625
750	429.36875	419.36875
751	429.38125	419.38125
752	429.39375	419.39375
753	429.40625	419.40625
754	429.41875	419.41875
755	429.43125	419.43125
756	429.44375	419.44375
757	429.45625	419.45625
758	429.46875	419.46875
759	429.48125	419.48125
760	429.49375	419.49375

Canal	Frecuencia (MHz)	
Número	f (Tx)	f (Rx)
761	429.50625	419.50625
762	429.51875	419.51875
763	429.53125	419.53125
764	429.54375	419.54375
765	429.55625	419.55625
766	429.56875	419.56875
767	429.58125	419.58125
768	429.59375	419.59375
769	429.60625	419.60625
770	429.61875	419.61875
771	429.63125	419.63125
772	429.64375	419.64375
773	429.65625	419.65625
774	429.66875	419.66875
775	429.68125	419.68125
776	429.69375	419.69375
777	429.70625	419.70625
778	429.71875	419.71875
779	429.73125	419.73125
780	429.74375	419.74375
781	429.75625	419.75625
782	429.76875	419.76875
783	429.78125	419.78125
784	429.79375	419.79375
785	429.80625	419.80625
786	429.81875	419.81875
787	429.83125	419.83125
788	429.84375	419.84375
789	429.85625	419.85625
790	429.86875	419.86875
791	429.88125	419.88125
792	429.89375	419.89375
793	429.90625	419.90625
794	429.91875	419.91875
795	429.93125	419.93125
796	429.94375	419.94375
797	429.95625	419.95625
798	429.96875	419.96875
799	429.98125	419.98125
800	429.99375	419.99375

Canalización por bloques de frecuencia dentro de la banda 410-430 MHz

El plan de frecuencias realizado se dividirá por bloques de frecuencia en los cuales, la separación entre canales va a ser de 250 kHz (20 canales) para así evitar interferencias entre los mismos al ser asignados en una misma zona geográfica.

Al realizar la canalización se obtuvieron 60 bloques de frecuencias, de los cuales 40 se dividieron en 4 grupos donde cada grupo posee 4 canales de frecuencia y los 20 bloques restantes se dividieron en 2 grupos con 4 canales de frecuencia por grupo donde, como se indicó anteriormente, la distancia mínima entre canales es de 250 kHz (20 canales), para así evitar interferencias.

Tabla 13. Canalización por bloques de frecuencia dentro de la banda 410-430 MHz.
Fuente: Elaboración Propia

BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
1	1	420.00625	420.25625	420.50625	420.75625	1	21	41	61	410.00625	410.25625	410.50625	410.75625
	2	421.00625	421.25625	421.50625	421.75625	81	101	121	141	411.00625	411.25625	411.50625	411.75625
	3	422.00625	422.25625	422.50625	422.75625	161	181	201	221	412.00625	412.25625	412.50625	412.75625
	4	423.00625	423.25625	423.50625	423.75625	241	261	281	301	413.00625	413.25625	413.50625	413.75625
2	1	420.01875	420.26875	420.51875	420.76875	2	22	42	62	410.01875	410.26875	410.51875	410.76875
	2	421.01875	421.26875	421.51875	421.76875	82	102	122	142	411.01875	411.26875	411.51875	411.76875
	3	422.01875	422.26875	422.51875	422.76875	162	182	202	222	412.01875	412.26875	412.51875	412.76875
	4	423.01875	423.26875	423.51875	423.76875	242	262	282	302	413.01875	413.26875	413.51875	413.76875
3	1	420.03125	420.28125	420.53125	420.78125	3	23	43	63	410.03125	410.28125	410.53125	410.78125
	2	421.03125	421.28125	421.53125	421.78125	83	103	123	143	411.03125	411.28125	411.53125	411.78125
	3	422.03125	422.28125	422.53125	422.78125	163	183	203	223	412.03125	412.28125	412.53125	412.78125
	4	423.03125	423.28125	423.53125	423.78125	243	263	283	303	413.03125	413.28125	413.53125	413.78125
4	1	420.04375	420.29375	420.54375	420.79375	4	24	44	64	410.04375	410.29375	410.54375	410.79375
	2	421.04375	421.29375	421.54375	421.79375	84	104	124	144	411.04375	411.29375	411.54375	411.79375
	3	422.04375	422.29375	422.54375	422.79375	164	184	204	224	412.04375	412.29375	412.54375	412.79375
	4	423.04375	423.29375	423.54375	423.79375	244	264	284	304	413.04375	413.29375	413.54375	413.79375
5	1	420.05625	420.30625	420.55625	420.80625	5	25	45	65	410.05625	410.30625	410.55625	410.80625
	2	421.05625	421.30625	421.55625	421.80625	85	105	125	145	411.05625	411.30625	411.55625	411.80625
	3	422.05625	422.30625	422.55625	422.80625	165	185	205	225	412.05625	412.30625	412.55625	412.80625
	4	423.05625	423.30625	423.55625	423.80625	245	265	285	305	413.05625	413.30625	413.55625	413.80625
6	1	420.06875	420.31875	420.56875	420.81875	6	26	46	66	410.06875	410.31875	410.56875	410.81875
	2	421.06875	421.31875	421.56875	421.81875	86	106	126	146	411.06875	411.31875	411.56875	411.81875
	3	422.06875	422.31875	422.56875	422.81875	166	186	206	226	412.06875	412.31875	412.56875	412.81875
	4	423.06875	423.31875	423.56875	423.81875	246	266	286	306	413.06875	413.31875	413.56875	413.81875
7	1	420.08125	420.33125	420.58125	420.83125	7	27	47	67	410.08125	410.33125	410.58125	410.83125
	2	421.08125	421.33125	421.58125	421.83125	87	107	127	147	411.08125	411.33125	411.58125	411.83125
	3	422.08125	422.33125	422.58125	422.83125	167	187	207	227	412.08125	412.33125	412.58125	412.83125
	4	423.08125	423.33125	423.58125	423.83125	247	267	287	307	413.08125	413.33125	413.58125	413.83125

BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
8	1	420.09375	420.34375	420.59375	420.84375	8	28	48	68	410.09375	410.34375	410.59375	410.84375
	2	421.09375	421.34375	421.59375	421.84375	88	108	128	148	411.09375	411.34375	411.59375	411.84375
	3	422.09375	422.34375	422.59375	422.84375	168	188	208	228	412.09375	412.34375	412.59375	412.84375
	4	423.09375	423.34375	423.59375	423.84375	248	268	288	308	413.09375	413.34375	413.59375	413.84375
9	1	420.10625	420.35625	420.60625	420.85625	9	29	49	69	410.10625	410.35625	410.60625	410.85625
	2	421.10625	421.35625	421.60625	421.85625	89	109	129	149	411.10625	411.35625	411.60625	411.85625
	3	422.10625	422.35625	422.60625	422.85625	169	189	209	229	412.10625	412.35625	412.60625	412.85625
	4	423.10625	423.35625	423.60625	423.85625	249	269	289	309	413.10625	413.35625	413.60625	413.85625
10	1	420.11875	420.36875	420.61875	420.86875	10	30	50	70	410.11875	410.36875	410.61875	410.86875
	2	421.11875	421.36875	421.61875	421.86875	90	110	130	150	411.11875	411.36875	411.61875	411.86875
	3	422.11875	422.36875	422.61875	422.86875	170	190	210	230	412.11875	412.36875	412.61875	412.86875
	4	423.11875	423.36875	423.61875	423.86875	250	270	290	310	413.11875	413.36875	413.61875	413.86875
11	1	420.13125	420.38125	420.63125	420.88125	11	31	51	71	410.13125	410.38125	410.63125	410.88125
	2	421.13125	421.38125	421.63125	421.88125	91	111	131	151	411.13125	411.38125	411.63125	411.88125
	3	422.13125	422.38125	422.63125	422.88125	171	191	211	231	412.13125	412.38125	412.63125	412.88125
	4	423.13125	423.38125	423.63125	423.88125	251	271	291	311	413.13125	413.38125	413.63125	413.88125
12	1	420.14375	420.39375	420.64375	420.89375	12	32	52	72	410.14375	410.39375	410.64375	410.89375
	2	421.14375	421.39375	421.64375	421.89375	92	112	132	152	411.14375	411.39375	411.64375	411.89375
	3	422.14375	422.39375	422.64375	422.89375	172	192	212	232	412.14375	412.39375	412.64375	412.89375
	4	423.14375	423.39375	423.64375	423.89375	252	272	292	312	413.14375	413.39375	413.64375	413.89375
13	1	420.15625	420.40625	420.65625	420.90625	13	33	53	73	410.15625	410.40625	410.65625	410.90625
	2	421.15625	421.40625	421.65625	421.90625	93	113	133	153	411.15625	411.40625	411.65625	411.90625
	3	422.15625	422.40625	422.65625	422.90625	173	193	213	233	412.15625	412.40625	412.65625	412.90625
	4	423.15625	423.40625	423.65625	423.90625	253	273	293	313	413.15625	413.40625	413.65625	413.90625
14	1	420.16875	420.41875	420.66875	420.91875	14	34	54	74	410.16875	410.41875	410.66875	410.91875
	2	421.16875	421.41875	421.66875	421.91875	94	114	134	154	411.16875	411.41875	411.66875	411.91875
	3	422.16875	422.41875	422.66875	422.91875	174	194	214	234	412.16875	412.41875	412.66875	412.91875
	4	423.16875	423.41875	423.66875	423.91875	254	274	294	314	413.16875	413.41875	413.66875	413.91875
15	1	420.18125	420.43125	420.68125	420.93125	15	35	55	75	410.18125	410.43125	410.68125	410.93125
	2	421.18125	421.43125	421.68125	421.93125	95	115	135	155	411.18125	411.43125	411.68125	411.93125
	3	422.18125	422.43125	422.68125	422.93125	175	195	215	235	412.18125	412.43125	412.68125	412.93125
	4	423.18125	423.43125	423.68125	423.93125	255	275	295	315	413.18125	413.43125	413.68125	413.93125
16	1	420.19375	420.44375	420.69375	420.94375	16	36	56	76	410.19375	410.44375	410.69375	410.94375
	2	421.19375	421.44375	421.69375	421.94375	96	116	136	156	411.19375	411.44375	411.69375	411.94375
	3	422.19375	422.44375	422.69375	422.94375	176	196	216	236	412.19375	412.44375	412.69375	412.94375
	4	423.19375	423.44375	423.69375	423.94375	256	276	296	316	413.19375	413.44375	413.69375	413.94375
17	1	420.20625	420.45625	420.70625	420.95625	17	37	57	77	410.20625	410.45625	410.70625	410.95625
	2	421.20625	421.45625	421.70625	421.95625	97	117	137	157	411.20625	411.45625	411.70625	411.95625
	3	422.20625	422.45625	422.70625	422.95625	177	197	217	237	412.20625	412.45625	412.70625	412.95625
	4	423.20625	423.45625	423.70625	423.95625	257	277	297	317	413.20625	413.45625	413.70625	413.95625
18	1	420.21875	420.46875	420.71875	420.96875	18	38	58	78	410.21875	410.46875	410.71875	410.96875
	2	421.21875	421.46875	421.71875	421.96875	98	118	138	158	411.21875	411.46875	411.71875	411.96875
	3	422.21875	422.46875	422.71875	422.96875	178	198	218	238	412.21875	412.46875	412.71875	412.96875
	4	423.21875	423.46875	423.71875	423.96875	258	278	298	318	413.21875	413.46875	413.71875	413.96875
19	1	420.23125	420.48125	420.73125	420.98125	19	39	59	79	410.23125	410.48125	410.73125	410.98125
	2	421.23125	421.48125	421.73125	421.98125	99	119	139	159	411.23125	411.48125	411.73125	411.98125
	3	422.23125	422.48125	422.73125	422.98125	179	199	219	239	412.23125	412.48125	412.73125	412.98125

BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
	4	423.23125	423.48125	423.73125	423.98125	259	279	299	319	413.23125	413.48125	413.73125	413.98125
20	1	420.24375	420.49375	420.74375	420.99375	20	40	60	80	410.24375	410.49375	410.74375	410.99375
	2	421.24375	421.49375	421.74375	421.99375	100	120	140	160	411.24375	411.49375	411.74375	411.99375
	3	422.24375	422.49375	422.74375	422.99375	180	200	220	240	412.24375	412.49375	412.74375	412.99375
	4	423.24375	423.49375	423.74375	423.99375	260	280	300	320	413.24375	413.49375	413.74375	413.99375
21	1	424.00625	424.25625	424.50625	424.75625	321	341	361	381	414.00625	414.25625	414.50625	414.75625
	2	425.00625	425.25625	425.50625	425.75625	401	421	441	461	415.00625	415.25625	415.50625	415.75625
	3	426.00625	426.25625	426.50625	426.75625	481	501	521	541	416.00625	416.25625	416.50625	416.75625
	4	427.00625	427.25625	427.50625	427.75625	561	581	601	621	417.00625	417.25625	417.50625	417.75625
22	1	424.01875	424.26875	424.51875	424.76875	322	342	362	382	414.01875	414.26875	414.51875	414.76875
	2	425.01875	425.26875	425.51875	425.76875	402	422	442	462	415.01875	415.26875	415.51875	415.76875
	3	426.01875	426.26875	426.51875	426.76875	482	502	522	542	416.01875	416.26875	416.51875	416.76875
	4	427.01875	427.26875	427.51875	427.76875	562	582	602	622	417.01875	417.26875	417.51875	417.76875
23	1	424.03125	424.28125	424.53125	424.78125	323	343	363	383	414.03125	414.28125	414.53125	414.78125
	2	425.03125	425.28125	425.53125	425.78125	403	423	443	463	415.03125	415.28125	415.53125	415.78125
	3	426.03125	426.28125	426.53125	426.78125	483	503	523	543	416.03125	416.28125	416.53125	416.78125
	4	427.03125	427.28125	427.53125	427.78125	563	583	603	623	417.03125	417.28125	417.53125	417.78125
24	1	424.04375	424.29375	424.54375	424.79375	324	344	364	384	414.04375	414.29375	414.54375	414.79375
	2	425.04375	425.29375	425.54375	425.79375	404	424	444	464	415.04375	415.29375	415.54375	415.79375
	3	426.04375	426.29375	426.54375	426.79375	484	504	524	544	416.04375	416.29375	416.54375	416.79375
	4	427.04375	427.29375	427.54375	427.79375	564	584	604	624	417.04375	417.29375	417.54375	417.79375
25	1	424.05625	424.30625	424.55625	424.80625	325	345	365	385	414.05625	414.30625	414.55625	414.80625
	2	425.05625	425.30625	425.55625	425.80625	405	425	445	465	415.05625	415.30625	415.55625	415.80625
	3	426.05625	426.30625	426.55625	426.80625	485	505	525	545	416.05625	416.30625	416.55625	416.80625
	4	427.05625	427.30625	427.55625	427.80625	565	585	605	625	417.05625	417.30625	417.55625	417.80625
26	1	424.06875	424.31875	424.56875	424.81875	326	346	366	386	414.06875	414.31875	414.56875	414.81875
	2	425.06875	425.31875	425.56875	425.81875	406	426	446	466	415.06875	415.31875	415.56875	415.81875
	3	426.06875	426.31875	426.56875	426.81875	486	506	526	546	416.06875	416.31875	416.56875	416.81875
	4	427.06875	427.31875	427.56875	427.81875	566	586	606	626	417.06875	417.31875	417.56875	417.81875
27	1	424.08125	424.33125	424.58125	424.83125	327	347	367	387	414.08125	414.33125	414.58125	414.83125
	2	425.08125	425.33125	425.58125	425.83125	407	427	447	467	415.08125	415.33125	415.58125	415.83125
	3	426.08125	426.33125	426.58125	426.83125	487	507	527	547	416.08125	416.33125	416.58125	416.83125
	4	427.08125	427.33125	427.58125	427.83125	567	587	607	627	417.08125	417.33125	417.58125	417.83125
28	1	424.09375	424.34375	424.59375	424.84375	328	348	368	388	414.09375	414.34375	414.59375	414.84375
	2	425.09375	425.34375	425.59375	425.84375	408	428	448	468	415.09375	415.34375	415.59375	415.84375
	3	426.09375	426.34375	426.59375	426.84375	488	508	528	548	416.09375	416.34375	416.59375	416.84375
	4	427.09375	427.34375	427.59375	427.84375	568	588	608	628	417.09375	417.34375	417.59375	417.84375
29	1	424.10625	424.35625	424.60625	424.85625	329	349	369	389	414.10625	414.35625	414.60625	414.85625
	2	425.10625	425.35625	425.60625	425.85625	409	429	449	469	415.10625	415.35625	415.60625	415.85625
	3	426.10625	426.35625	426.60625	426.85625	489	509	529	549	416.10625	416.35625	416.60625	416.85625
	4	427.10625	427.35625	427.60625	427.85625	569	589	609	629	417.10625	417.35625	417.60625	417.85625
30	1	424.11875	424.36875	424.61875	424.86875	330	350	370	390	414.11875	414.36875	414.61875	414.86875
	2	425.11875	425.36875	425.61875	425.86875	410	430	450	470	415.11875	415.36875	415.61875	415.86875
	3	426.11875	426.36875	426.61875	426.86875	490	510	530	550	416.11875	416.36875	416.61875	416.86875
	4	427.11875	427.36875	427.61875	427.86875	570	590	610	630	417.11875	417.36875	417.61875	417.86875
31	1	424.13125	424.38125	424.63125	424.88125	331	351	371	391	414.13125	414.38125	414.63125	414.88125
	2	425.13125	425.38125	425.63125	425.88125	411	431	451	471	415.13125	415.38125	415.63125	415.88125

BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
	3	426.13125	426.38125	426.63125	426.88125	491	511	531	551	416.13125	416.38125	416.63125	416.88125
	4	427.13125	427.38125	427.63125	427.88125	571	591	611	631	417.13125	417.38125	417.63125	417.88125
32	1	424.14375	424.39375	424.64375	424.89375	332	352	372	392	414.14375	414.39375	414.64375	414.89375
	2	425.14375	425.39375	425.64375	425.89375	412	432	452	472	415.14375	415.39375	415.64375	415.89375
	3	426.14375	426.39375	426.64375	426.89375	492	512	532	552	416.14375	416.39375	416.64375	416.89375
	4	427.14375	427.39375	427.64375	427.89375	572	592	612	632	417.14375	417.39375	417.64375	417.89375
33	1	424.15625	424.40625	424.65625	424.90625	333	353	373	393	414.15625	414.40625	414.65625	414.90625
	2	425.15625	425.40625	425.65625	425.90625	413	433	453	473	415.15625	415.40625	415.65625	415.90625
	3	426.15625	426.40625	426.65625	426.90625	493	513	533	553	416.15625	416.40625	416.65625	416.90625
	4	427.15625	427.40625	427.65625	427.90625	573	593	613	633	417.15625	417.40625	417.65625	417.90625
34	1	424.16875	424.41875	424.66875	424.91875	334	354	374	394	414.16875	414.41875	414.66875	414.91875
	2	425.16875	425.41875	425.66875	425.91875	414	434	454	474	415.16875	415.41875	415.66875	415.91875
	3	426.16875	426.41875	426.66875	426.91875	494	514	534	554	416.16875	416.41875	416.66875	416.91875
	4	427.16875	427.41875	427.66875	427.91875	574	594	614	634	417.16875	417.41875	417.66875	417.91875
35	1	424.18125	424.43125	424.68125	424.93125	335	355	375	395	414.18125	414.43125	414.68125	414.93125
	2	425.18125	425.43125	425.68125	425.93125	415	435	455	475	415.18125	415.43125	415.68125	415.93125
	3	426.18125	426.43125	426.68125	426.93125	495	515	535	555	416.18125	416.43125	416.68125	416.93125
	4	427.18125	427.43125	427.68125	427.93125	575	595	615	635	417.18125	417.43125	417.68125	417.93125
36	1	424.19375	424.44375	424.69375	424.94375	336	356	376	396	414.19375	414.44375	414.69375	414.94375
	2	425.19375	425.44375	425.69375	425.94375	416	436	456	476	415.19375	415.44375	415.69375	415.94375
	3	426.19375	426.44375	426.69375	426.94375	496	516	536	556	416.19375	416.44375	416.69375	416.94375
	4	427.19375	427.44375	427.69375	427.94375	576	596	616	636	417.19375	417.44375	417.69375	417.94375
37	1	424.20625	424.45625	424.70625	424.95625	337	357	377	397	414.20625	414.45625	414.70625	414.95625
	2	425.20625	425.45625	425.70625	425.95625	417	437	457	477	415.20625	415.45625	415.70625	415.95625
	3	426.20625	426.45625	426.70625	426.95625	497	517	537	557	416.20625	416.45625	416.70625	416.95625
	4	427.20625	427.45625	427.70625	427.95625	577	597	617	637	417.20625	417.45625	417.70625	417.95625
38	1	424.21875	424.46875	424.71875	424.96875	338	358	378	398	414.21875	414.46875	414.71875	414.96875
	2	425.21875	425.46875	425.71875	425.96875	418	438	458	478	415.21875	415.46875	415.71875	415.96875
	3	426.21875	426.46875	426.71875	426.96875	498	518	538	558	416.21875	416.46875	416.71875	416.96875
	4	427.21875	427.46875	427.71875	427.96875	578	598	618	638	417.21875	417.46875	417.71875	417.96875
39	1	424.23125	424.48125	424.73125	424.98125	339	359	379	399	414.23125	414.48125	414.73125	414.98125
	2	425.23125	425.48125	425.73125	425.98125	419	439	459	479	415.23125	415.48125	415.73125	415.98125
	3	426.23125	426.48125	426.73125	426.98125	499	519	539	559	416.23125	416.48125	416.73125	416.98125
	4	427.23125	427.48125	427.73125	427.98125	579	599	619	639	417.23125	417.48125	417.73125	417.98125
40	1	424.24375	424.49375	424.74375	424.99375	340	360	380	400	414.24375	414.49375	414.74375	414.99375
	2	425.24375	425.49375	425.74375	425.99375	420	440	460	480	415.24375	415.49375	415.74375	415.99375
	3	426.24375	426.49375	426.74375	426.99375	500	520	540	560	416.24375	416.49375	416.74375	416.99375
	4	427.24375	427.49375	427.74375	427.99375	580	600	620	640	417.24375	417.49375	417.74375	417.99375
41	1	428.00625	428.25625	428.50625	428.75625	641	661	681	701	418.00625	418.25625	418.50625	418.75625
	2	429.00625	429.25625	429.50625	429.75625	721	741	761	781	419.00625	419.25625	419.50625	419.75625
42	1	428.01875	428.26875	428.51875	428.76875	642	662	682	702	418.01875	418.26875	418.51875	418.76875
	2	429.01875	429.26875	429.51875	429.76875	722	742	762	782	419.01875	419.26875	419.51875	419.76875
43	1	428.03125	428.28125	428.53125	428.78125	643	663	683	703	418.03125	418.28125	418.53125	418.78125
	2	429.03125	429.28125	429.53125	429.78125	723	743	763	783	419.03125	419.28125	419.53125	419.78125
44	1	428.04375	428.29375	428.54375	428.79375	644	664	684	704	418.04375	418.29375	418.54375	418.79375
	2	429.04375	429.29375	429.54375	429.79375	724	744	764	784	419.04375	419.29375	419.54375	419.79375

BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
45	1	428.05625	428.30625	428.55625	428.80625	645	665	685	705	418.05625	418.30625	418.55625	418.80625
	2	429.05625	429.30625	429.55625	429.80625	725	745	765	785	419.05625	419.30625	419.55625	419.80625
46	1	428.06875	428.31875	428.56875	428.81875	646	666	686	706	418.06875	418.31875	418.56875	418.81875
	2	429.06875	429.31875	429.56875	429.81875	726	746	766	786	419.06875	419.31875	419.56875	419.81875
47	1	428.08125	428.33125	428.58125	428.83125	647	667	687	707	418.08125	418.33125	418.58125	418.83125
	2	429.08125	429.33125	429.58125	429.83125	727	747	767	787	419.08125	419.33125	419.58125	419.83125
48	1	428.09375	428.34375	428.59375	428.84375	648	668	688	708	418.09375	418.34375	418.59375	418.84375
	2	429.09375	429.34375	429.59375	429.84375	728	748	768	788	419.09375	419.34375	419.59375	419.84375
49	1	428.10625	428.35625	428.60625	428.85625	649	669	689	709	418.10625	418.35625	418.60625	418.85625
	2	429.10625	429.35625	429.60625	429.85625	729	749	769	789	419.10625	419.35625	419.60625	419.85625
50	1	428.11875	428.36875	428.61875	428.86875	650	670	690	710	418.11875	418.36875	418.61875	418.86875
	2	429.11875	429.36875	429.61875	429.86875	730	750	770	790	419.11875	419.36875	419.61875	419.86875
51	1	428.13125	428.38125	428.63125	428.88125	651	671	691	711	418.13125	418.38125	418.63125	418.88125
	2	429.13125	429.38125	429.63125	429.88125	731	751	771	791	419.13125	419.38125	419.63125	419.88125
52	1	428.14375	428.39375	428.64375	428.89375	652	672	692	712	418.14375	418.39375	418.64375	418.89375
	2	429.14375	429.39375	429.64375	429.89375	732	752	772	792	419.14375	419.39375	419.64375	419.89375
53	1	428.15625	428.40625	428.65625	428.90625	653	673	693	713	418.15625	418.40625	418.65625	418.90625
	2	429.15625	429.40625	429.65625	429.90625	733	753	773	793	419.15625	419.40625	419.65625	419.90625
54	1	428.16875	428.41875	428.66875	428.91875	654	674	694	714	418.16875	418.41875	418.66875	418.91875
	2	429.16875	429.41875	429.66875	429.91875	734	754	774	794	419.16875	419.41875	419.66875	419.91875
55	1	428.18125	428.43125	428.68125	428.93125	655	675	695	715	418.18125	418.43125	418.68125	418.93125
	2	429.18125	429.43125	429.68125	429.93125	735	755	775	795	419.18125	419.43125	419.68125	419.93125
56	1	428.19375	428.44375	428.69375	428.94375	656	676	696	716	418.19375	418.44375	418.69375	418.94375
	2	429.19375	429.44375	429.69375	429.94375	736	756	776	796	419.19375	419.44375	419.69375	419.94375
57	1	428.20625	428.45625	428.70625	428.95625	657	677	697	717	418.20625	418.45625	418.70625	418.95625
	2	429.20625	429.45625	429.70625	429.95625	737	757	777	797	419.20625	419.45625	419.70625	419.95625
58	1	428.21875	428.46875	428.71875	428.96875	658	678	698	718	418.21875	418.46875	418.71875	418.96875
	2	429.21875	429.46875	429.71875	429.96875	738	758	778	798	419.21875	419.46875	419.71875	419.96875
59	1	428.23125	428.48125	428.73125	428.98125	659	679	699	719	418.23125	418.48125	418.73125	418.98125
	2	429.23125	429.48125	429.73125	429.98125	739	759	779	799	419.23125	419.48125	419.73125	419.98125
60	1	428.24375	428.49375	428.74375	428.99375	660	680	700	720	418.24375	418.49375	418.74375	418.99375
	2	429.24375	429.49375	429.74375	429.99375	740	760	780	800	419.24375	419.49375	419.74375	419.99375

IV.3.2. *Esquema de reutilización de bloques de frecuencia por área geográfica*

En la Recomendación UIT-R M.478-5 se sugiere “La adopción paulatina por todas las administraciones, a medida que se vaya presentando la posibilidad, de los mismos

bloques de frecuencias para los mismos tipos de servicio o, al menos, para los servicio que requieran una cobertura similar" (Recomendación UIT-R M.478-5). Es por ello entre otras cosas que se busca un esquema de reutilización de bloques de frecuencia por área geográfica para la banda 410-430 MHz.

Gracias al análisis de los principales puntos de repetición realizado en puntos anteriores, donde se estipulaba el alcance geográfico de cada sitio de repetición a través de la herramienta Radiomobile, se puede establecer la distancia alcanzada por la señal de cada sitio de repetición y así determinar los estados que pueden reutilizar canales de frecuencia.

Un ejemplo es la figura 13, donde se realiza la huella de cobertura de los sitios de repetición Altos de Irapa (verde) y Hotel Humbolt (rojo) pertenecientes al estado Distrito Capital.

En este caso se observa que ambas señales llegan a abarcar áreas geográficas pertenecientes a los estados Aragua, Miranda, Vargas, e inclusive pueden llegar a interferir con señales provenientes de Anzoátegui y Falcón por la Costa y de Guárico. Por ello se considera inapropiada la reutilización de frecuencias del estado Distrito Capital con los estados mencionados. Este procedimiento se realizó para cada uno de los principales sitios de repetición descritos en el punto 3.1 y 3.2.

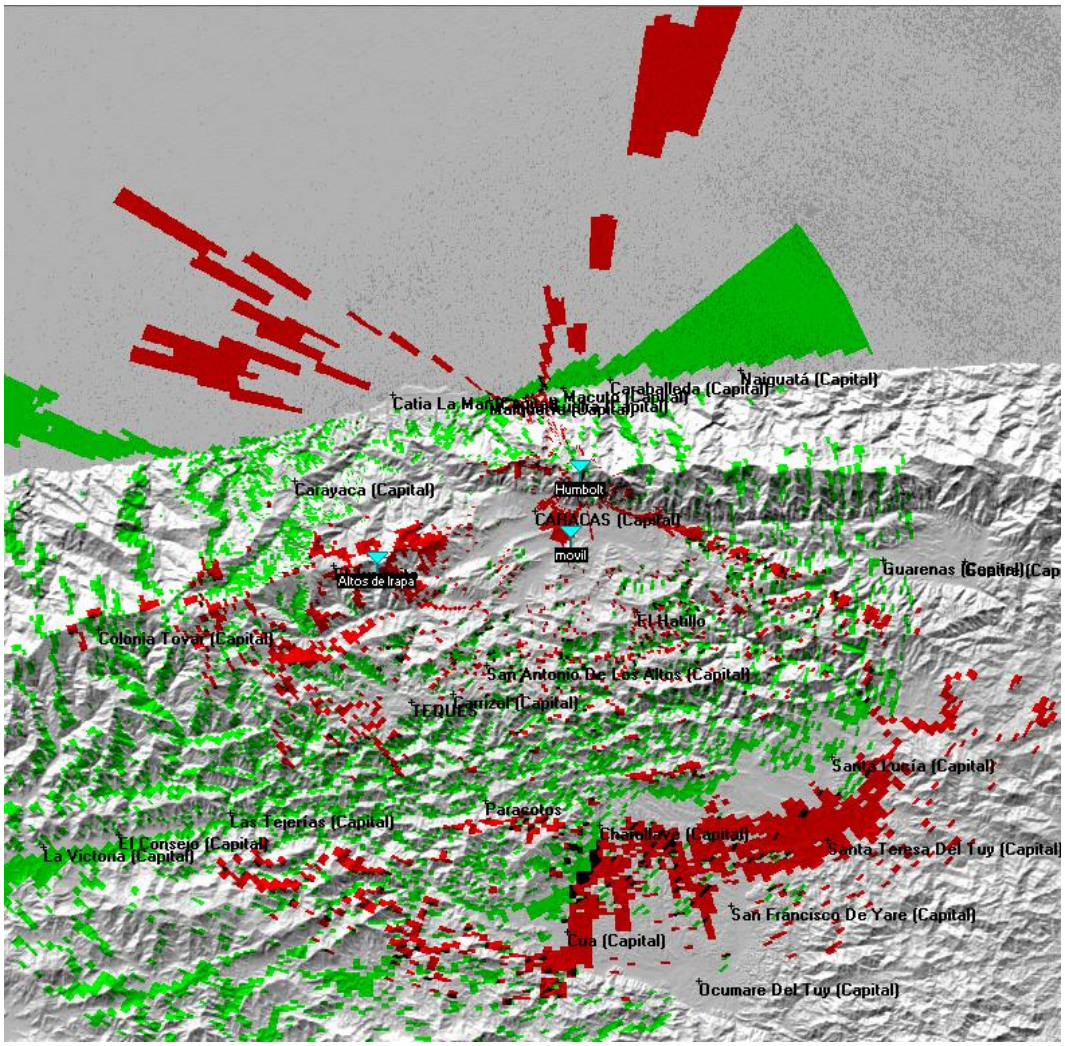


Figura 13. Huella de cobertura de los Sitios de repetición Hotel Humbold (color rojo) y Altos de Irapa (color verde) del estado Distrito Capital.
Fuente: Elaboración Propia

Como requerimiento de la Conatel, se pretenden distintos bloques para asignaciones comerciales y asignaciones gubernamentales, por lo que los 60 bloques obtenidos en la canalización se dividieron en 40 bloques de 4 grupos, donde cada grupo cuenta con 4 pares de frecuencia para asignaciones comerciales y 20 bloques de 2 grupos, donde cada grupo cuenta con 4 pares de frecuencia para asignaciones comerciales, es decir, los primeros 40 grupos se destinaron para uso comercial y los últimos 20 para uso gubernamental.

La canalización por estado se presentará a continuación. Cabe destacar que como ya existían asignaciones en ciertas frecuencias pertenecientes a esta banda, las mismas serán colocadas en color gris, indicando que ya fueron asignadas y no podrán ser utilizadas hasta tanto se cumpla el vencimiento de los títulos habilitantes o hasta que lo determine CONATEL.

Segmento Comercial

Las características del segmento comercial son las siguientes:

- Porción comprendida entre 410 - 417 MHz pareada con 420 – 427 MHz.
- Separación Tx y Rx de 10 MHz.
- Separación entre grupo de canales troncalizados de 250 kHz para un mismo emplazamiento.
- Total número de canales: 640 canales de frecuencia (del 1 al 640)
    - Bloques generados: 40 (del bloque 1 al 40)
    - Grupos de canales por bloque: 4
    - Canales de frecuencia por grupo: 4

Tabla 14. Canalización por Estado, Segmento Comercial.
Fuente: Elaboración Propia

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
DISTRITO CAPITAL	1	1	42.000.625	42.025.625	42.050.625	42.075.625	1	21	41	61	41.000.625	41.025.625	41.050.625	41.075.625
		2	42.100.625	42.125.625	42.150.625	42.175.625	81	101	121	141	41.100.625	41.125.625	41.150.625	41.175.625
		3	42.200.625	42.225.625	42.250.625	42.275.625	161	181	201	221	41.200.625	41.225.625	41.250.625	41.275.625
		4	42.300.625	42.325.625	42.350.625	42.375.625	241	261	281	301	41.300.625	41.325.625	41.350.625	41.375.625
	3	1	42.003.125	42.028.125	42.053.125	42.078.125	3	23	43	63	41.003.125	41.028.125	41.053.125	41.078.125
		2	42.103.125	42.128.125	42.153.125	42.178.125	83	103	123	143	41.103.125	41.128.125	41.153.125	41.178.125
		3	42.203.125	42.228.125	42.253.125	42.278.125	163	183	203	223	41.203.125	41.228.125	41.253.125	41.278.125
		4	42.303.125	42.328.125	42.353.125	42.378.125	243	263	283	303	41.303.125	41.328.125	41.353.125	41.378.125
	5	1	42.005.625	42.030.625	42.055.625	42.080.625	5	25	45	65	41.005.625	41.030.625	41.055.625	41.080.625
		2	42.105.625	42.130.625	42.155.625	42.180.625	85	105	125	145	41.105.625	41.130.625	41.155.625	41.180.625
		3	42.205.625	42.230.625	42.255.625	42.280.625	165	185	205	225	41.205.625	41.230.625	41.255.625	41.280.625
		4	42.305.625	42.330.625	42.355.625	42.380.625	245	265	285	305	41.305.625	41.330.625	41.355.625	41.380.625
	7	1	42.008.125	42.033.125	42.058.125	42.083.125	7	27	47	67	41.008.125	41.033.125	41.058.125	41.083.125
		2	42.108.125	42.133.125	42.158.125	42.183.125	87	107	127	147	41.108.125	41.133.125	41.158.125	41.183.125
		3	42.208.125	42.233.125	42.258.125	42.283.125	167	187	207	227	41.208.125	41.233.125	41.258.125	41.283.125
		4	42.308.125	42.333.125	42.358.125	42.383.125	247	267	287	307	41.308.125	41.333.125	41.358.125	41.383.125
	9	1	42.010.625	42.035.625	42.060.625	42.085.625	9	29	49	69	41.010.625	41.035.625	41.060.625	41.085.625
		2	42.110.625	42.135.625	42.160.625	42.185.625	89	109	129	149	41.110.625	41.135.625	41.160.625	41.185.625
		3	42.210.625	42.235.625	42.260.625	42.285.625	169	189	209	229	41.210.625	41.235.625	41.260.625	41.285.625
		4	42.310.625	42.335.625	42.360.625	42.385.625	249	269	289	309	41.310.625	41.335.625	41.360.625	41.385.625
	11	1	42.013.125	42.038.125	42.063.125	42.088.125	11	31	51	71	41.013.125	41.038.125	41.063.125	41.088.125
		2	42.113.125	42.138.125	42.163.125	42.188.125	91	111	131	151	41.113.125	41.138.125	41.163.125	41.188.125
		3	42.213.125	42.238.125	42.263.125	42.288.125	171	191	211	231	41.213.125	41.238.125	41.263.125	41.288.125
		4	42.313.125	42.338.125	42.363.125	42.388.125	251	271	291	311	41.313.125	41.338.125	41.363.125	41.388.125
	13	1	42.015.625	42.040.625	42.065.625	42.090.625	13	33	53	73	41.015.625	41.040.625	41.065.625	41.090.625
		2	42.115.625	42.140.625	42.165.625	42.190.625	93	113	133	153	41.115.625	41.140.625	41.165.625	41.190.625
		3	42.215.625	42.240.625	42.265.625	42.290.625	173	193	213	233	41.215.625	41.240.625	41.265.625	41.290.625
		4	42.315.625	42.340.625	42.365.625	42.390.625	253	273	293	313	41.315.625	41.340.625	41.365.625	41.390.625
	15	1	42.018.125	42.043.125	42.068.125	42.093.125	15	35	55	75	41.018.125	41.043.125	41.068.125	41.093.125
		2	42.118.125	42.143.125	42.168.125	42.193.125	95	115	135	155	41.118.125	41.143.125	41.168.125	41.193.125
		3	42.218.125	42.243.125	42.268.125	42.293.125	175	195	215	235	41.218.125	41.243.125	41.268.125	41.293.125
		4	42.318.125	42.343.125	42.368.125	42.393.125	255	275	295	315	41.318.125	41.343.125	41.368.125	41.393.125
	17	1	42.020.625	42.045.625	42.070.625	42.095.625	17	37	57	77	41.020.625	41.045.625	41.070.625	41.095.625
		2	42.120.625	42.145.625	42.170.625	42.195.625	97	117	137	157	41.120.625	41.145.625	41.170.625	41.195.625
		3	42.220.625	42.245.625	42.270.625	42.295.625	177	197	217	237	41.220.625	41.245.625	41.270.625	41.295.625
		4	42.320.625	42.345.625	42.370.625	42.395.625	257	277	297	317	41.320.625	41.345.625	41.370.625	41.395.625
	19	1	42.023.125	42.048.125	42.073.125	42.098.125	19	39	59	79	41.023.125	41.048.125	41.073.125	41.098.125
		2	42.123.125	42.148.125	42.173.125	42.198.125	99	119	139	159	41.123.125	41.148.125	41.173.125	41.198.125
		3	42.223.125	42.248.125	42.273.125	42.298.125	179	199	219	239	41.223.125	41.248.125	41.273.125	41.298.125
		4	42.323.125	42.348.125	42.373.125	42.398.125	259	279	299	319	41.323.125	41.348.125	41.373.125	41.398.125
	21	1	42.400.625	42.425.625	42.450.625	42.475.625	321	341	361	381	41.400.625	41.425.625	41.450.625	41.475.625
		2	42.500.625	42.525.625	42.550.625	42.575.625	401	421	441	461	41.500.625	41.525.625	41.550.625	41.575.625
		3	42.600.625	42.625.625	42.650.625	42.675.625	481	501	521	541	41.600.625	41.625.625	41.650.625	41.675.625
		4	42.700.625	42.725.625	42.750.625	42.775.625	561	581	601	621	41.700.625	41.725.625	41.750.625	41.775.625
MIRANDA	14	1	42.016.875	42.041.875	42.066.875	42.091.875	14	34	54	74	41.016.875	41.041.875	41.066.875	41.091.875
		2	42.116.875	42.141.875	42.166.875	42.191.875	94	114	134	154	41.116.875	41.141.875	41.166.875	41.191.875
		3	42.216.875	42.241.875	42.266.875	42.291.875	174	194	214	234	41.216.875	41.241.875	41.266.875	41.291.875
		4	42.316.875	42.341.875	42.366.875	42.391.875	254	274	294	314	41.316.875	41.341.875	41.366.875	41.391.875
	23	1	42.403.125	42.428.125	42.453.125	42.478.125	323	343	363	383	41.403.125	41.428.125	41.453.125	41.478.125
		2	42.503.125	42.528.125	42.553.125	42.578.125	403	423	443	463	41.503.125	41.528.125	41.553.125	41.578.125
		3	42.603.125	42.628.125	42.653.125	42.678.125	483	503	523	543	41.603.125	41.628.125	41.653.125	41.678.125
		4	42.703.125	42.728.125	42.753.125	42.778.125	563	583	603	623	41.703.125	41.728.125	41.753.125	41.778.125

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
	25	1	42.405.625	42.430.625	42.455.625	42.480.625	325	345	365	385	41.405.625	41.430.625	41.455.625	41.480.625
		2	42.505.625	42.530.625	42.555.625	42.580.625	405	425	445	465	41.505.625	41.530.625	41.555.625	41.580.625
		3	42.605.625	42.630.625	42.655.625	42.680.625	485	505	525	545	41.605.625	41.630.625	41.655.625	41.680.625
		4	42.705.625	42.730.625	42.755.625	42.780.625	565	585	605	625	41.705.625	41.730.625	41.755.625	41.780.625
	27	1	42.408.125	42.433.125	42.458.125	42.483.125	327	347	367	387	41.408.125	41.433.125	41.458.125	41.483.125
		2	42.508.125	42.533.125	42.558.125	42.583.125	407	427	447	467	41.508.125	41.533.125	41.558.125	41.583.125
		3	42.608.125	42.633.125	42.658.125	42.683.125	487	507	527	547	41.608.125	41.633.125	41.658.125	41.683.125
		4	42.708.125	42.733.125	42.758.125	42.783.125	567	587	607	627	41.708.125	41.733.125	41.758.125	41.783.125
	29	1	42.410.625	42.435.625	42.460.625	42.485.625	329	349	369	389	41.410.625	41.435.625	41.460.625	41.485.625
		2	42.510.625	42.535.625	42.560.625	42.585.625	409	429	449	469	41.510.625	41.535.625	41.560.625	41.585.625
		3	42.610.625	42.635.625	42.660.625	42.685.625	489	509	529	549	41.610.625	41.635.625	41.660.625	41.685.625
		4	42.710.625	42.735.625	42.760.625	42.785.625	569	589	609	629	41.710.625	41.735.625	41.760.625	41.785.625
	31	1	42.413.125	42.438.125	42.463.125	42.488.125	331	351	371	391	41.413.125	41.438.125	41.463.125	41.488.125
		2	42.513.125	42.538.125	42.563.125	42.588.125	411	431	451	471	41.513.125	41.538.125	41.563.125	41.588.125
		3	42.613.125	42.638.125	42.663.125	42.688.125	491	511	531	551	41.613.125	41.638.125	41.663.125	41.688.125
		4	42.713.125	42.738.125	42.763.125	42.788.125	571	591	611	631	41.713.125	41.738.125	41.763.125	41.788.125
	33	1	42.415.625	42.440.625	42.465.625	42.490.625	333	353	373	393	41.415.625	41.440.625	41.465.625	41.490.625
		2	42.515.625	42.540.625	42.565.625	42.590.625	413	433	453	473	41.515.625	41.540.625	41.565.625	41.590.625
		3	42.615.625	42.640.625	42.665.625	42.690.625	493	513	533	553	41.615.625	41.640.625	41.665.625	41.690.625
		4	42.715.625	42.740.625	42.765.625	42.790.625	573	593	613	633	41.715.625	41.740.625	41.765.625	41.790.625
VARGAS	26	1	42.406.875	42.431.875	42.456.875	42.481.875	326	346	366	386	41.406.875	41.431.875	41.456.875	41.481.875
		2	42.506.875	42.531.875	42.556.875	42.581.875	406	426	446	466	41.506.875	41.531.875	41.556.875	41.581.875
		3	42.606.875	42.631.875	42.656.875	42.681.875	486	506	526	546	41.606.875	41.631.875	41.656.875	41.681.875
		4	42.706.875	42.731.875	42.756.875	42.781.875	566	586	606	626	41.706.875	41.731.875	41.756.875	41.781.875
	28	1	42.409.375	42.434.375	42.459.375	42.484.375	328	348	368	388	41.409.375	41.434.375	41.459.375	41.484.375
		2	42.509.375	42.534.375	42.559.375	42.584.375	408	428	448	468	41.509.375	41.534.375	41.559.375	41.584.375
		3	42.609.375	42.634.375	42.659.375	42.684.375	488	508	528	548	41.609.375	41.634.375	41.659.375	41.684.375
		4	42.709.375	42.734.375	42.759.375	42.784.375	568	588	608	628	41.709.375	41.734.375	41.759.375	41.784.375
CARABOBO	2	1	42.001.875	42.026.875	42.051.875	42.076.875	2	22	42	62	41.001.875	41.026.875	41.051.875	41.076.875
		2	42.101.875	42.126.875	42.151.875	42.176.875	82	102	122	142	41.101.875	41.126.875	41.151.875	41.176.875
		3	42.201.875	42.226.875	42.251.875	42.276.875	162	182	202	222	41.201.875	41.226.875	41.251.875	41.276.875
		4	42.301.875	42.326.875	42.351.875	42.376.875	242	262	282	302	41.301.875	41.326.875	41.351.875	41.376.875
	4	1	42.004.375	42.029.375	42.054.375	42.079.375	4	24	44	64	41.004.375	41.029.375	41.054.375	41.079.375
		2	42.104.375	42.129.375	42.154.375	42.179.375	84	104	124	144	41.104.375	41.129.375	41.154.375	41.179.375
		3	42.204.375	42.229.375	42.254.375	42.279.375	164	184	204	224	41.204.375	41.229.375	41.254.375	41.279.375
		4	42.304.375	42.329.375	42.354.375	42.379.375	244	264	284	304	41.304.375	41.329.375	41.354.375	41.379.375
	6	1	42.006.875	42.031.875	42.056.875	42.081.875	6	26	46	66	41.006.875	41.031.875	41.056.875	41.081.875
		2	42.106.875	42.131.875	42.156.875	42.181.875	86	106	126	146	41.106.875	41.131.875	41.156.875	41.181.875
		3	42.206.875	42.231.875	42.256.875	42.281.875	166	186	206	226	41.206.875	41.231.875	41.256.875	41.281.875
		4	42.306.875	42.331.875	42.356.875	42.381.875	246	266	286	306	41.306.875	41.331.875	41.356.875	41.381.875
	8	1	42.009.375	42.034.375	42.059.375	42.084.375	8	28	48	68	41.009.375	41.034.375	41.059.375	41.084.375
		2	42.109.375	42.134.375	42.159.375	42.184.375	88	108	128	148	41.109.375	41.134.375	41.159.375	41.184.375
		3	42.209.375	42.234.375	42.259.375	42.284.375	168	188	208	228	41.209.375	41.234.375	41.259.375	41.284.375
		4	42.309.375	42.334.375	42.359.375	42.384.375	248	268	288	308	41.309.375	41.334.375	41.359.375	41.384.375
	16	1	42.315.625	42.340.625	42.365.625	42.390.625	16	36	56	76	41.315.625	41.340.625	41.365.625	41.390.625
		2	42.415.625	42.440.625	42.465.625	42.490.625	96	116	136	156	41.415.625	41.440.625	41.465.625	41.490.625
		3	42.118.125	42.540.625	42.565.625	42.590.625	95	115	135	155	41.515.625	41.540.625	41.565.625	41.590.625
		4	42.218.125	42.640.625	42.665.625	42.690.625	175	195	215	235	41.615.625	41.640.625	41.665.625	41.690.625
	18	1	42.318.125	42.343.125	42.368.125	42.393.125	18	38	58	78	41.318.125	41.343.125	41.368.125	41.393.125
		2	42.418.125	42.443.125	42.468.125	42.493.125	98	118	138	158	41.418.125	41.443.125	41.468.125	41.493.125
		3	42.416.875	42.543.125	42.568.125	42.593.125	97	117	137	157	41.518.125	41.543.125	41.568.125	41.593.125
		4	42.516.875	42.643.125	42.668.125	42.693.125	96	116	136	156	41.618.125	41.643.125	41.668.125	41.693.125
ARAGUA	10	1	42.011.875	42.036.875	42.061.875	42.086.875	10	30	50	70	41.011.875	41.036.875	41.061.875	41.086.875
		2	42.111.875	42.136.875	42.161.875	42.186.875	90	110	130	150	41.111.875	41.136.875	41.161.875	41.186.875
		3	42.211.875	42.236.875	42.261.875	42.286.875	170	190	210	230	41.211.875	41.236.875	41.261.875	41.286.875
		4	42.311.875	42.336.875	42.361.875	42.386.875	250	270	290	310	41.311.875	41.336.875	41.361.875	41.386.875

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
	12	1	42.014.375	42.039.375	42.064.375	42.089.375	12	32	52	72	41.014.375	41.039.375	41.064.375	41.089.375
		2	42.114.375	42.139.375	42.164.375	42.189.375	92	112	132	152	41.114.375	41.139.375	41.164.375	41.189.375
		3	42.214.375	42.239.375	42.264.375	42.289.375	172	192	212	232	41.214.375	41.239.375	41.264.375	41.289.375
		4	42.314.375	42.339.375	42.364.375	42.389.375	252	272	292	312	41.314.375	41.339.375	41.364.375	41.389.375
	24	1	42.404.375	42.429.375	42.454.375	42.479.375	324	344	364	384	41.404.375	41.429.375	41.454.375	41.479.375
		2	42.504.375	42.529.375	42.554.375	42.579.375	404	424	444	464	41.504.375	41.529.375	41.554.375	41.579.375
		3	42.604.375	42.629.375	42.654.375	42.679.375	484	504	524	544	41.604.375	41.629.375	41.654.375	41.679.375
		4	42.704.375	42.729.375	42.754.375	42.779.375	564	584	604	624	41.704.375	41.729.375	41.754.375	41.779.375
COJEDES	23	1	42.403.125	42.428.125	42.453.125	42.478.125	323	343	363	383	41.403.125	41.428.125	41.453.125	41.478.125
		2	42.503.125	42.528.125	42.553.125	42.578.125	403	423	443	463	41.503.125	41.528.125	41.553.125	41.578.125
		3	42.603.125	42.628.125	42.653.125	42.678.125	483	503	523	543	41.603.125	41.628.125	41.653.125	41.678.125
		4	42.703.125	42.728.125	42.753.125	42.778.125	563	583	603	623	41.703.125	41.728.125	41.753.125	41.778.125
	25	1	42.405.625	42.430.625	42.455.625	42.480.625	325	345	365	385	41.405.625	41.430.625	41.455.625	41.480.625
		2	42.505.625	42.530.625	42.555.625	42.580.625	405	425	445	465	41.505.625	41.530.625	41.555.625	41.580.625
		3	42.605.625	42.630.625	42.655.625	42.680.625	485	505	525	545	41.605.625	41.630.625	41.655.625	41.680.625
		4	42.705.625	42.730.625	42.755.625	42.780.625	565	585	605	625	41.705.625	41.730.625	41.755.625	41.780.625
PORTUGUESA	5	1	42.005.625	42.030.625	42.055.625	42.080.625	5	25	45	65	41.005.625	41.030.625	41.055.625	41.080.625
		2	42.105.625	42.130.625	42.155.625	42.180.625	85	105	125	145	41.105.625	41.130.625	41.155.625	41.180.625
		3	42.205.625	42.230.625	42.255.625	42.280.625	165	185	205	225	41.205.625	41.230.625	41.255.625	41.280.625
		4	42.305.625	42.330.625	42.355.625	42.380.625	245	265	285	305	41.305.625	41.330.625	41.355.625	41.380.625
	7	1	42.008.125	42.033.125	42.058.125	42.083.125	7	27	47	67	41.008.125	41.033.125	41.058.125	41.083.125
		2	42.108.125	42.133.125	42.158.125	42.183.125	87	107	127	147	41.108.125	41.133.125	41.158.125	41.183.125
		3	42.208.125	42.233.125	42.258.125	42.283.125	167	187	207	227	41.208.125	41.233.125	41.258.125	41.283.125
		4	42.308.125	42.333.125	42.358.125	42.383.125	247	267	287	307	41.308.125	41.333.125	41.358.125	41.383.125
YARACUY	1	1	42.000.625	42.025.625	42.050.625	42.075.625	1	21	41	61	41.000.625	41.025.625	41.050.625	41.075.625
		2	42.100.625	42.125.625	42.150.625	42.175.625	81	101	121	141	41.100.625	41.125.625	41.150.625	41.175.625
		3	42.200.625	42.225.625	42.250.625	42.275.625	161	181	201	221	41.200.625	41.225.625	41.250.625	41.275.625
		4	42.300.625	42.325.625	42.350.625	42.375.625	241	261	281	301	41.300.625	41.325.625	41.350.625	41.375.625
	3	1	42.003.125	42.028.125	42.053.125	42.078.125	3	23	43	63	41.003.125	41.028.125	41.053.125	41.078.125
		2	42.103.125	42.128.125	42.153.125	42.178.125	83	103	123	143	41.103.125	41.128.125	41.153.125	41.178.125
		3	42.203.125	42.228.125	42.253.125	42.278.125	163	183	203	223	41.203.125	41.228.125	41.253.125	41.278.125
		4	42.303.125	42.328.125	42.353.125	42.378.125	243	263	283	303	41.303.125	41.328.125	41.353.125	41.378.125
LARA	9	1	42.010.625	42.035.625	42.060.625	42.085.625	9	29	49	69	41.010.625	41.035.625	41.060.625	41.085.625
		2	42.110.625	42.135.625	42.160.625	42.185.625	89	109	129	149	41.110.625	41.135.625	41.160.625	41.185.625
		3	42.210.625	42.235.625	42.260.625	42.285.625	169	189	209	229	41.210.625	41.235.625	41.260.625	41.285.625
		4	42.310.625	42.335.625	42.360.625	42.385.625	249	269	289	309	41.310.625	41.335.625	41.360.625	41.385.625
	11	1	42.013.125	42.038.125	42.063.125	42.088.125	11	31	51	71	41.013.125	41.038.125	41.063.125	41.088.125
		2	42.113.125	42.138.125	42.163.125	42.188.125	91	111	131	151	41.113.125	41.138.125	41.163.125	41.188.125
		3	42.213.125	42.238.125	42.263.125	42.288.125	171	191	211	231	41.213.125	41.238.125	41.263.125	41.288.125
		4	42.313.125	42.338.125	42.363.125	42.388.125	251	271	291	311	41.313.125	41.338.125	41.363.125	41.388.125
	21	1	42.400.625	42.425.625	42.450.625	42.475.625	321	341	361	381	41.400.625	41.425.625	41.450.625	41.475.625
		2	42.500.625	42.525.625	42.550.625	42.575.625	401	421	441	461	41.500.625	41.525.625	41.550.625	41.575.625
		3	42.600.625	42.625.625	42.650.625	42.675.625	481	501	521	541	41.600.625	41.625.625	41.650.625	41.675.625
		4	42.700.625	42.725.625	42.750.625	42.775.625	561	581	601	621	41.700.625	41.725.625	41.750.625	41.775.625
FALCÓN	20	1	42.024.375	42.049.375	42.074.375	42.099.375	20	40	60	80	41.024.375	41.049.375	41.074.375	41.099.375
		2	42.124.375	42.149.375	42.174.375	42.199.375	100	120	140	160	41.124.375	41.149.375	41.174.375	41.199.375
		3	42.224.375	42.249.375	42.274.375	42.299.375	180	200	220	240	41.224.375	41.249.375	41.274.375	41.299.375
		4	42.324.375	42.349.375	42.374.375	42.399.375	260	280	300	320	41.324.375	41.349.375	41.374.375	41.399.375
	22	1	42.401.875	42.426.875	42.451.875	42.476.875	322	342	362	382	41.401.875	41.426.875	41.451.875	41.476.875
		2	42.501.875	42.526.875	42.551.875	42.576.875	402	422	442	462	41.501.875	41.526.875	41.551.875	41.576.875
		3	42.601.875	42.626.875	42.651.875	42.676.875	482	502	522	542	41.601.875	41.626.875	41.651.875	41.676.875
		4	42.701.875	42.726.875	42.751.875	42.776.875	562	582	602	622	41.701.875	41.726.875	41.751.875	41.776.875
	30	1	42.411.875	42.436.875	42.461.875	42.486.875	330	350	370	390	41.411.875	41.436.875	41.461.875	41.486.875
		2	42.511.875	42.536.875	42.561.875	42.586.875	410	430	450	470	41.511.875	41.536.875	41.561.875	41.586.875
		3	42.611.875	42.636.875	42.661.875	42.686.875	490	510	530	550	41.611.875	41.636.875	41.661.875	41.686.875
		4	42.711.875	42.736.875	42.761.875	42.786.875	570	590	610	630	41.711.875	41.736.875	41.761.875	41.786.875

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
	32	1	42.414.375	42.439.375	42.464.375	42.489.375	332	352	372	392	41.414.375	41.439.375	41.464.375	41.489.375
		2	42.514.375	42.539.375	42.564.375	42.589.375	412	432	452	472	41.514.375	41.539.375	41.564.375	41.589.375
		3	42.614.375	42.639.375	42.664.375	42.689.375	492	512	532	552	41.614.375	41.639.375	41.664.375	41.689.375
		4	42.714.375	42.739.375	42.764.375	42.789.375	572	592	612	632	41.714.375	41.739.375	41.764.375	41.789.375
BARINAS	13	1	42.015.625	42.040.625	42.065.625	42.090.625	13	33	53	73	41.015.625	41.040.625	41.065.625	41.090.625
		2	42.115.625	42.140.625	42.165.625	42.190.625	93	113	133	153	41.115.625	41.140.625	41.165.625	41.190.625
		3	42.215.625	42.240.625	42.265.625	42.290.625	173	193	213	233	41.215.625	41.240.625	41.265.625	41.290.625
		4	42.315.625	42.340.625	42.365.625	42.390.625	253	273	293	313	41.315.625	41.340.625	41.365.625	41.390.625
	15	1	42.018.125	42.043.125	42.068.125	42.093.125	15	35	55	75	41.018.125	41.043.125	41.068.125	41.093.125
		2	42.118.125	42.143.125	42.168.125	42.193.125	95	115	135	155	41.118.125	41.143.125	41.168.125	41.193.125
		3	42.218.125	42.243.125	42.268.125	42.293.125	175	195	215	235	41.218.125	41.243.125	41.268.125	41.293.125
		4	42.318.125	42.343.125	42.368.125	42.393.125	255	275	295	315	41.318.125	41.343.125	41.368.125	41.393.125
TÁCHIRA	17	1	42.020.625	42.045.625	42.070.625	42.095.625	17	37	57	77	41.020.625	41.045.625	41.070.625	41.095.625
		2	42.120.625	42.145.625	42.170.625	42.195.625	97	117	137	157	41.120.625	41.145.625	41.170.625	41.195.625
		3	42.220.625	42.245.625	42.270.625	42.295.625	177	197	217	237	41.220.625	41.245.625	41.270.625	41.295.625
		4	42.320.625	42.345.625	42.370.625	42.395.625	257	277	297	317	41.320.625	41.345.625	41.370.625	41.395.625
	19	1	42.023.125	42.048.125	42.073.125	42.098.125	19	39	59	79	41.023.125	41.048.125	41.073.125	41.098.125
		2	42.123.125	42.148.125	42.173.125	42.198.125	99	119	139	159	41.123.125	41.148.125	41.173.125	41.198.125
		3	42.223.125	42.248.125	42.273.125	42.298.125	179	199	219	239	41.223.125	41.248.125	41.273.125	41.298.125
		4	42.323.125	42.348.125	42.373.125	42.398.125	259	279	299	319	41.323.125	41.348.125	41.373.125	41.398.125
MÉRIDA	9	1	42.010.625	42.035.625	42.060.625	42.085.625	9	29	49	69	41.010.625	41.035.625	41.060.625	41.085.625
		2	42.110.625	42.135.625	42.160.625	42.185.625	89	109	129	149	41.110.625	41.135.625	41.160.625	41.185.625
		3	42.210.625	42.235.625	42.260.625	42.285.625	169	189	209	229	41.210.625	41.235.625	41.260.625	41.285.625
		4	42.310.625	42.335.625	42.360.625	42.385.625	249	269	289	309	41.310.625	41.335.625	41.360.625	41.385.625
	11	1	42.013.125	42.038.125	42.063.125	42.088.125	11	31	51	71	41.013.125	41.038.125	41.063.125	41.088.125
		2	42.113.125	42.138.125	42.163.125	42.188.125	91	111	131	151	41.113.125	41.138.125	41.163.125	41.188.125
		3	42.213.125	42.238.125	42.263.125	42.288.125	171	191	211	231	41.213.125	41.238.125	41.263.125	41.288.125
		4	42.313.125	42.338.125	42.363.125	42.388.125	251	271	291	311	41.313.125	41.338.125	41.363.125	41.388.125
TRUJILLO	17	1	42.020.625	42.045.625	42.070.625	42.095.625	17	37	57	77	41.020.625	41.045.625	41.070.625	41.095.625
		2	42.120.625	42.145.625	42.170.625	42.195.625	97	117	137	157	41.120.625	41.145.625	41.170.625	41.195.625
		3	42.220.625	42.245.625	42.270.625	42.295.625	177	197	217	237	41.220.625	41.245.625	41.270.625	41.295.625
		4	42.320.625	42.345.625	42.370.625	42.395.625	257	277	297	317	41.320.625	41.345.625	41.370.625	41.395.625
	19	1	42.023.125	42.048.125	42.073.125	42.098.125	19	39	59	79	41.023.125	41.048.125	41.073.125	41.098.125
		2	42.123.125	42.148.125	42.173.125	42.198.125	99	119	139	159	41.123.125	41.148.125	41.173.125	41.198.125
		3	42.223.125	42.248.125	42.273.125	42.298.125	179	199	219	239	41.223.125	41.248.125	41.273.125	41.298.125
		4	42.323.125	42.348.125	42.373.125	42.398.125	259	279	299	319	41.323.125	41.348.125	41.373.125	41.398.125
APURE	1	1	42.000.625	42.025.625	42.050.625	42.075.625	1	21	41	61	41.000.625	41.025.625	41.050.625	41.075.625
		2	42.100.625	42.125.625	42.150.625	42.175.625	81	101	121	141	41.100.625	41.125.625	41.150.625	41.175.625
		3	42.200.625	42.225.625	42.250.625	42.275.625	161	181	201	221	41.200.625	41.225.625	41.250.625	41.275.625
		4	42.300.625	42.325.625	42.350.625	42.375.625	241	261	281	301	41.300.625	41.325.625	41.350.625	41.375.625
	3	1	42.003.125	42.028.125	42.053.125	42.078.125	3	23	43	63	41.003.125	41.028.125	41.053.125	41.078.125
		2	42.103.125	42.128.125	42.153.125	42.178.125	83	103	123	143	41.103.125	41.128.125	41.153.125	41.178.125
		3	42.203.125	42.228.125	42.253.125	42.278.125	163	183	203	223	41.203.125	41.228.125	41.253.125	41.278.125
		4	42.303.125	42.328.125	42.353.125	42.378.125	243	263	283	303	41.303.125	41.328.125	41.353.125	41.378.125
GUÁRICO	30	1	42.411.875	42.436.875	42.461.875	42.486.875	330	350	370	390	41.411.875	41.436.875	41.461.875	41.486.875
		2	42.511.875	42.536.875	42.561.875	42.586.875	410	430	450	470	41.511.875	41.536.875	41.561.875	41.586.875
		3	42.611.875	42.636.875	42.661.875	42.686.875	490	510	530	550	41.611.875	41.636.875	41.661.875	41.686.875
		4	42.711.875	42.736.875	42.761.875	42.786.875	570	590	610	630	41.711.875	41.736.875	41.761.875	41.786.875
	32	1	42.414.375	42.439.375	42.464.375	42.489.375	332	352	372	392	41.414.375	41.439.375	41.464.375	41.489.375
		2	42.514.375	42.539.375	42.564.375	42.589.375	412	432	452	472	41.514.375	41.539.375	41.564.375	41.589.375
		3	42.614.375	42.639.375	42.664.375	42.689.375	492	512	532	552	41.614.375	41.639.375	41.664.375	41.689.375
		4	42.714.375	42.739.375	42.764.375	42.789.375	572	592	612	632	41.714.375	41.739.375	41.764.375	41.789.375
ZULIA	2	1	42.001.875	42.026.875	42.051.875	42.076.875	2	22	42	62	41.001.875	41.026.875	41.051.875	41.076.875
		2	42.101.875	42.126.875	42.151.875	42.176.875	82	102	122	142	41.101.875	41.126.875	41.151.875	41.176.875
		3	42.201.875	42.226.875	42.251.875	42.276.875	162	182	202	222	41.201.875	41.226.875	41.251.875	41.276.875
		4	42.301.875	42.326.875	42.351.875	42.376.875	242	262	282	302	41.301.875	41.326.875	41.351.875	41.376.875

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
	4	1	42.004.375	42.029.375	42.054.375	42.079.375	4	24	44	64	41.004.375	41.029.375	41.054.375	41.079.375
		2	42.104.375	42.129.375	42.154.375	42.179.375	84	104	124	144	41.104.375	41.129.375	41.154.375	41.179.375
		3	42.204.375	42.229.375	42.254.375	42.279.375	164	184	204	224	41.204.375	41.229.375	41.254.375	41.279.375
		4	42.304.375	42.329.375	42.354.375	42.379.375	244	264	284	304	41.304.375	41.329.375	41.354.375	41.379.375
	6	1	42.006.875	42.031.875	42.056.875	42.081.875	6	26	46	66	41.006.875	41.031.875	41.056.875	41.081.875
		2	42.106.875	42.131.875	42.156.875	42.181.875	86	106	126	146	41.106.875	41.131.875	41.156.875	41.181.875
		3	42.206.875	42.231.875	42.256.875	42.281.875	166	186	206	226	41.206.875	41.231.875	41.256.875	41.281.875
		4	42.306.875	42.331.875	42.356.875	42.381.875	246	266	286	306	41.306.875	41.331.875	41.356.875	41.381.875
	8	1	42.009.375	42.034.375	42.059.375	42.084.375	8	28	48	68	41.009.375	41.034.375	41.059.375	41.084.375
		2	42.109.375	42.134.375	42.159.375	42.184.375	88	108	128	148	41.109.375	41.134.375	41.159.375	41.184.375
		3	42.209.375	42.234.375	42.259.375	42.284.375	168	188	208	228	41.209.375	41.234.375	41.259.375	41.284.375
		4	42.309.375	42.334.375	42.359.375	42.384.375	248	268	288	308	41.309.375	41.334.375	41.359.375	41.384.375
	14	1	42.016.875	42.041.875	42.066.875	42.091.875	14	34	54	74	41.016.875	41.041.875	41.066.875	41.091.875
		2	42.116.875	42.141.875	42.166.875	42.191.875	94	114	134	154	41.116.875	41.141.875	41.166.875	41.191.875
		3	42.216.875	42.241.875	42.266.875	42.291.875	174	194	214	234	41.216.875	41.241.875	41.266.875	41.291.875
		4	42.316.875	42.341.875	42.366.875	42.391.875	254	274	294	314	41.316.875	41.341.875	41.366.875	41.391.875
	16	1	42.315.625	42.340.625	42.365.625	42.390.625	16	36	56	76	41.315.625	41.340.625	41.365.625	41.390.625
		2	42.415.625	42.440.625	42.465.625	42.490.625	96	116	136	156	41.415.625	41.440.625	41.465.625	41.490.625
		3	42.118.125	42.540.625	42.565.625	42.590.625	95	115	135	155	41.515.625	41.540.625	41.565.625	41.590.625
		4	42.218.125	42.640.625	42.665.625	42.690.625	175	195	215	235	41.615.625	41.640.625	41.665.625	41.690.625
	23	1	42.403.125	42.428.125	42.453.125	42.478.125	323	343	363	383	41.403.125	41.428.125	41.453.125	41.478.125
		2	42.503.125	42.528.125	42.553.125	42.578.125	403	423	443	463	41.503.125	41.528.125	41.553.125	41.578.125
		3	42.603.125	42.628.125	42.653.125	42.678.125	483	503	523	543	41.603.125	41.628.125	41.653.125	41.678.125
		4	42.703.125	42.728.125	42.753.125	42.778.125	563	583	603	623	41.703.125	41.728.125	41.753.125	41.778.125
	25	1	42.405.625	42.430.625	42.455.625	42.480.625	325	345	365	385	41.405.625	41.430.625	41.455.625	41.480.625
		2	42.505.625	42.530.625	42.555.625	42.580.625	405	425	445	465	41.505.625	41.530.625	41.555.625	41.580.625
		3	42.605.625	42.630.625	42.655.625	42.680.625	485	505	525	545	41.605.625	41.630.625	41.655.625	41.680.625
		4	42.705.625	42.730.625	42.755.625	42.780.625	565	585	605	625	41.705.625	41.730.625	41.755.625	41.780.625
	27	1	42.408.125	42.433.125	42.458.125	42.483.125	327	347	367	387	41.408.125	41.433.125	41.458.125	41.483.125
		2	42.508.125	42.533.125	42.558.125	42.583.125	407	427	447	467	41.508.125	41.533.125	41.558.125	41.583.125
		3	42.608.125	42.633.125	42.658.125	42.683.125	487	507	527	547	41.608.125	41.633.125	41.658.125	41.683.125
		4	42.708.125	42.733.125	42.758.125	42.783.125	567	587	607	627	41.708.125	41.733.125	41.758.125	41.783.125
	29	1	42.410.625	42.435.625	42.460.625	42.485.625	329	349	369	389	41.410.625	41.435.625	41.460.625	41.485.625
		2	42.510.625	42.535.625	42.560.625	42.585.625	409	429	449	469	41.510.625	41.535.625	41.560.625	41.585.625
		3	42.610.625	42.635.625	42.660.625	42.685.625	489	509	529	549	41.610.625	41.635.625	41.660.625	41.685.625
		4	42.710.625	42.735.625	42.760.625	42.785.625	569	589	609	629	41.710.625	41.735.625	41.760.625	41.785.625
	31	1	42.413.125	42.438.125	42.463.125	42.488.125	331	351	371	391	41.413.125	41.438.125	41.463.125	41.488.125
		2	42.513.125	42.538.125	42.563.125	42.588.125	411	431	451	471	41.513.125	41.538.125	41.563.125	41.588.125
		3	42.613.125	42.638.125	42.663.125	42.688.125	491	511	531	551	41.613.125	41.638.125	41.663.125	41.688.125
		4	42.713.125	42.738.125	42.763.125	42.788.125	571	591	611	631	41.713.125	41.738.125	41.763.125	41.788.125
	33	1	42.415.625	42.440.625	42.465.625	42.490.625	333	353	373	393	41.415.625	41.440.625	41.465.625	41.490.625
		2	42.515.625	42.540.625	42.565.625	42.590.625	413	433	453	473	41.515.625	41.540.625	41.565.625	41.590.625
		3	42.615.625	42.640.625	42.665.625	42.690.625	493	513	533	553	41.615.625	41.640.625	41.665.625	41.690.625
		4	42.715.625	42.740.625	42.765.625	42.790.625	573	593	613	633	41.715.625	41.740.625	41.765.625	41.790.625
MONAGAS	1	1	42.000.625	42.025.625	42.050.625	42.075.625	1	21	41	61	41.000.625	41.025.625	41.050.625	41.075.625
		2	42.100.625	42.125.625	42.150.625	42.175.625	81	101	121	141	41.100.625	41.125.625	41.150.625	41.175.625
		3	42.200.625	42.225.625	42.250.625	42.275.625	161	181	201	221	41.200.625	41.225.625	41.250.625	41.275.625
		4	42.300.625	42.325.625	42.350.625	42.375.625	241	261	281	301	41.300.625	41.325.625	41.350.625	41.375.625
	3	1	42.003.125	42.028.125	42.053.125	42.078.125	3	23	43	63	41.003.125	41.028.125	41.053.125	41.078.125
		2	42.103.125	42.128.125	42.153.125	42.178.125	83	103	123	143	41.103.125	41.128.125	41.153.125	41.178.125
		3	42.203.125	42.228.125	42.253.125	42.278.125	163	183	203	223	41.203.125	41.228.125	41.253.125	41.278.125
		4	42.303.125	42.328.125	42.353.125	42.378.125	243	263	283	303	41.303.125	41.328.125	41.353.125	41.378.125
	26	1	42.406.875	42.431.875	42.456.875	42.481.875	326	346	366	386	41.406.875	41.431.875	41.456.875	41.481.875
		2	42.506.875	42.531.875	42.556.875	42.581.875	406	426	446	466	41.506.875	41.531.875	41.556.875	41.581.875
		3	42.606.875	42.631.875	42.656.875	42.681.875	486	506	526	546	41.606.875	41.631.875	41.656.875	41.681.875
		4	42.706.875	42.731.875	42.756.875	42.781.875	566	586	606	626	41.706.875	41.731.875	41.756.875	41.781.875

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
	28	1	42.409.375	42.434.375	42.459.375	42.484.375	328	348	368	388	41.409.375	41.434.375	41.459.375	41.484.375
		2	42.509.375	42.534.375	42.559.375	42.584.375	408	428	448	468	41.509.375	41.534.375	41.559.375	41.584.375
		3	42.609.375	42.634.375	42.659.375	42.684.375	488	508	528	548	41.609.375	41.634.375	41.659.375	41.684.375
		4	42.709.375	42.734.375	42.759.375	42.784.375	568	588	608	628	41.709.375	41.734.375	41.759.375	41.784.375
ANZOÁTEGUI	2	1	42.001.875	42.026.875	42.051.875	42.076.875	2	22	42	62	41.001.875	41.026.875	41.051.875	41.076.875
		2	42.101.875	42.126.875	42.151.875	42.176.875	82	102	122	142	41.101.875	41.126.875	41.151.875	41.176.875
		3	42.201.875	42.226.875	42.251.875	42.276.875	162	182	202	222	41.201.875	41.226.875	41.251.875	41.276.875
		4	42.301.875	42.326.875	42.351.875	42.376.875	242	262	282	302	41.301.875	41.326.875	41.351.875	41.376.875
	4	1	42.004.375	42.029.375	42.054.375	42.079.375	4	24	44	64	41.004.375	41.029.375	41.054.375	41.079.375
		2	42.104.375	42.129.375	42.154.375	42.179.375	84	104	124	144	41.104.375	41.129.375	41.154.375	41.179.375
		3	42.204.375	42.229.375	42.254.375	42.279.375	164	184	204	224	41.204.375	41.229.375	41.254.375	41.279.375
		4	42.304.375	42.329.375	42.354.375	42.379.375	244	264	284	304	41.304.375	41.329.375	41.354.375	41.379.375
	6	1	42.006.875	42.031.875	42.056.875	42.081.875	6	26	46	66	41.006.875	41.031.875	41.056.875	41.081.875
		2	42.106.875	42.131.875	42.156.875	42.181.875	86	106	126	146	41.106.875	41.131.875	41.156.875	41.181.875
		3	42.206.875	42.231.875	42.256.875	42.281.875	166	186	206	226	41.206.875	41.231.875	41.256.875	41.281.875
		4	42.306.875	42.331.875	42.356.875	42.381.875	246	266	286	306	41.306.875	41.331.875	41.356.875	41.381.875
	8	1	42.009.375	42.034.375	42.059.375	42.084.375	8	28	48	68	41.009.375	41.034.375	41.059.375	41.084.375
		2	42.109.375	42.134.375	42.159.375	42.184.375	88	108	128	148	41.109.375	41.134.375	41.159.375	41.184.375
		3	42.209.375	42.234.375	42.259.375	42.284.375	168	188	208	228	41.209.375	41.234.375	41.259.375	41.284.375
		4	42.309.375	42.334.375	42.359.375	42.384.375	248	268	288	308	41.309.375	41.334.375	41.359.375	41.384.375
	10	1	42.011.875	42.036.875	42.061.875	42.086.875	10	30	50	70	41.011.875	41.036.875	41.061.875	41.086.875
		2	42.111.875	42.136.875	42.161.875	42.186.875	90	110	130	150	41.111.875	41.136.875	41.161.875	41.186.875
		3	42.211.875	42.236.875	42.261.875	42.286.875	170	190	210	230	41.211.875	41.236.875	41.261.875	41.286.875
		4	42.311.875	42.336.875	42.361.875	42.386.875	250	270	290	310	41.311.875	41.336.875	41.361.875	41.386.875
	12	1	42.014.375	42.039.375	42.064.375	42.089.375	12	32	52	72	41.014.375	41.039.375	41.064.375	41.089.375
		2	42.114.375	42.139.375	42.164.375	42.189.375	92	112	132	152	41.114.375	41.139.375	41.164.375	41.189.375
		3	42.214.375	42.239.375	42.264.375	42.289.375	172	192	212	232	41.214.375	41.239.375	41.264.375	41.289.375
		4	42.314.375	42.339.375	42.364.375	42.389.375	252	272	292	312	41.314.375	41.339.375	41.364.375	41.389.375
	16	1	42.315.625	42.340.625	42.365.625	42.390.625	16	36	56	76	41.315.625	41.340.625	41.365.625	41.390.625
		2	42.415.625	42.440.625	42.465.625	42.490.625	96	116	136	156	41.415.625	41.440.625	41.465.625	41.490.625
		3	42.118.125	42.540.625	42.565.625	42.590.625	95	115	135	155	41.515.625	41.540.625	41.565.625	41.590.625
		4	42.218.125	42.640.625	42.665.625	42.690.625	175	195	215	235	41.615.625	41.640.625	41.665.625	41.690.625
	18	1	42.318.125	42.343.125	42.368.125	42.393.125	18	38	58	78	41.318.125	41.343.125	41.368.125	41.393.125
		2	42.418.125	42.443.125	42.468.125	42.493.125	98	118	138	158	41.418.125	41.443.125	41.468.125	41.493.125
		3	42.416.875	42.543.125	42.568.125	42.593.125	97	117	137	157	41.518.125	41.543.125	41.568.125	41.593.125
		4	42.516.875	42.643.125	42.668.125	42.693.125	96	116	136	156	41.618.125	41.643.125	41.668.125	41.693.125
	20	1	42.024.375	42.049.375	42.074.375	42.099.375	20	40	60	80	41.024.375	41.049.375	41.074.375	41.099.375
		2	42.124.375	42.149.375	42.174.375	42.199.375	100	120	140	160	41.124.375	41.149.375	41.174.375	41.199.375
		3	42.224.375	42.249.375	42.274.375	42.299.375	180	200	220	240	41.224.375	41.249.375	41.274.375	41.299.375
		4	42.324.375	42.349.375	42.374.375	42.399.375	260	280	300	320	41.324.375	41.349.375	41.374.375	41.399.375
	22	1	42.401.875	42.426.875	42.451.875	42.476.875	322	342	362	382	41.401.875	41.426.875	41.451.875	41.476.875
		2	42.501.875	42.526.875	42.551.875	42.576.875	402	422	442	462	41.501.875	41.526.875	41.551.875	41.576.875
		3	42.601.875	42.626.875	42.651.875	42.676.875	482	502	522	542	41.601.875	41.626.875	41.651.875	41.676.875
		4	42.701.875	42.726.875	42.751.875	42.776.875	562	582	602	622	41.701.875	41.726.875	41.751.875	41.776.875
	24	1	42.404.375	42.429.375	42.454.375	42.479.375	324	344	364	384	41.404.375	41.429.375	41.454.375	41.479.375
		2	42.504.375	42.529.375	42.554.375	42.579.375	404	424	444	464	41.504.375	41.529.375	41.554.375	41.579.375
		3	42.604.375	42.629.375	42.654.375	42.679.375	484	504	524	544	41.604.375	41.629.375	41.654.375	41.679.375
		4	42.704.375	42.729.375	42.754.375	42.779.375	564	584	604	624	41.704.375	41.729.375	41.754.375	41.779.375
SUCRE	17	1	42.020.625	42.045.625	42.070.625	42.095.625	17	37	57	77	41.020.625	41.045.625	41.070.625	41.095.625
		2	42.120.625	42.145.625	42.170.625	42.195.625	97	117	137	157	41.120.625	41.145.625	41.170.625	41.195.625
		3	42.220.625	42.245.625	42.270.625	42.295.625	177	197	217	237	41.220.625	41.245.625	41.270.625	41.295.625
		4	42.320.625	42.345.625	42.370.625	42.395.625	257	277	297	317	41.320.625	41.345.625	41.370.625	41.395.625
	19	1	42.023.125	42.048.125	42.073.125	42.098.125	19	39	59	79	41.023.125	41.048.125	41.073.125	41.098.125
		2	42.123.125	42.148.125	42.173.125	42.198.125	99	119	139	159	41.123.125	41.148.125	41.173.125	41.198.125
		3	42.223.125	42.248.125	42.273.125	42.298.125	179	199	219	239	41.223.125	41.248.125	41.273.125	41.298.125
		4	42.323.125	42.348.125	42.373.125	42.398.125	259	279	299	319	41.323.125	41.348.125	41.373.125	41.398.125

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
NUEVA ESPARTA	5	1	42.005.625	42.030.625	42.055.625	42.080.625	5	25	45	65	41.005.625	41.030.625	41.055.625	41.080.625
		2	42.105.625	42.130.625	42.155.625	42.180.625	85	105	125	145	41.105.625	41.130.625	41.155.625	41.180.625
		3	42.205.625	42.230.625	42.255.625	42.280.625	165	185	205	225	41.205.625	41.230.625	41.255.625	41.280.625
		4	42.305.625	42.330.625	42.355.625	42.380.625	245	265	285	305	41.305.625	41.330.625	41.355.625	41.380.625
	7	1	42.008.125	42.033.125	42.058.125	42.083.125	7	27	47	67	41.008.125	41.033.125	41.058.125	41.083.125
		2	42.108.125	42.133.125	42.158.125	42.183.125	87	107	127	147	41.108.125	41.133.125	41.158.125	41.183.125
		3	42.208.125	42.233.125	42.258.125	42.283.125	167	187	207	227	41.208.125	41.233.125	41.258.125	41.283.125
		4	42.308.125	42.333.125	42.358.125	42.383.125	247	267	287	307	41.308.125	41.333.125	41.358.125	41.383.125
BOLÍVAR	5	1	42.005.625	42.030.625	42.055.625	42.080.625	5	25	45	65	41.005.625	41.030.625	41.055.625	41.080.625
		2	42.105.625	42.130.625	42.155.625	42.180.625	85	105	125	145	41.105.625	41.130.625	41.155.625	41.180.625
		3	42.205.625	42.230.625	42.255.625	42.280.625	165	185	205	225	41.205.625	41.230.625	41.255.625	41.280.625
		4	42.305.625	42.330.625	42.355.625	42.380.625	245	265	285	305	41.305.625	41.330.625	41.355.625	41.380.625
	7	1	42.008.125	42.033.125	42.058.125	42.083.125	7	27	47	67	41.008.125	41.033.125	41.058.125	41.083.125
		2	42.108.125	42.133.125	42.158.125	42.183.125	87	107	127	147	41.108.125	41.133.125	41.158.125	41.183.125
		3	42.208.125	42.233.125	42.258.125	42.283.125	167	187	207	227	41.208.125	41.233.125	41.258.125	41.283.125
		4	42.308.125	42.333.125	42.358.125	42.383.125	247	267	287	307	41.308.125	41.333.125	41.358.125	41.383.125
	9	1	42.010.625	42.035.625	42.060.625	42.085.625	9	29	49	69	41.010.625	41.035.625	41.060.625	41.085.625
		2	42.110.625	42.135.625	42.160.625	42.185.625	89	109	129	149	41.110.625	41.135.625	41.160.625	41.185.625
		3	42.210.625	42.235.625	42.260.625	42.285.625	169	189	209	229	41.210.625	41.235.625	41.260.625	41.285.625
		4	42.310.625	42.335.625	42.360.625	42.385.625	249	269	289	309	41.310.625	41.335.625	41.360.625	41.385.625
	11	1	42.013.125	42.038.125	42.063.125	42.088.125	11	31	51	71	41.013.125	41.038.125	41.063.125	41.088.125
		2	42.113.125	42.138.125	42.163.125	42.188.125	91	111	131	151	41.113.125	41.138.125	41.163.125	41.188.125
		3	42.213.125	42.238.125	42.263.125	42.288.125	171	191	211	231	41.213.125	41.238.125	41.263.125	41.288.125
		4	42.313.125	42.338.125	42.363.125	42.388.125	251	271	291	311	41.313.125	41.338.125	41.363.125	41.388.125
AMAZONAS	17	1	42.020.625	42.045.625	42.070.625	42.095.625	17	37	57	77	41.020.625	41.045.625	41.070.625	41.095.625
		2	42.120.625	42.145.625	42.170.625	42.195.625	97	117	137	157	41.120.625	41.145.625	41.170.625	41.195.625
		3	42.220.625	42.245.625	42.270.625	42.295.625	177	197	217	237	41.220.625	41.245.625	41.270.625	41.295.625
		4	42.320.625	42.345.625	42.370.625	42.395.625	257	277	297	317	41.320.625	41.345.625	41.370.625	41.395.625
	19	1	42.023.125	42.048.125	42.073.125	42.098.125	19	39	59	79	41.023.125	41.048.125	41.073.125	41.098.125
		2	42.123.125	42.148.125	42.173.125	42.198.125	99	119	139	159	41.123.125	41.148.125	41.173.125	41.198.125
		3	42.223.125	42.248.125	42.273.125	42.298.125	179	199	219	239	41.223.125	41.248.125	41.273.125	41.298.125
		4	42.323.125	42.348.125	42.373.125	42.398.125	259	279	299	319	41.323.125	41.348.125	41.373.125	41.398.125
DELTA AMACURO	13	1	42.015.625	42.040.625	42.065.625	42.090.625	13	33	53	73	41.015.625	41.040.625	41.065.625	41.090.625
		2	42.115.625	42.140.625	42.165.625	42.190.625	93	113	133	153	41.115.625	41.140.625	41.165.625	41.190.625
		3	42.215.625	42.240.625	42.265.625	42.290.625	173	193	213	233	41.215.625	41.240.625	41.265.625	41.290.625
		4	42.315.625	42.340.625	42.365.625	42.390.625	253	273	293	313	41.315.625	41.340.625	41.365.625	41.390.625
	15	1	42.018.125	42.043.125	42.068.125	42.093.125	15	35	55	75	41.018.125	41.043.125	41.068.125	41.093.125
		2	42.118.125	42.143.125	42.168.125	42.193.125	95	115	135	155	41.118.125	41.143.125	41.168.125	41.193.125
		3	42.218.125	42.243.125	42.268.125	42.293.125	175	195	215	235	41.218.125	41.243.125	41.268.125	41.293.125
		4	42.318.125	42.343.125	42.368.125	42.393.125	255	275	295	315	41.318.125	41.343.125	41.368.125	41.393.125

Bloques Nacionales que no fueron asignados a ningún estado en específico: Estos bloques pueden ser asignados a cualquier estado siempre y cuando cumpla con la distribución de rehúso de frecuencias establecida, los cuales fueron dejados principalmente para aplicaciones de protección pública y seguridad y defensa:

Tabla 15. Bloques de Canalización Comercial sobrantes para asignaciones en cualquier Estado.
Fuente: Elaboración Propia

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
NACIONAL	34	1	42.416.875	42.441.875	42.466.875	42.491.875	334	354	374	394	41.416.875	41.441.875	41.466.875	41.491.875
		2	42.516.875	42.541.875	42.566.875	42.591.875	414	434	454	474	41.516.875	41.541.875	41.566.875	41.591.875
		3	42.616.875	42.641.875	42.666.875	42.691.875	494	514	534	554	41.616.875	41.641.875	41.666.875	41.691.875
		4	42.716.875	42.741.875	42.766.875	42.791.875	574	594	614	634	41.716.875	41.741.875	41.766.875	41.791.875
	35	1	42.418.125	42.443.125	42.468.125	42.493.125	335	355	375	395	41.418.125	41.443.125	41.468.125	41.493.125
		2	42.518.125	42.543.125	42.568.125	42.593.125	415	435	455	475	41.518.125	41.543.125	41.568.125	41.593.125
		3	42.618.125	42.643.125	42.668.125	42.693.125	495	515	535	555	41.618.125	41.643.125	41.668.125	41.693.125
		4	42.718.125	42.743.125	42.768.125	42.793.125	575	595	615	635	41.718.125	41.743.125	41.768.125	41.793.125
	36	1	42.419.375	42.444.375	42.469.375	42.494.375	336	356	376	396	41.419.375	41.444.375	41.469.375	41.494.375
		2	42.519.375	42.544.375	42.569.375	42.594.375	416	436	456	476	41.519.375	41.544.375	41.569.375	41.594.375
		3	42.619.375	42.644.375	42.669.375	42.694.375	496	516	536	556	41.619.375	41.644.375	41.669.375	41.694.375
		4	42.719.375	42.744.375	42.769.375	42.794.375	576	596	616	636	41.719.375	41.744.375	41.769.375	41.794.375
	37	1	42.420.625	42.445.625	42.470.625	42.495.625	337	357	377	397	41.420.625	41.445.625	41.470.625	41.495.625
		2	42.520.625	42.545.625	42.570.625	42.595.625	417	437	457	477	41.520.625	41.545.625	41.570.625	41.595.625
		3	42.620.625	42.645.625	42.670.625	42.695.625	497	517	537	557	41.620.625	41.645.625	41.670.625	41.695.625
		4	42.720.625	42.745.625	42.770.625	42.795.625	577	597	617	637	41.720.625	41.745.625	41.770.625	41.795.625
	38	1	42.421.875	42.446.875	42.471.875	42.496.875	338	358	378	398	41.421.875	41.446.875	41.471.875	41.496.875
		2	42.521.875	42.546.875	42.571.875	42.596.875	418	438	458	478	41.521.875	41.546.875	41.571.875	41.596.875
		3	42.621.875	42.646.875	42.671.875	42.696.875	498	518	538	558	41.621.875	41.646.875	41.671.875	41.696.875
		4	42.721.875	42.746.875	42.771.875	42.796.875	578	598	618	638	41.721.875	41.746.875	41.771.875	41.796.875
	39	1	42.423.125	42.448.125	42.473.125	42.498.125	339	359	379	399	41.423.125	41.448.125	41.473.125	41.498.125
		2	42.523.125	42.548.125	42.573.125	42.598.125	419	439	459	479	41.523.125	41.548.125	41.573.125	41.598.125
		3	42.623.125	42.648.125	42.673.125	42.698.125	499	519	539	559	41.623.125	41.648.125	41.673.125	41.698.125
		4	42.723.125	42.748.125	42.773.125	42.798.125	579	599	619	639	41.723.125	41.748.125	41.773.125	41.798.125
	40	1	42.424.375	42.449.375	42.474.375	42.499.375	340	360	380	400	41.424.375	41.449.375	41.474.375	41.499.375
		2	42.524.375	42.549.375	42.574.375	42.599.375	420	440	460	480	41.524.375	41.549.375	41.574.375	41.599.375
		3	42.624.375	42.649.375	42.674.375	42.699.375	500	520	540	560	41.624.375	41.649.375	41.674.375	41.699.375
		4	42.724.375	42.749.375	42.774.375	42.799.375	580	600	620	640	41.724.375	41.749.375	41.774.375	41.799.375

Utilizado para en el Distrito Capital y el estado Bolivariano de Miranda

Bloques atribuidos en función del área geográfica

Figura 14. Regiones geográficas de Venezuela.
Fuente: Elaboración Propia.

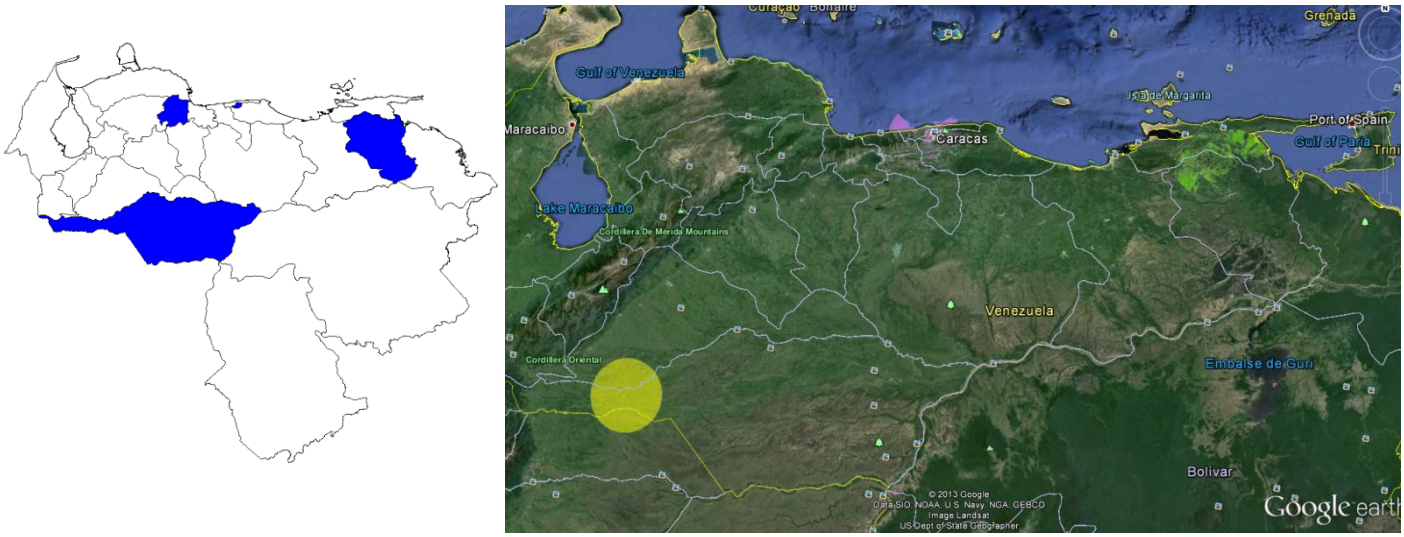


Figura 15. Rehúso de frecuencias Bloque 1 y 3. Estados Apure, Yaracuy, Distrito Capital y Monagas.
Fuente: Elaboración Propia.

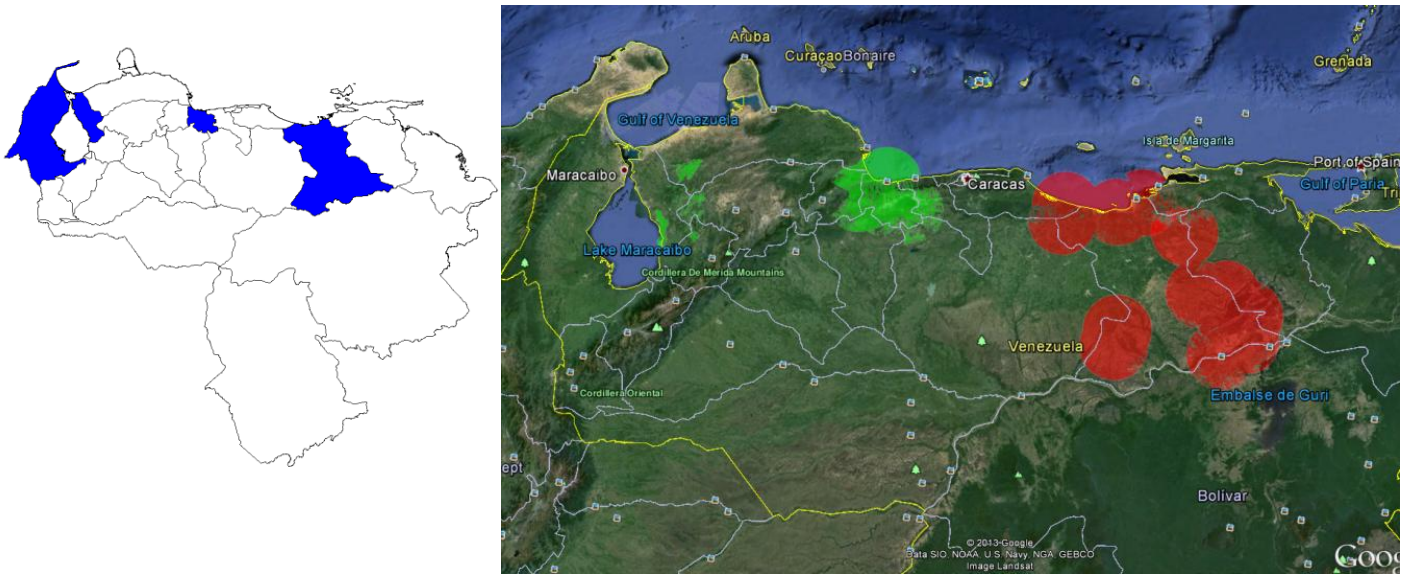


Figura 16. Rehúso de frecuencias Bloque 2, 4, 6, 8 y 16. Estados Zulia, Carabobo y Anzoátegui.
Fuente: Elaboración Propia.

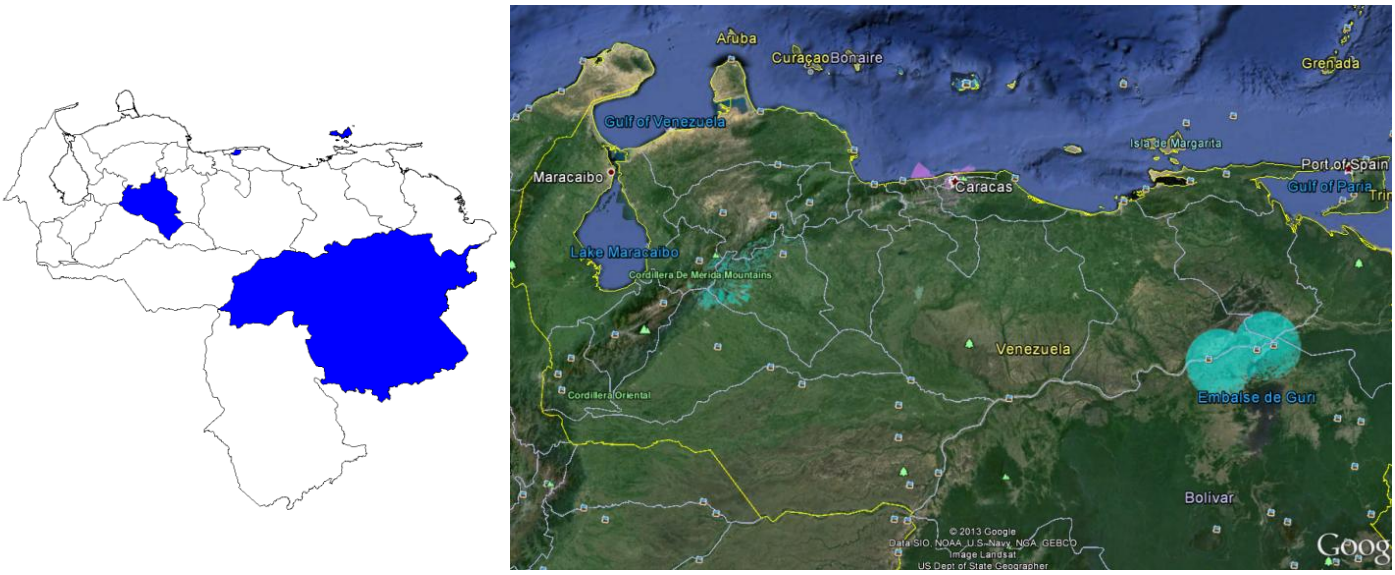


Figura 17. Rehúso de frecuencias Bloque 5 y 7. Estados Portuguesa, Distrito Capital, Nueva Esparta y Bolívar.
Fuente: Elaboración Propia.

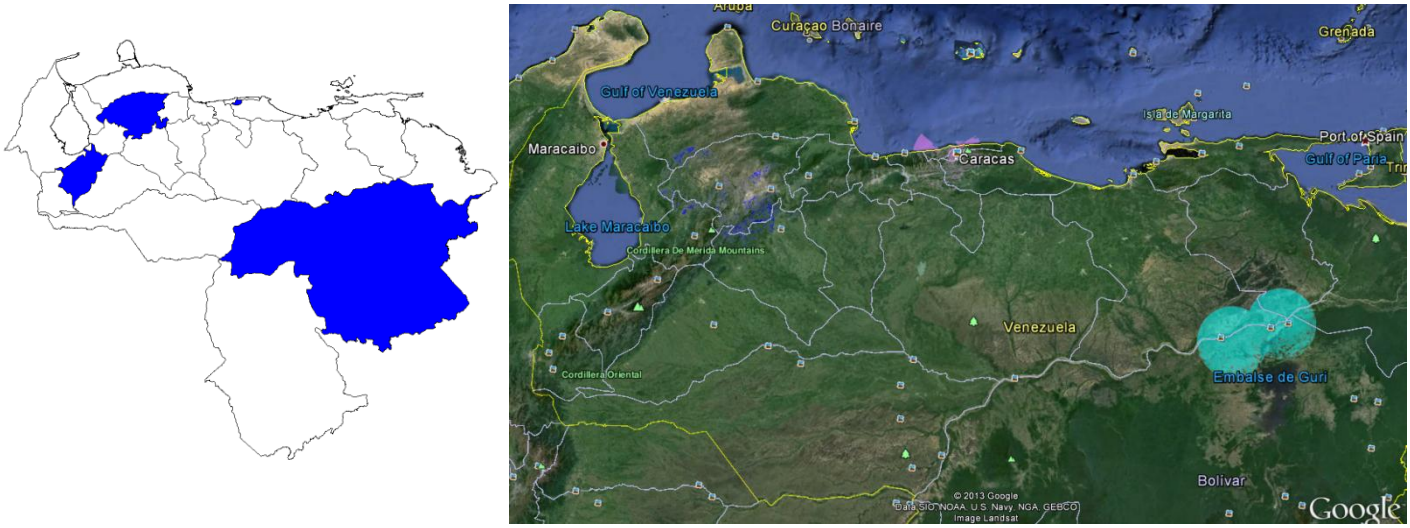


Figura 18. Rehúso de frecuencias Bloque 9 y 11. Estados Mérida, Lara, Distrito Capital y Bolívar.
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 19. Rehúso de frecuencias Bloque 10, 12 y 24. Estados Aragua y Anzoátegui.
Fuente: Elaboración Propia.

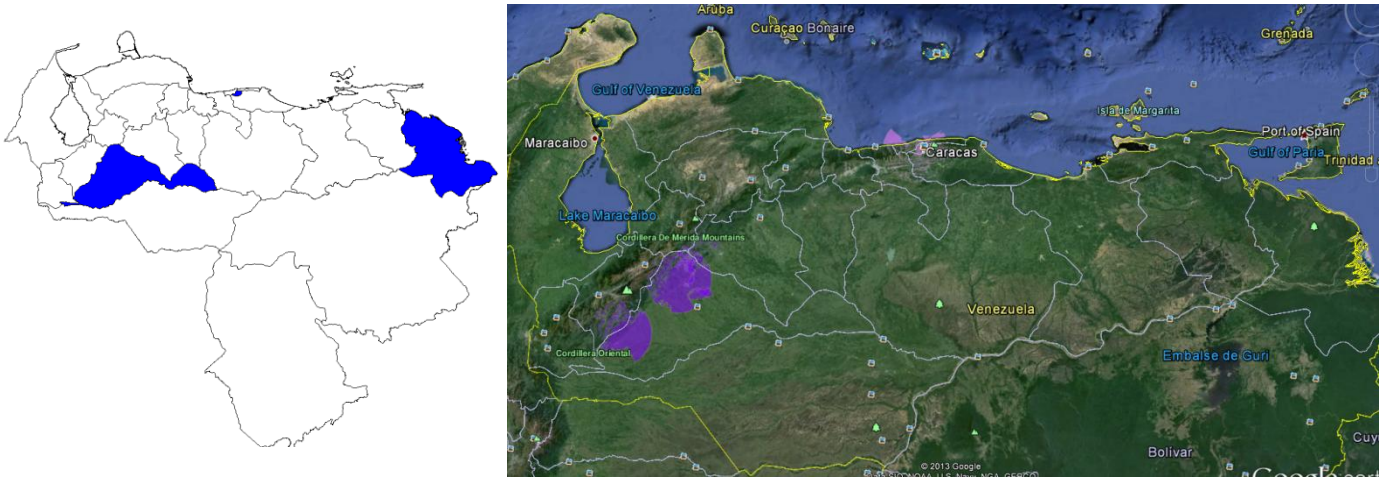


Figura 20. Rehúso de frecuencias Bloque 13 y 15. Estados Barinas, Distrito Capital y Delta Amacuro.
Fuente: Elaboración Propia.

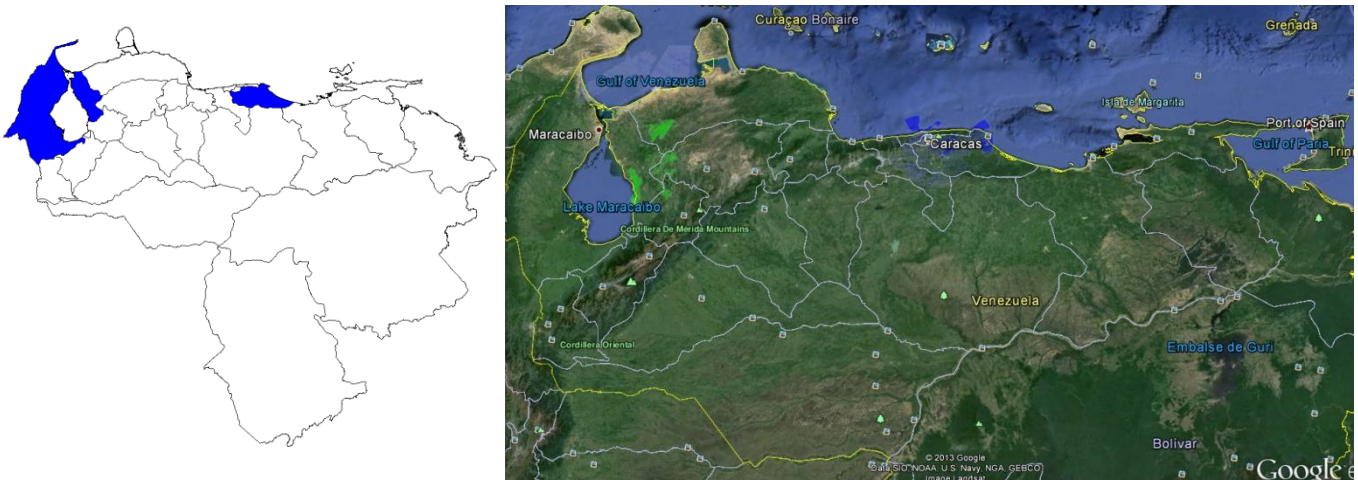


Figura 21. Rehúso de frecuencias Bloque 14, 27, 29, 31, 33. Estados Zulia y Miranda.
Fuente: Elaboración Propia.

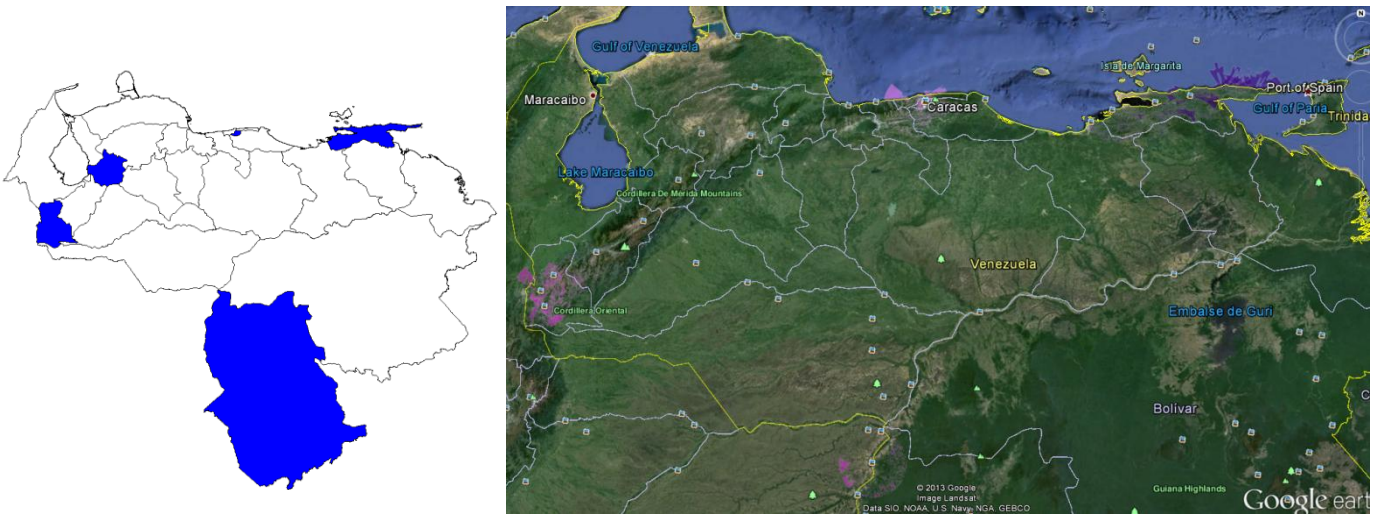


Figura 22. Rehúso de frecuencias Bloque 17 y 19. Estados Táchira, Trujillo, Distrito Capital, Sucre y Amazonas.
Fuente: Elaboración Propia.

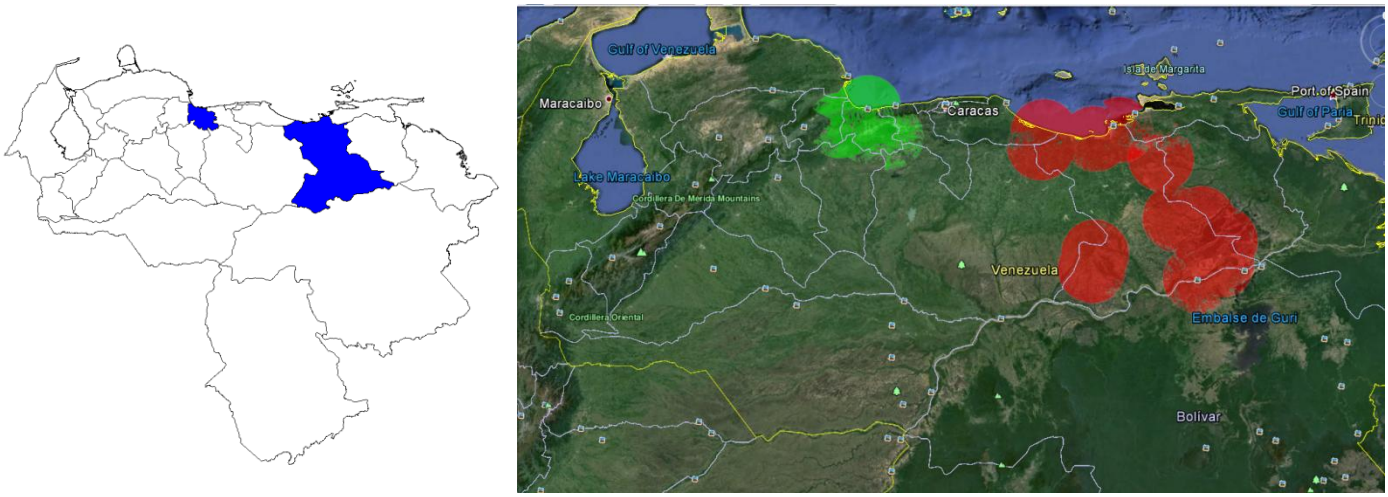


Figura 23. Rehúso de frecuencias Bloque 18. Estados Carabobo y Anzoátegui.
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 24. Rehúso de frecuencias Bloque 20 y 22. Estados Falcón y Anzoátegui.
Fuente: Elaboración Propia.

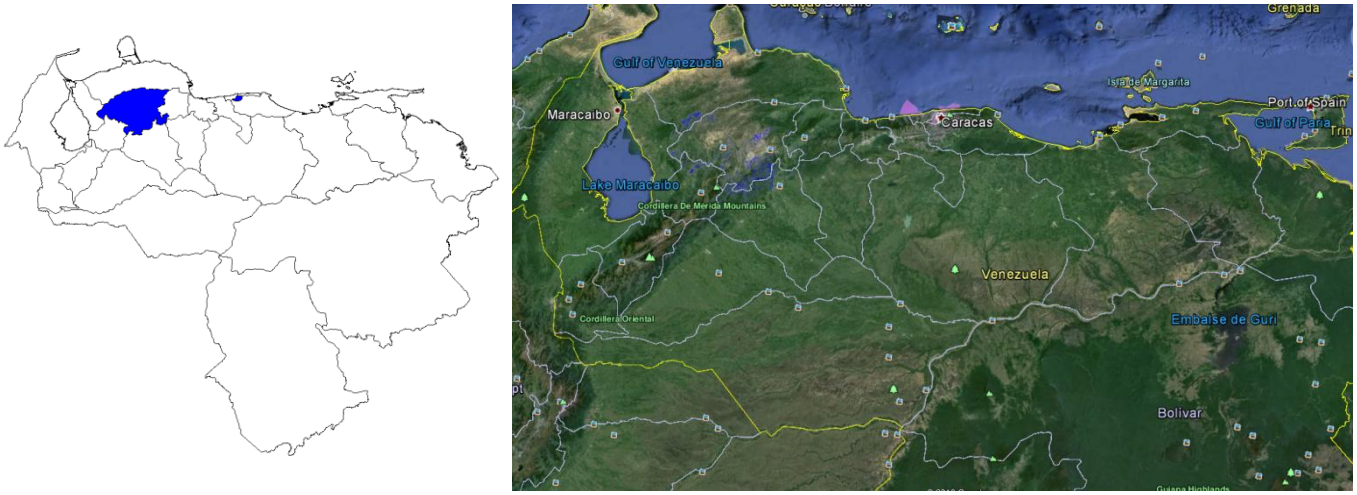


Figura 25. Rehúso de frecuencias Bloque 21. Estados Lara y Distrito Capital.
Fuente: Elaboración Propia.

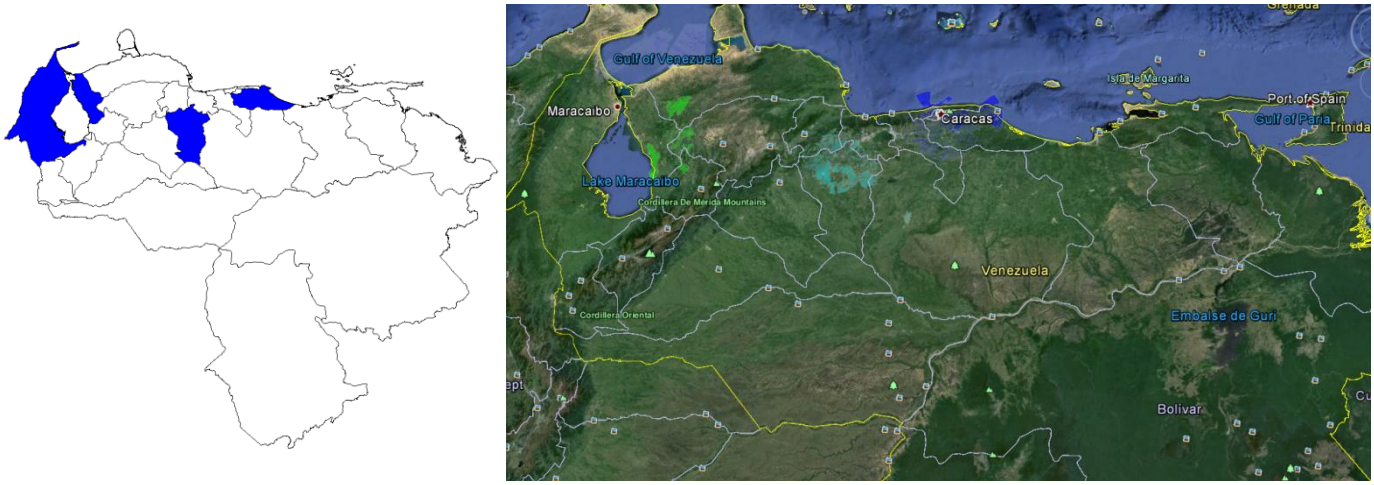


Figura 26. Rehúso de frecuencias Bloque 23 y 25. Estados Zulia, Cojedes y Miranda.
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 27. Rehúso de frecuencias Bloque 26 y 28. Estados Vargas y Monagas.
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 28. Figura 22. Rehúso de frecuencias Bloque 30 y 32. Estados Falcón y Guárico.
Fuente: Elaboración Propia.

Las imágenes presentadas representan el estudio de cálculo de cobertura realizado, donde se demuestra que los estados señalados pueden hacer rehúso de frecuencias y que las señales originadas en los mismos no van a interferir con los otros estados referenciados. El cálculo de cobertura se hizo con los parámetros indicados en el punto IV.3.1

Segmento Gubernamental

Las características del segmento gubernamental son las siguientes:

- Porción comprendida entre 418 - 420 MHz pareada con 428 – 430 MHz.
- Separación Tx y Rx de 10 MHz.
- Separación entre grupo de canales troncalizados de 250 kHz para un mismo emplazamiento.
- Total número de canales: 160 canales de frecuencia (del 641 al 800)
    - Bloques generados: 40 (del bloque 41 al 60)
    - Grupos de canales por bloque: 2
    - Canales de frecuencia por grupo: 4

Tabla 16. Canalización por Estado, Segmento Gubernamental.
Fuente: Elaboración Propia.

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
DISTRITO CAPITAL	41	1	42.800.625	42.825.625	42.850.625	42.875.625	641	661	681	701	41.800.625	41.825.625	41.850.625	41.875.625
		2	42.900.625	42.925.625	42.950.625	42.975.625	721	741	761	781	41.900.625	41.925.625	41.950.625	41.975.625
	43	1	42.803.125	42.828.125	42.853.125	42.878.125	643	663	683	703	41.803.125	41.828.125	41.853.125	41.878.125
		2	42.903.125	42.928.125	42.953.125	42.978.125	723	743	763	783	41.903.125	41.928.125	41.953.125	41.978.125
	45	1	42.805.625	42.830.625	42.855.625	42.880.625	645	665	685	705	41.805.625	41.830.625	41.855.625	41.880.625
		2	42.905.625	42.930.625	42.955.625	42.980.625	725	745	765	785	41.905.625	41.930.625	41.955.625	41.980.625
	47	1	42.808.125	42.833.125	42.858.125	42.883.125	647	667	687	707	41.808.125	41.833.125	41.858.125	41.883.125
		2	42.908.125	42.933.125	42.958.125	42.983.125	727	747	767	787	41.908.125	41.933.125	41.958.125	41.983.125
	49	1	42.810.625	42.835.625	42.860.625	42.885.625	649	669	689	709	41.810.625	41.835.625	41.860.625	41.885.625
		2	42.910.625	42.935.625	42.960.625	42.985.625	729	749	769	789	41.910.625	41.935.625	41.960.625	41.985.625
MIRANDA	51	1	42.813.125	42.838.125	42.863.125	42.888.125	651	671	691	711	41.813.125	41.838.125	41.863.125	41.888.125
		2	42.913.125	42.938.125	42.963.125	42.988.125	731	751	771	791	41.913.125	41.938.125	41.963.125	41.988.125
	53	1	42.815.625	42.840.625	42.865.625	42.890.625	653	673	693	713	41.815.625	41.840.625	41.865.625	41.890.625
		2	42.915.625	42.940.625	42.965.625	42.990.625	733	753	773	793	41.915.625	41.940.625	41.965.625	41.990.625
	55	1	42.818.125	42.843.125	42.868.125	42.893.125	655	675	695	715	41.818.125	41.843.125	41.868.125	41.893.125
		2	42.918.125	42.943.125	42.968.125	42.993.125	735	755	775	795	41.918.125	41.943.125	41.968.125	41.993.125
VARGAS	57	1	42.820.625	42.845.625	42.870.625	42.895.625	657	677	697	717	41.820.625	41.845.625	41.870.625	41.895.625
		2	42.920.625	42.945.625	42.970.625	42.995.625	737	757	777	797	41.920.625	41.945.625	41.970.625	41.995.625
	59	1	42.823.125	42.848.125	42.873.125	42.898.125	659	679	699	719	41.823.125	41.848.125	41.873.125	41.898.125
		2	42.923.125	42.948.125	42.973.125	42.998.125	739	759	779	799	41.923.125	41.948.125	41.973.125	41.998.125
CARABOBO	42	1	42.801.875	42.826.875	42.851.875	42.876.875	642	662	682	702	41.801.875	41.826.875	41.851.875	41.876.875
		2	42.901.875	42.926.875	42.951.875	42.976.875	722	742	762	782	41.901.875	41.926.875	41.951.875	41.976.875
	44	1	42.804.375	42.829.375	42.854.375	42.879.375	644	664	684	704	41.804.375	41.829.375	41.854.375	41.879.375
		2	42.904.375	42.929.375	42.954.375	42.979.375	724	744	764	784	41.904.375	41.929.375	41.954.375	41.979.375

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
ARAGUA	46	1	42.806.875	42.831.875	42.856.875	42.881.875	646	666	686	706	41.806.875	41.831.875	41.856.875	41.881.875
		2	42.906.875	42.931.875	42.956.875	42.981.875	726	746	766	786	41.906.875	41.931.875	41.956.875	41.981.875
	48	1	42.809.375	42.834.375	42.859.375	42.884.375	648	668	688	708	41.809.375	41.834.375	41.859.375	41.884.375
		2	42.909.375	42.934.375	42.959.375	42.984.375	728	748	768	788	41.909.375	41.934.375	41.959.375	41.984.375
	50	1	42.811.875	42.836.875	42.861.875	42.886.875	650	670	690	710	41.811.875	41.836.875	41.861.875	41.886.875
		2	42.911.875	42.936.875	42.961.875	42.986.875	730	750	770	790	41.911.875	41.936.875	41.961.875	41.986.875
COJEDES	57	1	42.820.625	42.845.625	42.870.625	42.895.625	657	677	697	717	41.820.625	41.845.625	41.870.625	41.895.625
		2	42.920.625	42.945.625	42.970.625	42.995.625	737	757	777	797	41.920.625	41.945.625	41.970.625	41.995.625
	59	1	42.823.125	42.848.125	42.873.125	42.898.125	659	679	699	719	41.823.125	41.848.125	41.873.125	41.898.125
		2	42.923.125	42.948.125	42.973.125	42.998.125	739	759	779	799	41.923.125	41.948.125	41.973.125	41.998.125
PORTUGUESA	47	1	42.808.125	42.833.125	42.858.125	42.883.125	647	667	687	707	41.808.125	41.833.125	41.858.125	41.883.125
		2	42.908.125	42.933.125	42.958.125	42.983.125	727	747	767	787	41.908.125	41.933.125	41.958.125	41.983.125
	49	1	42.810.625	42.835.625	42.860.625	42.885.625	649	669	689	709	41.810.625	41.835.625	41.860.625	41.885.625
		2	42.910.625	42.935.625	42.960.625	42.985.625	729	749	769	789	41.910.625	41.935.625	41.960.625	41.985.625
YARACUY	41	1	42.800.625	42.825.625	42.850.625	42.875.625	641	661	681	701	41.800.625	41.825.625	41.850.625	41.875.625
		2	42.900.625	42.925.625	42.950.625	42.975.625	721	741	761	781	41.900.625	41.925.625	41.950.625	41.975.625
	43	1	42.803.125	42.828.125	42.853.125	42.878.125	643	663	683	703	41.803.125	41.828.125	41.853.125	41.878.125
		2	42.903.125	42.928.125	42.953.125	42.978.125	723	743	763	783	41.903.125	41.928.125	41.953.125	41.978.125
LARA	46	1	42.806.875	42.831.875	42.856.875	42.881.875	646	666	686	706	41.806.875	41.831.875	41.856.875	41.881.875
		2	42.906.875	42.931.875	42.956.875	42.981.875	726	746	766	786	41.906.875	41.931.875	41.956.875	41.981.875
	48	1	42.809.375	42.834.375	42.859.375	42.884.375	648	668	688	708	41.809.375	41.834.375	41.859.375	41.884.375
		2	42.909.375	42.934.375	42.959.375	42.984.375	728	748	768	788	41.909.375	41.934.375	41.959.375	41.984.375
FALCÓN	54	1	42.816.875	42.841.875	42.866.875	42.891.875	654	674	694	714	41.816.875	41.841.875	41.866.875	41.891.875
		2	42.916.875	42.941.875	42.966.875	42.991.875	734	754	774	794	41.916.875	41.941.875	41.966.875	41.991.875
	56	1	42.819.375	42.844.375	42.869.375	42.894.375	656	676	696	716	41.819.375	41.844.375	41.869.375	41.894.375
		2	42.919.375	42.944.375	42.969.375	42.994.375	736	756	776	796	41.919.375	41.944.375	41.969.375	41.994.375
BARINAS	51	1	42.813.125	42.838.125	42.863.125	42.888.125	651	671	691	711	41.813.125	41.838.125	41.863.125	41.888.125
		2	42.913.125	42.938.125	42.963.125	42.988.125	731	751	771	791	41.913.125	41.938.125	41.963.125	41.988.125
	53	1	42.815.625	42.840.625	42.865.625	42.890.625	653	673	693	713	41.815.625	41.840.625	41.865.625	41.890.625
		2	42.915.625	42.940.625	42.965.625	42.990.625	733	753	773	793	41.915.625	41.940.625	41.965.625	41.990.625
TÁCHIRA	54	1	42.816.875	42.841.875	42.866.875	42.891.875	654	674	694	714	41.816.875	41.841.875	41.866.875	41.891.875
		2	42.916.875	42.941.875	42.966.875	42.991.875	734	754	774	794	41.916.875	41.941.875	41.966.875	41.991.875
	56	1	42.819.375	42.844.375	42.869.375	42.894.375	656	676	696	716	41.819.375	41.844.375	41.869.375	41.894.375
		2	42.919.375	42.944.375	42.969.375	42.994.375	736	756	776	796	41.919.375	41.944.375	41.969.375	41.994.375
	59	1	42.823.125	42.848.125	42.873.125	42.898.125	659	679	699	719	41.823.125	41.848.125	41.873.125	41.898.125
		2	42.923.125	42.948.125	42.973.125	42.998.125	739	759	779	799	41.923.125	41.948.125	41.973.125	41.998.125
MÉRIDA	46	1	42.806.875	42.831.875	42.856.875	42.881.875	646	666	686	706	41.806.875	41.831.875	41.856.875	41.881.875
		2	42.906.875	42.931.875	42.956.875	42.981.875	726	746	766	786	41.906.875	41.931.875	41.956.875	41.981.875
	48	1	42.809.375	42.834.375	42.859.375	42.884.375	648	668	688	708	41.809.375	41.834.375	41.859.375	41.884.375
		2	42.909.375	42.934.375	42.959.375	42.984.375	728	748	768	788	41.909.375	41.934.375	41.959.375	41.984.375
TRUJILLO	59	1	42.823.125	42.848.125	42.873.125	42.898.125	659	679	699	719	41.823.125	41.848.125	41.873.125	41.898.125
		2	42.923.125	42.948.125	42.973.125	42.998.125	739	759	779	799	41.923.125	41.948.125	41.973.125	41.998.125
APURE	41	1	42.800.625	42.825.625	42.850.625	42.875.625	641	661	681	701	41.800.625	41.825.625	41.850.625	41.875.625
		2	42.900.625	42.925.625	42.950.625	42.975.625	721	741	761	781	41.900.625	41.925.625	41.950.625	41.975.625
	43	1	42.803.125	42.828.125	42.853.125	42.878.125	643	663	683	703	41.803.125	41.828.125	41.853.125	41.878.125
		2	42.903.125	42.928.125	42.953.125	42.978.125	723	743	763	783	41.903.125	41.928.125	41.953.125	41.978.125
	45	1	42.805.625	42.830.625	42.855.625	42.880.625	645	665	685	705	41.805.625	41.830.625	41.855.625	41.880.625
		2	42.905.625	42.930.625	42.955.625	42.980.625	725	745	765	785	41.905.625	41.930.625	41.955.625	41.980.625

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
GUÁRICO	54	1	42.816.875	42.841.875	42.866.875	42.891.875	654	674	694	714	41.816.875	41.841.875	41.866.875	41.891.875
		2	42.916.875	42.941.875	42.966.875	42.991.875	734	754	774	794	41.916.875	41.941.875	41.966.875	41.991.875
	56	1	42.819.375	42.844.375	42.869.375	42.894.375	656	676	696	716	41.819.375	41.844.375	41.869.375	41.894.375
		2	42.919.375	42.944.375	42.969.375	42.994.375	736	756	776	796	41.919.375	41.944.375	41.969.375	41.994.375
ZULIA	41	1	42.800.625	42.825.625	42.850.625	42.875.625	641	661	681	701	41.800.625	41.825.625	41.850.625	41.875.625
		2	42.900.625	42.925.625	42.950.625	42.975.625	721	741	761	781	41.900.625	41.925.625	41.950.625	41.975.625
	42	1	42.801.875	42.826.875	42.851.875	42.876.875	642	662	682	702	41.801.875	41.826.875	41.851.875	41.876.875
		2	42.901.875	42.926.875	42.951.875	42.976.875	722	742	762	782	41.901.875	41.926.875	41.951.875	41.976.875
	43	1	42.803.125	42.828.125	42.853.125	42.878.125	643	663	683	703	41.803.125	41.828.125	41.853.125	41.878.125
		2	42.903.125	42.928.125	42.953.125	42.978.125	723	743	763	783	41.903.125	41.928.125	41.953.125	41.978.125
	44	1	42.804.375	42.829.375	42.854.375	42.879.375	644	664	684	704	41.804.375	41.829.375	41.854.375	41.879.375
		2	42.904.375	42.929.375	42.954.375	42.979.375	724	744	764	784	41.904.375	41.929.375	41.954.375	41.979.375
	45	1	42.805.625	42.830.625	42.855.625	42.880.625	645	665	685	705	41.805.625	41.830.625	41.855.625	41.880.625
		2	42.905.625	42.930.625	42.955.625	42.980.625	725	745	765	785	41.905.625	41.930.625	41.955.625	41.980.625
	47	1	42.808.125	42.833.125	42.858.125	42.883.125	647	667	687	707	41.808.125	41.833.125	41.858.125	41.883.125
		2	42.908.125	42.933.125	42.958.125	42.983.125	727	747	767	787	41.908.125	41.933.125	41.958.125	41.983.125
	49	1	42.810.625	42.835.625	42.860.625	42.885.625	649	669	689	709	41.810.625	41.835.625	41.860.625	41.885.625
		2	42.910.625	42.935.625	42.960.625	42.985.625	729	749	769	789	41.910.625	41.935.625	41.960.625	41.985.625
	50	1	42.811.875	42.836.875	42.861.875	42.886.875	650	670	690	710	41.811.875	41.836.875	41.861.875	41.886.875
		2	42.911.875	42.936.875	42.961.875	42.986.875	730	750	770	790	41.911.875	41.936.875	41.961.875	41.986.875
	51	1	42.813.125	42.838.125	42.863.125	42.888.125	651	671	691	711	41.813.125	41.838.125	41.863.125	41.888.125
		2	42.913.125	42.938.125	42.963.125	42.988.125	731	751	771	791	41.913.125	41.938.125	41.963.125	41.988.125
	53	1	42.815.625	42.840.625	42.865.625	42.890.625	653	673	693	713	41.815.625	41.840.625	41.865.625	41.890.625
		2	42.915.625	42.940.625	42.965.625	42.990.625	733	753	773	793	41.915.625	41.940.625	41.965.625	41.990.625
	55	1	42.818.125	42.843.125	42.868.125	42.893.125	655	675	695	715	41.818.125	41.843.125	41.868.125	41.893.125
		2	42.918.125	42.943.125	42.968.125	42.993.125	735	755	775	795	41.918.125	41.943.125	41.968.125	41.993.125
	57	1	42.820.625	42.845.625	42.870.625	42.895.625	657	677	697	717	41.820.625	41.845.625	41.870.625	41.895.625
		2	42.920.625	42.945.625	42.970.625	42.995.625	737	757	777	797	41.920.625	41.945.625	41.970.625	41.995.625
MONAGAS	41	1	42.800.625	42.825.625	42.850.625	42.875.625	641	661	681	701	41.800.625	41.825.625	41.850.625	41.875.625
		2	42.900.625	42.925.625	42.950.625	42.975.625	721	741	761	781	41.900.625	41.925.625	41.950.625	41.975.625
	43	1	42.803.125	42.828.125	42.853.125	42.878.125	643	663	683	703	41.803.125	41.828.125	41.853.125	41.878.125
		2	42.903.125	42.928.125	42.953.125	42.978.125	723	743	763	783	41.903.125	41.928.125	41.953.125	41.978.125
	45	1	42.805.625	42.830.625	42.855.625	42.880.625	645	665	685	705	41.805.625	41.830.625	41.855.625	41.880.625
		2	42.905.625	42.930.625	42.955.625	42.980.625	725	745	765	785	41.905.625	41.930.625	41.955.625	41.980.625
ANZOÁTEGUI	42	1	42.801.875	42.826.875	42.851.875	42.876.875	642	662	682	702	41.801.875	41.826.875	41.851.875	41.876.875
		2	42.901.875	42.926.875	42.951.875	42.976.875	722	742	762	782	41.901.875	41.926.875	41.951.875	41.976.875
	44	1	42.804.375	42.829.375	42.854.375	42.879.375	644	664	684	704	41.804.375	41.829.375	41.854.375	41.879.375
		2	42.904.375	42.929.375	42.954.375	42.979.375	724	744	764	784	41.904.375	41.929.375	41.954.375	41.979.375
	46	1	42.806.875	42.831.875	42.856.875	42.881.875	646	666	686	706	41.806.875	41.831.875	41.856.875	41.881.875
		2	42.906.875	42.931.875	42.956.875	42.981.875	726	746	766	786	41.906.875	41.931.875	41.956.875	41.981.875
	48	1	42.809.375	42.834.375	42.859.375	42.884.375	648	668	688	708	41.809.375	41.834.375	41.859.375	41.884.375
		2	42.909.375	42.934.375	42.959.375	42.984.375	728	748	768	788	41.909.375	41.934.375	41.959.375	41.984.375
SUCRE	52	1	42.814.375	42.839.375	42.864.375	42.889.375	652	672	692	712	41.814.375	41.839.375	41.864.375	41.889.375
		2	42.914.375	42.939.375	42.964.375	42.989.375	732	752	772	792	41.914.375	41.939.375	41.964.375	41.989.375
	54	1	42.816.875	42.841.875	42.866.875	42.891.875	654	674	694	714	41.816.875	41.841.875	41.866.875	41.891.875
		2	42.916.875	42.941.875	42.966.875	42.991.875	734	754	774	794	41.916.875	41.941.875	41.966.875	41.991.875
	56	1	42.819.375	42.844.375	42.869.375	42.894.375	656	676	696	716	41.819.375	41.844.375	41.869.375	41.894.375
		2	42.919.375	42.944.375	42.969.375	42.994.375	736	756	776	796	41.919.375	41.944.375	41.969.375	41.994.375
NUEVA ESPARTA	47	1	42.808.125	42.833.125	42.858.125	42.883.125	647	667	687	707	41.808.125	41.833.125	41.858.125	41.883.125
		2	42.908.125	42.933.125	42.958.125	42.983.125	727	747	767	787	41.908.125	41.933.125	41.958.125	41.983.125
	49	1	42.810.625	42.835.625	42.860.625	42.885.625	649	669	689	709	41.810.625	41.835.625	41.860.625	41.885.625
		2	42.910.625	42.935.625	42.960.625	42.985.625	729	749	769	789	41.910.625	41.935.625	41.960.625	41.985.625
	50	1	42.811.875	42.836.875	42.861.875	42.886.875	650	670	690	710	41.811.875	41.836.875	41.861.875	41.886.875

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
		2	42.911.875	42.936.875	42.961.875	42.986.875	730	750	770	790	41.911.875	41.936.875	41.961.875	41.986.875
BOLÍVAR	47	1	42.808.125	42.833.125	42.858.125	42.883.125	647	667	687	707	41.808.125	41.833.125	41.858.125	41.883.125
		2	42.908.125	42.933.125	42.958.125	42.983.125	727	747	767	787	41.908.125	41.933.125	41.958.125	41.983.125
	49	1	42.810.625	42.835.625	42.860.625	42.885.625	649	669	689	709	41.810.625	41.835.625	41.860.625	41.885.625
		2	42.910.625	42.935.625	42.960.625	42.985.625	729	749	769	789	41.910.625	41.935.625	41.960.625	41.985.625
	51	1	42.813.125	42.838.125	42.863.125	42.888.125	651	671	691	711	41.813.125	41.838.125	41.863.125	41.888.125
		2	42.913.125	42.938.125	42.963.125	42.988.125	731	751	771	791	41.913.125	41.938.125	41.963.125	41.988.125
	53	1	42.815.625	42.840.625	42.865.625	42.890.625	653	673	693	713	41.815.625	41.840.625	41.865.625	41.890.625
		2	42.915.625	42.940.625	42.965.625	42.990.625	733	753	773	793	41.915.625	41.940.625	41.965.625	41.990.625
AMAZONAS	55	1	42.818.125	42.843.125	42.868.125	42.893.125	655	675	695	715	41.818.125	41.843.125	41.868.125	41.893.125
		2	42.918.125	42.943.125	42.968.125	42.993.125	735	755	775	795	41.918.125	41.943.125	41.968.125	41.993.125
	57	1	42.820.625	42.845.625	42.870.625	42.895.625	657	677	697	717	41.820.625	41.845.625	41.870.625	41.895.625
		2	42.920.625	42.945.625	42.970.625	42.995.625	737	757	777	797	41.920.625	41.945.625	41.970.625	41.995.625
	59	1	42.823.125	42.848.125	42.873.125	42.898.125	659	679	699	719	41.823.125	41.848.125	41.873.125	41.898.125
		2	42.923.125	42.948.125	42.973.125	42.998.125	739	759	779	799	41.923.125	41.948.125	41.973.125	41.998.125
DELTA AMACURO	57	1	42.820.625	42.845.625	42.870.625	42.895.625	657	677	697	717	41.820.625	41.845.625	41.870.625	41.895.625
		2	42.920.625	42.945.625	42.970.625	42.995.625	737	757	777	797	41.920.625	41.945.625	41.970.625	41.995.625
	55	1	42.818.125	42.843.125	42.868.125	42.893.125	655	675	695	715	41.818.125	41.843.125	41.868.125	41.893.125
		2	42.918.125	42.943.125	42.968.125	42.993.125	735	755	775	795	41.918.125	41.943.125	41.968.125	41.993.125

Bloques Nacionales que no fueron asignados a ningún estado en específico: Estos bloques pueden ser asignados a cualquier estado siempre y cuando cumpla con la distribución de rehúso de frecuencias establecida, los cuales fueron dejados principalmente para aplicaciones de protección pública y seguridad y defensa:

Tabla 17. Bloques de Canalización Gubernamental sobrantes para asignaciones en cualquier Estado.
Fuente: Elaboración Propia.

	BLOQUE	GRUPO	FRECUENCIAS DE Tx BASE				CANALES				FRECUENCIAS DE Rx BASE			
NACIONAL	52	1	42.814.375	42.839.375	42.864.375	42.889.375	652	672	692	712	41.814.375	41.839.375	41.864.375	41.889.375
		2	42.914.375	42.939.375	42.964.375	42.989.375	732	752	772	792	41.914.375	41.939.375	41.964.375	41.989.375
	58	1	42.821.875	42.846.875	42.871.875	42.896.875	658	678	698	718	41.821.875	41.846.875	41.871.875	41.896.875
		2	42.921.875	42.946.875	42.971.875	42.996.875	738	758	778	798	41.921.875	41.946.875	41.971.875	41.996.875
	60	1	42.824.375	42.849.375	42.874.375	42.899.375	660	680	700	720	41.824.375	41.849.375	41.874.375	41.899.375
		2	42.924.375	42.949.375	42.974.375	42.999.375	740	760	780	800	41.924.375	41.949.375	41.974.375	41.999.375

Bloques atribuidos en función del área geográfica:

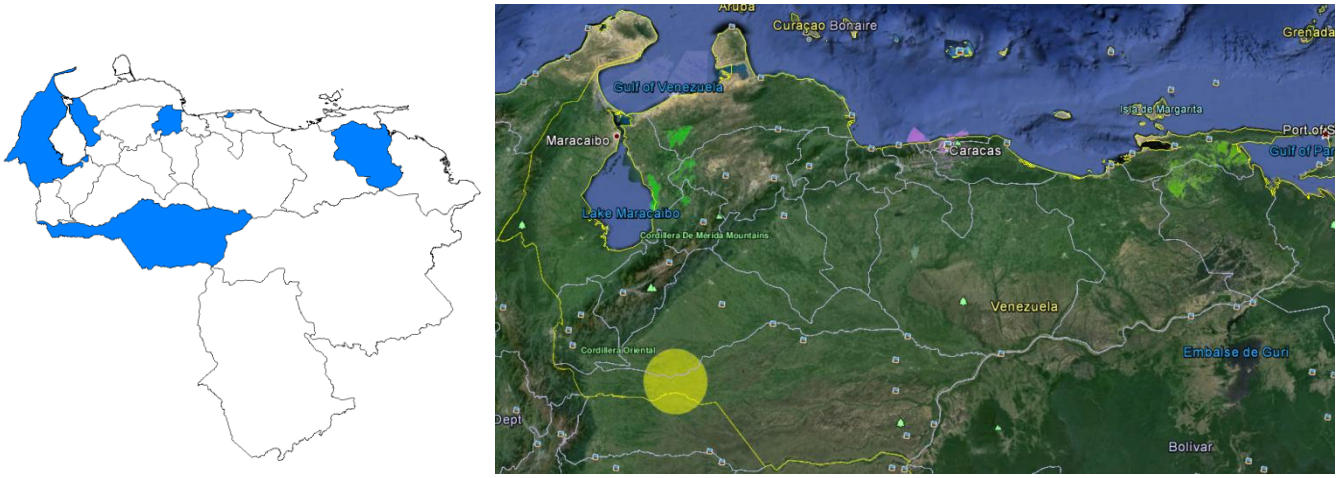


Figura 29. Rehúso de frecuencias Bloque 41 y 43. Estados Zulia, Apure, Yaracuy, Distrito Capital y Monagas.
Fuente: Elaboración Propia.

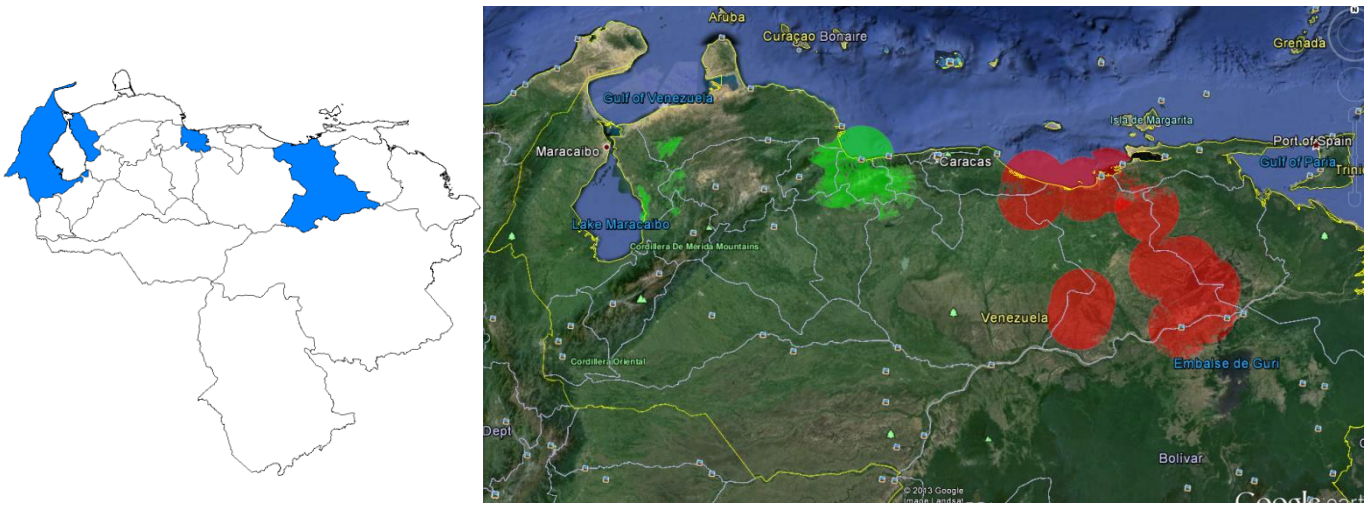


Figura 30. Rehúso de frecuencias Bloque 42 y 44. Estados Zulia, Carabobo y Anzoátegui.
Fuente: Elaboración Propia.

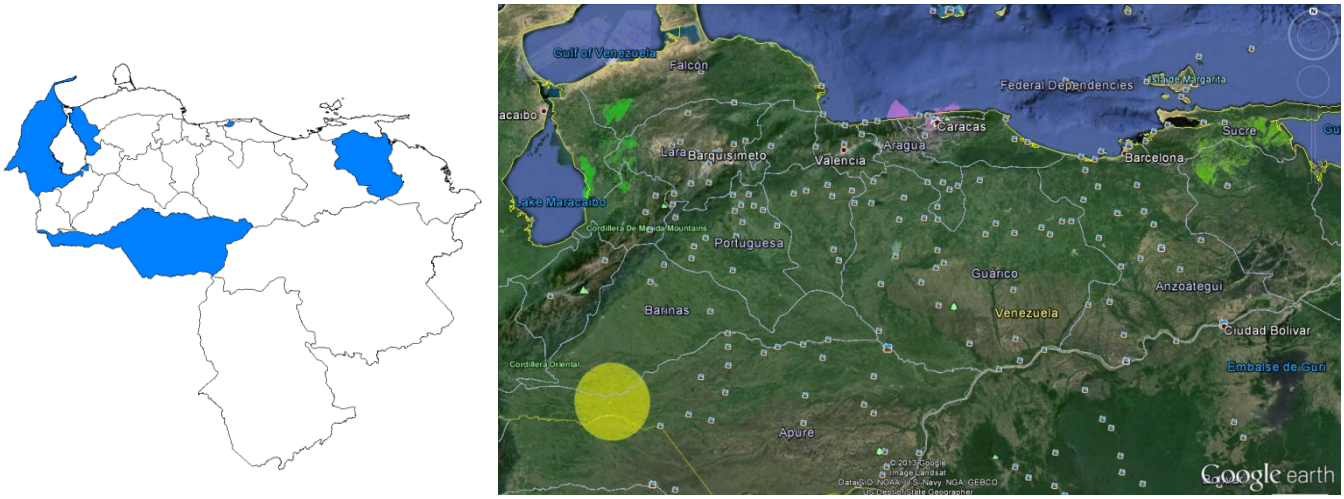


Figura 31. Rehúso de frecuencias Bloque 45. Estados Zulia, Apure, Distrito Capital y Monagas.
Fuente: Elaboración Propia.

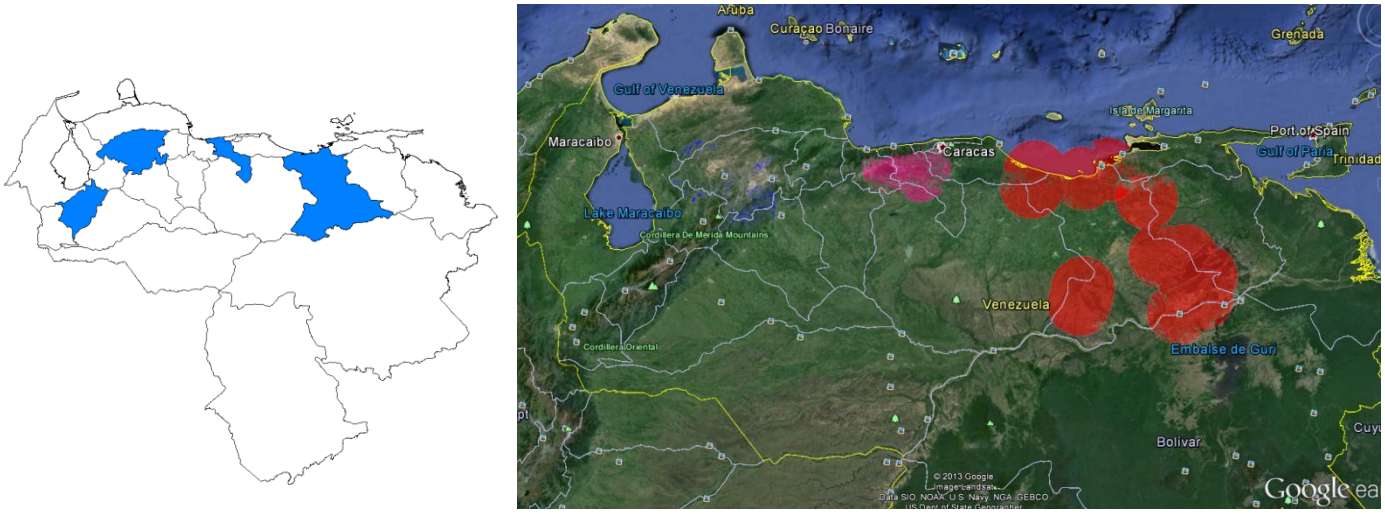


Figura 32. Rehúso de frecuencias Bloque 46 y 48. Estados Mérida, Lara, Aragua y Anzoátegui.
Fuente: Elaboración Propia.

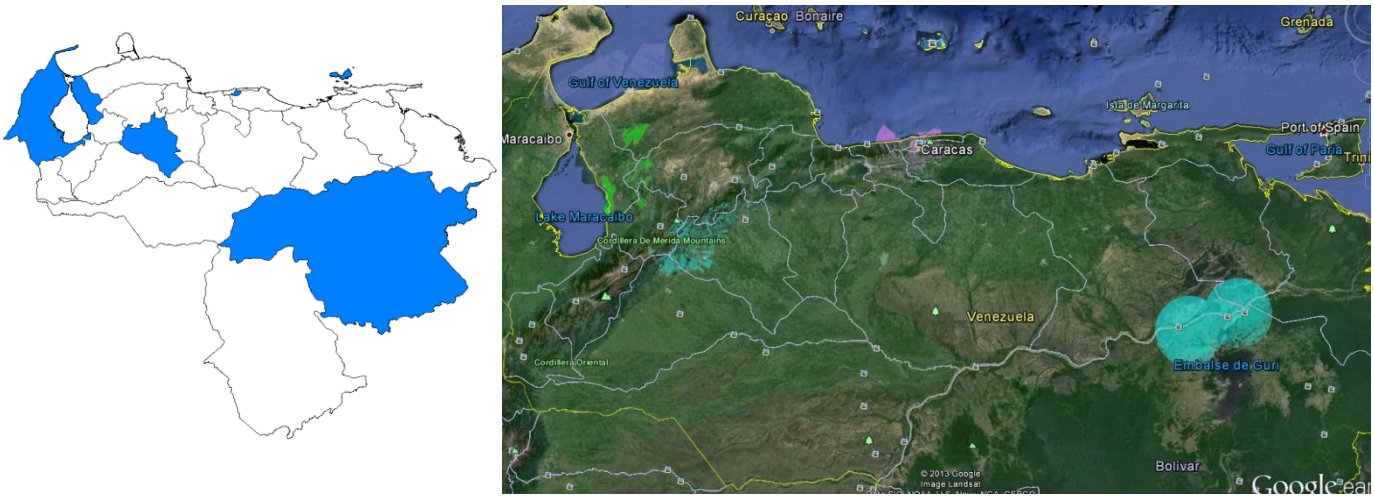


Figura 33. Rehúso de frecuencias Bloque 47 y 49. Estados Zulia, Portuguesa, Distrito Capital, Nueva Esparta y Bolívar.
Fuente: Elaboración Propia.

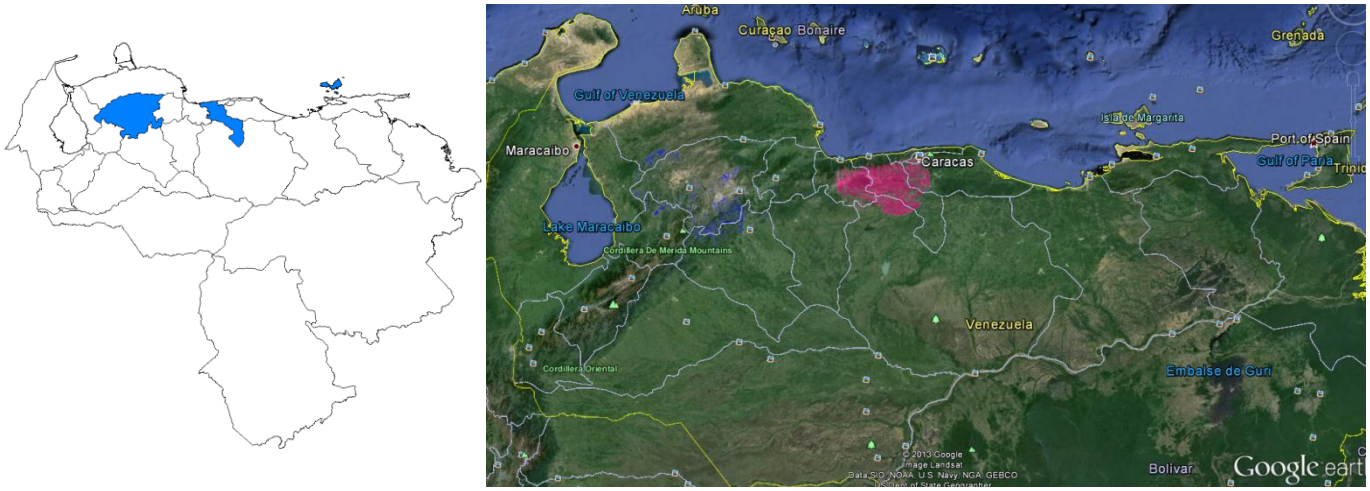


Figura 34. Rehúso de frecuencias Bloque 50. Estados Lara, Aragua y Nueva Esparta.
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 35. Rehúso de frecuencias Bloque 51. Estados Zulia, Miranda y Bolívar.
Fuente: Elaboración Propia.

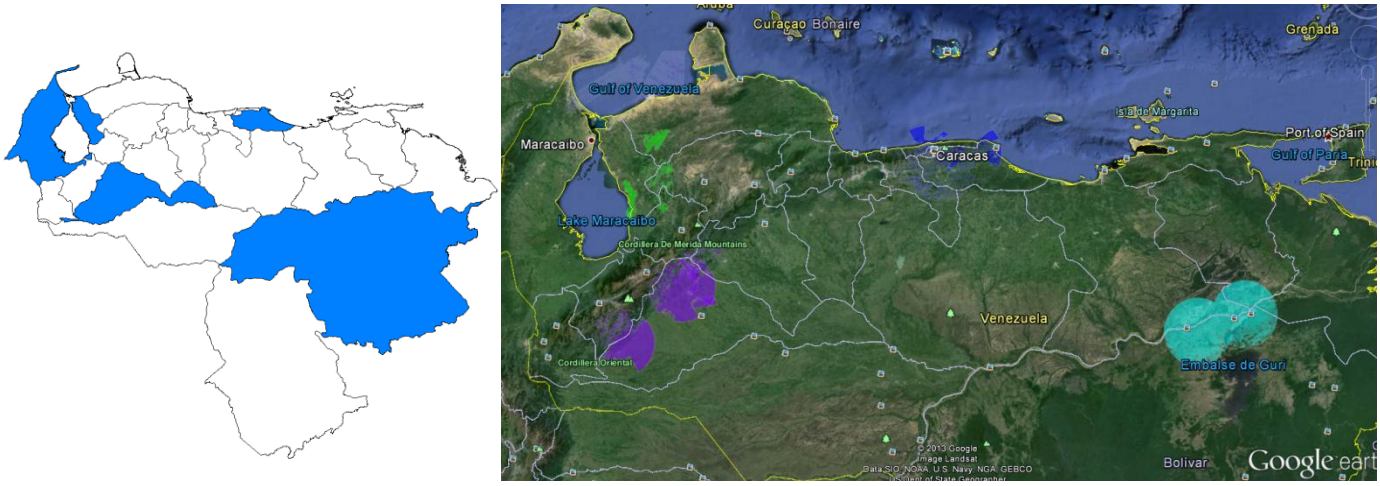


Figura 36. Rehúso de frecuencias Bloque 51. Estados Zulia, Miranda, Barinas y Bolívar.
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 37. Rehúso de frecuencias Bloque 54 y 56. Estados Táchira, Falcón, Guárico y Sucre.
Fuente: Elaboración Propia.

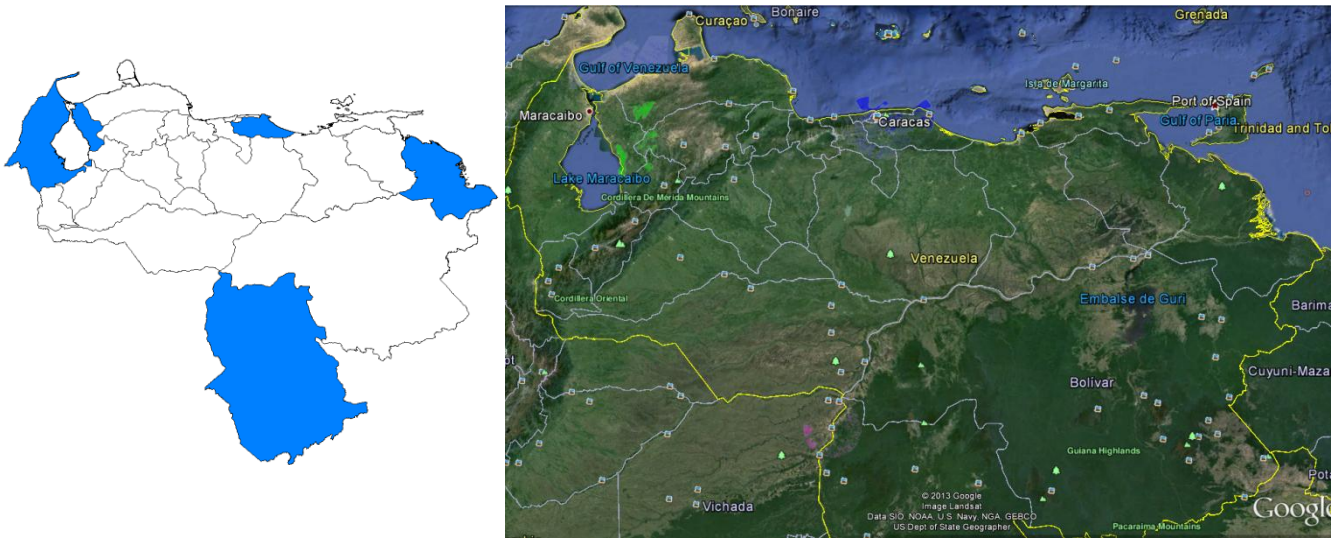


Figura 38. Rehúso de frecuencias Bloque 55. Estados Zulia, Miranda, Amazonas y Delta Amacuro.
Fuente: Elaboración Propia.

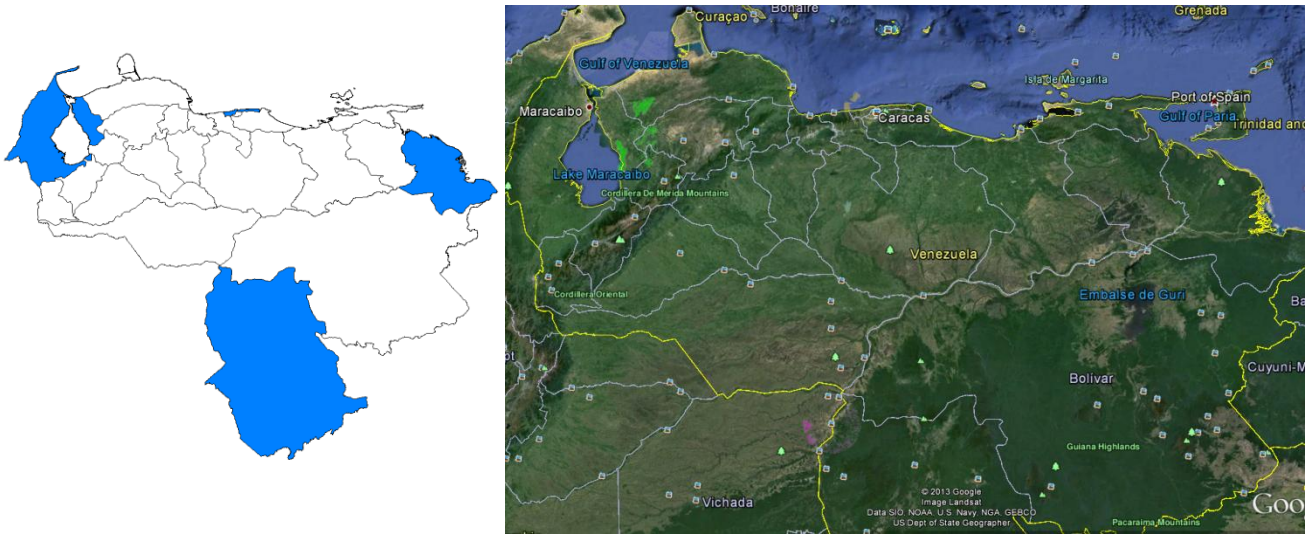


Figura 39. Rehúso de frecuencias Bloque 57. Estados Zulia, Vargas, Amazonas y Delta Amacuro.
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 40. Rehúso de frecuencias Bloque 59. Estados Táchira, Trujillo, Cojedes, Vargas y Amazonas.
Fuente: Elaboración Propia.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

V.1. Conclusiones

Para diseñar un plan de frecuencias bien estructurado para el uso de la banda de frecuencias 410-430 MHz para servicios de radiocomunicaciones móviles digitales, y a su vez, planificar una migración de los operadores de radiocomunicaciones troncalizados que actualmente se encuentran operando en la banda de 800 MHz al segmento 410-430 MHz se tomaron las siguientes consideraciones luego de un estudio detallado:

Actualmente son sólo 8 los operadores que poseen títulos vigentes en la banda 410-430 MHz, lo que indica que la banda solo tiene un grado de ocupación teórico del 0.69%, lo cual se traduce en 19.8625 MHz disponibles en el segmento 410-430 MHz en todo el territorio nacional para poder realizar asignaciones para servicios de radiocomunicaciones inalámbricos de banda estrecha.

Por otra parte, para realizar una migración de los operadores asignados a la banda 800 MHz a la banda 410-430 MHz, ésta última debería manejar capacidades similares o superiores a las encontradas en la de 800 MHz, es decir, 30 MHz o más, sin embargo, el segmento en cuestión solo se dispone de 20 MHz. Para darle solución a este punto se considera una posible reducción del ancho de banda del canal de 25 kHz a canales más estrechos (12.5 o 6.25 kHz).

En virtud de lo estudiado en los diferentes foros técnicos, la adopción de un ancho de banda de 12,5 kHz permitirá dar cabida a la introducción de sistemas de radiocomunicaciones digitales de banda estrecha, para satisfacer e incluso superar el número de canales existentes en la canalización actual de 800 MHz, apoyándose en

un mercado sólido de dispositivos y de gran apertura a nivel mundial. Mercado compuesto por un gran número de fabricantes de tecnologías DMR, dPMR y P25, los cuales trabajan con tecnología digital de ancho de banda de canal de 12.5 kHz. En caso de realizarse la migración, los operadores son libres de elegir la tecnología a utilizar.

En cuanto a las características técnicas que se utilizaron para determinar el plan y rehúso de frecuencias asociadas al segmento radioeléctrico de 410-430 MHz, se establecieron los siguientes parámetros:

Potencia de Transmisión:

- DMR: 1-4 W y 1-40 W
- P25: 1.4 W y 1-5 W
- dPMR: 50 W

Potencia de Canal Adyacente:

- DMR: 60dB
- P25: >67 dB

Emisión de Espurias:

- DMR: –36dBm < 1GHz,
  –30dBm > 1GHz
- P25: -75 dBc y 75 dBc

Sensibilidad:

- DMR: 0.3µV / 5% BER
- P25: BER 5%: -119 dBm

Intermodulación:

- DMR: 70dB y 75 dB
- P25: 75dB y 80dB

Respuesta a las Espurias:

- DMR: 70dB y 75 dB
- P25: -75dB y 80dB

Finalmente, para realizar la planificación de frecuencias de la porción espectro radioeléctrico de la banda 410-430 MHz se utilizó una separación entre canal de transmisión y recepción de 10 MHz, ya que, a pesar de que en la recomendación UIT-R M.478-5 se establece como mínimo una separación entre canal de Tx y Rx de 5

MHz para la banda de 450 MHz, en este caso se utilizará 5 MHz más para prevenir a futuro posibles interferencias. Además, ya existe un antecedente en Venezuela para la banda 380-399.99 MHz en la que la misma utiliza 10 MHz de separación entre canal de Tx y Rx y ha funcionado exitosamente. Adicionalmente, el ancho de banda de canal utilizado fue de 12.5kHz (como se indicó anteriormente).

Con la presente propuesta de planificación se obtuvieron 800 pares de canales de frecuencia para ser asignados en todo el territorio nacional, los cuales fueron distribuidos de manera geográfica asegurando las recomendaciones técnicas de la UIT y las simulaciones realizadas a fin de mantener asegurar los solapamientos co-canal y reutilizar de manera eficiente el recurso limitado del espectro radioeléctrico. De ésta canalización se obtuvieron 60 bloques de canales de frecuencia, de los cuales 40 se dividieron en 4 grupos donde cada grupo posee 4 canales de frecuencia y los 20 bloques restantes se dividieron en 2 grupos con 4 canales de frecuencia por grupo donde, la distancia mínima entre canales de un mismo grupo es de 20 canales, para así evitar interferencias.

Estos bloques, según un estudio realizado de los principales puntos de repetición a través de la herramienta informática Radiomobile, podrán ser reutilizados en diferentes áreas del territorio nacional al mismo tiempo, con el fin de aumentar la capacidad del sistema y sacarle el máximo provecho al mismo.

V.2. Recomendaciones

Se recomienda:

- ✓ Utilizar un ancho de banda de canal de 12.5 kHz por canal ya que la adopción un plan de frecuencias con canales de ancho de banda más estrechos (6,25 kHz) limitaría el mercado de dispositivos de radiocomunicaciones digitales, debido a que hasta la fecha son pocos los fabricantes que ofrecen equipos con estas características de canalización.

- ✓ Se debe realizar un estudio económico de los costos asociados de una posible migración de los operadores que utilizan sistemas Trunking en la banda 800 MHz a la banda de 410-430 MHz, a fin de evaluar la factibilidad de dejar disponible la banda 806-821 pareada con 851-866 MHz, para futuros uso de redes de banda ancha inalámbrica de uso masivo IMT.

- ✓ Realizar mesas de trabajo conjuntas con prestadores del servicio troncalizado en la banda 800 MHz y el ente regulador, para definir la metodología y cronograma de migración y despliegue en la nueva banda 410-430 MHz, asegurando la continuidad y calidad de servicio de los usuarios.

- ✓ A los operadores, realizar un plan de migración propio, ya que cada uno tiene características propias como lo son la arquitectura de red, el presupuesto disponible, el número de equipos instalados y operativos en analógico, tecnología ya implementada, funcionalidades específicas, entre otras. Esto les trae ventajas costo-beneficio favorables a largo plazo a seguir invirtiendo en redes analógicas en depreciación acelerada.

- ✓ Realizar un protocolo de pruebas y pruebas de campo que permita realizar un estudio comparativo de las tecnologías de radio comunicación móvil terrestre que actualmente desarrollan en la banda 410-430 MHz.

- ✓ Realizar un estudio de mercado y de factibilidad técnica de compatibilidad de sistemas IMT de cuarta generación en la banda 806-821 pareado con 851-866 MHz.

- ✓ Hacer uso del plan de frecuencias y rehúso en los estados obtenidos del estudio realizado, ya que los mismos fueron consecuencia de un estudio utilizando parámetros específicos como el umbral de recepción, la potencia de transmisión, ganancia de antenas, sensibilidad de los receptores, entre otros, para obtener las simulaciones de cobertura más optimistas, a fin de asegurar que no existirán problemas de interferencia entre sistemas.

Bibliografía

Cabezas, J.D. (2007). Sistemas de Telefonía (1ra Ed.) Magallanes, Madrid, España.: Paraninfo.

Delegación de la República Bolivariana de Venezuela. (2013). Opinión de la República Bolivariana de Venezuela Sobre la Recomendación CCP.II/REC.35 (XX-12) "Uso del Rango de Frecuencias 807-849 / 852-894 Mhz Para Servicios Móviles Celulares". En XXI Reunión del Comité Consultivo Permanente II. (Punto del temario: 3.2). Cali, Colombia: Radiocomunicaciones Incluyendo Radiodifusión. Recuperado el 16 de mayo de 2013, en http://www.oas.org/es/citel/Terminado/P2!R-3225_e.doc

DMR Association. (s.f.) Recuperado el 01 de agosto de 2013, en http://dmrassociation.org/

dPMR Association. (s.f.). Recuperado el 01 de agosto de 2013, en http://www.dpmr-mou.org/

Enciclopedia colaborativa en la red cubana (EcuRed). (s.f.). Radiocomunicación móvil troncalizado. Recuperado el 07 de agosto de 2013 de http://www.ecured.cu/index.php/Radiocomunicaci%C3%B3n_m%C3%B3vil_troncalizado

Espectro Radioeléctrico. (s.f). Recuperado el 02 de marzo de 2013, en http://www.conatel.gob.ve/#http://www.conatel.gob.ve/index.php/principal/espectroradiolectrico

Espectro Radioeléctrico. (2013). Recuperado el 02 de marzo de 2013, en http://www.mintic.gov.co/index.php/espectro

ETSI. (s.f.). Digital Mobile Radio (DMR). Paper recuperado en la base de datos de ETSI. Recuperado el 16 de mayo de 2013, en http://www.etsi.org/website/document/technologies/leaflets/digitalmobilradio.pdf

Faúndez Z., M. (2001). Sistemas de Comunicaciones (1ra Ed.) Barcelona, España.: Marcombo.

Industry Canada. Spectrum Management and Telecommunications Policy. SRSP-501, Issue 5: Technical Requirements for Land Mobile and Fixed Radio Services Operating in the Bands 406.1 - 430 MHz and 450 - 470 MHz, 2004.Canada. Recuperado el 19 de mayo de 2013, en http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/srsp501e.pdf/$FILE/srsp501e.pdf

Industry Canada. Spectrum Management and Telecommunications Policy. SRSP-502, Issue 4 (Currently under revision): Technical Requirements for Land Mobile and Fixed Radio Services Operating in the Bands 806-821/851-866 MHz and 821-824/866-869 MHz, 1999.Canada. Recuperado el 19 de mayo de 2013, en http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/srsp502.PDF/$FILE/srsp502.PDF

Lara, D. (2002). Sistemas Inalámbricos de Comunicación Personal (1ra Ed.) México.: Marcombo.

Ley Orgánica de Telecomunicaciones. (2011).

Malaysian Communications and Multimedia Commission (MCMC). (2010). REQUIREMENTS FOR DIGITAL TRUNKED RADIO SYSTEMS (DTRS) OPERATING IN THE FREQUENCY BAND 410 MHz TO 430 MHz. SKMM SRSP-537. (Paper). Recuperado el 19 de octubre de 2013 en la base de datos de MCMC.

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaria de Telecomunicaciones. (2008). Fija norma técnica para el uso de las bandas de

frecuencias 410,3375 - 412,8125 MHz y 420,3375 - 422,8125 MHz. Recuperado el 19 de octubre de 2013, en http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=269184

Mora M., J. (2008). Cálculo de Cobertura para el Sistema de Radiocomunicación Trunking en el Sur del Estado Anzoátegui para Comunicaciones Móviles EDC. Tesis de pregrado publicada. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. Recuperada el 22 de abril de 2013, en http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/1436/1/Jeanpaul_Mora_Trabajo_Especial_de_Grado.pdf

Motorola. (s.f.). El estándar DMR del ETSI Para radiocomunicaciones bidireccionales profesionales. Paper recuperado en la base de datos de TELCOM S.A. Recuperado el 16 de mayo de 2013, en http://www.telcomsa.es/v.3.0/esp/radio_profesional/DMR.php

Motorola. (s.f.). MOTOTRBO. Paper recuperado en la base de datos de TELCOM S.A. Recuperado el 16 de mayo de 2013, en http://www.telcomsa.es/v.3.0/esp/radio_profesional/DMR/pdfs/MOTOTRBO_IP_SITE_CONNECT_ESPANOL.pdf

Murillo, J.H. (s.f.). Normas APA. Recuperado el 02 de marzo de 2013, en http://colombia.brianur.info/normas-apa/

Planes de Frecuencia. (s.f). Recuperado el 10 de octubre de 2013, en http://conatel.gob.ve/#http://conatel.gob.ve/index.php/principal/planesdefrecuencia espectroradiolectrico

Project25 Technology Interest Group. (s.f). Recuperado el 01 de agosto de 2013, en http://www.project25.org/

Radiocommunication Sector of ITU (ITU-R). (2009). Recomendación UIT-R F.1567. Recuperado el 26 de septiembre de 2013 de la base de datos de la ITU-R.

Radiocommunication Sector of ITU (ITU-R). (1995). Recomendación UIT-R M.478-5. Recuperado el 26 de septiembre de 2013 de la base de datos de la ITU-R.

Taylor, D. (2011). DMR Market Report.Paper recuperado en la base de datos de Analysys Mason. Recuperado el 16 de mayo de 2013, en http://mason.analysysmason.com/PageFiles/23938/V01006v06%20-%20DMR%20Market%20Study%20-%20issued%20211211.pdf

The North America TETRA Forum (NATF). (2013). TETRA Technology Description. (Paper). Recuperado el 07 de agosto en la base de datos de TETRA NATF.

Vargas, S. (2012). Propuesta de un Plan de Migración para los Sistemas de Radiocomunicaciones Móviles Terrestres Troncalizados en la Banda 800MHz a Sistemas Digitales. Tesis de pregrado en vía a publicación. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

Visión General UIT. (2011). Recuperado el 02 de marzo de 2013, en http://www.itu.int/es/about/Pages/overview.aspx

Zavala T., S. (2009). Guía a la redacción en el estilo APA (6ta Ed.). Recuperado el 19 de mayo de 2013, en http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/pdf/guia_apa_6ta.pdf

¿Qué hace la UIT?. (2011). Recuperado el 02 de marzo de 2013, en http://www.itu.int/es/about/Pages/whatwedo.aspx