Diseño de Sistema de Comunicación Radio Móvil, para los funcionarios del INPEC Pereira en el Área Metropolitana (Pereira, Dosquebradas, la Virginia) y Cartago

Andrés Cardona Pérez y John A. Álvarez González

Universidad Católica de Pereira

Nota del autor

Andrés Cardona Pérez y John A. Álvarez González, Programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Católica de Pereira.

Este trabajo corresponde a Informe Final, el cual busca dar solucionar a un problema de comunicación, y a su vez diseñar un sistema de comunicación, a través de radio móvil.

La correspondencia en relación con este Informe Final debe dirigirse a Rafael Rubiano, Programa Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Católica de Pereira, Av. Las Américas. Dirección electrónica: rafael.rubiano@ucp.edu.co.

Tabla de Contenido

1. Introducción 8
2. Situación Problemática 9
3. Objetivos 11
3.1. Objetivo General 11
3.2. Objetivos específicos 11
4. Justificación. 12
5. Delimitación y/o alcances del Proyecto 13
6. Aporte práctico, teórico y viabilidad 14
6.1. Aporte práctico 14
6.2. Aporte teórico 14
6.3. Viabilidad 15
7. Antecedentes 17
8. Marco Teórico 22
..... 30
9. Marco Jurídico uso del Espectro (MinTIC) 32
9.1. Tramite de Gestión ante las TIC 32
9.1.1. Descripción 32
9.1.2. Requisitos Generales 32
9.1.3. Normatividad. 36
10. Marco Legal para el Uso de las Telecomunicaciones en el INPEC 41
11. Informe actual de las Telecomunicaciones del EPMCS ERE Pereira 43
12. Desarrollo Metodológico de Trabajo 44
12.1. Desarrollo 45
12.2. Antena de 8 dipolos "Omnidireccional" 45
12.3. Patrón de Radiación Omnidireccional. 48
12.4. Radio Motorola Pro3100 49
12.5. Radio móvil Motorola EP450L. 55
12.6. Duplexor 57
12.7. Software. 58
Diseño Esquemático Antena Repetidora 59

Diseño Circuito Antena Repetidora. 59
Integración e Instalación de los Equipos. 60
Coordenadas. 62
Altura 62
Permisos 62
13. Estudio ubicación geográfica sitios propuestos 63
13.1. Mapa de zona geográfica de los sitios propuestos 63
13.2. Zona Geográfica entre Repetidora – Pereira 64
13.2.1. Zonas de Fresnel Pereira. 65
Fig. 38. Topología y Geografía entre Antena Repetidora y Dosquebradas. Google Earth Pro. 66
13.3.1. Zonas de Fresnel Dosquebradas. 66
13.4. Zona Geográfica entre Repetidora – La Virginia 67
13.4.1. Zonas de Fresnel entre Repetidora y la Virginia. 68
13.5. Pereira Repetidora y Cartago. 68
13.5.1. Zonas de Fresnel entre Repetidora Cartago. 69
14. Pruebas 70
14.1. Descripción general de las pruebas. 70
14.1.1. Pruebas Pereira. 73
14.1.2. Pruebas Dosquebradas. 79
14.1.3. Pruebas La Virginia y Cartago. 82
15. Ventajas de integrar Repetidora al Sistema de Comunicación para el EPMSC ERE - Pereira 94
Conclusiones 95
Referencias 96
Anexo A. Marco Jurídico uso del Espectro INPEC 100
Anexo B. Resolución 003539 del 30 de agosto de 2013 101
Anexo C. Sitios autorizados para el INPEC Res. 021911 102
Anexo D. Sitios Autorizados. MINTIC – INPEC. 103
Anexo E. Solicitud Inventario. Oficina de Sistemas y Telecomunicaciones INPEC PEREIRA. 104
Anexo F. Respuesta oficio. Oficina de Sistemas y Telecomunicaciones INPEC PEREIRA. 105
Anexo G. Inventario Sistema de Comunicación de Radio EPMSC- Pereira. 106

Lista de Tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades. 44
Tabla 2 . Formato de Protocolo de pruebas realizadas. 71
Tabla 3. Protocolo de pruebas Pereira. 79
Tabla 4. Protocolo de pruebas Dosquebradas. 81
Tabla 5. Protocolo de pruebas Virginia. 90
Tabla 6. Protocolo de pruebas Cartago. 93

Lista de Figuras

Fig. 1. Posición geográfica Centro Carcelario Pereira 21
Fig. 2. Posición zona urbana Centro Carcelario Pereira. 21
Fig. 3.Tabla de Frecuencias del Espectro Electromagnético. 23
Fig. 4. Fórmula genérica para el cálculo de las zonas de Fresnel. 25
Fig. 5. Elipsoides de zona de Fresnel. 26
Fig. 6. Ruta de vista libre de zona de Fresnel. 27
Fig. 7. Irradiación de Onda. 28
Fig. 8. Dipolo doblado o Plegado. [16] 29
Fig. 9. Geometría o modos de Funcionamiento Dipolo doblado o Plegado. 30
Fig. 10. Formato básico de solicitud. MINTIC. [18] 33
Fig. 11. Formato Ficha técnica de equipos. 35
Fig. 12. Resolución 2118 del 2011 39
Fig. 13. Resolución 917 del 2015 40
Fig. 14 Antena de 8 Dipolos. 46
Fig. 15 Formula del Dipolo Doblado 47
Fig. 16. Antenas omnidireccionales. 48
Fig. 17. Patrón de radiación, vertical y horizontal. 49
Fig. 188. Patrón de radiación, vertical y horizontal. 49
Fig. 19. Radio base Motorola 3100. 50
Fig. 20. Características Radio Motorola PRO3100™. 51
Fig. 21. Ficha técnica radio PRO 3100. 52
Fig. 22. Rib Cable de Programación Motorola 3100. 53
Fig. 23. Interfaz de configuración en RX para Radio Motorola PRO 3100. 54
Fig. 24. Interfaz de configuración en TX para Radio Motorola PRO 3100. 54
Fig. 25. Radio Portátil EP450 sin pantalla (16 Canales). 55
Fig. 26. Ficha técnica radio Motorola portátil EP450 Radio Portátil. 56
Fig. 27. Cable Rib de Programación Radio Motorola Ep450. 57
Fig. 28. Duplexor. RADIOPRO.RU. 57
Fig. 29. Esquema de Diseño Antena Repetidora. 59
Fig. 30. Esquema de Diseño Circuito Antena Repetidora. 59
Fig. 31. Integración de la Repetidora. 60
Fig. 32. Instalación Radios Motorola PRO 3100. 60
Fig. 33. Etapa final de la instalación de la Repetidora. 61
Fig. 34. Antena Repetidora. 61
Fig. 35. Mapa sitios propuestos. Sistema de Comunicación Radio Móvil INPEC - Pereira. 63
Fig. 36. Topología y Geografía entre Antena repetidora y Pereira. 64
Fig. 37. Zona de Fresnel entre Antena repetidora - Cárcel de varones de Pereira. 65
Fig. 38. Topología y Geografía entre Antena Repetidora y Dosquebradas. 66
Fig. 39. Zona de Fresnel entre Antena repetidora CAM - Dosquebradas. 66
Fig. 40. Topología y Geografía entre Antena Repetidora y Virginia. 67
Fig. 41. Zona de Fresnel entre Antena repetidora La Virginia. 68
Fig. 42. Topología y Geografía entre Antena Repetidora y Cárcel Las Mercedes Cartago. 69
Fig. 43. Zona de Fresnel entre Antena repetidora - Cárcel las Mercedes Cartago. 69
Fig. 44. Analizador de espectro Protek A734. 70

Fig. 45. Prueba para TX en frecuencia de 442.000 MHz. Analizador de espectro Protek A734..... 71
Fig. 46. Prueba para RX en frecuencia de 447.000 MHz. 73
Fig. 47. Prueba1. Ruta del EPMSC-Pereira hasta el H.U.S.J. 73
Fig. 48. Prueba1. Pereira para TX. H.U.S.J. 74
Fig. 49. Prueba1. Pereira para RX. H.U.S.J. 74
Fig. 50. Prueba1. Clínica Mental Instituto Nervioso. 75
Fig. 51. Prueba 2. Pereira para TX. Clínica Sistema Nervioso. 75
Fig. 52. Prueba 2. Pereira para RX. Clínica Sistema Nervioso. 76
Fig. 53 Prueba 3 Ruta entre EPMSC Pereira y Hospital Mental. 76
Fig. 54. Prueba 3. Para TX. Homeris 77
Fig. 55. Prueba 3. Para RX. Homeris. 77
Fig. 56. Prueba para TX entre Pereira y el EPMSC-Pereira..... 78
Fig. 57. Prueba para RX entre EPMSC-Pereira. y el H.U.S.J. 78
Fig. 58. Prueba Única. Entre EPMSC-Pereira y CAM Dosquebradas. 79
Fig. 59. Prueba Única. Entre EPMSC-Pereira y CAM Dosquebradas. Para TX. 80
Fig. 60. Prueba Única. Entre EPMSC-Pereira y CAM Dosquebradas. Para RX..... 80
Fig. 61. Prueba para TX y RX entre Pereira y el CAM - Dosquebradas. 81
Fig. 62. Pruebas EPMSC- Pereira y la Virginia..... 82
Fig. 63. Prueba 1. Carulla para TX. 83
Fig. 64. Prueba 1. Carulla para RX. 83
Fig. 65. Prueba 1. Carulla. 84
Fig. 66. Prueba 2. Cerritos para TX..... 84
Fig. 67. Prueba 2. Cerritos para RX. 85
Fig. 68. Prueba 2. Cerritos. 85
Fig. 69. Prueba 3. Virginia para TX. 86
Fig. 70. Prueba 3. Sede la Virginia para RX. Protek A734. 86
Fig. 71. Prueba 3. Sede Judicial La Virginia. 87
Fig. 72. Prueba 4. Alterna para TX. 87
Fig. 73. Prueba 4. Alterna Glorieta la Virginia hacia Cartago para RX. 88
Fig. 74. Prueba 4. Glorieta La Virginia hacia Cartago 88
Fig. 75. Prueba para TX entre Virginia y el EPMSC-Pereira. 89
Fig. 76. Prueba para RX entre Pereira y el municipio de la Virginia. 89
Fig. 77. Prueba Única EPMSC- Pereira y EPMSC Cartago..... 90
Fig. 78. Prueba1 Cartago para TX. 91
Fig. 79. Prueba1 Cartago para RX. 91
Fig. 80. Prueba1 INPEC Cartago. 92
Fig. 81. Prueba para TX y RX entre Pereira y el EPMSC-Cartago. 92

RESUMEN

Este proyecto está dirigido a la investigación de los procesos de implementación de las telecomunicaciones. Surge con el fin de solucionar una problemática que presenta el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario INPEC Pereira, que puede resumirse en fallas de la red de comunicación radio móvil. El objetivo es diseñar un sistema de comunicación de radio que permita solucionar esta necesidad, con el fin de reducir las estadísticas de fugas de personas privadas de la libertad P.P.L. y en segunda instancia, optimizar los costos que conllevan no aplicar el debido uso de las telecomunicaciones toda vez que se realizan procesos de manera repetitiva, otorgando más tiempo a actividades propias de la organización, optimizando el talento humano de los funcionarios.

Palabras claves: Radio Móvil, Sistema de Comunicación, telecomunicaciones

ABSTRACT

This project is aimed at the investigation of the processes of implementation of telecommunications. It arises in order to solve a problem presented by the National Penitentiary and Prison Institute INPEC Pereira, which can be summarized in the failures of the mobile radio communication network. The objective is to design a radio communication system that allows to solve this need, in order to reduce the leakage statistics of people deprived of freedom P.P.L. and secondly, to optimize the costs that entail not applying the proper use of telecommunications whenever processes are carried out repetitively, giving more time to the organization's own activities, optimizing the human talent of the employees.

Keywords: Radio Movile, Communication system, Telecommunications

1. Introducción

En el siguiente documento encontraremos el panorama del sistema de comunicación a través de radio con el que cuenta el Establecimiento Penitenciario de Mediana Seguridad y Carcelario de Reclusión Especial de Pereira EPMSCERE-PER para el desarrollo de sus actividades cotidianas, al igual que la problemática que presentan en temas de telecomunicaciones en general, por medio del cual, se realizará un diseño que permita dar una pronta solución, con el apoyo de los equipos con los que cuenta este centro de reclusión, donde se permita establecer un enlace de manera permanente y con una cobertura en la zona metropolitana de Risaralda (Pereira, Dosquebradas, la Virginia) y Cartago. Teniendo en cuenta y respetando el marco jurídico que dicta el Ministerio de las TIC y la Agencia Nacional de Espectro para el territorio Nacional en Colombia. Por lo tanto, se hará uso de tecnología y recursos destinados para el presente proyecto, por parte de este centro de reclusión, o en su defecto por los desarrolladores del mismo, que de acuerdo a los antecedentes presentes en temas de telecomunicaciones, se tendrá en cuenta como material de apoyo para el diseño y funcionamiento del sistema todos aquellos relacionados con el uso del espectro radioeléctrico, y en base a estos antecedentes, se diseñara antena repetidora de radio, la cual será instalada en el alto el nudo de Dosquebradas con el propósito único de mejorar la comunicación para todos los funcionarios del EPMSCERE-PER, efectuando posteriormente pruebas, con el fin de medir los niveles de potencia que permitan indicar la viabilidad del proyecto en sí. No sin antes tener en cuenta que, el producto final, pretende demostrar y justificar ante el Inpec en general la instalación de un sistema de comunicación completamente estructurado digital y que brinde los protocolos de seguridad necesarios que permita interconectar con otras entidades del estado y así optimizar recursos tanto económicos como logísticos.

2. Situación Problemática

En la actualidad el Establecimiento Penitenciario de Mediana Seguridad y Carcelario de Reclusión Especial de Pereira EPMSCERE-PER, no cuenta con un medio de comunicación efectivo, que permita reportar novedades, acontecimientos o hechos que acontecen durante la prestación de cualquier servicio de custodia y vigilancia, dentro y fuera del centro de reclusión. Esto debido a la falta de infraestructura adecuada (torres, antenas, radios base, repetidora, multiplexor, etc) y además elementos necesarios que permitan establecer una comunicación mucho más amplia y confiable. Teniendo en cuenta, que los radios móviles con los que se operan a pesar de su gran capacidad en distancia para transmitir, éstos se ven reducidos debido a factores como:

- Ubicación del centro de reclusión.
- Infraestructura urbana o de la ciudad que no permite que el espectro radioeléctrico no tenga pérdidas considerables entre un punto de comunicación y otro.

Dichos elementos se observan como problemática que requiere de una solución inmediata, por las novedades ya ocurridas durante el transcurso de los últimos 10 años, donde se ha podido evidenciar claramente la falta de esta herramienta de trabajo para los funcionarios del INPEC del Área Metropolitana Centro Occidente (Pereira, Dosquebradas), la Virginia y Cartago. Además, debido a la falta de implementación de un adecuado sistema de comunicación, ha generado situaciones que afectan la seguridad de los funcionarios del INPEC y de la misma comunidad.

A continuación se relacionan algunos hechos ocurridos:

- 22 agosto de 2009, fuga del interno José Libardo Muchelli condenado a 25 años de prisión de la Clínica PIO XII de Pereira.
- 6 junio de 2012, fuga del interno Jorge Mauricio Bustamante del segundo piso del Palacio de Justicia de Pereira.
- 19 de marzo de 2013, fuga del interno Julián López Correa condenado a 35 años de prisión quien se encontraba hospitalizado desde hacía 8 días en el Hospital Universitario San Jorge de Pereira.

- 7 de septiembre de 2016, fuga del interno Jorge Adrián Bohórquez Tabares, condenado a 18 años de prisión, quien se encontraba en cita médica en el Hospital Universitario San Jorge de Pereira.

En síntesis, estas son algunas de las situaciones, de las cuales los funcionarios del INPEC se ven involucrados en su cotidianidad en este centro de reclusión, donde dichas novedades son reportadas de manera inoportuna y a destiempo de los hechos. Por lo tanto, la reacción y el apoyo prestado por los funcionarios y demás autoridades competentes terminan siendo en vano.

Pregunta de investigación

Dado las diferentes situaciones de comunicación interna a través de radio, que se presentan entre los funcionarios del INPEC, en el Área Metropolitana Centro Occidente (Pereira, Dosquebradas), La Virginia y Cartago se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo mejorar el sistema de comunicación a través de radio móvil para los funcionarios del INPEC Pereira en el Área Metropolitana Centro Occidente (Pereira, Dosquebradas, Virginia), y Cartago?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de comunicación radio móvil, para los funcionarios del INPEC Pereira, en el Área metropolitana (Pereira, Dosquebradas, la Virginia) y Cartago.

3.2. Objetivos específicos

1. Realizar estudio técnico del estado actual de los equipos (radios portátil y radios base según inventario del establecimiento carcelario).
2. Determinar ubicación para la cobertura de los sitios propuestos, realizando estudio de la ubicación del centro de reclusión e infraestructura urbana y área rural.
3. Efectuar cálculos pertinentes de potencia, zonas de cobertura, zonas de fresnel.
4. Realizar pruebas y conclusiones.

4. Justificación.

Este proyecto está dirigido a la investigación de los procesos de implementación de las telecomunicaciones. Surge con el fin de solucionar una problemática que presenta el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario INPEC Pereira, que puede resumirse en fallas de la red de comunicación radio móvil. El objetivo es diseñar un sistema de comunicación de radio que permita solucionar esta necesidad, con el fin de reducir las estadísticas de fugas de personas privadas de la libertad P.P.L. y en segunda instancia, optimizar los costos que conllevan no aplicar el debido uso de las telecomunicaciones toda vez que se realizan procesos de manera repetitiva, otorgando más tiempo a actividades propias de la organización, optimizando el talento humano de los funcionarios.

5. Delimitación y/o alcances del Proyecto

Delimitación: En este proyecto se realizará el respectivo estudio técnico y funcional de los equipos que conforman el sistema de comunicación a través de radio móvil para los funcionarios del INPEC Pereira, con el fin de llevar a cabo el diseño e implantación de antena repetidora, utilizando tecnología análoga que permita establecer un enlace permanente en el Área Metropolitana de Risaralda y el municipio de Cartago, con una cobertura que dependerá de la potencia máxima para operar en las frecuencias permitidas y autorizadas por MINTIC a través de la resolución 003539 que expidió el INPEC en el 2013 el cual cuenta con una vigencia hasta el 2022.

El objeto de la investigación pretende demostrar a través de la tecnología ya mencionada, una solución transitoria, proponiendo una infraestructura a escala para operar estas funciones de telecomunicaciones por medio de radio móvil y mediante el debido uso del espectro radioeléctrico.

Alcance: Estará dado de acuerdo al apoyo logístico y económico prestado por el Inpec-Pereira, o equipo de desarrollador, además, hasta donde los demás organismos del estado permitan la implantación del proyecto, en base a que se solicitara permiso para el uso de infraestructura como objeto de estudio y diseño.

De acuerdo a esto, es necesario llevar a cabo un proceso para que la propuesta de la implementación del proyecto sea revisado por el USPEC y a su vez, de acuerdo al valor del mismo, se determine si es viable la ejecución y hasta qué punto se puede ejecutar.

6. Aporte práctico, teórico y viabilidad

6.1. Aporte práctico

El proyecto está dirigido a la solución en temas de telecomunicaciones del EPMSCERE-Pereira para los funcionarios en general, apoyando los procesos que dependen del estricto cumplimiento a entidades gubernamentales y de la misma institución respecto a los traslado de Personas Privadas de la Libertad PPL a los diferentes despachos judiciales de la ciudad, al igual que la remisiones a centros asistenciales de salud. Por consiguiente esta herramienta tecnológica será de gran ayuda para el desarrollo óptimo de las actividades propias del servicio del INPEC PEREIRA.

6.2. Aporte teórico

El estudio para la implementación de un sistema de comunicación entre los funcionarios del INPEC Pereira en el Área Metropolitana Centro Occidente (Pereira, Dosquebradas), la Virginia y Cartago, es una parte de los avances tecnológicos que permite la fusión de servicios, métodos, técnicas y a su vez las TIC´S. La tecnología implementada para este tipo de actividades ha cambiado drásticamente, proporcionando soluciones a los diferentes problemas que se puedan presentar, como actualmente sucede al interior del INPEC Pereira.

Dado a que el presente proyecto trata de un sistema de comunicación análogo, se propone para el mejoramiento de este prototipo, diseño digital el cual permita incorporar protocolos de seguridad con fin de salvaguardad la información, es por esta razón que durante el proceso del presente proyecto se dará a conocer el diseño de principio a fin, con el objetivo de brindar herramientas a futuros proyectos que permitan esclarecer dudas acerca del mismo.

Uno de los ejes principales en el estudio a desarrollar, es conocer y determinar el tipo de tecnología a implementar, los dispositivos a usar y el alcance de los mismos para transmitir y recepcionar el mensaje. ya que es necesario que la comunicación y el enlace, se forma permanente, con el fin de dar solución a las diferentes situaciones que se puedan presentar.

6.3. Viabilidad

A pesar que el proyecto propuesto busca dar solución a una problemática que afecta el desarrollo adecuado de las actividades que se llevan a cabo al interior del INPEC Pereira, no se cuenta con los recursos suficientes para el desarrollo e implementación del mismo. Pero sí cuenta con el visto bueno de la Dirección del EPMSC (Establecimiento Penitenciario de Mediana Seguridad y Carcelario) de Pereira y DRVC (Dirección Regional Viejo Caldas) del INPEC.

La aprobación del presupuesto para la ejecución del proyecto depende de una rama del INPEC, que es la encargada de manejar los recursos financieros de la institución, y es la Unidad de Servicios Penitenciarios y Carcelarios USPEC, es la entidad que se encarga de administrar los recursos del INPEC. [1]

Según la USPEC, algunas de sus funciones son:

- Desarrollar e implementar planes, programas y proyectos en materia logística y administrativa para el adecuado funcionamiento de los servicios penitenciarios y carcelarios que debe brindar la Unidad de Servicios Penitenciarios y Carcelarios - USPEC al Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario - INPEC.
- Definir, en coordinación con el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario - INPEC, los lineamientos que en materia de infraestructura se requieran para la gestión penitenciaria y carcelaria.
- Administrar fondos u otros sistemas de manejo de cuentas que se asignen a la Unidad para el cumplimiento de su objeto.
    - Adelantar las gestiones necesarias para la ejecución de los proyectos de adquisición, suministro y sostenimiento de los recursos físicos, técnicos y tecnológicos y de infraestructura que sean necesarios para la gestión penitenciaria y carcelaria. [1]

Sin embargo el desarrollo e implementación del proyecto se ejecutará con los elementos con los que actualmente cuenta este centro de reclusión para efectos de demostrar su funcionalidad y beneficios para todos los funcionarios del INPEC Pereira.

7. Antecedentes

De acuerdo a la naturaleza del trabajo propuesto, se evidencian diferentes tipos de tecnología que se han implementado para lograr una comunicación efectiva en algunas organizaciones a nivel nacional, las cuales han permitido mejorar el cumplimiento de las labores que desarrollan y ser más eficientes en todo aspecto.

Algunos ejemplos de ellas son:

Policía Nacional Colombiana.: esta es una institución que ha tenido una gran inversión en tecnología, con el fin de ser más efectivos en el cumplimiento de los objetivos, como minimizar inseguridad, delincuencia, lucha contra bandas criminales, terrorismo, entre otras. **[**2]

Red de apoyo y comunicaciones: Es una alianza estratégica que busca contribuir al mejoramiento de la seguridad ciudadana mediante un trabajo conjunto entre empresas, instituciones, entidades con la policía nacional, a través de medios de comunicación previamente establecidos (radios o avanteles).

Es una estrategia efectiva contra los delitos de homicidio, delitos personales, hurtos a vehículos y personas (atracos).

Contrarresta las causas facilitadoras que genera los delitos y contravenciones. [3]

Red de Apoyo y Solidaridad Ciudadana (RASCI): La Red de Apoyo y Solidaridad Ciudadana, fue creada por el Gobierno Nacional, con el propósito de enlazar los servicios de vigilancia y seguridad privada con la Policía Nacional, para prevenir y evitar la comisión de delitos. [4]

Esta red ha venido mostrando resultados positivos en todo el país, mediante el suministro de información a la Policía Nacional, lo que ha permitido desde la captura de delincuentes y la recuperación de vehículos hurtados, hasta la incautación de drogas y la oportuna participación de las autoridades para evitar actos terroristas. Otro de los efectos positivos de la red, es el mejoramiento de la percepción de seguridad por el vínculo efectivo y visible que existe, entre los guardas de seguridad y los miembros de la institución policial.

¿Dónde y cómo funciona?

Actualmente la Red de Apoyo y Solidaridad Ciudadana la integran 44 coordinaciones en unidades desconcentradas de la Policía (Comandos de Metropolitanas y Departamentos de Policía), donde existen servicios de vigilancia y seguridad privada, bajo la supervisión de oficiales y suboficiales coordinadores de este programa, quienes interactúan de manera permanente con los delegados de los servicios vigilados.

Su funcionamiento es sencillo y efectivo: cuando se presenta algún acontecimiento que altere la seguridad ciudadana, los guardas que se encuentran en cada uno de los puestos de servicio a los que fueron asignados (sectores residencial, comercial, empresarial, bancario, u otros), se comunican con el radio-operador de su empresa de vigilancia, quien valida la información y se comunica con la central de la Policía (CAD), enviando las patrullas de vigilancia de policía para la atención del caso.

Red de aliados para la prosperidad: Es una alianza estratégica entre la Policía Nacional y los diferentes gremios, empresas públicas y privadas, para el mejoramiento de la seguridad ciudadana, donde se permite la integración de una serie de sistemas de comunicación que contribuyen al fortalecimiento de las condiciones de seguridad en determinadas áreas o entornos del territorio nacional. [5]

¿Qué ventaja tiene para una comunidad una red de aliados?

Tener la oportunidad más directa y concreta con el servicio de Policía, una comunicación inmediata y expedita, poder generar información más confiable, veraz y oportuna a través de ese intercambio de información en tiempo real, que permita contrarrestar y prevenir muchos de los fenómenos de criminalidad que afecta la seguridad y convivencia ciudadana.

¿Cuáles son las líneas de acción de la red de aliados?

Capacitación a todos los ciudadanos para que actúen de la manera más apropiada en la contribución de la seguridad. Comunicación más rápida y oportuna.

Generar proyectos especiales que permitan a través de la tecnología y diferentes actividades poder generar entornos y acciones para el mejoramiento de la seguridad ciudadana.

¿Quiénes pueden hacer parte de la red de aliados?

Personas naturales y jurídicas, gremios, asociaciones, instituciones, empresas y todas aquellas personas que quieran con su vocación de servicio hacer parte de la contribución a la seguridad de todos los colombianos.

¿Qué recomendaciones se pueden brindar a los ciudadanos para conformar una red de aliados?

La red de apoyo es una herramienta de cooperación para la seguridad y convivencia ciudadana en la medida que cada ciudadano se convierta en un aliado, se podrán contrarrestar muchos de los delitos que afectan la seguridad de nuestro país.

Red eLTE: A inicios de este mes Huawei anunció el desarrollo de la primera prueba de red eLTE en el país, la cual sería realizada con la Policía Nacional, formando parte de las soluciones de comunicaciones del Centro de Mando y Control Unificado que fue inaugurado el pasado 7 de abril de 2016 en la ciudad de Villavicencio. [6]

Esta solución eLTE, basada en tecnología LTE avanzada, permite la comunicación por radio a través de banda ancha, servicios de datos, voz, video vigilancia, comunicaciones de emergencia, entre otros, en una sola red privada dedicada al uso de la fuerza pública. Así mismo, esta red cuenta con tasas de descarga de 100Mbit/s y transmisión de baja latencia, lo que permite la implementación de una amplia variedad de servicios con los que actualmente no cuenta la fuerza pública en el país, ya que las redes de comunicación sobre las que se apoya actualmente la operación están basadas en tecnología de voz.

Este proyecto, que se desarrolla con apoyo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a través de la Agencia Nacional del Espectro, cuenta inicialmente con dos radio bases que cubren el 50% de la ciudad de Villavicencio y diferentes terminales para uso de la Policía, que permiten la transferencia de datos, video, voz y trunking (aplicaciones privadas).

La solución eLTE de Huawei es la primera a nivel mundial en combinar el despacho de voz y video en una red de banda ancha móvil y trunking profesional. La multinacional ha desplegado más de 100 soluciones que para ciudades seguras en 30 países, sirviendo a más de 400 millones de personas alrededor del mundo. [35]

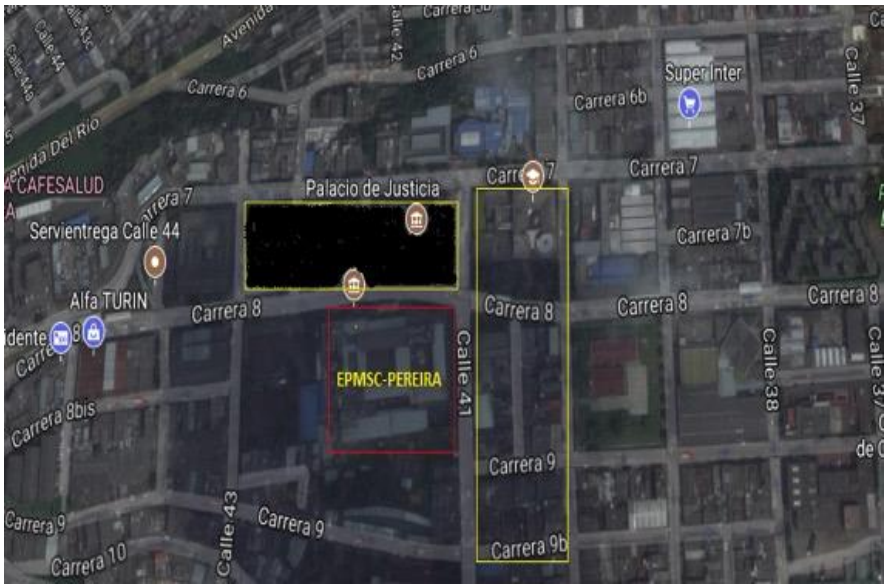
Metodología de desarrollo del Proyecto

El desarrollo de este proyecto utilizará la metodología propia de la investigación documental, del estudio de casos, de técnicas de análisis comparativo y de síntesis de comparaciones. Con base en que:

- Se producirá un levantamiento de la información de lo que actualmente se implementa para la comunicación entre los funcionarios del INPEC del Área Metropolitana Centro Occidente de Pereira y los municipios de Dosquebradas, la Virginia y Cartago. Adicionalmente, los recursos con los que cuenta la institución y la representación de requerimientos usuales en el marco de la Ingeniería de Requisitos IR. [8]
- Para dicha implementación del proyecto se estudiará la respectiva documentación y marco legal de acuerdo al uso del espectro radioeléctrico y de las telecomunicaciones de los entes gubernamentales en Colombia, lo cual garantizará el debido cumplimiento según lo dispuesto por el MINTIC.
- Para la revisión técnica de los equipos que operan en la actualidad para dicho proyecto del EPMSC-PEREIRA "Establecimiento de Mediana Seguridad y Carcelario de Pereira", se realizará mediante solicitud por escrito, conservando el debido conducto regular elevada a la dirección del establecimiento y a la oficina de sistemas y telecomunicaciones, con el fin de tener un censo de los equipos que reúnen las condiciones físicas y operativas que permitan la facilidad del desarrollo de las diferentes actividades de trabajo. De lo contrario se pedirá dar de baja a los equipos o elementos que no presenten ninguna funcionalidad o se encuentren dañados.
- Una vez hecha la revisión técnica de la totalidad de los equipos, se configura el canal y frecuencia de acuerdo a lo dispuesto por el MINTIC, mediante resolución 0003539 del 30 agosto del 2013, para posteriormente realizar las respectivas pruebas de operatividad de la frecuencia y canales configurados.
- La ubicación geográfica del EPMSC - Pereira, se puede determinar claramente que ésta se encuentra en el interior de la ciudad, factor a considerar, teniendo en cuenta la infraestructura o edificaciones que superan en altura el Centro de Reclusión, como lo es el Palacio de Justicia, Fiscalía y demás predios vecinos que cubre en gran parte dos manzanas completas Fig. 1 y 2.

De acuerdo a las anteriores consideraciones, esto genera dificultades para establecer enlace de comunicación a través de radios móvil, debido a que los predios impiden un amplio uso del espectro radioeléctrico. Por tal motivo, no es posible la implantación de una antena repetidora en el mismo Centro Carcelario. Esto debido a su posición geográfica.

Fig. 1. Posición geográfica Centro Carcelario Pereira



Fuente: Google Earth Pro

Fig. 2. Posición zona urbana Centro Carcelario Pereira.

Fuente: Elaboración Propia

8. Marco Teórico

El INPEC : Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, fue creado en diciembre de 1992, El Sistema Nacional Penitenciario y Carcelario está integrado por el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, como establecimiento público adscrito al "Ministerio de Justicia y del Derecho" con personería jurídica, patrimonio independiente y autonomía administrativa; por todos los centros de reclusión que funcionan en el país, por la Escuela Penitenciaria Nacional y por los demás organismos adscritos o vinculados al cumplimiento de sus fines. [9]

El EPMSCERE-PEREIRA: se conoce como el inmueble donde funciona el EPMSC de Pereira, fue entregado en donación por el Departamento de Caldas al recién creado Departamento de Risaralda el 5 de mayo de 1971. Según escritura No. 382 el 23 de marzo 1939, se protocolizó el acto en la notaría segunda de Pereira por valor de $ 12.738 (doce mil setecientos treinta y ocho pesos) donde las señoras Elvira, Esther y Dolores Posada Toro, venden estos terrenos al Departamento de Caldas. La institución llevo el nombre de Cárcel del Distrito Judicial de Pereira hasta el año 2002, y comúnmente conocida como “La Cuarenta”, debido a que en el momento de su construcción el trazado de calles sólo llegaba hasta allí (Calle 40), este hecho se quedó en la mente de los Pereiranos. [10].

Cuando Planeación Municipal efectuó el delineado de las calles y carreras debido al crecimiento poblacional de esta ciudad, le correspondió al Establecimiento Carcelario el actual, que corresponde a las calles 41 y 42 entre carreras 8º y 9º. Según Resolución No. 1288 de mayo 09 de 2002, por medio de la cual se modifica, se aclara y se adiciona unos artículos de la resolución 01139 de 26 de abril de 2002: “Por medio de la cual se clasifican y se determinan las categorías de los establecimientos de reclusión”. Este establecimiento se designó como Centro de Reclusión de Pereira. En diciembre de 2002, llega la resolución 3786 de noviembre 25 de 2002 mediante la cual se resuelve la reglamentación aplicable a los centros especiales de reclusión. Este establecimiento fue designado por la Dirección Regional Viejo Caldas para asumir esta categoría. Se destinó el patio No. 1 como establecimiento de Reclusión Especial (E.R.E) para albergar la población contemplada en el artículo 29 de la ley 65 de 1993. Para acatar el cumplimiento de la sentencia T-153/98 la Dirección General, Asuntos Penitenciarios y Oficina de Planeación del

INPEC, en coordinación con las Direcciones Regionales estableció la clasificación de los Establecimientos Carcelarios. La cárcel de Pereira fue clasificada como mixta, y debe albergar internos sindicados y condenados.

Actualmente esta institución recibe el nombre de ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO DE MEDIANA SEGURIDAD Y CARCELARIO DE PEREIRA (EPMSCPEI). Desde el año de 1996, en este establecimiento carcelario solo se ha presentado un amotinamiento de relevancia el día 29 de noviembre de 1999 en el patio número 4, a las 07:30 horas aproximadamente, cuando la totalidad de internos de dicho patio opusieron resistencia al conteo y a la requisa porque le fue decomisado al interno Fidel Antonio Rodríguez Vargas (líder del patio) armas de fabricación carcelaria y alucinógenos. La protesta tuvo una duración de seis horas, desde las 09:00 a.m. a las 15:00 horas de la tarde, por medio de la Defensoría del Pueblo y la Personería se logró volver a la normalidad. Hasta el momento no se ha presentado situaciones semejantes.

En la actualidad el ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO DE MEDIANA SEGURIDAD Y CARCELARIO DE PEREIRA (EPMSCPEI), utiliza frecuencias de radio, dentro del espectro de frecuencias como se aprecia en la siguiente tabla:

Fig. 3.Tabla de Frecuencias del Espectro Electromagnético.

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas métricas para las bandas
4	VLF	3 a 30 KHz	Ondas miriamétricas	B.Mam
5	LF	30 a 300 KHz	Ondas kilométricas	B.km
6	MF	300 a 3000 KHz	Ondas hectométricas	B.hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B.dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B.m
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas	B.dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B.cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B.mm
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas	

Fuente: ANE [11]

Espectro Radioeléctrico: Se trata del medio por el cual se transmiten las frecuencias de ondas de radio electromagnéticas que permiten las telecomunicaciones (radio, televisión, Internet, telefonía móvil, televisión digital terrestre, etc.), y son administradas y reguladas por los gobiernos de cada país. [12]

Las frecuencias del espectro electromagnético usadas para los servicios de difusión y servicios móviles, de policía, bomberos, radioastronomía, meteorología y fijos, no es un concepto estático, pues a medida que avanza la tecnología se aumentan (o disminuyen) rangos de frecuencia utilizados en comunicaciones, y corresponde al estado de avance tecnológico.

Banda UHF: en este rango de frecuencia, se ubican las ondas electromagnéticas que son utilizadas por las compañías de telefonía fija y telefonía móvil, distintas compañías encargadas del rastreo satelital de automóviles y establecimientos, y las emisoras radiales como tal. Las bandas UHF pueden ser usadas de manera ilegal; si alguna persona natural u organización cuenta con la tecnología de transmisión necesaria para interceptar la frecuencia y apropiarse de ella con el fin de divulgar su contenido, que no es regulado por el gobierno. [21]

Banda VHF: También es utilizado por las compañías de telefonía móvil y terrestre y las emisoras radiales, además de los sistemas de radio de onda corta (aficionados) y los sistemas de telefonía móvil en aparatos voladores. Es una banda mucho más potente que puede llegar a tener un alcance considerable, incluso, a nivel internacional. [12]

Banda HF: Tiene las mismas prestaciones que la banda VHF, pero esta resulta mucho más "envolvente" que la anterior puesto que algunas de sus "emisiones residuales" (pequeños fragmentos de onda que viajan más allá del aire terrestre), pueden chocar con algunas ondas del espacio produciendo una mayor cobertura de transmisión. [12]

Zona de Fresnel

Se llama zona de fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética, acústica, etc, y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180º.Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta emisor y receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180º, adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360º, y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores. Interferencia por obstáculos cerca de la trayectoria de una viga (antena) de radio. Esta zona se debe determinar primero, para mantenerla libre de obstrucciones. La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de K (curvatura de la tierra) considerando que para un K =4/3 la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con K =2/3 se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel. [13]

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF, que de forma simple, es la línea recta que une los focos de las antenas transmisora y receptora.

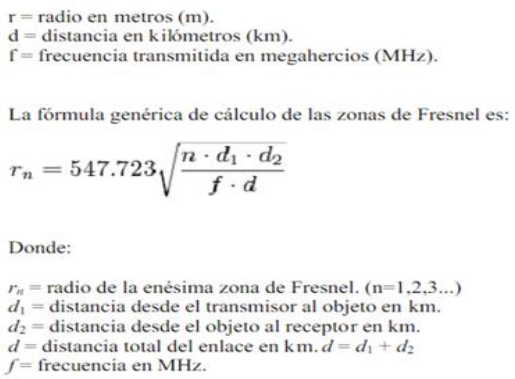
r = radio en metros (m).

d = distancia en kilómetros (km).

f = frecuencia transmitida en megahercios (MHz).

La fórmula genérica para el cálculo de las zonas de Fresnel es:

Fig. 4. Fórmula genérica para el cálculo de las zonas de Fresnel.


r = radio en metros (m).
d = distancia en kilómetros (km).
f = frecuencia transmitida en megahercios (MHz).

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$r_n = 547.723\sqrt{\frac{n \cdot d_1 \cdot d_2}{f \cdot d}}$$

Donde:

r_n = radio de la enésima zona de Fresnel. (n=1,2,3...)
d_1 = distancia desde el transmisor al objeto en km.
d_2 = distancia desde el objeto al receptor en km.
d = distancia total del enlace en km. $d = d_1 + d_2$
f = frecuencia en MHz.

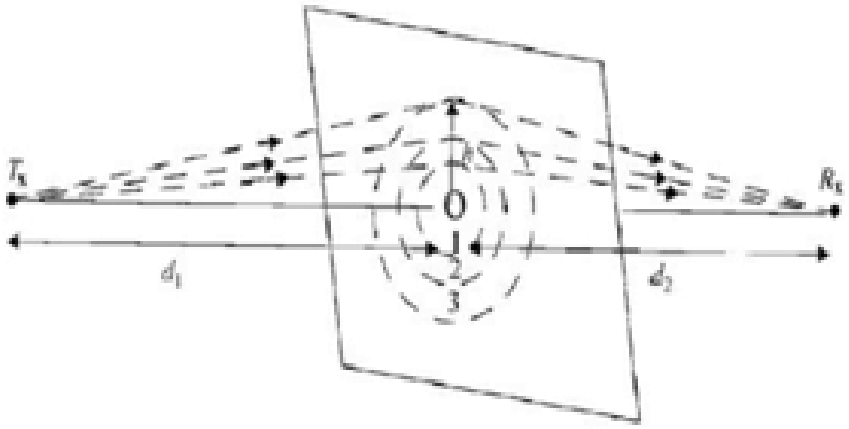
Fuente: Universidad Mesoamericana [13]

Donde h = es la altura efectiva de la pantalla. d1 = distancia de la pantalla al transmisor. d2 = distancia de la pantalla al receptor. Δ = longitud de la trayectoria en exceso.

Las zonas de Fresnel

Las zonas de Fresnel representan regiones donde las ondas secundarias tienen un exceso de recorrido, es decir recorren una distancia mayor que la línea de vista. Y son elipsoides que rodean la ruta directa de la señal (desde el transmisor hasta el receptor). El lugar geométrico de la capa exterior del primer elipsoide está ubicado de tal manera que las señales que llegan al receptor de esta manera tienen un exceso de recorrido de l/2 comparado con la ruta directa. Ver Fig. 5 y 6 La región ubicada dentro de este primer elipsoide se denomina primera zona de Fresnel Fig. *5 y 6* y ésta contiene la mayor parte de la potencia que llegará al receptor. [13]

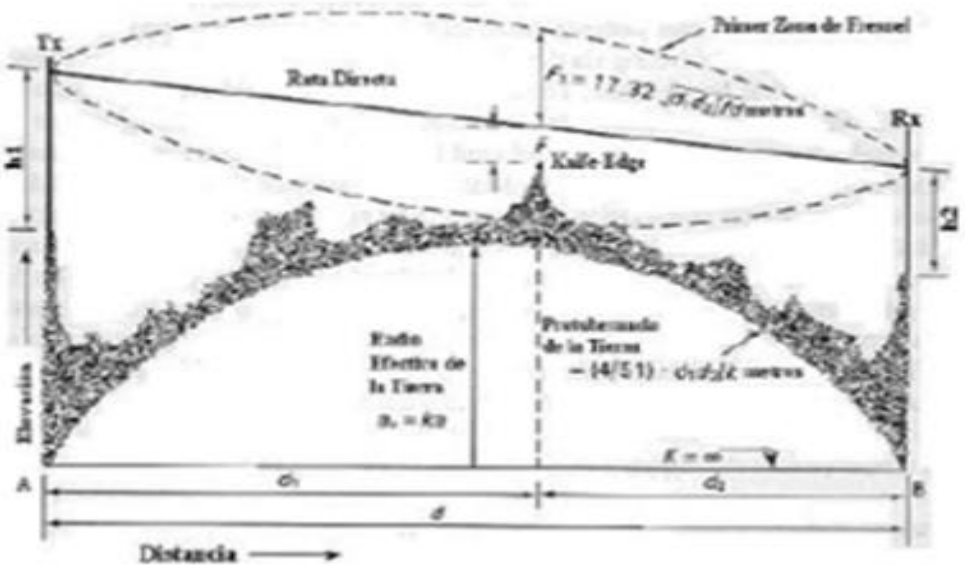
Fig. 5. Elipsoides de zona de Fresnel.



Fuente: Universidad Mesoamericana [13]

Si hay una obstrucción en el borde de la primera zona de Fresnel, la señal reflejada tenderá a cancelar a la señal de ruta directa (si es que existe). Además de la primera zona de Fresnel hay una familia de elipsoides que rodean esta primera capa.

Fig. 6. Ruta de vista libre de zona de Fresnel.



Fuente: Universidad Mesoamericana [13]

En la Fig. 5 y 6: h1 es la altura de la antena transmisora, h2 es la altura de la antena receptora, d1 es la distancia que separa al transmisor del obstáculo, d2 es la distancia que separa al receptor del obstáculo, F es la distancia de la altura por donde pasa la línea de vista y el Knife-Edge. [13]

Antena Repetidora

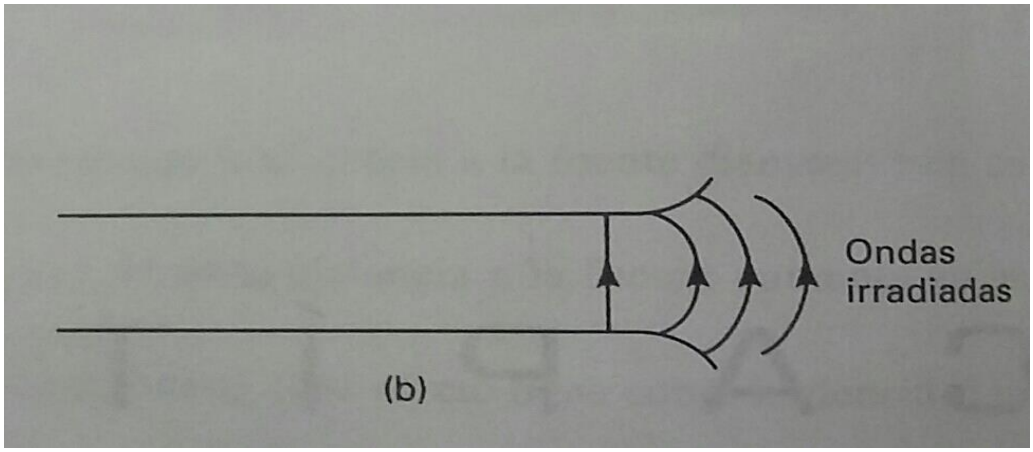
Transmisor-receptor para la comunicación móvil utilizada para convertir en ambos sentidos señales electromagnéticas en señales eléctricas.

Características Generales de Antena Repetidora

Un repetidor es un equipo electrónico que recibe señales y las retransmite. Muchos repetidores están localizados en lugares altos (montañas o edificios) de forma que sus señales de radio puedan cubrir mayores distancias sin la degradación de la señal. [14]

La energía radiada se propaga alejándose de la antena en forma de ondas electromagnéticas transversales. La eficiencia de irradiación de una línea de transmisión abierta es extremadamente baja. Es la relación de la energía irradiada entre la energía reflejada. Para irradiar más energía tan solo se aparta entre si los conductores. A la entena obtenida así, se le llama un dipolo. (Quiere decir dos dipolos) y se ve en la Fig. 7.

Fig. 7. Irradiación de Onda.



Fuente: Editorial Bonaventuriana, 2010 [14]

Estos repetidores son similares a los que se usan usualmente para comunicaciones de servicio público, la policía, bomberos, el gobierno y los militares. En ocasiones se reajustan equipos comerciales para operar como repetidores de radioaficionados, pero por lo general estos equipos se construyen usando receptores, transmisores, fuentes de poder, controladores y otros componentes. Ya existe una gran variedad de repetidores construidos por reconocidos fabricantes como por ejemplo Motorola, ICOM y otros. (Los repetidores, 2015).

Componentes de la Antena Repetidora.

A continuación, se hará una descripción detallada de los elementos que componen la antena repetidora de radio y sus características con relación al diseño que se tiene para el presente proyecto:

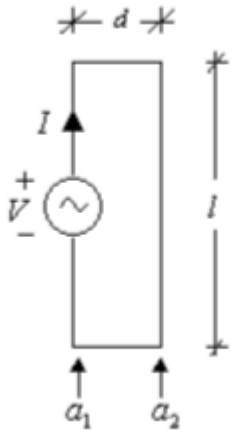
- Antena de 8 dipolos Omnidireccional.
- Radio base Motorola 3100.
- Radio móvil ep450.
- Regulador de corriente.

- Cable RG 58 unifilar y conectores.
- Duplexer.
- Batería.

Dipolo cerrado o plegado.

Esta antena consiste de dos conductores de longitud l conectados en sus extremos como se indica en la Fig. 8. Uno de los conductores es abierto en el centro y conectado a la línea de transmisión. La antena dipolo doblado tiene una resistencia de radiación de 292 ohmios y por lo tanto útil con líneas de transmisión de impedancia 300 ohmios, el cual es el nivel de impedancia común en televisión. La antena dipolo doblado por construcción tiene una línea de transmisión equivalente que actúa como stub de sintonía compensando variaciones de impedancia de la antena con la frecuencia. Así, la banda de frecuencias de operación útil, para esta antena es mayor que para la antena dipolo convencional de espesor equivalente. [15], [16].

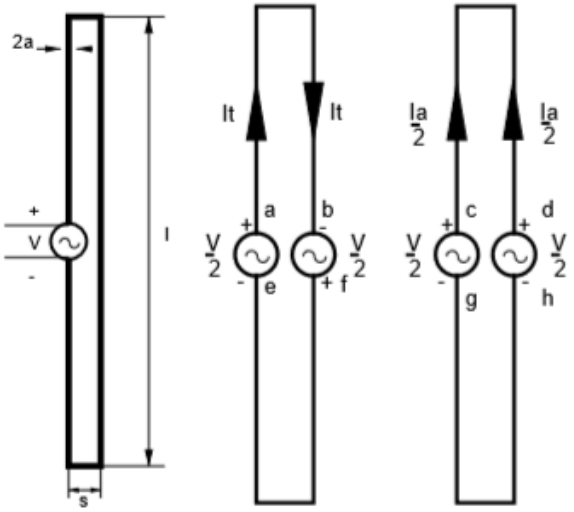
Fig. 8. Dipolo doblado o Plegado. [16]



Fuente: Libro 1 Antenas [16]

En la frecuencia de resonancia donde $l = \lambda/2$, la corriente en cada conductor es la misma, puesto que los conductores tienen el mismo diámetro y la separación eléctrica entre los mismos es despreciable. La razón para esto es el fuerte acoplamiento mútuo entre los dos conductores. [15], [16].

Fig. 9. Geometría o modos de Funcionamiento Dipolo doblado o Plegado.



(a) Geometría del dipolo. (b) Modo línea de transmisión. (c) Modo antena.

Fuente: Laboratorio de Electrónica de Comunicaciones Dpto. de Señales y Comunicaciones U.L.P.G.C [15]

Antenas Omnidireccionales

Se definen las antenas omnidireccionales como aquella que son capaces de radiar energía prácticamente en todas direcciones. [17]

El uso habitual hace que las antenas omnidireccionales no emitan exactamente en todas direcciones, sino que tiene una zona donde irradia energía por igual (por ejemplo el plano horizontal).

Por ejemplo no puede interesar emitir o recibir señal de la parte que está exactamente encima de la antena, imaginémonos la antena de radio del coche: difícilmente tendremos la fuente de señal exactamente encima de la antena, así que favorecemos la emisión o recepción en otras direcciones (como puede ser el plano horizontal) en detrimento de otras (el plano vertical).

Puede parecer una frivolidad despreciar un rango tan grande de direcciones, pero se tiene en cuenta la distancia entre la antena emisora y la antena receptora nos daremos cuenta que el ángulo respecto al plano horizontal de la antena es muy pequeño. Se Debe tener en cuenta también que en el plano horizontal sí que el comportamiento es totalmente omnidireccional.

Para la elaboración de la antena deberemos tener en cuenta el uso (Telefonía Móvil, Radiodifusión, Radio afición, Radio profesional), la frecuencia, ganancia y condiciones ambientales. Dentro del apartado de Antenas Omni también se dispone de antenas Marinas que están en una familia aparte) también las Antenas para Walkie Talkies y Radioteléfonos y las Antenas para Vehículos o para Telefonía Móvil y Fija (Ver Antenas GSM Móviles o Antenas GSM Base) también se recomienda visitar Antenas Dipolo que es otro tipo de antena Omnidireccional.

Se recomienda: Para el diseño del presente proyecto se cuenta con antena de dipolo plegado, cerrado o dipolo doblado, la cual consta de un diseño hecho para la transmisión y recepción de señal en todas las direcciones, lo que permite describir este fenómeno como radiación omnidireccional de un dipolo doble. Teniendo en cuenta que el total de dipolos dobles en la antena de referencia, contienen un total de ocho Dipolos distribuidos a lo largo de la misma intercalados de forma perpendicular uno seguido del otro. Ver Fig. 34.

9. Marco Jurídico uso del Espectro (MinTIC)

9.1. Tramite de Gestión ante las TIC

9.1.1. Descripción

Proceso mediante el cual el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones otorga permiso para el uso del espectro radioeléctrico dentro del territorio nacional en las bandas y rangos de frecuencias según la disponibilidad y planeación del espectro para las entidades gubernamentales y privadas. [18]

9.1.2. Requisitos Generales

Reunir los documentos y cumplir con las condiciones establecidas para el trámite, los interesados se deberán presentar dentro de los tres (3) días hábiles siguientes al término de la publicación de la convocatoria, a través de los medios disponibles. El modelo de la carta de manifestación de interés la podrá consultar adjunta al aviso de convocatoria pública de la carta de proceso de selección objetiva.

Las solicitudes se realizan de acuerdo a la programación por las TIC o en su defecto la ANE, esto quiere decir que los interesados para llevar a cabo este proceso deben estar atentos a la publicación de las convocatorias para tal fin y además deberán tener en cuenta algunos requisitos como: fotocopia de la cédula de ciudadanía, carta de presentación de la solicitud; la carta de presentación de la solicitud, cuyo formato aparece en la Fig. 10-12 de la resolución 1588 del 2012 debe ser diligenciada por la persona natural solicitante, el representante legal de la persona jurídica o su apoderado. [18]

Fig. 10. Formato básico de solicitud. MINTIC. [18]

MINTIC

FORMATO BÁSICO DE SOLICITUD

CÓDIGO DEL EXPEDIENTE

ESPACIO PARA DATOS DE RADICACIÓN
Uso exclusivo del Ministerio

www.mintic.gov.co
www.vivedigital.gov.co

I. MODALIDAD DE LA SOLICITUD

I-A
- ☐ INSCRIPCIÓN REGISTRO TIC
- ☐ USO PRIVADO (ACTIVIDAD DE TELECOMUNICACIONES)
- ☐ PRESTACIÓN DE SERVICIO (SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES)

I-B
- ☐ INCORPORACION REGISTRO TIC
- ☐ RED QUE NO SE SUMINISTRA AL PÚBLICO
- ☐ RED QUE SE SUMINISTRA AL PÚBLICO

I-C
- ☐ MONO/MULTI CANALES ☐ MÓVIL MARÍTIMO
- ☐ TRUNKING ☐ TMC / PCS
- ☐ SERVICIO AUXILIAR DE AYUDA
- ☐ S.PORTADOR / VALOR AGREGADO / T.H.CONVERGENTE
- ☐ SELECCIÓN OBJETIVA ESPECTRO
- ☐ OTRO, CUÁL? _____

II. DATOS DEL SOLICITANTE

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: _____

TIPO DE DOCUMENTO: ☐ NIT ☐ C.C. ☐ C.E. No. _____ de _____

REPRESENTANTE LEGAL: _____

TIPO DE DOCUMENTO: ☐ C.C. ☐ C.E. No. _____ de _____

TELÉFONOS: ( ) _____ FAX: ( ) _____

DIRECCIÓN: _____

CIUDAD: _____ DEPARTAMENTO: _____

APARTADO AÉREO: _____ CIUDAD: _____ DEPARTAMENTO: _____

E-MAIL: _____

III. DATOS DEL APODERADO (Abogado Titulado)

NOMBRE: _____ C.C.: _____ de _____

TARJETA PROFESIONAL: _____

TELÉFONOS: ( ) _____ FAX: ( ) _____

DIRECCIÓN: _____

CIUDAD: _____ DEPARTAMENTO: _____

APARTADO AÉREO: _____ CIUDAD: _____ DEPARTAMENTO: _____

E-MAIL: _____

IV. TIPO DE SOLICITUD

- ☐ NUEVA
- ☐ RENOVACIÓN
- ☐ CESIÓN
- ☐ MODIFICACIÓN CUADRO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
- ☐ MODIFICACIÓN DE DATOS ADMINISTRATIVOS
- ☐ ASIGNACIÓN DE DISTINTIVOS MÓVIL MARÍTIMO
- ☐ AMPLIACIÓN DE DISTINTIVOS MÓVIL MARÍTIMO
- ☐ TERMINACIÓN A SOLICITUD DE PARTE
- ☐ OTRA, CUÁL? _____

DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD: _____

V. FIRMA DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE / REPRESENTANTE LEGAL

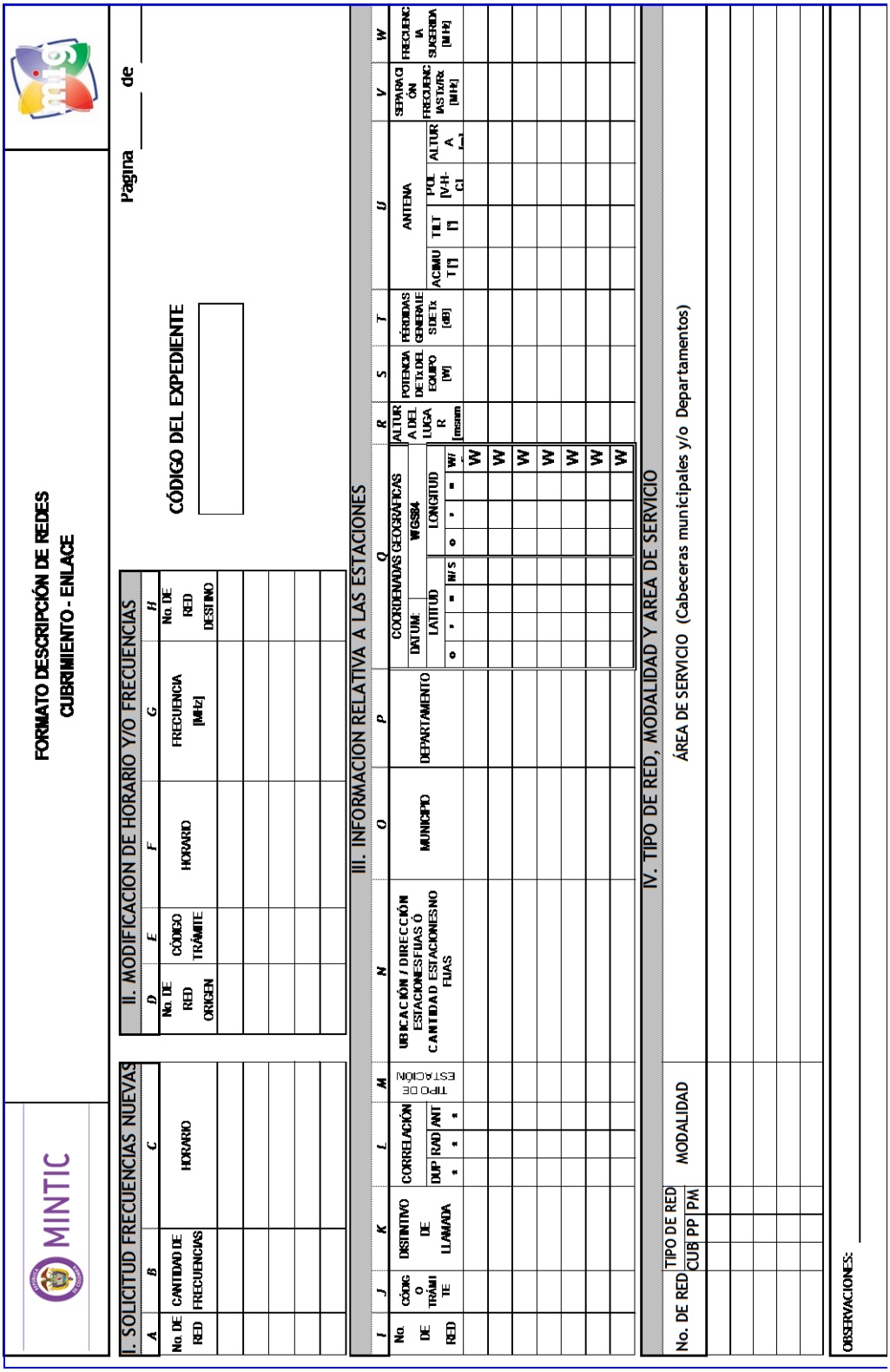
APODERADO

Señor usuario, **NO** utilice intermediarios... trabajamos para usted!

CANTIDAD DE FOLIOS ANEXOS: ☐

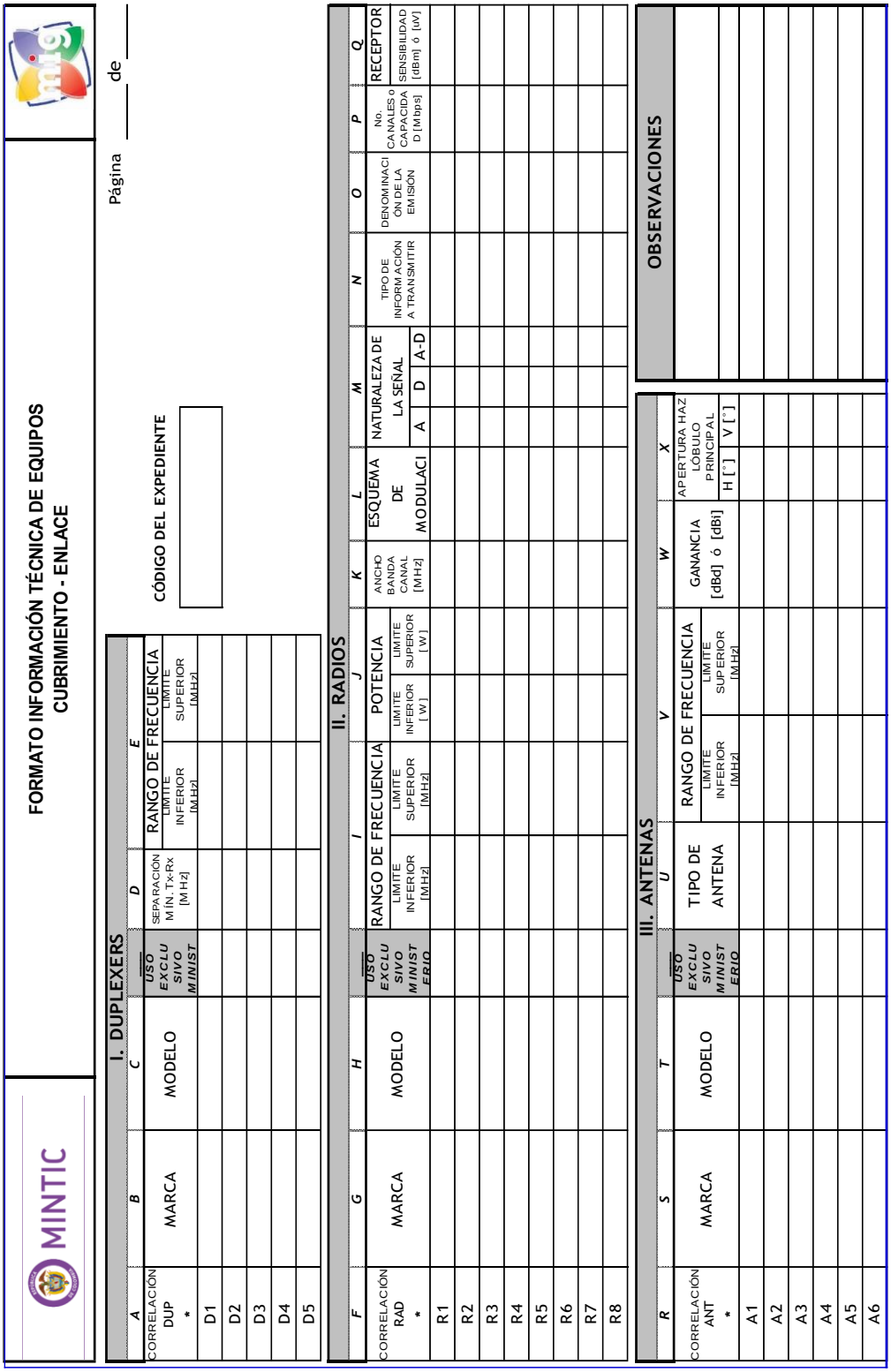
Fuente: MINTIC [18]

Fig. 11 Formato descripción de redes



Fuente: MINTIC [18]

Fig. 11. Formato Ficha técnica de equipos.



Fuente: MINTIC. [18]

9.1.3. Normatividad.

De acuerdo al marco legal, el Ministerio de las TIC a través de las leyes vigentes en el territorio nacional adopta y acata las disposiciones expedidas para la regulación y aplicabilidad del uso del espectro radioeléctrico mediante los siguientes actos administrativos.

9.1.3.1. RESOLUCION 1341 DEL 2009 Artículos 11, 12, 13, 36 y 72.

Artículo 11. Acceso al uso del Espectro Radioeléctrico. Reglamentado por el Decreto Nacional 4392 de 2010. El uso del espectro radioeléctrico requiere permiso previo, expreso y otorgado por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. [18]-[20]

El permiso de uso del espectro respetará la neutralidad en la tecnología siempre y cuando esté coordinado con las políticas del Ministerio de Comunicaciones, no generen interferencias sobre otros servicios, sean compatibles con las tendencias internacionales del mercado, no afecten la seguridad nacional, y contribuyan al desarrollo sostenible. El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones adelantará mecanismos de selección objetiva, previa convocatoria pública, para el otorgamiento del permiso para el uso del espectro radioeléctrico y exigirá las garantías correspondientes. En aquellos casos, en los que el nivel de ocupación de la banda y la suficiencia del recurso lo permitan, así como *cuando prime la continuidad del servicio* o la ampliación de la cobertura, el Ministerio podrá otorgar los permisos de uso del espectro de manera directa.

Expresiones subrayadas declaradas INEXEQUIBLES por la Corte Constitucional, mediante Sentencia C-403 **de 2010**, **Texto en cursiva declarado EXEQUIBLE por la Corte Constitucional mediante Sentencia** C-403 **de 2010, en el entendido de que la posibilidad de asignación directa de la banda sólo podrá extenderse por el término estrictamente necesario para que la administración convoque un proceso de selección objetiva**.

En la asignación de las frecuencias necesarias para la defensa y seguridad nacional, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones tendrá en cuenta las necesidades de los organismos de seguridad del Estado. El trámite, resultado e información relativa

a la asignación de este tipo de frecuencias tiene carácter reservado. El Gobierno Nacional podrá establecer bandas de frecuencias de uso libre de acuerdo con las recomendaciones de la UIT, y bandas exentas del pago de contraprestaciones entre otras para Programas Sociales del Estado.

Parágrafo 1°. Para efectos de la aplicación del presente artículo, se debe entender que la neutralidad tecnológica implica la libertad que tienen los proveedores de redes y servicios de usar las tecnologías para la prestación de todos los servicios sin restricción distinta a las posibles interferencias perjudiciales y el uso eficiente de los recursos escasos.

Parágrafo 2°. Los permisos para el uso del espectro radioeléctrico podrán ser cedidos, previa autorización del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en los términos que este determine sin desmejora de los requisitos, calidad y garantías del uso, acceso y beneficio común del espectro.

Artículo 12. Plazo y renovación de los permisos para el uso del espectro radioeléctrico. Reglamentado por el Decreto Nacional 2044 de 2013. El permiso para el uso del espectro radioeléctrico tendrá un plazo definido inicial hasta de diez (10) años, el cual podrá renovarse a solicitud de parte por períodos iguales al plazo inicial. Por razones de interés público, o cuando resulte indispensable el reordenamiento nacional del espectro radioeléctrico, o para dar cumplimiento a las atribuciones y disposiciones internacionales de frecuencias, el plazo de renovación podrá ser inferior al plazo inicial.

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, establecerá las condiciones de la renovación, que tenga en cuenta el uso eficiente que se ha hecho del recurso, el cumplimiento de los planes de expansión, la cobertura de redes y servicios y la disponibilidad del recurso, teniendo en cuenta los principios del artículo 75 de la Constitución Política.

La renovación de los permisos de uso del espectro radioeléctrico incluirá condiciones razonables y no discriminatorias que sean compatibles con el desarrollo tecnológico futuro del país, la continuidad del servicio y los incentivos adecuados para la inversión.

La renovación no podrá ser gratuita, ni automática. El interesado deberá manifestar en forma expresa su intención de renovar el permiso con tres (3) meses de antelación a su vencimiento, en caso contrario, se entenderá como no renovado.

Artículo 13. Contraprestación económica por la utilización del espectro radioeléctrico. Reglamentado por el Decreto Nacional 542 de 2014. La utilización del espectro radioeléctrico por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones dará lugar a una contraprestación económica a favor del Fondo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. El importe de esta contraprestación será fijado mediante resolución por el Ministro de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con fundamento, entre otros, en los siguientes aspectos: ancho de banda asignado, número de usuarios potenciales, disponibilidad del servicio, planes de expansión y cobertura, demanda por el espectro y su disponibilidad y cualquier otro parámetro técnico que sirva como indicador del precio que debe recibir el Estado por la utilización del espectro radioeléctrico.

La contraprestación económica de que trata este artículo deberá pagarse por el respectivo proveedor de redes o servicio de telecomunicaciones con ocasión del otorgamiento o renovación del permiso para la utilización del espectro radioeléctrico. [21]

Fig. 12. Resolución 2118 del 2011

REPUBLICA DE COLOMBIA

Libertad y Orden

MINISTERIO DE TECNOLOGIAS DE LA
INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

RESOLUCIÓN NUMERO 002118 DE 15 SET. 2011

"Por la cual se establecen las condiciones, los requisitos y se determina el trámite para otorgar permisos para el uso de espectro radioeléctrico por el procedimiento de Selección Objetiva"

EL MINISTRO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

En ejercicio de sus facultades constitucionales, legales y en especial las que le confiere la Ley 1341 de 2009, y los Decretos 091 de 2010, y 4392 del 23 de noviembre de 2010 y,

CONSIDERANDO:

Que el artículo 75 de la Constitución Política, establece que el espectro electromagnético es un bien público inenajenable e imprescriptible sujeto a la gestión y control del Estado, el cual interviene en los términos que fije la ley, para garantizar la igualdad de oportunidades en el acceso y evitar las prácticas monopolísticas en el uso del espectro electromagnético.

Que los artículos 101 y 102 de la Constitución Política establecen que el espectro radioeléctrico es un bien público que forma parte de Colombia y pertenece a la Nación.

Que de acuerdo con el numeral 2, del artículo 2, de la Ley 1341 de 2009, el Estado propiciará escenarios de libre y leal competencia que incentiven la inversión actual y futura en el sector de las TIC y que permitan la concurrencia al mercado, con observancia del régimen de competencia, bajo precios de mercado y en condiciones de igualdad. Sin perjuicio de lo anterior, el Estado no podrá fijar condiciones distintas ni privilegios a favor de unos competidores en situaciones similares a las de otros y propiciará la sana competencia.

Que de acuerdo con el numeral 3, del artículo 2, de la Ley 1341 de 2009, es deber del Estado fomentar el despliegue y uso eficiente de la infraestructura para la provisión de redes de telecomunicaciones y los servicios que sobre ellas se puedan prestar, y promover el óptimo aprovechamiento de los recursos escasos con el ánimo de generar competencia, calidad y eficiencia, en beneficio de los usuarios.

Que conforme al principio de neutralidad tecnológica consagrado en el numeral 6, del artículo 2 de la Ley 1341 de 2009, el Estado garantizará la libre adopción de tecnologías, teniendo en cuenta recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales competentes e idóneos en la materia, que permitan fomentar la eficiente prestación de servicios, contenidos y aplicaciones que usen Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y garantizará la libre y leal competencia, y que su adopción sea armónica con el desarrollo ambiental sostenible.

Que de conformidad con el artículo 17 de la Ley 1341 de 2009, es objetivo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, entre otros, definir la política y ejercer la gestión, planeación y administración del espectro radioeléctrico y de los servicios postales y relacionados.

Que el artículo 18, de la Ley 1341 de 2009, establece que son funciones del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, entre otras, planear, asignar, gestionar y controlar el espectro radioeléctrico, con el fin de fomentar la competencia, el pluralismo informativo, el acceso no discriminatorio y evitar prácticas monopolísticas así como, establecer y mantener actualizado el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias de Colombia con base en las necesidades del país, del interés público y en las nuevas atribuciones que se acuerden en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Fuente: MINTIC. [19]

Fig. 13. Resolución 917 del 2015

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

DESPACHO SECRETARIA GENERAL

RESOLUCIÓN NÚMERO -0000917 DE 2015 22 MAY 2015

"Por la cual se determinan las garantías para cubrir riesgos en materia de telecomunicaciones y de servicios postales"

LA VICEMINISTRA GENERAL ENCARGADA DE LAS FUNCIONES DEL DESPACHO DEL MINISTRO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial de las que le confieren las Leyes 1341 de 2009 y 1369 de 2009, y los Decretos 4392 de 2010, 2618 de 2012, 2044 de 2013, 1510 de 2013, 1003 de 2015, Resolución 415 de 2010, y

CONSIDERANDO:

Que la Constitución Política, en su artículo 209, consagra que la función administrativa debe estar al servicio de los intereses generales y desarrollarse con fundamento, entre otros, en los principios de igualdad y eficacia.

Que la Ley 1150 de 2007, *"Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos"*, dispone en su artículo 7 que los contratistas del Estado deben prestar garantía única para el cumplimiento de las obligaciones surgidas del contrato.

Que las Leyes 1341 y 1369 de 2009, mediante las cuales se determina el marco jurídico general de los sectores de tecnologías de la información y las comunicaciones y de servicios postales, en su orden, atribuyen al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones la potestad de fijar la política general para cada uno de tales sectores, y lo dotan de funciones que le permiten establecer condiciones de operación y explotación de dichos servicios.

Que en materia de los servicios postales la Ley 1369 de 2009, en su artículo 4°, señala que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones podrá fijar requisitos adicionales a los Operadores Postales y, en consonancia con este precepto legal, el parágrafo segundo del artículo 14° de la citada Ley, concedió a dicho Ministerio las atribuciones de disponer las acciones necesarias para garantizar el pago oportuno de las contraprestaciones por concepto de prestación de servicios postales.

Que en correspondencia con las anteriores disposiciones, el Decreto 2618 de 2012, *"Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (...)"*, en su artículo 2 numeral 9° otorga a la entidad la función de *"Administrar el régimen de contraprestaciones y otras actuaciones administrativas que comporten el pago de derechos, mediante el desarrollo de las operaciones de liquidación, cobro y recaudo, de conformidad con la legislación vigente"*.

Que en desarrollo de dichos objetivos y funciones, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones debe controlar y realizar todas las actuaciones necesarias para lograr que las

Fuente: MINTIC. [18]

10. Marco Legal para el Uso de las Telecomunicaciones en el INPEC

De acuerdo al marco jurídico y legal, La Constitución Política establece que el espectro radioeléctrico es un bien público que forma parte de Colombia y pertenece a la Nación. Más sin embargo el INPEC como ente gubernamental del Estado Colombiano, debe de realizar las respectivas gestiones y solicitudes ante el MIN TIC [18] con el fin de garantizar el debido cumplimiento de la normatividad que expresa el uso del espectro radioeléctrico, y así evitar futuras sanciones.

En ese orden de ideas el señor Gustavo Adolfo Ricaurte Tapia, identificado con cédula de ciudadanía N° 12.968.114, obrando en calidad de Representante Legal del INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO Y CARCELARIO - INPEC, con Nit. 800.215.546-5, solicitó al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, permiso para uso del espectro radioeléctrico mediante oficios con Radicados No. 514362 del 19 de noviembre de 2012 y 532124 del 4 de marzo de 2013, en el que manifiesta la asignación de 5 pares de frecuencias a nivel nacional en la banda de UHF, para la prestación del Servicio Auxiliar de Ayuda.

Que previo al respectivo trámite, mediante número RTIC96001187 del 10 de septiembre de 2012 el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones registró e incorporó en el "Registro TIC" al INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO Y CARCELARIO - INPEC, con Nit. 800.215.546-5, quedando formalmente surtida la Habilitación General para la Provisión de Redes y Servicios de Telecomunicaciones.

Que previa verificación del cumplimiento de la totalidad de los requisitos exigidos en la normativa actualmente aplicable, resulta claro que el INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO Y CARCELARIO - INPEC, con Nit. 800.215.546-5, cumplió con todos ellos, razón por la cual este ministerio procederá a la asignación de un código de expediente correspondiente al permiso para el uso espectro radioeléctrico, objeto de la presente resolución.

Por lo anterior, se resuelve y se asignan los respectivos permisos los cuales se abrevian de la siguiente manera y para el caso de nuestro desarrollo del actual proyecto.

Nota: la documentación Inpec solo se encuentra disponible en la oficina de sistemas y telecomunicaciones del INPEC por ende no se citara la providencia de la misma ni se encontrara en ningún sitio web

11. Informe actual de las Telecomunicaciones del EPMCS ERE Pereira

Para el desarrollo del siguiente objetivo fue necesario realizar una solicitud formal ver Anexo 5. Dirigida al Director del Centro Carcelario de Pereira y el jefe de sistemas y telecomunicaciones, con el fin de establecer un censo exacto del sistema de comunicación a través de radio que utilizan los funcionarios del INPEC-PEREIRA.

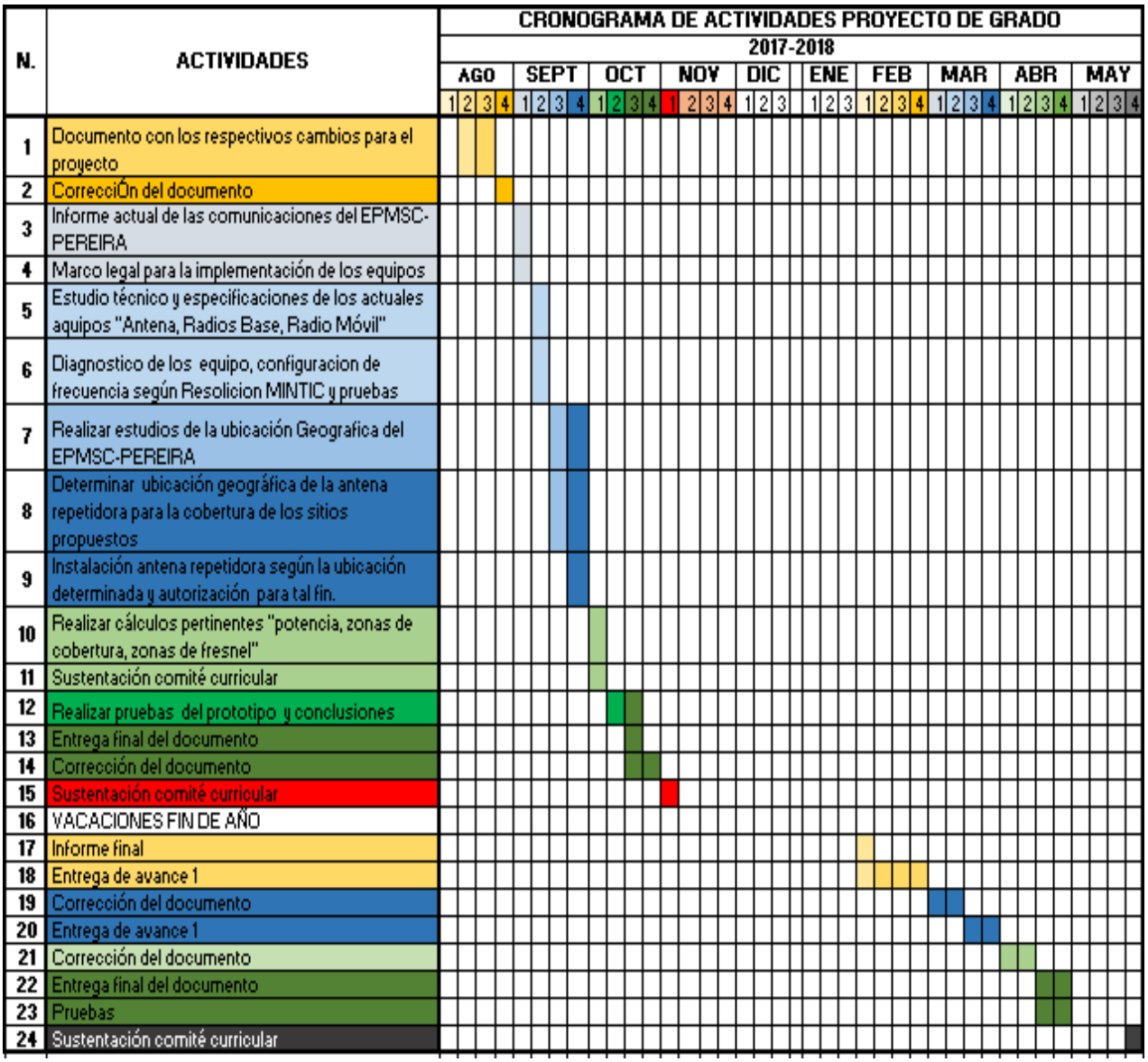
Del anexo 6 se obtuvo respuesta por parte de la Oficina de Telecomunicaciones del Centro Carcelario de Pereira, Anexo 6 y 7, se puede evidenciar claramente que los equipos cumplen con las características mínimas para realizar un diseño que permita desarrollar y dar cumplimiento al objetivo general y específicos del proyecto. Por lo tanto, una vez realizado el estudio de la normatividad o marco legal para el uso del espectro radioeléctrico de los sitios propuestos, se dará inicio a la configuración, pruebas y funcionalidad de los respectivos radios según el inventario anteriormente mencionado, con el fin de determinar los elementos necesarios para la implantación de la repetidora de radio UHF.

12. Desarrollo Metodológico de Trabajo

Una vez realizado y autorizado los respectivos cambios por el Comité Curricular de la Universidad, daremos inicio a la aplicabilidad de los cronogramas de actividades que se describe a continuación con el fin de realizar los respectivos avances del proyecto cumpliendo cada uno de los objetivos específicos encaminados al desarrollo del objetivo general.

Tabla 1. Cronograma de actividades

N.	ACTIVIDADES	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PROYECTO DE GRADO 2017-2018
1	Documento con los respectivos cambios para el proyecto	
2	CorrecciÓn del documento	
3	Informe actual de las comunicaciones del EPMSC-PEREIRA	
4	Marco legal para la implementación de los equipos	
5	Estudio técnico y especificaciones de los actuales aquipos "Antena, Radios Base, Radio Móvil"	
6	Diagnostico de los equipo, configuracion de frecuencia según Resolicion MINTIC y pruebas	
7	Realizar estudios de la ubicación Geografica del EPMSC-PEREIRA	
8	Determinar ubicación geográfica de la antena repetidora para la cobertura de los sitios propuestos	
9	Instalación antena repetidora según la ubicación determinada y autorización para tal fin.	
10	Realizar cálculos pertinentes "potencia, zonas de cobertura, zonas de fresnel"	
11	Sustentación comité curricular	
12	Realizar pruebas del prototipo y conclusiones	
13	Entrega final del documento	
14	Corrección del documento	
15	Sustentación comité curricular	
16	VACACIONES FIN DE AÑO	
17	Informe final	
18	Entrega de avance 1	
19	Corrección del documento	
20	Entrega de avance 1	
21	Corrección del documento	
22	Entrega final del documento	
23	Pruebas	
24	Sustentación comité curricular	



Fuente: Elaboración propia.

12.1. Desarrollo

El presente proyecto se realizará de acuerdo a los parámetros de operación exigidos por MINTIC para el INPEC, por lo tanto las especificaciones técnicas de cada uno de los equipos, será de suma importancia para el cumplimiento del objetivo general, basados en el inventario ver Anexo 6 y 7, los cuales deben operar en un rango de Frecuencia entre 442.000 MHz y 447.000 MHz para su respectiva transmisión (TX) y recepción (RX) de señal. Es decir, los radios base Motorola Pro 3100 y radios móvil EP450 deben de cumplir como mínimo estos requisito para la debida ejecución del diseño de comunicación, al igual que las características de la antena de ocho dipolos, que entre otras cosas, sería necesario la adquisición de otra antena con las mismas características, dado que el funcionamiento que describe una antena repetidora en este caso, sería independiente para su operatividad tanto en (TX) y (RX) de acuerdo al diseño e implementación de este proyecto, que además por falta de recursos económicos, se introduce en el diseño un Duplexor ver Fig. 35, garantizando entonces que podamos realizar la misma función con una sola antena; toda vez que su diseño puede describir patrones de radiación que abarcarían 360°, ya que los dipolos dobles que se encuentra separados entre sí, son perpendiculares, obteniendo de esta manera una radiación omnidireccional dado que los lóbulos principales estarían afectando casi de forma completa todas las direcciones para (TX) y (RX), esto será descrito, de acuerdo a las mediciones que se realizaran una vez terminado la integración e instalación de todos los elementos, a través de equipo de medición en modo de ingeniería, analizador de espectro marca Protek 734,teniendo en cuenta que se efectuó contratación con persona particular para la manipulación y lectura de la potencia de transmisión y recepción de señal, en la zona metropolitana de Risaralda y el establecimiento carcelario de las Mercedes en la ciudad de Cartago.

12.2. Antena de 8 dipolos “Omnidireccional”

A continuación se describe la antena de 8 dipolos “Omnidireccional” ver Fig. 22, que aparece en el inventario aportado por el almacén del EPMSC-PEREIRA con la cual se realizará el presente proyecto, teniendo en cuenta además que se hará la contratación de experto en trabajo en alturas para la instalación de la misma, ya que no contamos con la formación y capacitación técnica, que se exige para tal fin.

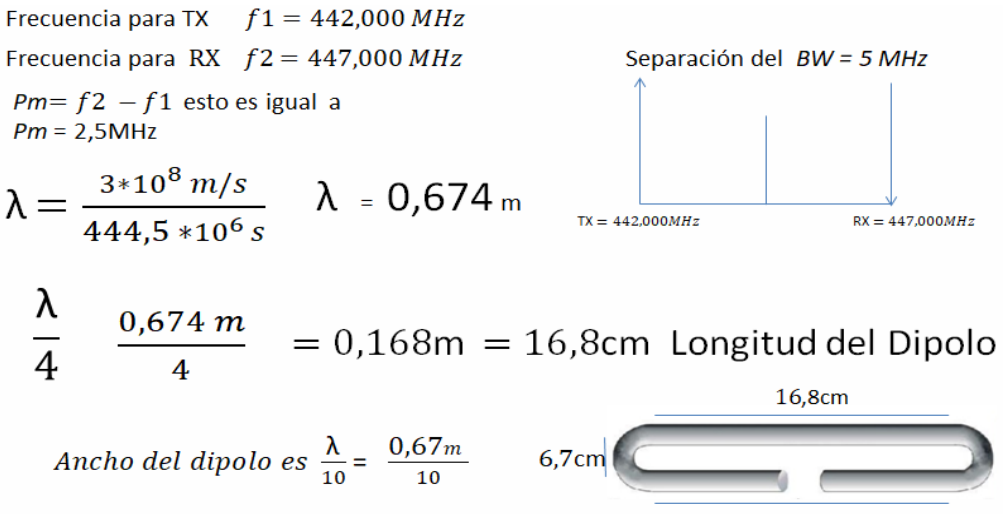
Fig. 14 Antena de 8 Dipolos.

Fuente: Elaboración propia.

Ficha técnica

- Rango de Frecuencia: 440-470 MHz.
- Ganancia: 9 dB.
- Ancho de Banda: 20 MHz.
- Potencia: 250 Watts.
- Longitud: 2.8 m.
- Conector: N macho. Resistencia al viento: 201Km/h. [22]

Fig. 15 Formula del Dipolo Doblado

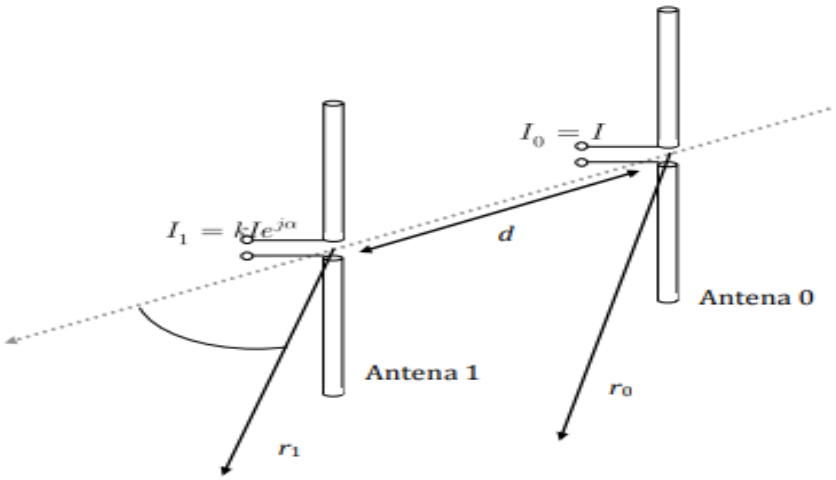


Fuente: Elaboración Propia

- **Antenas omnidireccionales**

En la *lustración* 23 se muestra un conjunto de dos antenas iguales y separadas una distancia d y alimentadas con intensidades diferentes. Dado que las ecuaciones de Maxwell son lineales, se puede concluir que el campo en un punto es la suma de los campos radiados por cada antena de forma individual. Tomando como referencia la intensidad en la antena 0, la intensidad en la otra antena estará escalada, k, en módulo y desfasada, α, respecto a la primera: I1 = I0 k ejα (2-159). En cuanto a los campos, el debido a la antena 1 estará escalado y desfasado en la misma medida que intensidad I1 respecto a la intensidad I0 y, además, estará desfasado respecto al primero de acuerdo a la diferencia de recorridos. Este último desfase es controlable con la distancia entre antenas, y junto con el desfase entre corrientes de alimentación permiten diseñar el patrón de radiación a medida. Se pasa a analizar en detalle estos desfases y el diagrama resultante. [23]-[25].

Fig. 16. Antenas omnidireccionales.



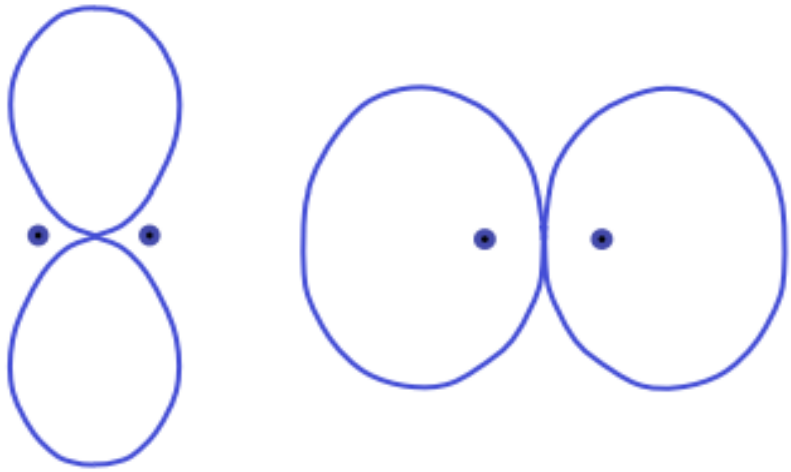
Fuente: Radiación y Comunicación. Fundamentos de Radiación y Radiocomunicación [23], [24]

Teniendo en cuenta la definición del dipolo cerrado o plegado, se observó claramente en la Fig. 22 que se encuentran 2 dipolos a la misma altura y de forma opuesta, lo que llevaría a concluir que se obtendría un patrón de radiación Omnidireccional, lo cual es una ventaja para la transmisión y recepción de la señal, que además según la descripción técnica de la entena, se ajusta al rango de frecuencia de los radios que se describen en el presente documento.

12.3. Patrón de Radiación Omnidireccional.

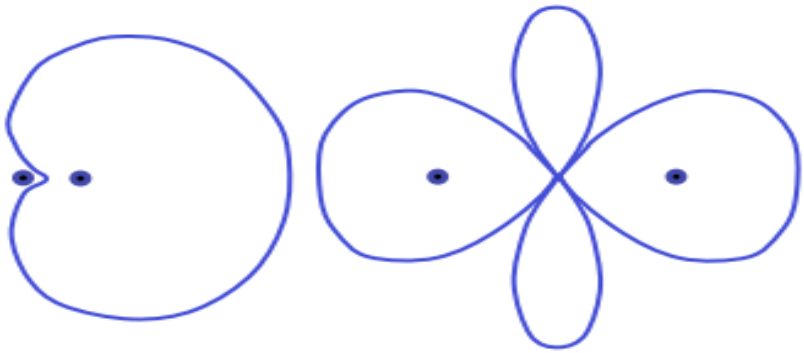
El patrón de radiación para el diseño de esta antena presenta grandes ventajas, dado que su nivel de radiación considera 360° de cobertura, contrario a esto no será útil para las operaciones en TX o RX justo por debajo o encima de la antena, puesto que los lóbulos principales irradian de tal forma que no alcanzan a cubrir estas zonas, pero sí, a cubrir grandes distancias incluso hasta varios Kilómetros, Fig. *24 y 25*, la cual es tomada como ejemplo para la descripción del patrón de radiación de la antena, más no realmente como objeto de estudio propio ya que no contamos con los equipos técnicos para la medición de este tipo. [23]-[25]

Fig. 17. Patrón de radiación, vertical y horizontal.



Fuente: Radiación y Radiocomunicación [23][24]

Fig. 188. Patrón de radiación, vertical y horizontal



Fuente: Radiación y Radiocomunicación [23][24]

12.4. Radio Motorola Pro3100

El radio móvil profesional PRO3100 de Motorola le brinda una solución simple y confiable para mantener a sus equipos de trabajo activos y siempre conectados. [26]

El radio PRO3100 es ideal para organizaciones con necesidades moderadas de comunicación, ya que ofrece funcionalidad sencilla pero de alto desempeño. Dispone de todas las

funciones esenciales para mantener conectividad constante y eficiente con comunicaciones claras y nítidas aún en entornos ruidosos.

Fig. 19. Radio base Motorola 3100.

Fuente: Electronysis [26]

- **Ficha técnica radio Motorola Pro3100**

Fig. 20. Características Radio Motorola PRO3100™.

CARACTERÍSTICAS DE LA RADIO	
Ampliación de nivel bajo y compresión de voz X-Pand	Sí
Bloqueo de canal ocupado	Sí
Botones programables	Sí
Búsqueda	Eliminación del canal de ruidos
Canales	4
Espaciado de canal	12.5 kHz
Temporizador de tiempo de espera	Sí
Tonos de llamada	None
CARACTERÍSTICAS DE RENDIMIENTO	
Banda de frecuencia	Banda baja, VHF, UHF
Niveles de potencia	1-25, 25-45, 40-60W
Rango de frecuencia	Low band: 29.7–36, 36-42, 42-50MHz; VHF: 136–174MHz; UHF: 403–470, 450-512MHz
Área de cobertura	Programming software allows adjustable power output for varying coverage
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Dimensiones alto x ancho x profundidad	2.3 x 6.93 x 7.44 in.
Opción con placa disponible	Sí

Fuente: Electronysis [26]

Fig. 21. Ficha técnica radio PRO 3100.

PRO3100™ RADIO MÓVIL

GENERALES	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA
Dimensiones	Largo x Ancho x Alto	
	177 mm x 176 mm x 56 mm	189 mm x 176 mm x 56 mm
Peso	1.43 kg	1.59 kg
Consumo de corriente (típica)		
En Espera	270 mA	
Audio Recibido @ Audio Nominal con Parlante Interno de 3 W @ 22 Ω	600 mA	
@ Audio Nominal con Alto-Falante 7.5 W @ 8 Ω	1.2 A	
@ Audio Nominal con Alto-Falante 13 W @ 3.2 Ω	1.7 A	
Transmisión	6 A @ 25 W / 9 A @ 45 W (VHF) / 40 W (UHF)	
Números de Modelo	LAM25KHC9AA1_N	LAM25KKC9AA1_N
	LAM25RHC9AA1_N	LAM25RKC9AA1_N
	LAM25SHC9AA1_N	LAM25SKC9AA1_N
Espaciamiento de Canal	12.5 /20 / 25 kHz	
Rango de Frecuencia /	VHF 136-174 MHz / AZ492FT3796	VHF 136-174 MHz / AZ492FT3795
Aprobación de FCC	UHF 403-470 MHz / AZ492FT4830	UHF 403-470 MHz / AZ492FT4835
	UHF 450-527 MHz / AZ492FT4829	UHF 450-520 MHz / AZ492FT4836
Estabilidad de Frecuencia (-30°C a +60°C, +25°C Ref.)	±2.5 ppm	

TRANSMISOR	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA
Potencia de Salida RF	1 - 25 W	25-45 W (VHF)
		25-40 W (UHF)
Limitación de Modulación	±2.5 @ 12.5 kHz / ±4.0 @ 20 kHz / ±5.0 @ 25 kHz	
Zumbido e Ruido FM (típico)	@12.5 kHz	@25 kHz
	VHF -45 dB	VHF -50 dB
	UHF -43 dB	UHF -48 dB
Emisiones Conducidas / Radiadas	-36dBm < 1 GHz / -30 dBm > 1 GHz	
Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz)	TIA 603	
Distorsion de Audio (típica)	2%	

RECEPTOR	@ 12.5 kHz	@ 25 kHz
Sensibilidad (12 dB SINAD) EIA (típica)	0.22 µV	
Intermodulación	VHF 75 dB	VHF 78 dB
TIA 603	UHF 75 dB	UHF 75 dB
Selectividad de Canal	VHF 65 dB	VHF 80 dB
Adyacente ConformeTIA 603	UHF 65 dB	UHF 75 dB
Rechazo de Espurias	VHF 75 dB	VHF 80 dB
	UHF 70 dB	UHF 75 dB
Audio Nominal Parlante Interno	3 W @ 22 Ω	
Rated Audio Parlante Externo	7.5 W @ 8 Ω / 13 W @ 3.2 Ω	
Distorsion de Audio	2%	
@ Audio Nominal (típica)		
Zumbido y Ruido	-45 dB @ 25 kHz / -40 dB @ 12.5 kHz	
Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz)	TIA 603	
Emisión de Espurias Conducidas	-57 dBm < 1 GHz / -47 dBm > 1 GHz	

Fuente: Electronysis [26]

Este radio es ideal para el proyecto ya que cumple con las características y especificaciones técnicas necesarias y además se encuentra en el rango de frecuencia asignada por MINTIC 442-447 para el INPEC según la resolución 003539 del 30 de agosto del 2013.

- **Configuración**

Una vez conocida la ficha técnica de radio Pro3100, se procede a realizar la configuración básica que permitirá establecer comunicación entre los sitios propuestos para tal proyecto.

Para llevar a cabo este paso, se verifica a través del software, la interface de configuración a la cual se accede por medio de la conexión por cable usb del pc al radio que se desea configurar, como lo demuestra la siguiente Fig. 22

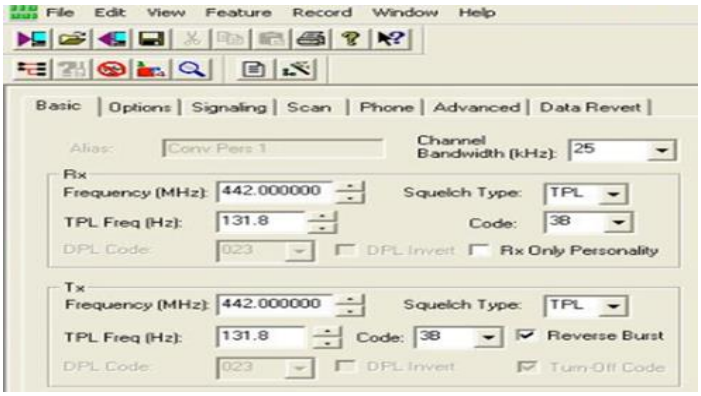
Fig. 22. Rib Cable de Programación Motorola 3100.

Fuente: Mercado Libre [28]

Posteriormente se indica la frecuencia para TX en 442 MHz Y RX en 447 MHz respectivamente para cada radio, es decir, configuración para transmitir y recepcionar la señal, además se asigna un valor para el tipo de silenciamiento o Squelch el cual se define como el control de silenciamiento de vos (VSC) lo cual es muy útil para eliminar el ruido que se escucha mientras no habla nadie, y por lo tanto permanece silencioso y por lo contrario cuando alguien

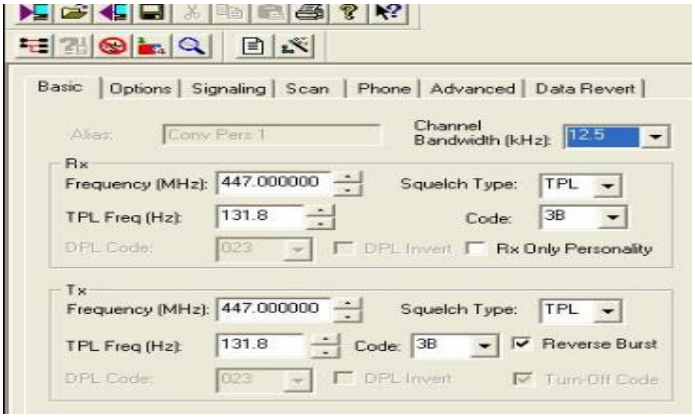
habla se escucha de nuevo el audio. La desventaja de configurar el Squelch al máximo es que si alguien está transmitiendo desde muy lejos no lo vas a escuchar. Adicionalmente se configura el TYPE o tipo de Squelch, puede ser TPL o DPL, para este caso se hará uso del TPL el cual es el sistema de encoder/decoder por subtonos en el rango de 67Hz a 255Hz. Es decir, es el sistema CTSS. El otro sistema de codificado de señal, emplea dos tonos (DPL) que se mantiene solo cuando se pulsa el PTT a diferencia del TPL, en donde la señal de sub-audio se mantiene modulando a la portadora todo el tiempo en que el radio este transmitiendo. esto me permite a demás tener una comunicación más privada, debido a que si un radio que no contenga el mismo sub-tono no podrá comunicarse con otro que no lo tenga programado o configurado, y el ancho de banda del que de pende va desde 12.5 20 o 25 KHz Fig. 31y 32.

Fig. 23. Interfaz de configuración en RX para Radio Motorola PRO 3100.



Fuente: Software cps-plus-professional.

Fig. 24. Interfaz de configuración en TX para Radio Motorola PRO 3100.



Fuente: Software cps-plus-professional.

12.5. Radio móvil Motorola EP450L.

Posee varias opciones y características que destacan su desempeño, 16 canales, varios rangos de frecuencia, capacidad de grupo dentro de una misma frecuencia (PL/DPL), VOX integrada y múltiples opciones de batería. [29]

Fig. 25. Radio Portátil EP450 sin pantalla (16 Canales).

Fuente: GC TELECOM [29]

Posee varias opciones y características que destacan su desempeño, 16 canales, varios rangos de frecuencia, capacidad de grupo dentro de una misma frecuencia (PL/DPL), VOX integrada y múltiples opciones de batería.

Ficha Técnica radio portátil EP450

Fig. 26. Ficha técnica radio Motorola portátil EP450 Radio Portátil.

Generales

Especificaciones	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA
Dimensiones: AxAxP	130.5mm x 62mm x 45mm (5.12in. x 2.44in. x 1.77in.)	
Peso (con batería estándar Litio-Ion)	397g	
Duración típica de la batería en un ciclo de 5/5/90* (con batería de alta capacidad de Litio-Ion)	17 horas en baja potencia / 12 horas en alta potencia	
Numero de Modelo	LAH65KDC9AA2_N	LAH65QDC9AA2_N LAH65RDC9AA2_N LAH65SDC9AA2_N
Rango de Frecuencia	146 – 174 MHz	403 – 438 MHz 438 – 470 MHz 465 – 495 MHz
Espacionamiento de Canal	12.5 / 20 / 25 kHz	
Rango de Temperatura	-30° a 60°C	
Estabilidad de Frecuencia	±2.5ppm	
FCC	ABZ99FT3045	ABZ99FT4057 403 – 438 MHz ABZ99FT4056 438 – 470 MHz ABZ99FT4058 465 – 495 MHz

Especificaciones	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA
Potencia de Salida RF Potencia Alta Potencia Baja	 5W 1W	 4W 1W
Emisiones (conducidas y radiadas)	-36dBm < 1GHz -30dBm > 1GHz	
Zumbito y Ruido (típico)	-45dB @ 25 kHz / -40dB @ 12.5 kHz	
Limitación de Modulación	±2.5 kHz @ 12.5 kHz / ±5 @ 25 kHz	
Respuesta de Audio (0.3-3 kHz)	+ 1 a -3 Db	
Distorsión de Audio	3 %	

Receptor

Especificaciones	@ 12.5 kHz	@ 25 kHz
Sensibilidad (12dB SINAD) (tipica)	0.25uV	
Intermodulación	-70dB	
Selectividad	-70dB @ 25 kHz / -60dB @ 12.5 kHz	
Rechazo de Espurias Rechazo De Imagen y 1/2 IF	-75dB -70dB	
Salida de Audio con Distorsión <5% (7.5V / temperatura ambiental)	500Mw	
Distorsión Audio	5%	
Zumbido y Ruido	-45dB (25kHz) / -40dB (12.5kHz)	
Emisión de Espurias (conducidas y radiadas)	-57dBm<1GHz -47dBm>1GHz	

Fuente: GC TELECOM [29]

- **Configuración Radio Ep450**

Puede ser básicamente la misma que la del radio base 3100 con la diferencia, que se debe de utilizar otro tipo de cable usb, como el que se ilustra en la siguiente Fig. 27

Fig. 27. Cable Rib de Programación Radio Motorola Ep450.

Fuente: Mercado Libre [30]

12.6. Duplexor

Fig. 28. Duplexor. RADIOPRO.RU.

Fuente: RADIOPRO.RU [31]

Es un producto compacto diseñado para proporcionar el modo de repetidor dúplex cuando el receptor y el transmisor funcionan en una sola antena. El diseño y las dimensiones del Duplexor le permiten ubicarse dentro de la carcasa del repetidor. Los parámetros del Duplexor hacen posible usar efectivamente la sensibilidad del receptor a la potencia nominal del transmisor que opera simultáneamente, así como minimizar el efecto del ruido de fase del sintetizador transmisor en el receptor. [31]

Los dúplex de la serie ECDP se fabrican utilizando tecnología y utilizando materiales que proporcionan un impacto mínimo en los parámetros con un cambio significativo en la temperatura y la humedad. La conexión al Duplexor es a través de conectores de tipo N (la capacidad de instalar otros tipos de conectores se especifica al realizar el pedido).

Especificaciones:

- Rango de frecuencia: 400-430 MHz, 430-460 **MHz, 440-470**, MHz, 460-490 MHz;
- Pérdidas: no más de 1.5 dB;
- Reducción: mín. 80 dB;
- espaciado:> 7 MHz; SWR: <1.2;
- Las dimensiones: 227x157x33 mm;
- Peso: 0.98 kg.

12.7. Software.

Para el presente proyecto es necesario un software que permita la configuración de los radios Motorola **Pro3100**, que servirán como referencia para la construcción del repetidor. A través de este mismo software, se establecerán los parámetros a cada uno de los radios Motorola EP450 con los cuales se pretende establecer comunicación desde los sitios propuestos. [32]

Recomendación: Tenga en cuenta que el sistema operativo para la ejecución del software y configuración de los radios, debe ser Windows XP.

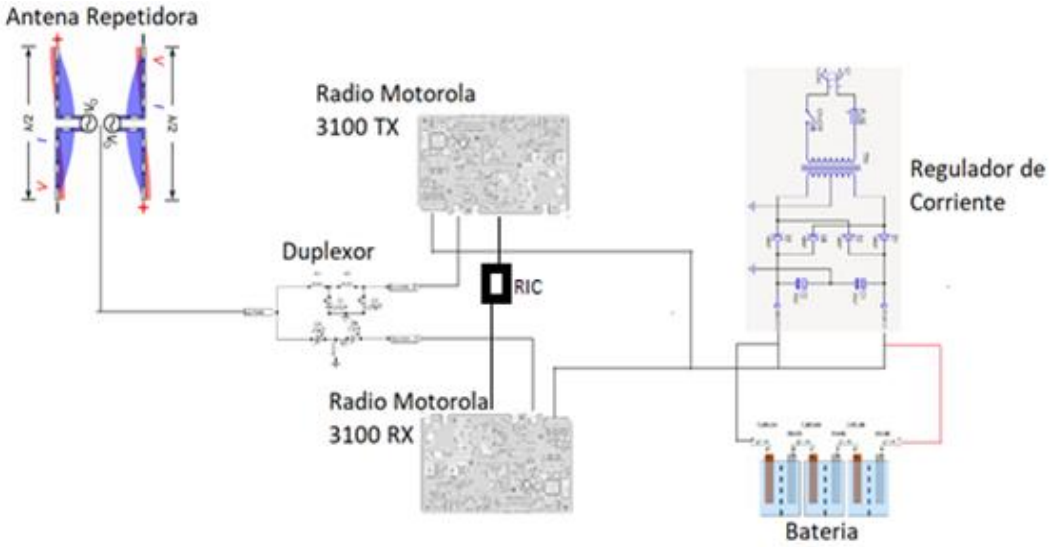
Diseño Esquemático Antena Repetidora.

Fig. 29. Esquema de Diseño Antena Repetidora.

Fuente: Elaboración propia

Diseño Circuito Antena Repetidora.

Fig. 30. Esquema de Diseño Circuito Antena Repetidora.



Fuente: Elaboración propia

Integración e Instalación de los Equipos.

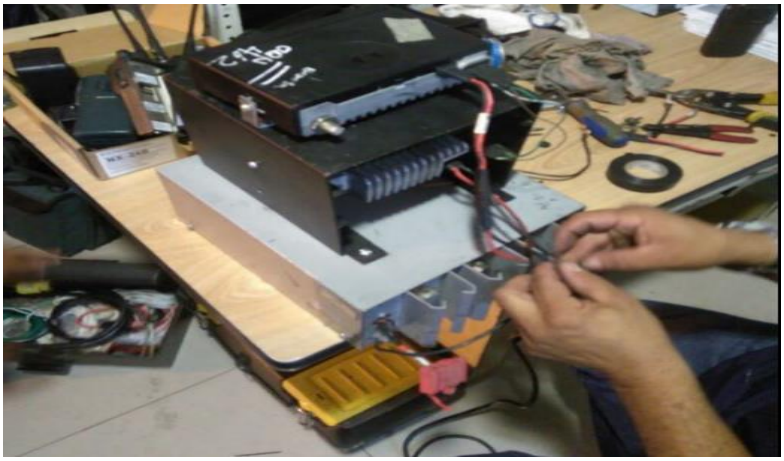
Una vez realizado el estudio técnico de cada uno de los equipos procedemos a la integración de cada uno de los mismos, iniciando por la ubicación de los dos radios Motorola 3100 separados por el Duplexor los cuales irán conectados a cada uno de los extremos respectivamente.

En este paso haremos la conexión eléctrica de cada uno de los radios Motorola adaptados a 12V 5A al regulador de corriente que a su vez estará conectado a una batería, la cual mantendrá permanente el servicio de energía por un término aproximado de 1-2 horas una vez interrumpido el alumbrado público.

Fig. 31. Integración de la Repetidora.

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 32. Instalación Radios Motorola PRO 3100.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 33. Etapa final de la instalación de la Repetidora.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez hecha la integración de los equipos, se procede a la instalación de la antena repetidora la cual se hará con la ayuda de personal experto y calificado en trabajo en alturas en la respectiva torre ubicada en el alto el Nudo Dosquebradas.

Fig. 34. Antena Repetidora.

Fuente: Elaboración propia.

Coordenadas.

Las asignadas por MinTIC según resolución 003539 latitud 4° 51’2”N y longitud 75°41’52”W en donde se puede hacer uso del espectro dentro de las frecuencias y potencia máxima permitida para el ejercicio de las telecomunicaciones para el INPEC. Ver Anexo 3 y 4

Altura

La altura de esta zona es estratégicamente muy apetecida por todos los medios de comunicación, dado a que se encuentra a una altura aproximada de 1950 mts/snm y el promedio de las ciudades o municipios vecinos de encuentran entre 900- 1500 mts/snm, lo que permite una excelente cobertura para los servicios de operadores móvil, de radio y televisión. Ver Fig. 35

Permisos

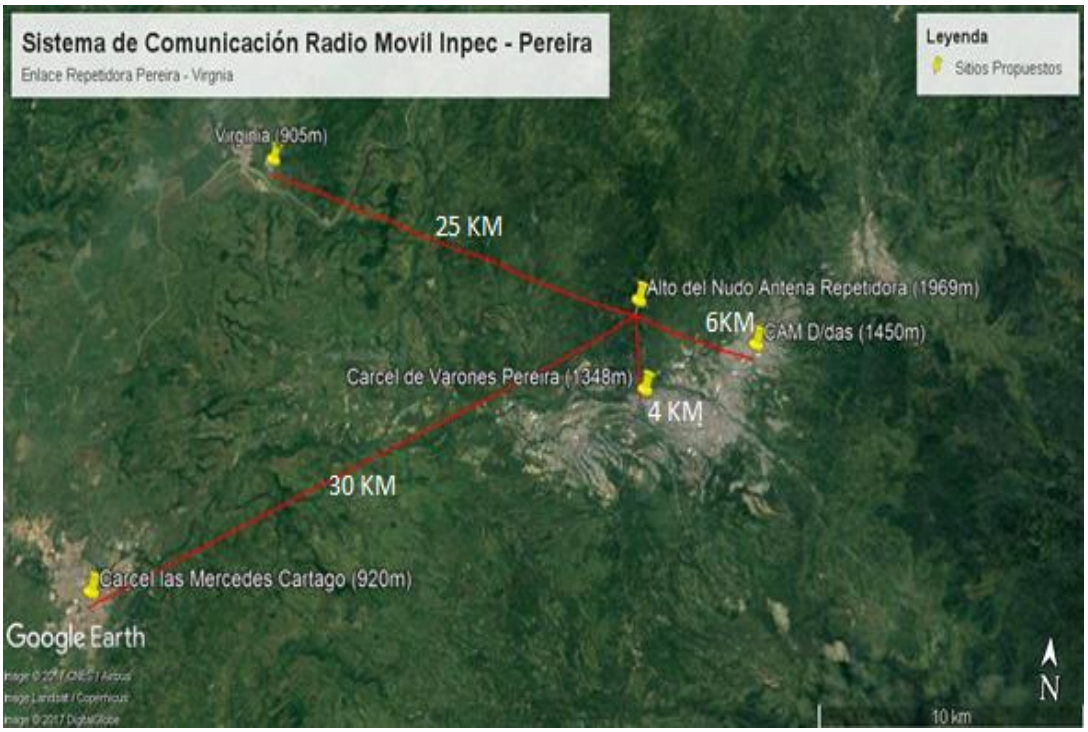
Teniendo en cuenta que el INPEC, en la actualidad no tiene una debida infraestructura “TORRE DE TELECOMUNICACIONES” en el sitio autorizado ALTO EL NUDO Dosquebradas, se solicitó de manera verbal la autorización a la fiscalía General de la Nación de la localidad, para el uso de las de su infraestructura durante el periodo de desarrollo, implementación y funcionamiento, hasta el término de dar por terminado la ejecución del presente proyecto o hasta donde la misma institución u organismo de control lo permita, facilitando entonces la instalación de la antena repetidora.

13. Estudio ubicación geográfica sitios propuestos

13.1. Mapa de zona geográfica de los sitios propuestos

A continuación se puede apreciar, cada uno de los sitios propuestos Fig. 35 para el desarrollo del presente proyecto, tomadas con la herramienta de Google Earth Pro[7], con la cual también se puede determinar la zona de Fresnel en cada uno de estos sitios, según la altura del terreno sobre el nivel del mar aproximadamente y altura de la torre donde ha sido instalada la antena, brindando una vista más clara de la topología de esta zona metropolitana de Risaralda, posteriormente se puede determinar una vez hechas las respectivas pruebas, cuáles serían los ajustes correspondientes a realizar para el cumplimiento del objetivo general del proyecto.

Fig. 35. Mapa sitios propuestos. Sistema de Comunicación Radio Móvil INPEC - Pereira.

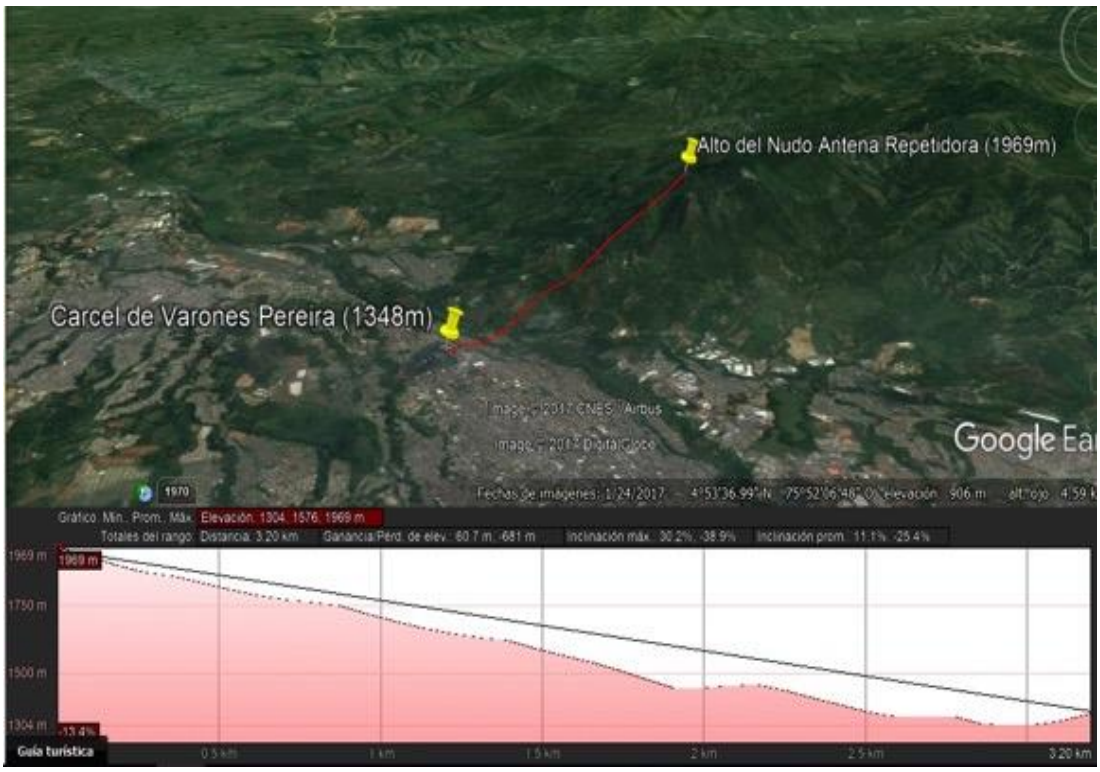


Fuente: Google Earth.

13.2. Zona Geográfica entre Repetidora – Pereira

En la Fig. 36 y 37, podemos apreciar que la altura de la antena repetidora sobre el centro carcelario de Pereira es aproximadamente superior a los más de 670 mts/snm, y que la línea de vista o zona de fresnel se encuentra totalmente libre, lo que nos permite estimar en este punto, que la comunicación será efectiva y permanente.

Fig. 36. Topología y Geografía entre Antena repetidora y Pereira.



Fuente: Google Earth Pro.

13.2.1. Zonas de Fresnel Pereira.

Fig. 37. Zona de Fresnel entre Antena repetidora - Cárcel de varones de Pereira.

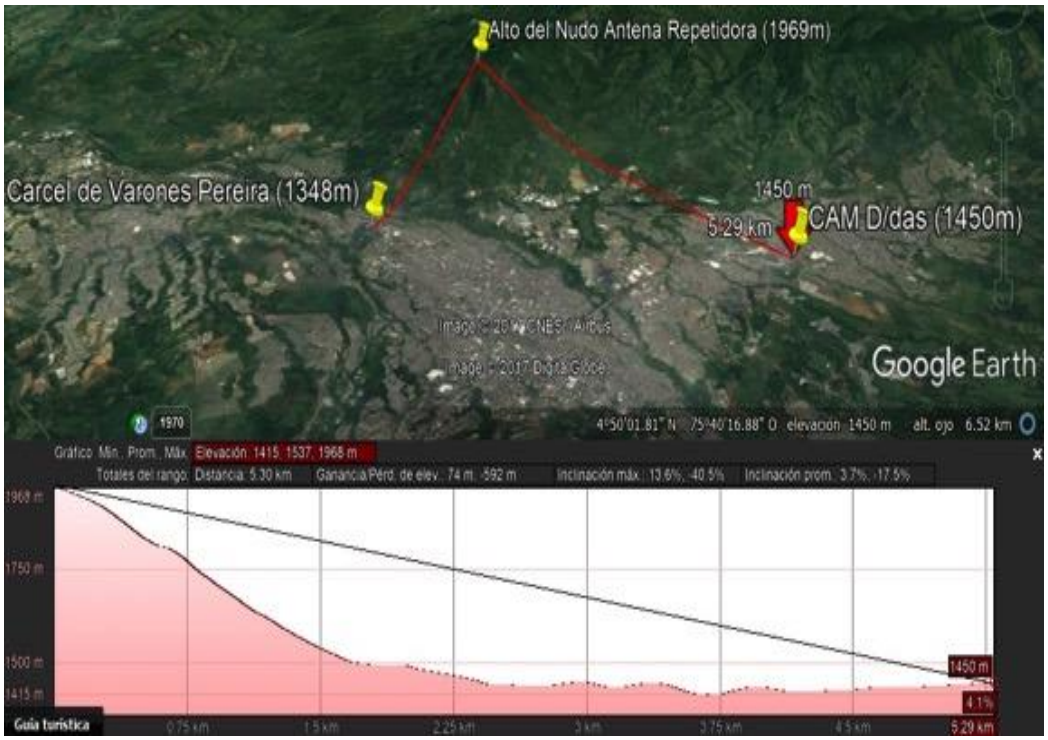
Antena repetidora - Cárcel de varones de pereira			
Antena repetidora (1)		(2) Carcel de Varones de Pereira	
Latitud	4.843710 °	Latitud	4.816168 °
Longitud	-75.717360 °	Longitud	-75.713632 °
Elevación del terreno	1978.4 m	Elevación del terreno	1383.9 m
Altura de la antena	30.0 m	Altura de la antena	2.0 m
Azimuth	172.32 TN | 178.16 MG °	Azimuth	352.32 TN | 358.16 MG °
Inclinación	-11.40 °	Inclinación	11.37 °

Fuente: Google Earth Pro.

13.3. Zona Geográfica entre Repetidora – Dosquebradas

Al igual que en la zona de Pereira se observa que la altura de la antena sobre el municipio de Dosquebradas, se encuentra también por encima de los más de 670 mts/snm y que además no se observan obstáculos de mayor relevancia que corten la trayectoria de la zona de fresnel, por el contrario, se puede estimar de igual forma que la comunicación será muy estable y permanente como lo demuestra la Fig. 38 y 39.

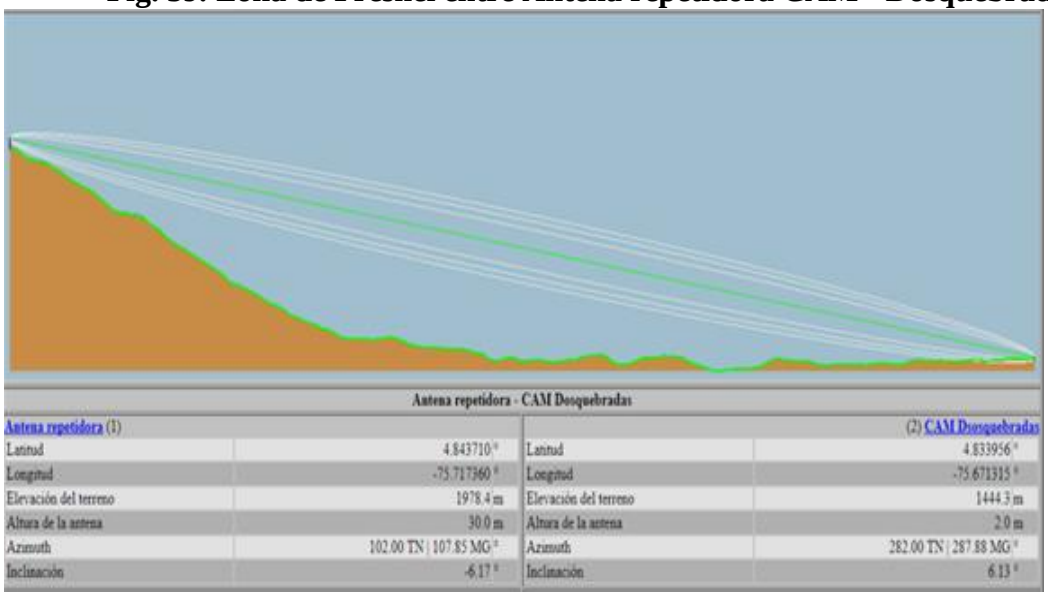
Fig. 38. Topología y Geografía entre Antena Repetidora y Dosquebradas.



Fuente: Google Earth Pro.

13.3.1. Zonas de Fresnel Dosquebradas.

Fig. 39. Zona de Fresnel entre Antena repetidora CAM - Dosquebradas.



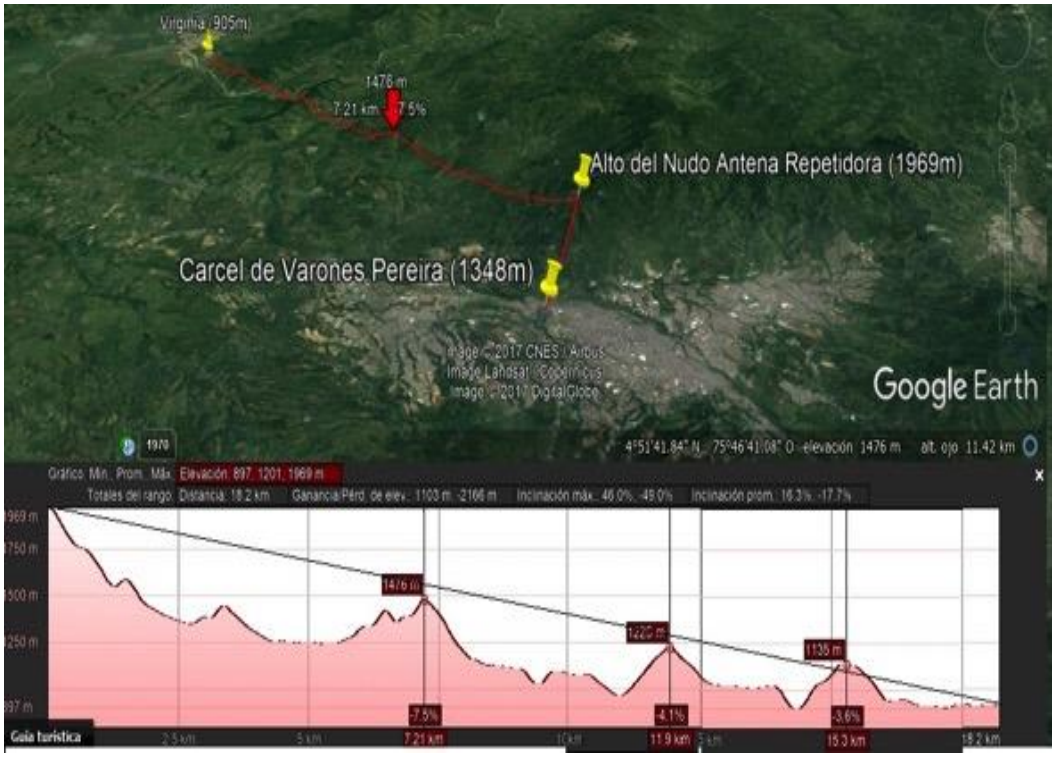
Antena repetidora - CAM Dosquebradas			
Antena repetidora (1)		(2) CAM Dosquebradas	
Latitud	4.843710 °	Latitud	4.833956 °
Longitud	-75.717360 °	Longitud	-75.671315 °
Elevación del terreno	1978.4 m	Elevación del terreno	1444.3 m
Altura de la antena	30.0 m	Altura de la antena	2.0 m
Azimuth	102.00 TN | 107.85 MG °	Azimuth	282.00 TN | 287.88 MG °
Inclinación	-6.17 °	Inclinación	6.13 °

Fuente: Google Earth Pro.

13.4. Zona Geográfica entre Repetidora – La Virginia

Al contrario de Pereira y Dosquebradas podemos apreciar que existen tres interrupciones importantes durante los 18.2 km Fig. 41 de la trayectoria de la vista libre o zona de fresnel, es decir, existen obstáculos que cortan el enlace de comunicación, a pesar de que la diferencia en altura de la antena repetidora con el municipio de la Virginia, es mayor a los 1000 mts/snm, sumado a esto, la topología que describe una zona montañosa en esta región, será uno de los inconvenientes más relevantes para la comunicación entre estos dos municipios, ya que se encuentran dos obstáculo a 7.21 km y 11.9km, como lo indican la Fig. 40 y 41, que aunque no afecta directamente la primer zona de fresnel; si lo es por el contrario para la segunda y tercera zona de fresnel, observando además que a 15.3 km se corta por completo los elipsoides que forman las zonas de fresnel a lo largo de los 18.2 km aproximadamente que hay entre la repetidora y la Virginia, por lo que se realizarán las respectivas pruebas en este municipio evaluando de forma detallada cuales son los sitios críticos, con el fin de plantear las posibles soluciones para la comunicación entre Pereira y la Virginia

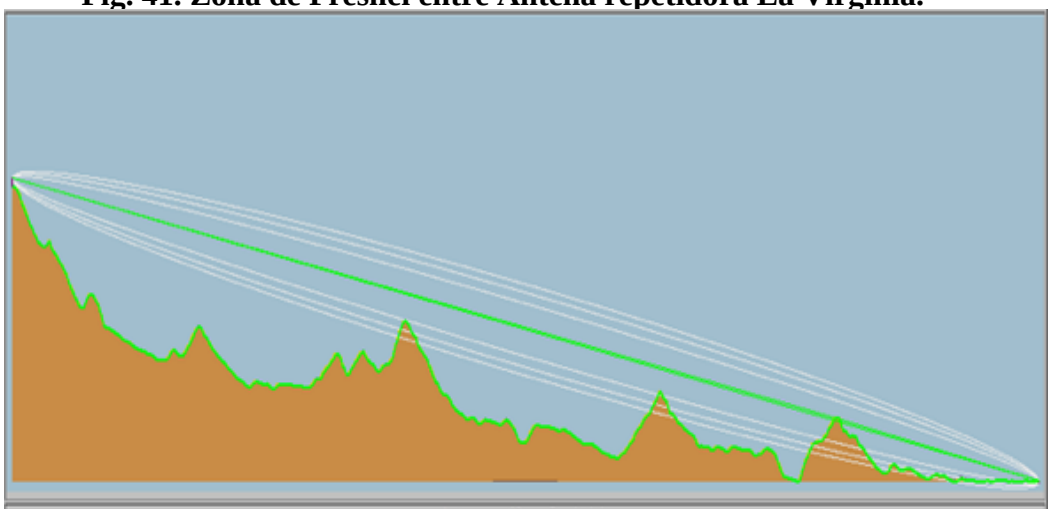
Fig. 40. Topología y Geografía entre Antena Repetidora y Virginia.



Fuente: Google Earth Pro.

13.4.1. Zonas de Fresnel entre Repetidora y la Virginia.

Fig. 41. Zona de Fresnel entre Antena repetidora La Virginia.



Antena repetidora - La virginia			
Antena repetidora (1)		(2) La Virginia	
Latitud	4.843710 °	Latitud	4.886984 °
Longitud	-75.717360 °	Longitud	-75.876442 °
Elevación del terreno	1978.4 m	Elevación del terreno	896.6 m
Altura de la antena	30.0 m	Altura de la antena	2.0 m
Azimuth	285.28 TN | 291.12 MG °	Azimuth	105.26 TN | 111.01 MG °
Inclinación	-3.56 °	Inclinación	3.39 °

Fuente: Google Earth Pro.

13.5. Pereira Repetidora y Cartago.

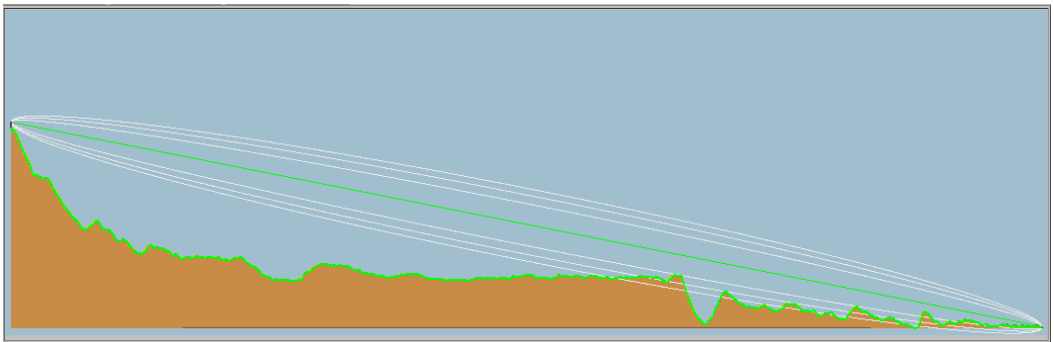
Para la comunicación entre la repetidora y el municipio de Cartago se puede observar a través de las Fig. 49 y 50, que al igual que la Virginia se encuentra con una diferencia de altura a más de 1000 mts/snm no obstante, la zona también es montañosa y se encontró en el km 16 llegando al municipio de Cartago, un obstáculo, que aunque éste no interfiere de manera directa con la primera y segunda zona de fresnel, debemos tener en cuenta que de igual forma nos puede ocasionar perdidas en la comunicación.

Fig. 42. Topología y Geografía entre Antena Repetidora y Cárcel Las Mercedes Cartago.

Fuente: Google Earth Pro.

13.5.1. Zonas de Fresnel entre Repetidora Cartago.

Fig. 43. Zona de Fresnel entre Antena repetidora - Cárcel las Mercedes Cartago.



Antena repetidora - Carcel las Mercedes Cartago			
Antena repetidora (1)		(2) Carcel las Mercedes Cartago	
Latitud	4.843710 °	Latitud	4.740734 °
Longitud	-75.717360 °	Longitud	-75.911212 °
Elevación del terreno	1978.4 m	Elevación del terreno	919.0 m
Altura de la antena	30.0 m	Altura de la antena	2.0 m
Azimuth	241.95 TN | 247.79 MG °	Azimuth	61.93 TN | 67.63 MG °
Inclinación	-2.67 °	Inclinación	2.45 °

Fuente: Google Earth Pro.

14. Pruebas

14.1. Descripción general de las pruebas.

Se realizarán pruebas en cada uno de los municipios, analizando las rutas y sitios con mayor o menor nivel de potencia para la transmisión y recepción de señal, a través de analizador de espectro electromagnético marca Protek A734 [33], ver Fig. 44, lo cual permitirá tener datos estadísticos y estimar claramente, qué sitios o sectores se encuentran nulos para establecer una comunicación permanente y confiable, principalmente para las rutas donde se realizan traslados con Personas Privadas de la Libertad PPL.

Fig. 44. Analizador de espectro Protek A734.

Fuente: TEquipment.NET. [33]

Los análisis fueron tomados por medio de un ingeniero calificado para el manejo del analizador de espectro electromagnético marca Protek A734, el cual realizará el acompañamiento para hacer efectiva las pruebas a ejecutar en los diferentes municipios.

A continuación se realiza la Prueba Inicial, la cual permitirá verificar el funcionamiento de los equipos instalados y configurados para el cumplimiento del objetivo general del proyecto,

y tomando como referencia la siguiente tabla que servirá para consignar jlos datos de las pruebas realizadas.

Tabla 2 . Formato de Protocolo de pruebas realizadas.

TABLA DE PROTOCOLO DE PRUEBAS REALIZADAS				
REFERENCIA	**PRUEBA**	**SITIO**	**FECHA**	**CONCLUSIÓN**
	1	PEREIRA	29/07/2017	VIABLE
REFERENCIA	DE CADA UNO DE LOS ITEMS DE LAS PRUEBAS			
PRUEBA	EL NUMERO DE LA PRUEBA REALIZADA			
SITIO	EL LUGAR DONDE FUE LLEVADO A CABO LA PRUEBA			
FECHA	EN LA QUE FUE REALIZADA LA PRUEBA			
CONCLUSIÓN	SE CALIFICARA COMO VIABLE O NO LA COMUNICACIÓN			

Fuente: Elaboración propia.

Se hace entrega del radio Motorola EP450 a funcionarios que realizan desplazamiento con Persona Privada de la Libertad PPL, desde el Centro Carcelario hasta el Hospital ESE Pereira transmitiendo en frecuencia de 442.000 MHz como se demuestran los siguientes análisis tomado través del analizador de espectro electromagnético marca Protek A734 ver Fig. 45.

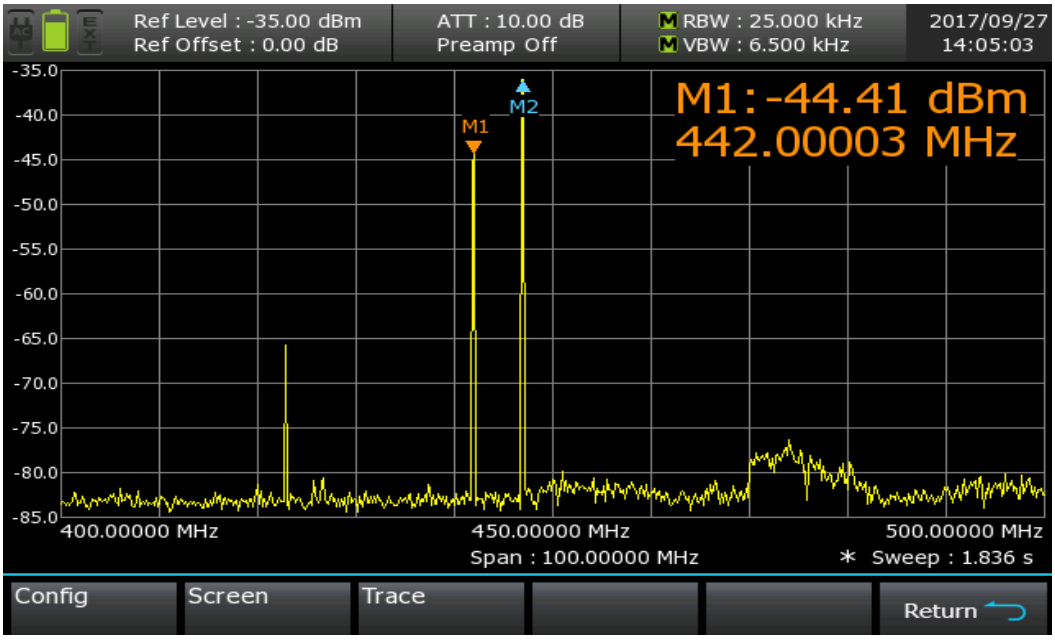


Fig. 45. Prueba para TX en frecuencia de 442.000 MHz. Analizador de espectro Protek A734.

Donde **M1** hace referencia a la frecuencia que transmite, la cual va en un rango de frecuencia de 400 MHz a 500 MHz en escalas de 10 en 10 y se mide en **dBm** que es la unidad de medida de potencia expresada en decibelios (**dB**) relativa a un milivatio (**mW**), para ello se pude decir según la tabla que indica la fuerza de la señal recibida, que las consideraciones para determinar si la potencia en es mala regular, buena o excelente está dada de la siguiente manera:

0: señal ideal, difícil de lograr en la práctica.

-40 a -60: señal idónea con tasas de transferencia estables. dependiendo.

-60: enlace bueno; ajustando TX y basic rates se puede lograr una conexión estable al 80%.

-70: enlace normal -bajo; es una señal medianamente buena, aunque se pueden sufrir problemas con lluvia y viento.

-80: es la señal mínima aceptable para establecer la conexión; puede ocurrir caídas, que se traducen en corte de comunicación (pérdida de llamada, perdida de datos, mensajes (sms) corruptos (ilegibles). [34]

Tabla de equivalencias aproximada para averiguar el nivel de cobertura en función de los dBm en aire recibido: [34]

Más de -71 dBm = Excelente

Entre -87 y -71 = Muy buena

Entre -97 y -87 = Buena

Entre -111 y -97= Baja cobertura

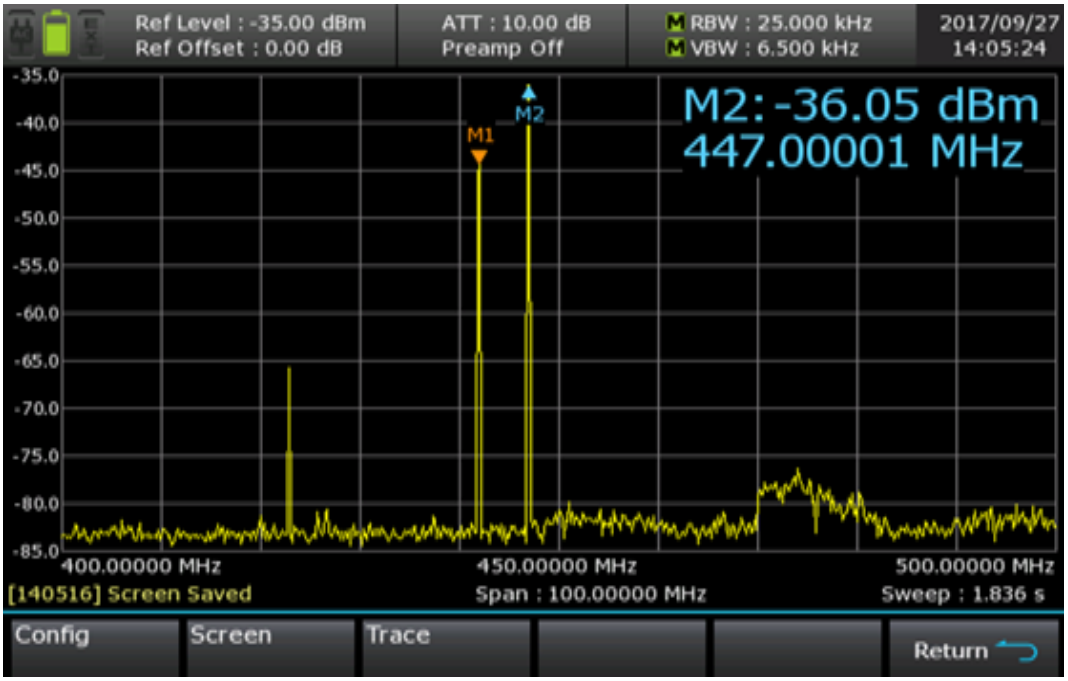
A partir de -113 dBm = Sin cobertura

Lo cual indica según la Fig. 45; tenemos -44.41 **dBm** para la frecuencia 442.00003 MHz, que en resumen podemos afirmar claramente que tenemos una excelente cobertura de la señal transmitida.

Por otra parte, también se puede afirmar que se tiene una excelente cobertura de la señal recibida como lo demuestra la Fig. 46, puesto que los valores que se obtuvieron a través del analizador de espectro electromagnético fueron óptimos en la prueba realizada para RX donde

podemos observar que la amplitud para la potencia de recepción de la señal en frecuencia 447.00001 MHz fue de -36.05 **dBm.** Fig. 46

Fig. 46. Prueba para RX en frecuencia de 447.000 MHz.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

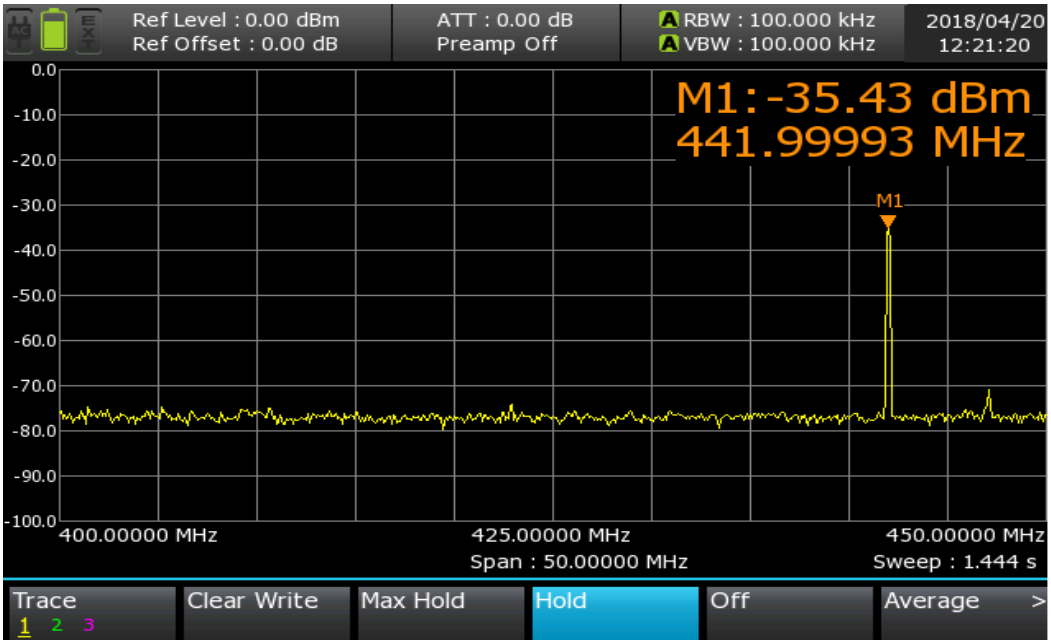
14.1.1. Pruebas Pereira.

Prueba 1: Realizada el H.U.S.J. **Hospital Universitario San Jorge** Fig. 47 Transmitiendo en frecuencia 442.000 MHz marcador (M1) Fig. 48. Y recepcionando en frecuencia 447.00 MHz, marcador (M2) Fig. 49.

Fig. 47. Prueba1. Ruta del EPMSC-Pereira hasta el H.U.S.J.

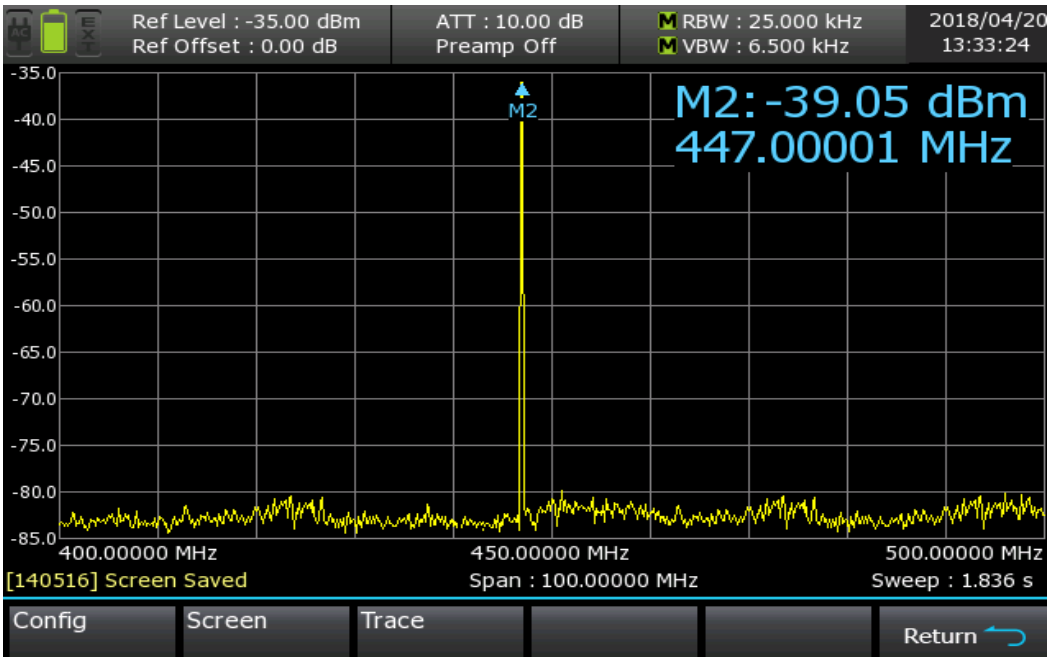
Fuente: Google Earth Pro.

Fig. 48. Prueba1. Pereira para TX. H.U.S.J.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 49. Prueba1. Pereira para RX. H.U.S.J.



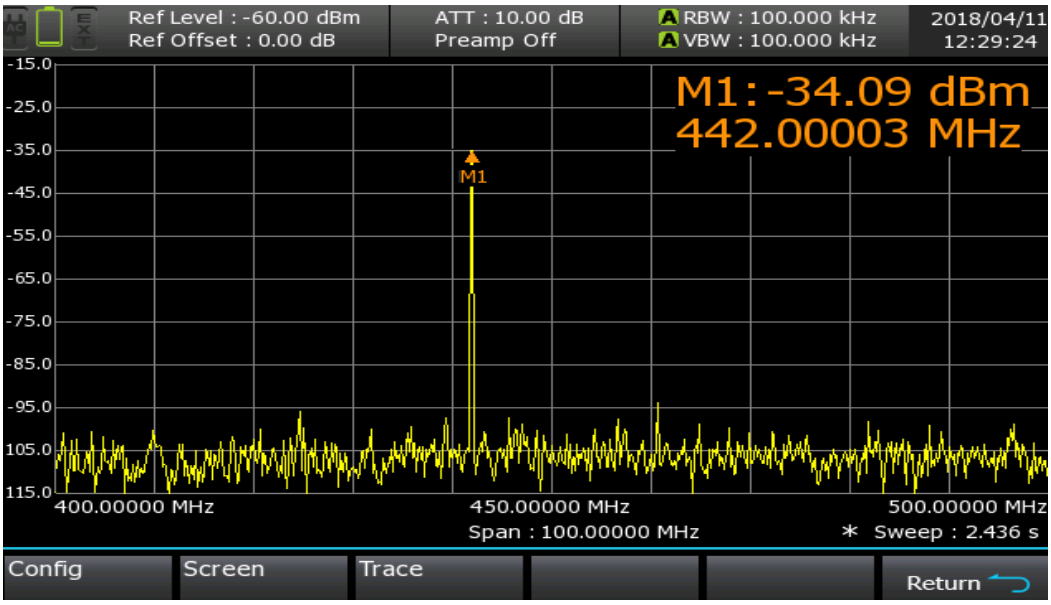
Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Prueba 2: Se hará desplazamiento en vehículo oficial desde el EPMSC Pereira hasta la **Clínica Sistema Nervioso Álamos**, Fig. 50, Prueba Realizada en frecuencia 442.000 MHz marcador (M1) Fig. 51. Y recepcionando en frecuencia 447.00 MHz, marcador (M2) Fig. 52.

Fig. 50. Prueba1. Clínica Mental Instituto Nervioso.

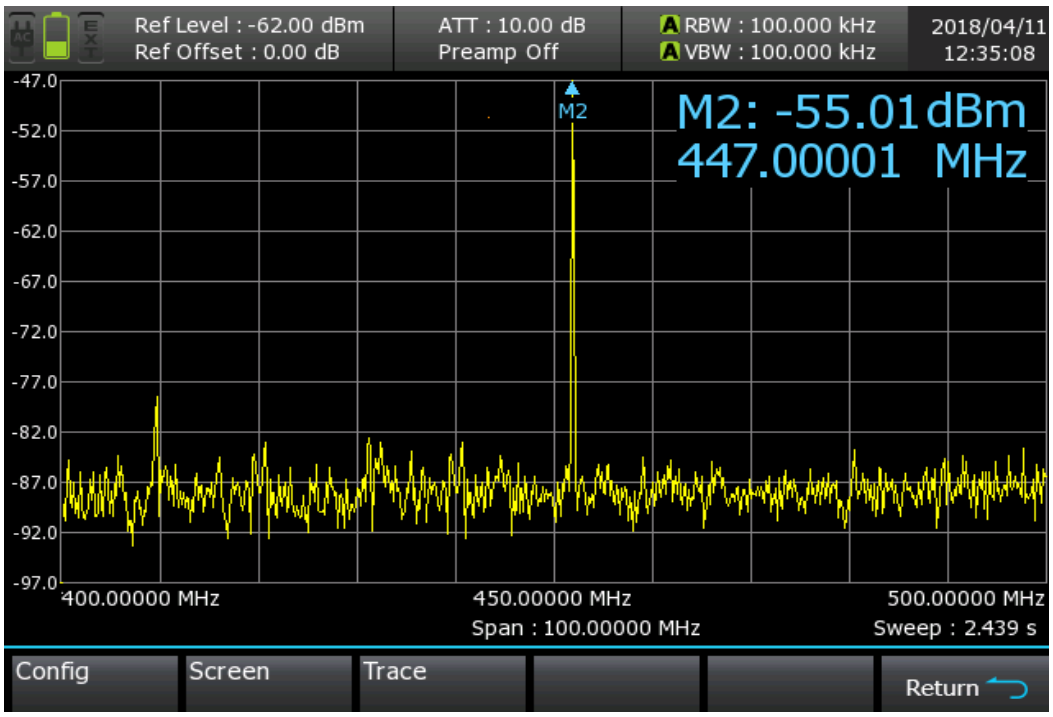
Fuente: Google Earth Pro.

Fig. 51. Prueba 2. Pereira para TX. Clínica Sistema Nervioso.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 52. Prueba 2. Pereira para RX. Clínica Sistema Nervioso.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Prueba 3: Se realiza desplazamiento en vehículo oficial desde el EPMSC Pereira hasta el **Homeris** Hospital Mental de Risaralda, Fig. 53, transmitiendo en frecuencia 442.000 MHz marcador (M1) Fig. 54. Y recepcionando en frecuencia 447.00 MHz, marcador (M2) Fig. 55.

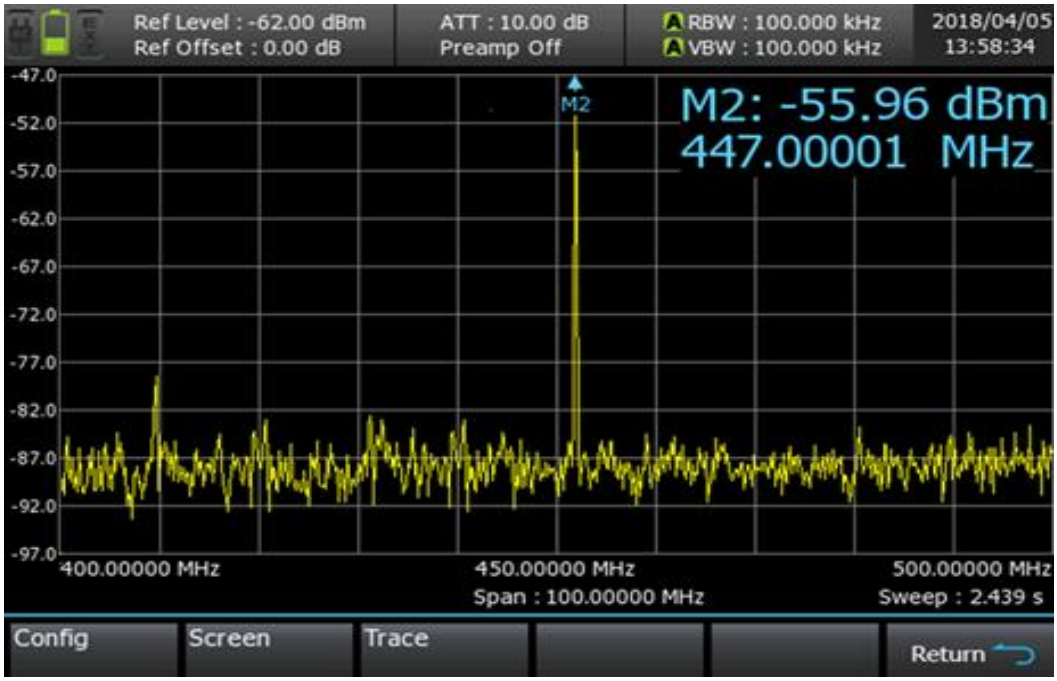
Fig. 53 Prueba 3 Ruta entre EPMSC Pereira y Hospital Mental.

Fuente: Google Earth Pro.

Fig. 54. Prueba 3. Para TX. Homeris

Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

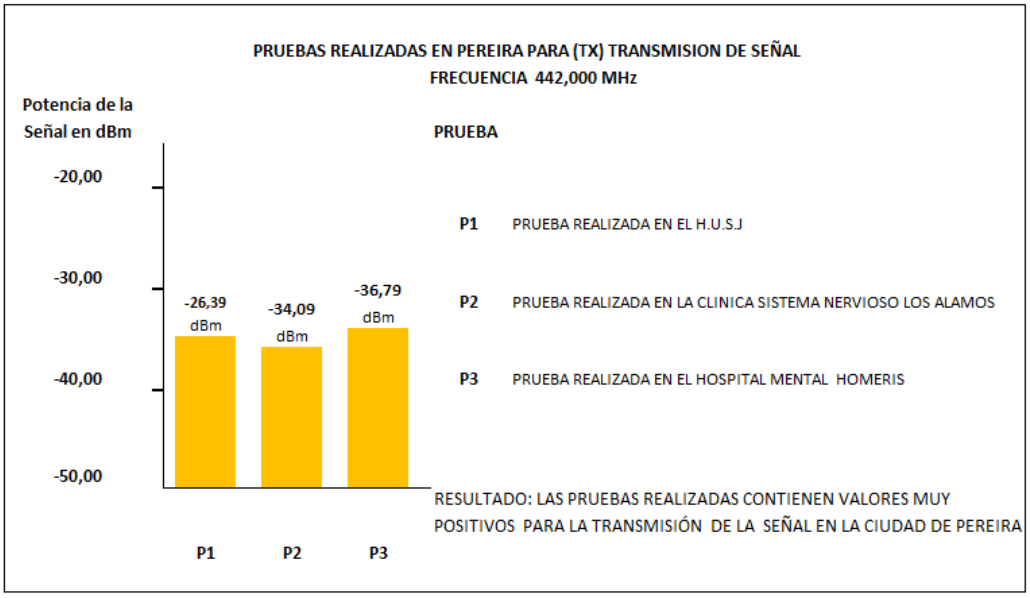
Fig. 55. Prueba 3. Para RX. Homeris.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

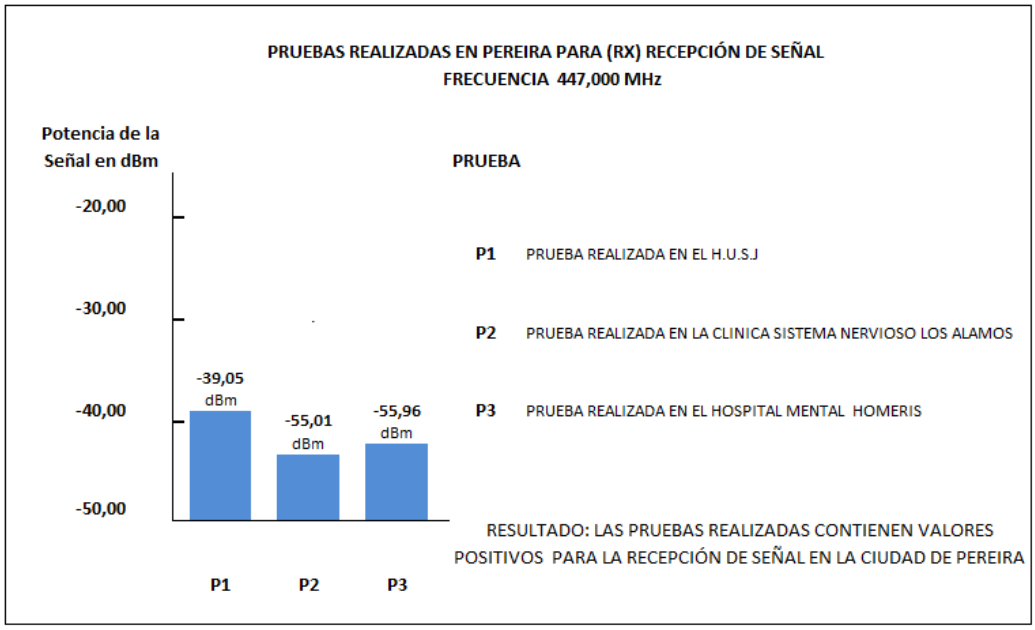
Resultado de las Pruebas la Pereira

Fig. 56. Prueba para TX entre Pereira y el EPMSC-Pereira.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 57. Prueba para RX entre EPMSC-Pereira. y el H.U.S.J.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Protocolo de pruebas Pereira.

TABLA DE PROTOCOLO DE PRUEBAS REALIZADAS				
REFERENCIA	**PRUEBA**	**SITIO**	**FECHA**	**CONCLUSIÓN**
15.1.1		PEREIRA		
	1	HOSPITAL SAN JORGE	20/04/2018	Viable
	2	SISTEMA NERVIOSO	11//04/2018	Viable
	3	HOSPITAL HOMERIS	5/04/2018	Viable

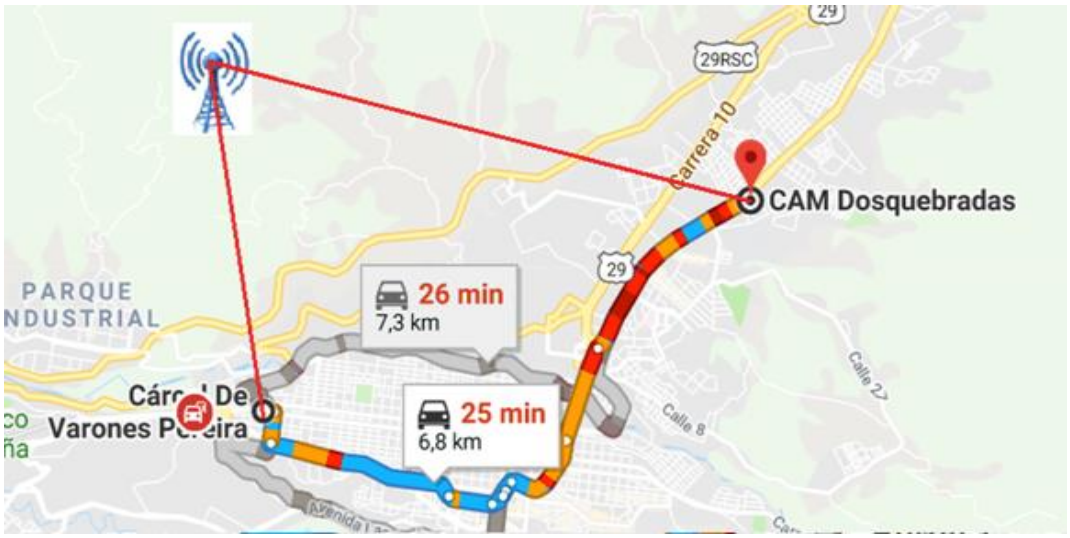
Fuente: Elaboración propia.

Para Frecuencia de Transmisión 442.000 MHz, en la ciudad de Pereira fue excelente teniendo en cuenta que los niveles de potencia capturados en esta zona fueron de -35dBm; al igual que en la frecuencia de recepción 447.000 MHz, puesto que los nivel de potencia fueron en promedio de -49dBm, lo que garantizó una comunicación constante, permanente, confiable y sin interrupciones.

14.1.2. Pruebas Dosquebradas.

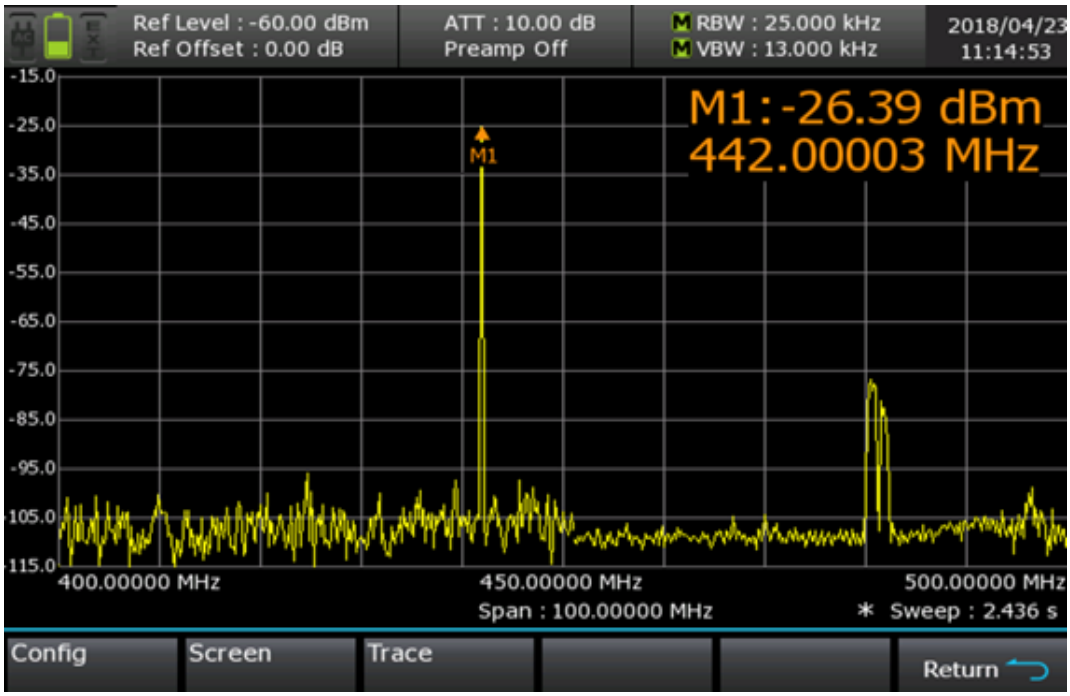
Prueba Única: Realizada en el CAM Centro Administrativo Municipal Fig. 58 Transmitiendo en frecuencia 442.000 MHz marcador (M1) Fig. 59. Y recepcionando en frecuencia 447.00 MHz, marcador (M2) Fig. 60.

Fig. 58. Prueba Única. Entre EPMSC-Pereira y CAM Dosquebradas.



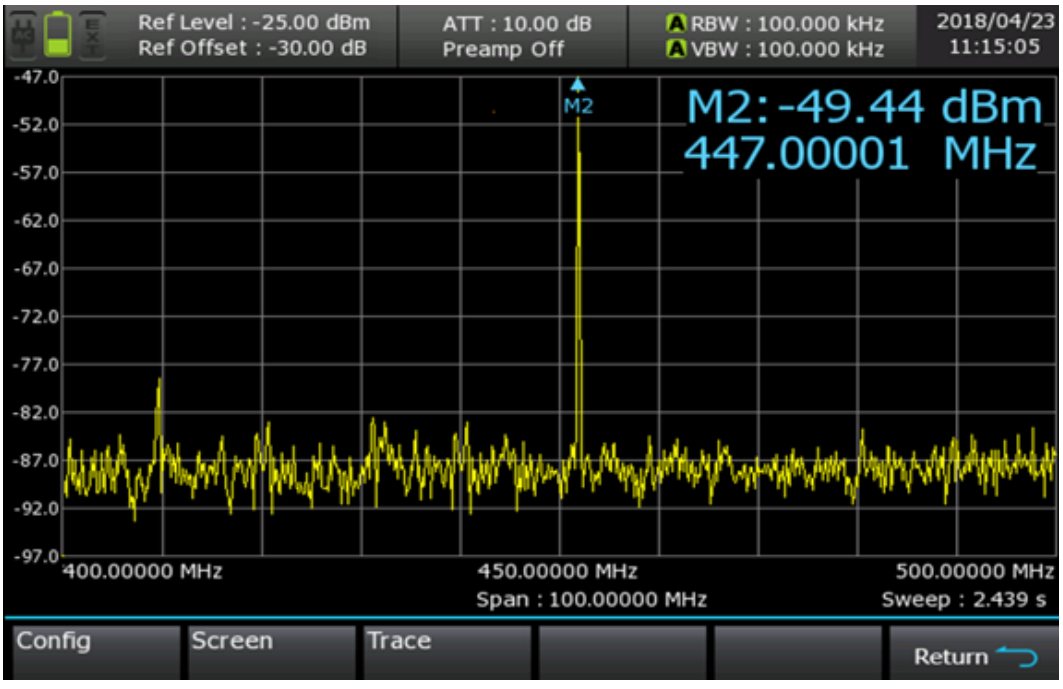
Fuente: Google Earth Pro.

Fig. 59. Prueba Única. Entre EPMSC-Pereira y CAM Dosquebradas. Para TX.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

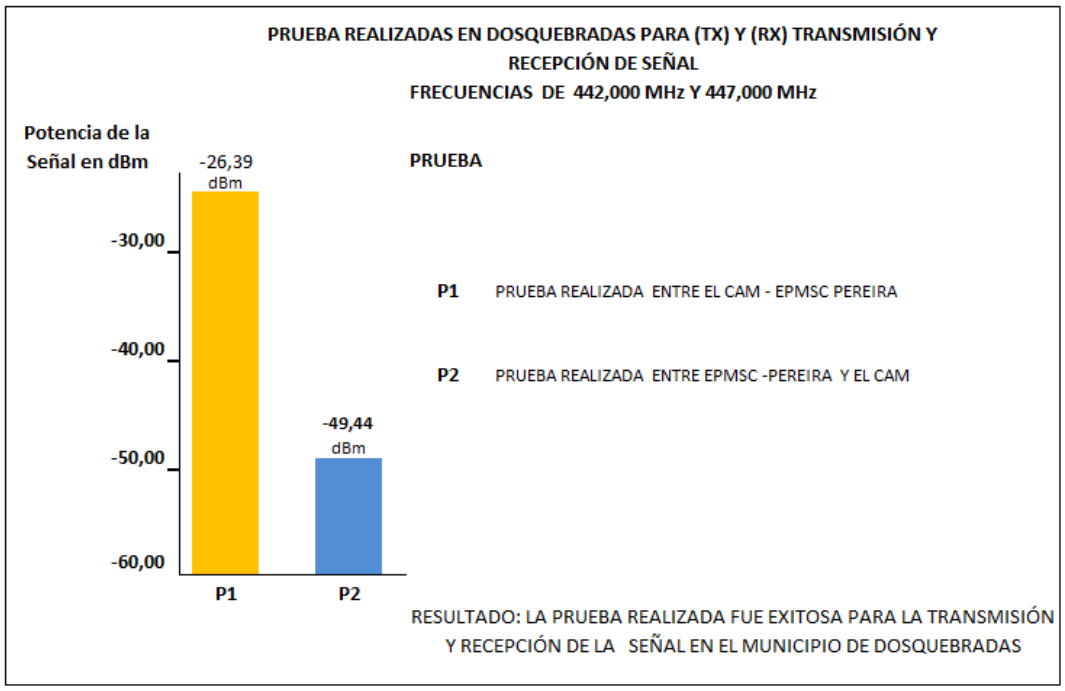
Fig. 60. Prueba Única. Entre EPMSC-Pereira y CAM Dosquebradas. Para RX



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Resultado de las Pruebas Dosquebradas

Fig. 61. Prueba para TX y RX entre Pereira y el CAM - Dosquebradas.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Protocolo de pruebas Dosquebradas.

TABLA DE PROTOCOLO DE PRUEBAS REALIZADAS				
REFERENCIA	PRUEBA	SITIO	FECHA	CONCLUSIÓN
14.1.2	1	CAM	20/04/2018	Viable

Fuente: Elaboración propia.

Para Frecuencia de Transmisión 442.000 MHz, en la ciudad de Dosquebradas fue excelente teniendo en cuenta que los niveles de potencia capturados en esta zona fueron -26dBm. Al igual que en la frecuencia de recepción 447.000 MHz, puesto que el nivel de potencia fue de -49 dBm, lo que garantizó una comunicación constante, permanente, confiable y sin interrupciones. Esto gracias a la cercanía de la antena repetidora, entre estos dos puntos y la vista libre para la zona de Fresnel.

14.1.3. Pruebas La Virginia y Cartago.

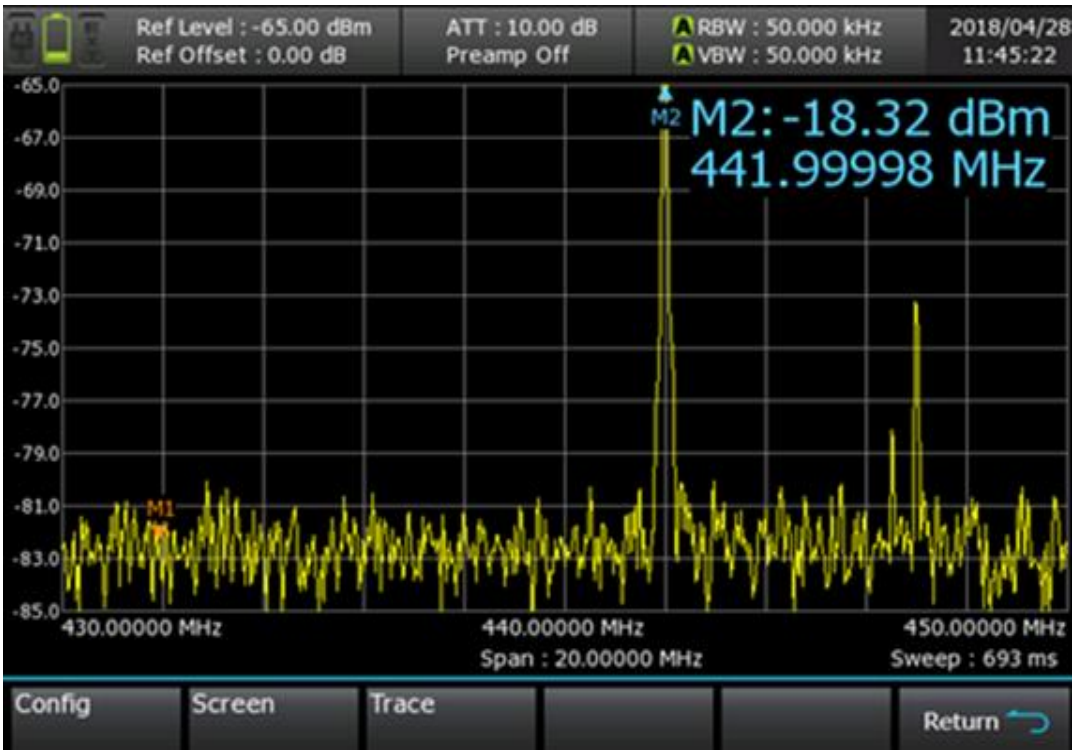
Prueba 1 La Virginia: Se iniciará la prueba en el EPMSC Pereira, con desplazamiento en vehículo oficial por toda la vía que comunica Pereira hasta Cerritos con el municipio de la Virginia, ingresando por el centro hasta los Juzgados judiciales y retornando por la glorieta de la vía alterna hacia Cartago, y el EPMSC Pereira ver Fig. 62.

Fig. 62. Pruebas EPMSC- Pereira y la Virginia.

Fuente: Google Earth Pro.

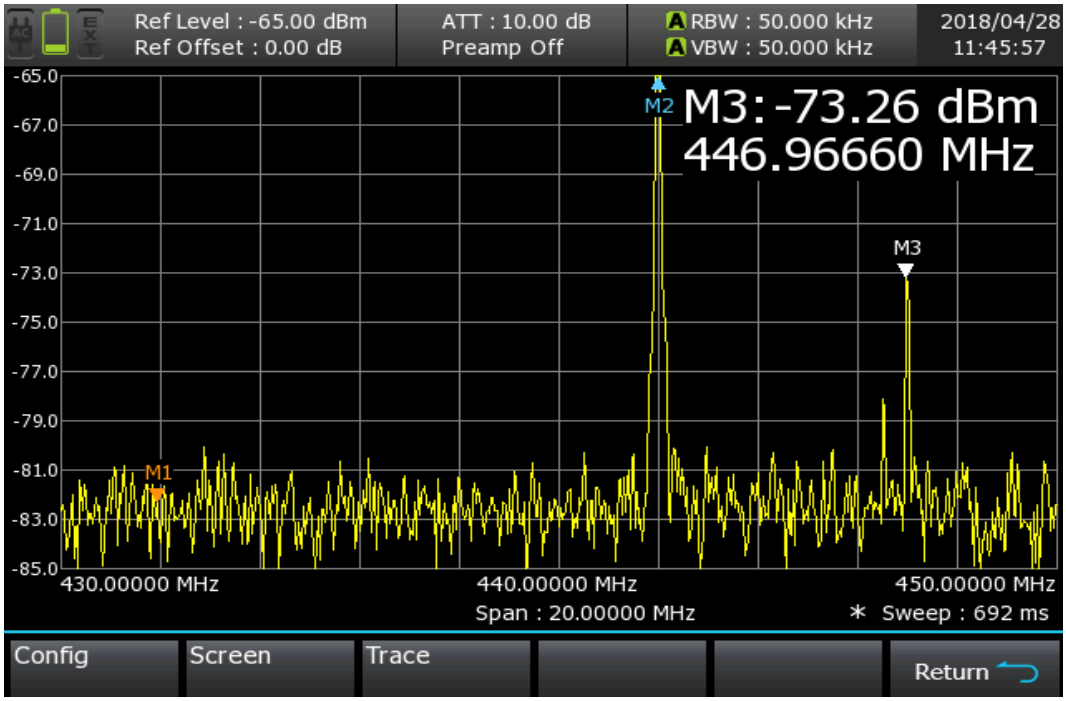
Prueba 1: Realizada en supermercado **Carulla** Fig. 65 vía cerritos, Transmitiendo en frecuencia 442.000 MHz marcador (M2) Fig. 63. Y recepcionando en frecuencia 447.00 MHz, marcador (M3) Fig. 64.

Fig. 63. Prueba 1. Carulla para TX.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 64. Prueba 1. Carulla para RX.



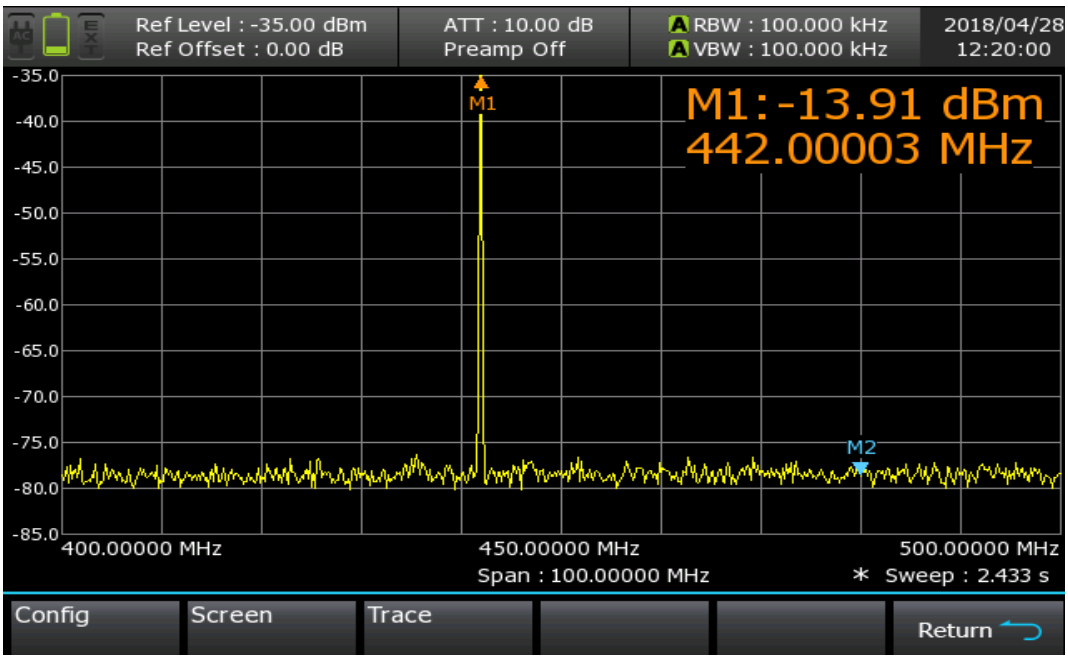
Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 65. Prueba 1. Carulla.

Fuente: Elaboración propia.

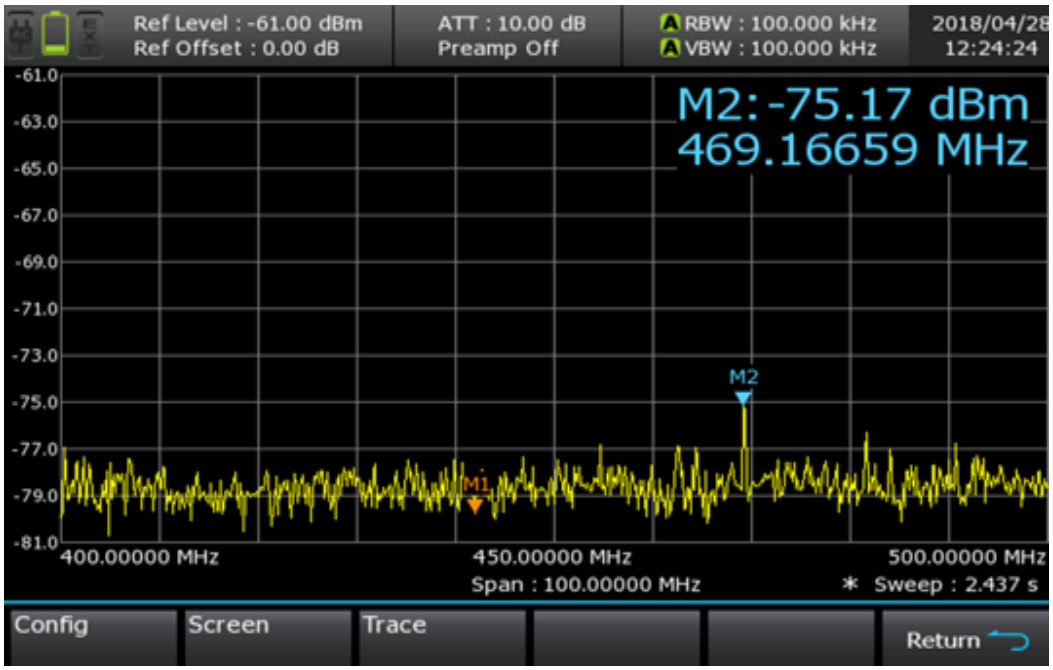
Prueba 2: Realizada en **Cerritos** Fig. 68 Transmitiendo en frecuencia 442.000 MHz marcador (M1) Fig. 66. Y recepcionando en frecuencia 447.00 MHz, marcador (M2) Fig. 67.

Fig. 66. Prueba 2. Cerritos para TX



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 67. Prueba 2. Cerritos para RX.



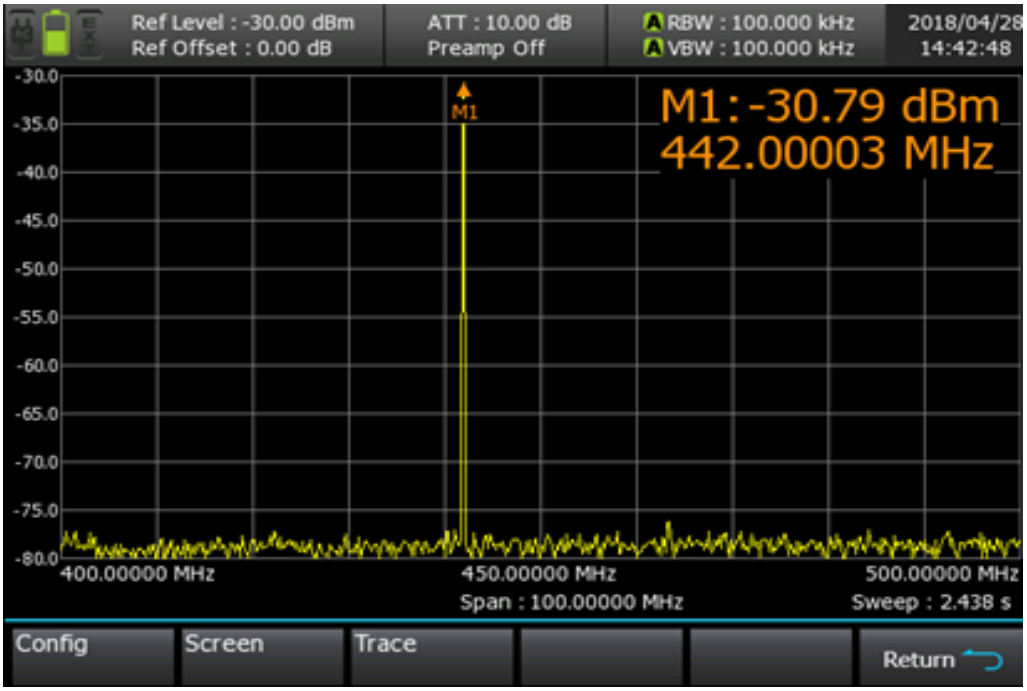
Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 68. Prueba 2. Cerritos.

Fuente: Elaboración propia.

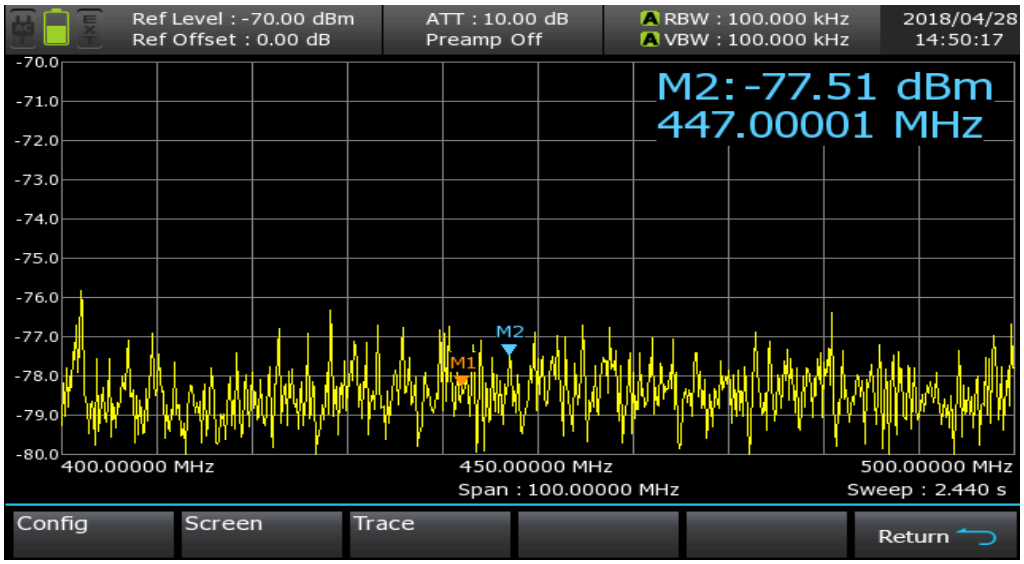
Prueba 3: Realizada en **Sede Judicial La Virginia** Fig. 71 Transmitiendo en frecuencia 442.000 MHz marcador (M1) Fig. 68. Y recepcionando en frecuencia 447.000 MHz, marcador (M2) Fig. 69.

Fig. 69. Prueba 3. Virginia para TX.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 70. Prueba 3. Sede la Virginia para RX. Protek A734.



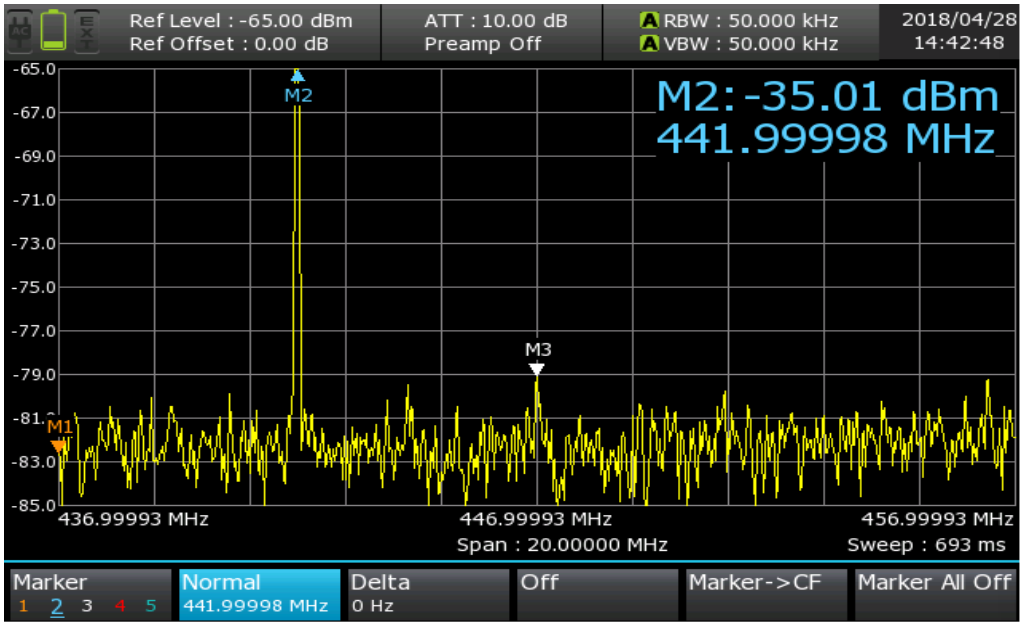
Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 71. Prueba 3. Sede Judicial La Virginia.

Fuente: Elaboración propia.

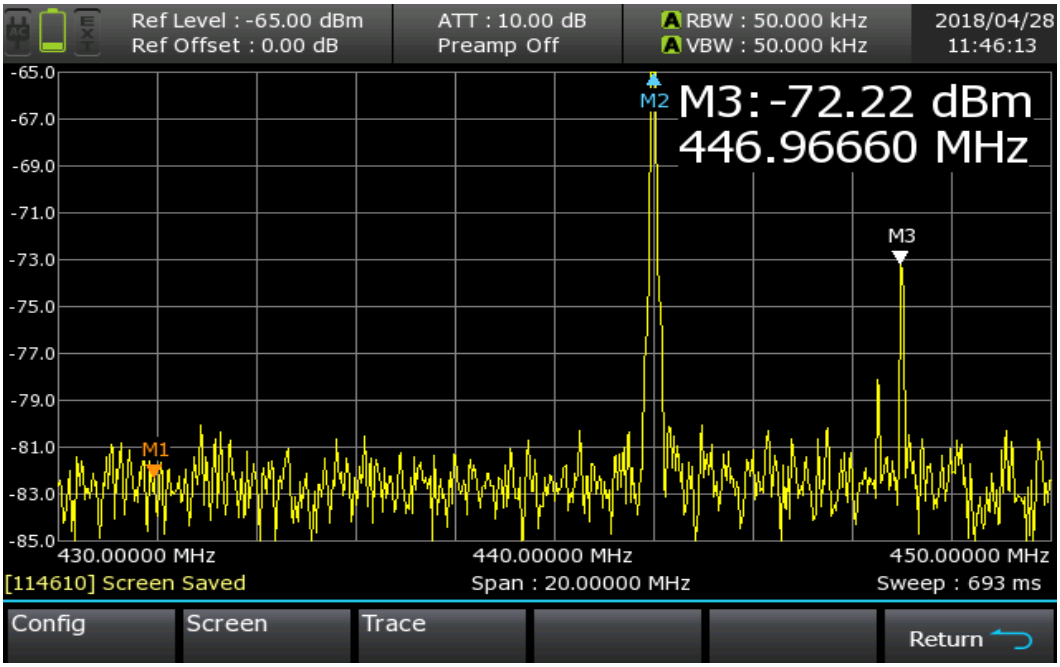
Prueba 4: Realizada en la Virginia vía **Alterna Cartago** Fig. 74 Transmitiendo en frecuencia 442.000 MHz marcador (M1) Fig. 72. Y recepcionando en frecuencia 447.00 MHz, marcador (M2) Fig. 73.

Fig. 72. Prueba 4. Alterna para TX.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 73. Prueba 4. Alterna Glorieta la Virginia hacia Cartago para RX.



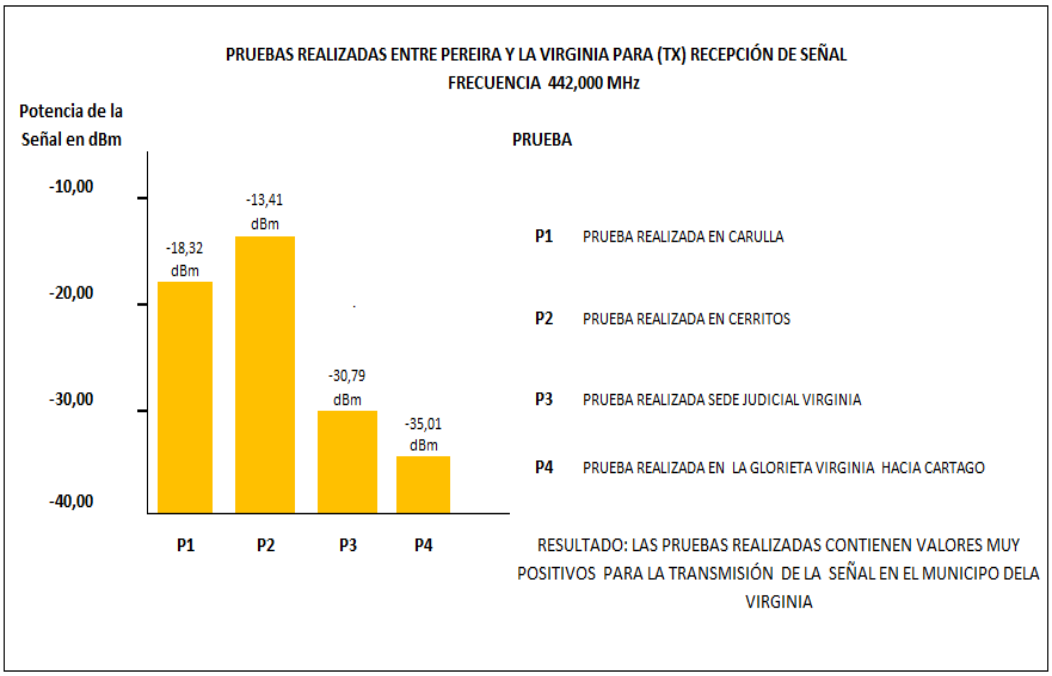
Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 74. Prueba 4. Glorieta La Virginia hacia Cartago

Fuente: Elaboración propia.

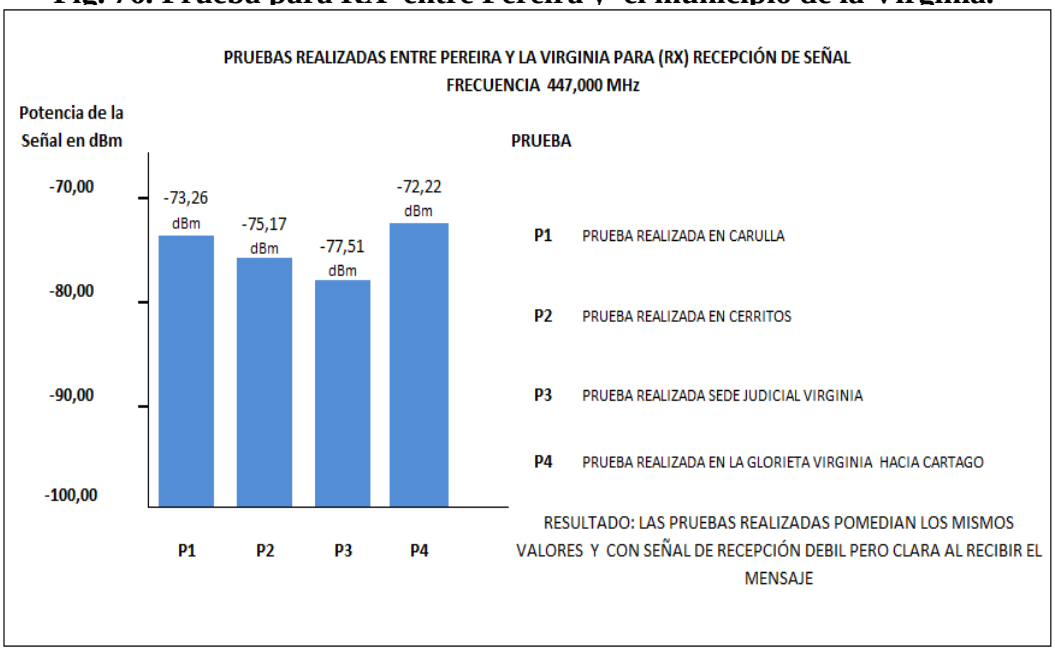
Resultado de las Pruebas La Virginia

Fig. 75. Prueba para TX entre Virginia y el EPMSC-Pereira.



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 76. Prueba para RX entre Pereira y el municipio de la Virginia.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Protocolo de pruebas Virginia.

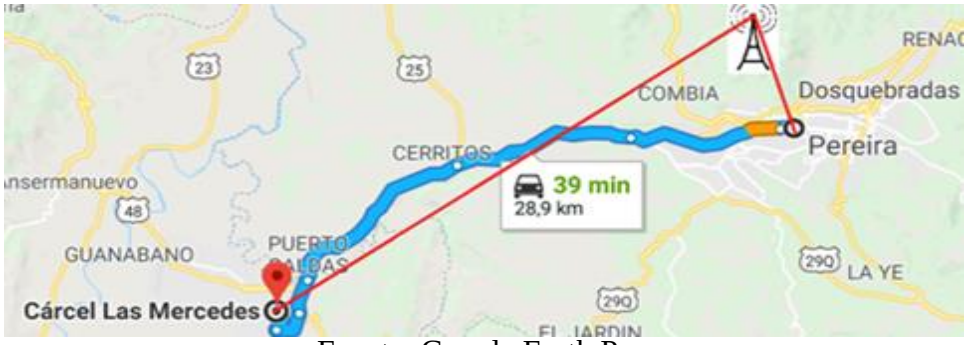
TABLA DE PROTOCOLO DE PRUEBAS REALIZADAS				
REFERENCIA	PRUEBA	SITIO	FECHA	CONCLUSIÓN
15.1.1	1	Supermercado Carulla via cerritos	20/04/2018	Viable
	2	Cerritos	11//04/2018	Viable
	3	Sede judicial la Virginia	5/04/2018	Viable con ajustes
	4	Via alterna glorieta la Virgina via Cartago	28/04/2018	viable

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión para Frecuencia de Transmisión 442.000 MHz, en la ruta que conduce de Pereira hacia el municipio de la Virginia fue estable aunque con algunas interrupciones propiamente en la sede Judicial pese a que los niveles de potencia capturados en esta zona fueron buenos y en promedio de -32dBm no garantizo un enlace permanente. Al igual que en la frecuencia de recepción 447.000 MHz, a pesar que el nivel de potencia fueron de -74 dBm esto debido a los obstáculos que interfieren en la línea vista desde la repetidora y el municipio de la Virginia Fig. 76 y 41.

Prueba Única. Cartago: Se iniciará la prueba en la glorieta del ingenio de la Virginia, con desplazamiento en vehículo oficial por toda la vía que comunica con el municipio de Cartago, ingresando por la variante hasta el Centro Carcelario de Cartago y retornando en el mismo sentido hasta el EPMSC Pereira. Fig. 77

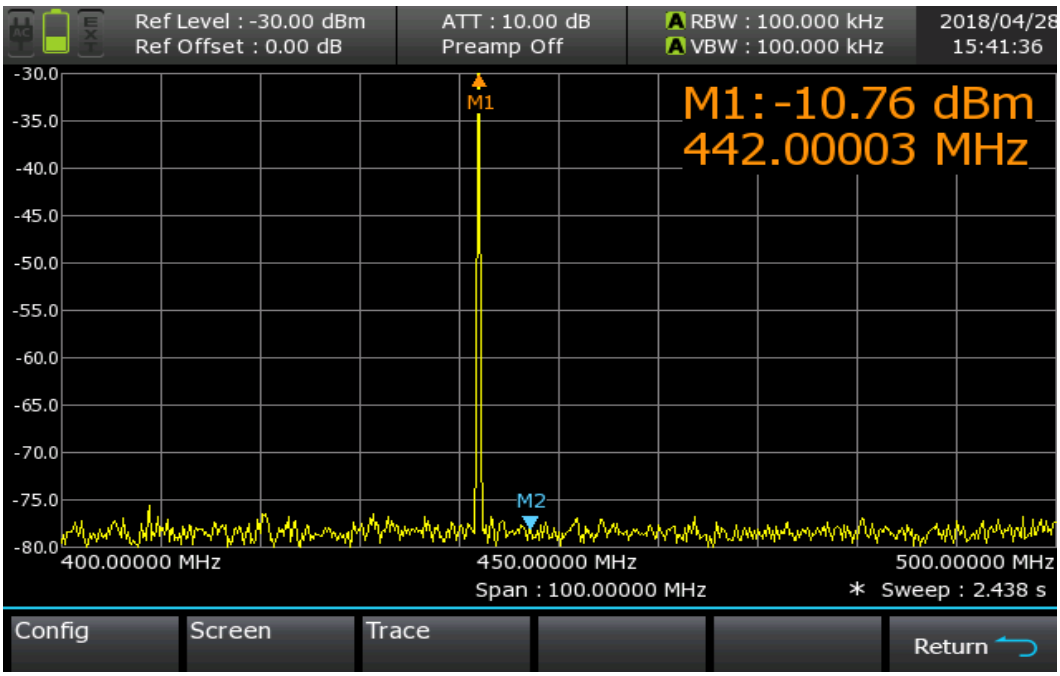
Fig. 77. Prueba Única EPMSC- Pereira y EPMSC Cartago.



Fuente: Google Earth Pro.

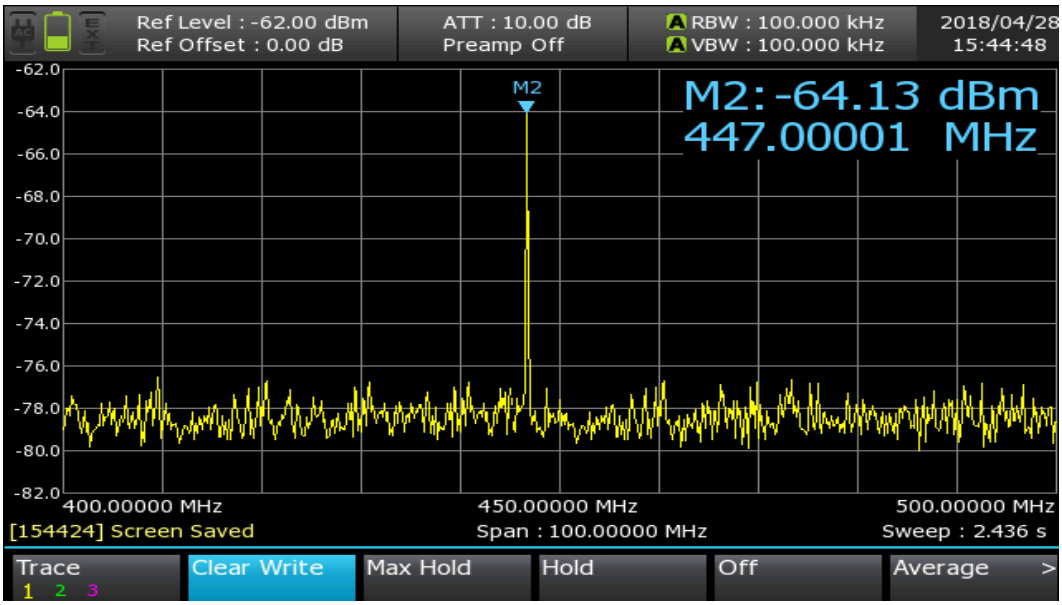
Prueba Única: Realizada en el EPMSC-**Cartago** Fig. 80 Transmitiendo en frecuencia 442.000 MHz marcador (M1) Fig. 78. Y recepcionando en frecuencia 447.00 MHz, marcador (M2) Fig. 79.

Fig. 78. Prueba1 Cartago para TX.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

Fig. 79. Prueba1 Cartago para RX.



Fuente: Analizador de espectro Protek A734.

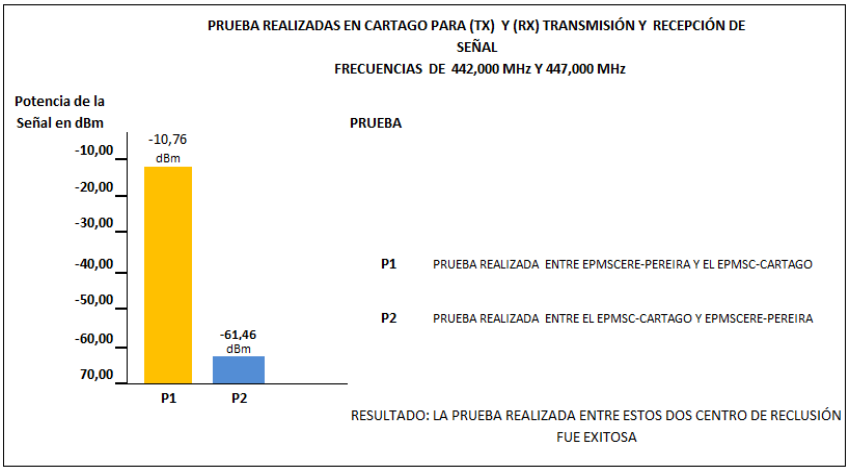
Fig. 80. Prueba1 INPEC Cartago.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión para Frecuencia de Transmisión 442.000 MHz, en la ciudad de Cartago fue excelente teniendo en cuenta que en esta zona -10.76 dBm. Al igual que en la frecuencia de recepción 447.000 MHz que fue de -64.13 dBm, lo que garantizó una comunicación constante, permanente, confiable y sin interrupciones.

Resultado de las Pruebas Cartago

Fig. 81. Prueba para TX y RX entre Pereira y el EPMSC-Cartago.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Protocolo de pruebas Cartago.

TABLA DE PROTOCOLO DE PRUEBAS REALIZADAS				
REFERENCIA	**PRUEBA**	**SITIO**	**FECHA**	**CONCLUSIÓN**
15.1.4	1	CARTAGO	28/04/2018	Viable

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión para Frecuencia de Transmisión 442.000 MHz, en la ciudad de Cartago fue excelente teniendo en cuenta que los dBm capturados en esta zona fueron -10.76 dBm. Al igual que en la frecuencia de recepción 447.000 MHz; Fig. 81 puesto que el nivel de potencia fue de -61.46 dBm, lo que garantizó una comunicación constante, permanente, confiable y sin interrupciones.

15. Ventajas de integrar Repetidora al Sistema de Comunicación para el EPMSC ERE - Pereira

Ventajas: Al implementar este sistema de comunicación, no sólo beneficia al personal de guardia del EPMSC Pereira apoyando los desplazamientos con Personas Privadas de la Libertad PPL, sino también a reducir los costos en logística, tiempo y el talento humano. Además de minimizar los riesgos frente a los hechos delincuenciales o bandas organizadas que atentan a diario contra la institución, dado a que están expuestos en las calles de la ciudad, o son muy vulnerables en los centros hospitalarios, juzgados y demás sitios donde se requiera ser trasladado una Persona Privada de la Libertad.

Desventajas: En temas de telecomunicaciones en general nada es seguro, y máxime cuando las herramientas tecnológicas están al alcance de todos, es por eso que la exposición a que la comunicación sea intervenida, está abierta de tal forma, que las personas o incluso entidades con el conocimiento y equipos necesarios lo puedan hacer fácilmente, so pena de incurrir delitos que se encuentran tipificados en las leyes colombianas y que además son regulados por los entes de control ANE y MINTIC.

Seguridad: La seguridad está fundada en el principio de confidencialidad de las personas encargadas de la administración de este medio de comunicación, por otro lado del uso de las herramientas tecnológicas, que permitan diseñar e implementar estrategias a fines de evitar ser interceptados fácilmente por un tercero. a través de Software y sistemas digitalizados que permitan encriptar la comunicación.

Conclusiones

De acuerdo al estudio que se realizó, se ha llegado a la conclusión, que la comunicación entre los municipios de Pereira y Dosquebradas es confiable y permanente, contraria a los puntos entre Pereira – Cartago y Pereira – La Virginia, debido a la topología de la región. Y según como lo demuestran las imágenes de Zonas de Fresnel y las pruebas realizadas con el analizador de espectro electromagnético Protek A734.

Una de las soluciones a futuro sería la instalación de otra antena repetidora en la Cárcel Las Mercedes de Cartago dado a que se cuenta con el predio institucional haciendo uso de las mismas instalaciones de este Centro de Reclusión para adelantar los trámites pertinentes a los que haya lugar.

Por otra parte, y con el fin de establecer una mejor comunicación y reducir costos, se hará la solicitud a los entes de seguridad del estado como la Policía y Ejército Nacional para hacer uso de su infraestructura, y establecer comunicación no sólo en esta región de Risaralda y Norte del Valle, sino además entre otras ciudades del país.

Aumentar la potencia de transmisión por encima de los valores permitidos según resolución de MINTIC, lo que nos llevaría a realizar un nuevo trámite ante MINTIC para aumentar ese rango de potencia.

Referencias

[1] U. S. P. E. C (2011) Funciones de la Unidad. de servicios penitenciarios [En línea]. Available: https://www.uspec.gov.co "[Accedido Feb 8, 2017]"

[2] P. N. d. Colombia. (2016). La Policía hace uso de las nuevas tecnologías. [En línea]. Available: https://www.policia.gov.co/noticia/la-polic%C3%AD-hace-uso-de-las-nuevas-tecnolog%C3%AD "[Accedido Feb 15, 2017]"

[3] P. N. D. d. S. Ciudadana. Red de Apoyo y Comunicaciones. Available: https://issuu.com/estadocomunitario/docs/red_de_apoyo_y_comunicaciones "[Accedido Feb 17, 2017]"

[4] S. d. V. y. S. Privada. Red de Apoyo y Solidaridad Ciudadana RASCI. [En línea]. Available: http://www.supervigilancia.gov.co/?idcategoria=1071 "[Accedido Feb 18, 2017]"

[5] P. N. d. Colombia. Red de Aliados Para la Prosperidad. [En línea]. Available: https://www.policia.gov.co/programas-sociales/red-apoyo-prosperidad "[Accedido Feb 18, 2017]"

[6] C. C. Digital. (2016). La red eLTE beneficiará las comunicaciones de la Policía Nacional de Colombia. [En línea]. Available: https://colombiadigital.net/actualidad/noticias/item/8871-la-red-elte-beneficiara-las-comunicaciones-de-la-policia-nacional-de-colombia.html "[Accedido Feb 18, 2017]"

[7] GOOGLE EART PRO (2017) INVESTIGACION: POSICIÓN GEOGRAFICA EPMSC-PEREIRA[En línea]. Available: https://www.google.com/intl/es/earth/download/gep/agree.html "[Accedido Mar 1, 2017]"

[8] P. Pytel, G. M. R, P. C. M, and B. P, "INGENIERÍA DE REQUISITOS BASADA EN TÉCNICAS DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO " pp. 1-4.

[9] (2017) INVESTIGACION: RESEÑA HISTORICA INPEC [En línea]. Available: http://www.inpec.gov.co "[Accedido Mar 2, 2017]"

[10] (2017) INVESTIGACION: RESEÑA HISTORICA EPMSCERE-PEREIRA [En línea]. Available: http://www.inpec.gov.co/institucion/organizacion/establecimientos-penitenciarios/regional-viejo-caldas/epmsc-pereira "[Accedido Mar 2, 2017]"

[11] ANE (2016). CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIA ACTUALIZACIÓN. [En línea]. Available: https://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Planeacion/cnabf/cnabf.pdf "[Accedido Mar 4, 2017]"

[12] M. d. T. d. l. I. y. l. Comunicaciones. SGE SISTEMA DE GESTION DEL ESPECTRO. [En línea]. Available: http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-2350.html "[Accedido Mar 4, 2017]"

[13] (2008) INVESTIGACION: ZONAS DE FRESNEL [En línea]. Available: https://es.scribd.com/doc/55774691/zonas-de-fresnel "[Accedido Apr, 18 2017]"

[14] J. Ramírez, ANTENAS Conceptos básicos simplificados de funcionamiento y diseño, 2nd ed., Universidad de San Buenaventura, Ed. Bogotá D.C., Colombia: Editorial Bonaventuriana, 2010.

[15] U.L.P.G.C. (2018) El Dipolo Plegado [En línea]. Disponible: ftp://gic.dsc.ulpgc.es/ETSIT/Antenas_ETSIT/Practicas/Practica_dipolo.pdf "[Accedido Apr 18, 2017]"

[16] Slide Share (2018) Antennas and Radiowave Propagation [En línea]. Disponible: https://es.slideshare.net/anderssoncruz/libro-1-antenas "[Accedido Apr 17, 2018]"

[17] Radio Comunicaciones (2016) Antenas Omnidireccionales [En línea]. Disponible: http://www.radiocomunicaciones.net/radio/antenas-omnidireccionales/ "[Accedido Apr 25, 2018]"

[18] MINTIC. (2018) Permisos para el uso del Espectro Radioeléctrico a través de mecanismos de Selección Objetiva, Normatividad [En línea]. Available: http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-4993.html "[Accedido Mar 15, 2017]"

[19] (2011) RESOLUCIÓN NÚMERO 002118 DE 15 DE SEPTIEMBRE DE 2011. "Por la cual se establecen las condiciones, los requisitos y se determina el trámite para otorgar permisos para el uso del espectro radioeléctrico por el procedimiento de Selección Objetiva". [En línea]. Disponible: http://www.mintic.gov.co/images/documentos/espectro_radioelectrico/seleccion_objetiva_espectro/resolucion_2118_de_2011_seleccion_objetiva_requisitos.pdf "[Accedido Mar 15, 2017]"

[20] MINTIC. (2015) Resolución 917 del 22 de mayo de 2015. "Por la cual se determinan las garantías para cubrir riesgos en materia de telecomunicaciones y de servicios postales". [En línea]. Disponible: http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-11410.html "[Accedido Mar 15, 2017]"

[21] REGIMEN LEGAL DE BOGOTA D.C. (2018) Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.". [En línea]. Disponible: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/index.jsp "[Accedido Mar 15, 2017]"

[22] Raditel S.A. (2012) Antenas Base-Repetidor 8 Dipolos. [En línea]. Available: http://www.raditelsa.com/accesorios.php# "[Accedido Apr 4, 2018]"

[23] Antenas (2008) Radiación y Radiocomunicación [En línea]. Available: https://personal.us.es/murillo/docente/radio/documentos/tema2.pdf "[Accedido Apr 10, 2017]"

[24] Juan J. Murillo, Fundamentos de Radiación y Radiocomunicación, 2da ed., Universidad de Sevilla, España: Ed. Centro de Estudios Ramón Areces S.A., 2008. pp 83-85

[25] T. Wayne, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 4ta ed., México: Editorial PEARSON EDUCACIÓN, 2003. PP

[26] Motorola Inc. (2009) PRO3100™ Radio Móvil Profesional. [En línea]. Disponible: http://www.electronisys.cl/index.php?route=product/product&product_id=159 "[Accedido Oct 8, 2017]"

[27] Motorola Inc. (2009) PRO3100™ Radio Móvil Profesional. [En línea]. Disponible: http://www.electronisys.cl/index.php?route=product/product&product_id=159 "[Accedido Oct 8, 2017]"

[28] Mercado Libre (2009) Usb cable programa para radio Motorola Pro3100 Pro5100 . [En línea]. Disponible: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-454369439-usb-cable-programa-para-radio-motorola-pro3100-pro5100-_JM "[Accedido Oct 8, 2017]"

[29] GC TELECOM. (2015) EP 450 Motorola. [En línea]. Disponible: http://www.gctelecom.pe/producto/13-EP-450-Motorola "[Accedido Oct 10, 2017]" "[Accedido Oct 8, 2017]"

[30] Mercado Libre (2009) Radio motorola Usb PROGRAMA CABLE Ep450 Ct150 . [En línea]. Disponible: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-454374027-radio-motorola-usb-programa-programacion-cable-ep450-ct150-_JM "[Accedido Oct 8, 2017]"

[31] RADIOPRO.RU. (2018) Duplexor. [En línea]. Disponible: http://www.radiopro.ru/?p=10853 "[Accedido Oct 10, 2017]"

[32] PROGRAMBL. (2002-2014) software. [En línea]. Disponible: http://www.programbl.com/es/es-descargar-cps-plus-professional.html "[Accedido Oct 10, 2017]"

[33] TEquipment.NET. (2018) Protek A734 100kHz - 4.4 GHz, 600 Hz Handheld Spectrum Analyzer. [En línea]. Disponible: https://www.tequipment.net/Protek/A734/Spectrum-Analyzers/ "[Accedido Oct 15, 2017]"

[34] Wikiwand (2015) Indicador de Fuerza de la Señal Recibida [En línea]. Disponible: http://www.wikiwand.com/es/Indicador_de_fuerza_de_la_señal_recibida "[Accedido Oct 15, 2017]"

[35] EL UNIVERSAL (2016) Huawei trae la primera red eLTE a Colombia [En línea]. Available: http://www.eluniversal.com.co/tecnologia/huawei-trae-la-primera-red-elte-colombia-223505 "[Accedido Feb 8, 2017]"

Anexo A.
Marco Jurídico uso del Espectro INPEC

INPEC
Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario

8120 OFAJU 81202 GRUDE 003331

Bogotá DC, 16 SEP. 2013

RECIBIDO
SUBDIRECCIÓN DE TECNOLOGÍAS Y COMUNICACIONES
SECRETARIA - INPEC
16 SEP 2013
Hora: 2:26
Firma:

Ingeniera
ADRIANA CETINA HERNANDEZ
Oficina Sistemas de Información INPEC
Ciudad

ASUNTO: Remito Resolución No. 003539 del 30 de agosto de 2013

Cordial saludo

En atención al asunto de la referencia, le informo que el Ministerio de Telecomunicaciones de la Informática y las Comunicaciones, notificó al Director General del INPEC, las resoluciones del asunto por medio de la cual OTORGA un permiso para el uso del espectro radioeléctrico para la defensa y seguridad nacional al Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario INPEC.

El día 13 de septiembre de 2013 la Doctora MARTHA LIGIA BARRERA TREJOS se notificó de dicha resolución (Anexo lo enunciado en44 folios).

Lo anterior para lo de su competencia y fines pertinentes.

Atentamente,

EFRAIN MORENO ALBARAN
Jefe Oficina Asesora Jurídica

Proyectó: Martha Ligia Barrera Trejos
13/09/2013

Anexo B.
Resolución 003539 del 30 de agosto de 2013

Libertad y Orden

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 003539 **DE** 30 AGO 2013 **2013**

*"Por medio de la cual se **OTORGA** un permiso para el uso del espectro radioeléctrico para la defensa y seguridad nacional al **INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO Y CARCELARIO - INPEC**, con Nit. **800.215.546-5**"*

EL DIRECTOR DE INDUSTRIA DE COMUNICACIONES

En ejercicio de sus facultades legales previstas en la Ley 1341 de 2009, los Decretos 4948 de 2009, 4392 de 2010, 1161 de 2010 y 2618 de 2012; las Resoluciones 290 de 2010, 2877 de 2011, y en desarrollo de las Resoluciones 887 de 2003, 517 de 2010 y 0067 de 2012 y

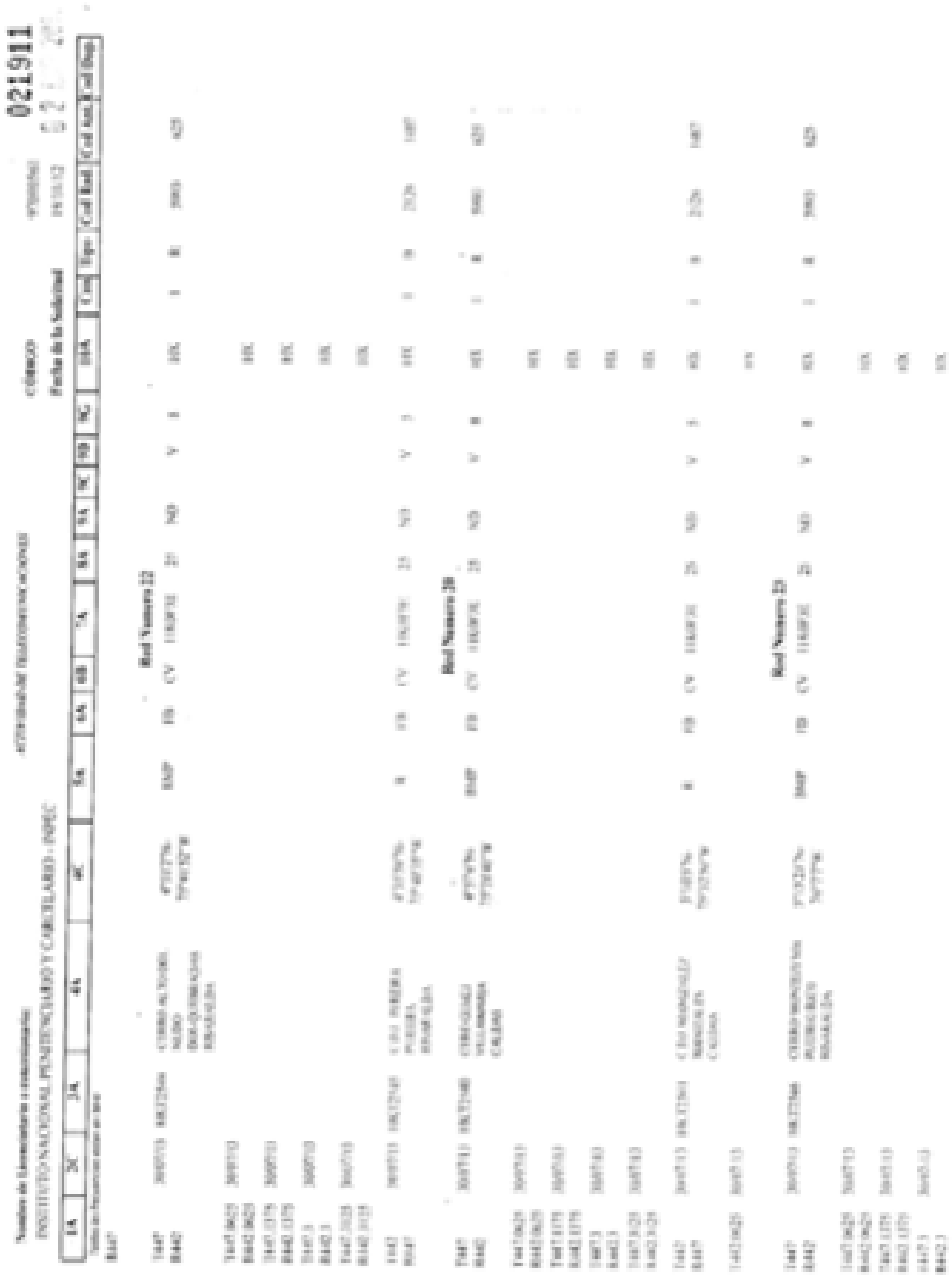
CONSIDERANDO

Que el artículo 75 de la Constitución Política establece que el espectro electromagnético es un bien público inenajenable e imprescriptible sujeto a la gestión y control del Estado, y garantiza la igualdad de oportunidades en el acceso a su uso en los términos que fije la ley.

Que los artículos 101 y 102 de la Constitución Política establecen que el espectro radioeléctrico es un bien público que forma parte de Colombia y pertenece a la Nación.

Que la Ley 1341 de 2009, en el inciso segundo del artículo 11, establece que: *"En la asignación de las frecuencias necesarias para la defensa y seguridad nacional, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones tendrá en cuenta las necesidades de los organismos de seguridad del Estado".*

Anexo C.
Sitios autorizados para el INPEC Res. 021911



Nombre de Licenciatario o concesionario: *ACTIVIDAD DE TELECOMUNICACIONES* CÓDIGO 9700056 021911

INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO Y CARCELARIO - INPEC Fecha de la Solicitud 19/11/12

1A	2C	3A	4A	4C	5A	6A	6B	7A	8A	9A	9C	9D	9G	10A	Can	Tipo	Cod Rad.	Cod Ant.	Cod Dup.
Todos las frecuencias estan en MHz																			
T442 R447	01/08/13	HKT2561	C.D.J. PENITENCIARIA DE CALARCA CALARCA QUINDIO	4°40'5"N- 75°38'5"W	R	FB	CV	11K0F3E	25	ND		V	5	HX	1	D	2126	1487	
T442.0625 R447.0625	01/08/13													HX					
T442.1375 R447.1375	01/08/13													HX					
T442.3 R447.3	01/08/13													HX					
T442.3125 R447.3125	01/08/13													HX					
Red Numero 30																			
T447 R442	01/08/13	HKT2560	CERRO EL CASTILLO CALARCA QUINDIO	4°32'40"N- 75°36'58"W	BMP	FB	CV	11K0F3E	25	ND		V	8	HX	1	R	5993	625	
T447.0625 R442.0625	01/08/13													HX					
T447.1375 R442.1375	01/08/13													HX					
T447.3 R442.3	01/08/13													HX					
T447.3125 R442.3125	01/08/13													HX					

Comentarios ***OTORGA PERMISO PARA EL USO DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO - SERVICIO AUXILIAR DE AYUDAS*****

Fecha generación: 2/8/13 **Elaboro:** ING. JULIO CESAR ANAYA ESTEVEZ

Anexo D.
Sitios Autorizados. MINTIC – INPEC.

Anexo E.
Solicitud Inventario. Oficina de Sistemas y Telecomunicaciones INPEC PEREIRA.

MINJUSTICIA

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Pereira 07 de Septiembre de 2017

Doctor
Robelly Alberto Trujillo
Director EPMSC ERE Pereira

Inspector
Francisco Javier Rendón Palacios
Jefe Oficina de Sistemas y Telecomunicaciones
EPMSC ERE Pereira

ASUNTO: SOLICITUD INVENTARIO

Cordial saludo.

Respetuosamente y observando el debido conducto regular, me dirijo a su despacho con el fin solicitar información actual y estado del sistema de comunicación por radio de los funcionarios del EPMSC-PEREIRA tales como:

- **Total de radios base**
- **Radios portátil o móvil**
- **Software de configuración**
- **Antenas**
- **Torre u otros elementos que hagan parte de la misma**

Lo anterior con el fin de adelantar estudio, para proyecto de grado en calidad de estudiante de Ingeniería en Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Pereira, y a su vez, apoyar la gestión en temas de comunicación para los funcionarios de este centro carcelario, realizando diseño que permita establecer un enlace con disponibilidad permanente y cobertura en el área metropolitana del Centro Occidente "Pereira Dosquebradas y Virginia" y Cartago, donde son más comunes los desplazamientos con PPL "Persona Privadas de la Libertad" lo cual es una problemática que requiere de una pronta solución tecnológica para el bienestar de todo el cuerpo uniformado y demás funcionarios.

Por su atención prestada quedo muy agradecido y a la espera de una positiva respuesta.

Atentamente.

07-09-17
11:00

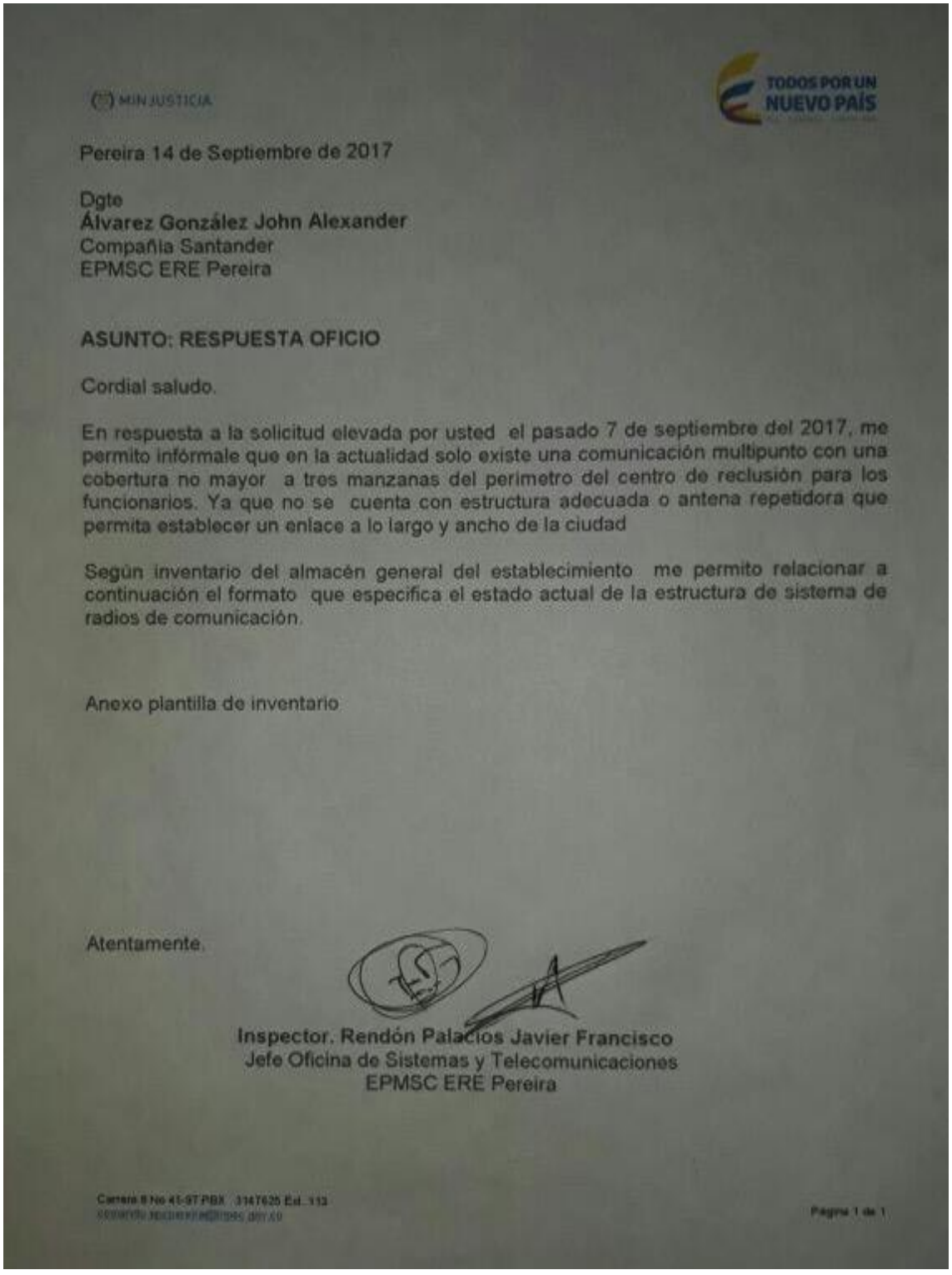
Dg. ALVAREZ GONZALEZ JOHN ALEXANDER
Compañía Santander

Carrera 8 No 41-97 PBX : 3147625 Ext. 113
comando.epcpereira@inpec.gov.co

Pagina 1 de 1

Anexo F.

Respuesta oficio. Oficina de Sistemas y Telecomunicaciones INPEC PEREIRA.



MIN JUSTICIA

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Pereira 14 de Septiembre de 2017

Dgte
Álvarez González John Alexander
Compañía Santander
EPMSC ERE Pereira

ASUNTO: RESPUESTA OFICIO

Cordial saludo.

En respuesta a la solicitud elevada por usted el pasado 7 de septiembre del 2017, me permito infórmale que en la actualidad solo existe una comunicación multipunto con una cobertura no mayor a tres manzanas del perimetro del centro de reclusión para los funcionarios. Ya que no se cuenta con estructura adecuada o antena repetidora que permita establecer un enlace a lo largo y ancho de la ciudad

Según inventario del almacén general del establecimiento me permito relacionar a continuación el formato que especifica el estado actual de la estructura de sistema de radios de comunicación.

Anexo plantilla de inventario

Atentamente.

Inspector. Rendón Palacios Javier Francisco
Jefe Oficina de Sistemas y Telecomunicaciones
EPMSC ERE Pereira

Carrera 8 No 41-97 PBX 3147625 Ext. 113

Página 1 de 1

Anexo G.

Inventario Sistema de Comunicación de Radio EPMSC- Pereira.

MINJUSTICIA

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

INVENTARIO SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE RADIO
EPMSC-PEREIRA

N°	TIPO	CANT	MARCA	MODELO	N° CANALES	CANAL EN USO	FRECUENCIA	ACTIVO		OBSERVACIONES
								SI	NO	
1	RADIO BASE	1	HITERA	786	4	1		X		ASIGNADO A VEHICULO AEROVANS VOLKSWAGEN
2	RADIO BASE	1	MOTOROLA	5100	4	1		X		ASIGNADO A VEHICULO AEROVANS NISSAN
3	RADIO BASE	1	MOTOROLA	5100	4	1		X		ASIGNADO A LA BUSETA HYUNDAY
4	RADIO BASE	2	MOTOROLA	5100	4	1			X	EN BUEN ESTADO PENDIENTES POR ASIGNAR
6	RADIO MOVIL	35	MOTOROLA	EP 450	16	1		X		ACTUALMENTE EN FUNCIONAMIENTO
7	RADIO MOVIL	7	MOTOROLA	EP 450	16	1			X	FALTA DE ACCESORIOS PILAS ANTENAS PERILLAS
8	CARGADOR	4	MOTOROLA	EP 450	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	X		EN BUEN ESTADO
9	CARGADOR	2	KENWOOD	TK 3000	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	X		EN BUEN ESTADO
10	ANTENA	1	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA		X	DE 8 DIPOLOS EN ALUMINIO EN BUEN ESTADO
11	TORRE	1	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	X		TIPO TRIANGULAR DE 9 METROS DIVIDIDA EN 3 CUERPOS
12	SOFTWARE	0	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			NO SE CUENTA CON SISTEMA DE CONFIGURACION
13	CABLE	1	NO APLICA	RG8	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA		X	50 METROS DE CABLE EN BODEGA

Inspector. Rendón Palacios Javier Francisco
Jefe Oficina de Sistemas y Telecomunicaciones
EPMSC ERE Pereira

Doctor Robelly Alberto Trujillo Ávila
Director EPMSC ERE Pereira