



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Diseño de una red WLAN basada en los estándares 802.11a/g/n/ac para
brindar internet alta disponibilidad en todo el campus Universidad de
Guayaquil**

AUTOR:

Ing. Carriel Jaime, Luis Alberto

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de
MAGÍSTER EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Palacios Meléndez, Edwin Fernando

Guayaquil, Ecuador

16 de agosto del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Magíster **Carriel Jaime, Luis Alberto** como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **MAGÍSTER EN TELECOMUNICACIONES.**

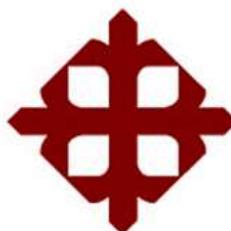
TUTOR

Palacios Meléndez, Edwin Fernando

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Romero Paz, Manuel de Jesús

Guayaquil, 16 de agosto del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Carriel Jaime, Luis Alberto**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “**Diseño de una red WLAN basada en los estándares 802.11a/g/n/ac para brindar internet alta disponibilidad en todo el campus Universidad de Guayaquil**”, previa a la obtención del grado Académico de **Magíster en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de titulación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 16 de agosto del 2019

EL AUTOR

Ing. Carriel Jaime, Luis Alberto



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Carriel Jaime, Luis Alberto**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación de Maestría titulada: **“Diseño de una red WLAN basada en los estándares 802.11a/g/n/ac para brindar internet alta disponibilidad en todo el campus Universidad de Guayaquil”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 16 de agosto del 2019

EL AUTOR

Ing. Carriel Jaime, Luis Alberto

REPORTE DE URKUND

URKUND ★ PROBAF DE URKUND Fernando Palacios Meléndez (edwin_palacios)

Documento [Carriel_Luis_Final.docx](#) (D54308696)

Presentado 2019-07-04 12:30 (-05:00)

Presentado por luis_carriel@hotmail.com

Recibido edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje Tesis para analisis [Mostrar el mensale completo](#)

1% de estas 29 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

Lista de fuentes	Bloques
Categoría	Enlace/nombre de archivo
	Freddy_Mora_Final.docx
	Tesis-PUCE-David.docx
	https://hipertextual.com/archivo/2011/12/wi-fi-ac-giga...
	https://www.fayerwayer.com/2013/06/comienza-certif...
Fuentes alternativas	
	Freddy_Mora_Final.docx

0 Advertencias... Reiniciar Exportar Compartir

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL SISTEMA DE
POSGRADO MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA: Diseño de una red WLAN basada en los estándares
802.11a/g/n/ac para brindar internet alta disponibilidad en todo el
campus Universidad de Guayaquil

AUTOR: Ing. Carriel Jalme, Luis Alberto

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de
Magister en Telecomunicaciones

TUTOR: Palacios Meléndez, Edwin Fernando

Guayaquil, Ecuador

27 de Abril del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL SISTEMA DE
POSGRADO MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

Dedicatoria

Dedicado a mi Mama, mi Papa, mi esposa y mi hijo con mucho cariño por ser parte de este proceso en mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a mi mamá y mi papá por estar detrás de mí para este proceso académico sus consejos y aliento.

Agradezco a mi esposa y mi hijo por su amor, cariño y afecto

Agradezco al Msc. Romero por incluirme y parte de este proceso académico

Agradezco al Msc. Palacios por ayudarme en su tutela en la construcción de este sueño



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO
TUTOR

f. _____

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS
DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. _____

M. Sc. CÓRDOVA RIVADENEIRA, LUIS SILVIO
REVISOR

f. _____

M. Sc. ZAMORA CEDEÑO, NESTOR ARMANDO
REVISOR

ÍNDICE GENERAL

Índice de Figuras	XII
Índice de Tablas	XV
Resumen.....	XVI
Abstract.....	XVII
Capítulo 1: Descripción del proyecto de intervención.	2
1.1. <i>Introducción.</i>	2
1.2. <i>Antecedentes.</i>	2
1.3. <i>Definición del problema.</i>	3
1.4. <i>Justificación del Problema a Investigar.</i>	3
1.5. <i>Objetivos.</i>	3
1.5.1. Objetivo General:	3
1.5.2. Objetivos específicos:	3
1.6. <i>Hipótesis.</i>	4
1.7. <i>Metodología de investigación.</i>	4
Capítulo 2: Fundamentación Teórica.....	5
2.1. <i>Introducción a las comunicaciones inalámbricas.</i>	5
2.1.1. Medios de Comunicación Inalámbrica	6
2.2. <i>WLAN.</i>	7
2.2.1. <i>¿Por qué utilizar WLAN'S?</i>	9
2.2.2. <i>Arquitectura de la Red Inalámbrica</i>	9
2.2.2.1. BASIC SERVICE SET	10
2.2.2.2. EXTENDED SERVICE SET	10
2.2.2.3. MODO PUENTE	11
2.2.2.4. IDENTIFICADOR DE UNA RED INALÁMBRICA: SSID	11
2.2.3. ALCANCE EN LAS WLAN	11
2.3. <i>Estándares 802.11</i>	12
2.3.1. IEEE 802.11 a	14
2.3.2. IEEE 802.11 g	16
2.3.3. IEEE 802.11n	19
2.3.4. IEEE 802.11 AC	21
Capítulo 3: Cálculos de radio Propagación por Radio Mobile	24

3.1. Para la frecuencia de los 2.4 GHz.....	24
3.2. Para la Frecuencia de los 5 GHz.....	25
3.3. Equipo para clientes.....	25
3.4. Parámetros y visualización de enlaces	26
3.4.1. Sector 1 apuntado a las Facultades de Psicología y Jurisprudencia	27
3.4.2. Sector 2 apuntando hacia la Facultad de Filosofía	28
3.4.3. El sector 3 apuntando hacia la Facultad de Ciencias Químicas	29
3.4.4. Sector 4 apuntando hacia las Facultades de Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Económicas, Ciencias Matemáticas y Físicas 30	
3.4.5. Sector 5 Apuntado a la Facultad de Ciencias Administrativas	31
3.4.6. Sector 6 apuntando a la Facultad de Ciencias Medicas	32
3.4.7. Sector 7 apuntado a la Facultad Piloto de Odontología	33
3.4.8. Sector 8 apuntando a la Facultad de Educación Física, Deporte y Recreación.....	34
3.4.9. Sector 9 apuntando a la Facultad de Ingeniería Química y Facultad de Ciencias Agrarias.....	35
3.5. Visualización enlaces por sectores	36
3.5.1. Sector 1	36
3.5.2. Sector 2	38
3.5.3. Sector 3	40
3.5.4. Sector 4	43
3.5.5. Sector 5	48
3.5.6. Sector 6	49
3.5.7. Sector 7	51
3.5.8. Sector 8	52
3.5.9. Sector 9	54
3.6. Enlace Punto a Multipunto.....	57
Capítulo 4: Simulación en Omnet++	59
4.1. Descripción general del software de simulación.....	59
4.2. Diseño de red en Omnet++.....	59

<i>Conclusiones</i>	66
<i>Recomendaciones</i>	67
Bibliografía	68

Índice de Figuras

Capítulo 3:

Figura 3.1 Base de frecuencias 2.4 GHz.....	24
Figura 3.2 Antena sectorial 2.4 GHz.....	24
Figura 3.3 Base de frecuencia 5 GHz.....	25
Figura 3.4 Antena sectorial 5 GHz.....	25
Figura 3.5 Antena omnidireccional de 2.4 y 5 GHz.....	25
Figura 3.6 Universidad de Guayaquil	26
Figura 3.7 Parámetros enlace 5Ghz edificio central a Psicología y Jurisprudencia.	27
Figura 3.8: Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Psicología y Jurisprudencia	27
Figura 3.9 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Filosofía.....	28
Figura 3.10 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Filosofía.....	28
Figura 3.11 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Ciencias Químicas	29
Figura 3.12 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Ciencias Químicas.....	29
Figura 3.13 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a las Facultades de Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Económicas, Ciencias Matemáticas y Físicas	30
Figura 3.14 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a las Facultades de Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Económicas, Ciencias Matemáticas y Físicas	30
Figura 3.15 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Ciencias Administrativas	31
Figura 3.16 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Ciencias Administrativas..	31
Figura 3.17 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Ciencias Médicas.....	32
Figura 3.18 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Ciencias Médicas	32
Figura 3.19 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Odontología	33
Figura 3.20 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Odontología.....	33
Figura 3.21 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Educación Física.....	34
Figura 3.22 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Educación Física.....	34
Figura 3.23 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Ingeniería Química y Ciencias Agrarias	35
Figura 3.24 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Ingeniería Química y Ciencias Agrarias	35
Figura 3.25 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Psicología	36
Figura 3.26 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Psicología	37
Figura 3.27 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Jurisprudencia	37

Figura 3.28 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Jurisprudencia .	38
Figura 3.29 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Filosofía	39
Figura 3.30 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Filosofía	40
Figura 3.31 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ciencias Químicas	41
Figura 3.32 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ciencias Químicas	41
Figura 3.33 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Biblioteca General	42
Figura 3.34 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Biblioteca General	43
Figura 3.35 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ciencias Matemáticas	44
Figura 3.36 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ciencias Matemáticas	44
Figura 3.37 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Economía	45
Figura 3.38 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Economía	46
Figura 3.39 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Arquitectura ..	47
Figura 3.40 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Arquitectura	47
Figura 3.41 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ciencias Administrativas	48
Figura 3.42 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ciencias Administrativas	49
Figura 3.43 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Medicina	50
Figura 3.44 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Medicina	50
Figura 3.45 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Odontología ..	51
Figura 3.46 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Odontología	52
Figura 3.47 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Educación Física	53
Figura 3.48 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Educación Física	53
Figura 3.49 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ciencias Agrarias	54
Figura 3.50 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ciencias Agrarias	55
Figura 3.51 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ingeniería Química	56

Figura 3.52 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ingeniería Química	56
Figura 3. 53 Enlace Punto a Multipunto	57
Figura 3.54 Enlace de punto a multipunto en radio mobile.....	58
Capítulo 4	
Figura 4.1 Ambiente de uso Software Omnet++.....	59
Figura 4.2 Red de Prueba.....	60
Figura 4.3: Ejecución del modelo de red utilizando el software Omnet++	61
Figura 4.4 Grafica de intensidad de la primera prueba de simulación.	61
Figura 4.5 Grafica comparativa de paquetes primera prueba simulación	62
Figura 4.6 Grafica intensidad segunda prueba simulación.....	62
Figura 4.7 Grafica comparativa de paquetes segunda prueba simulación	63
Figura 4.8 Grafica intensidad tercera simulación.....	63
Figura 4.9 Grafica comparativa de paquetes tercera prueba simulación	64
Figura 4.10 Grafica intensidad cuarta prueba simulación.....	64
Figura 4.11 Grafica comparativa de paquetes cuarta prueba simulación	65

Índice de Tablas

Capítulo 4

Tabla 4.1 Nodos utilizados.....	60
---------------------------------	----

Resumen

El trabajo de titulación “Diseño de una red WLAN basada en los estándares 802.11a/g/n/ac para brindar internet alta disponibilidad en todo el campus Universidad de Guayaquil” se presentó con innovar de la redes inalámbricas ya que en la lugar donde se procederá a instalar nunca se ha instalado equipamiento alguno con enlaces de alta disponibilidad en ubicaciones para que tanto el personal apostado dentro de las unidades académicas de la UG en la primera parte nos introduce a las comunicaciones inalámbricas los medios y las clasificación de los mismos específicamente a la wlan sus ventajas, arquitectura y alcance se detallan los estándares que se han venido utilizando hasta la actualidad para satisfacer necesidades para ello se utilizó dos aplicaciones tanto para el cálculo de la radio propagación y además se utilizó la aplicación Omnet++ para modelar la red realizando las respectivas pruebas que fueron concluyentes para cumplir con los objetivos específicos.

Palabras claves: INTERNET, ENLACES, WLAN, ESTANDARES, MODELADO, REDES.

Abstract

The degree work "Design of a WLAN network based on the 802.11a / g / n / ac standards to provide online information throughout the campus of the University of Guayaquil" is presented with innovation of wireless networks in the place where it is located. go to install a new link with a link of high availability has never been installed so that both the personnel and the bet inside the academic units of the UG in the first part we introduce in the wireless communications the means and the classification of the specifically to the advantages, the architecture and the scope are detailed those that have been used up to the present time for the needs for it have been used for the calculation of the radio propagation and in addition the Omnet ++ application has been used to model the network represents the Respect tests that were conclusive to meet with specific objectives.

Keywords: INTERNET, WLAN, LINKS, STANDARDS, MODELING, NETWORKS.

Capítulo 1: Descripción del proyecto de intervención.

1.1. Introducción.

La universidad de Guayaquil una de las universidades más grandes en el Ecuador que en 1867 quien presidió Pedro Carbo la fundación de la Junta Universitaria del Guayas, que se instala el primero de diciembre y por esto se la considera como la fundación de la Universidad de Guayaquil. Actualmente está conformada por dieciocho unidades académicas y departamentos administrativos que brindan un servicio de calidad para garantizar los procesos académicos y administrativos, con el fin de dar una excelencia académica a la Universidad.

1.2. Antecedentes.

La comunicación como base fundamental desde los inicios del tiempo ha sido parte indispensable tanto el emisor como receptor pueden mantener una relación por medio del mensaje.

La tecnológica como parte de la educación tanto que en las Instituciones de Educación Superior (IES) tanto públicas como privadas dentro del territorio ecuatoriano han sido acreditadas. Las redes inalámbricas son parte de su base ya que es la manera de comunicarnos y como la búsqueda de información, siendo este un proceso lo más rápido posible. En las Universidades públicas cuentan con redes inalámbricas, por ejemplo, la Universidad de Cuenca fueron actualizados los accesos, en el caso de la Universidad Politécnica Nacional (Quito) se estandarizaron sus redes, y en el caso de la Universidad de Azuay contaban con una WLAN, pero su problema era de cobertura, para lo cual volvieron a diseñar una nueva WLAN fiable y potente.

La versatilidad de las comunicaciones inalámbricas y la masificación de nuevas tecnologías portátiles como por ejemplo los teléfonos móviles, las agendas y pc obligan a la institución (UG) a generar ambientes móviles, los mismos que están tomando cada vez más auge en la vida de los diferentes usuarios, y por ello la necesidad de desprenderse de todo tipo de

conexión física que no le permita la libertad de movimiento en su entorno, facilitando a su vez la posibilidad al usuario de desplazarse en diferentes lugares dentro del rango de irradiación desplegada a lo largo de cada una de las unidades académicas, dentro y fuera de la Ciudadela Universitaria.

1.3. Definición del problema

En la actualidad la universidad de Guayaquil cuenta con servicio de red LAN la cual es utilizada para dar servicio de internet y de sistemas internos, pero actualmente no cuentan con un servicio de red wlan que sea utilizada para dar servicios de internet a los usuarios dentro y fuera de los edificios de la universidad con el propio equipamiento instalado dentro del edificio central y las unidades académicas. Es por esto por lo que hay la necesidad de contar con un diseño robusto de una red wlan que pueda acoger toda la cantidad de equipos electrónicos sea laptop, celulares, etc. que utilicen 802.11a/g/n/ac dentro de la institución de educación superior la cual acoge más de 80000 estudiantes en sus tres jornadas académicas.

1.4. Justificación del Problema a Investigar.

Actualmente la universidad no cuenta con equipo propios que detallen con este tipo de última tecnología ya que en ciertas facultades se utilizaban equipos inalámbricos con muy poca potencia, velocidad de transmisión. Y configurados para un grupo minúsculo de personas

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General:

Diseñar una red wlan basada en los estándares 802.11a/g/n/ac para ofrecer internet en la universidad de Guayaquil

1.5.2. Objetivos específicos:

- ✓ Fundamentar los principios de comunicación wlan
- ✓ Realizar los cálculos de radio propagación mediante Radio Mobile
- ✓ Simular la red wlan empleando el modelador OMNeT++

1.6. Hipótesis

La propuesta de diseño permitirá la implementación de una red wlan en toda la universidad de Guayaquil utilizando los estándares 802.11a/g/n/ac para que toda la comunidad universitaria utilice en todo el campus con fines educativos, investigativos y administrativos.

1.7. Metodología de investigación.

Los métodos de investigación utilizados para el presente son:

El método de análisis y síntesis para estudiar las diferentes tecnologías y la diferencia para establecer cuál es el dominante diseño para la disposición de equipos de comunicación por tecnología.

El método observación lo que nos permitirá encontrar la problemática con respecto a la ubicación y los fenómenos externos que conllevan a sacar el mejor rendimiento de los equipos.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica.

2.1. Introducción a las comunicaciones inalámbricas.

Se llama comunicación inalámbrica a la cual se realiza sin el uso de cableado para la intercomunicación entre los copartícipes uno de los ejemplos más comunes es la telefonía móvil que es inalámbrica a diferencia de la telefonía fija que no lo es.

Una de las principales ventajas de esta tecnología es la movilidad, no depender del cable. El hecho de que el punto de entrada en la red de comunicaciones no esté ligado a una ubicación fija y que el medio de transmisión ya esté preparado favorece su expansión, que puede ser más rápida que la de cualquier otro tipo de tecnología. Existe un ejemplo que lo corrobora: en solo cinco años de existencia, la telefonía móvil ya tuvo más usuarios que la telefonía fija.(Blázquez, 2011)

Las comunicaciones inalámbricas han alcanzado su mayor potencial a través de la laptop y el gran progreso de internet están haciendo que la computación sea tan común en la vida diaria como es el teléfono convencional. Se tienen los equipos celulares de alta gama o los acondicionadores de aire smart o los drones. Por otro lado, se cuenta con los autos, los interruptores de luz hasta los muñecos de los niños. Todos estos dispositivos son aptos de intercomunicarse entre sí.

Existe una gran variedad de sistemas de comunicación inalámbrica para la transmisión de voz video y datos en áreas locales o globales. Existen redes inalámbricas punto a punto, redes *WLAN*, bluetooth, sistemas de celulares multidireccionales, y sistemas de comunicación vía satélite entre otros. Las tecnologías inalámbricas que proveen servicios de comunicación móviles de voz y datos, por ejemplo, telefonía celular, PDAs (personal digital assistant), terminales de Internet entre otras. El número de dispositivos móviles inalámbricos se ha incrementado a nivel global, los usuarios dependen de ellos para conectarse a las redes corporativas para acceder a las bases de datos, intercambiar mensajes, transferir archivos, e incluso participar en una

reunión con acceso remoto, puede ser mediante WiFi, WLAN o Bluetooth (Baltazar, 2001)

Las comunicaciones inalámbricas en la actualidad son base fundamental en la información digital gracias a las innovaciones y los avances en estudios tecnológicos, además de difusión de uso con responsabilidad social hacia la investigación desarrollando software como hardware con procedimientos altamente técnico para ser adoptado tanto en el ámbito educativo como el personal o de ocio.

Mejorando cada vez estas herramientas dando la estabilidad en las conexiones, así como seguridad ya que la moderada velocidad y el bajo costo de los dispositivos lograron un crecimiento rápido de esta tecnología en el mercado (Sendra, García Pineda, Turró Ribalta, & Lloret, 2011).

Las Comunicaciones inalámbricas a diferencia de la comunicación cableada el medio de transmisión ya que estas utilizan el cableado este puede ser par trenzado, coaxial, fibra óptica o de alta tensión y las inalámbricas utilizan el aire mediante el electromagnetismo el cual se propaga a través de la zona libre que es ordenada de acuerdo a su longitud de onda y su frecuencia.

2.1.1. Medios de Comunicación Inalámbrica

En estos medios, la transmisión y la recepción de información se transporta vía de antenas. A la hora de transmitir la información, la antena difunde energía electromagnética en el medio. En el caso de la recepción la antena toma las ondas electromagnéticas de la ubicación que la rodea.

La configuración de las comunicaciones inalámbricas puede ser: **Direccional**, la antena transmisora irradia la energía electromagnética ubicándolas en un haz, ya que las antenas tanto emisora como receptora deben estar en la misma línea de comunicación. **Omnidireccional**, es donde la antena irradia de manera dispersa enviando por todas las direcciones, lo cual esta señal puede ser recibida por varias antenas.

Generalmente, mientras mayor es la frecuencia de la transmisión en línea es más posible direccionar la energía en un haz fijado. La transmisión de datos utilizando las comunicaciones inalámbricas nos adiciona problemas que pueden ser provocado por el cambio o desgaste que sufre la señal por los obstáculos dependiendo don estén ubicados

Nos resultaría más importante donde será transmitido el espectro de frecuencias que el mismo medio de transmisión. Según el rango de frecuencias para trabajar, las comunicaciones inalámbricas se pueden clasificar en tres tipos:

- Infrarrojos (IR). Se utilizan en comunicaciones punto a punto de corto alcance, son muy direccionables y no pueden atravesar obstáculos. Este medio se utiliza habitualmente en el mando a distancia de la televisión y hasta hace unos años era también un sistema de comunicación que se utilizaba a menudo para conectar dispositivos situados el uno al lado del otro (un PDA4 con el ordenador o con un móvil y el teclado con el ordenador). Es el rango de frecuencia más alto para comunicaciones inalámbricas.(Blázquez, Vique, Pozo, & Prieto, 2011)
- Microondas (MW). Este rango de frecuencias es adecuado para transmisiones de largo recorrido (comunicaciones por satélite, comunicaciones terrestres punto a punto como alternativa al cable coaxial o la fibra óptica, y también la mayoría de las tecnologías inalámbricas más habituales que existen actualmente como UMTS, Bluetooth o WLAN). Las microondas suelen ser direccionales y utilizan una parte del espectro con frecuencias más pequeñas que los infrarrojos.(Blázquez et al., 2011)
- Radiofrecuencias (RF). Es el rango que utilizan las transmisiones de radio (FM, AM) y televisión digital terrestre (TDT). Las radiofrecuencias son omnidireccionales y pueden atravesar obstáculos sin ningún problema.(Blázquez et al., 2011)

2.2. WLAN

Uno de los mercados más viables en la actual evolución de las telecomunicaciones es la transferencia inalámbrica digital de banda ancha. En

la idea, un procedimiento inalámbrico de banda ancha permitiría la transferencia de cualquier tipo de datos digitalizados (audio, vídeo, datos) desde cualquier lugar o momento, con la posibilidad de transmisión en tiempo real si es preciso.

Entre las ventajas de un sistema inalámbrico sobre uno cableado se puede mencionar: Movilidad, la cual apoya la productividad y la efectividad con que se presta el servicio. Aunque los costos iniciales son mayores que los que supondría un sistema cableado, a lo largo del tiempo los gastos de operación pueden ser significativamente menores. Menor tiempo de instalación y puesta en marcha del sistema. La instalación es más sencilla. Existe completa flexibilidad en cuanto a la configuración del sistema. Se pueden tener diversas topologías para satisfacer los requerimientos de aplicaciones e instalaciones específicas.(Mejía Reyes, 2009)

Las WLANs involucran conexiones a trayectos establecidas y de cobertura específica por el usuario. En base a ese desarrollo, brotaron múltiples tecnologías inalámbricas, asentadas de acuerdo con el estándar IEE 802.11. Estas técnicas que en combinación tanto como esquemas de sectorización como células han permitido el uso más eficiente del espectro radioeléctrico que esta congestionado.

La red de área local inalámbrica (WLAN) ofrece movilidad, flexibilidad y eficiencia en comparación con las redes cableadas. Con base en estas ventajas, muchas organizaciones han exhibido fuertes intereses en el empleo de WLAN (Cisco, 2003)

Con las nuevas mejoras en los modelos de propagación han avanzado en muchos factores que afectan la calidad del servicio, como los efectos que causan las múltiples trayectorias están pueden ser por ocultamiento y atenuación a causa como por ejemplo el metal, lluvia, niebla entre otros.

También se puede acotar que las nuevas tecnologías en las antenas también han compensado muchos efectos de interferencia entre los co-

canales y sus efectos han bajado en proporción que han permitido robustecer las técnicas de modulación a altas velocidades con baja tasas de error cuando las condiciones son desfavorables. Tomando en cuenta que hay que utilizar esquemas de enrutamiento adecuados para garantizar una cobertura apropiada y al mismo tiempo esta sea de calidad.

2.2.1. ¿Por qué utilizar WLAN'S?

Es clara la alta dependencia en los negocios de las redes de comunicación. Por ello la posibilidad de compartir información sin que sea necesario buscar una conexión física permite mayor movilidad y comodidad.(Mejía Reyes, 2009) .Las redes pueden ser más amplias sin la necesidad de mover o instalar un cableado.

Con respecto a la red alámbrica y la red inalámbrica esta ofrece las siguientes ventajas:

- **Movilidad:** la información la puedes obtener tanto en tiempo real, en alta definición la cual se puede aplicar tanto en casa, trabajo (empresa u organización) o lugar de estudio esto vuelve más productivo sacar provecho a todo el servicio
- **Instalación:** la necesidad de utilizar cable se reduce para pasar por muros y techos.
- **Flexibilidad:** llega a lugares donde el cable no lo lograría.
- **Costo:** la instalación, el mantenimiento de acuerdo a la infraestructura y ubicación de equipos se reduce.
- **Escalabilidad:** la topología de red al momento de su actualización es indistinta tanto a pequeña como a grandes redes.

2.2.2. Arquitectura de la Red Inalámbrica

El estándar ieee 802.11 contempla dos posibles configuraciones con las que se pueden interconectar los dispositivos en una red inalámbrica. La configuración básica llamada BSS admite a su vez dos modos de operación y se utiliza para establecer redes inalámbricas simples con un área de cobertura y número de equipos limitados. Por el contrario, la configuración ESS se utiliza

cuando se requieren mayores alcances en la red inalámbrica (Moreno Pérez & Santos González, 2014)

En los siguientes apartados se detalla cómo funciona cada configuración.

2.2.2.1. BASIC SERVICE SET

Básicamente se le da este nombre a una red en la que dos o más dispositivos inalámbricos se conectan. Admitiendo dos modos de operar muy conocidos como infraestructura o ad-hoc:

- **Infraestructura:** En este modo de operación su trabajo es en base a utilizar un dispositivo por donde se accede inalámbricamente que se llama AP el que nos proporciona conectarnos desde la red inalámbrica a una red alámbrica, este equipo nos permite conectar muchos dispositivos y centralizar las transmisiones entre ellos de manera más eficaz el medio de transmisión sin que las prestaciones de la red se vayan a degradar. Cubriendo un área mayor de cobertura que el modo ad-hoc.
- **Ad-hoc:** este modo de operación se establece formando una red inalámbrica básica conformada por dos o más equipos también se la conoce como IBSS, por lo regular se utiliza para conectar de forma temporal dos equipos si se conectan más se degrada las prestaciones de la red.

2.2.2.2. EXTENDED SERVICE SET

Toma como parte de ella basic service set y extenderla a un grupo más ampliado para mejorar la cobertura con eso toca agregar más AP y así se podrían conectar más equipos de manera simultánea. La comunicación entre los puntos de acceso para realizar operaciones de gestión de la red inalámbrica se lleva a cabo mediante lo que el estándar denomina Sistema de Distribución (Moreno Pérez & Santos González, 2014)

Este sistema de distribución debe permitir intercomunicación entre los AP que forman parte de la red inalámbrica posibilitándose de dos maneras.

La primera se extiende como base de una red cableada donde se extienden los AP llamada Distribución Cableada. La segunda se extiende como base directamente en un enlace inalámbrico a los AP llamada, así como Distribución Inalámbrica.

2.2.2.3. MODO PUENTE

Equipos inalámbricos de diferentes fabricantes utilizan este modo para interconectar dos redes cableadas utilizando el AP como el enlace inalámbrico entre ellas, pero este modo se puede operar de dos formas la primera que los enlaces sean de uno a uno y es más conocida como punto a punto, la segunda manera de operar es que haya varios enlaces inalámbricos entre AP esta es llamada como punto a multipunto.

2.2.2.4. IDENTIFICADOR DE UNA RED INALÁMBRICA: SSID

Este método se lo utiliza en el estándar IEEE 802.11 como identificador de una red inalámbrica y tiene las siglas SSID este se identifica por dos niveles. El primero es BSSID, se utiliza para identificar una red BSS y este identificador es un valor numérico de 48 bits representado con un formato similar al de una dirección MAC. Para el modo ad-hoc el identificador se establece como un valor aleatorio. en el modo infraestructura este valor está asignado por el punto de acceso con un valor establecido de fábrica (Moreno Pérez & Santos González, 2014).

El segundo es el ESSID el identificador utilizado para configuraciones ESS es un valor alfanumérico de 32 bytes (distingue entre mayúsculas y minúsculas) y es configurado por el administrador de la red en el punto de acceso (Moreno Pérez & Santos González, 2014).

2.2.3. ALCANCE EN LAS WLAN

Cuando se va a establecer una red inalámbrica el alcance o cobertura es uno de varios factores importantes para su establecimiento, en consecuencia se desglosan los siguientes puntos a considerar para el alcance de redes WLAN:

- Potencia: en la emisión la distancia es un punto muy valioso, el estándar no define ya que este tema es regulado por cada país por lo regular se manejan con valores máximos de los 20dBm
- Sensibilidad: es una medida referente a la potencia de señal mínima para el receptor para la acogida de los datos.
- Cobertura: debería ser sensible a los obstáculos ya que por lo regular hay un camino de comunicación entre el emisor y el receptor, pero los obstáculos hacen que las ondas que son emitidas atenúan y generan más pérdida en la señal.

Es todavía más importante para los fabricantes asegurar que sus productos pasan los estándares de interoperabilidad establecidos por la certificación Wifi. Por ello, junto a su velocidad y alcance son las características que lo han convertido en la fórmula más asequible para acceder a Internet sin cables(Chaos García, Gómez Palomo, & Letón Molina, 2017).

2.3. Estándares 802.11

En 1997, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) instituyó el primer estándar de WLAN. Lo llamaron 802.11 después del nombre del conjunto desarrollado para vigilar su progreso. La norma IEEE 802.11 especifica en una serie de estándares el funcionamiento de las redes inalámbricas (WLAN). Dichos estándares describen diferentes características para realizar comunicaciones inalámbricas, como el espectro de radiofrecuencia utilizado, velocidad de transmisión, forma en que se transmiten los datos (Bellido Quintero, 2014).

El estándar IEEE 802.11 para la red de área local inalámbrica se enfoca en el control de acceso al medio y la capa física para redes basadas en puntos de acceso y redes ad-hoc. El estándar original admitía tres infrarrojos PHY, espectro disperso de salto de frecuencia y espectro ensanchado de secuencia directa. La extensión 802.11b del estándar admite espectro ensanchado de secuencia directa en la banda de 2,4 GHz con velocidades de datos de 1, 2, 5.5 y 11 Mbps. Las dos últimas tasas de bit se logran mediante la codificación

de código complementario. La extensión 802.11a y g son para un estándar PHY de modulación por multiplexación por división de frecuencia ortogonal de alta velocidad que proporciona velocidades de bits en el rango de 6 a 54 Mbps en la banda de 5 GHz y 2.4 GHz, respectivamente(Prasad & Prasad, 2005).

Una vez que se aprobaba un proyecto dentro de un grupo, se le asignaba una letra (por ejemplo, 802.11a). Se conformaba un grupo de estudio cuando se investigaba una nueva área para su estandarización. El grupo de estudio podía estar en un grupo de trabajo existente o un grupo asesor técnico, o podía ser independiente de los grupos de trabajo existentes. Un grupo de trabajo desarrollaba un nuevo proyecto en un grupo existente, mientras que un nuevo proyecto independiente crea un nuevo grupo de trabajo. Para cada proyecto, una solicitud de autorización de proyecto normalmente se presentaba para su aprobación alrededor de los seis meses posteriores al inicio del trabajo.

Un nuevo proyecto debe tener material de apoyo en la forma de "5 criterios" para demostrar que cumple con los estatutos de LMSC (Prasad & Prasad, 2005).

El borrador del PAR era votado por el comité ejecutivo patrocinador, y luego iba al comité de estándares nuevos de la junta de estándares IEEE, que lo recomendaba para su aprobación como un proyecto oficial de estándares IEEE. El PAR también identificaba con qué grupos de normas externas habría enlaces. Los enlaces ayudaban a evitar conflictos o la duplicación de esfuerzos en un área. Las propuestas eran evaluadas por el grupo técnico, y el grupo técnico escribía y votaba un borrador de la norma.

El trabajo avanzaba de técnico a editorial le daba procedimiento a medida que el borrador maduraba. Cuando el grupo de trabajo llegaba a un consenso suficiente sobre el borrador del estándar, se realiza una votación con una carta del grupo de trabajo para liberarlo del mismo. Luego era aprobado por la SEC y luego se enviaba a la boleta de la carta del patrocinador. Después de que la boleta de la carta del patrocinador ha pasado

y se responden los votos "No", el borrador del estándar se enviaba al comité de revisión de normas de la Junta de normas del IEEE. Una vez era recomendado por RevCom y aprobado por el Consejo de Normas, pudo publicarse como un estándar IEEE. La mayoría de los borradores de estándares en LMSC también se envían a ISO en el momento o antes del momento en que van a patrocinar la boleta de la carta.

Se sigue una ruta de aprobación paralela en ISO JTC1/SC6 (comité técnico conjunto 1, subcomité 6 -responsable de las LAN) que lleva a la publicación como un estándar ISO. El proceso de principio a fin puede tomar varios años para nuevos estándares, y menos para revisiones o adiciones (Prasad & Prasad, 2005). Desafortunadamente, 802.11 solo permite un ancho de banda de red máximo de 2 Mbps, en la actualidad para el uso de las apps es lento.

2.3.1. IEEE 802.11 a

Estándar que nació a la par del 802.11 b trabaja en la banda con frecuencias de los 5Ghz, la modulación utilizada es la OFDM si bien tiene buen rendimiento ya que sus ocho canales independientes están a la disponibilidad, no es compatible con los estándares b y g por su frecuencia base.

Debido a la multitrayecto, el receptor ve una suma de réplicas desplazadas en el tiempo de cada símbolo OFDM. Siempre que la dispersión del retardo sea menor que el tiempo de guarda, no hay interferencia entre símbolos ni interferencia entre portadoras dentro del intervalo FFT de un símbolo OFDM. El único efecto restante de multitrayecto es una fase aleatoria y la amplitud de cada subportadora. Para tratar con subportadoras débiles en fundidos profundos, se aplica la corrección de errores hacia adelante a través de las subportadoras (Prasad & Prasad, 2005) .

Su velocidad va desde los 6 hasta los 54 Mbps depende mucho de las tarjetas inalámbricas para la intensidad de recepción. El uso de los canales en la 802.11a para las bandas UNII inferior y media. Ocho canales disponibles

con un espacio de 20 MHz y 30 MHz con un espacio de seguridad en los bordes de la banda para desempeñar con las estrictas obligaciones de densidad espectral de banda exclusiva de la FCC.

La FCC también definió una banda superior de UNII de 5.725 a 5.825 GHz (Prasad & Prasad, 2005) que traslada otros 4 canales OFDM. Para la banda superior, su espacio es del 20 MHz para respaldo en los bordes en la banda, ya que los requisitos espectrales fuera de banda tienen menos restricciones que utilizan las bandas UNII inferior de 5.15 a 5.25 y media de 5.25 a 5.35.

En el recorrido del transmisor, la entrada de datos en binarios utiliza un codificador convolucional de tasa 1/2 estándar para codificarlo. La velocidad de codificación puede aumentarse a 2/3 o 3/4 al fijar los bits de salida codificados. Después del entrelazado, los valores binarios se convierten en valores QAM. Para facilitar la recepción coherente, se agregan 4 valores piloto a cada 48 valores de datos, de modo que se alcanza un total de 52 valores QAM por símbolo OFDM, que se modulan en 52 subportadoras mediante la aplicación de la IFFT (Prasad & Prasad, 2005).

Para que el procedimiento sea robusto a la propagación por trayectos múltiples, se agrega un prefijo cíclico. Además, se aplica una ventana para obtener un espectro de salida más estrecho. Después de este paso, las señales de salida digital se pueden convertir a señales analógicas, que luego se convierten a la banda de 5 GHz, se amplifican y se transmiten a través de una antena. El receptor OFDM básicamente realiza las operaciones inversas del transmisor, junto con tareas de entrenamiento adicionales.

En primer lugar, el receptor debe estimar el desplazamiento de frecuencia y el tiempo del símbolo, utilizando símbolos de entrenamiento especiales en el preámbulo. Luego, puede hacer una transformada de Fourier rápida para cada símbolo para recuperar los 52 valores QAM de todas las subportadoras. Los símbolos de entrenamiento y las subportadoras piloto se utilizan para corregir la respuesta del canal, así como la deriva de fase

restante. Los valores de QAM se demedian a valores binarios, después de lo cual un decodificador de Viterbi puede decodificar los bits de información.

La tasa de error de paquete (PER) será inferior al 10% a una longitud de PSDU de 1000 bytes para los niveles de entrada dependientes de las velocidades. Los niveles mínimos de entrada se miden en el conector de antena (se presuponen márgenes de implementación de NF de 10 dB y 5 dB) (IEEE, 1999). El receptor proporcionará un PER máximo del 10% a una longitud de PSDU de 1000 bytes, para un nivel máximo de entrada de -30 dBm medido en la antena para cualquier modulación de banda base.

La distancia no debe de pasar los 100 metros, pero eso en es papeles ya que mientras más cerca a lo máximo en distancia la velocidad de comunicación cae fuertemente, pero en concreto los equipos al momento de su uso la potencia cae a un cuarto con respecto a su estándar hermano B ya que los obstáculos acortan su señal de rango. Así mismo este estándar no puede operar entre ellos porque son de banda diferentes además en un principio este estándar es licenciado ya que no es una banda libre como la del 802.11b.

2.3.2. IEEE 802.11 g

Estándar que como el anterior trabaja para las comunicaciones inalámbricas con tecnología más avanzada también lo denominaron como “G” tanto como para los ordenadores, enrutadores caseros como profesionales, ap y muchos otros dispositivos que utilizaron este estándar que se ratificó en junio del 2003.

El proyecto de norma exige el uso de multiplexación por división de frecuencia ortogonal para velocidades de datos mayores (> 20 Mbps) y requiere compatibilidad con codificación de código complementario (CCK) para garantizar la compatibilidad con las radios 802.11b existentes. El borrador del estándar también incluye algunos elementos opcionales. Los elementos opcionales incluidos en el borrador del estándar 802.11g son dos formas de onda híbridas llamadas CCK / OFDM y PBCC. Los desarrolladores

pueden elegir incluir un elemento opcional u omitir ambas opciones por completo (Zyren, 2002).

La transmisión de datos en cada paquete constaba de dos partes principales el preámbulo o encabezado y la carga útil. Cuando comenzaba la transmisión este emitía una alerta en el cual iniciaba el preámbulo o encabezado compartían un canal. El preámbulo permitía a los radios a su preparación para la recepción de los datos utilizando una secuencia de 1 y 0. El encabezado lo seguía inmediatamente con información importante y al final la carga útil donde también se incluía su longitud en ms. Para evitar las colisiones en la red las otras radios durante el periodo de transmisión no podrán comenzar a transmitirse.

La codificación de código complementario utilizado en el formato de modulación como única portadora porque su forma onda tanto en el preámbulo/encabezado y la carga útil los datos modulados se transmiten en una sola frecuencia de radio el cual era utilizado en el estándar 802.11b.

La comisión federal de comunicaciones debido a las regulaciones se prohibía el uso del OFDM en la frecuencia de los 2,4GHz una vez cambiada la misma se pudo usar la forma de modulación común en ambas bandas tanto la utilizada en el 802.11a como la 802.11g. En el caso del OFDM en el uso utiliza un preámbulo/encabezado con menor longitud en el tiempo ya que es de 16ms en el caso con CCK la longitud es de 72ms si se produce que la carga en red no se sobrecargue.

La modulación en OFDM como es un esquema multiportadora se la utiliza tanto para el preámbulo/encabezado como en la carga útil los datos se dividirán entre varias subportadoras reducidamente espaciadas esto nos proporcionará que su funcionamiento sea confiable, aunque la propagación sea múltiple y en este haya una distorsión severa de la señal.

Este reemplazo al anterior estándar el 802.11b trabaja en la frecuencia de los 2,4 GHz utiliza la modulación en *OFDM* o *DSSS* como parte de uso

este utilizaban formatos de trama CTS el cual, si el CTS es el primer cuadro en el intercambio y los datos pendientes o el marco de gestión requieren acuse de recibo, el valor de duración es el tiempo, en microsegundos, requerido para transmitir los datos pendientes o el marco de gestión, más un intervalo SIFS, un marco ACK y un intervalo SIFS adicional.

Si el CTS es el primer cuadro en el intercambio y los datos pendientes o el marco de gestión no requieren acuse de recibo, el valor de duración es el tiempo, en microsegundos, requerido para transmitir los datos pendientes o el marco de gestión, más un intervalo SIFS. Si la duración calculada incluye un microsegundo fraccionario, ese valor se redondea al siguiente entero más alto(IEEE, 2003).

A través de RTS-CTS, cada 802.11g AP puede monitorear la presencia de equipos heredados. En aquellos casos en que el equipo heredado 802.11b no está presente, el uso de RTS / CTS se puede descartar, y el rendimiento mejora de manera correspondiente (Zyren, Enders, Edmondson, & Intersil, 2003). Con una velocidad teórica o en condiciones favorables de 54 Mbps ya que en el anterior estándar llegaba a los 11Mbps, pero normalmente llegaron a una tasa de transferencia en aplicación de datos aproximadamente entre los 24 y 31 Mbps.

Así mismo la distancia no puede pasar más de los 100 metros en condiciones óptimas realizadas en laboratorios ya con obstáculos bajan su potencia, pero no como el estándar A. Los equipos que salieron al mercado vinieron con la retrocompatibilidad al estándar B que utiliza la misma frecuencia claro dando una tasa real de alrededor de 20 Mbps (Tony Smith,2003). El problema de pérdida por obstáculos mejoro de manera sustentable tanto como para las casera y equipos profesionales si bien había interferencia ya que no es una banda licenciada.

Aunque el esfuerzo de las normas IEEE 802.11g ha creado mucha controversia, ahora están disponibles los datos de pruebas duras que demuestran claramente y de manera concluyente que es capaz de

velocidades de datos más altas en rangos más largos que cualquier tecnología de WLAN competidora. La potente combinación de la forma de onda OFDM y la potencia superior de penetración en la pared de 2,4 GHz han dado como resultado una tecnología WLAN sobresaliente (Zyren et al., 2003).

2.3.3. IEEE 802.11n

Este estándar publicado en el año 2009 mejora a su antecesor el estándar G teóricamente se aumenta de los 54 Mbps a los 600 Mbps, aunque los productos oscilaban entre los 150 Mbps a 300 Mbps. La modulación OFDM es mejorada con respecto a sus precedentes esta emplea un número considerable de subportadoras ortogonales esto nos permite reducir la interferencia intersímbolo así mismo se debe al tener una cantidad de símbolos más grandes la afectación en su porcentaje es menor por un símbolo adyacente. Estos mismo modulan a su correspondiente una de la N subportadoras ya que cada símbolo N tiene N subportadoras. Esto sin provocar que haya interferencias, el carácter ortogonal permitirá que sus espectros se puedan solapar por la coincidencia en el dominio de la frecuencia.

Las ventajas que nos da OFDM es la alta eficiencia espectral, resistencia en desvanecimientos por multitrayectos, resistencias a desvanecimientos selectivos en frecuencias, resistencia a la dispersión de la señal, resistencia a la distorsión de fase, fácil ecualización del canal y alta inmunidad a ráfagas de ruido (Castellanos & Diaz, 2007)

Además, que los sistemas MIMO o múltiple entrada múltiple salida indica que el dispositivo permite el uso de más de una antena de transmisión o recepción para aumentar la tasa de transferencia de información (Carceller Cheza, Campos Saborido, & García Marcos, 2013). Aportaron muchas más ventajas al mismo tiempo complejidad frente a sus períodos de transmisión y recepción aprovechando las propiedades espaciales de 4 flujos en el lugar donde va a ser utilizado lo que nos da un mayor rendimiento, fiabilidad y calidad en el enlace utilizando técnicas como la de Beamforming nos ayuda a enfocar a puntos específicos en el espacio, también puede adaptarse la

condiciones radioeléctricas en cualquier momento las cuales se implementan en sistemas radiantes de tres maneras como la conmutada , de seguimiento y adaptativo.

El número de antenas influiría mucho con el tema para el desvanecimiento de la señal ya que si se emiten por varios subcanales no quiere decir que se va a desaparecer, sino que irá por otro canal ya que son simultáneos e independientes debido a que el receptor y transmisor utilizan varias antenas, y también pueden recibir información multiplexada. También, el uso de algoritmos agregados a un canal, los cuales estiman los coeficientes ya que sabiendo que la transmisión fue realizada y el receptor trabaja con los mismos coeficientes ya que si bien hay más consumo de energía y potencia este mismo lo procesa de manera más eficiente y sencillo.

La solidez de la transmisión de OFDM, junto con las capacidades avanzadas de MIMO, permite que más usuarios sean incluidos en el espectro disponible a velocidades hasta cinco veces más rápidas que las que se pueden alcanzar con tecnologías 3G y quizás sea más importante el trabajo de OFDM sobre la NGMN, manejado por algunos de los operadores móviles más avanzados del mundo y en todo el espectro de la tecnología. Enfocándose en las mejoras en función de su magnitud, la organización se está concentrando en OFDM-MIMO como la base para la 4G. NGMN probará verdaderamente las capacidades para proveer conexiones inalámbricas de ancho de banda muy extenso con mucho menos tiempo de descarga de datos WIMAX la tecnología de la 4G más prometedora, será la primera tecnología de banda ancha móvil basada en OFDM-MIMO(Zuaznabar Mazorra, Guerra Martínez, & Pérez Vega, 2010).

MIMO-OFDM es una tecnología avanzada que se esgrime de múltiples antenas para transmitir y recibir las señales de radio, la misma admitirá suministrara servicios para el acceso inalámbrico de banda ancha teniendo funcionalidad sin línea de vista esencialmente además aprovecha las ventajas que nos da el entorno con multitrayectoria usando antenas de estación base sin la necesidad de línea de vista, con esto se puede certificar una transmisión

muy concreta en entornos con multitrayectoria con reducida complicación en el Receptor.

Sistema MIMO-OFDM la combinación de sistema MIMO y sistema OFDM, que se utiliza para proporcionar una alta velocidad de datos para la capacidad del canal, buena calidad para minimizar la probabilidad de errores, minimizar la complejidad / costo de implementación del sistema propuesto, minimizar la potencia de transmisión requerida (se traduce en SNR) y minimiza el ancho de banda (espectro de frecuencia) utilizado (Sharma, Singh, & Tanwar, 2014).

Ya no solo se utiliza la banda de frecuencia de 2.4 GHz adhiere la de 5GHz y aprovecha además de la retrocompatibilidad la coexistencia para cambiar dinámicamente el canal de operación de 40 MHz a 20 MHz con velocidades de hasta 600Mbps mucho también tiene que ver el esquema de modulación y codificación para utilizar el máximo a los equipos que se utilizan mediante los flujos simultáneos y estas a su vez asociados a la cantidad de antenas que van relacionado a sus velocidades de modulación por número de bit indicado al símbolo de información.

Para poder lograr la compatibilidad con anteriores versiones, se establecieron tres diferentes modos de transmitir para el estándar IEEE 802.11n denominados: Legacy Mode, Mixed Mode, y Green Field, (Agilent 89600 Vector Signal Analysis Software IEEE 802.11n MIMO Modulation Análisis, Mayo 2008).

2.3.4. IEEE 802.11 AC

En el 2013 fue publicado mejorando la tecnología de su predecesor un ancho de banda del canal que aumento entre 80 a 160 MHz con sus mecanismos de coexistencia para los canales de 20 y 40 MHz, este estándar puede coexistir con los estándares previo ya que estos trabajan en la banda de la 2.4 GHz y no se ven afectados por que el estándar AC trabaja en la banda 5 GHz por lo que se pueden utilizar en paralelo.

Un dispositivo 802.11ac debe soportar todos los modos obligatorios de 802.11a y 802.11n. Así, un AP 802.11ac puede comunicarse con clientes 802.11a y 802.11n utilizando paquetes con formato 802.11a o 802.11n. Para este propósito es como si el AP fuera un AP 802.11n. Del mismo modo, un cliente 802.11ac puede comunicarse con un AP 802.11a o 802.11n utilizando paquetes 802.11a o 802.11n. Por lo tanto, la aparición de clientes 802.11ac no causará problemas(Suarez, 2017)

Los sistemas MIMO mejoraron a 8 flujos espaciales, ya que el estándar era la mitad de este suponiendo que es multiusuario de enlace descendente que permite cuatro enlaces además la mejoría se da ya que se introdujeron nuevas capas físicas y medio de acceso a la capa de control más ancho de banda de canal y mejoramiento en el esquema de modulación por que trabajaron a parte de la estándar N.

Para aprovechar el máximo de ancho de banda del espectro el estándar ac necesita administrar de manera más eficientes para con esto reducir la interferencia en el canal al momento de la transición por la utilización de múltiples canales. Para la gestión dinámica en los canales el mecanismo de RTS / CTS es mejorado para determinar cuando los canales estén disponibles por que el estándar al principio envía el RTS a todos los canales es decir va de los 20 MHz ya que esta transmisión básica es de la 802.11a hasta los 160 MHz a cada dispositivo cercano sea o no el canal principal este 20 MHz sobre los 40MHz, 80 MHz o 160 MHz van a recibir el RTS una vez recibido el n dispositivo estableciendo subcanal virtual para el estado ocupado.

Una vez comprobados los n dispositivos responde con un CTS de ancho de banda disponible e informando el ancho de banda repetida. El remitente se le envía un CTS sobre cada subcanal de 20MHz que esta útil así este aprende cuales están aprovechables o cual no y la información se enviara por medio único de los subcanales servibles. El encapsulamiento en la capa física el estándar solo permite la A-MPDU y la ventaja sobre su predecesor A-MSDU es que en su encabezado tiene la dirección MAC y en este caso aumenta su tamaño, pero a su vez no necesita enviar toda la trama porque solo enviaría

el paquete que tuviera error así mejora en eficiencia y fiabilidad de la información que se envía y se recibe.

En el caso de la transmisión Beamforming las 802.11ac utiliza en el sondeo de canal los data null packets y sus mecanismos en retroalimentación en formato matriz V comprimido o el modo inmediato. El desarrollo tecnológico ha llevado al desarrollo de circuitos electrónicos cada vez más precisos que han permitido aumentar las combinaciones de amplitud-fase en la modulación QAM. Así, se han conseguido modulaciones 32-QAM, 64-QAM, 128-QAM y 256-QAM(Santos González, 2014)

Utiliza una modulación más densa, en concreto 256QAM. De esta forma consigue un 33% más de velocidad a distancias cortas con respecto al 64QAM del Wireless n ("802.11ac: la quinta generación de Wi-Fi", agosto de 2012.). Trabaja con la frecuencia de los 5GHz también conocido como Wi-Fi 5G o Wi-Fi Gigabit (FayerWayer, 2013)

En el campo de las redes multimedia, esto nos asegura que se podrá reproducir en streaming dentro del hogar cualquier archivo de alta definición sin compresión, cualquiera que sea su bit rate, como las resoluciones 4K que requieren un ancho de banda bastante más alto (luis-coves, 2011). También se podrían transferir películas calidad HD en un tiempo inferior a los cuatro minutos(FayerWayer, 2013).

Este estándar gracias a sus tasas de rendimiento que han llegado al rango del gigabit hace posible que no se creen cuellos de botella en los enlaces de transmisión inalámbricos así mismo mientras más exclusivo y disponible estén los canales muchos mejor será la transmisión tanto por condiciones ambientales como por redes inalámbricas vecinas.

Se debe considerar que a los dispositivos que han adoptado este estándar se debe realizar configuraciones que lleven a mejorar su rendimiento y funcionalidad proporcionar una mejor capacidad de radio para los múltiples usuarios.

Capítulo 3: Cálculos de radio Propagación por Radio Mobile

En este capítulo se describen los equipos de marca Ubiquiti a utilizar en la WLAN y que será diseñada y simulada en el software Omnet.

3.1. Para la frecuencia de los 2.4 GHz



Figura 3.1 Base de frecuencias 2.4 GHz
Fuente: (Ubiquiti, 2018a)

Frecuencia de operación: 2402 - 2462 MHz

Output Power: 28 dBm



Figura 3.2 Antena sectorial 2.4 GHz
Fuente: (Ubiquiti, 2018b)

AM-2G16-90 Dimensiones: 700 x 145 x 79 mm (27.56 x 5.71 x 3.11")

Peso: 3.9 kg (8.6 lbs)

Frecuencia: 2.3 - 2.7 GHz

Ganancia: 16.0 - 17.0 dBi

3.2. Para la Frecuencia de los 5 GHz



Figura 3.3 Base de frecuencia 5 GHz
Fuente: (Ubiquiti, 2018c)

Frecuencia de operación: 5170 - 5875 MHz

Output Power: 27 dBm



Figura 3.4 Antena sectorial 5 GHz
Fuente: (Ubiquiti, 2018d)

Dimensiones: 700 x 135 x 70 mm (27.56 x 5.32 x 2.76")

Peso: 5.9 kg (13.01 lb)

Frecuencia: 5.15 - 5.85 GHz

Ganancia: 19.4 - 20.3 dBi

3.3. Equipo para clientes



Figura 3.5 Antena omnidireccional de 2.4 y 5 GHz
Fuente: (Tp-link, 2018)

Dimensiones: 93.5 x 26 x 11mm (3.7 x 1.0 x 0.4 in.)

Ganancia de Antena: 3dBi

Frecuencias: 5GHz, 2.4GHz

Potencia de Transmisión: <20dBm

3.4. Parámetros y visualización de enlaces

Los parámetros de enlace deben ser adecuados según el área geográfica de la Universidad de Guayaquil (UG) que se encuentra ubicada en las coordenadas en 2°11'00"S (latitud sur) y 79°53'45"O (longitud oeste) a su lado se encuentra el estero salado en la zona urbana de la ciudad de Guayaquil en su interior principalmente por edificios. Para la aplicación se sectorizo el campus de la UG, como punto central el edificio administrativo en el cual se encuentra la Dirección de Gestión Tecnológica de la Información de la UG lugar donde se encontrará la administración de los equipos.



Figura 3.6 Universidad de Guayaquil
Elaborado por: Autor.

Así mismo para una correcta aplicación de la WLAN se procede a sectorizar por la cantidad de usuarios a conectarse vía inalámbrica, para esto se tendrá 9 sectores por la cantidad de estudiantes que son alrededor 48.941 que se dividen en tres jornadas matutina (40% alrededor de 19.576 estudiantes), vespertina (31% alrededor de 15.171 estudiantes) y el horario nocturno (29% alrededor de 14.892 estudiantes) y que por lo general la capacidad de los estudiantes aumenta un 10% al total de matriculados en la actualidad periodo 2018-2019 CII.

3.4.1. Sector 1 apuntado a las Facultades de Psicología y Jurisprudencia

Como se puede ver en la figura 3.7 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 1 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.8 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

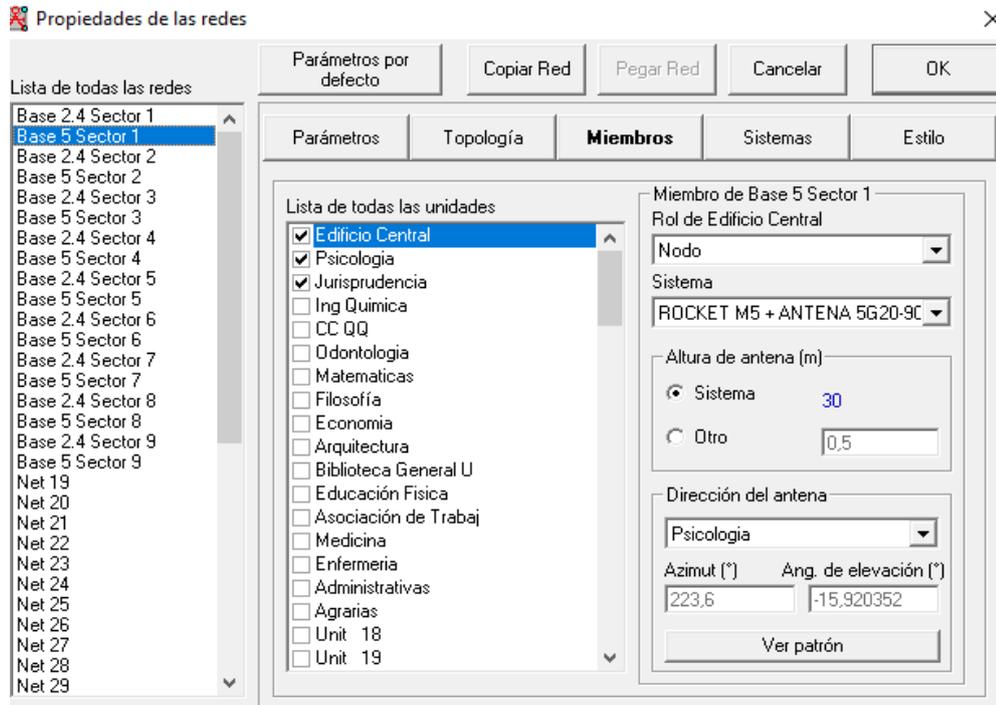


Figura 3.7 Parámetros enlace 5Ghz edificio central a Psicología y Jurisprudencia.
Elaborado por: Autor.

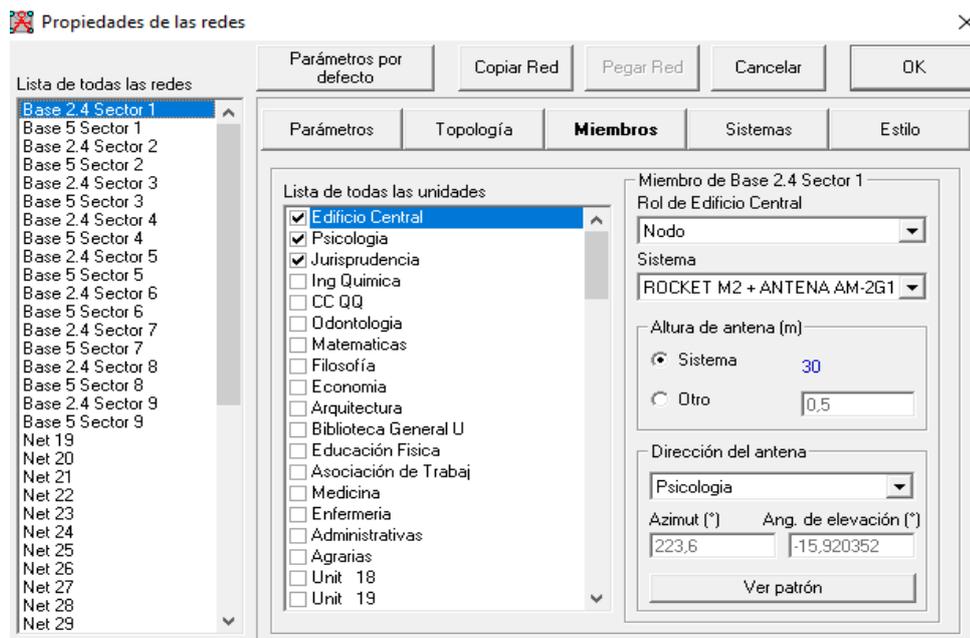


Figura 3.8: Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Psicología y Jurisprudencia
Elaborado por: Autor.

3.4.2. Sector 2 apuntando hacia la Facultad de Filosofía

Como se puede ver en la figura 3.9 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 2 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.10 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

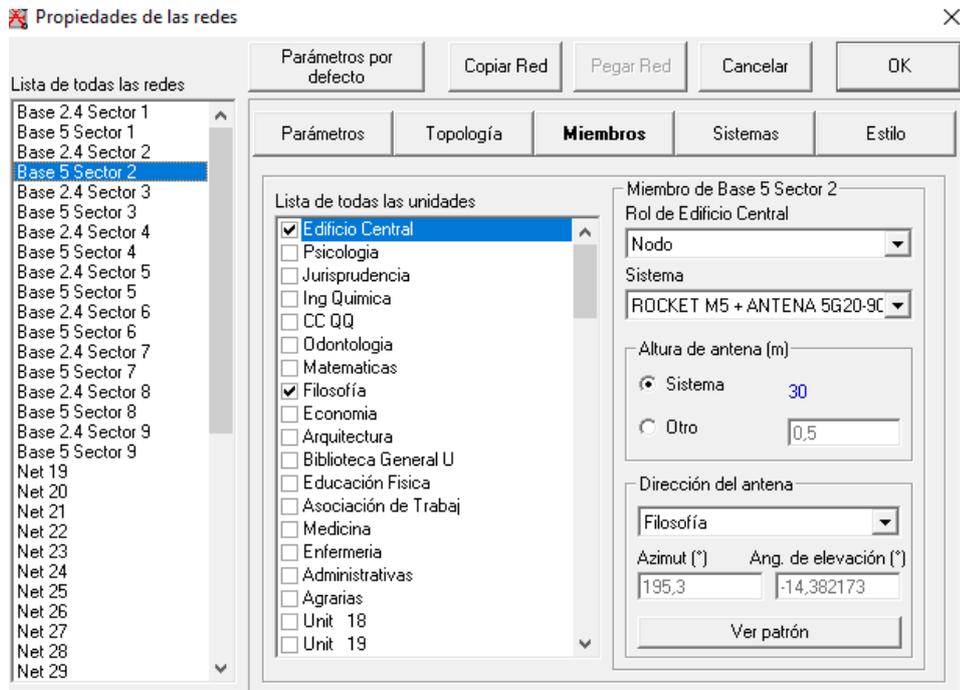


Figura 3.9 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Filosofía
Elaborado por: Autor.

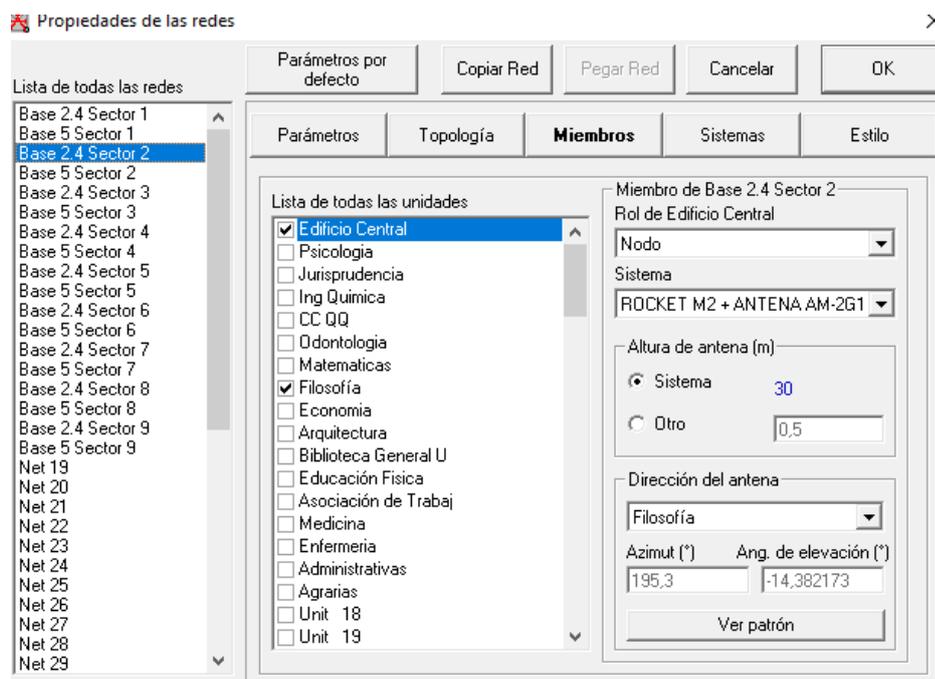


Figura 3.10 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Filosofía
Elaborado por: Autor.

3.4.3. El sector 3 apuntando hacia la Facultad de Ciencias Químicas

Como se puede ver en la figura 3.11 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 3 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.12 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

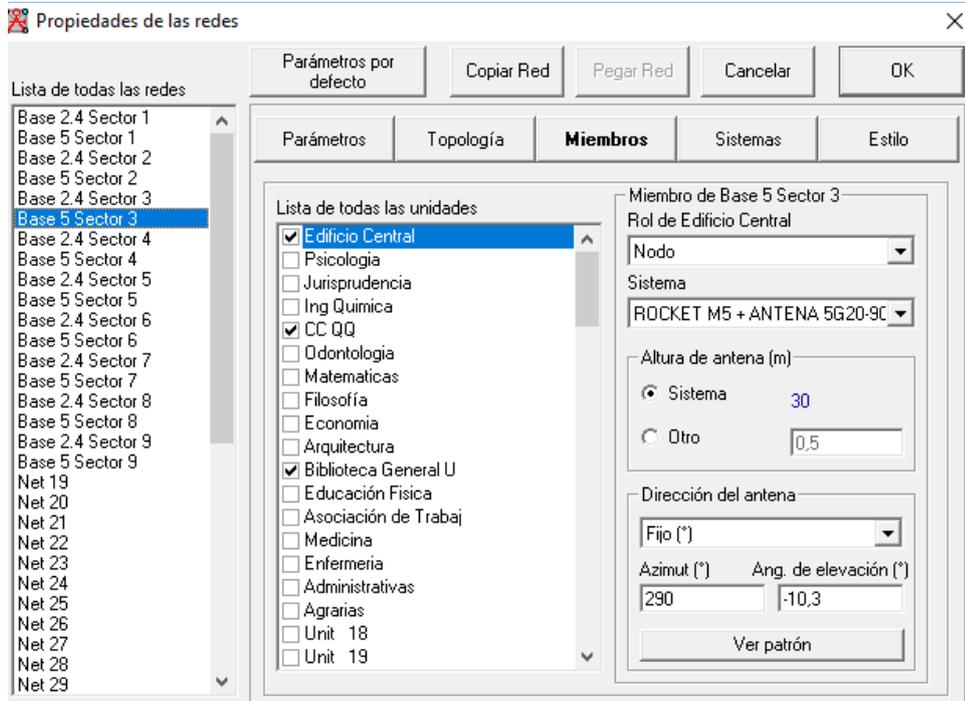


Figura 3.11 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Ciencias Químicas
Elaborado por: Autor.

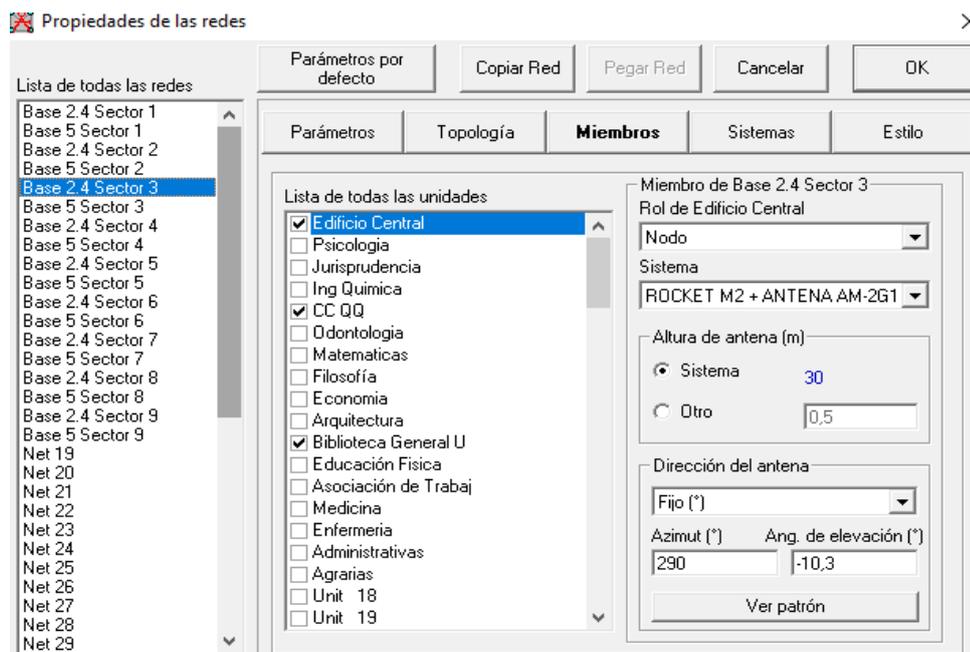


Figura 3.12 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Ciencias Químicas
Elaborado por: Autor.

3.4.4. Sector 4 apuntando hacia las Facultades de Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Económicas, Ciencias Matemáticas y Físicas

Como se puede ver en la figura 3.13 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 4 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.14 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

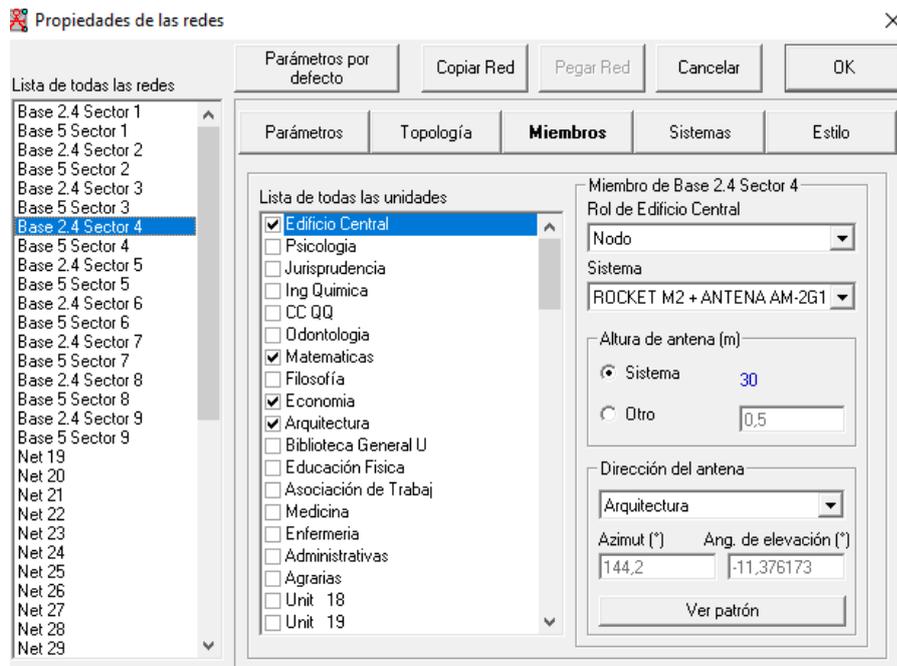


Figura 3.13 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a las Facultades de Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Económicas, Ciencias Matemáticas y Físicas
Elaborado por: Autor.

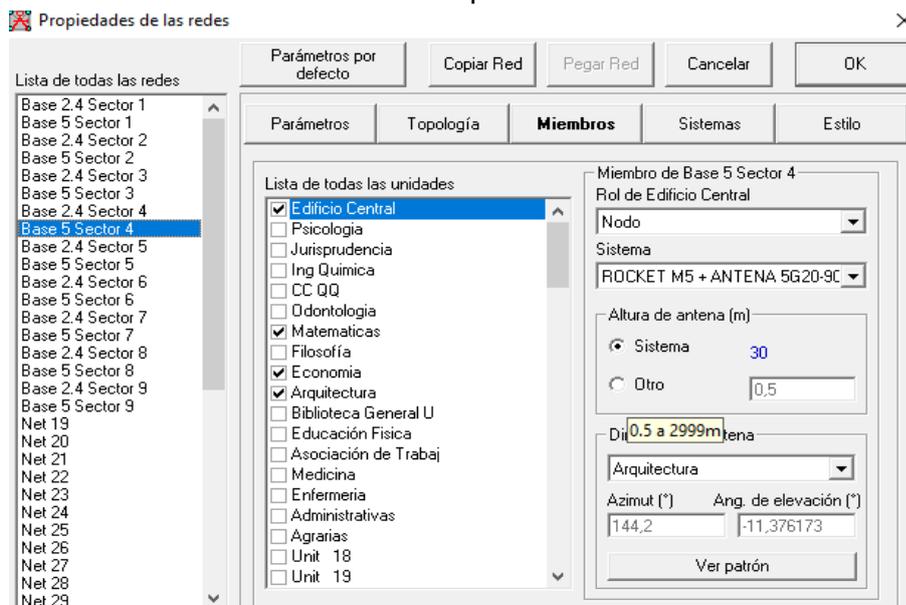


Figura 3.14 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a las Facultades de Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Económicas, Ciencias Matemáticas y Físicas
Elaborado por: Autor.

3.4.5. Sector 5 Apuntado a la Facultad de Ciencias Administrativas

Como se puede ver en la figura 3.15 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 5 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.16 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

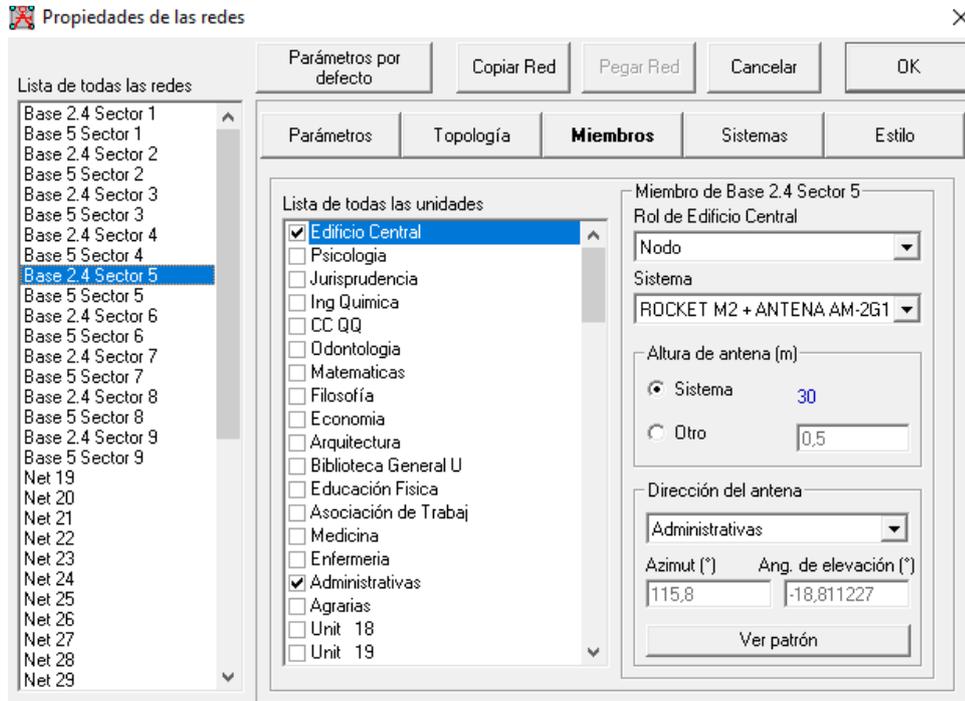


Figura 3.15 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Ciencias Administrativas
Elaborado por: Autor.

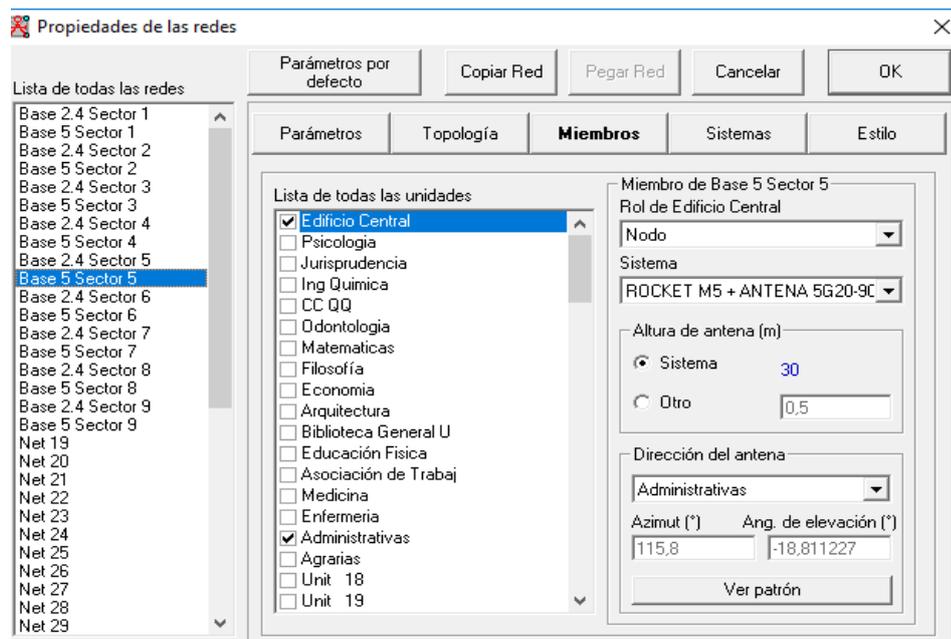


Figura 3.16 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Ciencias Administrativas
Elaborado por: Autor.

3.4.6. Sector 6 apuntando a la Facultad de Ciencias Medicas

Como se puede ver en la figura 3.17 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 6 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.18 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

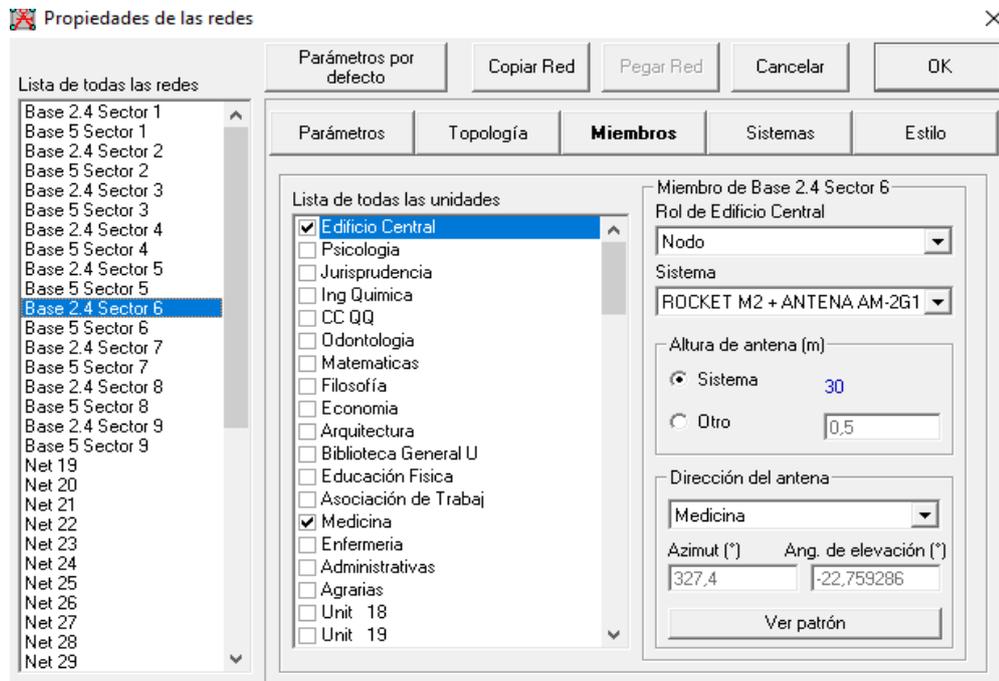


Figura 3.17 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Ciencias Médicas
Elaborado por: Autor.

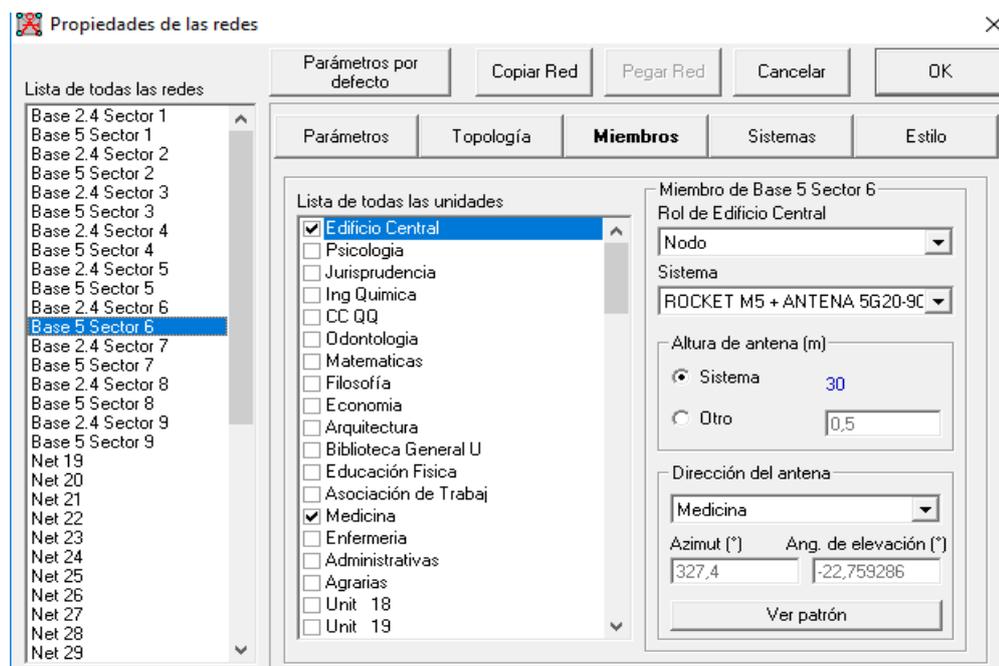


Figura 3.18 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Ciencias Médicas
Elaborado por: Autor.

3.4.7. Sector 7 apuntado a la Facultad Piloto de Odontología

Como se puede ver en la figura 3.19 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 7 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.20 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

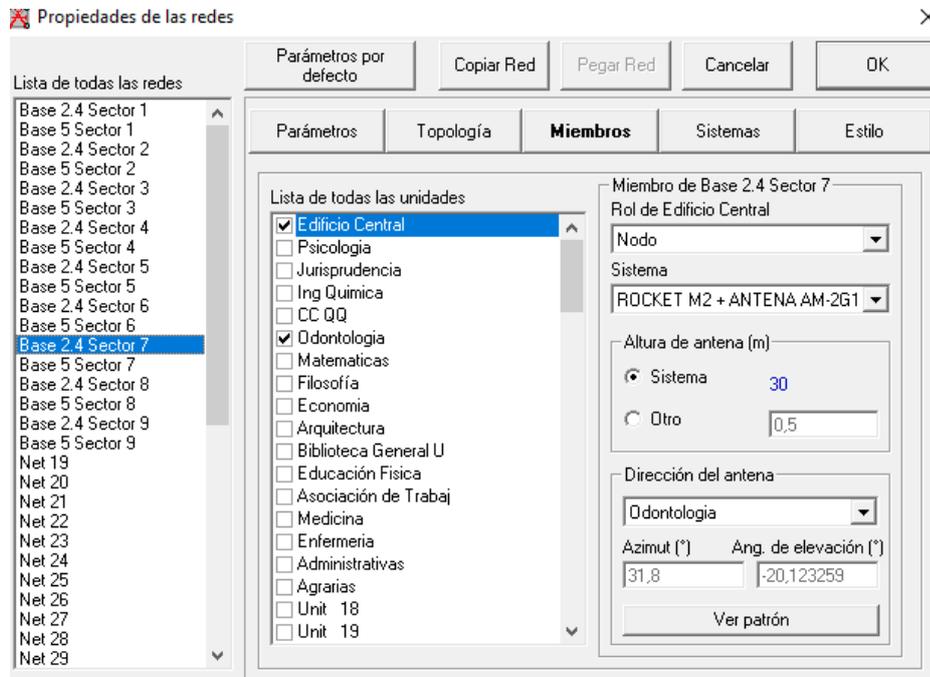


Figura 3.19 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Odontología
Elaborado por: Autor.

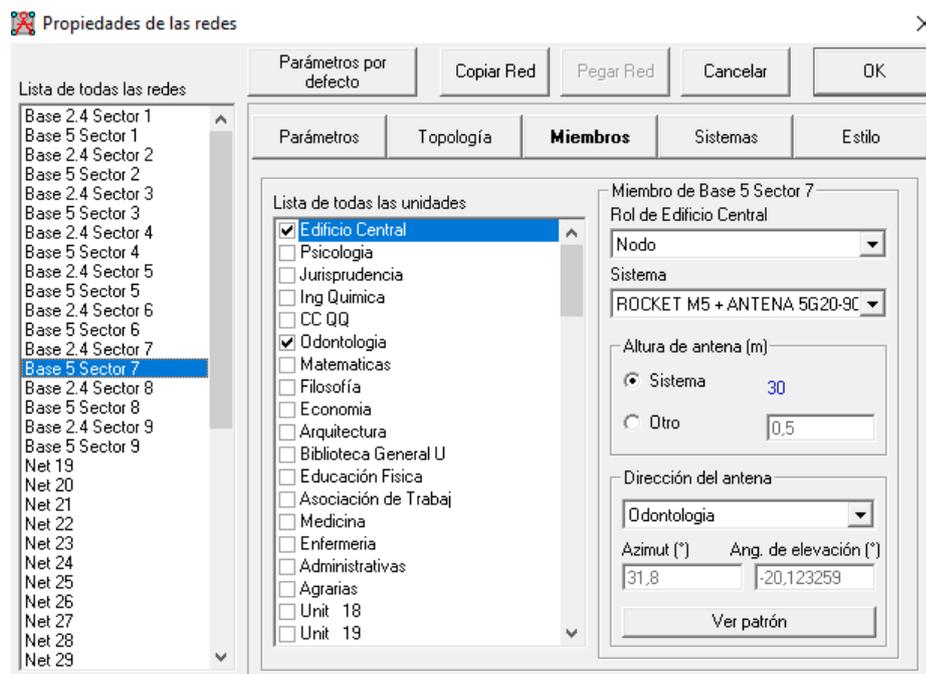


Figura 3.20 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Odontología
Elaborado por: Autor.

3.4.8. Sector 8 apuntando a la Facultad de Educación Física, Deporte y Recreación

Como se puede ver en la figura 3.21 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 8 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.22 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

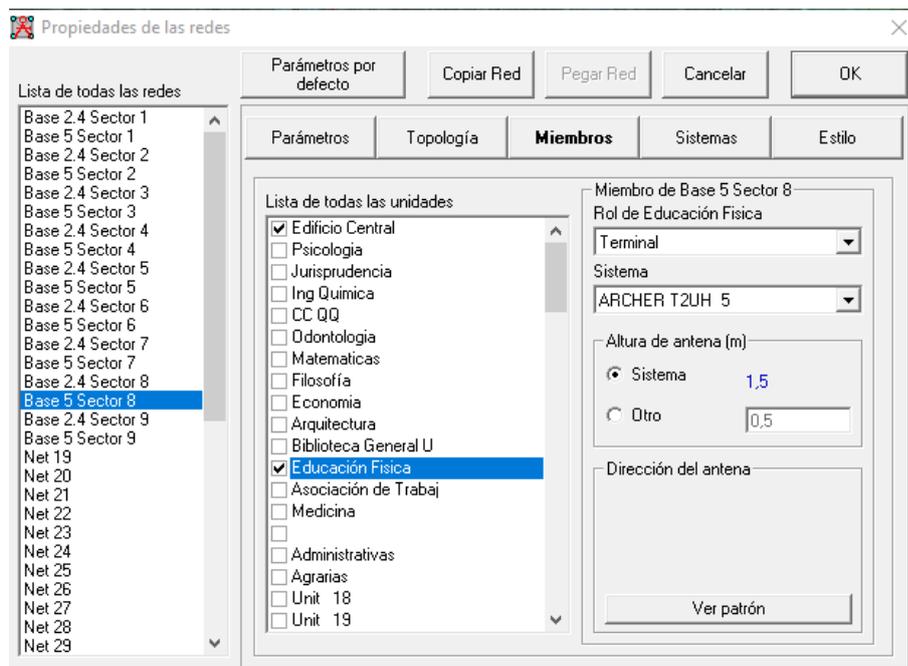


Figura 3.21 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Educación Física
Elaborado por: Autor.

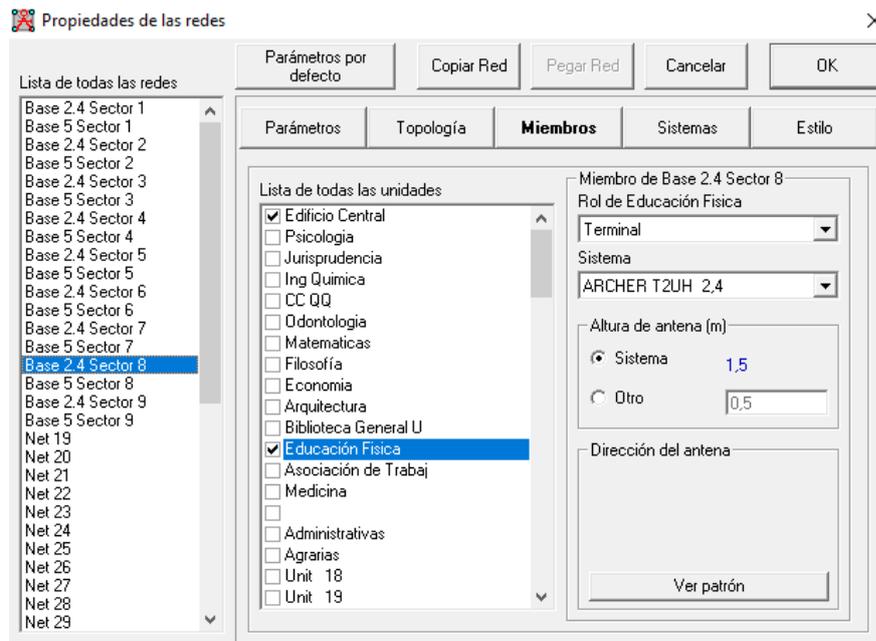


Figura 3.22 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Educación Física
Elaborado por: Autor.

3.4.9. Sector 9 apuntando a la Facultad de Ingeniería Química y Facultad de Ciencias Agrarias

Como se puede ver en la figura 3.23 se parametriza en base a los equipos del transmisor hacia el sector 9 con equipos cuya frecuencia es 5 GHz, de manera similar sucede en la figura 3.24 donde los parámetros se configuran para operar con equipos de frecuencia 2.4 GHz.

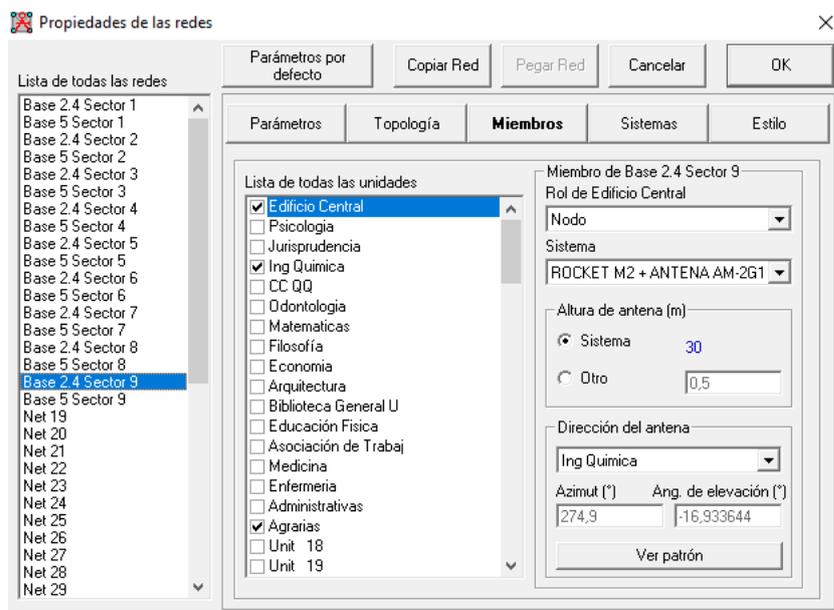


Figura 3.23 Parámetros enlace 2.4 GHz edificio central a Ingeniería Química y Ciencias Agrarias
Elaborado por: Autor.

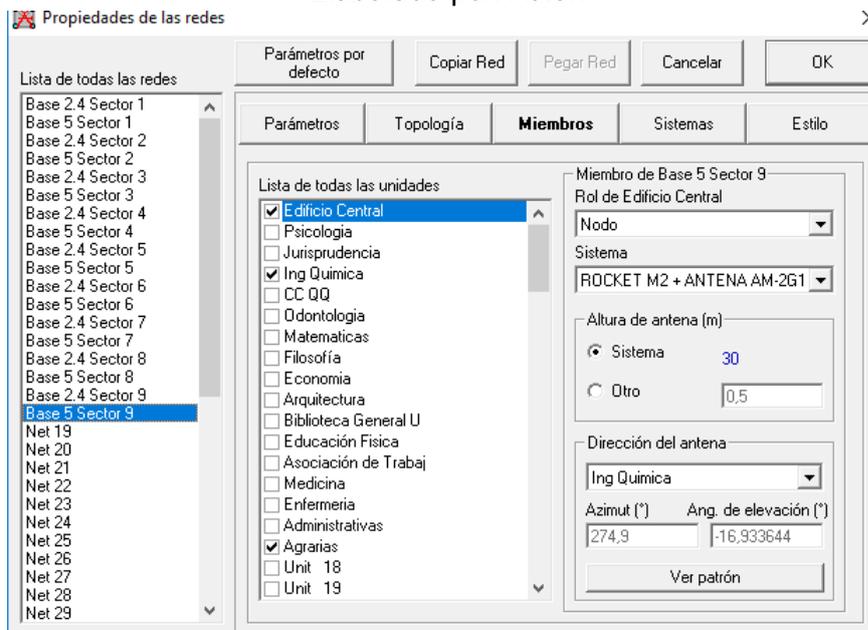


Figura 3.24 Parámetros enlace 5 GHz edificio central a Ingeniería Química y Ciencias Agrarias
Elaborado por: Autor.

3.5. Visualización enlaces por sectores

3.5.1. Sector 1

Como se puede visualizar (ver figura 3.25) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la facultad de Psicología. Están distanciados a 190 m entre los dos con una zona de Fresnel de 3,5F1 en la primera zona de Fresnel, el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su operatividad en la frecuencia de 2.4 GHz.

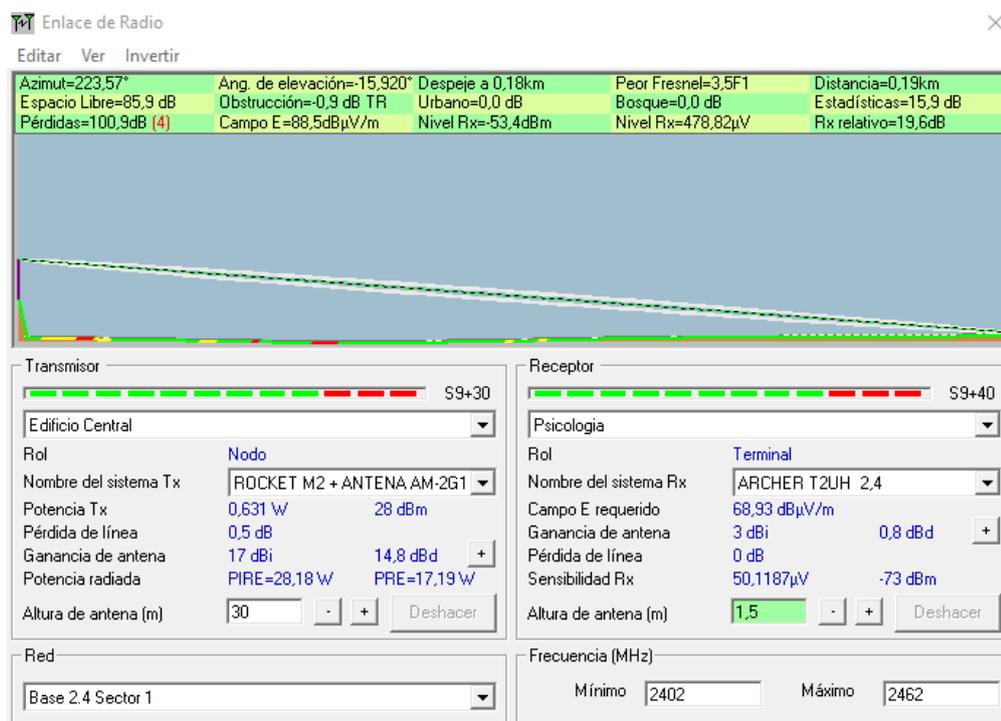


Figura 3.25 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Psicología
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.26) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la facultad de Psicología. Están distanciados a 190 m entre los dos con una zona de Fresnel de 5,3F1 en la primera zona de Fresnel, el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

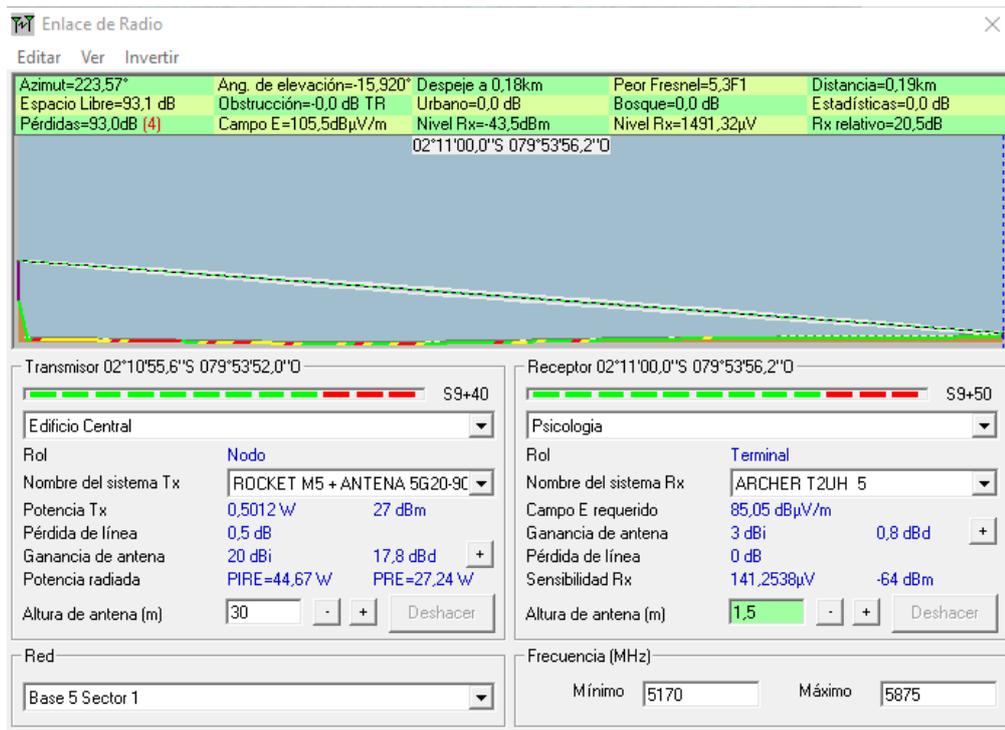


Figura 3.26 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Psicología
Elaborado por: Autor.

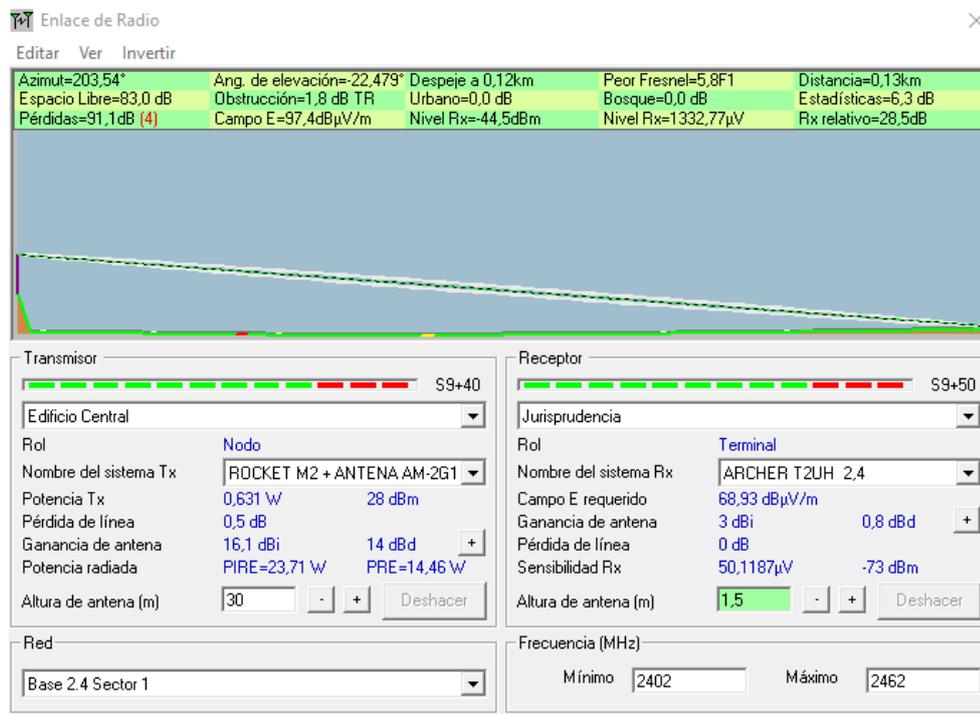


Figura 3.27 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Jurisprudencia
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.27) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la

oficina central y el receptor que se encuentra en la facultad de Jurisprudencia donde están distanciados a 130 m entre los dos con una zona Fresnel de 5,8F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2.4 GHz

Como se puede visualizar (ver figura 3.28) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la facultad de Jurisprudencia donde están distanciados a 130 m entre los dos con una zona Fresnel de 8,8F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

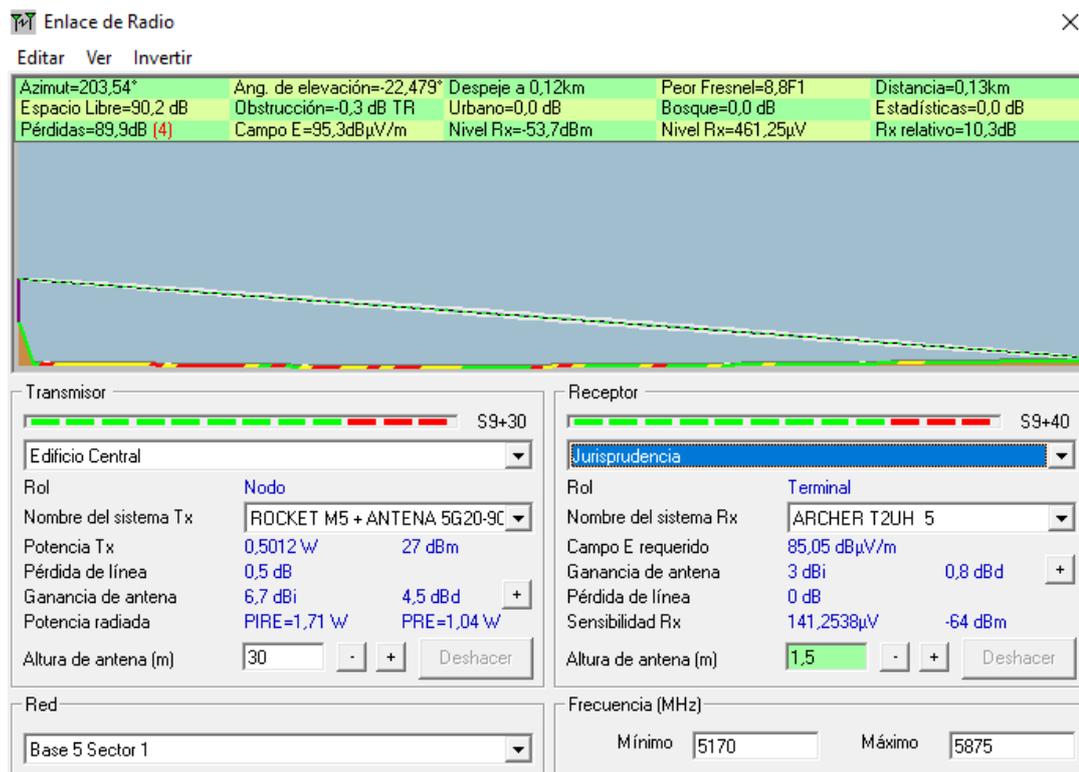


Figura 3.28 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Jurisprudencia
Elaborado por: Autor.

3.5.2. Sector 2

Como se puede visualizar (ver figura 3.29) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene

una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la facultad de Filosofía donde están distanciados a 210 m entre los dos con una zona Fresnel de 3,5F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2.4 GHz.

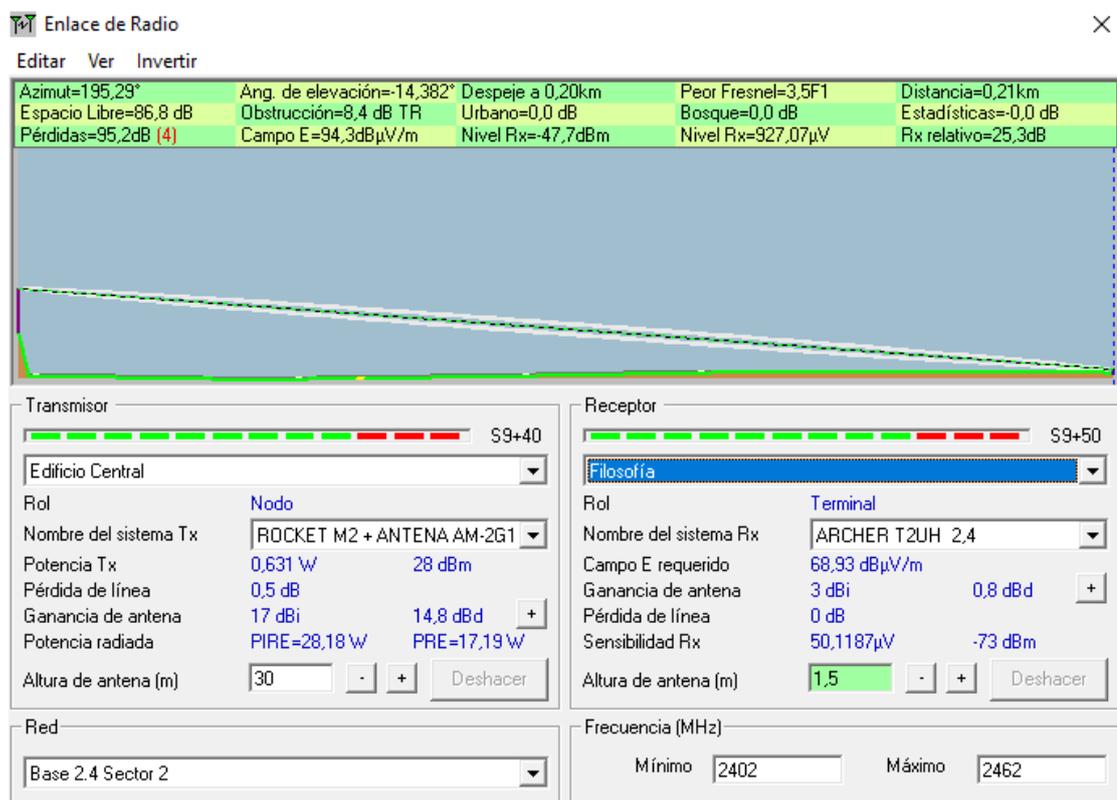


Figura 3.29 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Filosofía
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.30) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentran en la facultad de Filosofía donde están distanciados a 210 m entre los dos con una zona Fresnel de 5,2F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

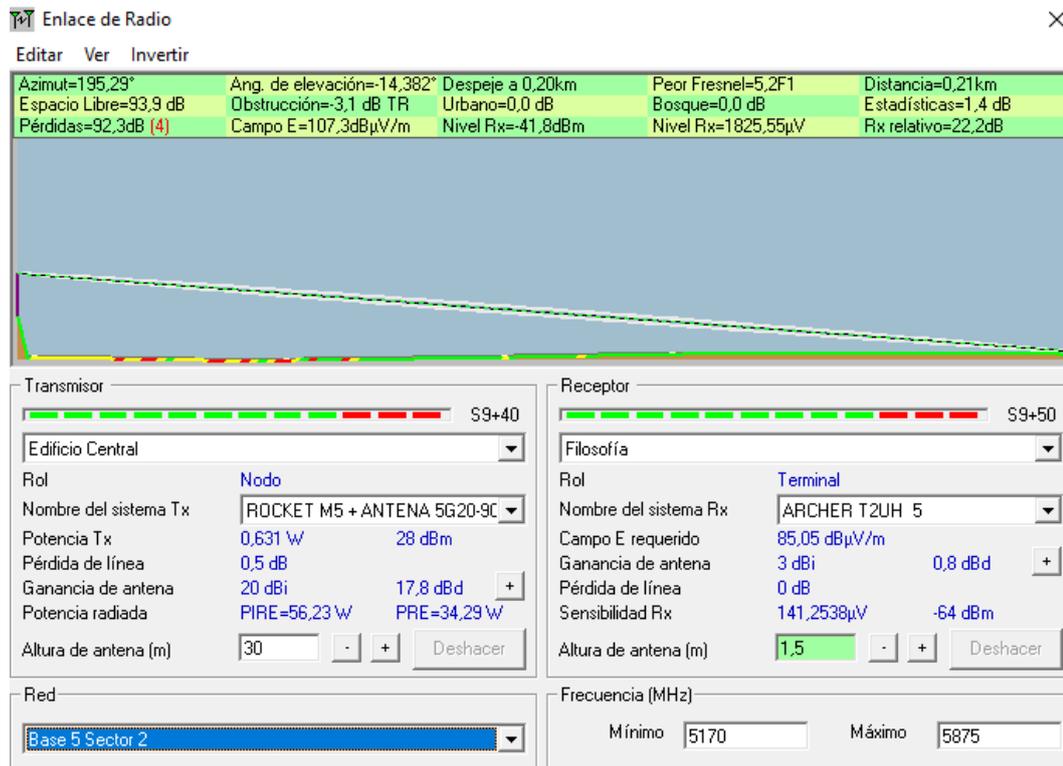


Figura 3.30 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Filosofía
Elaborado por: Autor.

3.5.3. Sector 3

Como se puede visualizar (ver figura 3.31) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Ciencias Químicas donde están distanciados a 300 m entre los dos con una zona de Fresnel de 3,9F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2.4 GHz.

Como se puede visualizar (ver figura 3.32) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Ciencias Químicas donde están distanciados a 300 m entre los dos con una zona Fresnel de 5,8F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite

lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

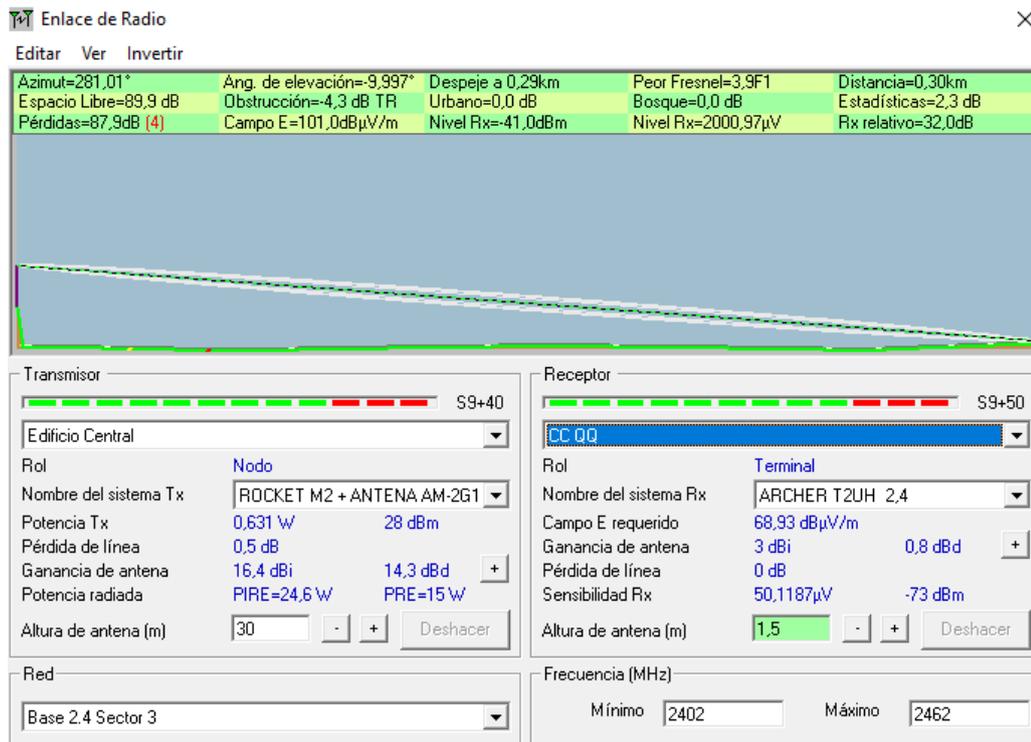


Figura 3.31 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ciencias Químicas
Elaborado por: Autor.

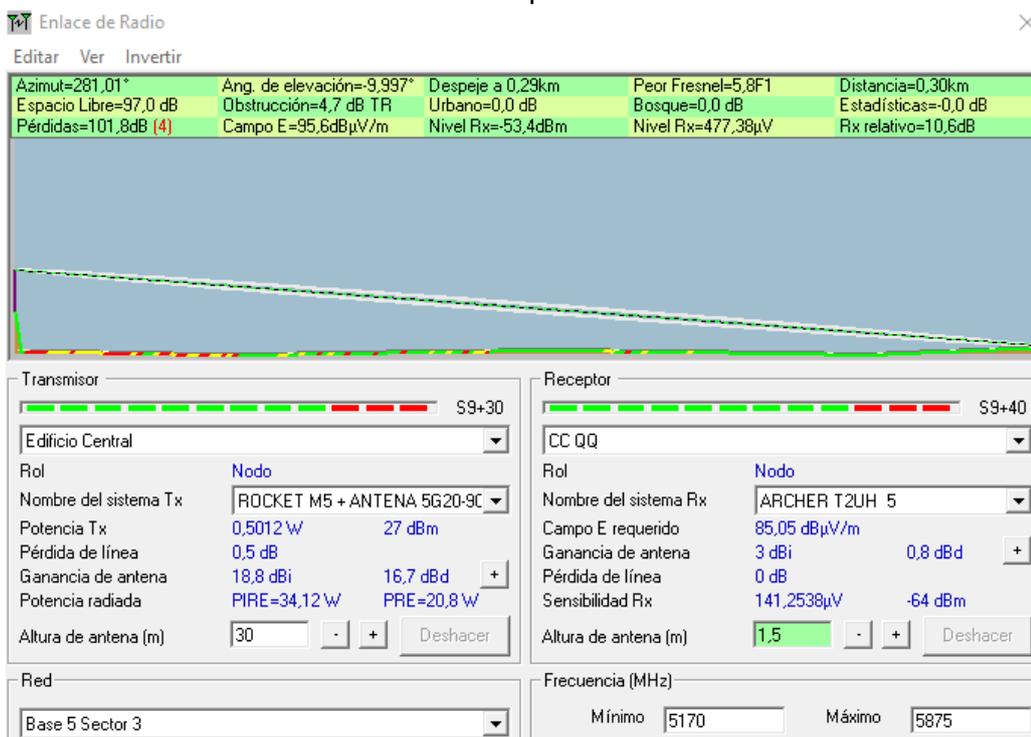


Figura 3.32 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ciencias Químicas
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.33) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentran en la Biblioteca General donde están distanciados a 300 m entre los dos con una zona Fresnel de 3,1F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2.4 GHz.

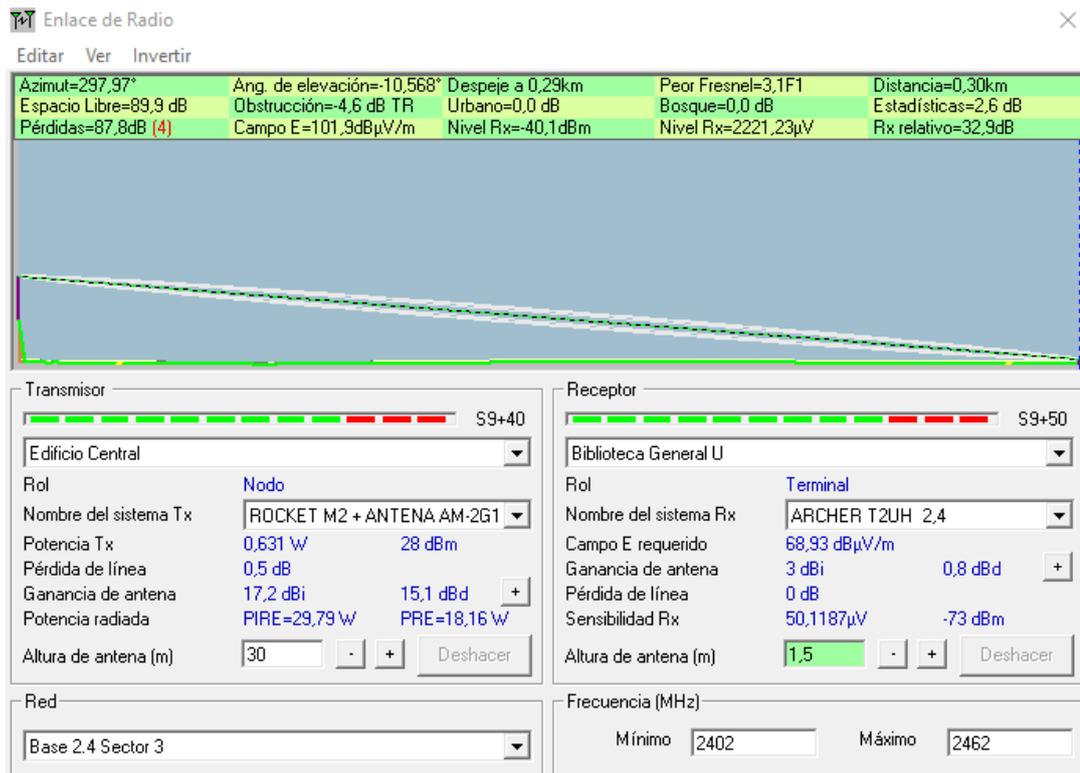


Figura 3.33 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Biblioteca General

Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.34) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentran en la Biblioteca General donde están distanciados a 300 m entre los dos con una zona Fresnel de 4,6F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

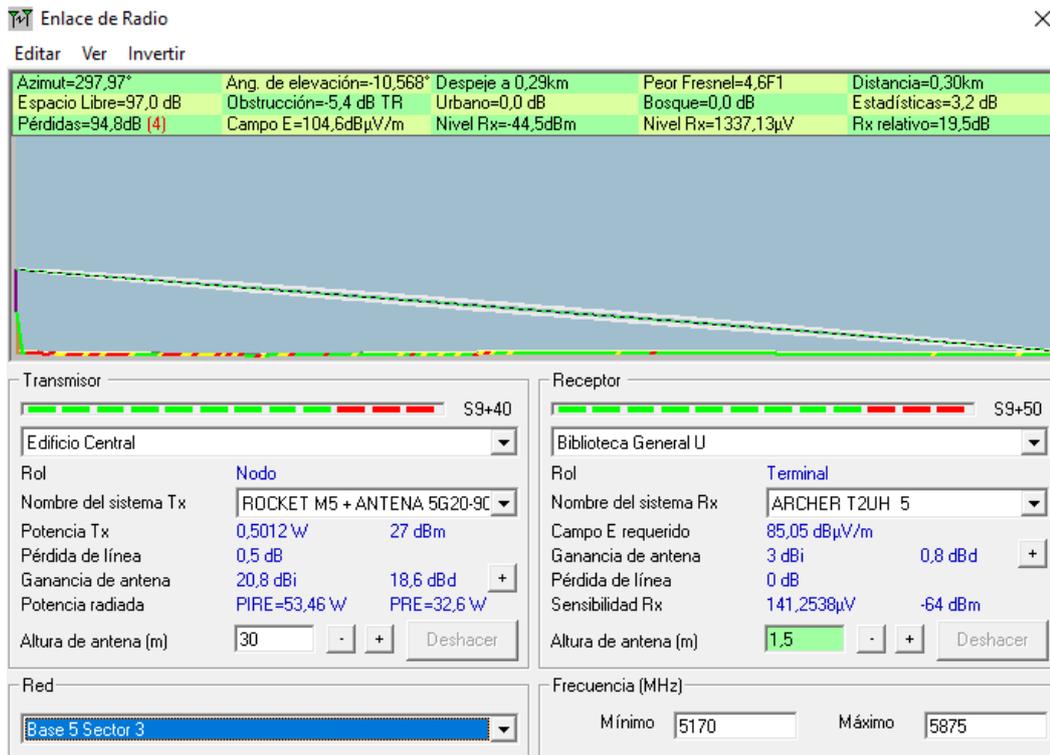


Figura 3.34 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Biblioteca General
Elaborado por: Autor.

3.5.4. Sector 4

Como se puede visualizar (ver figura 3.35) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la facultad de Ciencias Matemáticas donde están distanciados a 140 m entre los dos con una zona Fresnel de 4,5F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

Como se puede visualizar (ver figura 3.36) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la facultad de Ciencias Matemáticas donde están distanciados a 140 m entre los dos con una zona Fresnel de 6,8F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite

lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

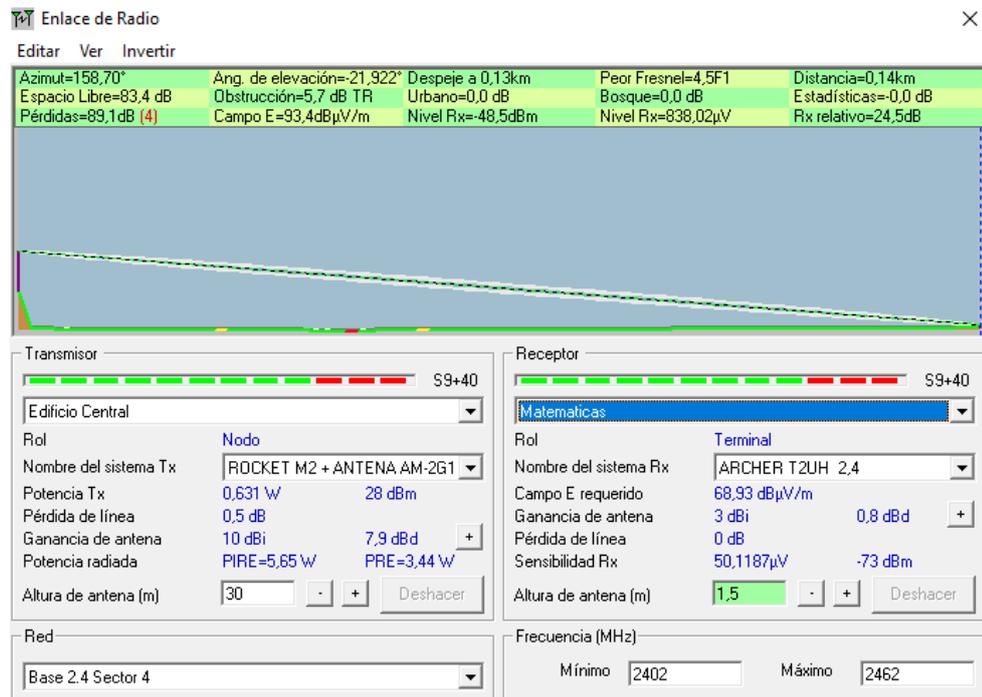


Figura 3.35 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ciencias Matemáticas
Elaborado por: Autor.

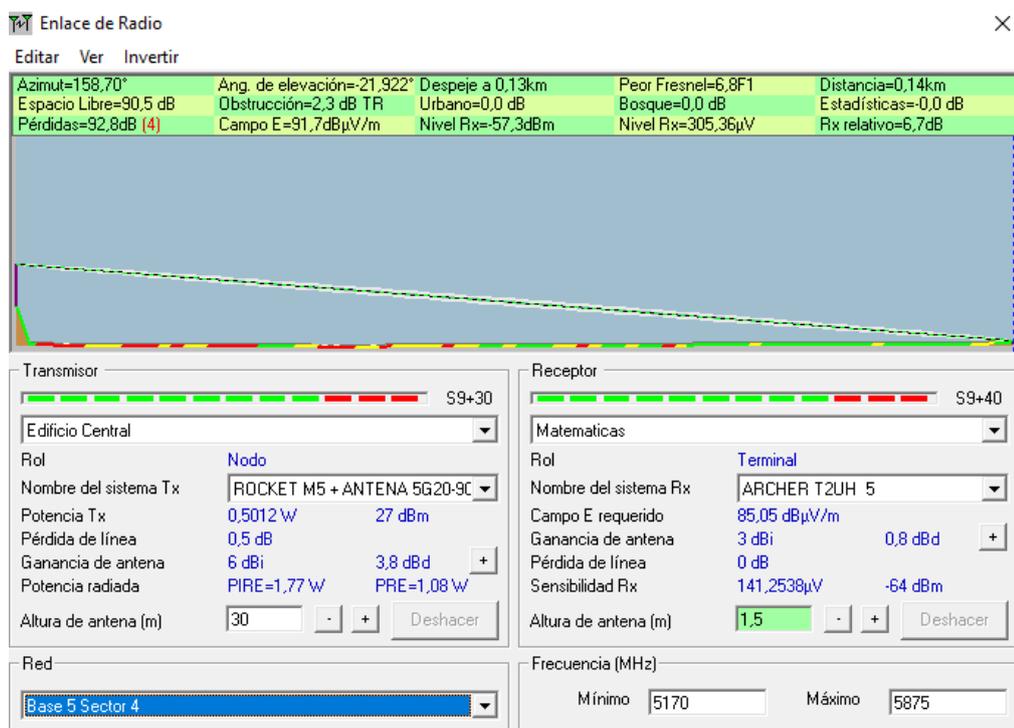


Figura 3.36 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ciencias Matemáticas
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.37) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la facultad de Economía donde están distanciados a 220 m entre los dos con una zona Fresnel de 3,5F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

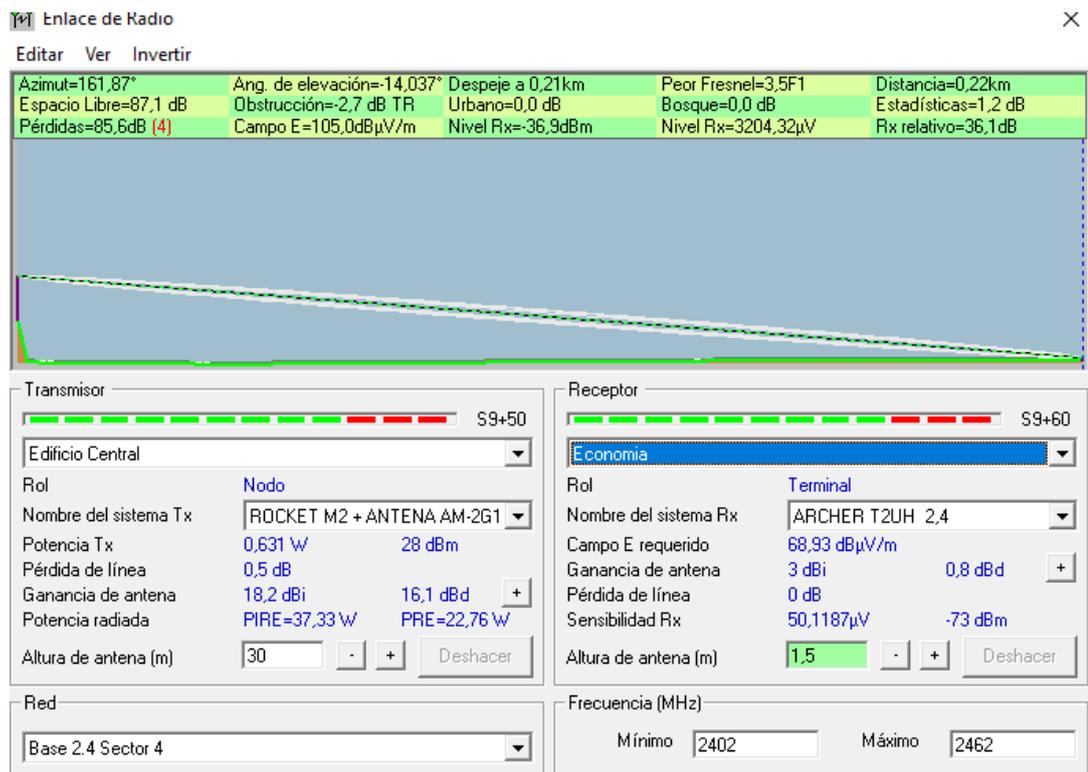


Figura 3.37 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Economía
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.38) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentran en la Facultad de Economía donde están distanciados a 220 m entre los dos con una zona Fresnel de 5,3F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

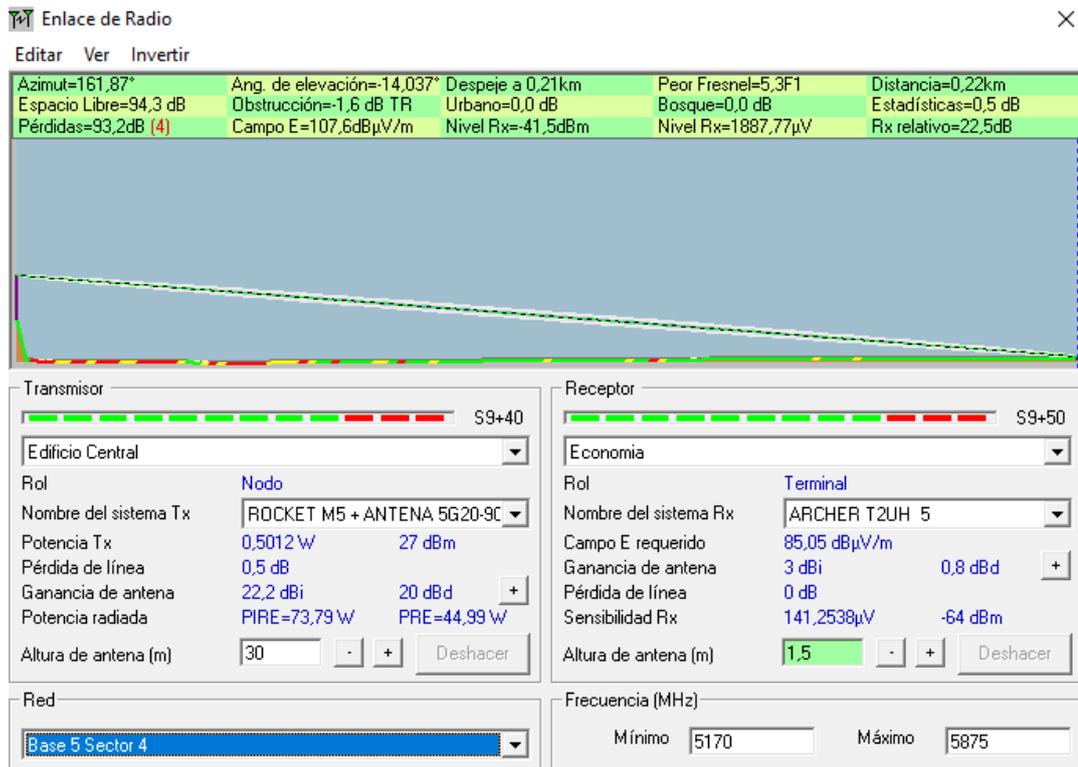


Figura 3.38 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Economía
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.39) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo donde están distanciados a 280 m entre los dos con una zona Fresnel de 2,9F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

Como se puede visualizar (ver figura 3.40) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo donde están distanciados a 280 m entre los dos con una zona Fresnel de 4,4F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1 igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

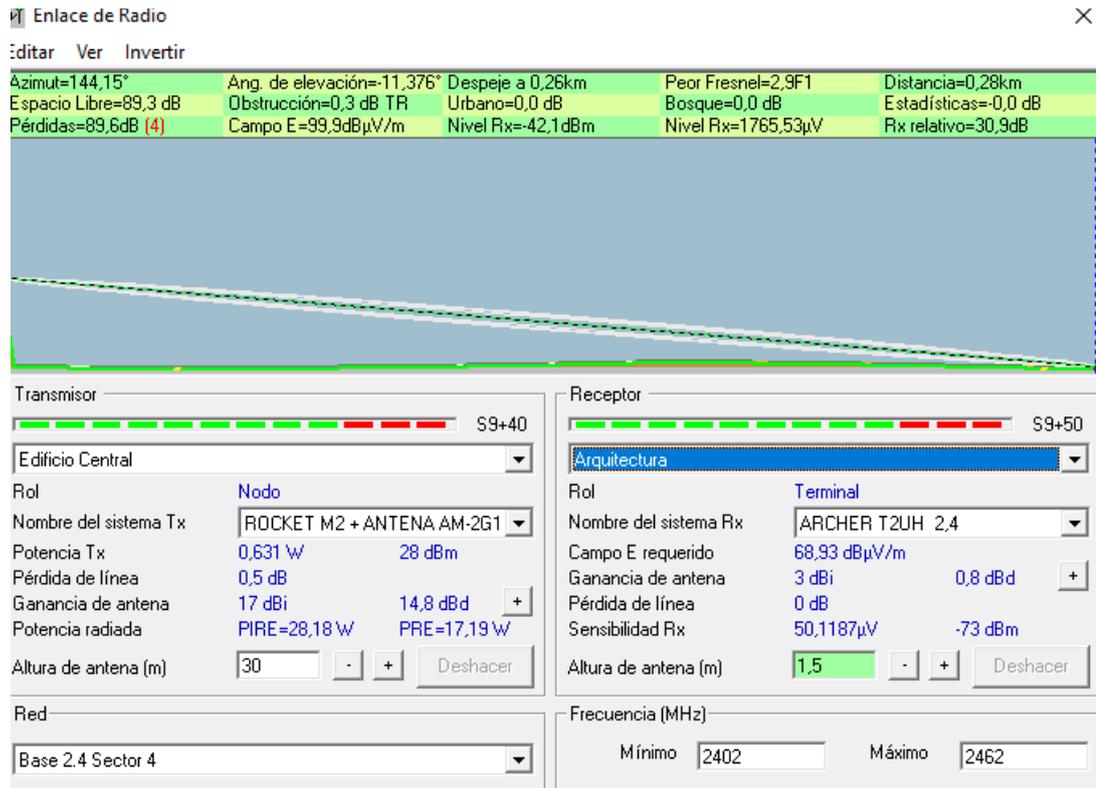


Figura 3.39 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Arquitectura
Elaborado por: Autor.

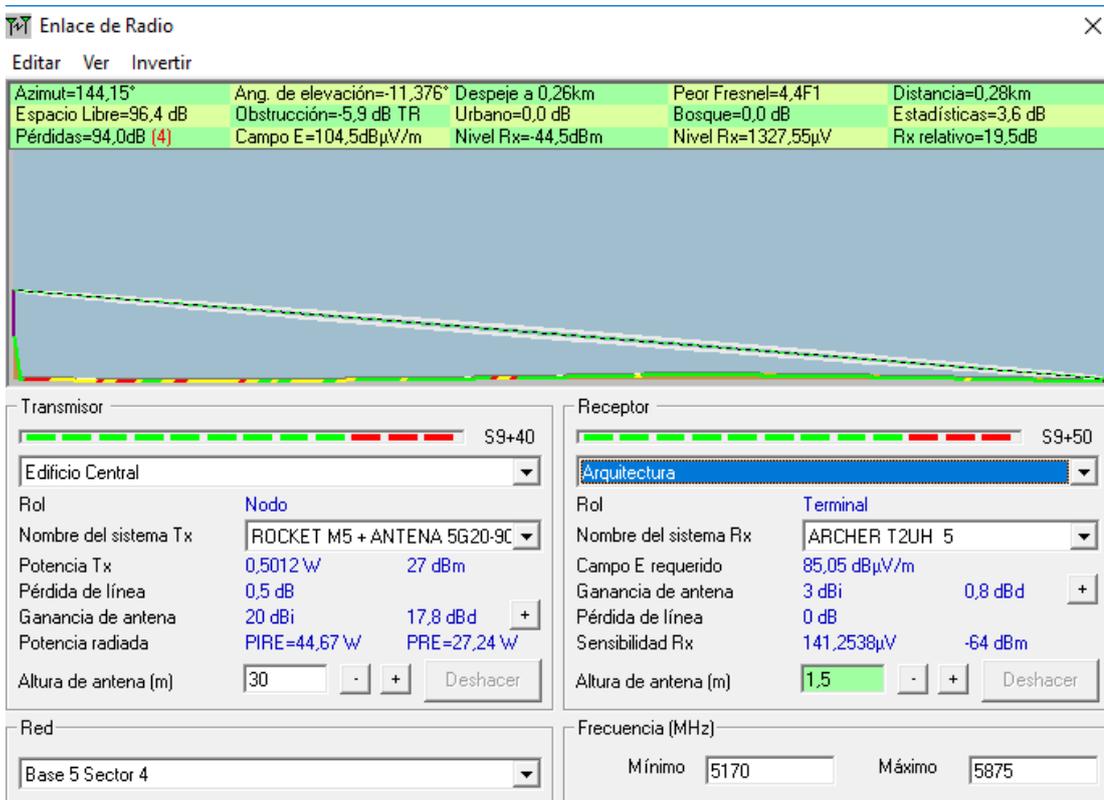


Figura 3.40 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Arquitectura
Elaborado por: Autor.

3.5.5. Sector 5

Como se puede visualizar (ver figura 3.41) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentran en la Facultad de Ciencias Administrativas donde están distanciados a 160 m entre los dos con una zona Fresnel de 4,9F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

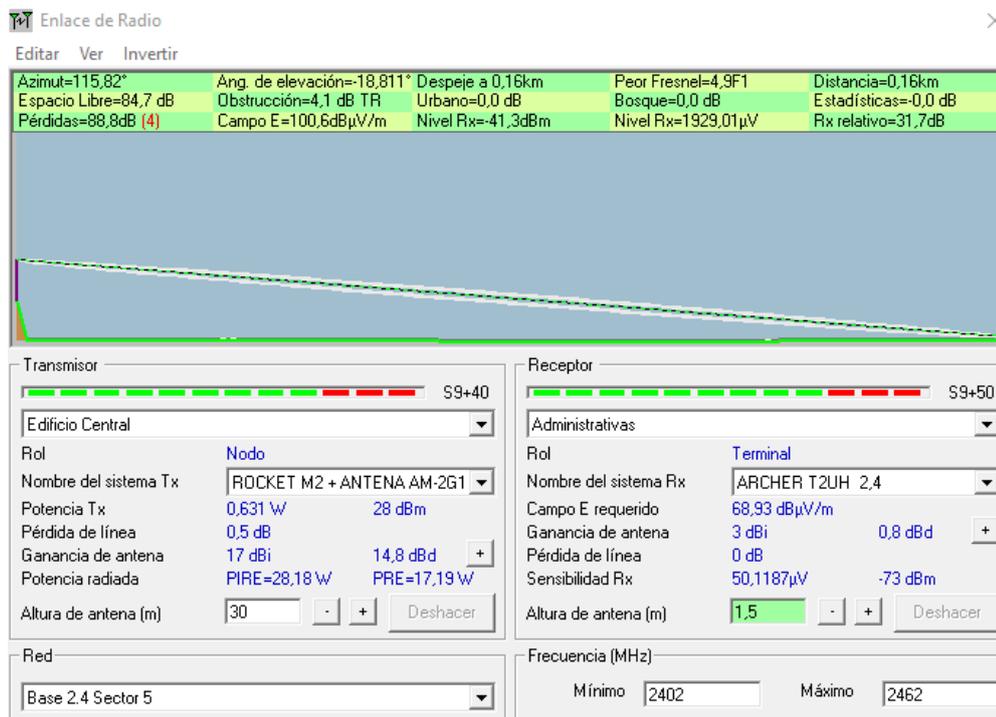


Figura 3.41 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ciencias Administrativas
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.42) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentran en la Facultad de Ciencias Administrativas donde están distanciados a 160 m entre los dos con una zona Fresnel de 7,4F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

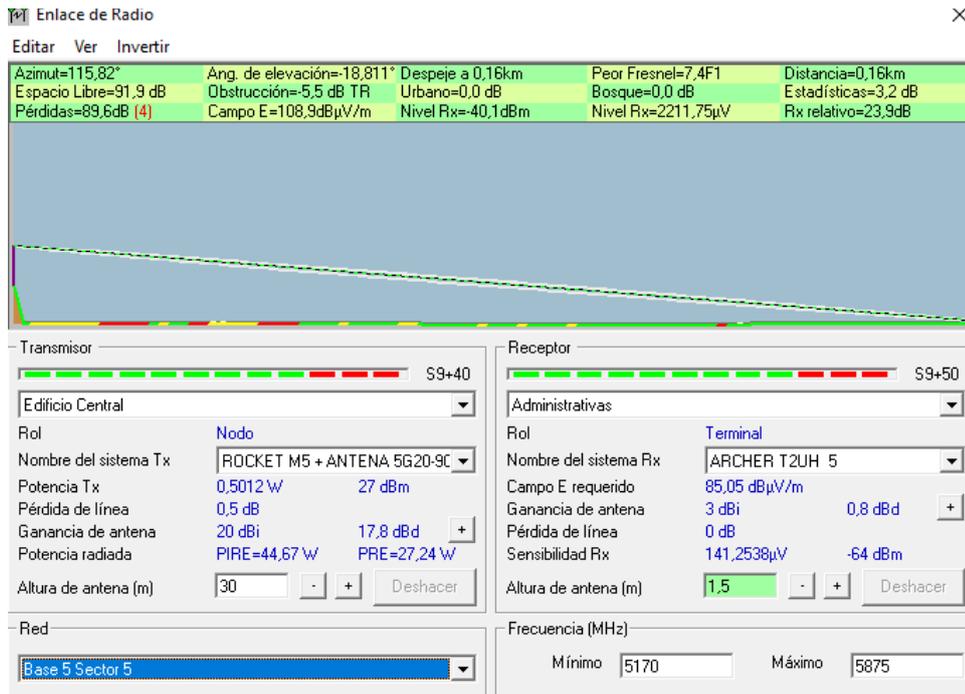


Figura 3.42 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ciencias Administrativas
Elaborado por: Autor.

3.5.6. Sector 6

Como se puede visualizar (ver figura 4.43) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Medicina donde están distanciados a 130 m entre los dos con una zona Fresnel de 4,6F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

Como se puede visualizar (ver figura 3.44) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en el medio de la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Medicina donde están distanciados a 130 m entre los dos con una zona Fresnel de 6,9F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

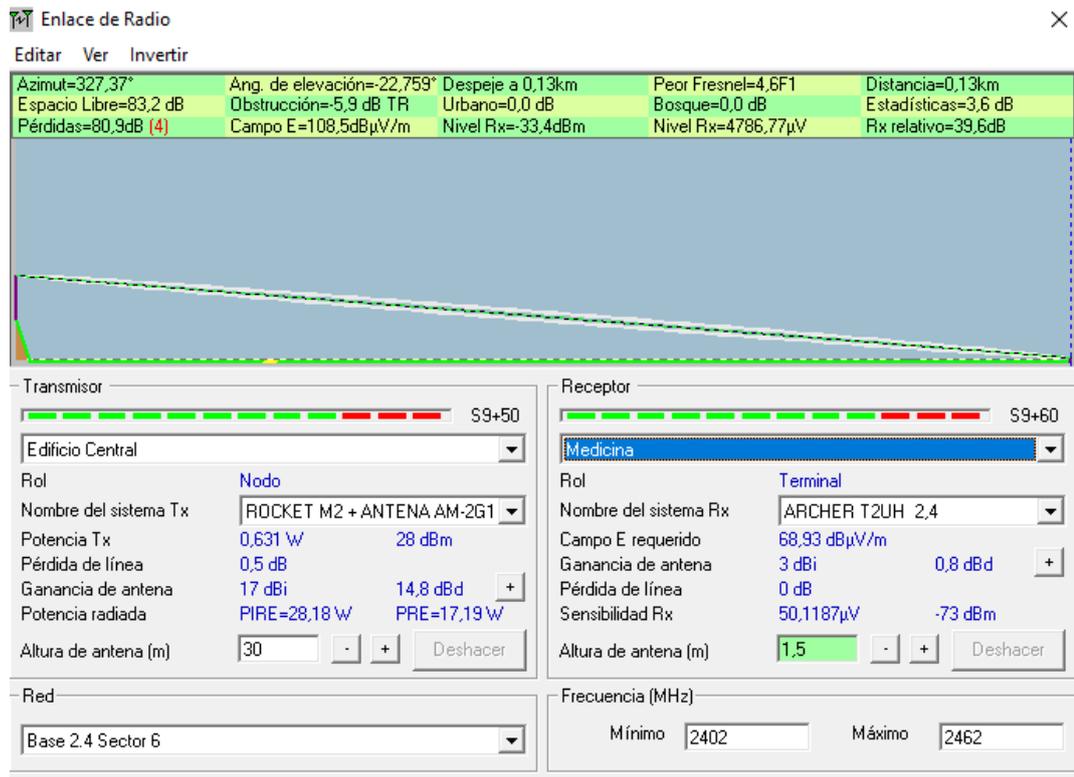


Figura 3.43 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Medicina
Elaborado por: Autor.

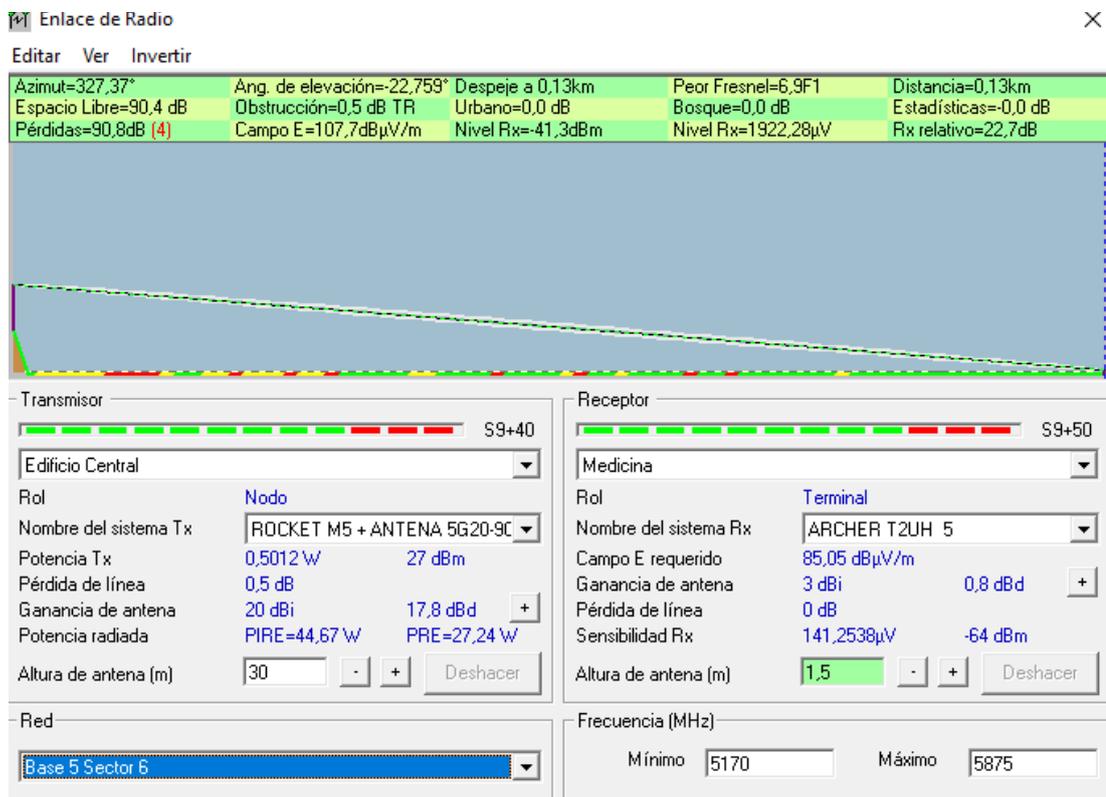


Figura 3.44 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Medicina
Elaborado por: Autor.

3.5.7. Sector 7

Como se puede visualizar (ver figura 3.45) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el emisor ubicado a 30 m de altura en el medio de la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad Piloto de Odontología donde están distanciados a 140 m entre los dos con una zona Fresnel de 3,4F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

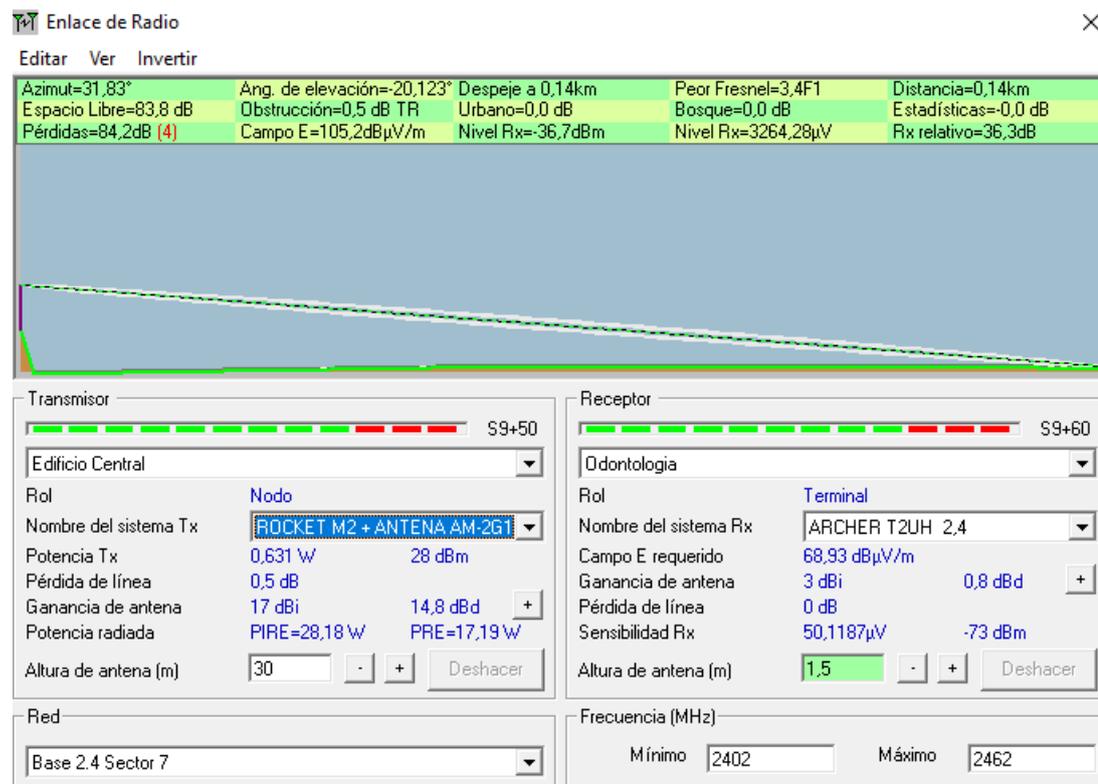


Figura 3.45 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Odontología
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.46) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en el medio de la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad Piloto de Odontología donde están distanciados a 190 m entre los dos con una zona Fresnel de 5,2F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1 igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

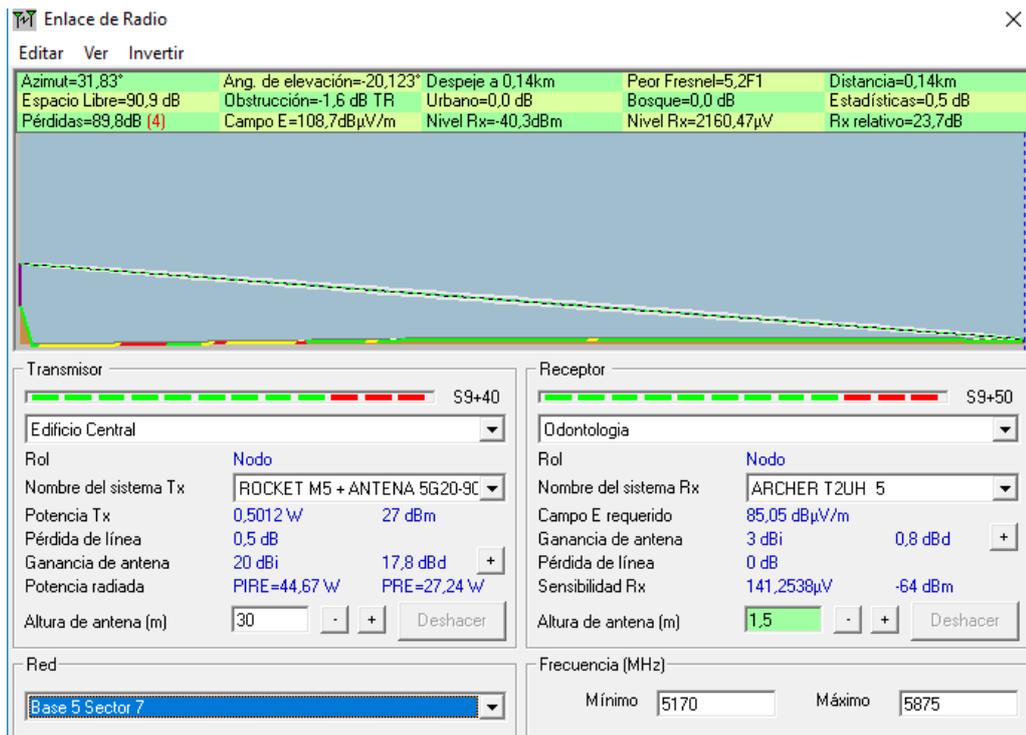


Figura 3.46 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Odontología
Elaborado por: Autor.

3.5.8. Sector 8

Como se puede visualizar (ver figura 3.47) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en el medio de la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Educación Física, Deporte y Recreación donde están distanciados a 370 m entre los dos con una zona Fresnel de 2,8F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

Como se puede visualizar (ver figura 3.48) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en el medio de la oficina central y el receptor que se encuentra en la Faculta de Educación Física Deportes y Recreación donde están distanciados a 370 m entre los dos con una zona Fresnel de 4,2F1 en la primera zona de Fresnel el cual está

sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

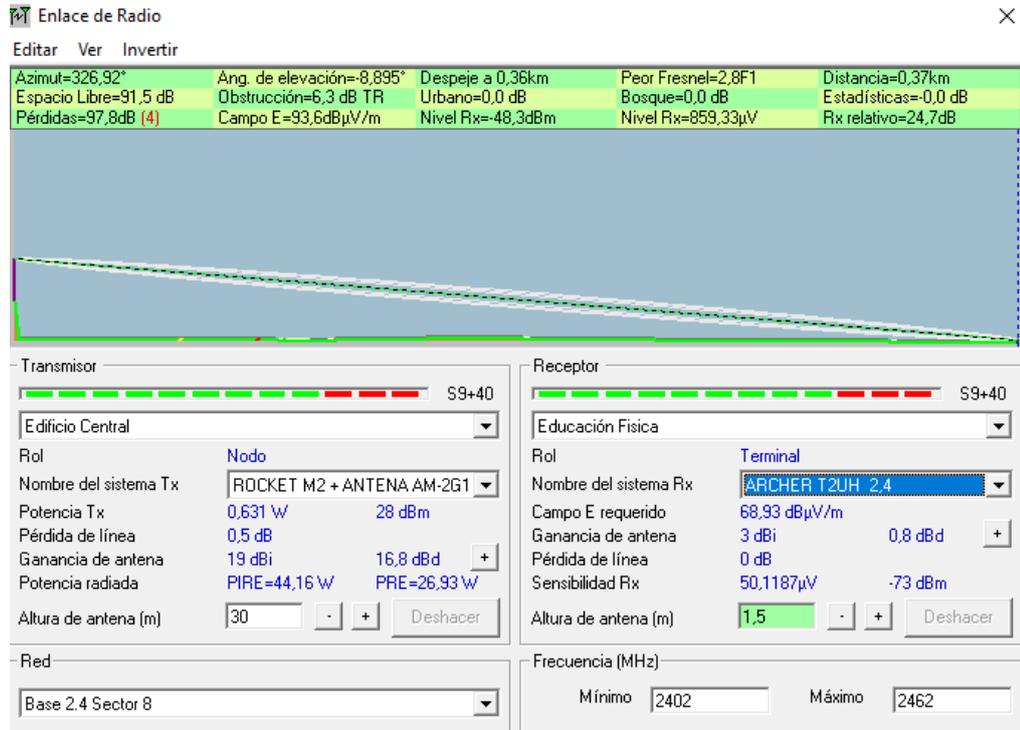


Figura 3.47 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Educación Física
Elaborado por: Autor.

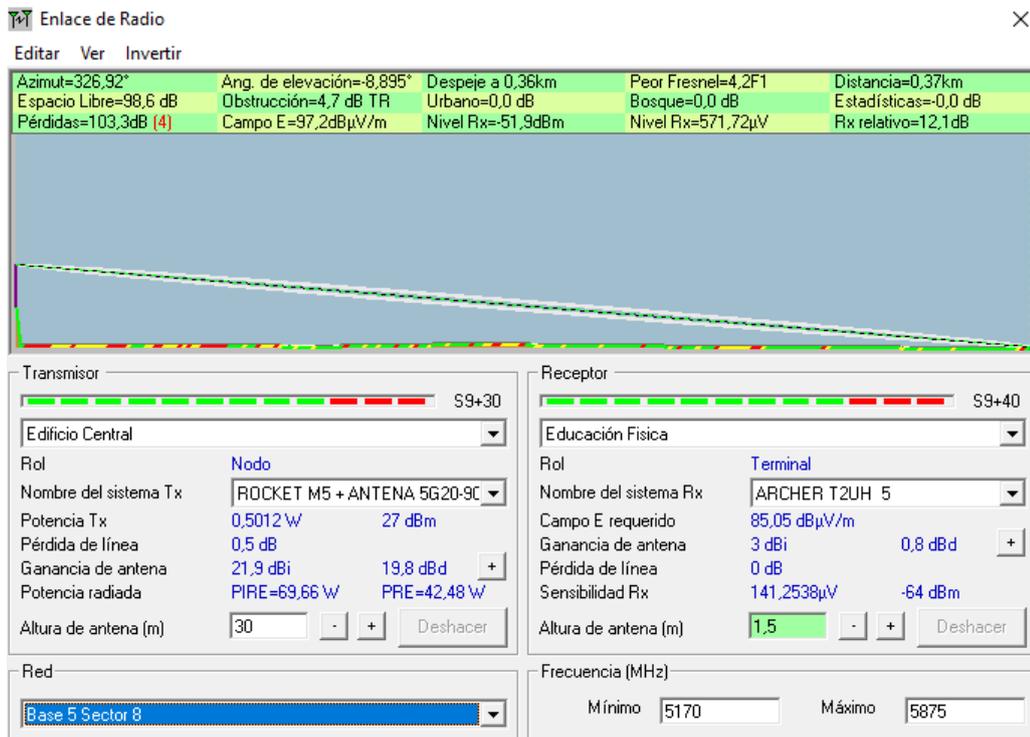


Figura 3.48 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Educación Física
Elaborado por: Autor.

3.5.9. Sector 9

Como se puede visualizar (ver figura 3.49) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en el medio de la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Ciencias Agrarias donde están distanciados a 10 m entre los dos con una zona Fresnel de 5,4F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

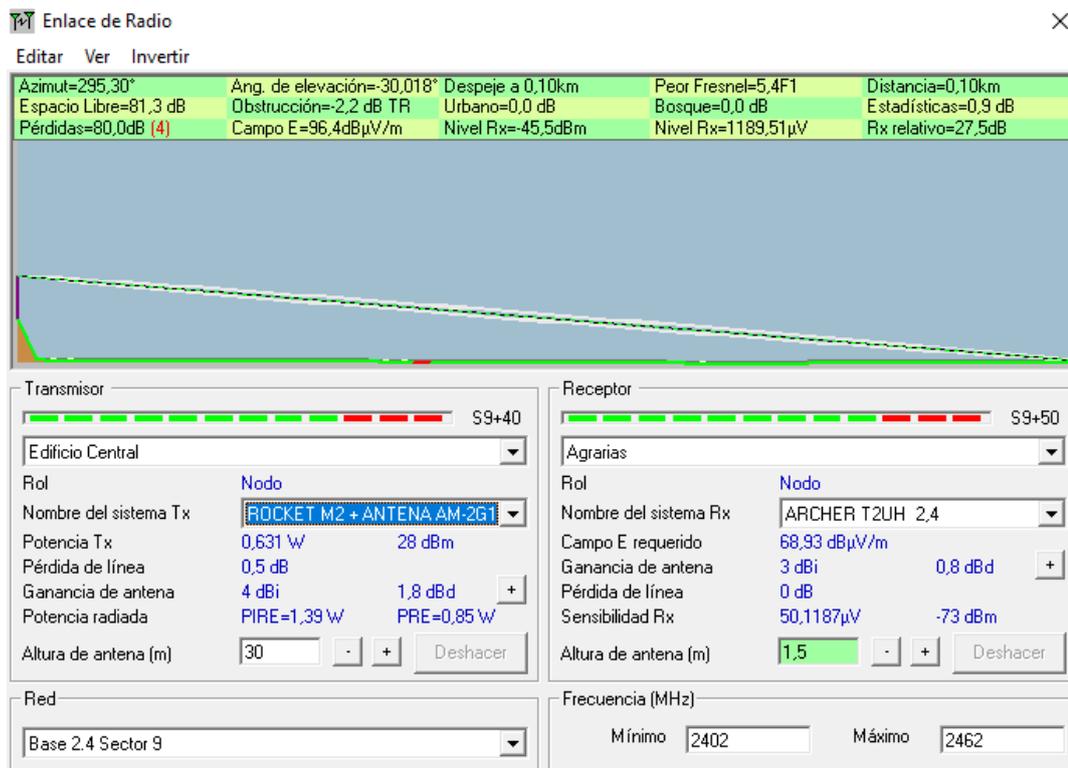


Figura 3.49 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ciencias Agrarias

Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.50) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en el medio de la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Ciencias Agrarias donde están distanciados a 100m entre los dos con una zona Fresnel de 8,2F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que

es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

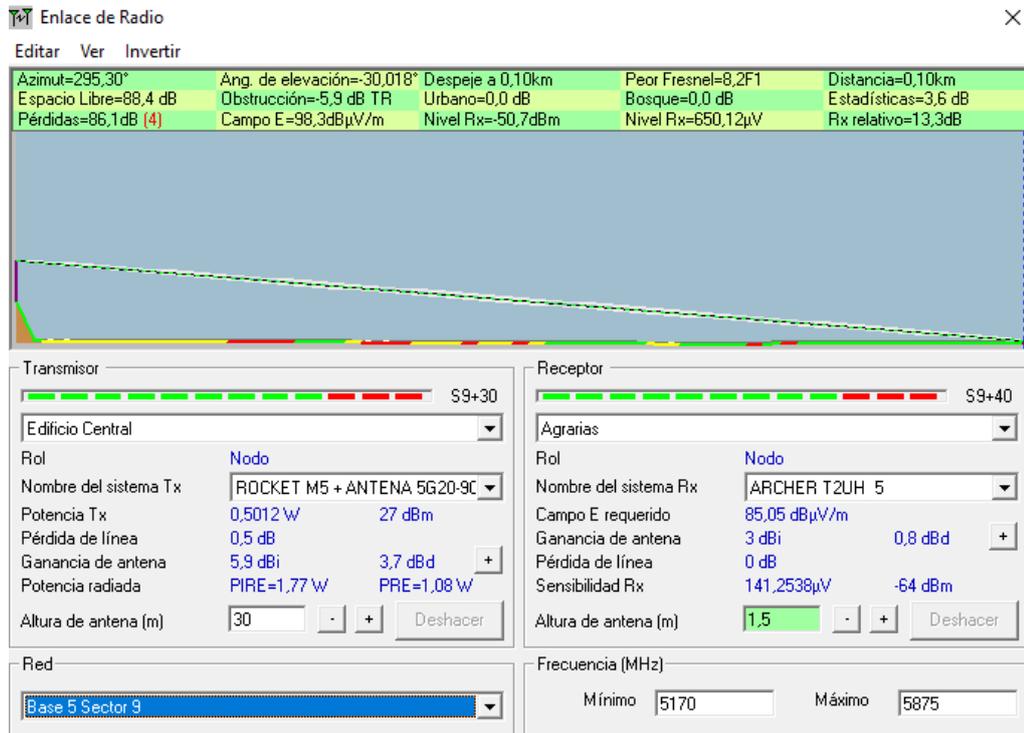


Figura 3.50 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ciencias Agrarias
Elaborado por: Autor.

Como se puede visualizar (ver figura 3.51) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en el medio de la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Ingeniería Química donde están distanciados a 180 m entre los dos con una zona de Fresnel de 3,9F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 2,4 GHz.

Como se puede visualizar (ver figura 3.52) en la obtención de los resultados mediante el software Radio Mobile, se puede observar que se tiene una línea de vista libre entre el transmisor ubicado a 30 m de altura en la oficina central y el receptor que se encuentra en la Facultad de Ingeniería Química donde están distanciados a 180 m entre los dos con una zona de Fresnel de 5,9F1 en la primera zona de Fresnel el cual está sobre el límite

lícito que es del 0,6F1, es decir, igual al 60% lo que conlleva a establecer un enlace fiable para su funcionamiento en la frecuencia de 5 GHz.

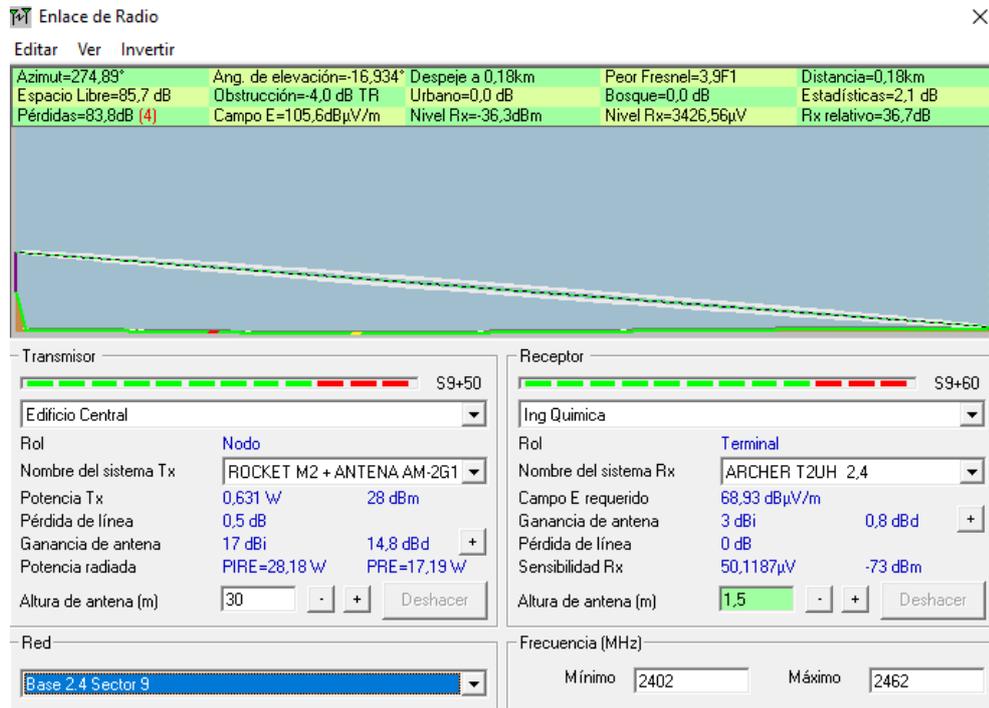


Figura 3.51 Visualización enlace de radio 2.4 GHz edificio central a Ingeniería Química

Elaborado por: Autor.

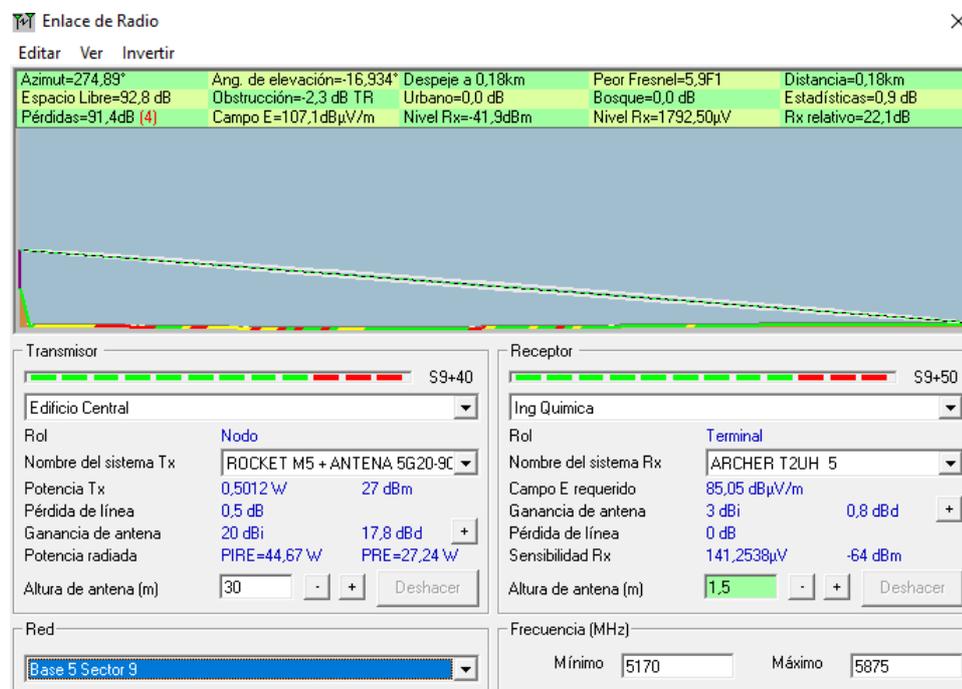


Figura 3.52 Visualización enlace de radio 5 GHz edificio central a Ingeniería Química

Elaborado por: Autor.

Una vez realizado las pruebas y demostrar la vialidad de los enlaces se puede concluir que los desde el edificio central hacia los sectores puede ser implementado los mismo que van a trabajar tanto en los rangos de frecuencia de 2.402 – 2.462 GHz y 5.170 – 5.875 GHz, además de la distribución ya que hay sectores donde hay más concentración de clientes lo que permitirá trabajar con cualquiera de los dos canales.

3.6. Enlace Punto a Multipunto

Para este enlace habrá un grupo de antenas sectoriales que serán ubicadas en el edificio central apuntando hacia los sectores donde se encuentran los equipos transmisores, los cuales recibirán directamente a los clientes ubicados en cada uno de ellos. Estos pueden ser de manera interna o externa, los cuales pueden ser equipos receptores tales como celulares de última generación, laptop o equipos que tengan conectados un receptor inalámbrico. No será necesario equipos suscriptores ya que el sistema está abierto para los estudiantes con fines académicos

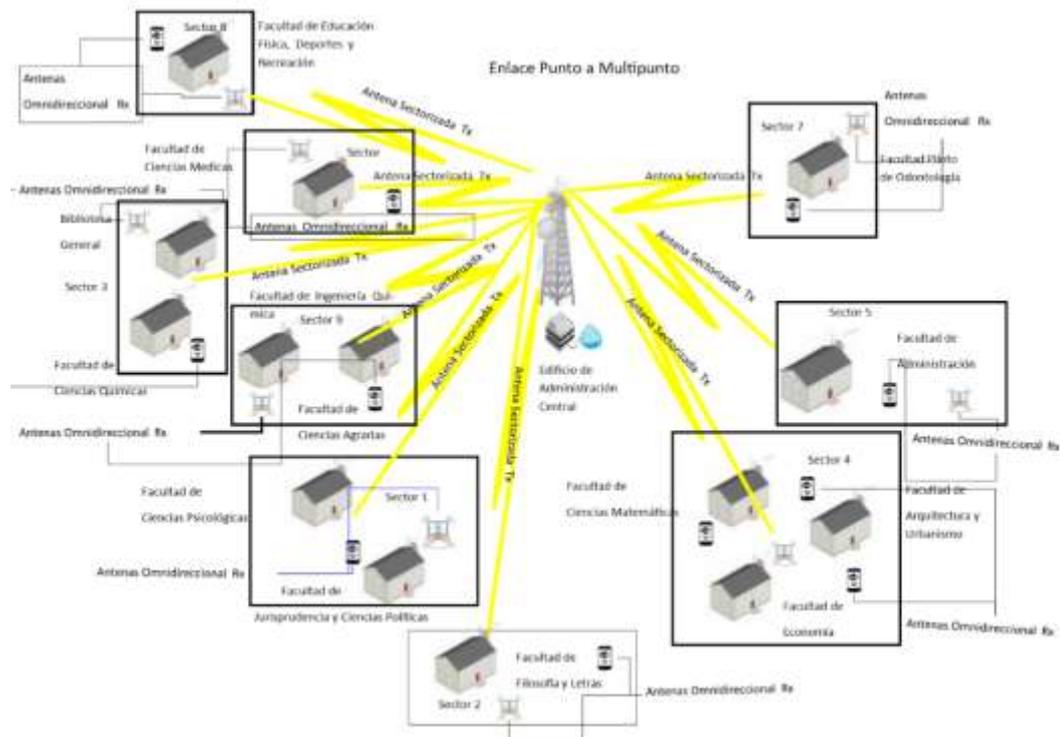


Figura 3. 53 Enlace Punto a Multipunto
Elaborado por: Autor.

En la figura 3.54 se observan las pruebas realizadas para los enlaces hacia los diferentes sectores donde van a estar siendo utilizados por

terminales o equipos de usuario, los cuales no tendrán ningún problema con respecto a las ubicaciones y las conexiones hacia la estación base que será en este caso el edificio central.

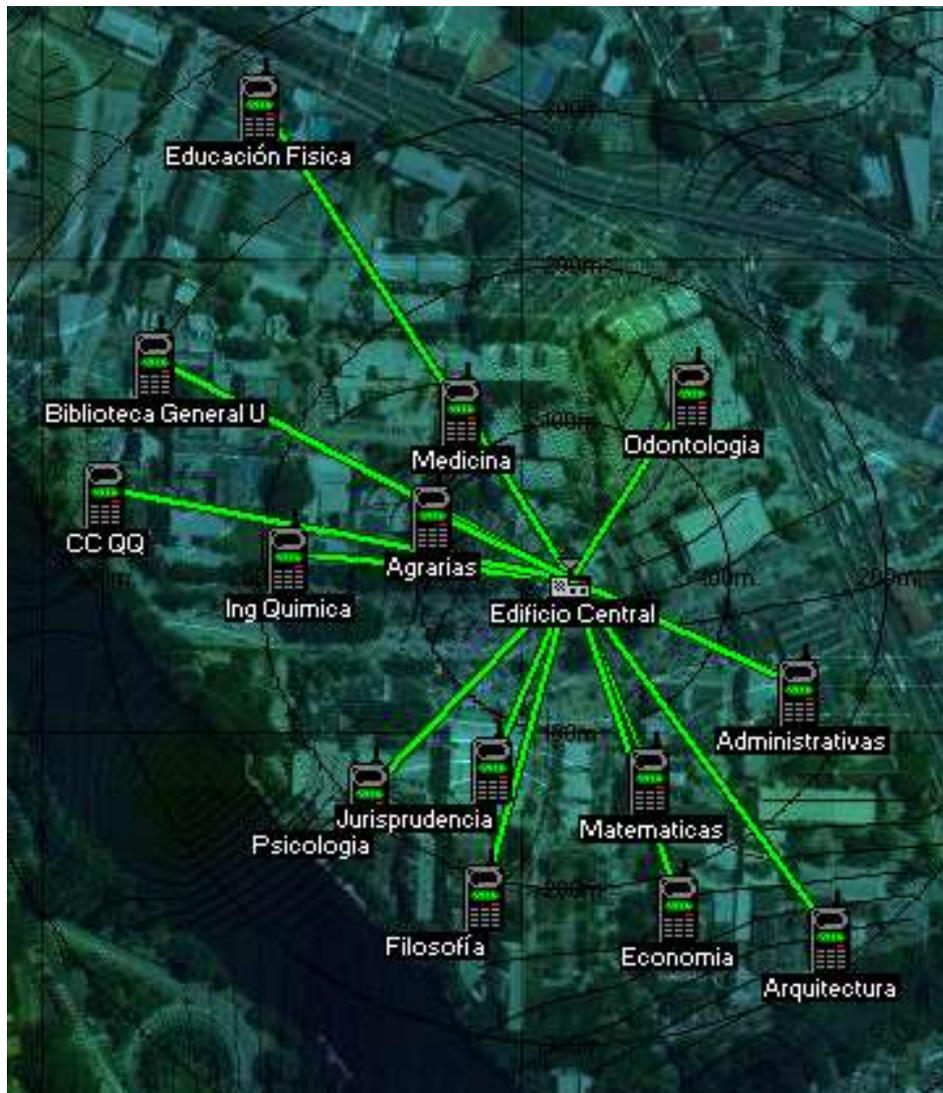


Figura 3.54 Enlace de punto a multipunto en radio mobile
Elaborado por: Autor.

Capítulo 4: Simulación en Omnet++

4.1. Descripción general del software de simulación.

En base a la información obtenida con de la aplicación de radio mobile la red será simulada en la aplicación llamada Omnet ++. Esta aplicación es un simulador orientado a objetos basado en lenguaje c++ el cual proporciona varios componentes los cuales se ensamblan con la cantidad de modelos los cuales se trabajan en un lenguaje de alto nivel los cuales se pueden reutilizar para realizar ejemplos ya que posee soporte para visualización con arquitectura modular que pueden integrarse fácilmente en las aplicaciones para desarrollo.

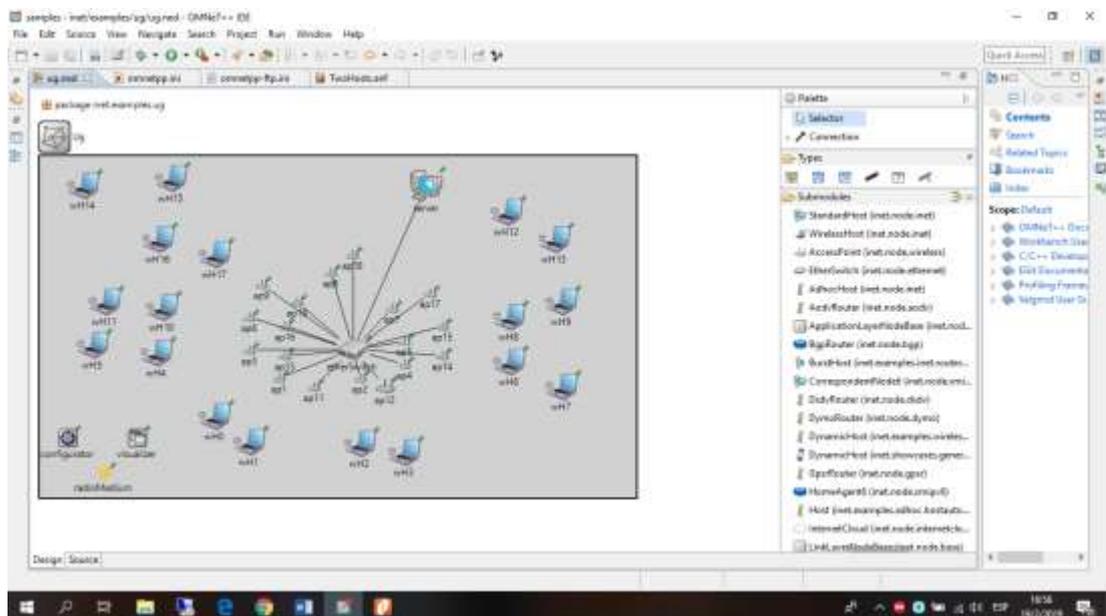


Figura 4.1 Ambiente de uso Software Omnet++

Elaborado por: Autor.

Para la simulación se utilizará como base el marco INET que es donde se guarda la biblioteca que contiene varios modelos que de proyectos los cuales contiene componentes que van a ser utilizados además de la programación en base a la información de los equipos base

4.2. Diseño de red en Omnet++

En el caso del proyecto hay que realizar la red tomando como apoyo el marco Inet. Para el modelado de red se escogerán de la biblioteca básica la información de los equipos requeridos, los cuales apuntarán hacia los

sectores donde se encuentran los equipos tanto en la frecuencia 2.4 GHz como de 5 GHz que son donde pueden ser utilizados los estándares a/g/n/ac y así poder validar la transferencia de archivos, aunque estén conectados “n” equipos clientes.

package inet.examples.ug

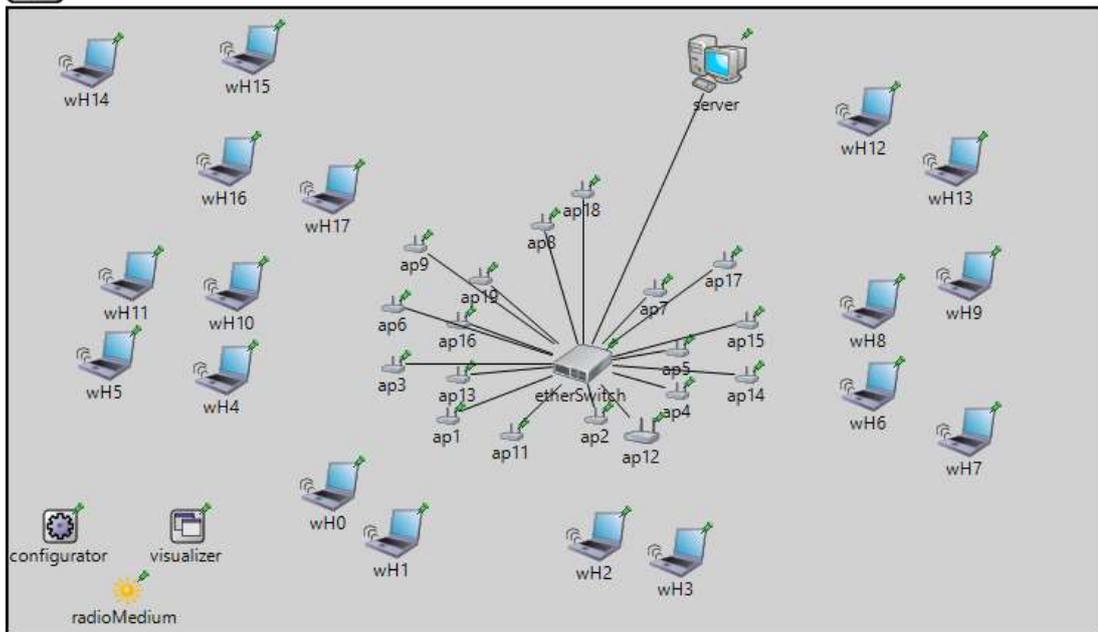


Figura 4.2 Red de Prueba

Elaborado por: Autor.

En el caso de la simulación se tomará como parte de ella las características de los equipos que han sido utilizados mediante enlace de punto a multipunto. Los puntos de acceso (AP) van a estar conectados a un switch, a su vez estarán conectados a un servidor y este a su vez mediante aplicaciones instaladas interactúan con los equipos finales.

Tabla 4.1 Nodos utilizados

Nodo	Access Point	Wireless Host	Server	Switch	Configurator	Visualizer	Radio Medium
Icono							

Elaborado por: Autor.

La simulación desarrollada utiliza la aplicación FTP donde se realiza la transferencia durante 30 segundos de esta manera se analizará la cantidad de paquetes enviados con 10 y 50 equipos conectados a los Access point

tanto en la frecuencia 2.4 GHz como en 5 GHz. La primera simulación se modela con 10 ordenadores conectados con la aplicación FTP durante 30 segundos trabajando en la frecuencia de los 2.4 GHz, y esta dura alrededor de 15 minutos en ejecutarse.

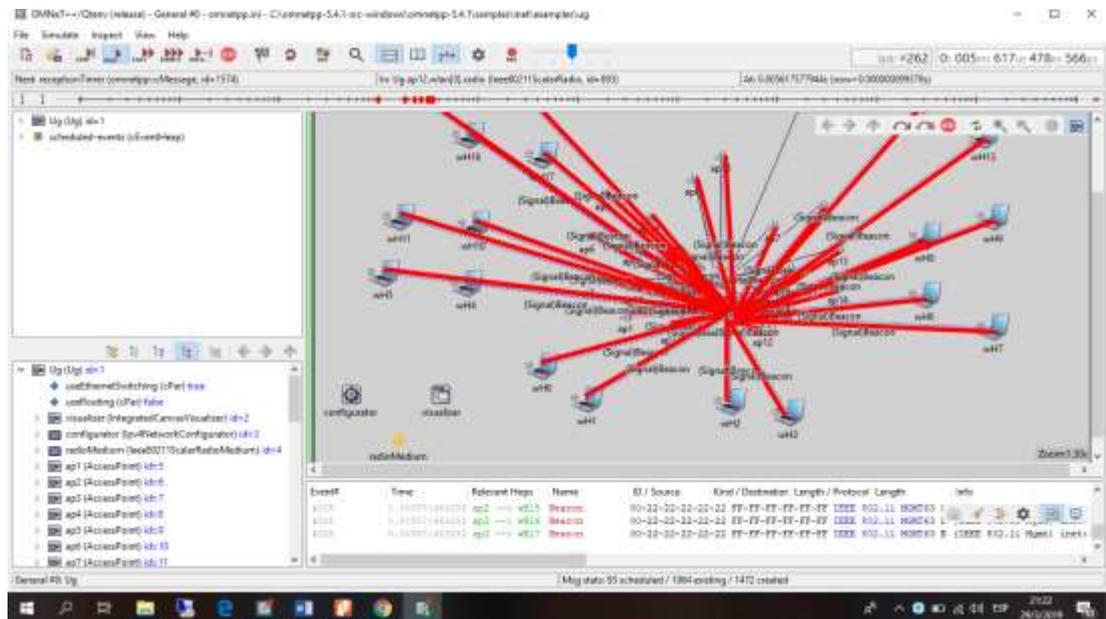


Figura 4.3: Ejecución del modelo de red utilizando el software Omnet++
Elaborado por: Autor.

Para la primera simulación se realiza con 10 ordenadores uno de ellos utiliza la aplicación ftp durante 30 segundos trabajando en la frecuencia de los 2.4 Ghz esta simulación dura alrededor de 15 minutos

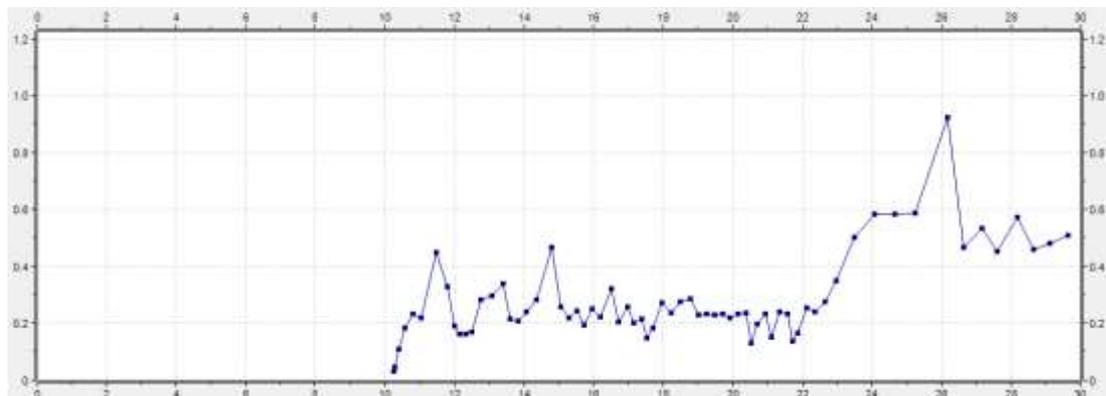


Figura 4.4 Grafica de intensidad de la primera prueba de simulación.
Elaborado por: Autor.

Durante la simulación del equipo cliente hacia el servidor ya que por cantidad de equipos hay un retardo en la aplicación de 10 segundos donde se mantiene activo hasta el final de la prueba ya que se está transfiriendo archivos.

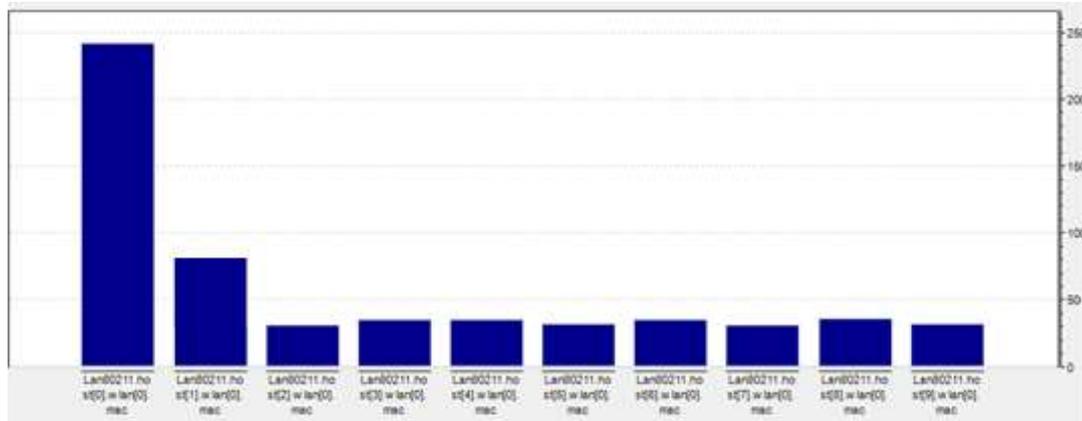


Figura 4.5 Grafica comparativa de paquetes primera prueba simulación
Elaborado por: Autor.

En el caso de la primera prueba en el equipo que utiliza la aplicación es el que más envía 85 paquetes en comparación no utilizan que en promedio envían 25 paquetes en el lapso de prueba

Para la segunda simulación un ordenador de los 50 conectados con la aplicación ftp en la red prueba durante 30 segundos trabajando en la frecuencia de los 2.4 GHz esta simulación dura alrededor 35 minutos

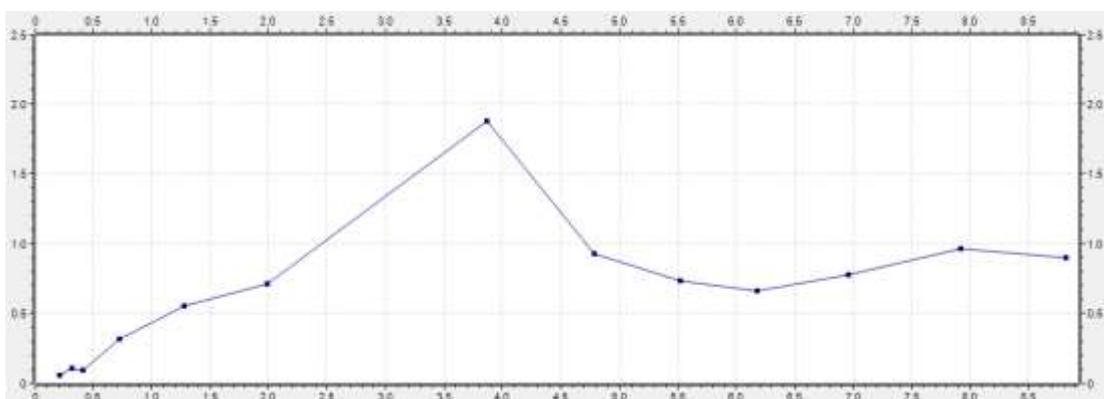


Figura 4.6 Grafica intensidad segunda prueba simulación
Elaborado por: Autor.

La aplicación en el equipo cliente inicia desde 0 el proceso de transferencia de archivos se mantiene estable en ciertos momentos de la misma aumenta, pero el proceso se estabiliza hasta el final de la prueba

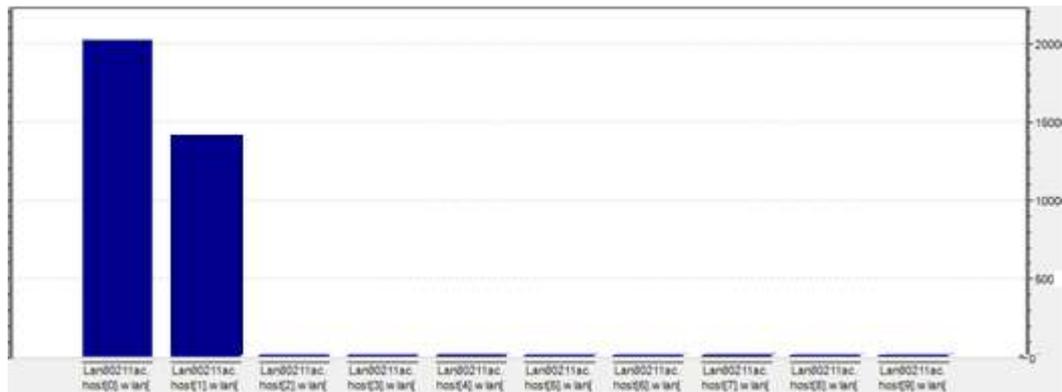


Figura 4.9 Grafica comparativa de paquetes tercera prueba simulación
Elaborado por: Autor.

Durante la tercera prueba el equipo que utilizo la aplicación envió 1200 paquetes en comparación con los que no utilizaron los paquetes que en promedio eran 80 paquetes

Para la cuarta simulación es con 50 ordenadores conectados uno de los equipos en la red de prueba con la aplicación ftp durante 30 segundos trabajando en la frecuencia de los 5 Ghz esta simulación dura alrededor 40 minutos

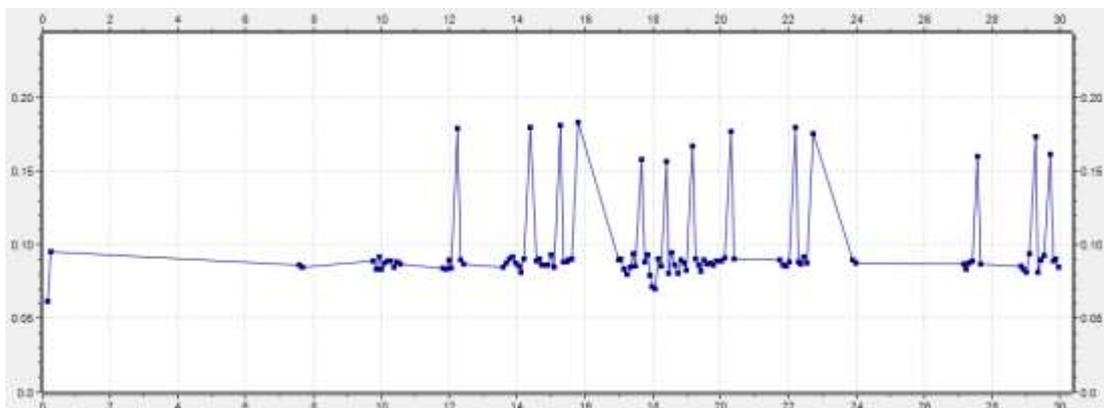


Figura 4.10 Grafica intensidad cuarta prueba simulación
Elaborado por: Autor.

La aplicación en el equipo cliente inicia desde 0 el proceso de transferencia de archivos se mantiene, pero con retardo en ciertos momentos de la misma aumenta más de lo normal enviando más carga, pero el proceso se realiza hasta el final de la prueba

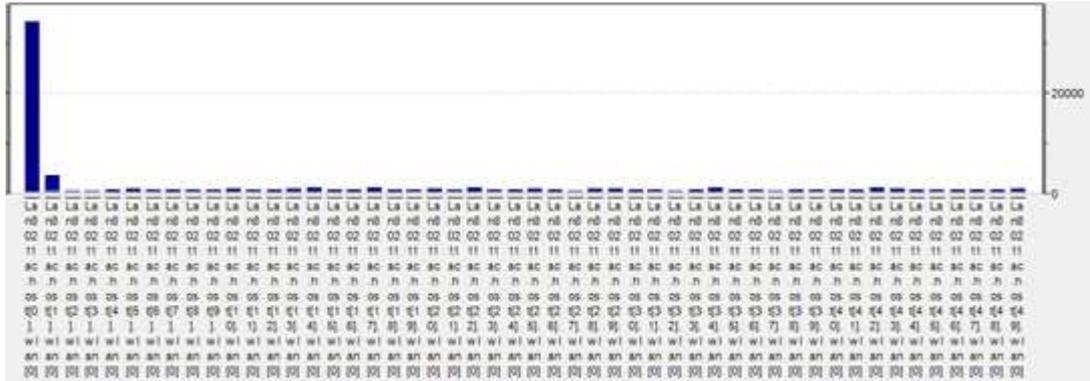


Figura 4.11 Grafica comparativa de paquetes cuarta prueba simulación
Elaborado por: Autor.

Durante la cuarta prueba el equipo que utilizo la aplicación envió 1000 paquetes en comparación con los que no utilizaron la que en promedio fue de 100 paquetes

Conclusiones

Mediante Radio Mobile se presentó enlaces fiables se pudo establecer buena recepción tanto en 2.4 Ghz que trabajan los estándares G y N como en 5Ghz que trabajan los estándares A, N y AC

Mediante Omnet++ se simulo la red realizando el envío de paquete utilizando las frecuencias de 2.4 y 5 Ghz las cuales trabajan con los estándares a utilizar

Finalmente, en la simulación del escenario del proyecto en omnet++ permitió obtener acceso hacia el servidor por el punto de acceso en base a la frecuencia utilizada ahora depende de la cantidad de equipos para el volumen de tráfico que va tener. Ya que a mayor carga de equipos la cantidad de acceso debe aumentar así mismo ubicarlos donde está la masa de equipos que van a utilizar la red wlan.

Recomendaciones

1. Realizar investigaciones sobre la cantidad de tiempo ya de la red implantada para que en futuro nos de novedades sobre el equipamiento y en que ha afectado el clima en los equipos
2. Realizar investigaciones futuras con nuevas técnicas para el mejoramiento en la implementación y mejor transmisión de información.

Bibliografía

Baltazar, R. (2001). *Telecomunicaciones inalámbricas*. 2.

Bellido Quintero, E. (2014). *Equipos de interconexión y servicios de red (UF1879)*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uguaquilsp/detail.action?docID=4310541>

Blázquez, J. P. (2011). *Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos*. 30.

Blázquez, J. P., Vique, R. R., Pozo, J. D. M., & Prieto, M. D. (2011). *Tecnología y desarrollo en dispositivos móviles*. 6.

Carceller Cheza, R., Campos Saborido, C., & García Marcos, C. J. (2013). *Servicios en red*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uguaquilsp/detail.action?docID=3217117>

Castellanos, K. E. M., & Diaz, O. M. J. (2007). *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA COMUNICACIONES Y REDES CARTAGENA DE INDIAS 2007*. 138.

Chaos García, D., Gómez Palomo, S. R., & Letón Molina, E. (2017). *Introducción a la Informática básica*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uguaquilsp/detail.action?docID=5350257>

FayerWayer, O. J. (2013, junio). Comienza certificación para el estándar WiFi 802.11ac. Recuperado el 13 de julio de 2018, de FayerWayer website: <https://www.fayerwayer.com/2013/06/comienza-certificacion-para-el-estandar-wifi-802-11ac/>

- IEEE. (1999). *Supplement to IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems— Local and metropolitan area networks— Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications High-speed Physical Layer in the 5 GHz Band.*
- IEEE. (2003, junio 12). *802.11g™ IEEE Std 802.11g™-2003 (Amendment to IEEE Std 802.11™, 1999 Edition (Reaff 2003) as amended by IEEE Stds 802.11a™-1999, 802.11b™-1999, 802.11b™-1999/Cor 1-2001, and 802.11d™-2001) IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems— Local and metropolitan area networks— Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications Amendment 4: Further Higher Data Rate Extension in the 2.4 GHz Band.*
- luis-coves. (2011, diciembre 12). Nuevo estándar Wi-Fi 802.11ac: Velocidad gigabit inalámbrica en 2012. Recuperado el 13 de julio de 2018, de Hipertextual website: <https://hipertextual.com/archivo/2011/12/wi-fi-ac-gigabit-en-2012/>
- Mejía Reyes, A. (2009). *Cómputo móvil*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uguaquilsp/detail.action?docID=3182001>
- Moreno Pérez, J. C., & Santos González, M. (2014). *Sistemas informáticos y redes locales*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uguaquilsp/detail.action?docID=3229362>

- Prasad, N., & Prasad, A. (2005). *802.11 WLANs and IP Networking: Security, QoS, and Mobility*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uguaquil-ebooks/detail.action?docID=231634>
- Santos González, M. (2014). *Sistemas telemáticos*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uguaquilsp/detail.action?docID=3228770>
- Sharma, P., Singh, B., & Tanwar, P. S. (2014). *A Review in Multiple Modulation Techniques 16 and 64 QAM MIMO-OFDM BPSK-QPSK-PSK SYSTEM*. 5.
- Suarez, D. (2017). ESTUDIO Y ANÁLISIS PARA LA ACTUALIZACIÓN DE RED WLAN DE LA SEPS UTILIZANDO TECNOLOGÍAS BASADAS EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11 AC. Recuperado el 5 de agosto de 2016, de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4120/1/T-UCSG-POS-MTEL-47.pdf>
- Tp-link. (2018). *Tp-link*. Recuperado de https://www.tp-link.com/es/products/details/cat-11_Archer-T2UH.html
- Ubiquiti. (2018a). *Ubiquiti*. Recuperado de https://dl.ubnt.com/datasheets/rocketm/RocketM_DS.pdf
- Ubiquiti. (2018b). *Ubiquiti*. Recuperado de https://dl.ubnt.com/guides/sector/airMAX_Sector_AM-2G16-90_QSG.pdf
- Ubiquiti. (2018c). *Ubiquiti*. Recuperado de https://dl.ubnt.com/datasheets/rocketm/RocketM_DS.pdf

Ubiquiti. (2018d). *Ubiquiti*. Recuperado de https://dl.ubnt.com/datasheets/airmaxsector/airMAX_Sector_Antennas_DS.pdf

Zuaznabar Mazorra, V., Guerra Martínez, M. del C., & Pérez Vega, C. (2010). *Propuesta de modelado y caracterización del canal MIMO*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uguaquilsp/detail.action?docID=3201952>

Zyren, J. (2002, junio 28). IEEE 802.11g to benefit WLANs. Recuperado el 20 de agosto de 2018, de EETimes website: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1200918

Zyren, J., Enders, E., Edmondson, T., & Intersil. (2003, enero 14). 802.11g Starts Answering WLAN Range Questions. Recuperado el 20 de agosto de 2018, de EETimes website: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1271877



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Carriel Jaime, Luis Alberto** con C.C: 092024647-7 autor del trabajo de titulación: Diseño de una red WLAN basada en los estándares 802.11a/g/n/ac para brindar internet alta disponibilidad en todo el campus Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del título de **Magister en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de agosto del 2019

f. _____

Nombre: **Carriel Jaime, Luis Alberto**

C.C: 092024647-7

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de una red WLAN basada en los estándares 802.11a/g/n/ac para brindar internet alta disponibilidad en todo el campus Universidad de Guayaquil.		
AUTOR(ES)	Ing. Carriel Jaime, Luis Alberto		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	MSc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio; MSc. Zamora Cedeño, Néstor / MSc. Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
PROGRAMA:	Maestría en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Magister en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	16 de agosto del 2019	No. DE PÁGINAS:	71
ÁREAS TEMÁTICAS:	Fundamentos de comunicaciones, Sistemas de Transmisión Ópticos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Redes, Estándares, Modelado.		
RESUMEN/ABSTRACT:			
<p>El trabajo de titulación “Diseño de una red WLAN basada en los estándares 802.11a/g/n/ac para brindar internet alta disponibilidad en todo el campus Universidad de Guayaquil” se presentó con innovar de la redes inalámbricas ya que en la lugar donde se procederá a instalar nunca se ha instalado equipamiento alguno con enlaces de alta disponibilidad en ubicaciones para que tanto el personal apostado dentro de las unidades académicas de la UG en la primera parte nos introduce a las comunicaciones inalámbricas los medios y las clasificación de los mismos específicamente a la wlan sus ventajas, arquitectura y alcance se detallan los estándares que se han venido utilizando hasta la actualidad para satisfacer necesidades para ello se utilizó dos aplicaciones tanto para el cálculo de la radio propagación y además se utilizó la aplicación Omnet++ para modelar la red realizando las respectivas pruebas que fueron concluyentes para cumplir con los objetivos específicos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0999627770	E-mail: luis_carriel@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Manuel Romero Paz		
	Teléfono: 0994606932		
	E-mail: mromeropaz@yahoo.com		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			