



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**

**TEMA
“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA WI-FI
EN EL SECTOR NORTE DE GUAYAQUIL, RENACER DE
DIOS Y SUS ALREDEDORES”.**

**AUTOR
BECERRA ESPINOZA LUIS ALBERTO**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. TELECOM. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG.**

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2022



**ANEXO XL- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO
DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA WI-FI EN EL SECTOR NORTE DE GUAYAQUIL, RENACER DE DIOS Y SUS ALREDEDORES.			
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):		BECERRA ESPINOZA LUIS ALBERTO	
TUTOR(ES)/ REVISOR(ES) (apellidos/nombres):		ING. TELECOMUNICACIONES VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG. / ING. TELECOMUNICACIONES TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG.	
INSTITUCIÓN:		UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	
UNIDAD/FACULTAD:		FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:		INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA	
FECHA DE PUBLICACIÓN:		27 DE SEPTIEMBRE DE 2022	No. DE PÁGINAS: 158
ÁREAS TEMÁTICAS:		TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:		Radio enlaces - Outdoor – RadioMobile – AirLink – Wi-Fi – Ubiquiti	
RESUMEN/ABSTRACT (150-200 palabras):			
<p>Resumen</p> <p>En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio de factibilidad para la implementación de una red inalámbrica Wi-Fi en el sector norte de Guayaquil, Renacer de Dios y sus alrededores, en el cual se utilizó la encuesta como técnica de investigación donde participaron un grupo de moradores residentes de 340 viviendas y la entrevista a dos ingenieros en Telecomunicaciones del IPS PowerNet S.A., dentro del estudio se consideró la factibilidad técnica y económica para la selección de los equipos de comunicación a emplearse para realizar las simulaciones de radio enlaces con la tecnología Outdoor (PTP y PTM). Se utilizó RadioMobile e ISP Design Center de Ubiquiti como simuladores de radio enlace junto a Google Earth para evaluar el perfil de elevación del suelo y las coordenadas de los nodos. Como resultado se estableció que es factible realizar una red inalámbrica Wi-Fi en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores, debido a la falta de cobertura y regularización municipal de la zona. Por lo tanto, se concluye que los equipos de comunicación adecuados para la red inalámbrica Wi-Fi son de la marca Ubiquiti Networks debido a las características técnicas y el acceso</p>			

económico que presentan.

Abstract

In the present research work, a feasibility study was carried out for the implementation of a Wi-Fi wireless network in the northern sector of Guayaquil, Renacer de Dios and its surroundings, in which the survey was used as a research technique where a group of residents residing in 340 homes and the interview with two telecommunications engineers from IPS PowerNet S.A., within the study the technical and economic feasibility was considered for the selection of the communication equipment to be used to carry out the simulations of radio links with the technology Outdoor (PTP and PTM). RadioMobile and ISP Design Center of Ubiquiti were used as radio link simulators together with Google Earth to evaluate the ground elevation profile and the coordinates of the nodes. As a result, it was established that it is feasible to carry out a Wi-Fi wireless network in the Renacer de Dios sector and its surroundings, due to the lack of coverage and municipal regularization of the area. Therefore, it is concluded that the appropriate communication equipment for the Wi-Fi wireless network is from the Ubiquiti Networks brand due to the technical characteristics and economic access they present.

ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0995258074	E-mail: luis.becerrae@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE
LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO
NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **BECERRA ESPINOZA LUIS ALBERTO**, con C.C. No. **0956301550**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA WI-FI EN EL SECTOR NORTE DE GUAYAQUIL, RENACER DE DIOS Y SUS ALREDEDORES**” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Luis Becerra E".

BECERRA ESPINOZA LUIS ALBERTO

C.C. No. 0956301550



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DESIMILITUD
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado **ING. TELEC. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **BECERRA ESPINOZA LUIS ALBERTO**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**.

Se informa que el trabajo de titulación: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA WI-FI EN EL SECTOR NORTE DE GUAYAQUIL, RENACER DE DIOS Y SUS ALREDEDORES**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio TURNITIN quedando el 5% de coincidencia.

<https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1133714561&lang=es&o=1903550097&s=1>



Firmado electrónicamente por:
JAIRO GEOVANNY
VEINTIMILLA |
ANDRADE

ING. TELEC. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG
C.C. 0922668025
FECHA: 17 de septiembre de 2022



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR
DEL TRABAJO DE TITULACION
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 20 de septiembre de 2022

Sra.

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Directora de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA WI-FI EN EL SECTOR NORTE DE GUAYAQUIL, RENACER DE DIOS Y SUS ALREDEDORES**” del estudiante **BECERRA ESPINOZA LUIS ALBERTO**. Indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, CERTIFICO, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JAIRO GEOVANNY
VEINTIMILLA |
ANDRADE**

**ING. TELECOM. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG
C.C. 0922668025**

FECHA: 20 de septiembre de 2022



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTEREVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 23 de septiembre de 2022

Sra.

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Directora de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA WI-FI EN LA ZONA NORTE DE GUAYAQUIL, RENACER DE DIOS Y SUS ALREDEDORES** del estudiante **BECERRA ESPINOZA LUIS ALBERTO**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 23 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 15 años. La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA

ING. TELECOM. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.C: 0603375395

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado principalmente a Dios, ya que sin su ayuda no hubiera podido llegar donde me encuentro en este momento, tambien quisiera dedicar el presente trabajo a mi familia, mi madre Ana del Pilar Espinoza Mendoza, a mi padre Victor Hugo Becerra Santiana. Tambien existe una persona muy importante y especial en mi vida, mi prometida Gladys Vallejo Muñoz, ya que sin su ayuda y apoyo incondicional probablemente no estaria en el lugar que me encuentro ahora. Queda guardado en el presente trabajo que todo lo que te propongas, lo puedes lograr junto a las personas que mas amas en tu vida.

Agradecimiento

Agradezco por sobre todo a Dios por darme las fuerzas y la sabiduría para lograr lo que me he propuesto toda mi vida y en especial durante los últimos 5 años de mi formación universitaria. A mi familia por darme el apoyo material en lo que necesitaba en el transcurso de mi carrera.

Agradezco a mi prometida porque desde el momento que llegó a mi vida fue una pieza fundamental en mi aprendizaje ya que me brindó el apoyo emocional e incondicional contribuyendo en la formación de mi carácter como profesional.

Agradezco a mi madre por ser la persona que me inculcó el deseo de seguir aprendiendo a lo largo de mi vida, viendo en mi reflejado el deseo de obtener un título universitario que en su momento no logró alcanzar.

A mi tutor el ing. Jairo Veintimilla, quien me guió por el proceso de titulación brindándome su conocimiento y experiencia en la carrera sin dudar en ningún momento de ayudar con la aportación de ideas. A mis maestros de cátedra universitaria por tener la paciencia y la vocación por enseñar con el propósito de formar buenos ingenieros en Teleinformática. Finalmente a mis compañeros universitarios que fueron parte de la experiencia de compartir y conocer gente que aportan buenos momentos e ideas a nuestra vida.

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

El Problema

N°	Descripción	Pág.
1.1.	Planteamiento de problema	3
1.2.	Formulación del problema	4
1.3.	Sistematización del problema	4
1.4.	Alcance de la investigación	5
1.5.	Objetivos de la investigación	5
1.5.1.	Objetivo general	5
1.5.2.	Objetivos específicos	5
1.6.	Justificación e importancia	6
1.7.	Delimitación del problema	6

Capítulo II

Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Antecedentes del estudio	7
2.2.	Fundamentación teórica	10
2.2.1.	¿Qué es una red informática?	10
2.2.2.	Tipos de redes informáticas	10
2.2.3.	¿Qué son comunicaciones inalámbricas?	11
2.2.4.	Topologías de Red (Alámbricas e inalámbricas)	12
2.2.5.	Ventajas de una red inalámbrica	16
2.2.6.	Características de las redes inalámbricas	16
2.2.7.	Estándares y tecnologías inalámbricas	17
2.2.8.	Enlace microondas	21
2.2.9.	Elementos de un enlace microondas	22
2.2.10.	Ventajas y desventajas de los enlaces microondas	22
2.2.11.	Modos de configuración de los enlaces microondas	23

2.2.12.	Topología outdoor	23
2.2.13.	Topologías de espectro ensanchado topología indoor	24
2.2.14.	Estándar IEEE	25
2.2.15.	Estándares de las redes inalámbricas	25
2.2.16.	Espectro Electromagnético	26
2.2.17.	Onda Electromagnética	27
2.2.18.	Características de las ondas electromagnéticas	27
2.2.19.	Refracción electromagnética	28
2.2.20.	Ley de la Reflexión de Ondas	28
2.2.21.	Ley de la Refracción de Ondas	29
2.3.	Espectro ensanchado	29
2.4.	Técnicas de modulación de espectro ensanchado	30
2.5.	Componentes WISP	30
2.5.1.	Nodo principal o Estación Base de Radio Enlace	30
2.5.2.	Conmutador (Switch)	30
2.6.	Conectores y Cables	31
2.6.1.	Conectores RJ45	31
2.6.2.	Cable par trenzado (UTP)	31
2.7.	Tipos de cable UTP	32
2.8.	Antenas	32
2.9.	Tipos de antena	33
2.9.1.	Omnidireccionales	33
2.9.2.	Direccionales	33
2.9.3.	Dipolo	34
2.9.4.	Dipolo Multi-Elemento	34
2.9.5.	Yagi	35
2.9.6.	Panel Plano	35
2.9.7.	Parabólicas	35
2.10.	PoE (Power over Ethernet)	36
2.11.	Tipos de enlaces inalámbricos	36
2.11.1.	Enlace punto a punto	36
2.11.2.	Enlace punto a multipunto	37
2.12.	Zona de Fresnel	38

2.13.	Secuencia directa – dsss	38
2.14.	Salto de frecuencia - fhss	39
2.14.1.	Similitudes y diferencias de DSSS Y FHSS	40
2.15.	Antenas UHF y microondas	40
2.15.1.	Características de las antenas de microondas	41
2.15.2.	Polarización de la antena	42
2.15.3.	Abertura del haz de la antena	42
2.15.4.	Ancho de banda de antena	43
2.16.	Presupuesto de potencia	43
2.17.	Pérdidas en el espacio libre	43
2.18.	Margen de desvanecimiento	43
2.19.	Umbral de recepción	45
2.20.	La sensibilidad	45
2.21.	Marco legal	46
2.22.	Marco Conceptual	49
2.22.1.	Ancho de banda	49
2.22.2.	Dirección IP	49
2.22.3.	Información	49
2.22.4.	Internet	49
2.22.5.	Protocolo de Internet	50
2.22.6.	Red Inalámbrica	50
2.22.7.	Topología de Red	50

Capítulo III

Metodología

Nº	Descripción	Pág.
3.1.	Enfoque de la Investigación	51
3.2.	Tipos de Investigación	52
3.2.1.	Investigación Descriptiva	52
3.2.2.	Investigación Explicativa	52
3.2.3.	Investigación Bibliográfica	53
3.3.	Instrumentos de la investigación	54
3.3.1.	Población	54
3.4.	Técnicas de la investigación	57

3.4.1.	Encuesta	57
3.4.2.	Entrevista	58
3.5.	Instrumentos para la recolección de datos	59
3.5.1.	Cuestionario para la encuesta	59
3.5.2.	Resultado y análisis de la encuesta	60
3.6.	Cuestionario para la entrevista 1 (Preguntas para el área de campo)	63
3.6.1.	Respuestas de la entrevista 1	64
3.7.	Cuestionario para la entrevista 2	67
3.7.1.	Respuestas de la entrevista 2	67
3.8.	Situación actual y requerimientos de una red inalámbrica	69
3.9.	Análisis de factibilidad	71
3.9.1.	Análisis de factibilidad técnica	71
3.10.	Análisis de la ubicación del sector	71
3.11.	Análisis para la selección de los equipos de comunicación	72
3.12.	Características de los equipos	74
3.13.	Análisis de factibilidad económica	78
3.14.	Selección de los equipos de comunicación	82
3.15.	Presupuesto	82
3.16.	Diseño de red	84
3.16.1.	Usuarios	84
3.16.2.	Estimación de velocidades de Internet	84
3.16.3.	Determinar parámetros del enlace	85
3.16.4.	Verificación de puntos de vista	85
3.16.5.	Perdidas en el espacio libre	86
3.16.6.	Margen de desvanecimiento	87
3.16.7.	Ganancia	87
3.16.8.	Diámetro de la antena	88
3.16.9.	Umbral de recepción	89
3.16.10.	Zona de Fresnel	89
3.16.11.	Diseño de red del enlace de puntos de acceso	92
3.17.	Simulación de la red en radio Mobile	92
3.17.1.	Coordenadas de los nodos	92
3.17.2.	Parámetros de Calculo	95

3.17.3.	Topología de la Red	96
3.17.4.	Configuración del enlace de punto de acceso como master y esclavo	98
3.17.5.	Configuración de los equipos de comunicación	99
3.17.6.	Resultado del enlace principal y secundario (backup)	101
3.17.7.	Línea de vista del enlace principal (PtP)	102
3.17.8.	Perfil del alcance del enlace principal en RMPATH	103
3.17.9.	Resultados de la simulación en RadioMobile	103
3.18.	Simulación de la red en isp desing center	104
3.18.1.	Enlace principal entre Cerro Azul y Renacer de Dios	104
3.18.2.	Enlace principal entre Cerro Azul y Renacer de Dios (Back Up)	104
3.18.3.	Radiación emitida sobre el nodo de Renacer de Dios	105
3.18.4.	Perfil de cobertura	106
3.18.5.	Capacidad de transmisión en los puntos de acceso	106
3.18.6.	Simulación de un AP con un Cliente	107
3.18.7.	Criterios de validación de la propuesta	108
3.19.	Conclusiones y recomendaciones	110
3.19.1.	Conclusiones	110
3.19.2.	Recomendaciones	110
	Anexos	112
	Bibliografía	127

Índice de tablas

Nº	Descripción	Pág.
1	Características de Bluetooth	17
2	Característica de HOMERF	18
3	Característica de ULTRA WIDE BAND	18
4	Característica de ZIGBEE	18
5	Característica de Infrared data association.	19
6	Características de Digital enhanced cordless telecommunications	19
7	Características de la FAMILIA IEEE 802.11 – WIFI	20
8	Características de High performance radio LAN	20
9	Característica de WIMAX	21
10	Característica de Wireless broadband technology.	21
11	Característica de global system for mobile communications.	22
12	Característica de general packet radio system.	22
13	Característica de universal Mobile telephone standard.	23
14	Característica de high-speed downlink packet Access	23
15	Característica de high-speed uplink packet access.	24
16	Característica de open air	24
17	Elementos de un enlace microondas	25
18	Características de las ondas electromagnéticas	30
19	Tipos de cable UTP	35
20	Característica de DSSS Y FHSS	43
21	Distribución Rayleigh	48
22	Datos cualitativos finitos	59
23	Parámetros para la selección de equipos de comunicación.	76
24	Características de las antenas de radio enlace para el enlace principal.	78
25	Características de los equipos de comunicación para el enlace principal.	78
26	Características de los equipos en los puntos de acceso.	79
27	Características de las antenas locales.	80
28	Características de los equipos de comunicación internos.	81
29	Costo general según las marcas más comerciales.	82
30	Costo de las antenas para el enlace principal (Cerro Azul - Renacer).	83

31	Costo de los equipos de comunicación para el enlace principal.	83
32	Costo de las antenas de los Puntos de Acceso en Renacer de Dios.	84
33	Costo de las antenas en los domicilios de los clientes.	84
34	Costo de los routers Wi-Fi dentro del domicilio del cliente.	85
35	Presupuesto estimado.	87
36	Consumo de ancho de banda por aplicaciones .	88
37	Distribución Rayleigh por Tiempo de Disponibilidad.	90
38	Resultado de cálculos teórica	93
39	Datos del radio enlace entre Cerro Azul y Renacer de Dios.	96
40	Criterios para aceptar la propuesta.	113

Índice de figuras

N°	Descripción	Pág.
1	Calles inundadas durante la temporada de invierno por donde no es posible transitar en el sector de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor	3
2	Calles inundadas durante la temporada de invierno por donde no es posible transitar en el sector de Divino Niño. Elaborado por: Autor.	10
3	Tipología en bus o lineal. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.	12
4	Tipología en estrella. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.	13
5	tipología en anillo. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.	13
6	Tipología punto a punto. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.	14
7	Tipología en árbol o jerárquica. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.	15
8	Tipos de enlaces microondas. Elaborado por el autor.	25
9	Esquema de topología Outdoor. Elaborado por Jemio Mendoza & Condori Pari.	25
10	Esquema de topología Indoor. Elaborado por Jemio Mendoza & Condori Pari.	26
11	Esquema de topología Outdoor Multipunto. Elaborado por Jemio Mendoza & Condori Pari.	27
12	Familia IEEE 802.11. Elaborado por CISCO.	28
13	Estudio del espectro electromagnético. Elaborado por Estefanía Coluccio.	29
14	Leyes de la reflexión .Elaborado por Madalena Avilés.	30
15	Leyes de la refracción .Elaborado por Madalena Avilés.	31
16	Estudio del espectro electromagnético. Elaborado por Estefanía Coluccio.	32
17	Interfaz física RJ45. Elaborado por Estefanía Coluccio.	33
18	Switch o conmutador. Elaborado por José Castillo.	33

19	Cable par trenzado (UTP). Elaborado por Sofía Irving.	34
20	Antena omnidireccional. Elaborado por Oscar Ubierna.	35
21	Antena Direccionales. Elaborado por Oscar Ubierna.	36
22	Antena Dipolo clásico. Elaborado por Joan Samarach.	36
23	Dipolo Multi-Elemento. Elaborado por José Huidobro.	37
24	Antena Yagi. Elaborado por José Huidobro.	37
25	Antena panel plano. Elaborado por José Huidobro.	38
26	Antena Parabólica. Elaborado por José Huidobro.	38
27	PoE (Power over Ethernet). Elaborado por Geovanny Yacelga.	39
28	Enlace punto a punto. Elaborado por ALFA COMPANY.	40
29	Enlace punto a multipunto. Elaborado por Intersoft.	40
30	Zona de Fresnel. Elaborado por José Luis Martínez.	41
31	Espectro Ensanchado por Secuencia Directa. Elaborado por Sargerio Veliz.	41
32	Salto de frecuencia - fhss. Elaborado por Sargento Veliz.	42
33	Recepción de una señal con Salto de Frecuencia. Elaborado por Sarango Bermeo.	42
34	Antenas UHF y microondas. Elaborado por Totalplay	44
35	Polarización de la antena horizontal. Elaborado por Giovanni Andres Forero.	45
36	Polarización de la Antena vertical. Elaborada por Giovanni Forero	45
37	Abertura del haz de la antena. Elaborado por Vela Remache.	45
38	Sector Renacer de Dios 2021. Información tomada de sitio web Google eath 2022.	58
39	Sector Renacer de Dios 2010. Información tomada de sitio web Google eath 2022.	58
40	Aceptación de una red inalámbrica Wi-Fi para el uso doméstico de los moradores de Renacer de Dios y sus alrededores. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.	63
41	Promedio de horas que navegan en internet con frecuencia los usuarios de Renacer de Dios y sus alrededores. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.	64

42	Categoría más utilizada en internet al momento de navegar en la red de los moradores del sector. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.	64
43	Horario del día en el que los usuarios de Renacer de Dios y sus alrededores transitan más en la web. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.	65
44	Cantidad de dispositivos promedio que usarían el servicio de internet en los hogares de Renacer de Dios y sus alrededores. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.	65
45	Valor económico que los moradores del sector pueden cancelar por un servicio de internet. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.	73
46	Sector de Renacer de Dios, calles de arcilla y arenisca. Elaborado por: Autor.	74
47	Ciudad de Dios no todos lo hogares cuentan con alumbrado público. Elaborada por Google earth.	89
48	Perfil de elevación del suelo en el enlace principal (PtP).Elaborado Google earth.	94
49	Diseño de la red. Elaborado por Microsoft visión.	95
50	Diseño de la red enlace principal. Elaborado por Microsoft visión.	96
51	Diseño de red del enlace de puntos de acceso. Elaborado por Microsoft visión.	97
52	Coordenadas de longitud y latitud en el nodo de Cerro Azul. Elaborado por: Autor.	97
53	Coordenadas de longitud y latitud en el nodo de Cerro Azul. Elaborado por: Autor.	98
54	Nodos de Cerro Azul y Renacer de Dios sobre el mapa de Radio Mobile. Elaborado por: Autor.	98
55	Parámetros del enlace punto a punto entre Cerro Azul y Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.	99
56	Parámetros del enlace punto a multipunto de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.	100

57	Topología del enlace punto a punto entre Cerro Azul y Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.	100
58	Topología del enlace punto multipunto en Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.	101
59	Asignación del rol de maestro a la antena en el nodo de Cerro Azul. Elaborado por: Autor.	101
60	Asignación del rol de maestro a los NanoStationM5 en el nodo de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.	102
61	Asignación del rol de maestro a los NanoStationM5 en el nodo de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.	102
62	Configuración del equipo AirFiber 5XHD AF-5G23-S45. Elaborado por: Autor.	103
63	Configuración del equipo Rocket M55GHZ 30dBi. Elaborado por: Autor.	103
64	Configuración del equipo NanoStation M5. Elaborado por: Autor.	104
65	Configuración del equipo LiteBeam23 M5. Elaborado por: Autor.	104
66	Simulación del enlace principal en correcto funcionamiento. Elaborado por: Autor.	105
67	Simulación del enlace de backup en correcto funcionamiento. Elaborado por: Autor.	105
68	Línea de vista del radio enlace principal. Elaborado por: Autor.	106
69	Perfil del radio enlace en RMPATH. Elaborado por: Autor.	106
70	Radio enlace principal (PtP) simulado en ISP Desing Cemter. Elaborado por: Autor.	107
71	Radio enlace principal (Back Up / Respaldo) simulado en ISP Desing Cemter. Elaborado por: Autor.	108
72	Radiación emitida desde Cerro Azul al sector de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.	109
73	Perfil de cobertura en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores. Elaborado por: Autor.	109
74	Capacidad de transmisión de datos en los puntos de acceso. Elaborado por: Autor.	110

75	Simulación de enlace entre el cliente y el punto de acceso. Elaborado por: Autor.	111
----	---	-----

Índice de Anexos

1	Modelo de vivienda en el sector de Renacer de Dios.	117
2	Residencia en el sector de la Estación de la 70.	117
3	Renacer de Dios y sus alrededores.	118
4	Entrevista virtual con el director del departamento técnico de PowerNet S.A.	118
5	Entrevista virtual con el Gerente General del ISP PowerNet S.A.	121
6	Infografía por parroquias del censo en Guayaquil del año 2010.	123
7	Datasheet de los equipos de comunicación.	124



**ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (ESPAÑOL)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED
INALÁMBRICA WI-FI EN EL SECTOR NORTE DE GUAYAQUIL, RENACER
DE DIOS Y SUS ALREDEDORES”**

Autor: Becerra Espinoza Luis Alberto

Tutor: Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, MG.

Resumen

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio de factibilidad para la implementación de una red inalámbrica Wi-Fi en el sector norte de Guayaquil, Renacer de Dios y sus alrededores, en el cual se utilizó la encuesta como técnica de investigación donde participaron un grupo de moradores residentes de 340 viviendas y la entrevista a dos ingenieros en Telecomunicaciones del IPS PowerNet S.A., dentro del estudio se consideró la factibilidad técnica y económica para la selección de los equipos de comunicación a emplearse para realizar las simulaciones de radio enlaces con la tecnología Outdoor (PTP y PTM). Se utilizó RadioMobile e ISP Design Center de Ubiquiti como simuladores de radio enlace junto a Google Earth para evaluar el perfil de elevación del suelo y las coordenadas de los nodos. Como resultado se estableció que es factible realizar una red inalámbrica Wi-Fi en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores, debido a la falta de cobertura y regularización municipal de la zona. Por lo tanto, se concluye que los equipos de comunicación adecuados para la red inalámbrica Wi-Fi son de la marca Ubiquiti Networks debido a las características técnicas y el acceso económico que presentan.

Palabras Claves: Radio enlace - Outdoor – RadioMobile – AirLink – Wi-Fi – Ubiquiti



**ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (INGLÉS)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



**“FEASIBILITY STUDY FOR THE IMPLEMENTATION OF A WI-FI
WIRELESS NETWORK IN THE NORTH SECTOR OF GUAYAQUIL,
RENACER DE DIOS AND ITS SURROUNDINGS”**

Author: Becerra Espinoza Luis Alberto

Advisor: Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, MG.

Abstract

In the present research work, a feasibility study was carried out for the implementation of a Wi-Fi wireless network in the northern sector of Guayaquil, Renacer de Dios and its surroundings, in which the survey was used as a research technique where a group of residents residing in 340 homes and the interview with two telecommunications engineers from IPS PowerNet S.A., within the study the technical and economic feasibility was considered for the selection of the communication equipment to be used to carry out the simulations of radio links with the technology Outdoor (PTP and PTM). RadioMobile and ISP Design Center of Ubiquiti were used as radio link simulators together with Google Earth to evaluate the ground elevation profile and the coordinates of the nodes. As a result, it was established that it is feasible to carry out a Wi-Fi wireless network in the Renacer de Dios sector and its surroundings, due to the lack of coverage and municipal regularization of the area. Therefore, it is concluded that the appropriate communication equipment for the Wi-Fi wireless network is from the Ubiquiti Networks brand due to the technical characteristics and economic access they present.

Keywords: Radio link - Outdoor – RadioMobile – AirLink – Wi-Fi – Ubiquiti

Introducción

En la actualidad el internet no solo ha llegado a ser una parte importante de nuestras vidas, sino que también se ha convertido en una herramienta educativa, de trabajo o de entretenimiento. Por ejemplo, dentro del mundo comercial el internet ha logrado otorgarle el existo a muchas personas alrededor del mundo por lo que podemos decir con total seguridad que es muy complicado imaginar un futuro sin el internet. (Porporatto, 2018).

Como ya es de conocimiento general la única forma de acceder a internet es por medio de una conexión alámbrica o inalámbrica a los DNS de los servidores a nivel mundial, y es ahí cuando surge la pregunta de, ¿Qué pasaría si no se tuviera el acceso a internet? ¿Cómo se podría terminar una formación educativa, cómo podrían las personas ejercer su trabajo o crecimiento personal?, la realidad es que aún no es posible interconectar a todas las personas de todos los rincones del planeta y sin llegar tan lejos existen personas en la ciudad de Guayaquil que viven en sectores marginales donde no se comercializa un acceso a internet y en varias ocasiones aquellos ciudadanos no poseen de los recursos para contratar un servicio de internet moderno.

Ubicados al noroeste de la ciudad de Guayaquil se encuentra un sector bautizado como Renacer de Dios desde el 2007 el cual en la actualidad posee una población considerable de 800 personas aproximadamente. Aquel sector no cuenta con una infraestructura de centro de datos que permitan la comercialización de internet ya sea por un medio guiado o no guiado.

El principal inconveniente que presenta Renacer de Dios es que su infraestructura no es la adecuada para un tránsito vehicular convencional, debido a que al ser sus calles son de arcilla y arenisca las condiciones climáticas han causado irregularidades en el terreno impidiendo así el paso a vehículos comerciales o de servicios. Por otro lado, el sector de Renacer de Dios y las cooperativas que se encuentran alrededor del mismo mantienen un conflicto de regularización municipal por viviendas invadidas, de modo que el municipio de Guayaquil se niega a realizar trabajos de mantenimiento para implementar servicios básicos como el agua potable o alumbrado público mientras el sector no mantenga viviendas con escrituras regularizadas.

Como resultado de todo el conflicto de intereses que existe en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores sus moradores no cuentan en su mayoría con un servicio de conexión

a internet por lo que se propone realizar un estudio de factibilidad sustentado en el área técnica y económica para que una red inalámbrica Wi-Fi pueda ser implementada, de modo que sea accesible monetariamente para los residentes de los sectores de Renacer de Dios, Tierra Nueva, San Luis, Ciudad de Dios y la Estación de la 70.

Logrando así promover la educación, el trabajo, el comercio y el entretenimiento de sectores marginales impulsándolos a salir de una situación de escasos recursos económicos para que puedan mejorar sus estilos de vida progresivamente.

Capítulo I

El problema

1.1. Planteamiento del problema

La necesidad de tener Internet en sus hogares hoy forma parte de los servicios básicos que todo hogar o cualquier tipo de organización debe tener no como un lujo sino como una necesidad ya que este servicio permite comunicarse a través de las redes sociales no solo para trabajo sino para la educación; debido a la falta de buenas condiciones geográficas y físicas en los sectores marginales es imposible la implementación de internet por Fibra, cable coaxial o cualquier medio guiado.

La línea delgada de la conectividad es más acentuada si se distingue entre población urbana y rural, la tecnología utilizada para brindar servicios de conexión a Internet es generalmente diferente, pero cuando se enfoca en áreas rurales, el aspecto difiere de los muchos factores que se deben considerar para brindar conectividad a este tipo de áreas.

Por lo tanto, de todas las tecnologías conocidas, hay pocas o ninguna adecuada para brindar servicios de conectividad a Internet en áreas rurales, por lo que el estudio analizó el uso de redes inalámbricas de acceso inalámbrico. Wi-Fi.

La problemática se centra que no toda la ciudad de Guayaquil ha logrado ser parte de esta nueva era en telecomunicaciones, ya que existen varios sectores de la ciudad donde las autoridades municipales no han podido regularizar ni urbanizar varias zonas. El acceso a Internet es esencial para todos los usuarios en estos días. Hay muchas actividades diarias que no se pueden realizar sin una conexión a la red que sería incomprensible.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que no siempre es fácil conectarse o disponer de una red de inalámbrica. A veces, la red inalámbrica no está a la altura o la calidad es deficiente.

El barrio no regenerado de Renacer de Dios y sus alrededores es uno de los pocos sectores de la ciudad de Guayaquil donde sus calles no asfaltadas se pueden dar a notar directamente al ver las calles deterioradas, ocasionadas por los medios de transporte tanto públicos como privados, es decir, las calles no se encuentran en condiciones de transitar ningún tipo de vehículo ya que al ser de arcilla y arenisca se crean huecos e inestabilidad en la estructura

de las calles, provocando así que el transitar sea dificultoso de modo que brindar un servicio de internet por medio de fibra o cualquier medio guiado generará una fuerte cantidad de recursos tanto como mantenimiento de vehículos como seguros o garantías de los equipos y medios de comunicación.

Otra dificultad de la localidad mencionada es la particularidad que el alambrado eléctrico es por medio de cañas y no de postes, lo que disminuye el interés de los grandes ISP en la ciudad por colocar sus servicios en aquellas zonas ya que la inestabilidad de la tierra podría provocar caídas y fuertes impactos en equipos de telecomunicaciones desde una gran altura al suelo.

En otras palabras, son barrios aledaños o invasiones, cuyos habitantes no tienen un fácil acceso a los servicios básicos como luz, agua, telefonía o internet.



Figura 1. . Calles inundadas durante la temporada de invierno por donde no es posible transitar en el sector de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor

1.2. Formulación del Problema

¿Qué características debería tener una red inalámbrica Wi-Fi para que se pueda desarrollar un correcto enlace punto a punto y poder cubrir la zona norte de Guayaquil, Renacer de Dios y sus alrededores?

1.3. Sistematización del Problema

- ¿Qué importancia tiene una línea de vista en una conexión inalámbrica?

- ¿Cuáles son las mejores condiciones para realizar un enlace?
- ¿Cuáles son los valores de potencia adecuados para un correcto radio enlace?
- ¿Cuáles son los aspectos a considerar al momento de seleccionar la frecuencia de trabajo?
- ¿Cómo influye la zona de Fresnel al momento de analizar una cobertura?
- ¿De qué depende la selección de los equipos de comunicación que deberían usar los clientes?
- ¿Qué software y simuladores pueden ser utilizados para verificar la factibilidad de un enlace?
- ¿Cuántos enlaces punto a multipunto son recomendados por cada equipo de comunicación?

1.4. Alcance de la Investigación

El presente proyecto de investigación estará enfocado solo para moradores del sector de Renacer de Dios y sus alrededores (Cooperativa Cañaveral, Divino Niño, Estación de la 70 y Tierra Nueva). Adicional se realizará una comparativa para seleccionar el equipamiento más adecuado de modo que junto con las frecuencias de la banda ICM en 5 GHz, es decir, las frecuencias dentro del rango de 5000 MHz a 6000 MHz se pueda seleccionar la mejor propuesta para implementar una red inalámbrica Wi-Fi.

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad para el diseño de una red de radio enlace en el sector norte de Guayaquil, Renacer de Dios y sus alrededores.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Investigar sobre las falencias del sistema de red inalámbrico.
- Realizar un cuadro comparativo sobre los diferentes equipos para obtener la propuesta más adecuada.
- Revisar la factibilidad técnica a través de simulaciones de enlaces en los diferentes tipos de antenas.

1.6. Justificación e importancia

En la actualidad uno de los pilares fundamentales de las comunicaciones ha sido el Internet, pues ha generado muchas oportunidades laborales y grandes progresos en la educación como las incontables fuentes de información en la web, la oportunidad de auto educarse sin necesidad de asistir a una unidad educativa, etc.

El diseño y la simulación del presente proyecto permitirá evaluar todas las variables a considerar para que la red inalámbrica Wi-fi pueda ser implementada, es decir, que los sectores de Renacer de Dios, Cooperativa Cañaveral, Divino Niño, Estación de la 70 y Tierra Nueva podrán tener acceso a Internet a través de un radio enlace, donde no se utilizara ningún tipo de cableado desde las afueras de sus hogares, solo el que se utilizara en la parte interna de los mismos.

La conectividad y el acceso a la información que tendrán los moradores del sector les brindaran varios beneficios como el tener acceso a las clases virtuales que la presente situación sanitaria nos ha impulsado a tomar, facilidad de trabajo desde sus hogares para evitar posibles contagios virales, entretenimientos familiares y personales, entre otras actividades que son posibles desarrollar dentro del internet.

1.7. Delimitación del Problema

- Campo: Estudio
- Área: Tecnologías de las telecomunicaciones
- Aspecto: Realizar el estudio de factibilidad para la implementación de una red inalámbrica Wi-Fi en la zona norte de guayaquil, Renacer de Dios y sus alrededores.

Capítulo II

Marco Teórico

Este capítulo explica la base teórica y los recursos legales para un estudio de factibilidad de implementación de Wi-Fi inalámbrico, incluyendo un estudio científico y académico profundo y detallado de los conceptos necesarios para establecer un enlace de comunicación adecuado. Común en áreas rurales en y alrededor de Renacer de Dios. Como resultado se justificarán los objetivos ya mencionados en el capítulo anterior.

1.2.1. Antecedentes del estudio

En los últimos años las redes inalámbricas se han convertido en la solución a la falta de comunicación en muchos lugares remotos alrededor del mundo, ya que es evidente que interconectar diferentes sectores entre grandes distancias a través de un medio guiado puede generar muchos conflictos tanto económicos como geográficos.

Miriam (2020) ,define un Estudio de Factibilidad como “El estudio que permite conocer si el negocio o proyecto se puede hacer o no se puede hacer, cuáles son las condiciones ideales para realizarlo y cómo podría solucionar las dificultades que se puedan presentar.”

Adicional indica que existen 3 tipos de estudio que se pueden tomar en consideración al momento de la investigación, los cuales son: factibilidad operativa, factibilidad técnica, factibilidad económica, factibilidad comercial, factibilidad política, factibilidad legal y factibilidad de tiempo.

(Anegas, 2012), en su trabajo de pregrado enfatiza que Las redes es un conjunto de equipos de comunicación y software diseñados para enlazar entre sí dispositivos físicos, con el único objetivo de transmitir la data por un canal simplex o dúplex y ofrecer servicios entre dos o más usuarios por medio de un enlace punto - multipunto.

Una del principio fundamental de las redes inalámbricas (WLAN) es que al ser fácil y rápida descarta la necesidad de utilizar cableado a través de postes o medios subterráneos para llegar a puntos geográficos de difícil acceso teniendo un mínimo alcance 100 metros de distancia hasta un máximo de 50 Km (Sánchez & Díaz Martínez, 2008).

En el recinto La Cooperativa ubicado en Los Ríos se analizó la factibilidad operacional, técnica, económica y legal de una red inalámbrica Wi-Fi con el fin que el sector goce del

servicio de internet se concluyó que: “la instalación de enlaces redundantes que trabajan en diferentes frecuencias para mitigar el posible fallo de uno de los enlaces” (Vera & Vilches, Estudio de Factibilidad y diseño de una red inalámbrica para acceso a internet en el Recinto la Cooperativa del Canton Puebloviejo., 2019).

(Vera & Vilches, Estudio de Factibilidad y diseño de una red inalámbrica para acceso a internet en el Recinto la Cooperativa del Canton Puebloviejo., 2019), estudiantes de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones en la universidad de Guayaquil recomiendan: “Tener en consideración el ángulo de inclinación de las antenas de la radio base de acceso, ya que esto determina la zona de cobertura, así como instalar las antenas del lado de los clientes a una altura adecuada, para evitar problemas por el crecimiento de la vegetación.” Esta recomendación reducirá el índice de errores al momento de medir las coberturas para evitar futuros problemas técnicos y en el peor de los casos deterioro de los equipos de comunicación.

Adicional también recomiendan el uso de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) en caso de cortes eléctricos ajenos a la red y de ese modo garantizar un uso continuo del radio – enlace.

(Sacan, 2020), estudiante universitario del sur de Manabí realizó en su trabajo de titulación un “Estudio de factibilidad de una red inalámbrica para el acceso a internet con tecnología Ubiquiti en la unidad educativa Ocho de Enero”, dentro del cual demostró la fiabilidad de una red inalámbrica para compartir internet a través de los puntos de acceso.

De igual forma como se plantea efectuar un estudio de factibilidad de una red inalámbrica Wi-fi en Renacer de Dios y sus alrededores, se realizó un estudio en las comunidades de la cuenca del Lago San Pablo en Imbabura donde se concluyó que “Se accederá mediante una infraestructura tecnológica de equipos de bajo costo y alto performance como es UBNT y MIKROTIK, ya que estos equipos constituyen una infraestructura robusta que brindan todos los beneficios y ventajas que las redes inalámbricas de área local (WLAN) ofrecen a usuarios móviles e inalámbricos. (Yacelga, 2017)

Para realizar un estudio de factibilidad (Yacelga, 2017), dijo que: “Si se desea llevar a cabo el proyecto es necesario tener conocimientos sobre la normativa jurídica de

telecomunicaciones del País, diseño y seguridad de redes inalámbricas, servidores, equipos de comunicaciones, algo de ventas, atención al cliente, publicidad. Debe liderar en un grupo de personal con las distintas profesiones para atender los requerimientos que se vayan presentando.”

Para considerar una propuesta solida de un diseño WLAN en los hogares del estado ecuatoriano se deberá considerar la importancia de RSSI (Received Signal Strength Indicator) en relación a SNR (Signal to Noise Ratio) (Ibarra, 2016).

(Ibarra, 2016), estudiante de la Pontificia Universidad Católica Del Ecuador recomienda que “La fuerza de la señal emitida por el dispositivo inalámbrico medida en dBm que fluctúa en condiciones óptimas entre los -35 a -60, ayudará a decidir si se debe ubicar el equipo en determinado lugar, para así navegar con una velocidad idónea.”

Adicional también es recomienda que la autenticación del usuario se mantenga en un cifrado WPA2/AES con el fin de prevenir cualquier acceso no autorizado a la red completa de un IPS y sus equipos.

Concluyendo el diseño de una red inalámbrica con tecnología MIMO TDMA, para proveer del servicio de internet en las parroquias rurales del Valle de Los Chillos se indicó que un factor importante al momento de realizar un enlace comunicación fue el ancho de banda, ya que para el protocolo 802.11n permite seleccionar un canal de hasta 40MHz usando dos canales separados de 20 MHz de modo que así genera una transmisión de datos a mayor velocidad (Mejía, 2019).

Mejía (2019), también indico que: “Es recomendable que los equipos operen dentro de una frecuencia y no salgan de los parámetros de emisión de potencia, para evitar problemas y sanciones por organismos de control del espectro electromagnético. De esta forma también se aprovecharía de mejor manera los beneficios que un equipo y una tecnología puedan ofrecer”.

Dentro de los parámetros para la selección de la frecuencia también debe considerarse que no cause interferencia a otras antenas cercanas físicamente o en el nivel del espectro. Cuando ya se determine la línea de vista en el análisis de la propagación de onda se procede

a elegir el equipo que mejor convenga frente a las condiciones como distancia, potencia cobertura, etc. para reducir costos al momento de las debidas instalaciones (Mejía, 2019).

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. ¿Qué es una red informática?

Se define a una red informática como la agrupación de dos o más dispositivos interconectados entre sí, intercambiando información a través de un medio en específico de modo que no solo sea la data lo que se transmita si no también recursos necesarios. Su lógica de funcionamiento se basa en dos papeles fundamentales, un emisor y un receptor acompañados de un mensaje y un medio por el cual se enviará la respectiva información quienes usan intervalos de tiempo para poderse comunicar (Lederkremer, 2019).

2.2.2. Tipos de redes informáticas

Según Lederkremer (2019), las redes informáticas dependiendo de su tamaño de son:

- **PAN (Personal Área Network)**

Las redes personales tienen un bajo rango de alcance, normalmente se usan en dispositivos de una única persona

- **LAN (Local Área Network)**

La red LAN no se usa dentro un entorno público, es decir, su rango de alcance se centra en espacios pequeños como una habitación, un departamento, etc.

- **MAN (Metropolitan Área Network)**

Una Red MAN o red Metropolitana supera la cobertura de la red LAN, pero aun así tiene un límite, sin embargo, es una red de banda ancha de modo que tiene una alta transferencia de datos.

- **WAN (Wide Área Network)**

Es mayormente utilizada para medios públicos ya que se desarrolla sobre un área geográfica amplia y extensa, normalmente es usada en la fibra óptica, satélites, cables interoceánicos, etc.

- **CAN (Campus Area Network)**

No se la utiliza en un entorno público y se limita a una estructura geográfica de modo son útiles para campus universitarios o áreas privadas amplias. Su velocidad de transmisión es alta.

- **VLAN (Virtual LAN)** Tiene las características de una red LAN, pero su medio de empleo es de forma virtual, mismo que les permiten tener dispositivos en distintas localidades geográficas.

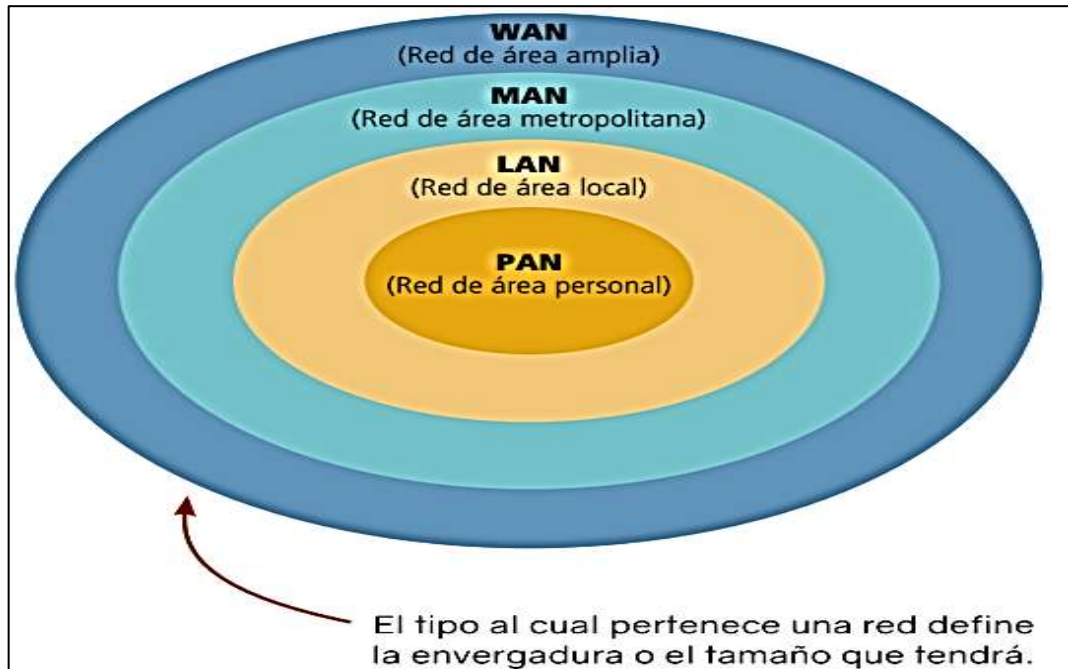


Figura 2. Mapa de cobertura de tipos de redes informáticas. Elaborado por: Autor

2.2.3. ¿Qué son comunicaciones inalámbricas?

Se entiende por redes inalámbricas aquellas redes que no necesitan una conexión física, es decir, que no se usan cables al momento de conectar uno o varios dispositivos dentro de los cuales pueden ser computadores, servidores, antenas entre otros. Las comunicaciones inalámbricas usan el aire (espacio libre de obstáculos) como medio de transporte para compartir las ondas de radio (Jimenez K. , 2016).

Existen diferentes tecnologías de comunicaciones inalámbricas y las definen su radio de acción, son:

- **Comunicaciones banda ancha celular:** Está constituida por algunas organizaciones empresariales, nacionales e internacionales que emplean el acceso de datos móviles de un proveedor de servicios para suministrar conectividad de red de banda ancha celular. A disposición primeramente en 1991 con los teléfonos celulares de segunda generación (2G), con velocidades superiores estaban disponibles en 2001 y 2006

formando parte de la tercera (3G) y la cuarta (4G) generación de la llamada tecnología de comunicaciones móviles.

- **Comunicaciones de banda ancha satelital:** Facilita el acceso de red a sitios remotos a través de la utilización de una antena parabólica direccional alineado con un satélite concreto en la órbita geoestacionaria (GEO) de la Tierra. Es usual que esta sea más costosa y necesite de una línea de vista despejada.
- **Comunicaciones inalámbricas de área extensa:** Este tipo de redes poseen una cobertura con más amplitud. La familia de estándares IEEE 802.20 o UMTS resultan ser los más significativos de este tipo de redes.
- **Comunicaciones de área inalámbrica metropolitana:** El rango de acción promedio en el que se mueven es de 50 Km aproximadamente, y el estándar más relevante en este campo es el 802.16 (WiMAX). A esto se le agrega la movilidad a WiMAX en 2005, y los proveedores de servicios la tienen a su disposición para suministrar banda ancha de datos móviles.
- **Comunicaciones inalámbricas de área local:** Una Red WLAN presenta una mejora a su predecesora con el medio de transporte inalámbrico, pero sigue manteniendo un corto alcance en su transmisión de datos. En este caso son las que se han beneficiado con un mayor estímulo gracias al estándar IEEE 802.11 (WiFi) y sus innumerables variantes, utilizadas generalmente para dar acceso a la red a los usuarios domésticos y empresariales, esto puede incluir tráfico de datos, voz y video a distancias que van hasta 300 m.
- **Comunicaciones inalámbricas de área personal:** Su definición se basa en una Red PAN con la peculiaridad que el medio de transporte es inalámbrico. Su rango de acción es limitado, esta reducido a unas pocas decenas de metros. El más representativo es el IEEE 802.15.1 (Bluetooth)
- **Comunicaciones inalámbricas de área corporal:** El rango de acción está muy restringido, y lo constituyen sensores implantados o acoplados, de algún modo, al cuerpo humano, y que su función es monitorizar parámetros vitales, los cuales se envían de forma inalámbrica a una estación base, en la cual se reciben estos datos y se analizan. Entre los estándares usados está IEEE 802.15.

2.2.4. Topologías de Red (Alámbricas e inalámbricas)

Una topología es aquella forma o modelo de conectar computadoras, servidores o clientes entre sí, dentro de los cuales podemos identificar a 3 modelos de topología de red básicos.

- **Tipología lineal o en bus**

Para esta topología el servidor o computador principal obligatoriamente debe encontrarse en la cabecera o inicio de la red y luego de ella se conectan los clientes o las demás computadoras en forma de línea recta o un circuito en serie, de modo que si existe alguna avería en el cable que transmite la información todo el sistema quedara fuera de funcionamiento (Darín, 2016).



Figura 3. Tipología en bus o lineal. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.

- **Tipología estrella**

Es una red donde las estaciones están interconectadas directamente a un punto central y todas las líneas son no obstante a través del camino. Están directamente conectados entre sí, además de que no se admite demasiada información. Proporcionada su transmisión, la red se activa teniendo un nodo central activo para notificar problemas relacionados con el eco (Navarrete, 2014). La gran cantidad de las redes de área local que tienen un router, un switch o un concentrador el cual es por el nodo central en éstas que pasan todos los paquetes de usuarios.

Este tipo de topologías fue diseñado con la finalidad de comprimir la mínima cantidad de ordenadores fuera de red si se alcanzase a presentar algún inconveniente en la transmisión de datos (Navarrete, 2014).



Figura 4. *Tipología en estrella. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.*

- **Tipología anillo o circular**

Como su nombre lo indica la forma que tomara esta red tiene forma de anillo con el fin de cambiar la dirección de transmisión de datos si la situación lo requiera, dentro de esta topología las computadoras se localizan interconectadas por un cable de extremo a externo, tiene una única conexión de entrada y otra de salida. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de traductor, pasando la señal a la siguiente estación.



Figura 5. *Tipología en anillo. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.*

- **Tipología de punto a punto**

Corresponde a un tipo de arquitectura de red para comunicar únicamente 2 nodos, en las cuales cada canal de datos se logra usar para notificar con diversos nodos. En esta red punto a punto, la red actúa como socio igualitario, o pares entre sí. Como pares, cada dispositivo desempeñara el rol de cautivo o la función de maestro.

Los enlaces que interconectan los nodos de una red punto a punto se pueden clasificar en tres tipos según el sentido de las comunicaciones que transportan:

- Simplex: es la transacción que sólo se efectúa en una misma dirección.
- Half-dúplex: es la transacción se realiza en ambos sentidos, pero de forma alternativa, es decir, no pueden transmitir los mismos sentidos en el preciso instante.
- Full-Dúplex: es la transacción la cual se lleva a cabo en los 2 sentidos espontáneamente.

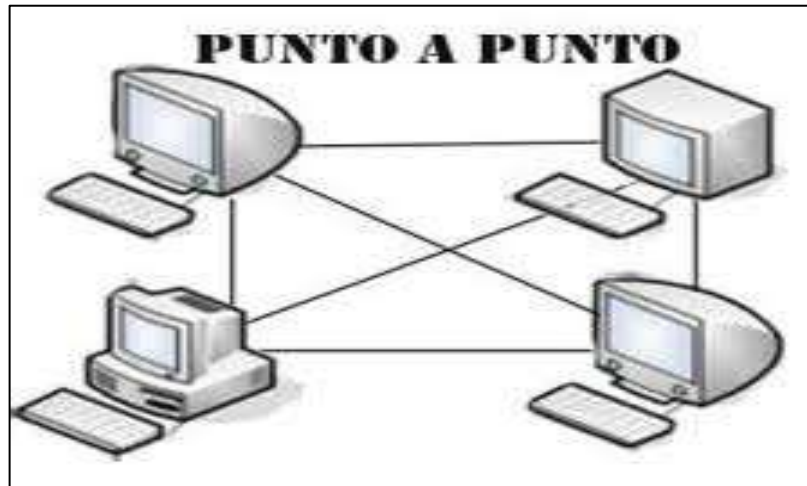


Figura 6. Tipología punto a punto. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.

- **Topología en árbol o jerárquica**

Esta topología permite que los nodos estén colocados en forma de árbol o jerárquica. Desde una perspectiva topológica, es similar a una serie de redes en estrella conectadas seguro en que no tiene un nodo central. A diferencia de un nodo de enlace troncal, generalmente ocupado por un hub o switch, desde el que se ramifican los demás nodos.

Tanto la de árbol como la de estrella son similares a la de bus cuando el nodo de interconexión trabaja en modo difusión, pues la información se generaliza hacia todas las estaciones, solo que en esta topología las ramificaciones se ensanchan a partir de un punto raíz (estrella), a tantas ramificaciones como sean posibles, según las características de la jerarquía (Navarrete, 2014).



Figura 7. Tipología en árbol o jerárquica. Información tomada de sitio web Sarbelio Navarrete, 2014.

2.2.5. Ventajas de una red inalámbrica

- **Instalación mucho más económica:** no depende de un cableado tan detallado por lo tanto tampoco tendría que realizar agujeros en las paredes de sus clientes.
- **Permite la conexión de gran cantidad de dispositivos móviles:** tanto dispositivos móviles tales como Tablet, móviles o equipos como impresoras. En las redes cableadas mientras más dispositivos tenga, más complicado el entramado de cables.
- **Movilidad:** los equipos conectados pueden situarse en cualquier punto dentro del área de cobertura de la red sin tener que tener dependencia de que sea posible (Cerro, 2015).

2.2.6. Características de las redes inalámbricas

Según Mans (2018) dice que, existen cinco características fundamentales que debe cumplir cualquier red inalámbrica entre ellas tenemos flexibilidad, seguridad, movilidad y coste.

- **Flexibilidad:** esta característica depende de su fácil instalación y configuración admite acceder a lugares complicados de llegar con una red cableada, permite la implementación de nodos consintiendo que varios dispositivos se puedan vincular a la red.
- **Seguridad:** como resultado de sus diferentes variantes del estándar IEEE 802.11 cada día se implementan más metodologías y tecnologías de seguridad evitando la interrupción y hurto de toda la información, sin embargo, las redes cableadas siguen superando en mayoría a las características a las inalámbricas.

- **Movilidad:** Los usuarios pueden enlazar en tiempo real formando dispositivos inalámbricos y administrando a diferentes lugares sin dificultad de perder conexión tomando en cuenta que este dentro del rango de cobertura.
- **Coste:** debido a que no utilizan cableado estructurado el presupuesto de diseño e implantación de una red inalámbrica suele ser mucho más económico y asimismo no perjudica a la estética de la locación, también en su mayoría los nuevos equipos inalámbricos son compatibles con los nuevos estándares de reducción de costos.

2.2.7. Estándares y tecnologías inalámbricas

Las tecnologías inalámbricas han sido promovidas desde otros organismos de estandarización en la siguiente tabla se muestra la de mayor impacto en el mercado:

Tabla 1. Características de Bluetooth

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alcance	10 metros
Frecuencia	2,402 GHz a 2,480 GHz
Velocidad de Transmisión	720kbps y 1 Mbps
Aplicación	WPAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 2. Característica de HOMERF

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alcance	50 metros
Frecuencia	2,4 GHz
Velocidad de Transmisión	1,6 Mbps
Modulación	FSK
Uso	Traslada voz y datos por separado

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 3. Característica de ULTRA WIDE BAND.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alcance	Cortas Distancias
Frecuencia	3,1 GHz hasta 10,6 GHz
Velocidad de Transmisión	480 Mbps
Aplicación	Redes de Área Personal Inalámbricas (WPAN)

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 4. Característica de ZIGBEE

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alcance	10 a 75 metros
Frecuencia	2,4 GHz, 868 MHz – Europa 915 MHz - EEUU
Velocidad de Transmisión	20Kbps y 250Kbps
Uso	Dispositivos de domótica, automatización de edificios, control industrial, periféricos de PC y sensores médicos.

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 5. Característica de Infra red data Association.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alcance	0 a 1 metro Línea de Visión directa
Velocidad de Transmisión	9600 bps a 4 Mbps
Comunicación	Punto a Punto
Uso	Transmisión y recepción de datos a través de rayos infrarrojos.
Aplicación	Redes de Área Personal Inalámbricas (WPAN)

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 6. Características de Digital enhanced cordless telecommunications

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alcance	25 a 100 metros
Frecuencia	1,9 GHz
Velocidad de Transmisión	32 kbps
Técnica de Multiplexación	FDMA y TDD
Potencia	100mW
Uso	Doméstico y Corporativo

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 7. Características de la FAMILIA IEEE 802.11 - WIFI

CARACTERÍSTICA	802.11 a	802.11 b	802.11 g	802.11 n	802.11 ac
Año	1999	1999	2003	2009	2014
Alcance	35 metros	35 metros	70 metros	70 metros	35 metros
Frecuencia	5 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 - 5 GHz	5 GHz
Ancho de Banda	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20- 40MHz	20/40/80/10 MHz
Velocidad	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	600 Mbps	1 Gbps
Modulación	OFDM	DSSS, CCK	DSSS, OFDM	OFDM	OFDM
Potencia	100mW	100mW	100mW	100mW	160mW

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 8. Características de High performance radio LAN.

CARACTERÍSTICA	HIPERLAN/1	HIPERLAN/2
Alcance	50 metros	50 a 100 metros
Frecuencia	5 GHz	5GHz
Velocidad	25 Mbps	54 Mbps
Compatibilidad	802.11a	802.11 ^a
Modulación	FSK - GMSK	OFDM
QoS	No	Si
Aplicación	WLAN	UMTS y Redes ATM

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 9. Característica de WIMAX

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alcance	50 kilómetros
Frecuencia	11 GHz
Velocidad	70 Mbps
Estándar	IEEE 802.16
Visión Directa	No
Qos	Si
Aplicación	WMAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 10. Característica de Wireless broadband technology.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alcance	1,5 kilómetros
Ancho de Banda	8,75 MHz
Velocidad de Transmisión	30 a 50 Mbps
Modulación	OFDMA – TDD
Movilidad	120 km/h
QoS	Si
Aplicación	WLAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 11. Característica de global system for mobile communications.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Año	1990
Institución	ETSI - European Telecommunications Standards Institute
Cobertura	Internacional
Ancho de Banda	900 - 1800 MHz
Velocidad de Transmisión	9,6 kbps
Movilidad	200 km/h
Uso	Sistemas de Comunicaciones Móviles
Aplicación	WWAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 12. Característica de general packet radio system.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Generación	2.5G
Compatibilidad	GSM
Velocidad de Transmisión	54 - 172 Kbps
Uso	Telefonía Móvil
Aplicación	WWAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 13. Característica de universal mobile telephone standard.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Generación	3G
Frecuencia	2 GHz
Técnica de Multiplexación	CDMA
Velocidad de Transmisión	144 kbps a 2 Mbps
Uso	Telefonía Móvil
Aplicación	WWAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 14. Característica de high speed downlink packet access

Característica	Descripción
Generación	3.5 G
Velocidad de Transmisión	14 Mbps
Dow Link	Enlace o conexión de bajada
Uso	Telefonía Móvil
Aplicación	WWAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 15. Característica de high speed uplink packet access.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Generación	3.75G o 3.5G Plus
Velocidad de Transmisión	7,2 Mbps
Up Link	Mejora en la velocidad de subida desde el terminal de usuario hacia la red
Uso	Telefonía Móvil
Aplicación	WWAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

Tabla 16. Característica de open air.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Frecuencia	2,4 GHz
Velocidad	1,6 Mbps
Propietario	Proxim
Presencia	Limitada
Aplicación	WLAN

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

2.2.8. Enlace microondas

Las conexiones de microondas hacen referencia a “las conexiones analógicas o digitales entre terminales de telecomunicaciones que utilizan ondas electromagnéticas, cuyas conexiones pueden ser punto a punto o multipunto” (Telectronika, 2018). Los sistemas de microondas son responsables de transmitir una señal digital de banda base a una portadora de radiofrecuencia analógica a través de un proceso de modulación, que luego se transmite por el aire en forma de ondas electromagnéticas.

2.2.9. Elementos de un enlace microondas

Tabla 17. Elementos de un enlace microondas

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Transmisor	Es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para la transmisión
Receptor	Es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a la señal de origen
Canal Aéreo	Representa un camino abierto entre el receptor y el Transmisor.

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

2.2.10. Ventajas y desventajas de los enlaces microondas

VENTAJAS

- Sencillo, económico y rápido de instalar.
- Puede superar terrenos irregulares.
- Esta regla se aplica sólo a equipos, porque las características del entorno de transmisión son probablemente constantes en todo el ancho de banda operativo.
- Se puede aumentar la distancia entre repetidores, lo que aumenta la altura de la torre.

DESVENTAJAS

- Se requiere línea de vista directa entre antenas.
- Se requiere disponer de acceso adecuado a las estaciones repetidas.
- Las condiciones atmosféricas pueden causar desvanecimiento severo y desviación del haz, lo que implica el uso de sistemas de diversidad y equipos auxiliares que pueden causar diseño.

2.2.11. Modos de configuración de los enlaces microondas

HALF DÚPLEX	SIMPLEX	FULL DÚPLEX
<ul style="list-style-type: none"> La transferencia de datos puede ocurrir en ambas direcciones usando una sola frecuencia pero en un sentido al mismo tiempo, es decir, un punto puede enviar o recibir y otro punto realiza la función opuesta, la inversión de roles, el envío o la recepción pueden ocurrir durante el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Frecuencia de uso del punto transmite datos, el otro solo los recibe 	<ul style="list-style-type: none"> Hay dos frecuencias que permiten que los datos se transmitan simultáneamente en ambas direcciones, es decir, el punto puede enviar y recibir al mismo tiempo.

Figura 8. Tipos de enlaces microondas. Elaborado por el autor.

2.2.12. Topología Outdoor

Outdoor se define como aplicaciones de largo alcance que pueden llegar a un área de servicio de varios kilómetros cuadrados. Estas aplicaciones incluyen enlaces de datos punto a punto de 11 Mb/s, enlaces de datos punto a multipunto de 11 Mb/s y servicios de internet inalámbrico (Bermeo, 2009). Las aplicaciones de enlace punto a punto 802.11b conectan dos LAN de 11 Mbps a varios kilómetros de distancia, conectan una computadora a una LAN externa o conectan dos computadoras entre sí. Te permite conectar puntos remotos; es decir, conexiones de datos de varios kilómetros a 11 Mb/s (Bermeo, 2009).

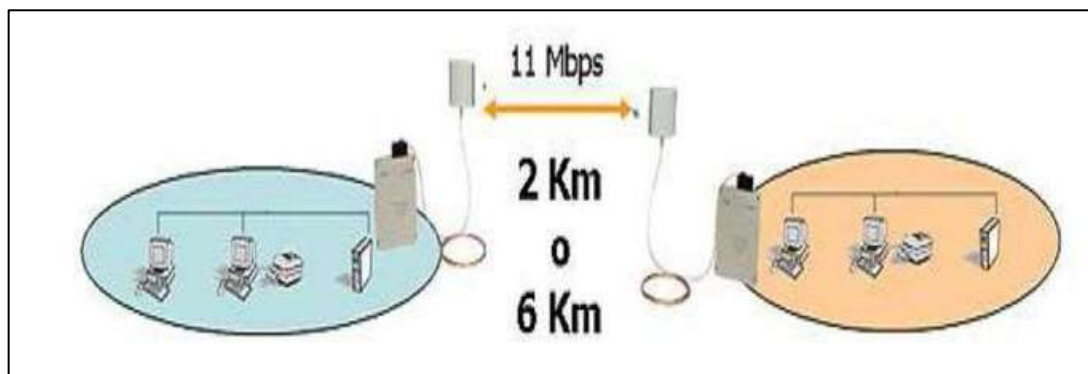


Figura 9. Esquema de topología Outdoor. Elaborado por Jemio Mendoza & Condori Pari.

2.2.13. Topologías de espectro ensanchado topología indoor

Las aplicaciones internas a edificios, ambientes cerrados, y oficinas, cuyo radio de acción se exporta a distancias menores a los 200 metros” (Bermeo, 2009). Por ejemplo las redes WLAN son la aplicación de suministro de servicio de Internet a un conjunto de computadoras a través de una conexión DSL, a través de una conexión telefónica o de red (Gonzalo, 2008).

En la actualidad las oficinas o los centros de trabajo han progresado a grandes pasos debido que ya no es necesario utilizar cables o conexiones LAN, solo trabajan con una red inalámbrica teniendo la facilidad de la libre movilidad (Gonzalo, 2008).

La topología indoor permite el uso de varias aplicaciones que necesitan una movilidad libre para pasar de un área o departamento a otro como por ejemplo: impresoras, escáneres, recolectoras de datos, maquinas portables o depósitos inventariados, todas ellas utilizan una comunicación inalámbrica como un punto de acceso (Bermeo, 2009).

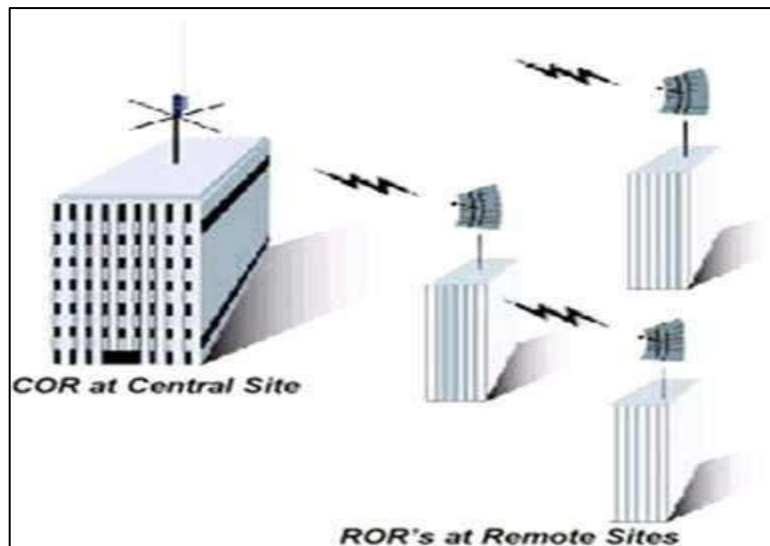


Figura 10. Topología Indoor. Elaborado por Jemio Mendoza & Condori Pari.

Las aplicaciones de enlace punto a multipunto proporcionan conexiones de datos de 11 Mbps entre diferentes nodos de la ciudad. Ahora es posible incorporarse a la red de varias sucursales en un modo ágil y económico.

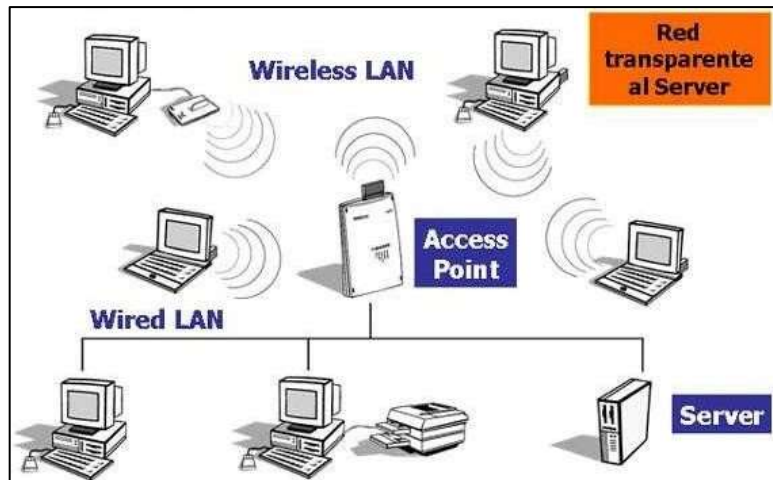


Figura 11. Topología Outdoor Multipunto. Elaborado por Jemio Mendoza & Condori Pari.

2.2.14. Estándar IEEE

Según Andrade y Calderón (2015) “IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) fue creado en 188 por Thomas Alva Edison, Alexander Graham Bell y Franklin Leonard Pope, es una ingeniería mundial sin fines de lucro dedicada a la estandarización de nuevas tecnologías”.

Según Gómez (2015), “el mismo IEEE explica que la importancia de su trabajo es promover la creación, implementación e integración, colaboración y uso de los avances en tecnología de la información, algunos de sus estándares conocidos son: IEEE 139, IEEE 802, IEEE 802.11, IEEE75”.

2.2.15. Estándares de las redes inalámbricas

Las redes inalámbricas utilizan el estándar IEEE 802.11 nacido con tecnología Wi-Fi, este estándar coopera con el modelo OSI específicamente en la capa física y de enlace de datos, tiene 2 velocidades de 1 y 2 Mbps, frecuencia de 2, GHz y permite a los operadores detectar acceso múltiple - CSMA - CA. Torres (2017), “define un conjunto de técnicas de modulación Half-Dúplex”. En otras palabras, IEEE 802.11 es un conjunto de modelos, pautas, reglas o técnicas para implementar redes Wi-Fi (Luque, 2017).

La serie IEEE 802.11 evoluciona a diario, ya que muchos investigadores buscan optimizar continuamente el estándar y sus características originales, por lo que se representarán gráficamente las variaciones de este estándar:

Estándar IEEE	Velocidad máxima	Frecuencia	Compatibilidad con versiones anteriores
802.11	2 Mb/s	2,4 GHz	–
802.11a	54 Mb/s	5 GHz	–
802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz	–
802.11g	54 Mb/s	2,4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mb/s	2,4 GHz y 5 GHz	802.11a/b/g
802.11ac	1,3 Gb/s (1300 Mb/s)	5 GHz	802.11a/n
802.11ad	7 Gb/s (7000 Mb/s)	2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz	802.11a/b/g/n/ac

Figura 12. Familia IEEE 802.11. Elaborado por CISCO.

2.2.16. Espectro Electromagnético

Según Luque (2017), “El espectro electromagnético es el conjunto de todas las frecuencias (número de ciclos de la onda por unidad de tiempo) posibles a las que se produce radiación electromagnética, así el límite teórico inferior del espectro electromagnético es 0 (ya que no existen frecuencias negativas) y el teórico superior es ∞ ”

Por lo tanto, las ondas electromagnéticas, que se procesan y modulan convenientemente (por lo general, controlando la amplitud, la fase y/o la frecuencia de la onda original), se pueden utilizar para transmitir información, brindando resultados en forma de telecomunicaciones (Luque, 2017).

La frecuencia utilizada en cada caso dependerá de su funcionamiento en los diferentes materiales utilizados como medio de transmisión, así como de la tasa de transmisión deseada. En el caso particular de que la propagación de las ondas electromagnéticas se produzca sin guiado, esta forma de telecomunicaciones se denomina radiocomunicación o comunicación inalámbrica (Luque, 2017).

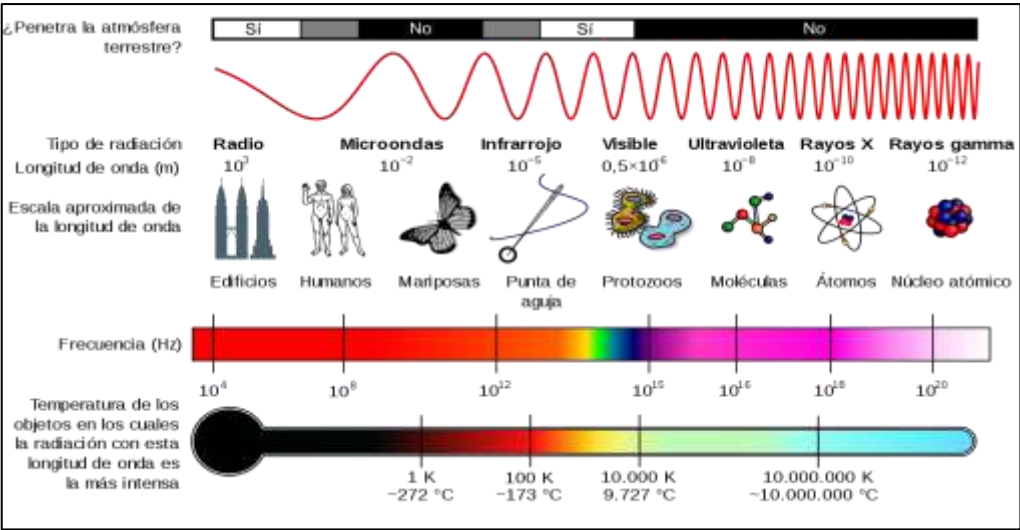


Figura 13. Estudio del espectro electromagnético. Elaborado por Estefania Coluccio

2.2.17. Onda Electromagnética

La propagación de una onda es como un sistema de transporte de energía el aire y en el tiempo adecuado. Las ondas son una propagación de una perturbación de alguna propiedad en un medio determinado. Las ondas electromagnéticas pueden radiar simultánea en los campos magnéticos (\vec{B}) y eléctricos (\vec{E}) procedentes por una carga eléctrica (e) en aceleración. En gran manera no necesitan propagarse al vacío en ningún medio y son transversales produciendo una dirección trasversalmente direccionada y modificada (Luque, 2017).

2.2.18. Características de las ondas electromagnéticas

Tabla 18. Características principales de las ondas electromagnéticas

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
No precisan un medio	Se pueden distribuir en espacio vacío o en varios
Para propagarse	medios conocidos.
Tridimensionales	Se distribuyen en 3 direcciones alrededor del espacio.
Transversales	La interferencia ocurre perpendicular a la dirección de propagación.

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por el autor.

2.2.19. Refracción electromagnética

La refracción funciona de manera diferente según el medio a través del cual se envía la señal, comprender este comportamiento es extremadamente importante para comprender los fundamentos del movimiento de ondas electromagnéticas entre equipos de telecomunicaciones (Mera, 2016).

Entre sus diversos comportamientos, los más reconocidos son la reflexión y la refracción. Este comportamiento se da cuando una onda viaja de un medio de propagación a otro y cuando llega al punto de separación entre ambos medios se presenta este fenómeno (Mera, 2016). Estos fenómenos son evidentes cuando vemos luz en la pared u ondas en la superficie del agua refractada.

2.2.20. Ley de la Reflexión de Ondas

La reflexión de una onda se presencia cuando una superficie contra la cual rebota. En la reflexión el rayo que incide y el rayo reflejado se posicionan en el mismo medio. La velocidad del rayo que incide y el que reflejado son muy parecidas (Aviles, 2011).

Sus leyes son:

- El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal están en el mismo plano.
- El ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión son iguales: $i = r$

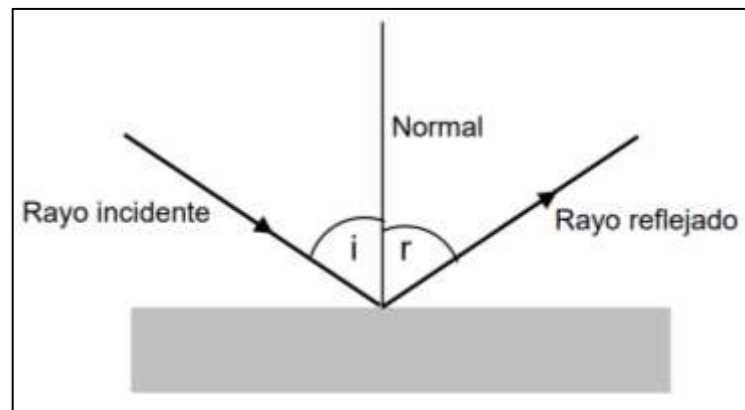


Figura 14. *Leyes de la reflexión. Elaborado por Madalena Avilés.*

Este nombre se utiliza para referirse al ángulo de incidencia (i) que forman el rayo incidente y la normal a la superficie y el ángulo de reflexión (r) que forman el rayo reflejado y la normal a la superficie.

2.2.21. Ley de la Refracción de Ondas

Una onda que viaja en un medio se propaga a través de otro medio donde su velocidad de propagación es diferente para que pueda ocurrir la refracción. Debido a esta diferente velocidad de propagación, se provoca una forma de "flexión" de la onda, que cambia su dirección de propagación. Al transmitir de un medio a otro donde la velocidad es diferente, la longitud de onda será diferente y la frecuencia será la misma (Aviles, 2011).

Su ley indica que para las ondas de luz, el índice de refracción del medio, n , se define como la relación entre la velocidad de la luz en el aire, c , y la velocidad de la luz en el medio.

El ángulo de incidencia (i) es el ángulo formado por el rayo incidente y la normal a la superficie y el ángulo de refracción (r) es el ángulo formado por el rayo refractado y la normal.

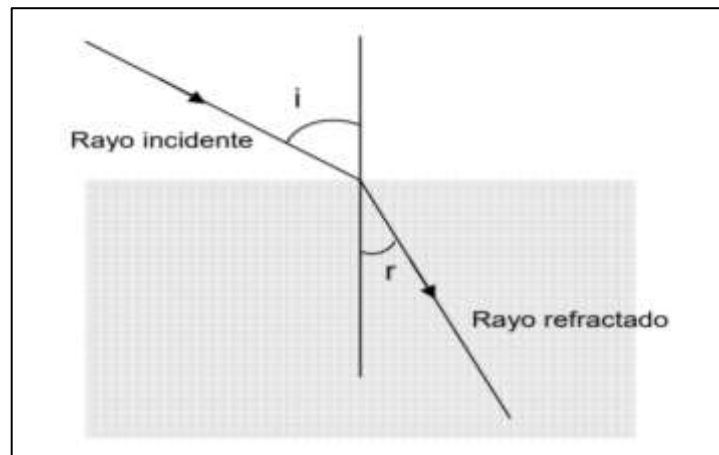


Figura 15. Leyes de la refracción .Elaborado por Madalena Avilés.

3.5. Espectro ensanchado

El Espectro Ensanchado se basa en la transmisión de sucesiones ortogonales lo cual permite la ampliación del espectro de la señal (Poveda Zafra, 2000). Así es solo posible que el receptor modifique la señal si coloque cuál es su secuencia que se ha usado en su ampliación, de modo que los transmisores que usen banda verán la señal como un ruido. Esto lleva a es posible decodificar una señal CDMA solo si la sincronización es estricta entre el código producido en el receptor y las señales CDMA recibidas.

2.4. Técnicas de modulación de espectro ensanchado

Tabla 199. Técnicas de modulación de espectro ensanchado

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
Secuencia Directa	En fracción de una portadora sinusoidal, ésta es secuencial de pseudo-ruido.
Salto de Frecuencia	Cambiar la frecuencia de la portadora de manera abrupta siguiendo un patrón pseudo aleatorio.

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

2.5. Componentes WISP

2.5.1. Nodo principal o Estación Base de Radio Enlace

El nodo principal realiza las funciones en modalidad Dúplex, es decir, que envía microondas tanto como si fuera un receptor o un emisor; así es el encargado de recibir señales, llevarlas a su respectivo procesamiento y luego transmitir la misma señal, mismo que se puede desarrollar viceversa. Se comprende en este proceso que las señales enviadas dependerán de del tráfico que maneje el usuario, como: video, voz o datos (Yacelga, 2017).

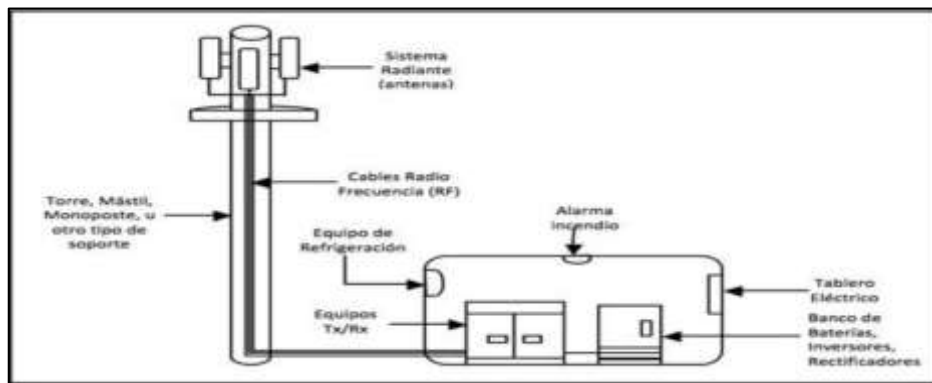


Figura 16. Estudio del espectro electromagnético. Elaborado por Estefania Coluccio.

2.5.2. Conmutador (Switch)

Los conmutadores de red o switch permiten interconectar dos o más nodos, servidores, usuarios u ordenadores a una misma red, la capacidad dependerá de la cantidad de puertos ethernet que tenga el conmutador y su velocidad dependerá del tipo de puertos, por ejemplo: puerto principal o del servidor, puertos Gigabit, puertos SFP y puertos SFP (Castillo, 2020).

Los tipos de puertos pueden ser:

- **RJ45:** Se usa junto al cable par trenzado y alcanza velocidades de 10 a 100 Mbps.



Figura 17. Interfaz física RJ45. Elaborado por Estefania Coluccio.

- **SC:** Se usan con cables de fibra, mismo que manejan altas velocidades de 1 a 10 Gbps.

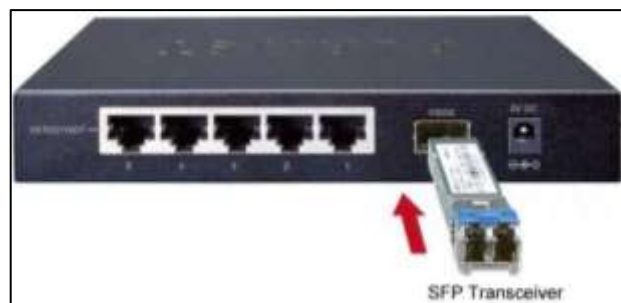


Figura 18. Switch o conmutador. Elaborado por José Castillo.

2.6. Conectores y Cables

2.6.1. Conectores RJ45

Los conectores RJ45 utilizan el estándar TIA/EIA-568-B el cual indicara la disposición de pines; utilizados generalmente para el uso acompañado del cable par trenzado constan de 8 pines que se adaptan a los puertos ethernet que usan los Switch.

2.6.2. Cable par trenzado (UTP)

El cable UTP de par trenzado sin blindaje está hecho de alambre de cobre codificado por colores. El cable UTP tiene cuatro pares de hilos dentro de la funda. Cada par está trenzado con un número diferente de vueltas por pulgada para ayudar a eliminar la interferencia de pares adyacentes y otros equipos eléctricos. El estándar ANSI/TIA-568-C.2 especifica que

los cables de categoría deben tener un diámetro exterior de menos de 0,35 pulgadas, ya sea que el cable esté blindado o no (Irving, 2021).



Figura 19. Cable par trenzado (UTP). Elaborado por Sofía Irving.

2.7. Tipos de cable UTP

Tabla 20. Tipos de cable UTP

TIPOS DE CABLE UTP	VELOCIDAD	FRECUENCIA	CALIBRE (AWG)
Categoría 5	10/100/1000 Mbps	100 MHz	24 (7/0.20mm)
Categoría 5e	10/100/1000 Mbps	100 MHz	24 (7/0.20mm)
Categoría 6	10 Gbps	250 MHz	7/0.20mm)

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por Vera & Vilches, 2019.

2.8. Antenas

Las antenas son dispositivos que transportan información en una señal de radio frecuencia a través del espacio por medio de ondas electromagnéticas. Estos dispositivos se caracterizan por ser resonantes y recíprocos, es decir, que de igual modo que pueden enviar una señal, pueden recibir información por medio de otra señal (Monsalve, 2014). Las antenas según su cobertura de señal pueden ser omnidireccionales y direccionales.

Una antena transmisora envía una onda electromagnética que será captada por un conductor eléctrico, que es una antena receptora, al igual que un transductor, porque la inducción de ondas electromagnéticas en la antena hace que la antena convierta esta onda en una señal eléctrica, para que el usuario pueda interpretarlo posteriormente, como datos, sonido o vídeo (Vela Remache, 2015).

2.9. Tipos de antenas

2.9.1. Omnidireccionales

Estas antenas tienen la característica principal que la onda de señal que emiten tiene una cobertura de 360° , de modo que cubren más terreno a su alrededor, pero no tienen mucha ganancia por lo que su señal no será de larga distancia (Ubierna, 2022)

Otra de las características distintivas de las antenas omnidireccionales es que la potencia con la que envían la señal o transmiten en el plano horizontal es la misma en cualquier dirección, mientras que el plano vertical si se ve afectada por la potencia al momento de transmitir (Ubierna, 2022).

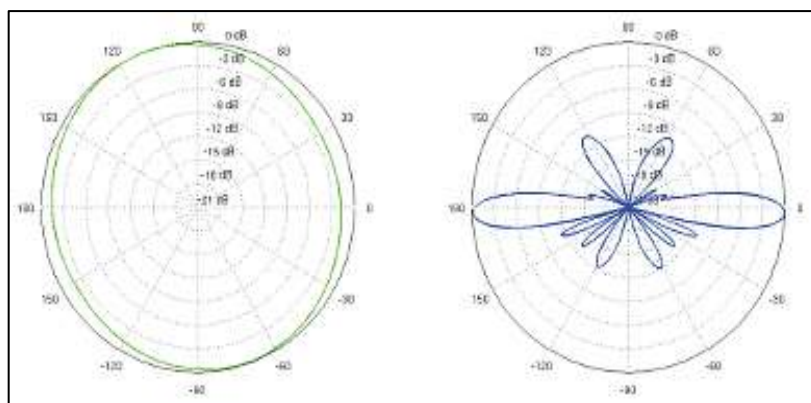


Figura 20. Antena omnidireccional. Elaborado por Oscar Ubierna.

2.9.2. Direccionales

A diferencia de las antenas omnidireccional, las direccionales trabajan mucho mejor a distancia debido a que mantienen una línea de visto o un punto de enfoque en el cual pueden descargar toda la potencia, pero de igual forma el lóbulo de visión o la cobertura no será muy amplia y variaran dependiendo de las características de la antena (Ubierna, 2022).



Figura 21. Antena Direccionales. Elaborado por Oscar Ubierna.

Las características principales de una antena son:

- **Polarización:** es la orientación que tiene una onda al salir de una antena, estas pueden ser: Lineal, circular, vertical u horizontal.
- **Dirección:** es la trayectoria específica de la energía radiada por una antena.
- **Ganancia:** Es una relación expresada en decibels entre la potencia de entrada sin pérdidas de una antena y la potencia de entrada suministrada de una antena, por lo tanto, la ganancia es la potencia máxima que entra y sale de una antena, por lo tanto, la ganancia (Espinoza, 2022).

2.9.3. Dipolo

Es un delgado conductor partido por la mitad que mide media longitud de onda según la frecuencia a la que opera, dentro del cual existe un generador en el centro del mismo.

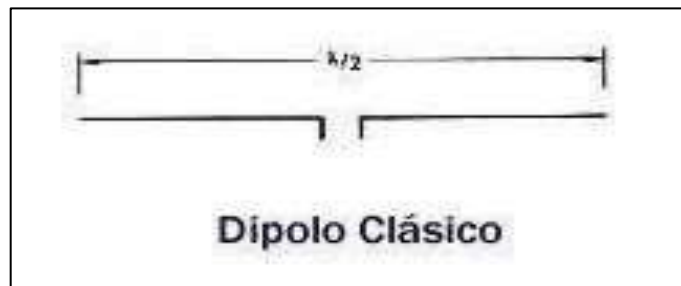


Figura 22. Antena Dipolo clásico. Elaborado por Joan Samarach.

2.9.4. Dipolo Multi-Elemento

Los elementos de ganancia son para los diagramas de elevación y azimut, equivalentes a una antena dipolo simple, pero la diferencia radica en la dirección en la que nos permite tener una antena dipolo Multi-elemento y también que ganancia se obtiene, dependiendo de los factores que se manipulan en la fabricación de esta antena, varían según la ganancia que proporciona (Huidobro, 2013).

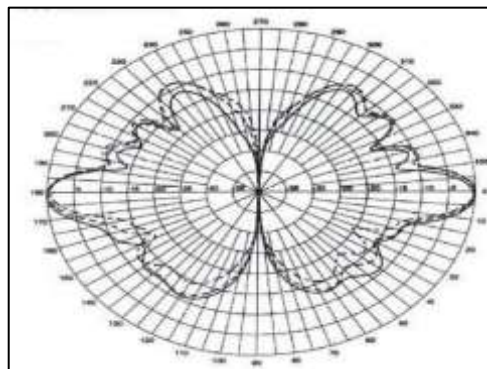


Figura 23. Dipolo Multi-Elemento. Elaborado por José Huidobro.

2.9.5. Yagi

Está formado por elementos parásitos o pasivos, que no tienen conexión eléctrica con el irradiador, cuyo comportamiento puede modificarse situándolos en las proximidades del dipolo de media onda. Una antena Yagi que consta de seis elementos puede lograr una ganancia de 12 dB (Huidobro, 2013).

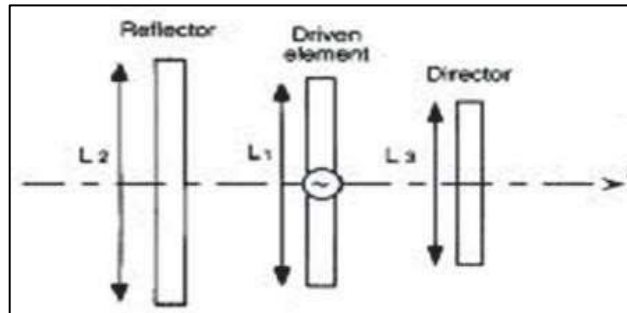


Figura 24. Antena Yagi. Elaborado por José Huidobro.

2.9.6. Panel Plano

De construcción cuadrada o rectangular, se caracterizan por su orientación tanto en el plano horizontal como en el vertical, ya que la mayor parte de su potencia radiada es en una sola dirección en los planos horizontal y vertical (Huidobro, 2013).

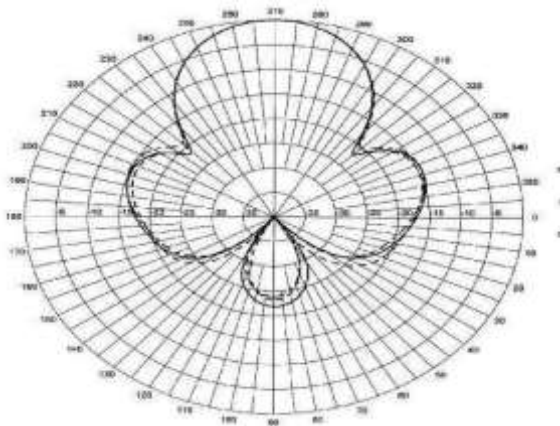


Figura 25. Antena panel plano. Elaborado por José Huidobro.

2.9.7. Parabólicas

Las antenas parabólicas utilizan una luz llamada LNB (Low Noise Block); y un reflector parabólico que permite detener y enfocar la energía radiada por la antena en un haz angosto, típicamente de 60 a 80 cm de diámetro permitiendo que las ondas de radio recibidas por la antena converjan en un punto focal, característica que tiene una antena parabólica tiene es que puede enfocar la mayor parte de la energía en una determinada dirección, cuanto mayor sea la energía concentrada en una dirección, mayor será su ganancia (Huidobro, 2013).

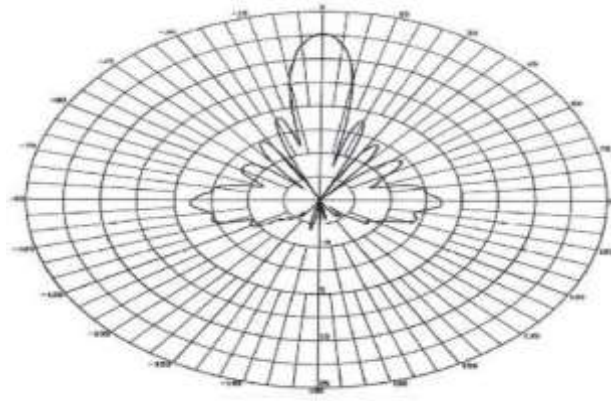


Figura 26. Antena Parabólica. Elaborado por José Huidobro.

2.10. PoE (Power over Ethernet)

Es un dispositivo electrónico que por medio de cable UTP permite la transferencia de energía para alimentar la antena y transferir datos para la comunicación. Consta de dos puertos de entrada, mismo que tienen la nomenclatura PoE y LAN; En el puerto PoE se conecta la antena y en el puerto LAN se conecta al router (Yacelga, 2017).

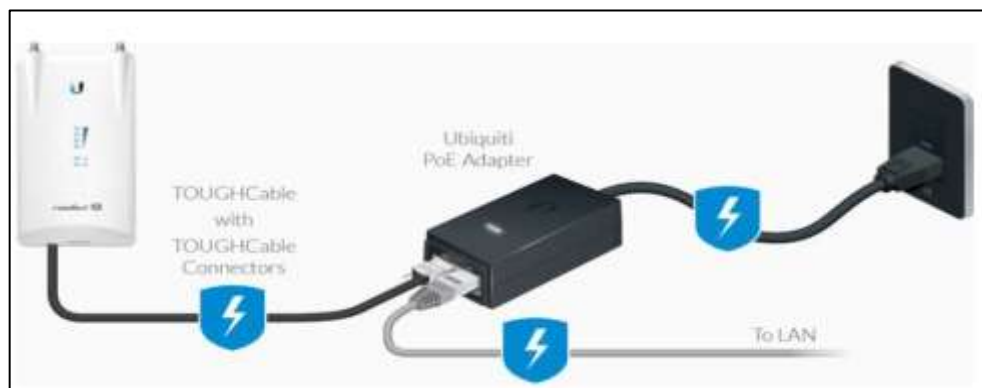


Figura 27. PoE (Power over Ethernet). Elaborado por Geovanny Yacelga

2.11. Tipos de enlaces inalámbricos

2.11.1. Enlace punto a punto

La comunicación punto a punto se basa en los principios básicos de la comunicación, que incluye 3 roles: un transmisor, un receptor y un canal que transmite la señal. Cuando se quiere enviar o compartir información, el transmisor se encarga de modular la señal de pulso digital de cambio de voltaje (0s y 1s) para que pueda ser transmitida por el canal, por lo general este ambiente es espacio aéreo libre o privado, y finalmente después de la grabación la señal, el receptor debe continuar el proceso de demodulación en la señal de nuevo en pulsos digitales y la información transmitida se puede mostrar (Yacelga, 2017)

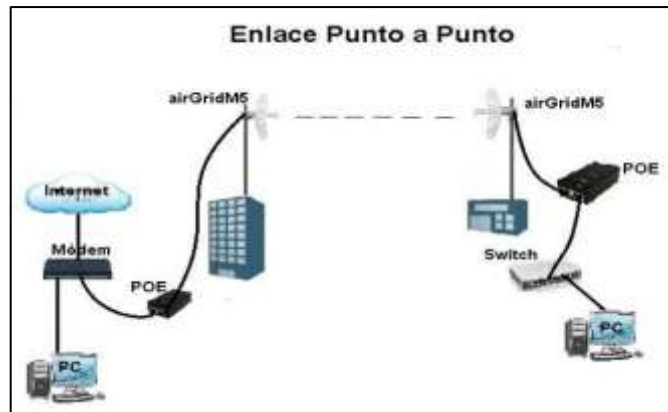


Figura 28. Enlace punto a punto. Elaborado por ALFA COMPANY.

2.11.2. Enlace punto a multipunto

Los diseños de red punto a multipunto se usan cada vez más porque las estaciones receptoras se pueden administrar dentro de la red central. Cuando conecta varios nodos a un punto de acceso central, se encuentra en una aplicación punto a multipunto, p. es una ruta de punto a multipunto que utiliza puntos de acceso inalámbrico para brindar conectividad a múltiples dispositivos móviles (laptops y teléfonos inteligentes). Las computadoras portátiles no se comunican directamente entre sí, pero deben estar dentro del alcance de un punto de acceso para poder usar la red. La ventaja de este diseño de red es que cualquier acceso, tanto móvil como fijo, se conecta dentro de la cobertura de la red de acceso. La posibilidad de escalar, ya que cada usuario puede trabajar simultáneamente como distribuidor local en su región, dependiendo de la capacidad del equipo. El equipo de radiodifusión, al mismo tiempo que proporciona acceso al servicio del Operador, proporciona un área de cobertura.



Figura 29. Enlace punto a multipunto. Elaborado por Intersoft.

2.12. Zona de Fresnel

Teniendo en cuenta cómo se propagan las ondas, recordemos que cuando una señal se propaga de un punto a otro, las ondas sinusoidales se pueden propagar tanto en dirección vertical como horizontal, y en algunos casos pueden tener ambas direcciones, por lo que el área de Fresnel es la distancia vertical entre la propagación de la onda y la tierra. La zona de Fresnel se utiliza a menudo para medir las obstrucciones en la línea de visión que se producen cuando se envía una señal de un punto a otro (Jimenez M. , 2008).

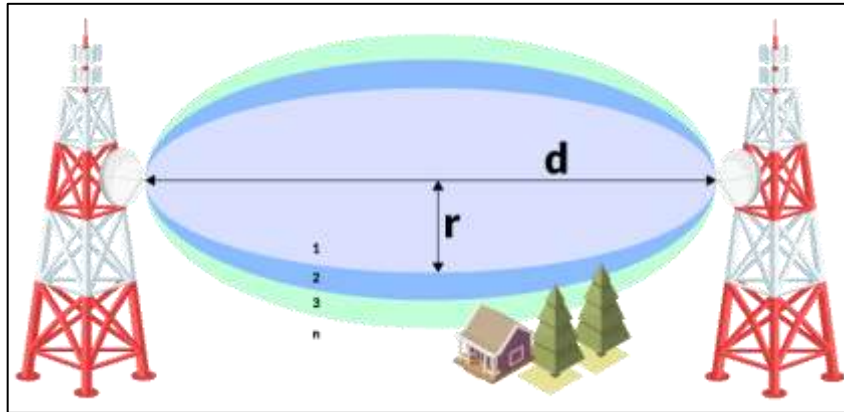


Figura 30. Zona de Fresnel. Elaborado por José Luis Martínez.

2.13. Secuencia directa – DSSS

El encadenamiento directo es una de las tecnologías de espectro ensanchado más conocidas y fáciles de implementar, radica en que la portadora de banda estrecha es modulada por una secuencia de código. La fase portadora de la señal transmitida es repentinamente alterada por esta secuencia de código, que es generada por un generador pseudoaleatorio de longitud fija (Almache Bermeo, 2009). Después de un cierto número de bits, el código se repite correctamente.

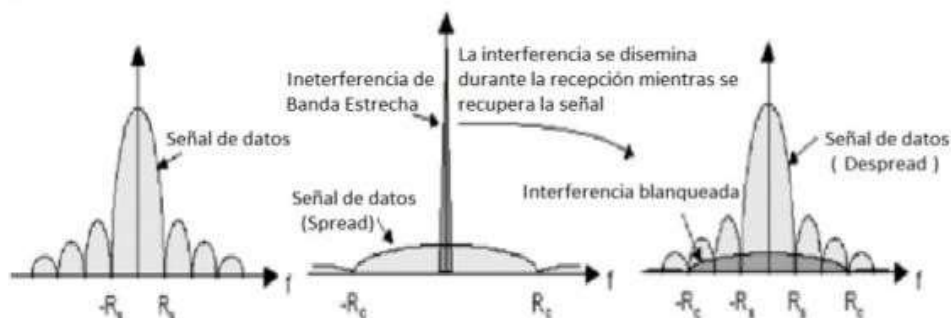


Figura 31. Espectro Ensanchado por Secuencia Directa. Elaborado por Sargorio Veliz.

2.14. Salto de frecuencia - FHSS

En esta técnica del espectro amplio o Extendido, “la señal se mueve de una frecuencia a otra, es decir, la expansión de la señal se origina transmitiendo una ráfaga en una frecuencia, saltando luego a otra secuencia para transmitir otra ráfaga, y así sucesivamente” (Bermeo, 2009).

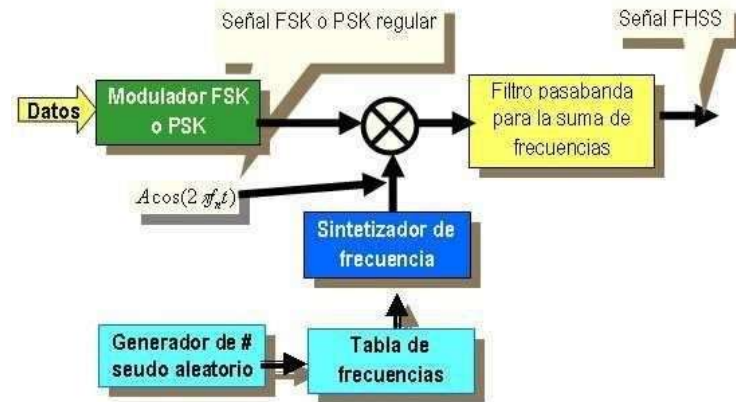


Figura 32. Salto de frecuencia - FHSS. Elaborado por Sargento Veliz.

El tiempo de permanencia debe ser muy corto y el Modelo salta menos de unos pocos milisegundos, para evitar interferencias; Las paradas y los saltos están sujetos a restricciones por parte de las autoridades reguladoras. Para una excelente comprensión, se presentarán gráficas de transmisión y recepción de señales utilizando la técnica de espectro ensanchado por salto de frecuencia o FHSS (Bermeo, 2009).



Figura 33. Recepción de una señal con Salto de Frecuencia. Elaborado por Sarango Bermeo.

En otros casos, la salida consiste en una señal FSK o PSK cuya frecuencia central varía continuamente. Si no, dado que la secuencia de cambios de frecuencia se conoce de antemano, existe una mínima probabilidad de que alguien desconocido pueda descifrar lo que está sucediendo.

2.14.1. Similitudes y diferencias de DSSS Y FHSS

Las frecuencias deben ser las mismas para el transmisor y el receptor. Si el receptor sigue la secuencia correcta, la salida del detector síncrono producirá una señal coherente, similar a la que recibe un receptor perfectamente sintonizado. A diferencia de un receptor que no sigue la secuencia exacta, la salida del detector al sincronizarse no podrá generar una señal acoplada, lo que le impedirá discriminar los datos del ruido de fondo.

Tabla 21. Característica de DSSS Y FHSS

TÉCNICA	CANALES	TASA DE TRANSMISIÓN
Secuencia Directa	3 canales de 22 MHz	1 a 11 Mbps
DSSS	79 canales de 1 MHz	1 a 2 Mbps
Salto de Frecuencia	5 MHz	10 Mbps
FHSS		
Conclusión: la implementación de DSSS y FHSS muestra una sensibilidad diferente a pesar de que colaboran de la misma manera		

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por el autor.

2.15. Antenas UHF y microondas

Las antenas utilizadas para UHF están en el rango de 0,3 a 3 GHz, mientras que el rango de frecuencia de las antenas de microondas es de 1 a 100 GHz, estas últimas deben ser altamente direccionales, concentrar la potencia radiada en un pequeño haz en lugar de enviarlo en todas las direcciones. Como antes, el ancho del haz depende de la ganancia de la antena. Un haz más estrecho reduce los efectos de la interferencia de fuentes externas y antenas cercanas al sistema instalado. Sin embargo, la transmisión con visibilidad directa y los haces estrechos tienen limitaciones, como la estabilidad mecánica y un mayor desvanecimiento, ya que estas antenas transmiten en la banda UHF (Telectronika, 2018).

La energía electromagnética emitida por la antena de microondas no se irradia completamente en la dirección del lóbulo principal, sino que una parte se concentra en los bucles laterales, lo que puede ser una fuente de interferencia para otras rutas de señal de microondas (Telectronika, 2018).



Figura 34. Antenas UHF y microondas. Elaborado por Totalplay

2.15.1. Características de las antenas de microondas

- **La eficiencia direccional:** se define como la relación entre la ganancia máxima favorable y la ganancia inversa máxima. La eficiencia direccional de la antena es importante en el diseño del sistema de radio debido a la ubicación de las antenas transmisora y receptora del repetidor. Frecuencia opuesta, misma estructura.
- **Acoplamiento lado a lado y espalda con espalda:** por lo general, la potencia de transmisión transmitida es 60 dB o más mayor que la potencia recibida. Por lo tanto, la pérdida de acoplamiento debe ser alta para que la señal transmitida por una antena no interfiera con la señal. recibida de otras antenas.

2.15.2 Polarización de la antena

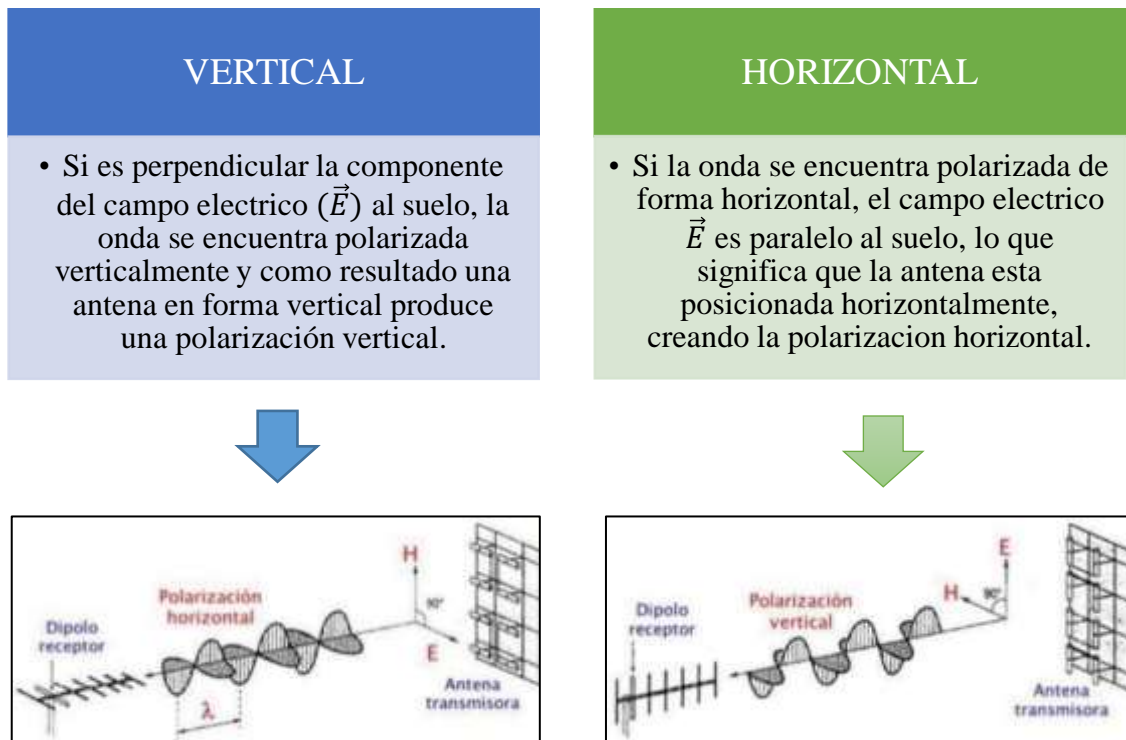


Figura 35. Polarización de la Antena vertical y horizontal. Elaborada por Giovanni Andres Forero

2.15.3. Abertura del haz de la antena

La apertura de haz de una antena es la distancia angular que existe entre dos puntos A y B, que se consideran de media potencia en la mayor parte del patrón de radiación de la antena, generalmente tomado de uno de los planos principales. Dando como ejemplo que existe una relación inversamente proporcional entre la ganancia y la apertura de haz, a mayor ganancia de antena menor ancho de haz (Bermeo, 2009).

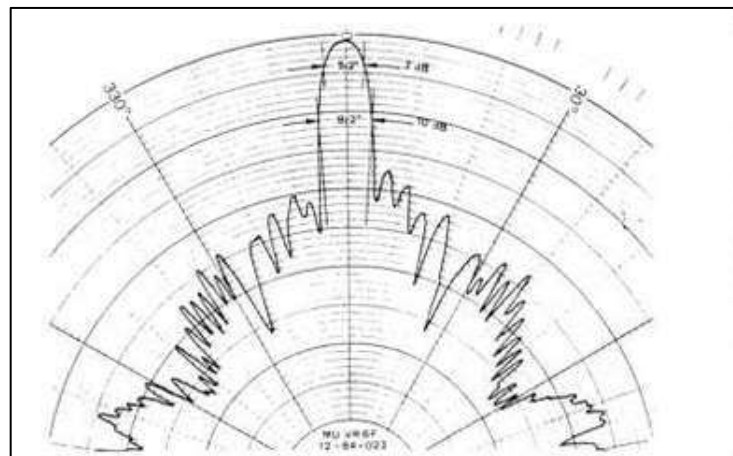


Figura 36. Apertura del haz de la antena. Elaborado por Vela Remache.

2.15.4. Ancho de banda de una antena

Definimos al ancho de banda de una antena como “el rango de frecuencia de la antena, el desempeño de la antena para ciertas características cumple con los estándares especificados (Nuñez, 2019). El ancho de banda se puede considerar como un rango de frecuencias, un intervalo de frecuencias dentro del cual se cumple satisfactoriamente el funcionamiento de la antena. La frecuencia central (generalmente la frecuencia resonante) a la que se caracteriza la antena (por ejemplo, impedancia de entrada, modo, polarización, ganancia, eficiencia) se encuentra dentro de un rango de valores aceptable (Nuñez, 2019).

2.15. Presupuesto de potencia

Un presupuesto de energía para una conexión punto a punto se define como "un cálculo de la ganancia y pérdida de un transmisor de radio o fuente de señal que irradia ondas electromagnéticas a través de un cable, conector o espacio a un receptor". Se requiere un cálculo de presupuesto de energía para determinar el dispositivo apropiado (Bermeo, 2009).

2.17. Pérdidas en el espacio libre

La pérdida de espacio libre se produce cuando las ondas viajan en línea recta en el vacío sin tener en cuenta la absorción o la reflexión de la energía de los objetos cercanos. de la fuente Cuanto más lejos, más cerca de la fuente, mayor es la distancia de la fuente (Remache, 2015).

Su fórmula es:

$$L = 32,4 + 20 \log(D[km]) + 20 \log(F[MHz])$$

En donde:

- D: Es la distancia en kilómetros.
- F: Es la frecuencia de operación en MHz.

2.18. Margen de desvanecimiento

Esta es una pérdida adicional que debe ser considerada en la pérdida de transmisión previamente calculada, límites de desvanecimiento, “en el caso de transmisión, la pérdida periódica de intensidad de la señal debido a cambios climáticos como lluvia, nieve, multi trayecto, etc. de ondas electromagnéticas se tiene en cuenta la superficie de la tierra” (Remache, 2015).

Su fórmula:

$$Fm = 30 \log(D[km]) + 10 \log(6 * A * B * F) - 10 \log(1 - R) - 70$$

En donde:

- Fm = Margen de desvanecimiento en dB
- D = Distancia en Km
- A = Factor de rugosidad del suelo

Valor	Descripción
4	Terreno plano o sobre agua
1	Terreno promedio
0,25	Terreno montañoso

Factor de Rugosidad del Suelo

B = Factor climático

Valor	Descripción
1	Disponibilidad anual a la peor base mensual
0,5	Zonas calientes y húmedas
0,25	Zonas continentales promedio
0,12	Zonas montañosas o muy secas
5	

Factor Climático

- F = Frecuencia en GHz
- R = Confiabilidad del enlace (99,9% = 0,999 de confiabilidad)

El límite de desvanecimiento del enlace también se puede determinar a partir de los datos generados por la distribución de Rayleigh, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22. Distribución Rayleigh

DISPONIBILIDAD	HORAS DE INDISPONIBILIDAD ANUAL	MARGEN DE DESVANECIMIENTO
90%	876	8 dB
99%	87,6	18 dB
99,9%	8,8	28 dB
99,99%	0,8	38 dB
99,999%	0,08	48 dB

Información tomada por Datos de la investigación. Elaborado por el autor.

2.19. Umbral de recepción

Este es el valor de referencia de la potencia del dispositivo receptor. Cualquier valor de señal por encima del umbral de recepción puede considerarse capaz de establecer una conexión inalámbrica fiable.

Su Fórmula:

$$Ur = Pr - Fm$$

En donde:

- Pr: Es la Potencia recibida.
- Fm: Es el margen de desvanecimiento en dB.

2.20. La sensibilidad

Este es "el nivel mínimo de una señal de RF que se puede detectar en la entrada del receptor y aún producirá una señal de información demodulada que puede ser útil" (Remache, 2015). Como regla general, la relación señal-ruido y la potencia de la señal. La salida de la parte de audio se utiliza para determinar la calidad de la señal recibida y así determinar si la señal es útil. Se puede decir que la sensibilidad determina el valor mínimo de potencia requerida para decodificar bits lógicos y lograr una determinada tasa de bits, por lo que se considera que, a menor sensibilidad, mejor recepción de microondas (Remache, 2015).

2.21. Marco legal

LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES TÍTULO II REDES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

CAPÍTULO II

PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

- **Artículo 18.** Uso y explotación del espectro de radiofrecuencias. El espectro de radiofrecuencia es un dominio público y un recurso estatal limitado que es intransferible, intransferible e intransferible. Su uso y operación requiere la presentación previa de una licencia emitida por la Oficina de Regulación y Control de Telecomunicaciones de conformidad con las disposiciones de esta Ley, el Reglamento General y los términos emitidos por la Oficina de Regulación y Control. Bandas de frecuencia focalizadas.

TÍTULO IV

REGULACIÓN SECTORIAL EX ANTE PARA EL FOMENTO, PROMOCIÓN Y PRESERVACIÓN DE LAS CONDICIONES DE COMPETENCIA

CAPÍTULO I

TIPOS DE REGULACIÓN

- **Artículo 27.** Zonas de regulación. La regulación del sector de las telecomunicaciones, encaminada a fomentar, fomentar y mantener las condiciones de competencia, deberá cubrir al menos las siguientes áreas: accesibilidad técnica, económica y de infraestructura.
- **Artículo 28.** Regulación económica. Incluye la adopción de medidas para establecer tarifas o precios regulados, evitar perturbaciones en los mercados regulados, evitar un aumento del poder de mercado o garantizar el acceso de los usuarios a los servicios públicos.
- **Artículo 29.** Normas técnicas. Incluye establecer y monitorear estándares para garantizar la interoperabilidad, la calidad del servicio y abordar las preocupaciones ambientales y de seguridad.
- **Artículo 30.** Reglamento de Acceso. Incluye garantizar el acceso no discriminatorio a los recursos esenciales, especialmente la infraestructura calificada que es esencial.

TÍTULO V TÍTULOS HABILITANTES

CAPÍTULO I

TÍTULOS HABILITANTES PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

- **Artículo 35.** Servicios de comunicación. Todos los servicios de telecomunicaciones se hacen públicos según lo exige la constitución. Los proveedores de estos servicios están autorizados a establecer las redes e infraestructuras necesarias para soportar la prestación de servicios a sus usuarios. Las redes operarán de manera regular, convergente y tecnológicamente neutral.

TÍTULO IX

EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES CAPÍTULO ÚNICO HOMOLOGACIÓN Y CERTIFICACIÓN

- **Artículo 86.** Obligaciones. Los equipos terminales de telecomunicaciones que utilizan espectros de radiofrecuencia y se conectan a redes públicas de telecomunicaciones deben estar aprobados y certificados de acuerdo con las normas aplicables para evitar la destrucción de la red, la interferencia con los servicios de telecomunicaciones, evitar interferencias perjudiciales y garantizar intereses legítimos. usuarios y proveedores. La Oficina de Control y Gestión de Telecomunicaciones podrá establecer normas adicionales respecto de la aprobación y certificación de otros equipos de telecomunicaciones.
- **Artículo 89. Servicios** universales. El servicio universal es la obligación de prestar un conjunto específico de servicios de telecomunicaciones a todas las personas en el territorio del país con condiciones mínimas de disponibilidad, calidad y precio razonable, independientemente de las circunstancias económicas, sociales o geográficas de la población. El Estado promoverá la prestación universal de los servicios con miras a reducir la desigualdad y el acceso público a las tecnologías y servicios de información y comunicación de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley, las disposiciones de la presente Ley y el Plan de Servicio Universal.
- **Artículo 90 - Plan** tarifario universal. El plan de servicio universal, a ser elaborado y aprobado por la Asociación del Ministerio de las Comunicaciones y la Información, definirá los servicios cubiertos por el servicio universal y las áreas geográficas a prestar.

Se dará prioridad a las zonas geográficas de menores ingresos y menor cobertura de servicios del país. deberá elaborarse un plan de servicio universal de acuerdo con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y en armonía con este documento.

TÍTULO XI

RECURSOS ESCASOS Y OCUPACIÓN DE BIENES CAPÍTULO I

ASIGNACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

- **Artículo 95.** Planificación. La Autoridad de Gestión y Control de Telecomunicaciones planificará el uso del espectro radioeléctrico tanto para los servicios de telecomunicaciones como de radiodifusión, teniendo en cuenta las disposiciones de la Constitución polaca y esforzándose por el desarrollo y la universalización de la tecnología de la información y las comunicaciones. También debería tener en cuenta las decisiones y recomendaciones de las conferencias internacionales pertinentes sobre radiocomunicaciones. Se autoriza a la Oficina de Regulación y Control de las Telecomunicaciones a elaborar, aprobar, revisar y actualizar el Plan Nacional de Frecuencias, documento dinámico sobre la representación de frecuencias en el espectro radioeléctrico. La detección de frecuencias del espectro radioeléctrico debe realizarse de acuerdo con el plan definido.

CAPÍTULO III

OCUPACIÓN DE BIENES

- **Artículo 104.** Uso y posesión de los dominios públicos. Los gobiernos autónomos descentralizados en todos los niveles deben tener en cuenta la necesidad de usar y ocupar las instalaciones de dominio público establecidas por la Autoridad de Telecomunicaciones y sin comprometer el cumplimiento de las normas, la política técnica nacional y las normas, deben coordinarse con dicha Autoridad para tomar las medidas necesarias para garantizar la instalación e instalación de redes que soporten los servicios de telecomunicaciones en un ambiente sano, libre de contaminación y conservando los productos tanto culturales como naturales. Para la instalación en propiedad privada, la tarifa cobrada por los gobiernos autónomos no deberá diferir de la que esté directamente relacionada con el costo razonable del proceso de permiso de construcción o instalación. Los Gobiernos Autónomos

Descentralizados no podrán cobrar por la utilización del espacio aéreo regional, provincial o municipal en relación con la transmisión de redes de radiocomunicaciones o frecuencias del espectro radioeléctrico.

2.22. Marco Conceptual

2.22.1. Ancho de banda

El ancho de banda se refiere a la cantidad máxima de datos que se pueden transferir a través de un proveedor de servicios de Internet en un período de tiempo determinado, y se refiere a la capacidad de un enlace de comunicación de red para transferir datos de un nodo a otro. Esto es similar a la transferencia de datos; Para esto, se debe considerar la latencia. El ancho de banda se mide en bits por segundo (bps) y las innovaciones en el hardware de red significan que la capacidad ahora se mide en millones o incluso en miles de millones de bits por segundo. Una red con más ancho de banda puede transmitir más paquetes que una red con menos ancho de banda.

2.22.2. Dirección IP

Una dirección de 32 bits asignada a un host mediante TCP/IP. Las direcciones IP corresponden a una de cinco clases (A, B, C, D o E) y se escriben como 4 octetos separados por puntos (formato decimal con puntos). Cada dirección consta de un número de red, un número de subred opcional y un número de host. Un número de red y un número de subred se usan juntos para el enrutamiento, mientras que un número de host se usa para dirigirse a un solo host en una red o subred. Las máscaras de subred se utilizan para extraer información de red y subred de las direcciones IP. También conocida como dirección de Internet.

2.22.3. Información

Los elementos con los que tenemos que lidiar y lidiar cuando ejecutamos programas en una computadora se definen como todos los que nos permiten adquirir diferentes tipos de conocimientos para que cuando se descubra lo desconocido, haya información.

2.22.4. Internet

Internet permite que la información se entregue en una variedad de formatos, como audio, video, imágenes y texto. Te permite recibir elementos de otros medios como radio, noticias

y televisión. Una de las características propias de internet desde el punto de vista informativo es que permite la interacción entre los interesados y el propio medio.

2.22.5. Protocolo de Internet

Un protocolo de capa de red de la pila TCP/IP que proporciona servicios de INTERNETWORK sin conexión. IP proporciona direccionamiento, especificaciones de tipo de servicio, segmentación y re ensamblaje, y funciones de seguridad. Documentado en RFC 791.

2.22.6. Red Inalámbrica

Una red inalámbrica es una red en la que dos o más terminales (laptops, PDA, etc.) pueden enviarse mensajes entre sí sin una conexión por cable. Gracias a las redes inalámbricas, los receptores pueden permanecer conectados mientras se mueven por un área geográfica. Las redes inalámbricas permiten que los dispositivos externos se conecten sin problemas, ya sea que se encuentren a unos pocos metros o millas de distancia. Además, la instalación o creación de estas redes no requiere cambios significativos en la infraestructura existente, como es el caso de las redes alámbricas.

2.22.7. Topología de Red

La topología de red no es más que la forma en que las computadoras están conectadas para intercambiar datos entre sí. Es como una familia de comunicaciones que define cómo se construye física y lógicamente la red. Así es como los cables conectan las computadoras que forman parte de una red.

Capítulo III

Metodología de investigación

La metodología de la investigación se basa en la recopilación de información de un tema en específico, misma pueden ser conceptos, leyes jurídicas o laborales y principios teóricos y prácticos, con el fin de brindarle al investigador la información necesaria para levantar un proyecto u obtener conocimientos para una formación profesional. (Iglesias León & Cortés Cortés, 2004)

El presente capítulo desarrollará una solución para la falta de acceso a internet del sector de “Renacer de Dios y sus alrededores”, dentro del cual se realizará un estudio de factibilidad verificando la confiabilidad del uso de los recursos técnicos comparando las marcas más reconocidas para radio enlaces, por lo que se considerará la factibilidad operacional, técnica y económica.

3.1. Enfoque de la Investigación

Para el presente estudio de factibilidad se utilizará un método mixto, es decir, cualitativo y cuantitativo ya que así se obtendrá una mejor comprensión del problema a investigar, ya que realizándolo por separado o bien cualitativo o solo cuantitativo no sería posible definir una factibilidad para implementar una red Wi-fi en el sector norte de Guayaquil, Renacer de Dios y sus alrededores ya que Renacer de Dios está situado sobre las lomas más altas del sector.

Con el método cuantitativo se analizará la potencia, direccionalidad y la cobertura de cada una de distintas marcas con el fin de visualizar cual cumple con los requerimientos necesarios para un correcto y eficiente radio enlace.

Por otro lado, también se debe evaluar los cuantos dispositivos en promedio utilizan los hogares del sector de Renacer de Dios y sus alrededores para definir el ancho de banda del radio enlace ya mencionado previamente por lo que se confirma el uso del método cuantitativo.

3.2. Tipos de Investigación

3.2.1. Investigación Descriptiva

Según Enrique Rus (2021), “La investigación descriptiva analiza las características de una o fenómeno sin entrar a conocer las relaciones entre ellas”. Por otro lado, la investigación descriptiva es considerada como el primer paso o el primer escalón para realizar una investigación científica ya que es posible ordenar, contar, resumir y dividir los datos.

La investigación descriptiva es un método científico que tiene mucha relación con la investigación cualitativa y cuantitativa, esto se debe a que la esencia de las mismas es la recolección y análisis de datos, ya que describe los objetos o fenómenos a identificar. Por lo que impulsa la efectividad al momento de tomar decisiones ante las diferentes evaluaciones realizadas. (Arias, 2021)

La investigación descriptiva en el presente capítulo permitirá evaluar y analizar las distintas características de las antenas con las marcas más comerciales como Mikrotik, Ubiquiti y Cisco con la finalidad de seleccionar aquella que cumpla con las características para obtener los mejores enlaces punto a punto y punto multipunto junto a una correcta distribución de datos.

3.2.2. Investigación Explicativa

Según Enrique Rus (2021), “La investigación explicativa estudia fenómenos puntuales nuevos o que no se han abordado en profundidad. El objetivo de dicha investigación es proporcionar conocimientos relevantes sobre ellos”.

El principal objetivo de la investigación explicativa es aumentar el conocimiento que ya existente sobre un tema o ayudar a entender un mecanismo, sistema o hecho del cual no tiene mucha información y en ocasiones ni siquiera conocer de la existencia de dicho tema. De modo que se dice que la principal característica de la investigación explicativa es tomar una idea general y con los detalles de dicha idea llegar a profundizar en las principales características del fenómeno. (Arias, 2021)

La aportación que brinda la investigación explicativa en el presente proyecto es hacer conocer el procedimiento para realizar un enlace punto a punto y un enlace punto multipunto,

comprender las variables que se deben considerar al momento de simular un enlace, aclarar que existen diferentes antenas para distintas situaciones y justificar la elección de las antenas a utilizar en el estudio de factibilidad para la implementación de una red inalámbrica Wi-Fi en el sector norte de Guayaquil, “Renacer de Dios y sus alrededores”.

3.2.3. Investigación Bibliográfica

La Universidad de la República de Paraguay (2020) explica a la investigación bibliográfica como:

La etapa de la investigación científica donde se explora la producción de la comunidad académica sobre un tema determinado. Supone un conjunto de actividades encaminadas a localizar documentos relacionados con un tema o un autor concretos.

Uno de los puntos más relevantes de la historia de los seres humanos ha sido la comunicación, tanto así que conforme ha avanzado la tecnología desde los primeros tiempos hasta los tiempos actuales la capacidad para compartir información también ha evolucionado, lo que nos ha llevado a que el día de hoy podamos tener acceso a la información tan solo con un clic; si bien es cierto las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han participado en un papel principal en la difusión de información por lo que hoy en día tenemos acceso a una variedad de información de innumerables autores. (Ocampo, 2019)

Como resultado de todos los principios ya mencionados nace la investigación científica bibliográfica, misma que hace referencia a los estudios e investigaciones de autores anteriores para así explorar nuevos conceptos y adquirir nuevos conocimientos.

La investigación bibliográfica aportará uno de los puntos primordiales en el desarrollo del presente proyecto, puesto que es necesario profundizar en los conceptos básicos de las telecomunicaciones y la informática para comprender como funcionan las redes inalámbricas y los radio enlaces. Por otro lado, existen características matemáticas que deben calcularse al definir un correcto enlace como la línea de vista, zona de Fresnel, potencia, ganancia, etc. y solo se podrá lograr aquello si previamente a realizar los cálculos se define y se estudia sus conceptos básicos.

3.3. Instrumentos de la investigación

3.3.1. Población

Guillermo Westreicher (2020) define población como el conjunto de personas o animales de la misma especie que se encuentran en un momento y lugar determinado.

Es posible que al escuchar la palabra población lo primero que llegue a las mentes sea el término de un conjunto de seres humanos, pero la población no solo hace referencia a los seres humanos, sino a todo ser vivo u organismo unicelular, incluso dentro de las diferentes categóricas del conocimiento podemos también interpretar como población al conjunto de países, localidades o sectores que mantengan una característica en común. (Westreicher, Economipedia.com, 2020)

Pues bien, en el mundo de las estadísticas la población es un factor muy importante al momento de la recolección de los datos, por lo que en base a ella se realizarán diversas evaluaciones con el fin de analizar el comportamiento y la respuesta de los individuos ante los distintos estímulos o preguntas realizadas.

Para definir la población de Renacer de Dios y sus alrededores al norte de la ciudad de Guayaquil primero es necesario saber que el sector a tratar pertenece a la parroquia de Pascuales, una de las 16 parroquias urbanas de la ciudad de Guayaquil. El último censo registrado por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) en el año 2010 indica que la parroquia de Pascuales tiene 74.932 habitantes (INEC, 2010).

Para el año 2010 Guayaquil tenía una población de 1'158.221 habitantes, mientras que el presente año la INEC contabiliza un aproximado de 2'698.077 habitantes, más sin embargo no indica la población actual de la Parroquia de Pascuales. Por lo que en relación a una fotografía satelital del año 2010 tomada por uno de los satélites de Google indica que la población de aquel entonces era muy escasa en comparación a una fotografía actual del año 2021 como se observa en la figura x.



Figura 37. *Sector Renacer de Dios 2010. Información tomada de sitio web Google eath 2022.*



Figura 38. *Sector Renacer de Dios 2021. Información tomada de sitio web Google eath 2022.*

Se logra visualizar que el crecimiento en 12 años ha sido de forma exponencial, por lo que se calcula un aproximado de 3.000 viviendas en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores por lo se lo considerará como la población del presente proyecto. Como

resultado se conoce que según la vida moderna una familia promedio está compuesta de 4 integrantes, por lo que Renacer de Dios y sus alrededores comprende un aproximado de 12.000 habitantes.

Poblacion aproximada = 3.000 Viviendas u Hogares

José López (2018) dijo, “Una muestra estadística es un subconjunto de datos perteneciente a una población de datos. Estadísticamente hablando, debe estar constituido por un cierto número de observaciones que representen adecuadamente el total de los datos.”

Las muestras son necesarias cuando la información que se desea recopilar proviene de una población lo suficientemente grande como para retardar a un estudio o a un proyecto por años. Por lo que al momento de tomar la muestra de una población debe efectuarse de forma aleatoria para que los datos obtenidos tengan mayor veracidad que elegirlos de una misma categoría. (López, 2018)

En el caso del presente proyecto se tomará una muestra a partir de la población ya encontrada previamente, conociendo que las variables son de modalidad cualitativas, se desarrollará la siguiente fórmula para encontrar el valor de la muestra.

Tabla 23.Datos cualitativos finitos

DATOS CUALITATIVOS FINITOS			
Simbología	Definición	%	Valor
n	tamaño de la muestra		-
z	nivel de confianza	95%	1.96
e	presión el error	5%	0.05
δ	Desviación estándar		0.5
N	tamaño de la población		3.000

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

$$n = \frac{z^2 \delta^2 N}{(N - 1)e^2 + z^2 \delta^2}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)^2 (3.000)}{(3.000 - 1)(0.05)^2 + (1.96)^2 (0.5)^2}$$

$$n = \frac{(3.84)(0.25)(3.000)}{(2.999)(0.0025) + (3.84)(0.25)}$$

$$n = \frac{2880}{8.46}$$

$$n = 340$$

Tabla 23. Datos cualitativos finitos

DATOS CUALITATIVOS FINITOS				
Simbología		Definición	%	Valor
n	tamaño de la muestra			340
z	nivel de confianza		95%	1.96
e	presión el error		5%	0.05
δ	Desviación estándar			0.5
N	tamaño de la población			3.000

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

3.4. Técnicas de la investigación

Nahum Montagud (2020), psicólogo clínico de la universidad de Barcelona en España dijo; “Las técnicas de investigación son los procesos e instrumentos utilizados en el abordaje y estudio de un determinado fenómeno, hecho, persona o grupo social.”

El objetivo principal de las técnicas de la investigación es brindar al investigador la capacidad de poder recopilar, examinar, analizar y exponer la información que se ha obtenido durante el proceso de la extracción de datos. (Rubio, 2020)

Las técnicas de investigación que se utilizarán para la recolección de datos del proyecto de titulación serán la encuesta y la entrevista, con el fin de no solo sondear los datos del sector de renacer de Dios y sus alrededores, sino de también profundizar en el conocimiento y la experiencia de profesionales que conozcan el campo de los radios enlaces.

3.4.1. Encuesta

Según Guillermo Westreicher (2020), “La encuesta es un instrumento para recoger información cualitativa y/o cuantitativa de una población estadística. Para ello, se elabora un cuestionario, cuyos datos obtenidos será procesados con métodos estadísticos.”

La elaboración de la pregunta del formulario de una entrevista debe ir relacionados a los objetivos del presente proyecto, de modo que al momento de analizar los datos los resultados puedan dar una respuesta fiable a los objetivos planteados. (Westreicher, 2020)

Para el desarrollo de los datos de la presente investigación se realizaron las encuestas a los moradores de sector de Renacer de Dios y sus alrededores con el fin de evaluar la necesidad de la implementación de una red inalámbrica Wi-fi en el sector.

3.4.2. Entrevista

Hoy en día la entrevista es un medio muy común para conseguir información dentro de la sociedad, puesto que se basa en el intercambio de información a través de una charla o un dialogo donde el entrevistador realiza una serie de preguntas al sujeto de prueba con el fin de adquirir conocimientos u obtener información relevante para una investigación. (Diaz Bravo, Turroco Garcia, Martinez Hernandez , & Varela Ruiz, 2013)

Para los trabajos de investigación o proyectos que utilicen una metodología descriptiva o explicativa, la entrevista es un punto primordial en el análisis de la veracidad de los hechos ya que la información recopilada es de libre expresión, por lo que la data o información obtenida es completa debido a los detalles en las respuestas abiertas. (Diaz Bravo, Turroco Garcia, Martinez Hernandez , & Varela Ruiz, 2013)

Las entrevistas pueden clasificarse en 3 principales modelos, los cuales son: las entrevistas estructuradas o enfocadas, entrevistas semiestructuradas y entrevistas no estructuradas. (Diaz Bravo, Turroco Garcia, Martinez Hernandez , & Varela Ruiz, 2013)

Las entrevistas desarrolladas en el estudio de factibilidad para la implementación de una red inalámbrica Wi-Fi son semiestructuradas, para quienes se tomaron como sujeto de estudio a un Ingeniero en Telecomunicaciones con mención en electrónica de la Universidad Politécnica del Litoral (ESPOL) con más de 20 años de experiencia en el campo de las comunicaciones inalámbricas por medio de radio enlace y a un Ingeniero en Telecomunicaciones con maestría en Administración de Empresas de la universidad

Salesiana de Guayaquil con el fin de evaluar el comportamiento económico tecnológico de las Telecomunicaciones

3.5. Instrumentos para la recolección de datos

Los instrumentos para la recolección de datos que se han utilizado son la encuesta, misma que está orientada para los moradores del sector de Renacer de Dios y sus alrededores con el fin de evaluar sus condiciones económicas y la necesidad que tienen del acceso a internet.

Por otro lado, también se utilizó la entrevista a dos ingenieros en Telecomunicaciones uno con experiencia en el campo y otro con experiencia en el área gerencial y administrativa para recopilar información técnica y tecnológica acerca de la implementación de una red inalámbrica Wi-fi en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores.

3.5.1. Cuestionario para la encuesta

1. ¿Estaría de acuerdo en tener el acceso a internet a través de una red inalámbrica Wi-Fi?

- a) Desacuerdo totalmente
- b) Desacuerdo un poco
- c) Neutro
- d) De acuerdo
- e) Completamente de acuerdo

2. ¿Cuántas horas usaría el servicio durante el día?

- a) De 0 a 2 horas
- b) De 2 a 4 horas
- c) De 4 a 8 horas
- d) De 8 a 10 horas
- e) Más de 10 horas

3. ¿Cuál de las siguientes categorías es la principal razón por la que desearía el acceso a internet?

- a) Educativa
- b) Informativa
- c) Entretenimiento (Streaming, redes sociales, etc.)

4. ¿En qué horario usaría mayormente el servicio de internet?

- a) Por la mañana
- b) Por la tarde
- c) Por la noche

5. ¿Cuántos dispositivos electrónicos que tienen la opción de conectarse a una red wifi hay en su hogar?

- a) De 0 a 3 dispositivos
- b) De 3 a 6 dispositivos
- c) De 6 a 9 dispositivos
- d) Más de 9 dispositivos
- e)

6. ¿Qué valor cree usted que pueda cancelar por el servicio de acceso a internet?

- a) \$25
- b) \$30
- c) \$35
- d) \$40

3.5.2. Resultado y análisis de la encuesta

1. ¿Estaría de acuerdo en tener el acceso a internet a través de una red inalámbrica Wi-Fi?

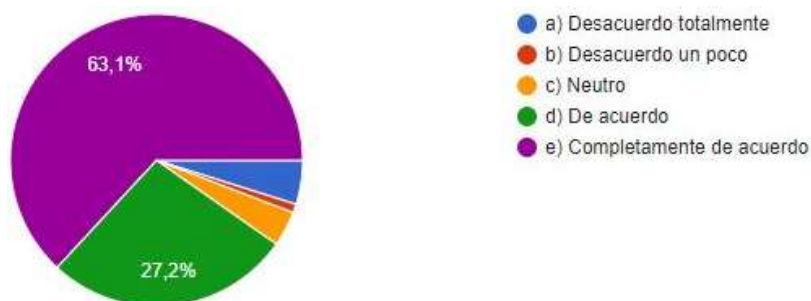


Figura 39. Aceptación de una red inalámbrica Wi-Fi para el uso doméstico de los moradores de Renacer de Dios y sus alrededores. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Se puede observar que el 63.1% de los moradores del sector están completamente de acuerdo en que se implemente una red inalámbrica Wi-Fi en sus hogares y el 27 % se encuentra de acuerdo por lo que se las considera una respuesta de aceptación positiva a tener el acceso a internet a través de una red inalámbrica Wi-Fi. Por otro lado, el 4,9% de los moradores están en desacuerdo total a obtener el acceso a internet por una red inalámbrica Wi-Fi, el 1% se encuentra en desacuerdo un poco mientras que el 3,9% tiene un pensamiento neutro, es decir, no se encuentra ni de acuerdo o en desacuerdo.

Como resultado, se comprende que la mayor cantidad de los moradores de renacer de Dios y sus alrededores se encuentran de acuerdo en obtener el acceso a internet por medio de una red inalámbrica Wi-Fi.

2. ¿Cuántas horas usaría el servicio durante el día?

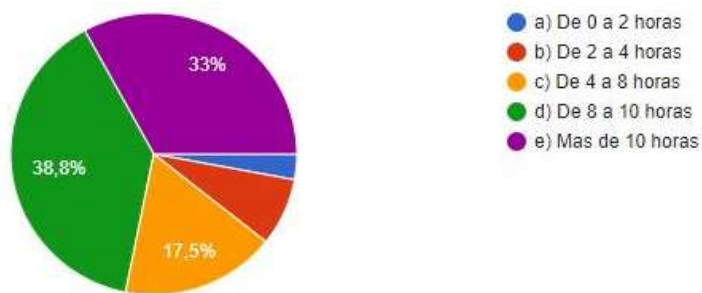


Figura 40. .Promedio de horas que navegan en internet con frecuencia los usuarios de Renacer de Dios y sus alrededores. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

A primera vista se logra observar que el 38,8 % de los moradores del sector usan un promedio de 8 a 10 horas al día el servicio de internet, el 33 % usan el servicio de internet por más de 10 horas al día, el 17.5% usan el internet en un promedio de 4 a 8 hora, el 7.8% de usuarios usan el internet entre 2 a 4 horas al día y el 2.9% de moradores usan el internet por no más de 2 horas.

Todo indica a que los moradores del sector de Renacer de Dios y sus alrededores en su mayoría usan el servicio de internet de 8 a 10 horas y en ocasiones tienden a usar el servicio por más de 10 horas al día.

3. ¿Cuál de las siguientes categorías sería la principal razón por la que desearía el acceso a internet?

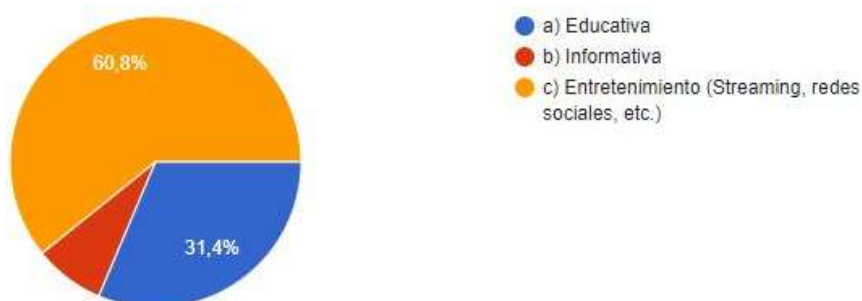


Figura 41. Categoría más utilizada en internet al momento de navegar en la red de los moradores del sector. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

El gráfico estadístico muestra al 60.8% el cual desea el servicio de internet para el uso del entretenimiento, el 31.4% de los usuarios lo requiere para el uso académico y el 7.8 % de usuarios lo usaran para obtener información de la Web.

Se puede intuir que el uso principal del servicio de internet será orientado al entretenimiento, mismo que puede ser de uso Streaming, redes sociales, video juegos, etc.

4. ¿En qué horario usaría mayormente el servicio de internet?

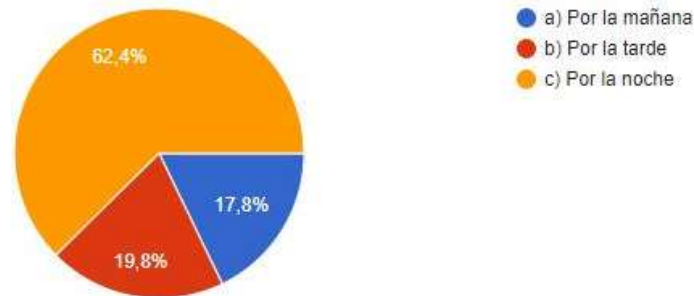


Figura 42. Horario del día en el que los usuarios de Renacer de Dios y sus alrededores transitan más en la web. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Se puede observar que el 62.4% usará el servicio de internet por la noche, el 19.8% de los usuarios usaría el servicio durante la tarde y el 17.8% usaría el servicio de internet por la mañana.

Se entiende que el mayor tiempo libre de los moradores del sector de Renacer de Dios es por la noche, por lo que muchos de ellos realizan labores por la mañana y por la tarde. Todo indica a que el mayor tráfico de datos será por la noche.

5. ¿Cuántos dispositivos electrónicos que tienen la opción de conectarse a una red wifi hay en su hogar?

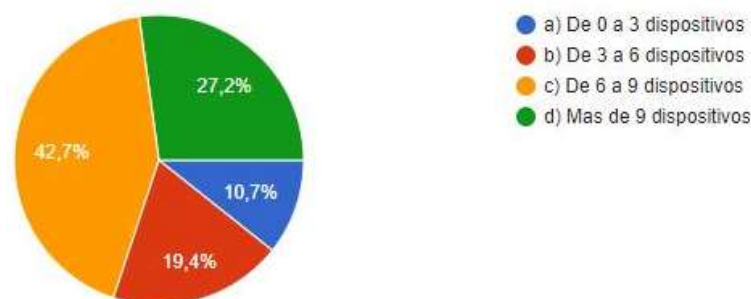


Figura 43. Cantidad de dispositivos promedio que usarían el servicio de internet en los hogares de Renacer de Dios y sus alrededores. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

El gráfico de pastel estadístico muestra que el 42.7% de los encuestados tienen en sus hogares de 6 a 9 dispositivos electrónicos con capacidad de conectarse al Wi-Fi, el 27.2% de los encuestados disponen de más de 9 dispositivos con conexión a internet, el 19.4% de los encuestados solo disponen de 3 a 6 dispositivos con conexión a la red en sus hogares y el 10.7% solo tienen un máximo de 3 dispositivos electrónicos con la opción de conectarse a una red Wi-Fi.

Se puede evidenciar que los hogares en el sector de Renacer de Dios disponen en su mayoría de 6 a 9 dispositivos electrónicos con conexión a una red inalámbrica y en ocasiones superan los 9 dispositivos por hogar, esto refleja que el ancho de banda que necesitaran los moradores del sector debe ser suficiente para cubrir la navegación de todos los dispositivos que dispongan cada uno de ellos.

6. ¿Qué valor cree usted que pueda cancelar por el servicio de acceso a internet?

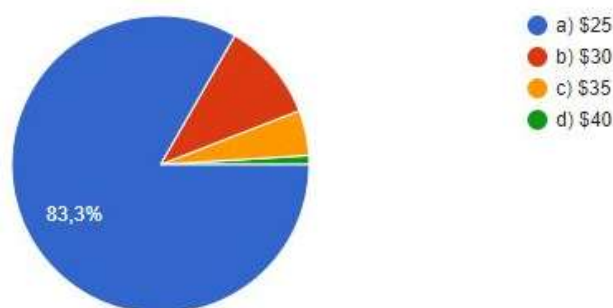


Figura 44. Valor económico que los moradores del sector pueden cancelar por un servicio de internet. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Se puede identificar claramente que el 83.3% de los moradores del sector de Renacer y sus alrededores pueden cancelar el valor de \$25, sin embargo existe un pequeño grupo que tiene la facilidad económica de cancelar un poco más por el servicio de acceso a internet, como el 10.7% de moradores que pueden cancelar hasta \$30 por el servicio, el 4.9% de los moradores pueden cancelar hasta \$35 por el servicio y el 1% de los moradores tiene la facultad económica de cancelar hasta \$40 por el servicio de acceso a internet.

Es evidente que los moradores del sector en su mayoría tienen apenas la facultad económica de cancelar el total de \$25 por el servicio, lo cual indica que los recursos a invertir en la implementación de la red inalámbrica deberían basarse en un valor de \$25 por cliente como presupuesto sin considerar la poca capacidad de los demás moradores que pueden cancelar un poco más.

3.6. Cuestionario para la entrevista 1 (Preguntas para el área de campo)

- 1) ¿Conoce usted los radio enlaces? ¿Cómo podría definirlos?
- 2) ¿Ha realizado diseños de radioenlace? ¿Cuáles son los aspectos básicos a considerar?
- 3) ¿Considera usted que existen en la actualidad problemas de comunicación por la falta de cobertura? ¿Explique su respuesta?
- 4) ¿Cree usted que un radio enlace solucionaría el problema de comunicación en sectores urbanos marginales? ¿Explique su respuesta?
- 5) ¿Considera usted que un radio enlace es la mejor opción a diferencia de otros medios para establecer una comunicación a largas distancias?
- 6) ¿En base a su experiencia, qué equipos considera los adecuados para realizar un radio enlace?
- 7) ¿Qué tipo de enrutadores utilizaría para implementación de un radio enlace? ¿Explique su respuesta?
- 8) ¿Qué características principales se consideran al momento de diseñar un radio enlace?
- 9) ¿En base a su criterio, como calcularía el ancho de banda de un sector con un radio de 500m?
- 10) ¿Qué se necesitaría para que un proyecto de radio enlace tenga escalabilidad?

3.6.1. Respuestas de la entrevista 1

1) ¿Conoce usted los radio enlaces? ¿Cómo podría definirlos?

Claro, toda mi vida laboral he trabajado con radio enlaces, yo considero que los radio enlaces son un método inalámbrico de conectar dos puntos, A y B, para que pueda existir el intercambio de datos, por ejemplo hoy en día todo se mueve conforme a la comunicación, la educación, el mercado laboral, las culturas o las costumbres todos necesitan una forma de comunicarse y es ahí donde los radio enlaces pueden servir de mucho.

2) ¿Ha realizado diseños de radioenlace? ¿Cuáles son los aspectos básicos a considerar?

Claro, he realizado varios diseños de radio enlaces. Yo considero que los aspectos básicos se desea realizar un radio enlace es buscar un lugar ideal donde colocar la torre o la antena que se va a utilizar, luego de ello es necesario verificar si la vista que tendrá el radio enlace se encuentra despejada, de ser así ya solo necesitas considerar aspectos técnicos que puedes

revisar en las características de los equipos y elegir el más conveniente en cuanto a la situación que desee resolver.

3) ¿Considera usted que existen en la actualidad problemas de comunicación por la falta de cobertura? ¿Explique su respuesta?

Si, la cobertura siempre será el detonante de la falta de comunicación y es que la forma irregular del planeta no permite interconectar ciertos sectores, como aquellos que tienen mucha vegetación o son de superficie montañosa y es por esa razón que las compañías celulares tienden a tener problemas de cobertura ya que ellos se manejan con un diseño de panal y deben de colocar las repetidoras en el centro del hexágono y por las superficies irregulares no se pueden completar toda el área de comunicación y eso incita a alterar el diseño original solo para cubrir sectores que no poseen la cobertura.

4) ¿Cree usted que un radio enlace solucionaría el problema de comunicación en sectores urbanos marginales? ¿Explique su respuesta?

Yo pensaría que sí, ya que la principal razón por la que los ISP no desean ingresar a sectores marginales es porque no pueden visualizar un mercado en el sector, bien sea por recursos económicos de los residentes o porque el acceso al sector pueda generar mucha inversión.

5) ¿Considera usted que un radio enlace es la mejor opción a diferencia de otros medios para establecer una comunicación a largas distancias?

El radio enlace puede ser la mejor opción para amenorar costos ya que la Fibra óptica tiende a demandar mayor recurso económico para los ISP, pero eso no significa que el radio enlace será mejor que la fibra. Le explico una situación común, cuando se desea instalar un medio de comunicación ya sea por fibra o por antena siempre se tiende a realizar un enlace primario el cual generalmente es un enlace inalámbrico por medio de antena, luego de ello cuando se llega hasta el sector que se desea impartir el acceso a internet por medio de un convertidor de ethernet a fibra se pasa toda la comunicación a la tecnología de la fibra, pero el principio para conectar dos sectores a larga distancia generalmente es un radio enlace.

6) ¿En base a su experiencia, qué equipos considera los adecuados para realizar un radio enlace?

No podría definir que equipos son los adecuados para un radio enlace ya que la selección de las antenas será obligatoriamente sujeta a las necesidades que se desean cumplir y a los recursos que disponga el ISP, pero si podría sugerirte las marcas más comerciales y completas en cuanto al manejo y administración de un radio enlace. Las marcas son Ubiquiti, Mikrotik o TP- Link, aquellas son las marcas que más renombre tienen en el país.

**7) ¿Qué tipo de enrutadores utilizaría para implementación de un radio enlace?
¿Explique su respuesta?**

Para los enrutadores generalmente he trabajado con los Routerboard 2001, 3001 y 4001 de Mikrotik por la seguridad que brindan al momento de configurarlos. También son buena opción los enrutadores de TP-Link ya que se pueden configurar en las capas que se requiera.

8) ¿Qué características principales se consideran al momento de diseñar un radio enlace?

Para realizar un diseño de red, primero se debe tener en claro que problemática deseo solucionar, luego contar con tener el recurso económico y los permisos legales para implementar los diseños realizados, una vez definido ello se establece el punto donde se desea diseñar el radio enlace, evaluar las condiciones climáticas y los parámetros que necesito implementar.

9) ¿En base a su criterio, como calcularía el ancho de banda de un sector con un radio de 500m?

El ancho de banda es un concepto que depende del tráfico de datos que se desea impartir, si tomamos como referencia una radio de 500 metros debería primero evaluar la población a la que me estoy refiriendo, si son una comunidad que usan el servicio para plataformas de Streaming o lo usan como herramienta de trabajo etc. Conociendo ya la cantidad en promedio que consume el sector se procede a verificar el ancho de banda que pueda solventar aquel tráfico de datos.

10) ¿Qué se necesitaría para que un proyecto de radio enlace tenga escalabilidad?

La escalabilidad es un concepto que va de la mano con la solución del problema puesto que al momento de definir el proceso de un proyecto no se puede dejar establecido que solo satisfaga la necesidad presentada en aquel momento, es decir, debemos pensar en que

mañana la tecnología que usamos hoy será obsoleta y que necesitamos dejar canales que nos permitan crecer progresivamente. Por ejemplo, si se realiza el diseño de un enlace de microondas se necesita considerar que dentro de varios meses los contratos del sector podrían aumentar y se necesitará implementar repetidoras en varios sectores por lo que el recurso invertido necesita ser superior a la necesidad que se desea solucionar.

3.7. Cuestionario para la entrevista 2 (Preguntas para el área administrativa)

- 1) ¿Conoce usted los radio enlaces? ¿Cómo podría definirlos?
- 2) ¿Considera usted que existen en la actualidad problemas de comunicación por la falta de cobertura? ¿Explique su respuesta?
- 3) ¿Cree usted que un radio enlace solucionaría el problema de comunicación en sectores urbanos marginales? ¿Explique su respuesta?
- 4) ¿Considera usted que un radio enlace es la mejor opción a diferencia de otros medios para establecer una comunicación a largas distancias?
- 5) ¿Cómo selecciona el sector de la ciudad en el cual desea implementar un radio enlace?
- 6) ¿En base a su experiencia que proveedor de equipos de comunicación considera usted el más confiable y con los mejores precios del mercado?
- 7) ¿Cómo evalúa la eficiencia de un equipo de comunicación en relación a su calidad - precio?
- 8) ¿Qué proveedor de equipos de telecomunicaciones recomienda para adquirir antenas de radio enlace?
- 9) ¿según su experiencia cual sería la principal razón por la que los usuarios contratan un servicio de internet?
- 10) ¿Cuánto es el costo por el servicio de internet que usted considera que debería cancelar los moradores de un sector marginal como lo es Renacer de Dios y sus alrededores?

3.7.1. Respuestas de la entrevista 2

1) ¿Conoce usted los radio enlaces? ¿Cómo podría definirlos?

Si, generalmente funcionan como un sistema de nodos o conexiones de dos o más puntos que transmiten datos entre ellos como servicios de VoIP, internet o telefonía móvil.

2) ¿Considera usted que existen en la actualidad problemas de comunicación por la falta de cobertura? ¿Explique su respuesta?

Considero que siempre va a existir ese límite de comunicación en cuanto a cobertura ya que la única manera de solucionar aquel problema de comunicación es invirtiendo mucho dinero en repetidores inalámbricos, dispositivos PLC u otras opciones probablemente de uso complejo.

3) ¿Cree usted que un radio enlace solucionaría el problema de comunicación en sectores urbanos marginales? ¿Explique su respuesta?

Los radios enlaces pueden solucionar los problemas de comunicación de un sector marginal, sin embargo, recordemos la mejor tecnología en transferencia de datos es la fibra óptica, pero si lo que se pretende es solucionar un problema optimizando recursos si es factible cubrir los sectores marginales con radio enlaces.

4) ¿Considera usted que un radio enlace es la mejor opción a diferencia de otros medios para establecer una comunicación a largas distancias?

Siempre la mejor opción va a ser cable, pero todo depende de la geografía, espectro radioeléctrico, infraestructura, línea de vista, distancia para poder tomar la mejor opción analizando cada uno de los parámetros mencionados.

5) ¿Cómo selecciona el sector de la ciudad en el cual desea implementar un radio enlace? ¿Qué características consideraría?

Para ello debe existir la necesidad en el sector y que el espectro radioeléctrico está factible de trabajar.

6) ¿En base a su experiencia que proveedor de equipos de comunicación considera usted el más confiable y con los mejores precios del mercado?

La empresa tiene aproximadamente 10 años trabajando junto a ZC Mayoristas, y aun que han existido otros proveedores que momentáneamente mantienen precios más accesibles o económicos, la relación de trabajo que existe con ZC Mayoristas ha sido siempre preferencial por el crédito que brindan a sus clientes y los precios más bajos del mercado.

7) ¿Cómo evalúa la eficiencia de un equipo de comunicación en relación a su calidad - precio?

La eficiencia de un equipo de comunicación que sea estable, el precio lo pone en mercado y el avance de la tecnología.

8) ¿Qué proveedor de equipos de telecomunicaciones recomienda para adquirir antenas de radio enlace?

Sin dudarlo recomendaría a ZC Mayoristas ya que ellos tienen un sistema de garantías donde revisan los equipos aparentemente defectuosos y de percibir un daño en los equipos aplican el 100% de la garantía sobre el producto.

9) ¿según su experiencia cual sería la principal razón por la que los usuarios contratan un servicio de internet?

Dependiendo de los sectores, la clase baja en su mayoría busca precios, promociones y descuentos. La clase media para arriba en su mayoría busca un servicio que sirva, que si hay un problema exista un medio de comunicación ágil y directo y si el problema persiste haya una solución inmediata.

10) ¿Cuánto es el costo por el servicio de internet que usted considera que debería cancelar los moradores de un sector marginal como lo es Renacer de Dios y sus alrededores?

Un precio muy atractivo y accesible para ellos sería de \$20 o prepago, es decir, por días como si fuera un sistema de recargas.

3.8. Situación actual y requerimientos de una red inalámbrica

Renacer de Dios es un sector que se encuentra ubicado al noroeste de la ciudad de Guayaquil y forma parte de la parroquia Pascuales, sin embargo, es un sector moderadamente reconocido por ser una zona de invasiones domiciliarias.

Renacer de Dios fue nombrado así por sus moradores en el 2007, mismo año desde el cual han exigido ayuda al municipio de Guayaquil para lograr tener los servicios básicos, pero debido a los conflictos territoriales entre el municipio por implementar el proyecto

Miduvi y los moradores al evitar desalojar sus hogares que por mucho tiempo han construido no han recibido ayuda de parte de la municipalidad de Guayaquil. Como resultado de toda la controversia Renacer de Dios es un sector poco accesible ya que sus calles han sido destruidas por las condiciones climáticas al ser de arcilla y arenisca; como consecuencia el sector no ha sido un punto clave de comercio para muchas empresas ya que causarían severos daños y gastos en los recursos de cualquier compañía (Diario El Telégrafo, 2019).



Figura 45. Sector de Renacer de Dios, calles de arcilla y arenisca. Elaborado por: Autor.

Pues bien, habiendo ya mencionado el poco acceso al sector de Renacer de Dios aquel es solo uno de sus problemas, pues su situación actual va más allá del poco acceso vehicular al sector ya que el mismo ha causado que varios hogares se priven de ciertos servicios básicos, bien sean del agua potable, energía eléctrica o servicio de internet. Los moradores del sector en varias ocasiones han tenido la necesidad de reunir una colecta monetaria con el fin de comprar transformadores que puedan usar para el consumo de la energía eléctrica y aun así no es el caso de todos los moradores del sector.



Figura 46. Ciudad de Dios no todos lo hogares cuentan con alumbrado público. Elaborada por Google earth.

El acceso al servicio de Internet tampoco es uno de los servicios básico que los moradores del sector de renacer de Dios puedan gozar en su totalidad, pues existen dos factores primordiales que evitan que puedan tener el servicio, primero, que los moradores son personas que viven del salario del día a día, es decir, que no disfrutan de un sueldo fijo en la mayoría de los trabajadores, y como los precios de un servicio de internet normalmente son desde los \$30+IVA hasta los \$50+IVA en un internet doméstico, el factor económico se convierte en un obstáculo para adquirirlo, por otro lado el segundo punto que perjudica a la mayoría de los moradores, es que, las empresas que deseen brindar el servicio de internet lo harían por medio de la fibra óptica y el precio de instalación más el coste del servicio superaría en varias ocasiones las posibilidades de adquirirlo. Como resultado de ello posicionarse en un mercado como el sector de Renacer de Dios en muchas ocasiones aparenta ser poco probable ya que el precio de implementar un nodo o una central de servicio no sería favorable si no disponen de una cantidad de clientes que puedan solventar lo invertido y generar una ganancia respectiva.

3.9. Análisis de factibilidad

3.9.1. Análisis de factibilidad técnica

El presente proyecto evaluará la factibilidad técnica en base a los siguientes puntos a considerar:

- Ubicación y estructura del sector
- Equipos necesarios para el radio enlace
- Cobertura más eficiente
- Disponibilidad del Recurso
- Escalamiento
- Rendimiento de los equipos de comunicación

3.10. Análisis de la ubicación del sector

Renacer de Dios se encuentra a 10 minutos de “La Ladrillera”, frente al colegio replicas Simón Bolívar y 28 de mayo al noroeste de la ciudad de Guayaquil. El sector está ubicado sobre un terreno colinado, la vegetación que posee es muy escasa, por lo que la altura máxima de la misma no supera los 10m de altura y la temperatura de la zona al igual que en guayaquil se encuentra dentro del rango de 22° C hasta 34.2° C según el Instituto Nacional

de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Considerando los datos ya mencionados se evalúa que es factible diseñar un radio enlace en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores. Adicional, las edificaciones tienen una altura máxima de una sola planta, por lo que se aproxima una altura máxima de 3 metros.

Los radioenlaces son vulnerables a las variaciones climáticas como las altas y bajas temperaturas, fuertes lluvias, tormentas eléctricas, neblina, etc. Cuando se generan alguna de las condiciones climáticas ya mencionadas la señal Wi-Fi tiende a caer radicalmente y en ocasiones hasta puede llegar a perderse la señal; se necesitará realizar cálculos para la selección de equipos y así evitar la caída de la señal o la ralentización de la misma. (Lorenzo, 2020)

El diseño de la red se situará sobre la parte más alta de renacer de Dios para que sea posible brindar la cobertura a los moradores del sector y a los moradores de sus alrededores, adicional los equipos de comunicación a seleccionar deberán permitir en un futuro la implementación de repetidoras en otros sectores cercanos a Renacer de Dios con el fin de mejorar la eficiencia de la señal conforme los usuarios aumenten el consumo del internet.

3.11. Análisis para la selección de los equipos de comunicación

Antes de poder realizar la selección de los equipos de comunicación se necesita definir que parámetros deben de cumplir las antenas a utilizar. Los parámetros se eligen en base al uso de la banda ICM en las frecuencias de 5000 MHz a 6000 MHz, la tecnología tiene que mantenerse en el estándar de una red inalámbrica Wi-fi como la IEEE 802.11n, la potencia y ganancia deberán ser acorde a equipos robustos que puedan soportar las diferentes condiciones climáticas y puedan recorrer una distancia de más de 10 km sin afectar su eficiente funcionamiento.

Tabla 24. Parámetros para la selección de equipos de comunicación.

PARAMETROS DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIÓN (ENLACE PRINCIPAL)	
Tecnología	802.11 n/ac
Rango de Frecuencia	5000 – 6000 MHz
Potencia	≥ -75 dBm
Ganancia	≥ 20 dBi

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

En Ecuador existen muchos proveedores que comercializan varios tipos de equipos de comunicación, sin embargo, las marcas de equipos más comercializadas son: Mikrotik, TP-Link y Ubiquiti Networks.

Mikrotik: Empresa fundada por un grupo de desarrolladores en sistemas ISP y enrutadores en el año 1996. En la actualidad Mikrotik no solo se desarrolla en el área de software sino también en el apartado del hardware expandiéndose así en la implementación de las telecomunicaciones en zonas industriales a partir de 1997; más tarde en el 2002 se desarrolló un hardware con una de las marcas más comercializadas en la mayoría de los países del mundo. Su capacidad corporativa cuenta con 280 empleados ubicados en Riga, la capital de Letonia. (Mikrotik, 2018)

Dentro de sus equipos de comunicación los más adecuados para realizar el estudio de factibilidad son:

- Enlace principal:
 - LHG 5 ac
 - mANT30
- Conmutadores:
 - RB3011UiAS-RM
- Puntos de Acceso:
 - mANTBox 19s
- Antenas Locales (Clientes):
 - Antena Mikrotik SXT SA5

Ubiquiti Networks: Empresa estadounidense de Telecomunicaciones fundada en el año 2003 por el ingeniero y magister Robert Pera pero no fue hasta el año 2005 que Ubiquiti inició sus operaciones comercializando equipos de comunicación. En la actualidad Ubiquiti Networks ha sido un participante clave en la implementación de infraestructuras de red a más de 200 países alrededor del mundo, en el cual Ecuador no se queda atrás, puesto que la universidad del Azuay basó todo su diseño de telecomunicación con equipos Ubiquiti; poseen una plataforma propia llamada UNMS y UniFi en la cual todos sus equipos funcionan proporcionando internet de alta calidad. (Ubiquiti Networks, 2020)

Los equipos de comunicación seleccionados para el análisis de factibilidad son:

- Enlace principal:
 - Ubiquiti airFiber 5XHD, AF-5G30-S45
 - ROCKET M5, 5GHZ 30DBI
- Puntos de Acceso:
 - Ubiquiti NanoStation M5
- Antenas Locales externos:
 - Ubiquiti NanoBeam M5 All-in-One Design
 - LiteBeam M5, 23dBi
- Equipos locales internos:
 - Ubiquiti Amplifi Mesh Wifi System

Tp-Link: La empresa reconocida por la firma de analistas IDC como la compañía proveedora número 1 de productos con tecnología Wi-Fi fue fundada en el año 1996. En la actualidad Tp-Link provee a nivel global dispositivos y accesorios de redes en todo aspecto de la vida cotidiana, ha logrado alcanzar a más de 170 países que utilizan sus productos. (TP-Link, 2018)

A continuación, se detallan los equipos de comunicación que podrían ser hábiles para el diseño de la red:

- Conmutadores:
 - TL- SL 2218 WEB
 - TL-SG3216
- Equipos locales internos:
 - Router Wi-Fi de doble banda AC1200
 - Router Wi-Fi de doble banda AC750
 - Router Inalámbrico N 300Mbps TL-WR840N

3.12. Características de los equipos

Las características de los equipos serán evaluadas por áreas, las cuales serán definidas por: enlace principal, equipos de comunicación del enlace principal, puntos de acceso, antenas locales y equipos locales internos.

Tabla 25. Características de las antenas de radio enlace para el enlace principal.

CARACTERISTICAS DE LAS ANTENAS EN EL ENLACE PRINCIPAL

Característica	Mikrotik		Ubiquiti Networks	
	LHG XL 5AC	mANT30	airFiber Dish AF-5G30-S45	Rocket Dish 5GHZ 30Dbi

Rango de Frecuencia	5150 – 5875 MHz	4700 – 5875 MHz	4800 - 6200 MHz	5150 – 5875 MHz
Potencia	28 dBm	27 dBm	29 dBm	27 dBm
Ganancia	27 dBi	30 dBi	30 dBi	30 dBi
Estándar	802.11a/n/ac	802.11 a/n	802.11 a/n/ac	802.11 a/n
Polarización	Doble Línea	Doble Línea	Doble línea	Doble línea
Temperatura	-40°C a 70°	-50°C a 80°C	-30°C a 75°C	-30°C a 75°C

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

A través del cuadro comparativo se puede evaluar que las antenas de comunicación preseleccionadas tienen características similares como que todos pueden trabajar en la frecuencia requerida para el presente proyecto de titulación, todas cumplen con el estándar de comunicación inalámbrica Wi-fi IEEE 802.11, todos trabajan en doble línea de polarización o con tecnología MIMO y pueden trabajar sin inconvenientes con las temperaturas generalmente mantiene nuestra ciudad de Guayaquil.

Sin embargo, considerando que la ganancia en todas las antenas es similar se mantendrá una preferencia por quien mantenga una mayor potencia debido a que la distancia en línea recta que se recorre desde Cerro Azul hasta Renacer de Dios es de 10.2 Km.

Tabla 26. Características de los equipos de comunicación para el enlace principal.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIÓN EN EL ENLACE PRINCIPAL			
Característica	MIKROTIK	TP - LINK	
	RB3011UiAS-RM	TL- SL 2218WEB	TL-SG3216
Dimensiones	443 x 92 x 44 mm	440 x 44 x 180	440x220x44 mm
RAM	1 GB	128 RAM	32 GB
Sistema Operativo	Router OS	TP - Link	TP - Link
Almacenamiento	128 MB	16 MB	16 MB
Frecuencia Nominal CPU	1.4 GHz	600 MHz	1.4 GHz

Puertos	10 puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps	16 puertos Ethernet 10/100 Mbps	16 puertos RJ45 10/100/1000 Mbps
Temperatura	-20°C a 70°C	-40°C a 70°C	-40°C a 70°C

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Se puede evidenciar que el switch de Mikrotik supera en capacidades al switch de TP-Link, manteniendo la mayor cantidad de RAM y del almacenamiento, sin embargo el TL-SG3216 es una opción apta para gestionar los puntos de acceso por medio de sus puertos de hasta 1 Gigabit al igual que los mantiene el Mikrotik RB3011UiAS-RM, por otra parte, TL-SG3216 muestra mejores opciones para la escalabilidad en un proyecto futuro, puesto que con 16 puertos 10/100/1000 Mbps se pueden implementar varias repetidoras hacia otros sectores lejanos como por ejemplo el sector de la cooperativa Ciudad de Dios que se encuentra a 1.2 Km de donde se ubicará la torre para el nodo de Renacer de Dios.

Tabla 27. Características de los equipos en los puntos de acceso.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS EN LOS PUNTOS DE ACCESO		
Característica	Mikrotik mANTBox 15s	Ubiquiti Networks NanoStation M5
Rango de Frecuencia	5170 - 5825 MHz	5170 – 5875 MHz
Potencia	27 dBm	27 dBm
Ganancia	15 dBi	16 dBi
Estándar	802.11 n/ac	802.11 n
Multipuntos	25	30
Polarización	Doble Línea	Doble Línea
Temperatura	-40°C a 70°C	-30°C a 75°C

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Se conoce como un punto de acceso a la antena que se encuentra situada en la torre del enlace principal misma a la que se enlazarán los clientes de una determinada zona. Las características principales para un punto de acceso son la ganancia y la directividad que tenga dicho punto ya que así se determinara la cobertura de dicho punto de acceso.

El cuadro comparativo muestra que el NanoStation M5 mantiene una mayor ganancia lo cual brindará una mejor cobertura en la zona y adicional a ello puede trabajar hasta con 30 multipuntos en condiciones ideales. Fuera de las características ya mencionadas el rango de frecuencia, la potencia, el estándar, la polarización y la temperatura son similares en ambas antenas.

Tabla 28. Características de las antenas locales.

CARACTERISTICAS DE LAS ANTENAS LOCALES			
Característica	Mikrotik	Ubiquiti Networks	
	SXT SA5	LiteBeam 23 M5	NanoBeam M5
Rango de Frecuencia	5150 – 5875 MHz	5150 - 5875 MHz	5170 - 5875 MHz
Potencia	26 dBm	25 dBm	26 dBm
Ganancia	14 dBi	23 dBi	16 dBi
Estándar	802.11 n	802.11 a/n	802.11 a/n
Polarización	Doble Línea	Una Línea	Doble Línea
Temperatura	-30°C a 70°C	-40° C a 70° C	-40° C a 70° C

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

La característica principal que debemos resaltar en el presente cuadro comparativo es la potencia, ya que las antenas locales serán las que estarán instaladas en las viviendas de los moradores de Renacer de Dios y sus alrededores por lo que la antena de Ubiquiti NanoBeam M5 y la antena de Mikrotik SXT SA5 serán una buena opción al momento de seleccionarl

Tabla 29. Características de los equipos de comunicación internos.

CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACION INTERNOS				
Característica	UBIQUITI		TP - LINK	
	Amplifi Mesh Wifi	TL -WR840N	Archer C20 AC 750	Archer C50 AC 1200
Velocidad	5 GHz: 1300 Mbps	300Mbps	5 GHz: 433 Mbps	5 GHz: 867 Mbps
	2.4 GHz: 450 Mbps		2.4 GHz: 300 Mbps	2.4 GHz: 300 Mbps

Frecuencia	Banda 2.4 GHz y 5 GHz	Banda 2.4 GHz	Banda 2.4 GHz y 5 GHz	Banda 2.4 GHz y 5 GHz
Procesador	CPU de 2 núcleos	CPU de 1 núcleo	Single-Core CPU	Single-Core CPU
Estándar	IEEE 802.11ac	IEEE 802.11n/b/g	IEEE 802.11ac/n/a	IEEE 802.11ac/n/a
Puertos	1 puerto WAN de 10/100/1000 Mbps 4 puertos LAN de 10/100 Mbps	1 puerto WAN de 10/100 Mbps 4 puertos LAN de 10/100 Mbps	1× 10/100 Mbps WAN Port 4× 10/100 Mbps LAN Ports	1× 10/100 Mbps WAN Port 4× 10/100 Mbps LAN Ports
Temperatura	-10° C ~ 55° C	0 °C ~ 40 °C	0 °C ~ 40 °C	0 °C ~ 40 °C

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Lo que se busca al momento de seleccionar una router inalámbrico es que pueda suplir las necesidades de los clientes como tener buena velocidad de navegación, que integren las dos bandas, 2.4 GHz y 5GHz e incluir puertos LAN de transmisión de datos de un mínimo de 100 Mbps.

El cuadro comparativo muestra que la mejor opción en cuanto a las característica ya mencionadas es Amplifi Mesh Wifi de Ubiquiti, sin embargo es necesario primer considerar que las residencias de los moradores del sector de Renacer de Dios y sus alrededores no son de más de una planta y las dimensionas son de aproximadamente 5 m^2 el terreno, las separaciones de la vivienda en su mayoría son de caña por lo que no se las considera un obstáculo considerable al momento e la reducción de señal por distancia. Por lo que se podría decir a primera instancia que cualquiera de los routers preseleccionados podrían trabajar sin problemas en sus viviendas, sin embargo, el TL -WR840N no ayudaría a tener escalabilidad ya que no cuenta con doble banda de frecuencia.

3.13. Análisis de factibilidad económica.

Según Helmut Corvo (2019), “La factibilidad económica es el análisis de los costos e ingresos de un proyecto en un esfuerzo por determinar si resulta o no lógico y posible poder completarlo.”

La factibilidad económica del presente proyecto de titulación será evaluada a través de la comparación los costos que circulan a nivel nacional de las marcas ya mencionadas en el análisis anterior. Previo a indicar el valor del equipo de comunicación se realizó una investigación exhaustiva verificando los distintos precios que se muestran en las páginas online válidas para la venta de dichos equipos como: www.aire.com.ec, www.sincables.com.ec, etc.; y en varios proveedores autorizados por las fábricas de Mikrotik, Ubiquiti Networks y TP-Link en la venta de equipos de telecomunicaciones en la ciudad de Guayaquil como, por ejemplo: ALTALA S.A., ZC Mayoristas, INCOME, etc.

Los costos totales definidos de los equipos de comunicación según la categoría definida por las partes de un radio enlace son:

Tabla 30. Costo general según las marcas más comerciales.

	COSTO TOTAL POR MARCAS		
	MICROTIK	UBIQUITI NETWOTKS	TP - LINK
Enlace principal	\$ 237.35	\$ 269.9	-
Equipos de Comunicación del enlace principal	\$ 309	-	\$ 295
Puntos de acceso	\$ 159.95	\$ 146.99	-
Antenas locales	\$ 117	\$ 160	-
Equipos locales internos	-	\$ 150	\$65. 79

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

A continuación, se detalla el valor obtenido por las categorías definidas por las partes de un enlace de comunicación:

Tabla 31. Costo de las antenas para el enlace principal (Cerro Azul - Renacer).**ENLACE PRINCIPAL**

ANTENA	MICROTIK	UBIQUITI NETWORKS
AirFiber 5XHD, AF-5G30-S45	-	\$139.95
ROCKET M5, 5GHZ 30DBI	-	\$ 210
mANT30	\$ 237.35	-
LHG 5 ac	\$ 219.95	-
TOTAL	\$ 457.30	\$ 499.95

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

El presente cuadro comparativo muestra que las antenas de la marca de Ubiquiti y Mikrotik mantienen precios comerciales muy cercanos en cuanto a la antena AirFiber 5XHD, AF-5G23-S45, mANT30, ROCKET M5, 5GHZ 30DBI y LHG 5 ac. La mejor opción quedaría a disposición de sus diferencias técnicas.

Tabla 32. Costo de los equipos de comunicación para el enlace principal.**EQUIPOS DE COMUNICACIÓN DEL ENLACE PRINCIPAL**

CONMUTADOR	MICROTIK	TP - LINK
RB3011UiAS-RM	\$ 309	-
TL- SL 2218 WEB	-	\$ 116
TL-SG3216	-	\$ 179
TOTAL	\$ 309	\$ 295

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Se puede evaluar que existe una diferencia considerable entre los equipos de TP-Link y Mikrotik, sin embargo, un precio accesible o económico no define que sea el equipo factible para la red inalámbrica, pero si son un punto fundamental al momento de la toma de decisiones.

Tabla 33. Costo de las antenas de los Puntos de Acceso en Renacer de Dios.

PUNTOS DE ACCESO		
ANTENA	MICROTIK	UBIQUITI NETWORKS
mANTBox 15s	\$ 159.95	-
NanoStation M5	-	\$ 146.99
TOTAL	\$ 159.95	\$ 146.99

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

No se logra apreciar gran diferencia al momento de verificar el precio de los equipos de Mikrotik y Ubiquiti Networks si lo analizamos de forma unitaria, pero al conocer que los equipos funcionarán como puntos de acceso la necesidad de adquisición será aproximadamente de más de 3 unidades, por lo que cuantos más equipos se deseen adquirir, mayor será el recurso económico que se podría reservar de ser invertido, tomando la correcta decisión.

Tabla 34. Costo de las antenas en los domicilios de los clientes.

ANTENAS LOCALES		
ANTENA	MICROTIK	UBIQUITI NETWORKS
SXT SA5	\$ 117	-
LiteBeam 23 M5	-	\$ 50
NanoBeam 16 M5	-	\$ 110
TOTAL	\$ 117	\$ 160

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Las antenas locales serán aquellos equipos que se comprarán de acuerdo al número de clientes que adquieran el servicio de acceso a internet, por lo que si es necesario seleccionar el equipo que tenga mayor beneficio económico y la antena LiteBeam 23 M5 aparenta ser la opción más rentable.

Tabla 35. Costo de los routers Wi-Fi dentro del domicilio del cliente.

EQUIPOS LOCALES INTERNOS		
ANTENA	UBIQUITI NETWORKS	TP - LINK
Amplifi Mesh Wifi	\$ 150	-
TL -WR840N	-	\$ 16.99
Archer C20 AC 750	-	\$ 23
Archer C50 AC 1200		\$ 25.80
TOTAL	\$ 150	\$65. 79

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Igual que las antenas locales los equipos internos dependerán de la cantidad de clientes que adquieran el servicio de internet sin embargo se puede apreciar notablemente que los mejores precios los mantiene TP-Link, por lo que puede ser la opción correcta al momento de seleccionar los equipos.

3.14. Selección de los equipos de comunicación

En base a las características técnicas y el precio de cada equipo se evaluó la relación calidad/precio y se consideraron los siguientes equipos para el diseño de la red inalámbrica Wi-Fi:

- Enlace principal:
 - Ubiquiti airFiber 5XHD, AF-5G30-S45 (Base)
 - ROCKET M5, 5GHZ 30DBI (Back-up)
- Conmutadores:
 - TL-SG3216
- Puntos de Acceso:
 - Ubiquiti NanoStation M5
- Antenas Locales externos:
 - Ubiquiti NanoBeam M5
- Equipos locales internos:
 - Router TP-Link de doble banda AC750

3.16. Presupuesto

El presupuesto será evaluado con forme a la información tomada de las encuestas, donde se indica en la primera pregunta si “¿Estaría de acuerdo en tener el acceso a internet a través

de una red inalámbrica Wi-Fi?” donde el 63.2% de los encuestados están totalmente de acuerdo en la implementación de una red inalámbrica Wi-Fi junto al 27.2% quienes solo están de acuerdo, lo que nos lleva a identificar 307 respuestas positivas de 340 encuestados.

Adicional tomamos como dato fundamental las respuestas obtenidas en sexta pregunta, “¿Qué valor cree usted que pueda cancelar por el servicio de acceso a internet?”, donde el 83.3% de respuestas equivalentes a 283 encuestados responden que podrían cancelar el valor mínimo de \$25 por el servicio de internet, por lo tanto la diferencia de 57 encuestados indican que podrían cancelar más de \$25. Como resultado se comprueba que todos los encuestados con respuesta positiva podrán cancelar \$25 como valor del servicio de internet. Adicional para el costo de instalación se les brindará la facilidad de diferirlo a un año por lo cual cancelarían un total de \$30 durante un año.

Conociendo ya la información previa, se determina que el valor total recaudado cada mes se lo calcula de la siguiente forma:

$$\text{Valor Mensual recaudado} = 307 \text{ respuestas positivas} * (\$25 + \$5)$$

$$\text{Valor mensual recaudado} = \$9.210 \text{ dolares}$$

El total de \$9.210 será recaudado durante un plazo de 12 meses, luego de ello el valor total mensual recaudado será de \$ 7.675 ya que los clientes habrán terminado de cancelar el precio de instalación.

Tabla 36. Presupuesto estimado.

Equipo de comunicación	Precio unitario	Cantidad	Total
AirFiber 5XHD, AF-5G30-S45	\$ 239,95	2	\$ 479,90
ROCKET M5, 5GHZ 30DBI	\$ 210	2	\$ 420
TL-SG3216	\$ 179	1	\$ 179
NanoStation M5	\$ 149,99	6	\$ 899,94
Ubiquiti LiteBeam23 M5	\$ 50	307	\$ 15.350

Router TP-Link de doble banda AC750	\$ 20,70	307	\$ 6.357,90
Torre e instalación	\$ 65	24	\$1536
Total			\$ 24.766,84

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

3.16. Diseño de red

3.16.1. Usuarios

Para definir el número de usuarios aproximados a obtener el acceso a internet se toma en consideración las 307 viviendas encuestadas con respuesta positiva a la implementación de la red inalámbrica y se multiplica por la cantidad de integrantes familiares que tiene una familia actual promedio.

$$\text{usuarios} = \text{viviendas encuestadas} * \text{integrantes de la familia}$$

$$\text{usuarios} = 307 * 4$$

$$1228 \text{ usuarios}$$

3.16.2. Estimación de velocidades de Internet

Para definir el ancho de banda aproximado que los usuarios utilizaran en las páginas o aplicaciones tomamos como referencia la respuesta a la pregunta 3 de la encuesta, “¿Cuál de las siguientes categorías sería la principal razón por la que desearía el acceso a internet?” donde el 60.2% de los encuestados equivalentes a 206 viviendas encuestadas indican que usarían el servicio de internet para la categoría de entretenimiento haciendo referencia a plataformas de Streaming, redes sociales, páginas web, etc.

Según la ARCOTEL (2021) la siguiente tabla mostrará el ancho de banda consumido por aplicaciones de entretenimiento.

Tabla 37. Consumo de ancho de banda por aplicaciones.

APP DE ENTRETENIMIENTO	ANCHO DE BANDA
Plataformas VOD	4 Mbps

YouTube	2 Mbps
Redes Sociales	2 Mbps
Navegación Web	1 Mbps
TOTAL	9 Mbps

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

3.16.3. Determinar parámetros del enlace

Para un correcto radio enlace es primordial definir los siguientes puntos antes del diseño de la red:

- Determinar si existe Línea de Vista.
- Encontrar la pérdida del espacio libre.
- Calcular el margen de desvanecimiento.
- Calcular la Ganancia.
- Definir el diámetro de la antena.
- Calcular el nivel de recepción de la señal.
- Calcular la distancia de la zona de Fresnel.

Obteniendo los resultados teóricos ya mencionados se podrá diseñar y simular el enlace punto a punto y punto multipunto, sin embargo, es necesario antes de realizar los cálculos definir el perfil de elevación del suelo entre Cerro Azul y Renacer de Dios, la temperatura promedio que se encuentra en la zona y conocer si existe vegetación en crecimiento en ambos lugares.



Figura 47. Perfil de elevación del suelo en el enlace principal (PtP). Elaborado Google earth.

3.16.4. Verificación de puntos de vista

- **Cálculo del enlace de cerro azul a renacer de dios (enlace principal)**

Se calculará la altura adecuada de la torre para realizar el análisis entre las antenas de recepción y de transmisión, evitando así que existan obstrucciones en la línea de vista. El proceso se lo realizará con el cálculo de la propagación de onda ininterrumpida de las frecuencias de radio.

Datos iniciales:

- **$d = 10.4 \text{ Km}$**
- **$h_t = 24 \text{ m}$**
- **$h_r = ?$**

Formula:

$$d = 3.572 (\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r})$$

Reemplazar valores:

$$10.4 = 3.572 (\sqrt{24} + \sqrt{h_r})$$

Despejar h_r :

$$\left(\frac{10.4}{3.572} - \sqrt{24}\right)^2 = h_r$$

$$h_r = 3.95 \text{ m}$$

Dentro del mercado las torres para radio enlaces se comercializan en múltiplos de 3 metros, por lo que la altura de la torre de recepción deberá ser $\geq 6 \text{ m}$.

3.16.5. Pérdidas en el espacio libre

- **Cálculo del enlace de cerro azul a renacer de dios (enlace principal)**

Generalmente la pérdida del espacio libre es causada por la propagación de la señal cuando presenta una alta atenuación. Se calcula de la siguiente forma:

Datos iniciales:

- **$d = 10.4 \text{ Km}$**
- **$F_{\text{máxima}} = 6200 \text{ MHz}$**

Formula:

$$P_D = 32.4 + 20 \log_{10} F(\text{MHz}) + 20 \log_{10} D(\text{Km})$$

Reemplaza valores:

$$P_D = 32.4 + 20 \log_{10}(6200) + 20 \log_{10}(10.4)$$

$$P_D = 128.59 \text{ dBm}$$

- **Cálculo del enlace en Renacer de Dios (enlace de puntos de acceso)**

Datos iniciales:

- $d = 0.9 \text{ Km}$
- $F_{\text{máxima}} = 5875 \text{ MHz}$

Formula:

$$P_D = 32.4 + 20 \log_{10} F(\text{MHz}) + 20 \log_{10} D(\text{Km})$$

Reemplazar valores:

$$P_D = 32.4 + 20 \log_{10}(5875) + 20 \log_{10}(0.9)$$

$$P_D = 106.87 \text{ dBm}$$

3.16.6. Margen de desvanecimiento

Para evaluar cuál es el margen de desvanecimiento se utilizará la tabla de distribución probabilística de Rayleigh con un margen de desvanecimiento del 99,99%.

Tabla 38. Distribución Rayleigh por Tiempo de Disponibilidad.

Indisponibilidad anual	Disponibilidad	Margen de
horas	(1 Salto)	desvanecimiento
879	90 %	8 dB
87,6	99%	18 dB
8,8	99,9%	28 dB
0,8	99,99%	38 dB
0,08	99,999%	48 dB

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

3.16.7. Ganancia

- **Cálculo del enlace de cerro azul a renacer de dios (enlace principal)**

Formula:

$$G = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2, \text{ donde:}$$

- $G = \text{ganancia}$
- $\eta = \text{Nivel de eficiencia} \equiv 0.65$
- $D = \text{Diametro}$

$$\text{Calculando, } \lambda = \frac{c}{F_{\min}} = \frac{3 \times 10^8}{4800 \times 10^6}$$

$$\lambda = 0.063 \text{ m}$$

$G = 30 \text{ dBi}$, en relación a la potencia

$$G = 10^{\frac{30}{10}} = 1000$$

- Cálculo del enlace en Renacer de Dios (enlace de puntos de acceso)

Formula:

$$G = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2, \text{ donde:}$$

- $G = \text{ganancia}$
- $\eta = \text{Nivel de eficiencia} \equiv 0.65$
- $D = \text{Diametro}$

$$\text{Calculando, } \lambda = \frac{c}{F_{\min}} = \frac{3 \times 10^8}{5170 \times 10^6}$$

$$\lambda = 0.058 \text{ m}$$

$G = 16 \text{ dBi}$, en relación a la potencia

$$G = 10^{\frac{16}{10}} = 39.81$$

3.16.8. Diámetro de la antena

- Cálculo del enlace de cerro azul a renacer de dios (enlace principal)

Fórmula:

$$D = \frac{\sqrt{\frac{G}{\eta}} \times \lambda}{\pi}$$

Reemplazar valores:

$$D = \frac{\sqrt{\frac{1000}{0.65}} \times 0.063}{\pi}$$

$$D = 0.79 \text{ m} \equiv 79 \text{ cm}$$

- Cálculo del enlace en Renacer de Dios (enlace de puntos de acceso)

Fórmula:

$$D = \frac{\sqrt{\frac{G}{\eta}} \times \lambda}{\pi}$$

Reemplazar valores:

$$D = \frac{\sqrt{\frac{39.81}{0.65}} \times 0.058}{\pi}$$

$$D = 0.14 \text{ m} \equiv 14 \text{ cm}$$

3.16.9. Umbral de recepción

Para obtener el mayor ancho de banda es necesario verificar en que modulación se trabajará y para ello se determinará la potencia de recepción con el siguiente proceso:

- **Cálculo del enlace de cerro azul a renacer de dios (enlace principal)**

Formula:

$$P_{rx} = P_{tx} - P_c + G_{tx} - P_D - P_t + G_{rx} - P_c$$

Reemplazamos valores:

$$P_{rx} = 29 \text{ dB} - 0 + 30 \text{ dBi} - 128.59 \text{ dBm} - 38 \text{ dB} + 30 \text{ dBi} - 0$$

$$P_{rx} = -77.59 \text{ dBm}$$

- **Cálculo del enlace en Renacer de Dios (enlace de puntos de acceso)**

Formula:

$$P_{rx} = P_{tx} - P_c + G_{tx} - P_D - P_t + G_{rx} - P_c$$

Reemplazamos valores:

$$P_{rx} = 27 \text{ dB} - 0 + 16 \text{ dBi} - 106.87 \text{ dBm} - 38 \text{ dB} + 16 \text{ dBi} - 0$$

$$P_{rx} = -85.97 \text{ dBm}$$

3.16.10. Zona de Fresnel

En la primera zona de Fresnel a calcular se encontrará la interferencia destructiva que pueda producir una reducción en la potencia de la señal y en ocasiones cancelar la misma.

$$R = 17.3 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{F \text{ (GHz)} D \text{ (Km)}}}$$

Donde se entiende por:

- F = frecuencia operacional en GHz
- d1 = Distancia entre la antena de transmisión (Tx) y el obstáculo visualizado (Km)
- d2 = Distancia entre la antena de recepción (Rx) y el obstáculo visualizado (Km)
- D = d1 + d2

Reemplazar valores:

$$R = 17.3 \sqrt{\frac{(10.4)(0)}{(5.9)(10.4)}}$$

$$R = 0 \text{ m}$$

Tabla 39. Resultado de cálculos teórica

ENLACE	CÁLCULO	Resultados
PRINCIPAL	Pérdidas en el espacio	128.59 dBm
	libre	
	Ganancia	30 dBi
	Umbral de recepción	- 77.59 dBm
	Pérdidas en el espacio	106.87 dBm
PUNTO DE ACCESO	libre	
	Ganancia	16 dBi
	Umbral de recepción	-85.97 dBm

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Diseño de red

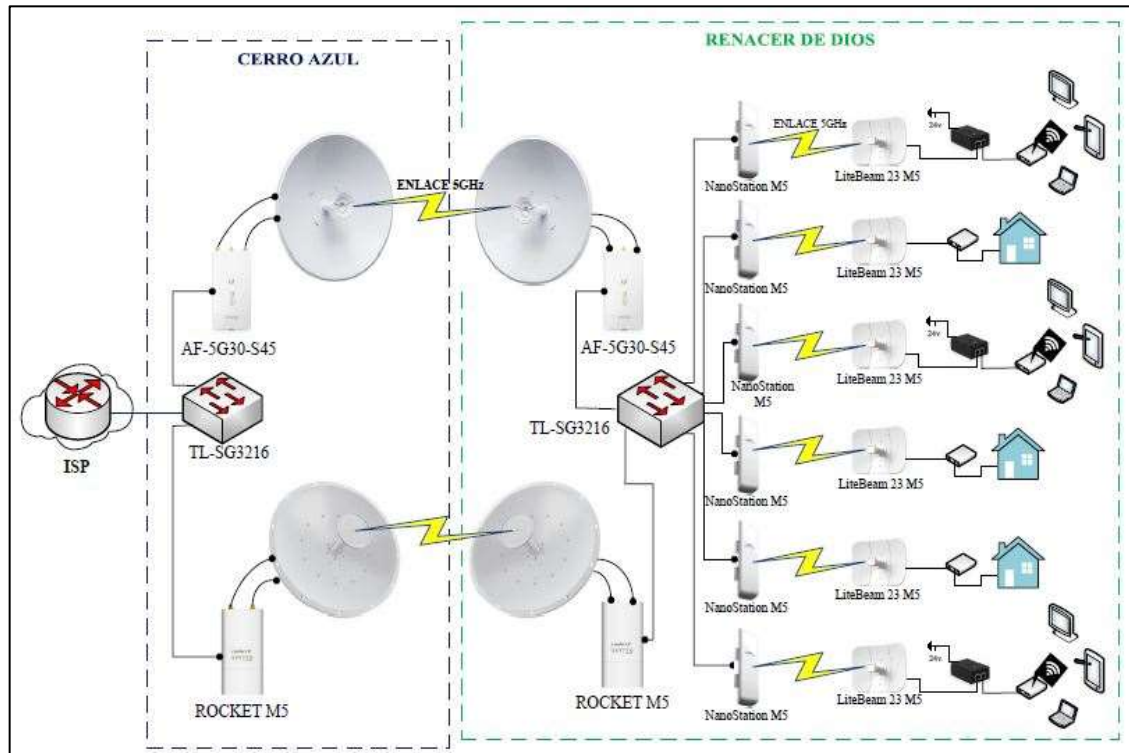


Figura 48. Diseño de la red. Elaborado por Microsoft visión.

3.16.11. Diseño de la red de enlace principal

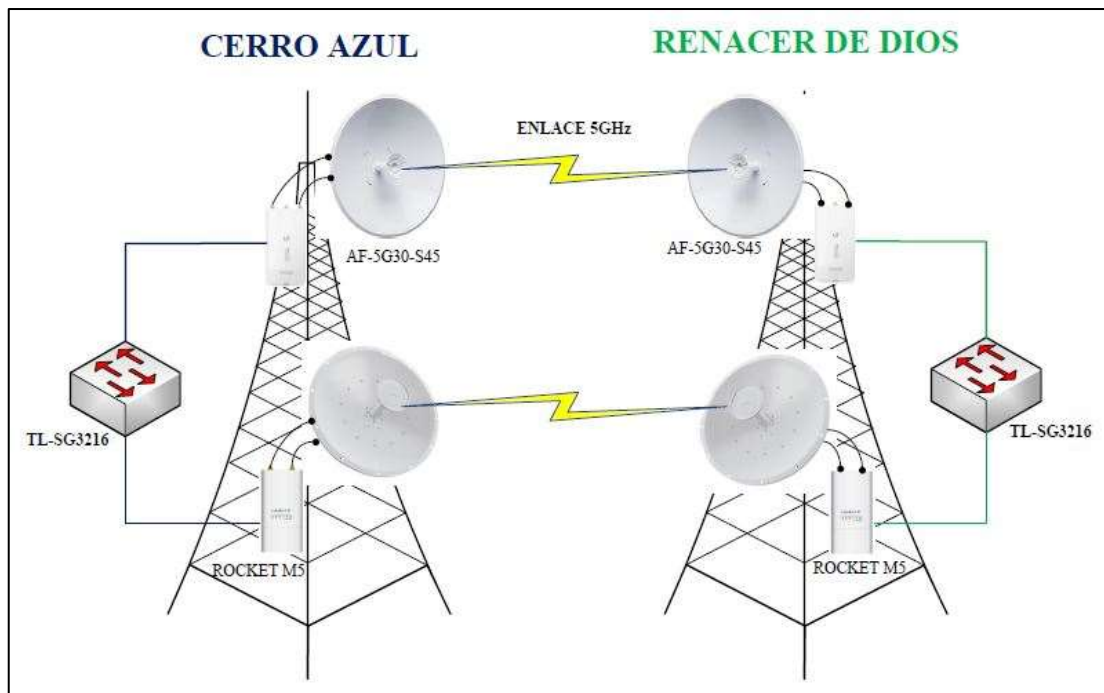


Figura 49. Diseño de la red enlace principal. Elaborado por Microsoft visión.

El diseño del enlace principal se encuentra estructurado para que se establezca una conexión punto a punto entre el AirFiber de la torre de Cerro Azul y el AirFiber de la torre de Renacer de Dios, adicional se realiza un enlace en paralelo entre dos Rockets M5 con las mismas coordinas, pero para uso de backup, es decir, mantiene la misma configuración del enlace principal, pero en diferente frecuencia para que no interfiera con el mismo. Como resultado se obtendrá un seguro en caso exista una falla de causa natural como la lluvia u otro factor climático o una falla provocada por una interferencia en el enlace principal ya que en Cerro Azul existe una gran saturación de frecuencias debido a que es un sector de uso miliar y público.

Su arquitectura se comprende de:

- Una torre de 24 metros en Cerro Azul y una torre de 18m en Renacer de Dios.
- Dos enlaces de 5GHz entre dos antenas receptoras y emisoras.
- Un switch TL-SG3216 para interconectar las antenas.

3.16.11. Diseño de red del enlace de puntos de acceso

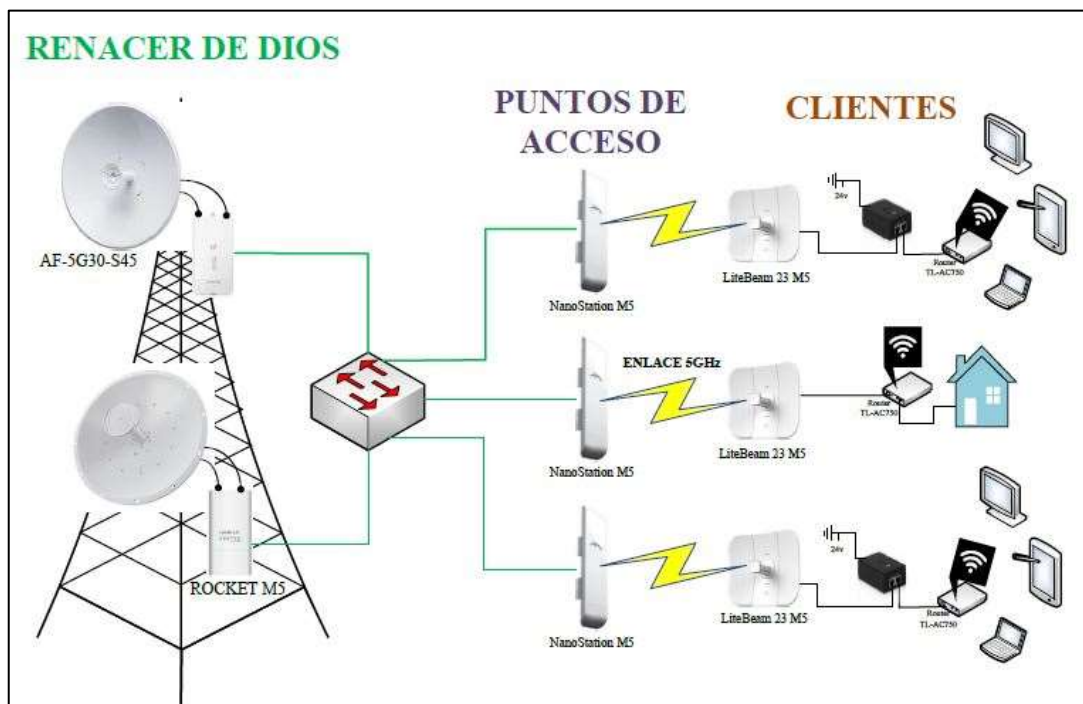


Figura 50. Diseño de red del enlace de puntos de acceso. Elaborado por Microsoft visión.

La arquitectura del diseño está compuesta por seis antenas NanoStation M5 que cubrirán los 360° alrededor de la torre, el objetivo es cumplir la propuesta inicial del proyecto de modo que con los radios enlaces punto multipunto se cubra los sectores cercanos a Renacer de Dios como San Luis, Ciudad de Dios, Tierra Nueva y la Estación de la 70, así cada vivienda se podrá enlazar al AP que se encuentre apuntando a su dirección.

3.17. Simulación de la red en radio Mobile

3.17.1. Coordenadas de los nodos

Tabla 40. Datos del radio enlace entre Cerro Azul y Renacer de Dios.

Sector	Latitud (S)	Longitud (O)	Altura de la antena
Cerro Azul	2° 9'52.89"S	79°57'33.99"O	24 m
Renacer de Dios	2° 4'49.70"S	79°59'46.32"O	24 m

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

Procedemos a ingresar las coordenadas en el simulador RadioMobile como se muestra en la siguientes figuras.

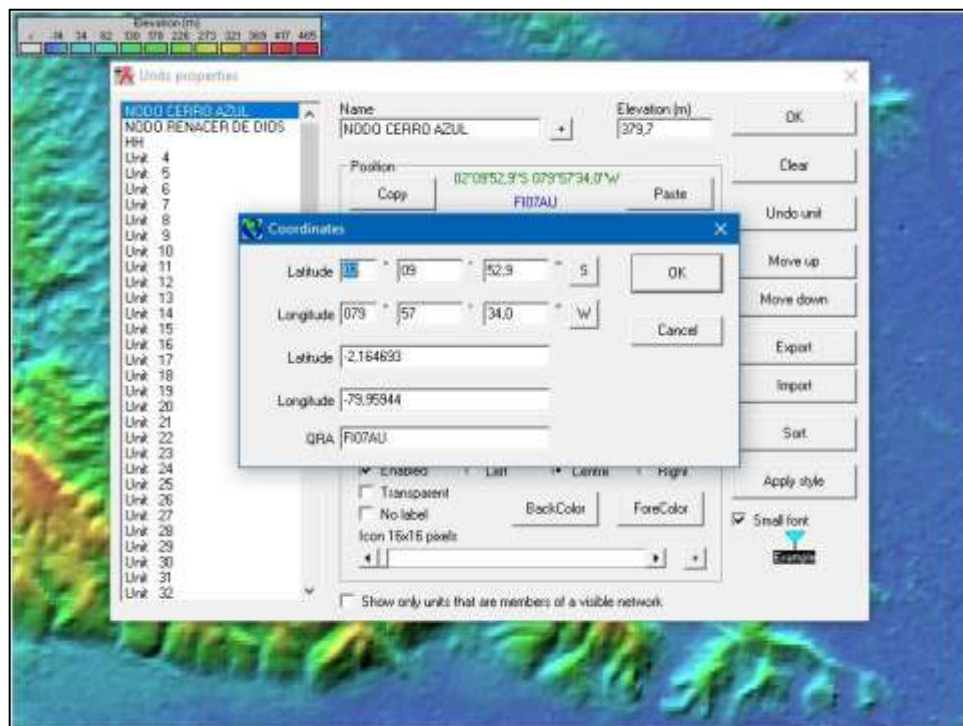


Figura 51. .Coordenadas de longitud y latitud en el nodo de Cerro Azul. Elaborado por: Autor.

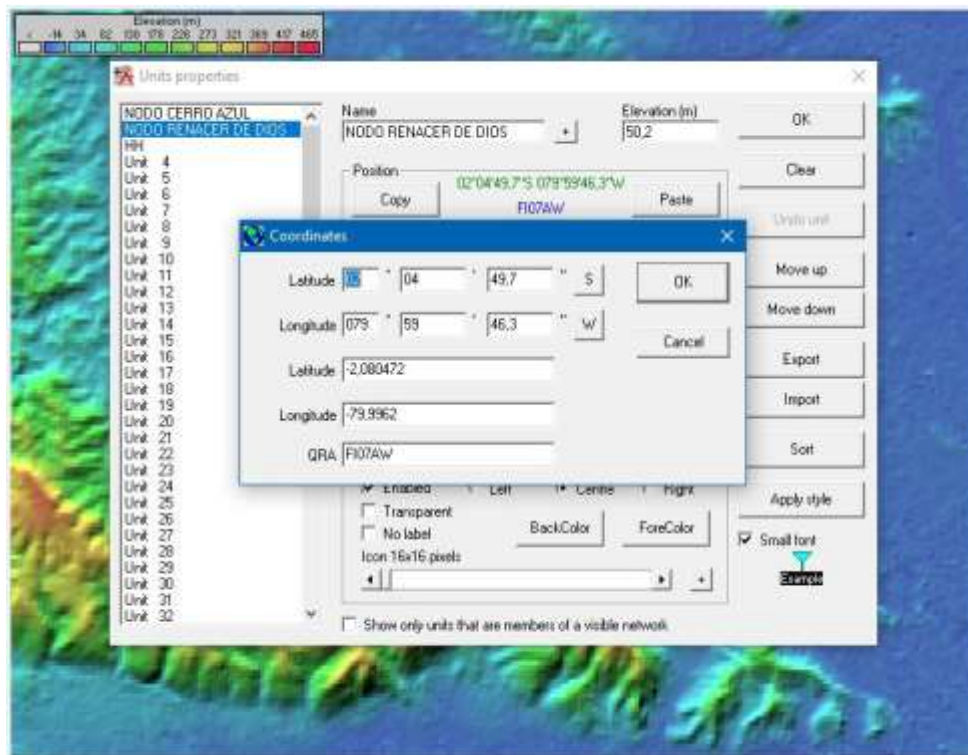


Figura 52. Coordenadas de longitud y latitud en el nodo de Cerro Azul. Elaborado por: Autor.

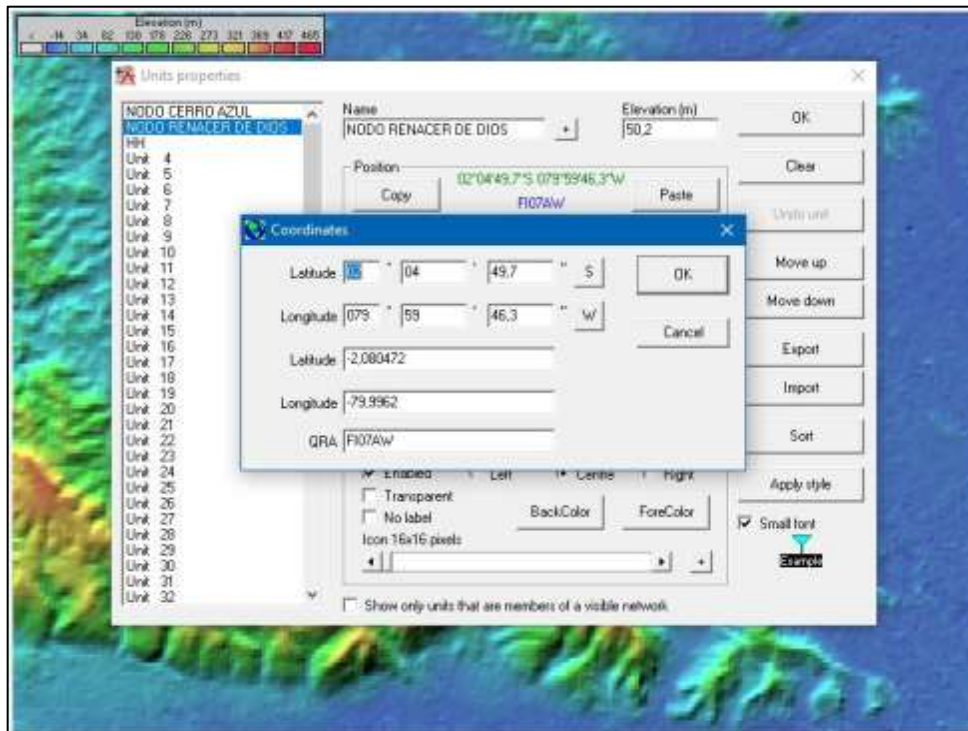


Figura 53. Coordenadas de longitud y latitud en el nodo de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.

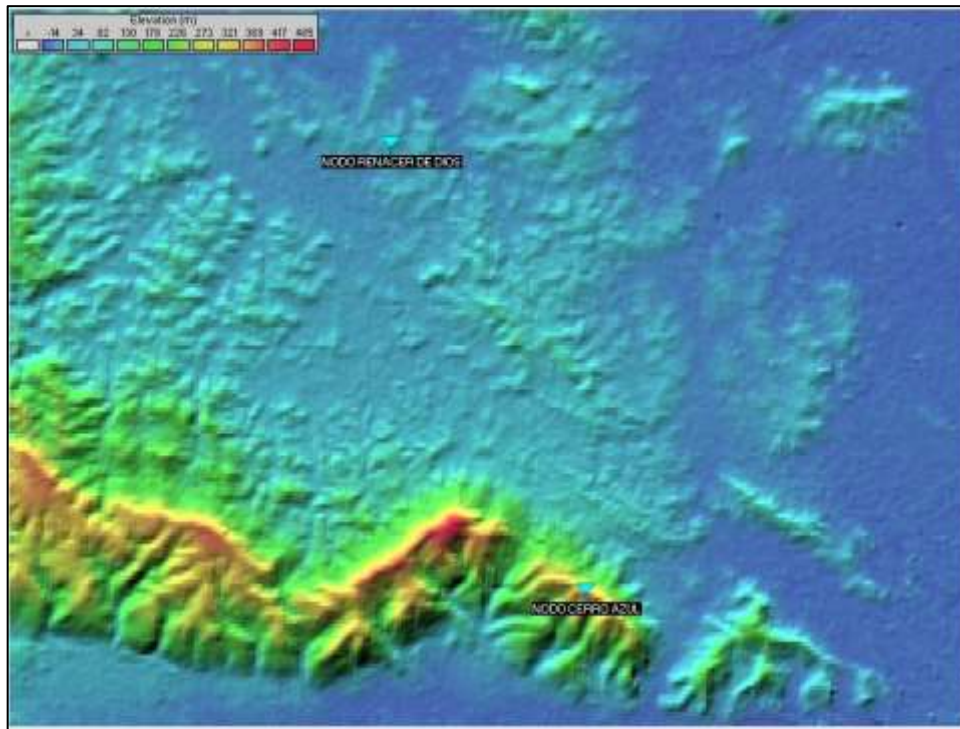


Figura 54. Nodos de Cerro Azul y Renacer de Dios sobre el mapa de Radio Mobile. Elaborado por: Autor.

3.17.2. Parámetros de simulación para el Calculo

Para realizar la simulación en RadioMobile es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Rango de frecuencia en la que operan las antenas
- Tipo de polarización (SISO o MIMO)
- Condición climática del sector
- Grado de vegetación existente de la zona
- Perdidas adicionales en dB

La figura 56 y 57 muestran los parámetros ingresados en el enlace principal y el enlace de punto de acceso.

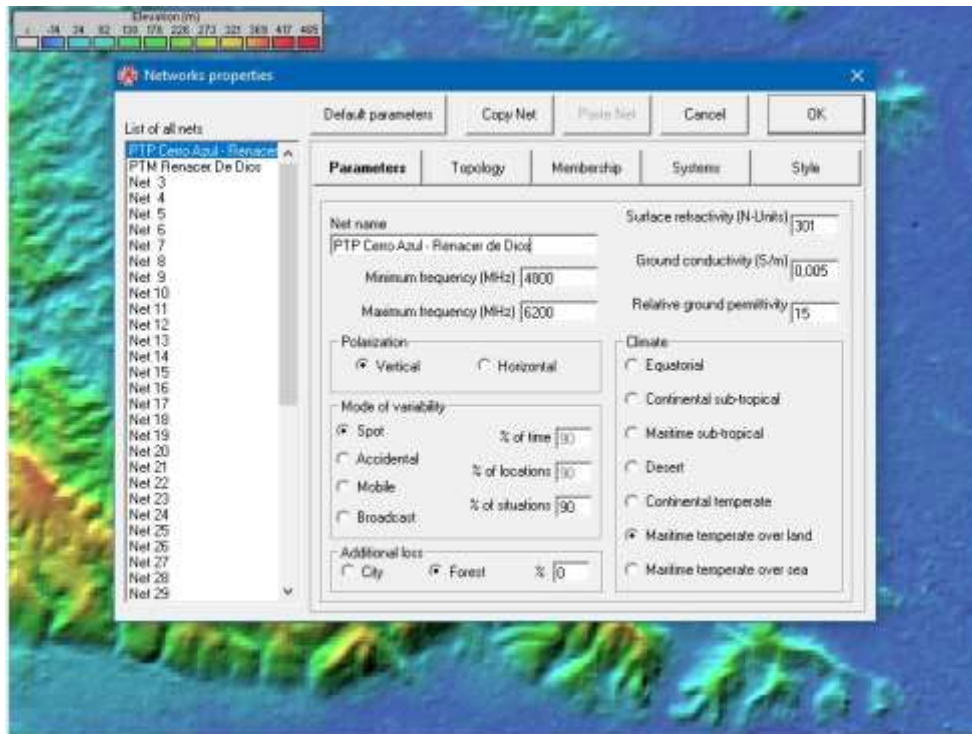


Figura 55. Parámetros del enlace punto a punto entre Cerro Azul y Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.

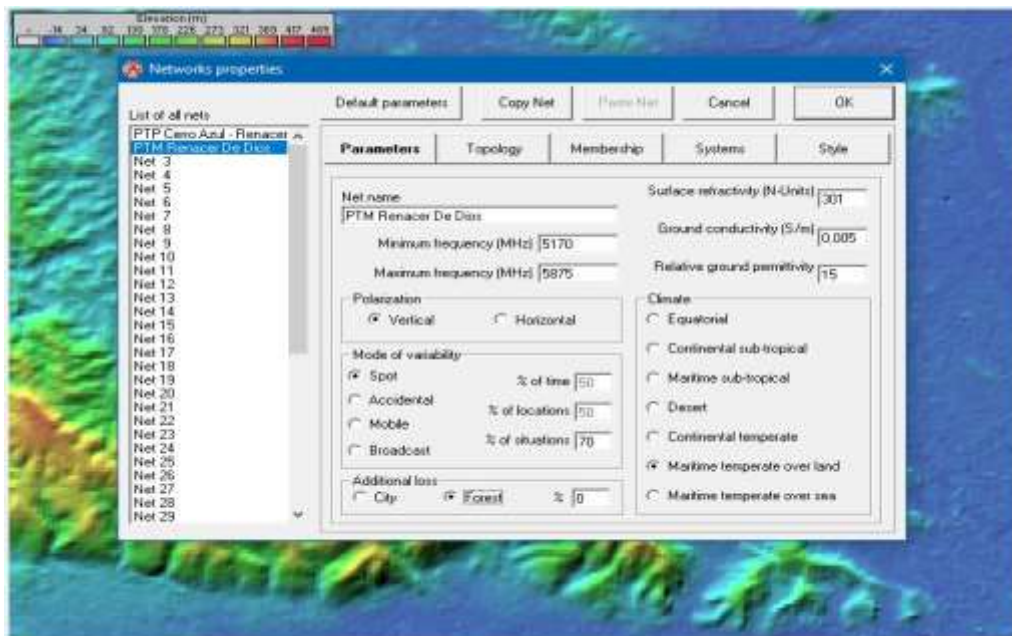


Figura 56. Parámetros del enlace punto a multipunto de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.

3.17.3. Topología de la Red

Para el enlace punto a punto seleccionamos la topología de red de datos junto a la opción de tener a la antena esclava apuntando hacia la antena maestra, mientras que en el enlace punto multipunto no se seleccionará la opción del enlace y PtP.

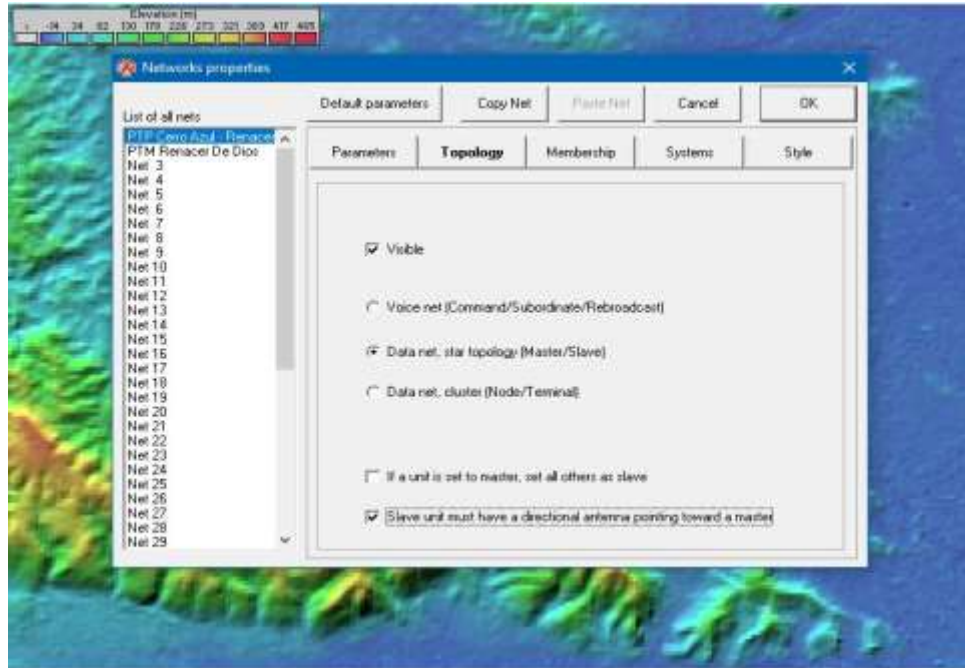


Figura 57. Topología del enlace punto a punto entre Cerro Azul y Renacer de Dios.
Elaborado por: Autor.

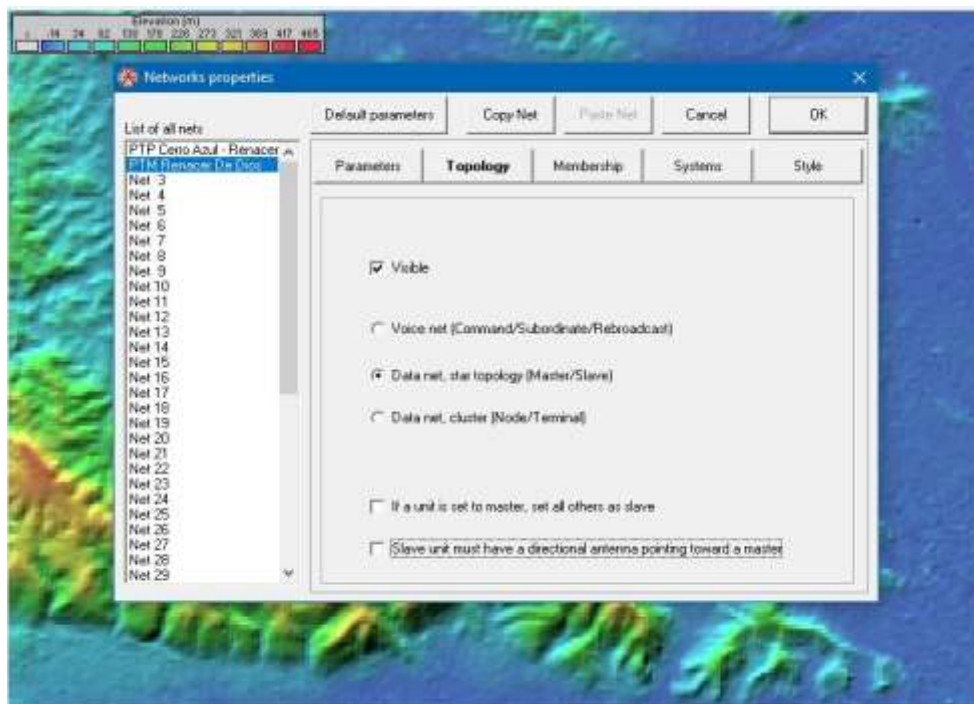


Figura 58. Topología del enlace punto multipunto en Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.

Para la configuración del enlace principal como maestro y esclavo es necesario elegir que antenas participaran en el enlace punto a punto y luego identificar cada una de ellas como la antena maestra y la antena esclavo.

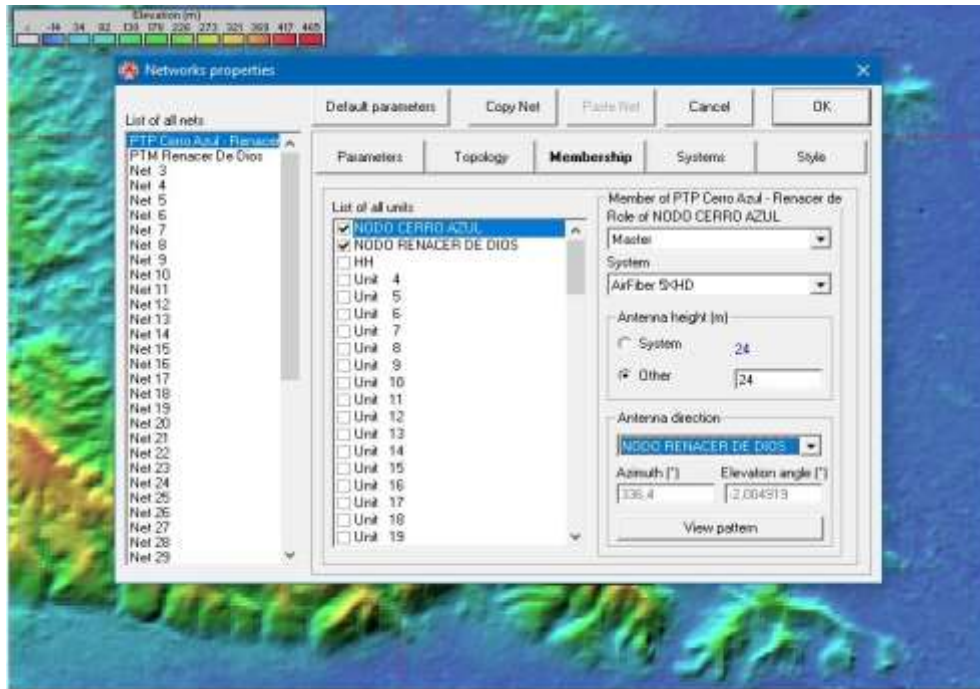


Figura 59. Asignación del rol de maestro a la antena en el nodo de Cerro Azul. Elaborado por: Autor.

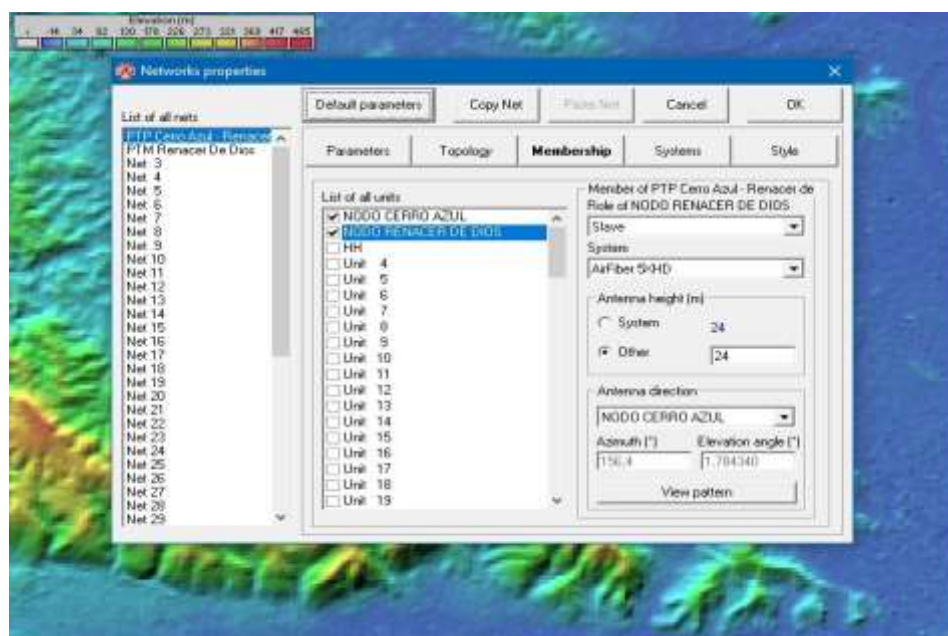


Figura 60. Asignación del rol de esclavo a la antena en el nodo de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.

3.17.4. Configuración del enlace de punto de acceso como master y esclavo

El enlace punto multipunto está construido por 6 equipos de comunicaciones NanoStation M5 mismos que actuarán con roles maestros para configuración actual. Se tomaron como objetos de prueba a 5 posibles clientes, cada uno representando una zona del sector de Renacer de Dios y sus alrededores a quienes se les asignó un radio LiteBeam 23 M5 con el rol de esclavo. En las figuras 62 y 63 se muestra la configuración ya indicada previamente.

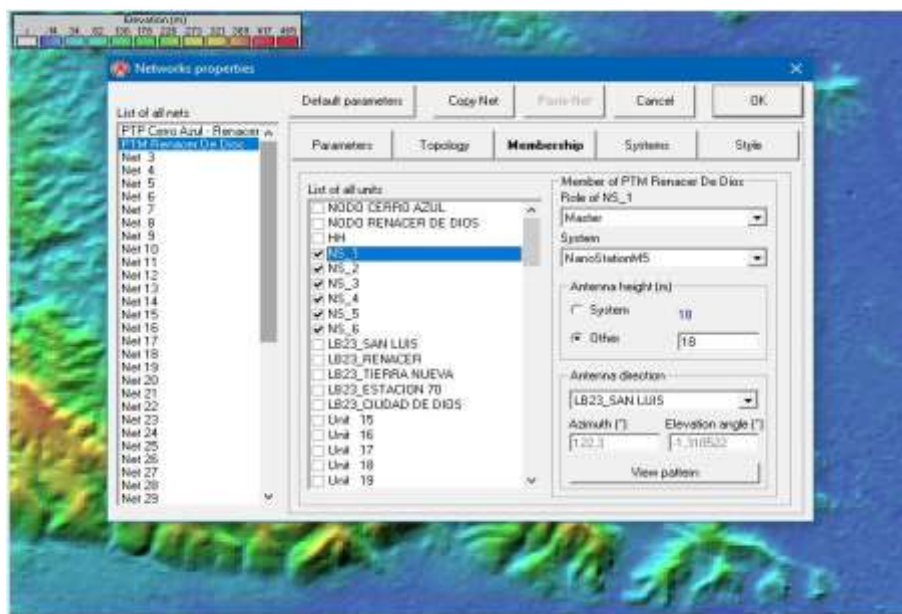


Figura 61. Asignación del rol de maestro a los NanoStationM5 en el nodo de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.

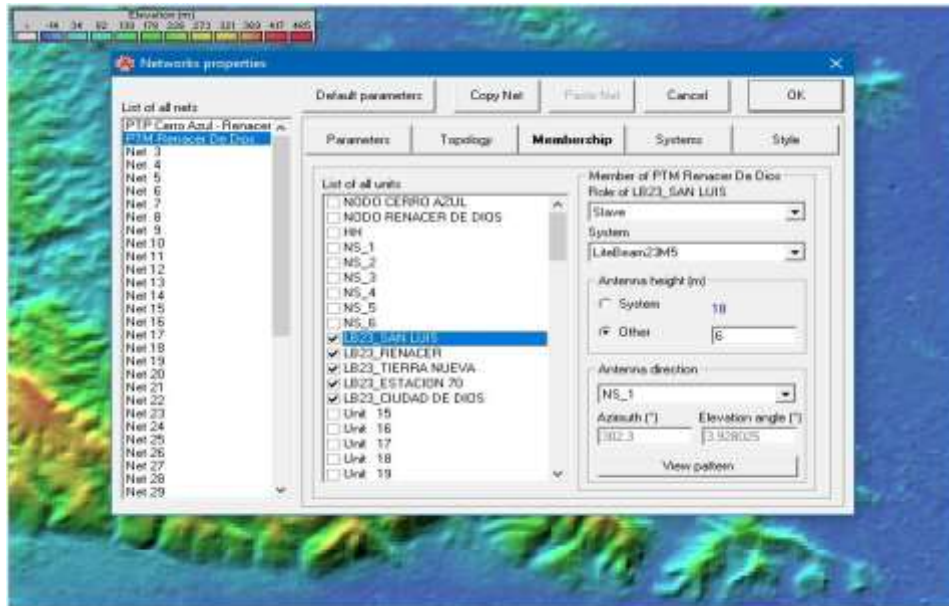


Figura 62. Asignación del rol de maestro a los NanoStationM5 en el nodo de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.

3.17.5. Configuración de los equipos de comunicación

Los cálculos teóricos obtenidos en el presente proyecto nos ayudaran al momento de configurar los equipos como el tipo de antena, la ganancia, la altura a la que se encontrara la antena ubicada, la pérdida en la línea de vista, la potencia transmitida y finalmente el nivel de recepción de la antena. En las figuras 64, 65, 66 y 67 se muestra la configuración de las antenas que se utilizaron para la propuesta del presente proyecto.

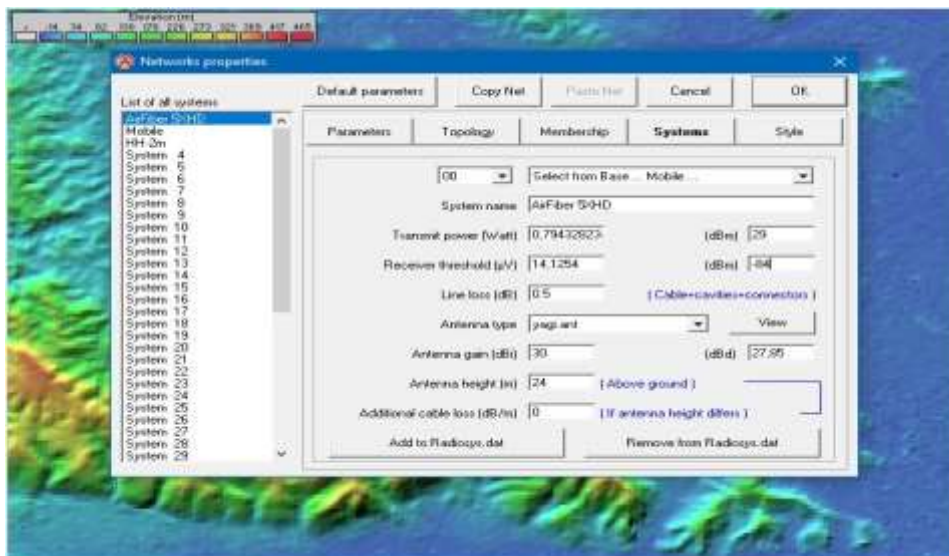


Figura 63. Configuración del equipo AirFiber 5XHD AF-5G23-S45. Elaborado por: Autor.

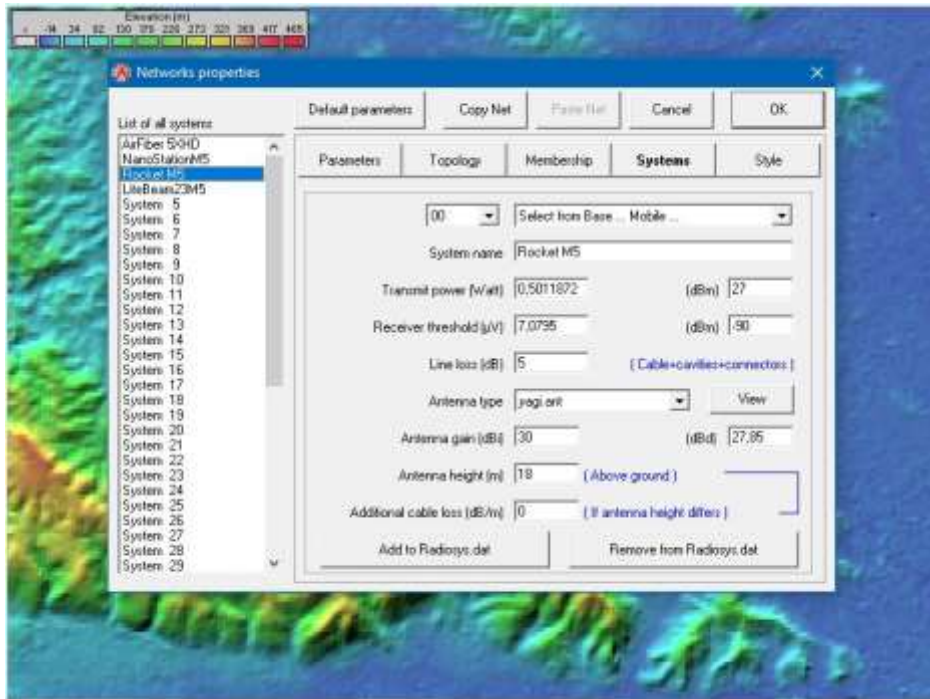


Figura 64. Configuración del equipo Rocket M55GHZ 30dBi. Elaborado por: Autor.

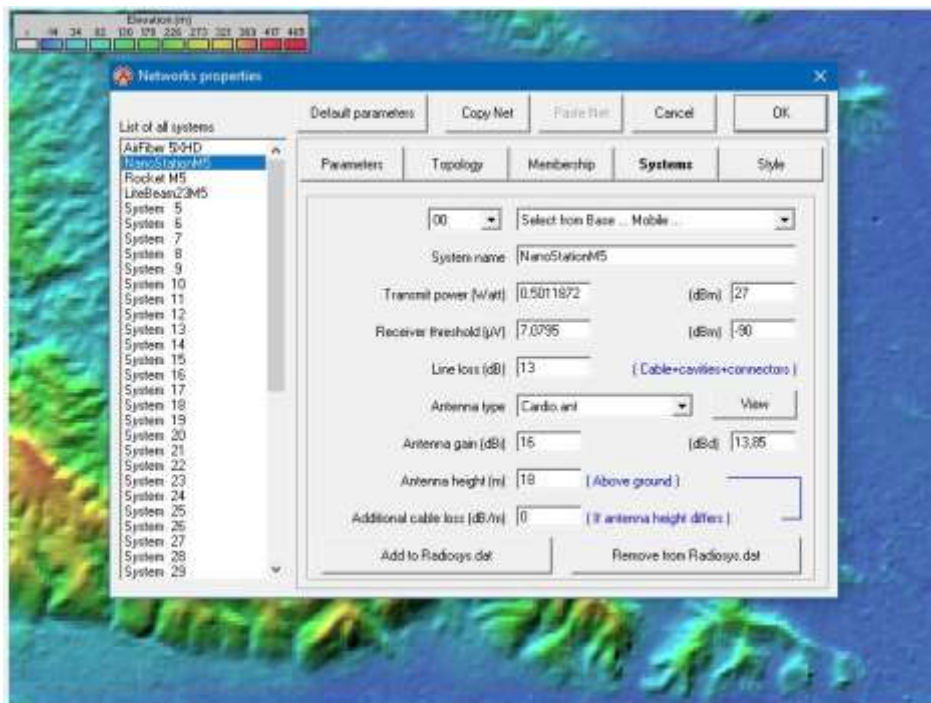


Figura 65. Configuración del equipo NanoStation M5. Elaborado por: Autor.

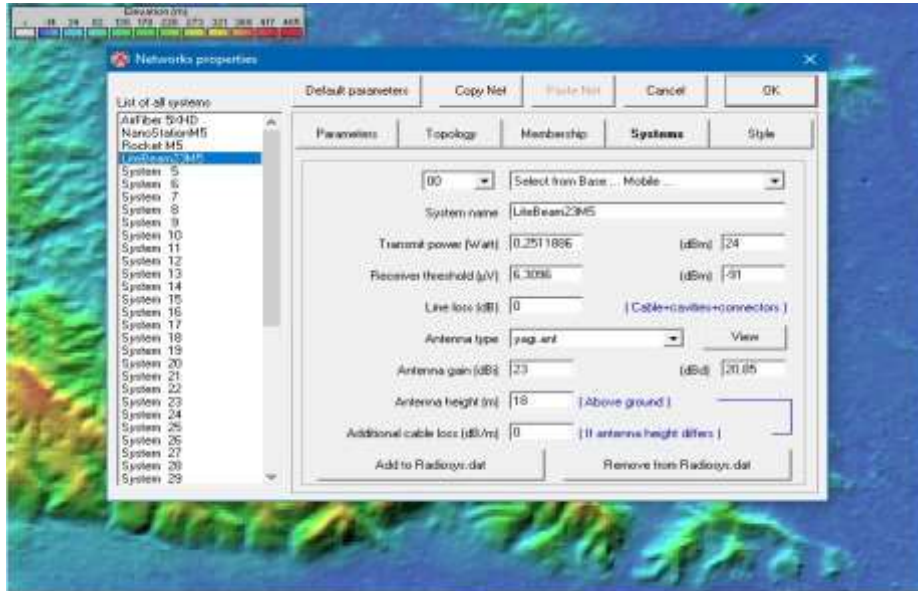


Figura 66. Configuración del equipo LiteBeam23 M5. Elaborado por: Autor.

3.17.6. Resultado del enlace principal y secundario (backup)

La figura 68 muestra el radio enlace punto a punto entre el nodo de Cerro Azul y Renacer de Dios, se puede observar que no hay objeto que obstruya la línea de vista ni en la zona de Fresnel. Adicional en la figura 69 se muestra que el radio enlace de backup con los equipos Rocket M5 funcionan sin presentar inconvenientes, de modo que en caso de una falla de causa natural el enlace de backup puede responder con total seguridad sin dejar caer la red o que los clientes pierdan la conexión a internet.

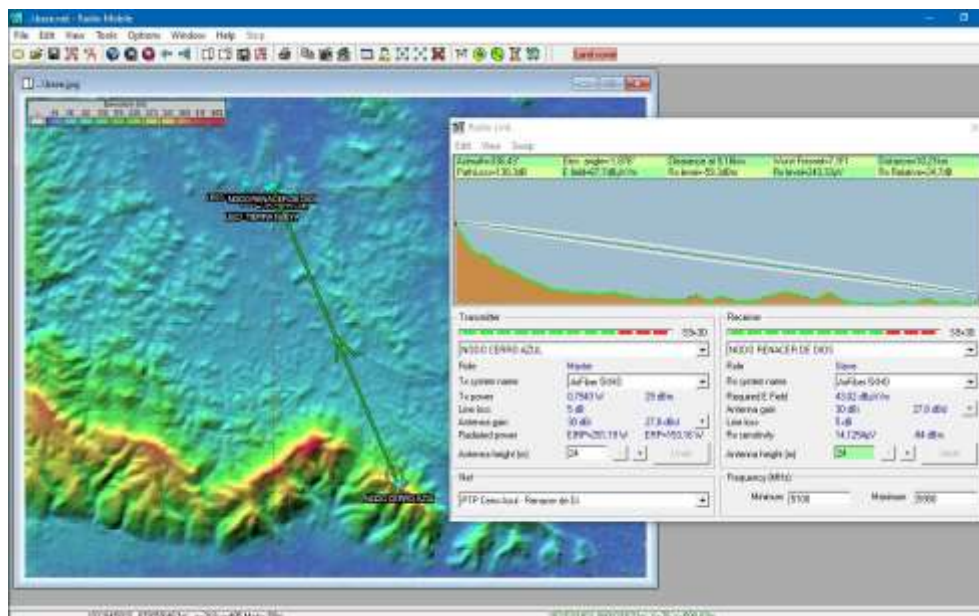


Figura 67. Simulación del enlace principal en correcto funcionamiento. Elaborado por: Autor.

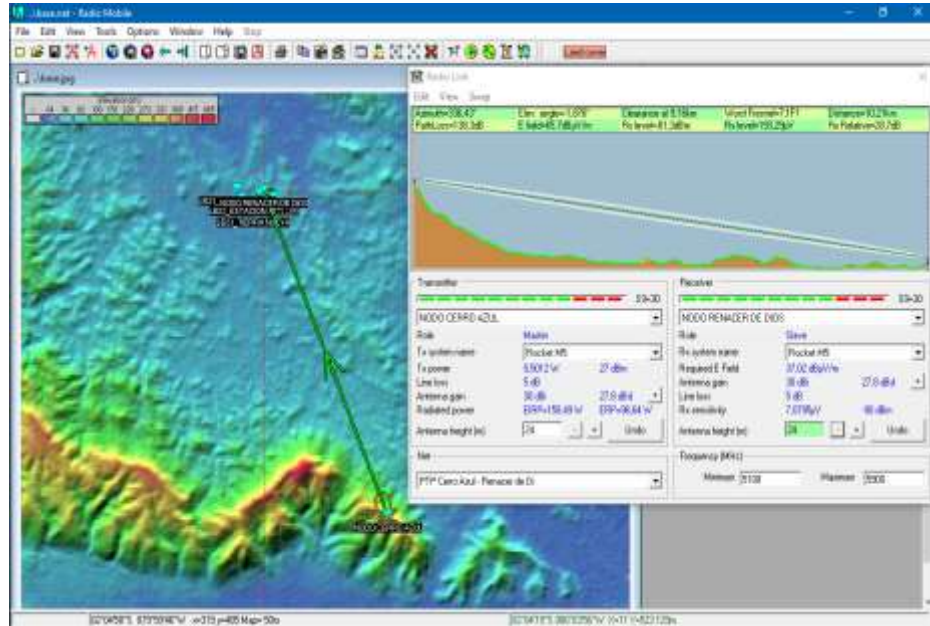


Figura 68. Simulación del enlace de backup en correcto funcionamiento. Elaborado por: Autor.

3.17.7. Línea de vista del enlace principal (PtP)

En la figura 70 se puede observar que la línea de vista entre los nodos de Cerro Azul y el nodo de Renacer de Dios se encuentra despejada, por ello la línea que se traza es de color verde, si no existiera línea de vista la línea recta que se traza se tornaría de color rojo.

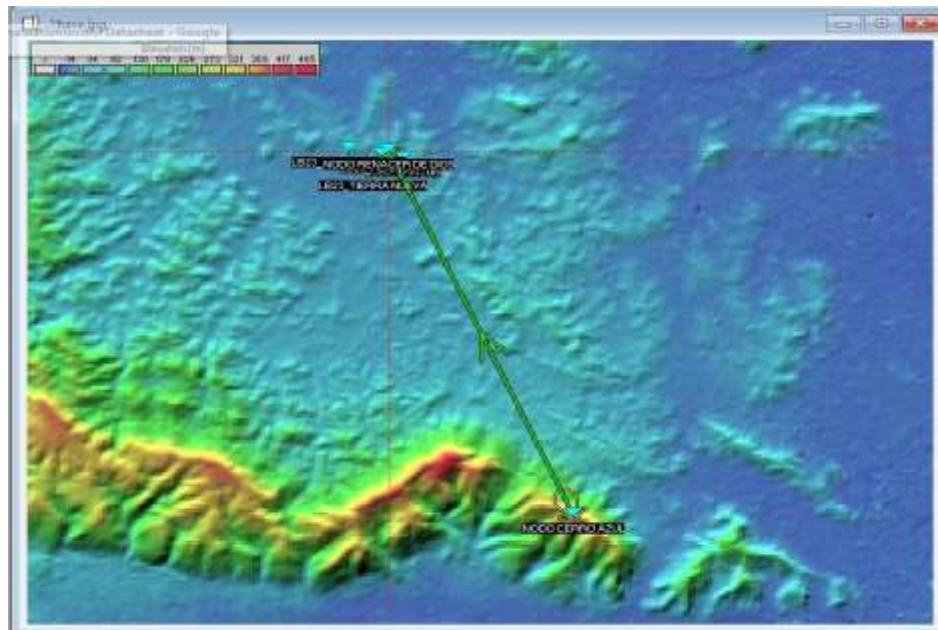


Figura 69. Línea de vista del radio enlace principal. Elaborado por: Autor.

3.17.8. Perfil del alcance del enlace principal en RMPATH



Figura 70. Perfil del radio enlace en RMPATH. Elaborado por: Autor.

3.17.9. Resultados de la simulación en RadioMobile

- Distancia del enlace recorrido = 10.2 km
- Máxima potencia en la transmisión= 29 dBm [0,794328 W]
- Azimut al norte = 336,43°
- Azimut al sur = 156°
- Azimut magnético al norte = 338,64°
- Ángulo de inclinación = -1,8762°
- Altitud variante= 350,7 m
- Peor Fresnel = 7,1F1 a 9,2km
- Frecuencia promedio = 55500,000 MHz
- Espacio despejado = 127,4 dB
- Obstáculo = -5,6 dB TR
- Estadísticas = 16,5 dB
- Total de pérdida en la propagación = 138,3 dB
- Nivel de recepción Rx aproximado = - 90 dBm
- Aproximación en el margen de pérdida Rx = 24,7 dB
- Ganancia en el sistema del Nodo Cerro Azul al Nodo Renacer de Dios= 163,0 dB
(yagi.ant a 336,4° ganancia = 30,0 dBi)

- Ganancia en el sistema del Nodo Renacer de Dios al Nodo Cerro Azul = 163,0 dB (yagi.ant a 156,4 ganancia = 30,0 dBi)

3.18. Simulación de la red en ISP Desing Center

3.18.1. Enlace principal entre Cerro Azul y Renacer de Dios

En la figura 72 se muestra la línea de vista en el enlace principal junto al a configuración de cada una de las antenas, por lo que a diferencia del simulador de Radio Mobile el simulador ISP Desing Center me indica el valor total de megas que puede transitar por el radio enlace. Así se obtiene una total de 486 Mbps con un ancho de banda configurado en 40 MHz.

Adicional el nivel de potencia con el que se transmite la señal es de -38 dBm lo cual implica que se podrá trabajar hasta con una modulación de 1024 QAM.

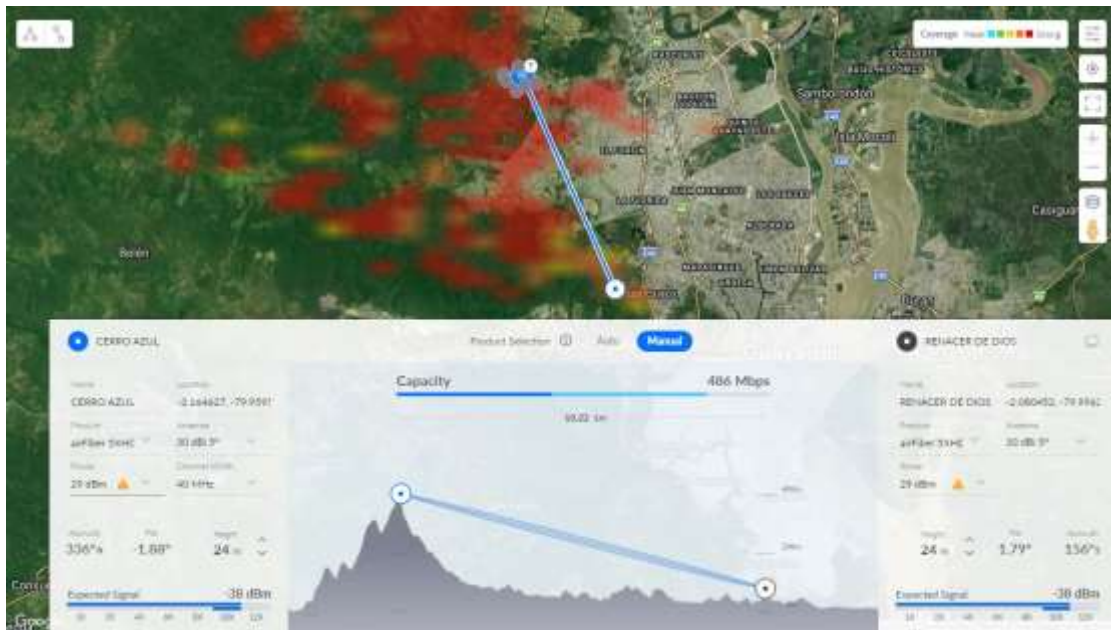


Figura 71. Radio enlace principal (PtP) simulado en ISP Desing Center. Elaborado por: Autor.

3.18.2. Enlace principal entre Cerro Azul y Renacer de Dios (Back Up)

La figura 73 muestra que para el enlace de respaldo se trabajará con dos equipos Rocket M5 lo cual nos permiten transmitir 176 Mbps utilizando el ancho de banda con 40 MHz. El nivel de potencia con el que se recepta la señal es de -40 dBm lo que permite trabajar hasta con una modulación de 64 QAM.

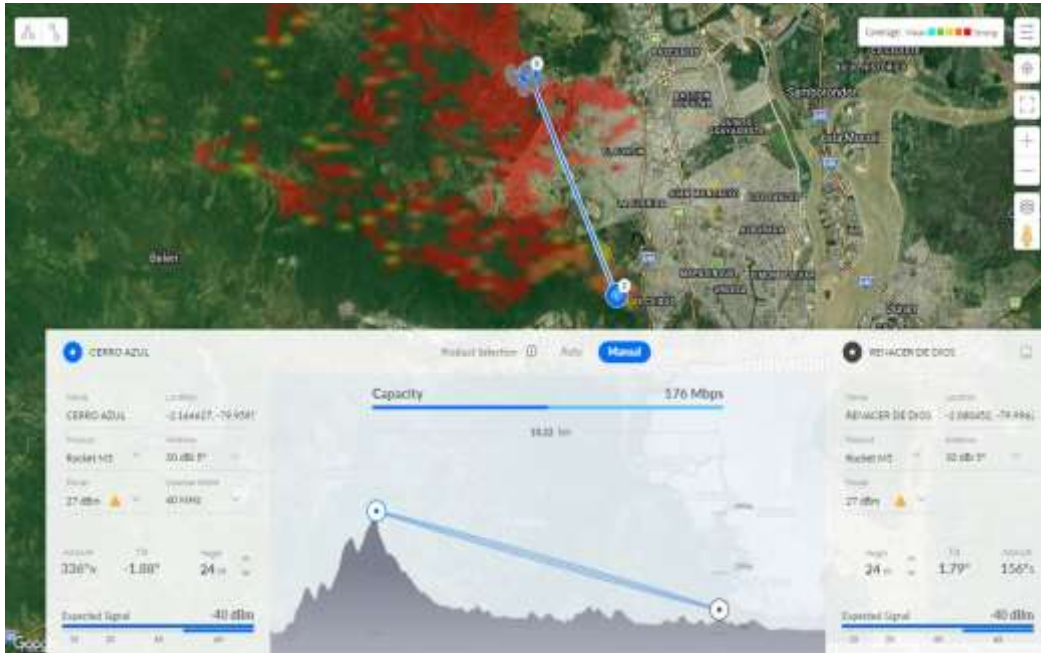


Figura 72. Radio enlace principal (Back Up / Respaldo) simulado en ISP Desing Cemter. Elaborado por: Autor.

3.18.3. Radiación emitida sobre el nodo de Renacer de Dios

En la Figura 74 se muestra la radiación emitida por la antena AirFiber 5XHD del nodo de Cerro Azul sobre el sector de Renacer de Dios y sus alrededores, mostrando así que la potencia sobre el sector es fuerte.



Figura 73. Radiación emitida desde Cerro Azul al sector de Renacer de Dios. Elaborado por: Autor.

3.18.4. Perfil de cobertura

La figura 75 muestra la cobertura según el perfil de elevación del suelo, es decir, que los sectores de renacer que se muestra con manchas podrán existir conexiones o líneas de vista. La cobertura es diferenciada por los colores de la figura x, siendo así el rojo el color de mayor cobertura, el amarillo una cobertura parcial y el color celeste muy poca cobertura, sin embargo, existen sectores donde no se muestra ningún tono, esto se debe a que en aquella zona existen lomas o superficies pronunciadas que impiden tener una línea de vista.

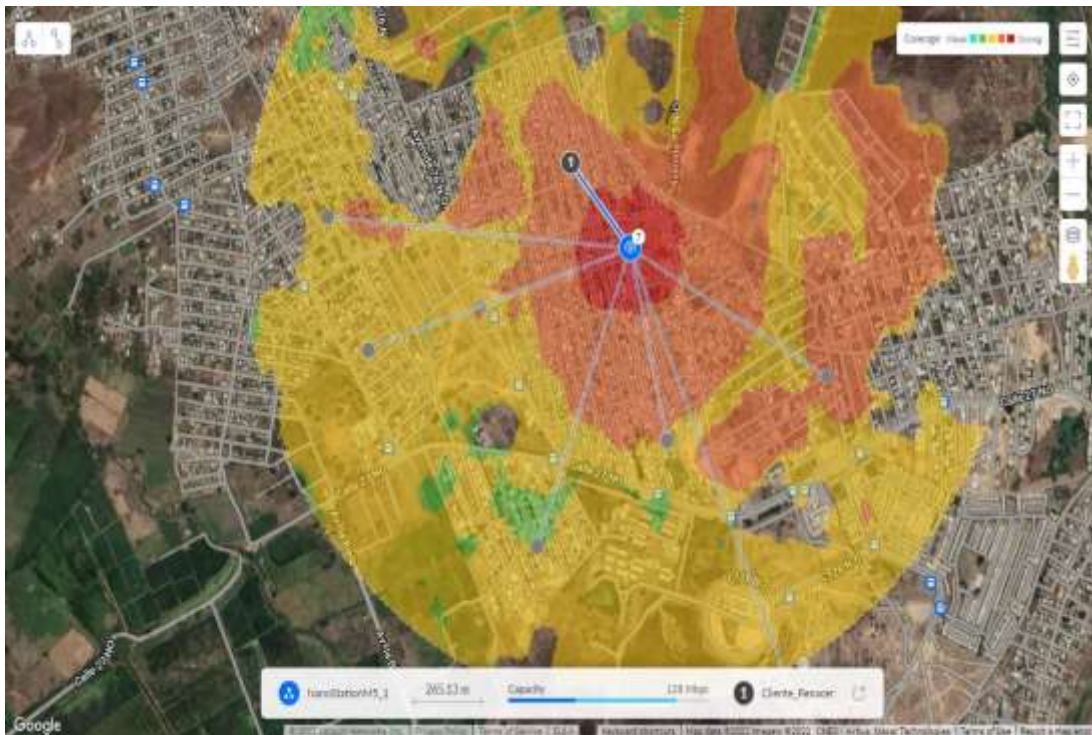


Figura 74. Perfil de cobertura en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores.
Elaborado por: Autor.

3.18.5. Capacidad de transmisión en los puntos de acceso

La figura 76 muestra la capacidad de transmisión de datos de cada punto de acceso y del enlace principal donde indica que los AP pueden trabajar hasta con una transmisión de datos de 84.5 Mbps.

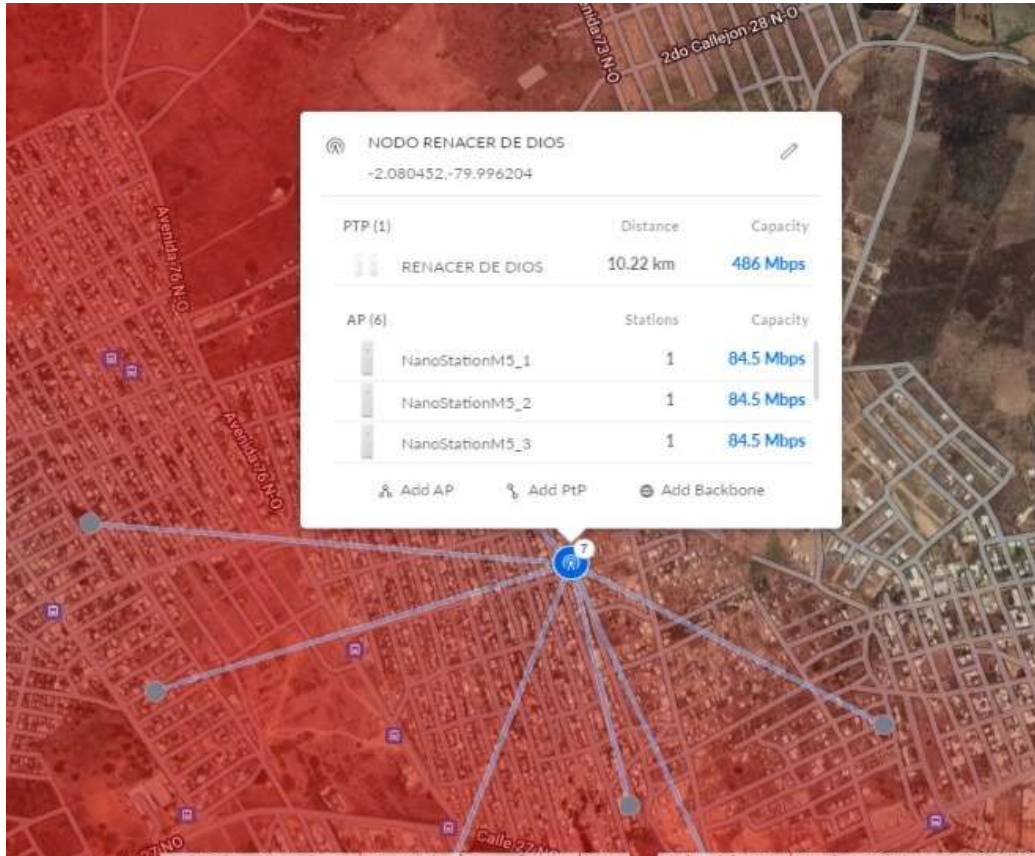


Figura 75. Capacidad de transmisión de datos en los puntos de acceso. Elaborado por: Autor.

3.18.6. Simulación de un AP con un Cliente

La figura 77 muestra una prueba de simulación donde un cliente se encuentra enlazado a un AP o punto de acceso donde se analizará que la distancia recorrida entre el AP y el cliente es de 772.32m y la zona de Fresnel mínima es de 8m de altura, por lo que se necesitaría una casa de mínimo 2 plantas para que pueda crear una obstrucción en la línea de vista. Ya que Renacer de Dios no cuenta con viviendas de más de 1 planta, la factibilidad de que el cliente obtenga el acceso a internet es válida y comprobada, con un nivel de potencia de -39 dBm el máximo de datos que puede recibir es de 85 Mbps bajo la configuración del ancho de banda en de 20 MHz

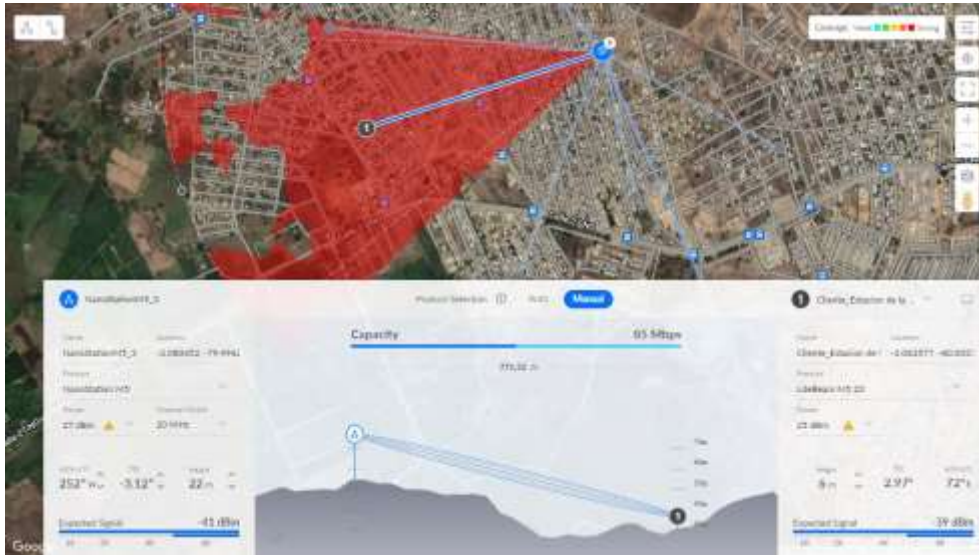


Figura 76. Simulación de enlace entre el cliente y el punto de acceso. Elaborado por: Autor.

3.18.7. Criterios de validación de la propuesta

La validación de la propuesta del presente proyecto “Estudio de factibilidad para la implementación de una red inalámbrica Wi-Fi en el sector norte de la ciudad de Guayaquil, Renacer de Dios y sus alrededores” se comprobó realizando el cálculo de los datos teóricos y realizando la simulación de los enlaces punto a punto y punto multipunto. Por lo que se determina que es factible implementar una red inalámbrica Wi-fi en el sector de Renacer de Dios y sus alrededores con los equipos de comunicación AirFiber 5XHD AF-5G30-S45 y ROCKET M5 5GHZ 30DBI como los radios principales para unir a Cerro Azul con Renacer de Dios, , TL-SG3216 como el switch para interconectar los puntos de acceso, NanoStation M5 como los puntos de acceso en dirección a los alrededores de Renacer de Dios, LiteBeam23 M5 como las antenas locales en las viviendas de los moradores del sector y el Router TP-Link de doble banda AC750 para impartir la señal inalámbrica dentro de los hogares. Adicional se validó que no existe interrupción en la línea de vista a una distancia de 10.2 Km por lo que la señal llegará de forma eficiente.

Tabla 41. Criterios para aceptar la propuesta.**FICHA TECNICA PARA VALIDAR LA PROPUESTA**

TEMA: “Estudio de factibilidad para la implementación de una red inalámbrica Wi-Fi en el sector norte de Guayaquil, Renacer de Dios y sus alrededores”

CRITERIO A VALIDAR	CUMPLE	NO CUMPLE
Los equipos de comunicación seleccionados para el radio enlace cumple con los parámetros técnicas para el diseño.	✓	
La red diseñada soporta posibles daños de causa natural.	✓	
La disponibilidad en el diseño de la red inalámbrica cumple con garantizar un 99,99% de su funcionamiento.	✓	
El diseño de la red cumple con la cobertura para el sector de Renacer de Dios y sus alrededores.	✓	
Diseño de red cumple con la escalabilidad para implementar nuevas repetidoras.	✓	

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Becerra Espinoza Luis Alberto.

3.19. Conclusiones y recomendaciones

3.19.1. Conclusiones

- En base a las simulaciones realizadas se puede concluir que la propuesta del proyecto es válida para la escalabilidad brindando el acceso a internet a los residentes en los sectores más cercanos de Renacer de Dios dejando puertos en el TL-SG3612 para implementar repetidoras de ser necesario.
- Tomando en consideración los problemas típicos de los radios enlaces se concluyó que para el enlace principal fue necesario considerar equipos robustos para que puedan operar sin inconvenientes pese a los cambios de clima.
- Se concluyó que para evitar inconvenientes de interferencia espectral fue necesario implementar un enlace secundario de backup en diferente frecuencia al diseño de la red original, que pueda funcionar como respaldo en caso de existir fallas en el enlace principal.
- Se concluye que, el estudio de factibilidad técnica fue hecho tomando en consideración el difícil acceso hacia la cooperativa Renacer de Dios para dar servicio de Internet a los moradores de este sector, así como a sus zonas aledañas más cercanas, considerando su lejanía de la ciudad al no haber proveedores de internet cercanos.
- Se concluyó que el estudio de factibilidad técnica y económica debe ser analizada entorno a la problemática del sector, para que los resultados obtenidos del estudio sean valederos para las pruebas de enlace y simulaciones.
- Se concluyó que el uso de los simuladores ISP Desing Center y RadioMobile brindan parámetros completos cuando trabajan en conjunto, ya que ambos simuladores muestran datos que complementan sus resultados el uno al otro.

3.19.2. Recomendaciones

- Se recomienda tener precaución en los ángulos de inclinación al momento de instalar las antenas que trabajaran como puntos de acceso (AP) para que logren cubrir la zona indicada, de igual manera verificar la inclinación de la antena al realizar las instalaciones en las viviendas de los clientes con el fin de evitar obstrucciones en el espacio libre ocasionadas por los tipos de vegetación o construcciones mobiliarias.

- Se recomienda que el nodo de Renacer de Dios tenga una fuente de energía reservada como un UPS, de modo que en caso de existir fallos eléctricos en la zona del nodo los clientes que se encuentren en sectores más lejanos no se vean afectados ante una caída de señal.
- Se recomienda realizar mantenimientos preventivos al nodo de Renacer de Dios cada trimestre del periodo anual para evitar daños en los equipos o deterioros en la torre.

Anexos

Anexos 1. Modelo de vivienda en el sector de Renacer de Dios.



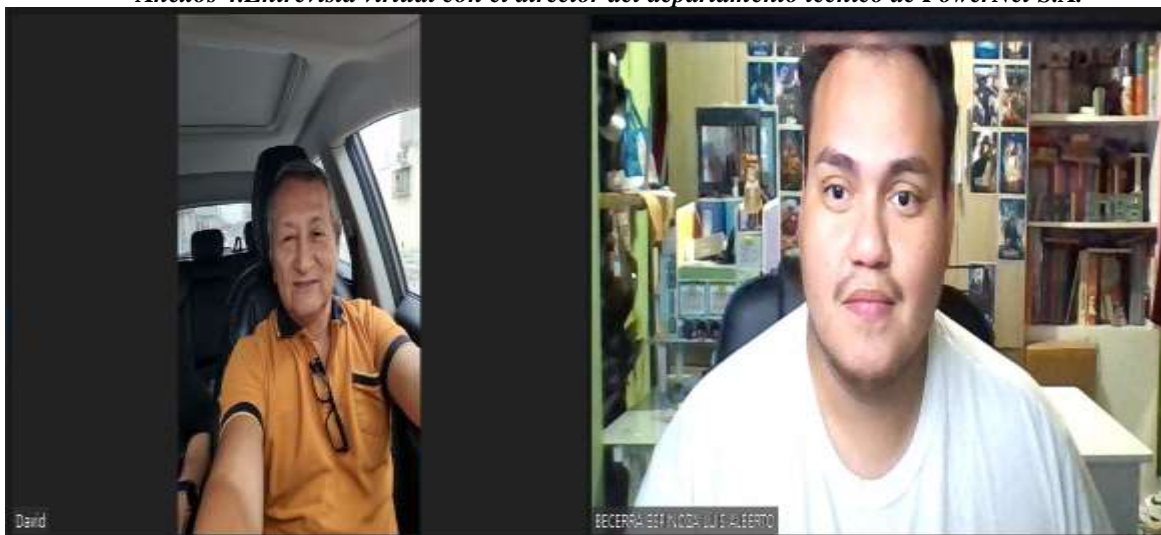
Anexos 2. Residencia en el sector de la Estación de la 70.



Anexos 3. Renacer de Dios y sus alrededores.



Anexos 4. Entrevista virtual con el director del departamento técnico de PowerNet S.A.



Respuesta de la entrevista 1 (Área Técnica).

1. ¿Conoce usted los radio enlaces? ¿Cómo podría definirlos?

Claro, toda mi vida laboral he trabajado con radio enlaces, yo considero que los radio enlaces son un método inalámbrico de conectar dos puntos, A y B, para que pueda existir el intercambio de datos, por ejemplo hoy en día todo se mueve conforme a la comunicación, la educación, el mercado laboral, las culturas o las costumbres todos necesitan una forma de comunicarse y es ahí donde los radio enlaces pueden servir de mucho.

2. ¿Ha realizado diseños de radioenlace? ¿Cuáles son los aspectos básicos a considerar?

Claro, he realizado varios diseños de radio enlaces. Yo considero que los aspectos básicos se desea realizar un radio enlace es buscar un lugar ideal donde colocar la torre o la antena que se va a utilizar, luego de ello es necesario verificar si la vista que tendrá el radio enlace se encuentra despejada, de ser así ya solo necesitas considerar aspectos técnicos que puedes revisar en las características de los equipos y elegir el más conveniente en cuanto a la situación que deseas resolver.

3. ¿Considera usted que existen en la actualidad problemas de comunicación por la falta de cobertura? ¿Explique su respuesta?

Si, la cobertura siempre será el detonante de la falta de comunicación y es que la forma irregular del planeta no permite interconectar ciertos sectores, como aquellos que tienen mucha vegetación o son de superficie montañosa y es por esa razón que las compañías celulares tienden a tener problemas de cobertura ya que ellos se manejan con un diseño de panal y deben de colocar las repetidoras en el centro del hexágono y por las superficies irregulares no se pueden completar toda el área de comunicación y eso incita a alterar el diseño original solo para cubrir sectores que no poseen la cobertura.

4. ¿Cree usted que un radio enlace solucionaría el problema de comunicación en sectores urbanos marginales? ¿Explique su respuesta?

Yo pensaría que sí, ya que la principal razón por la que los ISP no desean ingresar a sectores marginales es porque no pueden visualizar un mercado en el sector, bien sea por recursos económicos de los residentes o porque el acceso puede al sector pueda generar mucha inversión.

5. ¿Considera usted que un radio enlace es la mejor opción a diferencia de otros medios para establecer una comunicación a largas distancias?

El radio enlace puede ser la mejor opción para amenorar costos ya que la Fibra óptica tiende a demandar mayor recurso económico para los ISP, pero eso no significa que el radio enlace será mejor que la fibra. Le explico una situación común, cuando se desea instalar un medio de comunicación ya sea por fibra o por antena siempre se tiende a realizar un enlace primario el cual generalmente es un enlace inalámbrico por medio de antena, luego de ello cuando se llega hasta el sector que se desea impartir el acceso a internet por medio de un convertidor de ethernet a fibra se pasa toda la comunicación a la tecnología de la fibra, pero el principio para conectar dos sectores a larga distancia generalmente es un radio enlace.

6. ¿En base a su experiencia, qué equipos considera los adecuados para realizar un radio enlace?

No podría definir que equipos son los adecuados para un radio enlace ya que la selección de las antenas será obligatoriamente sujeta a las necesidades que se desean cumplir y a los recursos que disponga el ISP, pero si podría sugerirte las marcas más comerciales y completas en cuanto al manejo y administración de un radio enlace. Las marcas son Ubiquiti, Mikrotik o TP- Link, aquellas son las marcas que más renombre tienen en el país.

**7. ¿Qué tipo de enrutadores utilizaría para implementación de un radio enlace?
¿Explique su respuesta?**

Para los enrutadores generalmente he trabajado con los Routerboard 2001, 3001 y 4001 de Mikrotik por la seguridad que brindan al momento de configurarlos. También son buena opción los enrutadores de TP-Link ya que se pueden configurar en las capas que se requiera.

8. ¿Qué características principales se consideran al momento de diseñar un radio enlace?

Para realizar un diseño de red, primero se debe tener en claro que problemática deseo solucionar, luego contar con tener el recurso económico y los permisos legales para implementar los diseños realizados, una vez definido ello se establece el punto donde se desea diseñar el radio enlace, evaluar las condiciones climáticas y los parámetros que necesito implementar.

9. ¿En base a su criterio, como calcularía el ancho de banda de un sector con un radio de 500m?

El ancho de banda es un concepto que depende del tráfico de datos que se desea impartir, si tomamos como referencia una radio de 500 metros debería primero evaluar la población a la que me estoy refiriendo, si son una comunidad que usan el servicio para plataformas de Streaming o lo usan como herramienta de trabajo etc. Conociendo ya la cantidad en promedio que consume el sector se procede a verificar el ancho de banda que pueda solventar aquel tráfico de datos.

10. ¿Qué se necesitaría para que un proyecto de radio enlace tenga escalabilidad?

La escalabilidad es un concepto que va de la mano con la solución del problema puesto que al momento de definir el proceso de un proyecto no se puede dejar establecido que solo satisfaga la necesidad presentada en aquel momento, es decir, debemos pensar en que mañana la tecnología que usamos hoy será obsoleta y que necesitamos dejar canales que nos permitan crecer progresivamente. Por ejemplo, si se realiza el diseño de un enlace de

microondas se necesita considerar que dentro de varios meses los contratos del sector podrían aumentar y se necesitará implementar repetidoras en varios sectores por lo que el recurso invertido necesita ser superior a la necesidad que se desea solucionar.

Anexos 5. Entrevista virtual con el Gerente General del ISP PowerNet S.A.



Respuesta de la entrevista 2 (Área Administrativa).

1. ¿Conoce usted los radio enlaces? ¿Cómo podría definirlos?

Si, generalmente funcionan como un sistema de nodos o conexiones de dos o más puntos que transmiten datos entre ellos como servicios de VoIP, internet o telefonía móvil.

2. ¿Considera usted que existen en la actualidad problemas de comunicación por la falta de cobertura? ¿Explique su respuesta?

Considero que siempre va a existir ese límite de comunicación en cuanto a cobertura ya que la única manera de solucionar aquel problema de comunicación es invirtiendo mucho dinero en repetidores inalámbricos, dispositivos PLC u otras opciones probablemente de uso complejo.

3. ¿Cree usted que un radio enlace solucionaría el problema de comunicación en sectores urbanos marginales? ¿Explique su respuesta?

Los radios enlaces pueden solucionar los problemas de comunicación de un sector marginal, sin embargo, recordemos la mejor tecnología en transferencia de datos es la fibra óptica, pero si lo que se pretende es solucionar un problema optimizando recursos si es factible cubrir los sectores marginales con radio enlaces.

4. ¿Considera usted que un radio enlace es la mejor opción a diferencia de otros medios para establecer una comunicación a largas distancias?

Siempre la mejor opción va a ser cable, pero todo depende de la geografía, espectro radioeléctrico, infraestructura, línea de vista, distancia para poder tomar la mejor opción analizando cada uno de los parámetros mencionados.

5. ¿Cómo selecciona el sector de la ciudad en el cual desea implementar un radio enlace? ¿Qué características consideraría?

Para ello debe existir la necesidad en el sector y que el espectro radioeléctrico está factible de trabajar.

6. ¿En base a su experiencia que proveedor de equipos de comunicación considera usted el más confiable y con los mejores precios del mercado?

La empresa tiene aproximadamente 10 años trabajando junto a ZC Mayoristas, y aun que han existido otros proveedores que momentáneamente mantienen precios más accesibles o económicos, la relación de trabajo que existe con ZC Mayoristas ha sido siempre preferencial por el crédito que brindan a sus clientes y los precios más bajos del mercado.

7. ¿Cómo evalúa la eficiencia de un equipo de comunicación en relación a su calidad - precio?

La eficiencia de un equipo de comunicación que sea estable, el precio lo pone en mercado y el avance de la tecnología.

8. ¿Qué proveedor de equipos de telecomunicaciones recomienda para adquirir antenas de radio enlace?

Sin dudarlo recomendaría a ZC Mayoristas ya que ellos tienen un sistema de garantías donde revisan los equipos aparentemente defectuosos y de percibir un daño en los equipos aplican el 100% de la garantía sobre el producto.

9. ¿según su experiencia cual sería la principal razón por la que los usuarios contratan un servicio de internet?

Dependiendo de los sectores, la clase baja en su mayoría busca precios, promociones y descuentos. La clase media para arriba en su mayoría busca un servicio que sirva, que si hay un problema exista un medio de comunicación ágil y directo y si el problema persiste haya una solución inmediata.

10. ¿Cuánto es el costo por el servicio de internet que usted considera que debería cancelar los moradores de un sector marginal como lo es Renacer de Dios y sus alrededores?

Un precio muy atractivo y accesible para ellos sería de \$20 o prepago, es decir, por días como si fuera un sistema de recargas.

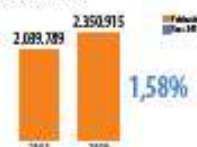
Anexos 6. Infografía por parroquias del censo en Guayaquil del año 2010.

► Población del cantón Guayaquil

2.350.915

1.158.221 | 1.192.694
49,3% | 50,7%

► Población y tasa de crecimiento intercensal anual



► Promedio de personas por hogar Censos 2001 y 2010



► Porcentaje de población por grupos de edad

	2001	2010
0 a 14	29,4%	28,8%
15 a 64	64,1%	65,4%
65 y más	6,5%	5,8%

► Autoidentificación de la población¹

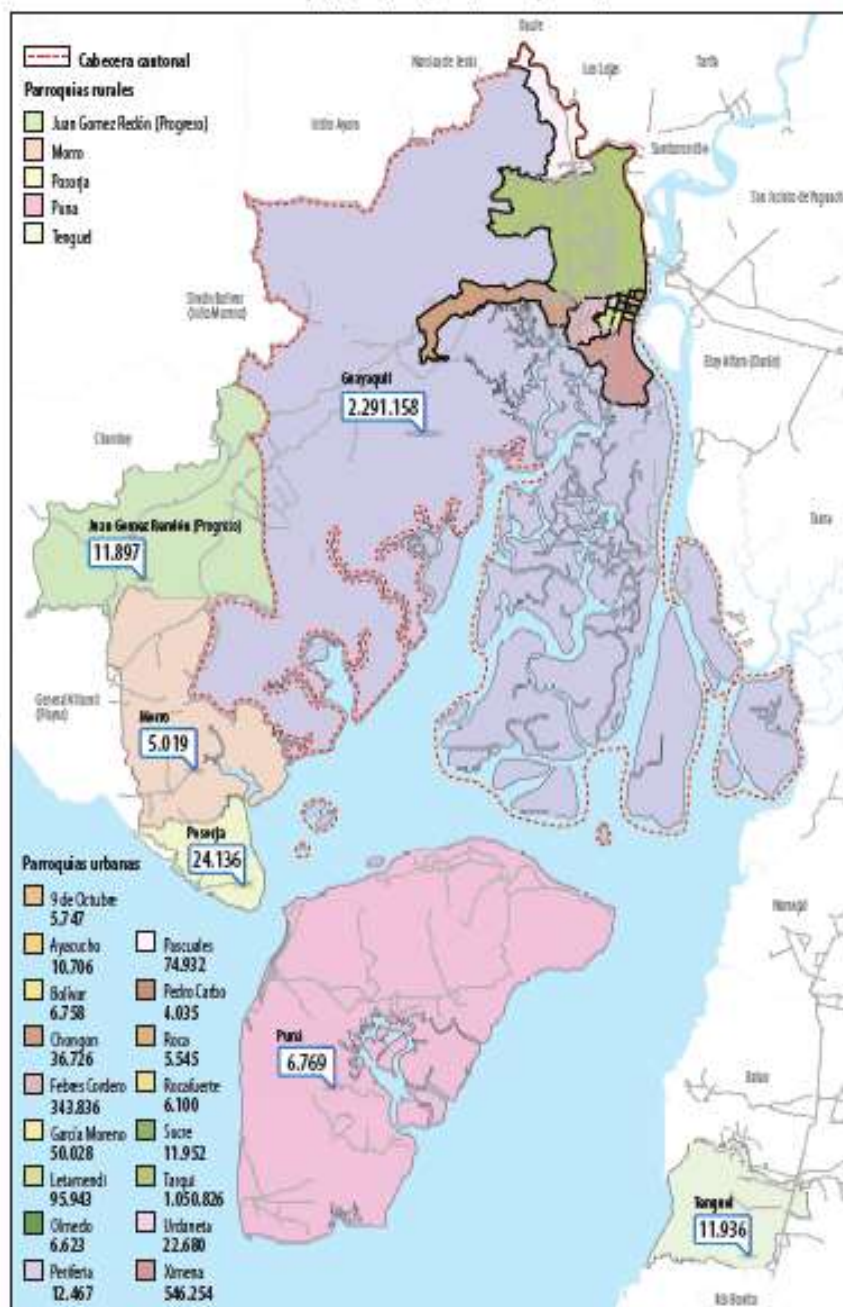


¹ Fuente: CEN 2010. Autoidentificación étnica según el idioma materno.
² Fuente: CEN 2010. Autoidentificación étnica según el idioma materno.

► Disponibilidad de TIC S



► Número de habitantes del cantón Guayaquil por parroquias (urbanas y rurales).



Anexos 7.Datasheet de los equipos de comunicación.

airFiber SXHD

SPECIFICATIONS

airFiber AF-SXHD	
Dimensions	224 x 82 x 48 mm (8.82 x 3.23 x 1.89")
Weight	0.35 kg (12.3 oz)
RF Connectors	(2) RP-SMA Weatherproof (CH0, CH1) (1) SMA Weatherproof (GPS)
GPS Antenna	External, Magnetic Base
Power Supply	24V, 1A Gigabit PoE Adapter (Included)
Power Method	Passive Power over Ethernet Pins 1, 2, 4, 5 (+) and Pins 7, 8, 3, 6 (-)
Max. Power Consumption	6.12W ¹
Supported Voltage Range	+18 to +54VDC ²
Mounting	airFiber X Mount (Rocket Mount Compatible) GPS Pole Mount (Included)
Operating Temperature	-40 to 55° C (-40 to 131° F)
Weatherproofing	IP67 ³
Certifications	CE, FCC, IC



System	
Processor	airFiber LTU IC
Maximum Throughput	1.34 Gbps ⁴
Maximum Range	100 km ⁴
Packets per Second	2+ Million ⁴
Latency	1.5 ms - 3.5 ms ⁵
Encryption	AES-256
OS	airOS LTU
Wireless Modes	PIPMaster/Slave

¹ Based on full hardware load and operating at max.² Full range depends on Ethernet cable length.³ After installation of IP67 upgrade kit (included).⁴ Throughput and range values may vary depending on the environmental conditions.⁵ Assuming 400000000 packets per second version 1.1.2 or above.⁶ Hardware bridge mode only.⁷ Based on 2 antennas.

Networking Interface	
Data Port	(1) 10/100/1000 Ethernet Port
Management Port	(1) 10/100/1000 Ethernet Port Bluetooth v4.0

airFiber 5XRD

SPECIFICATIONS

Radio	
Max. Conducted TX Power	29 dBm (Dependent on Regulatory Region)
Frequency Accuracy	< 2 ppm
Channel Bandwidth	10/20/30/40/50/60/80/100 MHz Selectable Programmable Uplink and Downlink Duty Cycles

Operating Frequency (MHz)	
Worldwide	4800 - 6200*
US/CA	
U-NII-1	5150 - 5250
U-NII-2A	5250 - 5350
U-NII-2C	5470 - 5725
U-NII-3	5725 - 5850

* Depends on regulatory region.

Bluetooth LE Management Radio (MHz)	
Worldwide	2400 - 2483.5

Suggested Max. TX Power	
12x	12 - 15 dBm
10x	19 - 20 dBm
8x	21 - 22 dBm
6x	23 - 24 dBm
4x	29 dBm
2x	29 dBm
1x	29 dBm

Modulation Rate		Receive Sensitivity (dBm)							
		Modulation							
		10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz
12x	4096QAM	-56	-53	-51	-49	-47	-44	-42	-39
10x	1024QAM	-66	-63	-61	-59	-57	-55	-53	-51
8x	256QAM	-72	-69	-67	-65	-63	-61	-59	-57
6x	64QAM	-78	-75	-73	-71	-69	-67	-65	-63
4x	16QAM MIMO	-84	-81	-79	-77	-75	-73	-71	-69
2x	QPSK MIMO	-88	-85	-83	-82	-81	-80	-79	-78
1x	1/2 Rate QPSK xRT	-90	-87	-85	-84	-83	-82	-81	-80



Specifications

rocket MS

MS	
Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")
Weight	500 g (1.1 lb)
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Max. Power Consumption	8W
Processor	MIPS 74Kc
Memory	128 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(1) 10/100 Mbps
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes
Modes	Access Point, Station
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet, Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CLI
Security	WPA2 AES Only
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 5/8/10/20/30/40 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode
MS Operating Frequency (MHz)	
Worldwide	5150 - 5875
USA	U-NII-1 5150 - 5250* U-NII-2A 5250 - 5350* U-NII-2C 5470 - 5725* U-NII-3 5725 - 5850*
IC	5470 - 5600, 5650 - 5725, 5725 - 5850

* Some frequencies may require activation; visit <https://www.ubnt.com/fcclabelrequest>

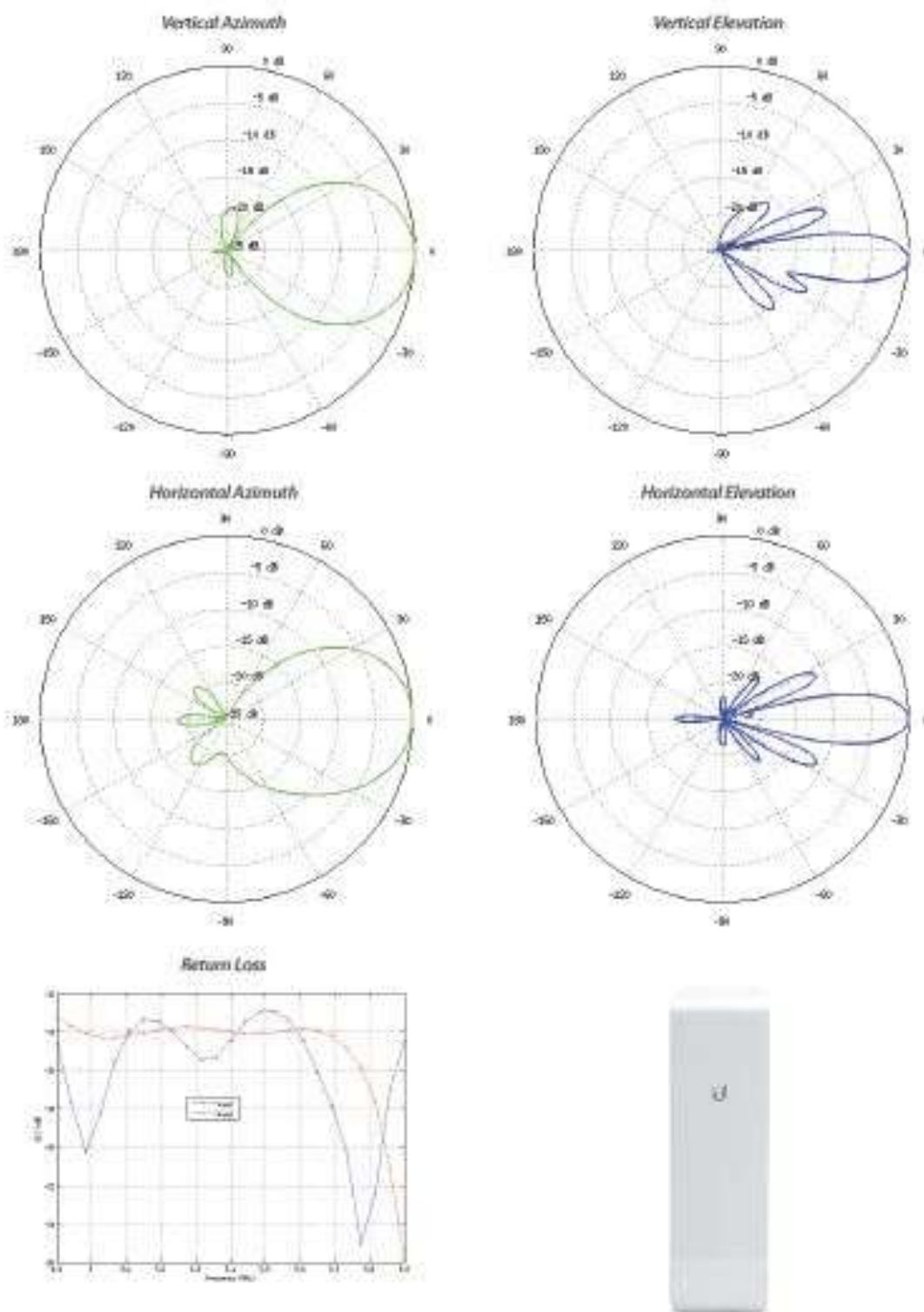
M5-Output Power: 27 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11a	6 - 24 Mbps	27 dBm	± 2 dB	802.11a	6 - 24 Mbps	-94 dBm Min.	± 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	23 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	22 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
802.11n 60mW MAX	MCS0	27 dBm	± 2 dB	802.11n 60mW MAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	27 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	27 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	27 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	26 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	24 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	21 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	27 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	27 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	27 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	27 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	26 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	24 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	21 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB



Specifications

NSM5			
Dimensions	294 x 37 x 88 mm (11.57 x 1.22 x 3.15")		
Weight	400 g (14.11 oz)		
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A		
Max. Power Consumption	8W		
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)		
Operating Frequency	Worldwide	USA	USA DFS
	5170-5675 MHz	5725-5850 MHz	5250-5850 MHz
Gain	14.5-16.1 dBi		
Networking Interface	(2) 10/100 Ethernet Ports		
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 580 MHz		
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash		
Frequency	5 GHz		
Cross-pol Isolation	22 dB Minimum		
Max. VSWR	1.5:1		
Beamwidth	43° (H-pol) / 41° (V-pol) / 15° (Elevation)		
Polarization	Dual Linear		
Enclosure	Outdoor (UV Stabilized Plastic)		
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)		
Operating Temperature	-30 to 75° C (-32 to 167° F)		
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing		
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE		
FCC Compliance	Yes		
Shock & Vibration	ETSI 300-410-1.4		

Output Power: 27 dBm							
5 GHz TX Power Specifications				5 GHz RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
11a	6-24 Mbps	27 dBm	±2 dB	11a	6-24 Mbps	-84 dBm	±2 dB
	36 Mbps	25 dBm	±2 dB		36 Mbps	-80 dBm	±2 dB
	48 Mbps	23 dBm	±2 dB		48 Mbps	-77 dBm	±2 dB
	54 Mbps	22 dBm	±2 dB		54 Mbps	-75 dBm	±2 dB
11n/ax/Max	MCS0	27 dBm	±2 dB	11n/ax/Max	MCS0	-86 dBm	±2 dB
	MCS1	27 dBm	±2 dB		MCS1	-85 dBm	±2 dB
	MCS2	27 dBm	±2 dB		MCS2	-83 dBm	±2 dB
	MCS3	27 dBm	±2 dB		MCS3	-80 dBm	±2 dB
	MCS4	26 dBm	±2 dB		MCS4	-86 dBm	±2 dB
	MCS5	24 dBm	±2 dB		MCS5	-83 dBm	±2 dB
	MCS6	22 dBm	±2 dB		MCS6	-77 dBm	±2 dB
	MCS7	21 dBm	±2 dB		MCS7	-74 dBm	±2 dB
	MCS8	27 dBm	±2 dB		MCS8	-95 dBm	±2 dB
	MCS9	27 dBm	±2 dB		MCS9	-93 dBm	±2 dB
	MCS10	27 dBm	±2 dB		MCS10	-90 dBm	±2 dB
	MCS11	27 dBm	±2 dB		MCS11	-87 dBm	±2 dB
	MCS12	26 dBm	±2 dB		MCS12	-84 dBm	±2 dB
	MCS13	24 dBm	±2 dB		MCS13	-79 dBm	±2 dB
	MCS14	22 dBm	±2 dB		MCS14	-76 dBm	±2 dB
	MCS15	21 dBm	±2 dB		MCS15	-75 dBm	±2 dB



Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at www.ubnt.com/support/warranty.
 ©2014-2018 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti logo, airMAX, airMAX M, airMAX M2, airMAX M2 Pro, airMAX M2 Pro-XT, airMAX M2 Pro-XT-M, and NanoStation are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

LBE-M5-23 Specifications

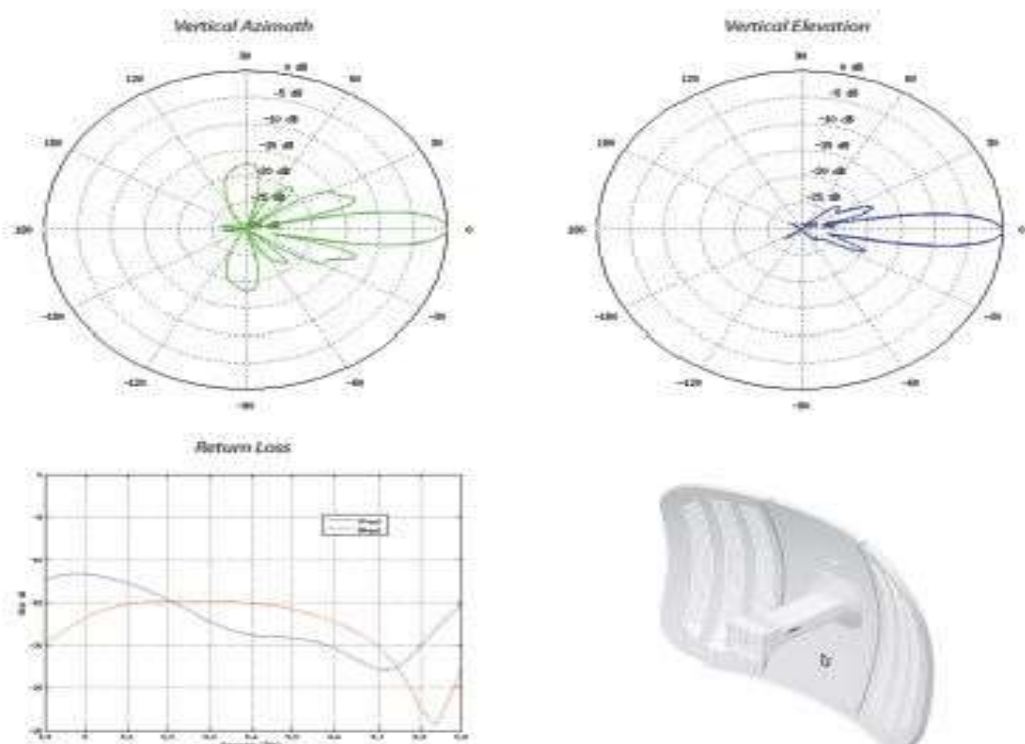
Physical / Electrical / Environmental	
Dimensions (No Mount)	362 x 267 x 184 mm (14.25 x 10.51 x 7.24")
Weight (No Mount)	750 g (24.11 oz)
Mounting Kit	Pole Mounting Kit (Included)
Max. Power Consumption	4W
Power Supply	24V, 0.2A PoE Adapter (Included)
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
ETSI Specification	EN 302 326 DN2
ESD/EMP Protection	± 24 KV Contact / Air

System Information	
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 533 MHz
Memory	64 MB
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port


Regulatory / Compliance Information	
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes

Output Power: 25 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11n/a/r/MAX	MCS0	15 dBm	± 2 dB	802.11n/a/r/MAX	MCS0	-97 dBm	± 2 dB
	MCS1	25 dBm	± 2 dB		MCS1	-96 dBm	± 2 dB
	MCS2	25 dBm	± 2 dB		MCS2	-93 dBm	± 2 dB
	MCS3	24 dBm	± 2 dB		MCS3	-91 dBm	± 2 dB
	MCS4	23 dBm	± 2 dB		MCS4	-87 dBm	± 2 dB
	MCS5	22 dBm	± 2 dB		MCS5	-84 dBm	± 2 dB
	MCS6	21 dBm	± 2 dB		MCS6	-78 dBm	± 2 dB
	MCS7	19 dBm	± 2 dB		MCS7	-75 dBm	± 2 dB

Antenna Information	
Operating Frequency	Worldwide: 5150 - 5875 MHz USA: 5725 - 5850 MHz
Output Power	25 dBm
Gain	23 dBi
Max. VSWR	1.5:1



Specifications

Physical features & Performance			
Product Picture			
Model		TL-SG3424	TL-SG3216
Physical Features			
Connector	10/100/1000Mbps RJ45 Ports	24	16
	Combo Gigabit SFP slots ²	4	2
	Console Port	1	1
Power Supply		100-240VAC, 50/60Hz	100-240VAC, 50/60Hz
FAN Quantity		0	0
Certification		CE, FCC	CE, FCC
Dimensions(W × D × H)		17.3 × 8.7 × 1.7 in. (440 × 220 × 44 mm)	17.3 × 8.7 × 1.7 in. (440 × 220 × 44 mm)
		19-inch Rack mount Steel Case, 1U Height	
Environment		Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F), Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing, Storage Humidity: 5%~90% non-condensing	
Performance			
Switch Capacity		48Gbps	32Gbps
Forwarding Rate		35.7Mpps	23.8Mpps
MAC Address Table		8k	8k
Packet Buffer Memory		512KB	512KB
Jumbo Frame		10240 Bytes	10240 Bytes

Specifications

Hardware

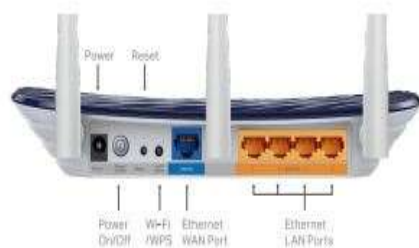
Ethernet Ports: 4*10/100Mbps LAN Ports, 1*10/100Mbps WAN Port

Buttons: Reset Button, Power On/Off Button, Wi-Fi/WPS Button

Antennas: 3 fixed Omni Directional Antennas

External Power Supply: 9VDC/0.6A(CE), 9VDC/0.85A(FCC)

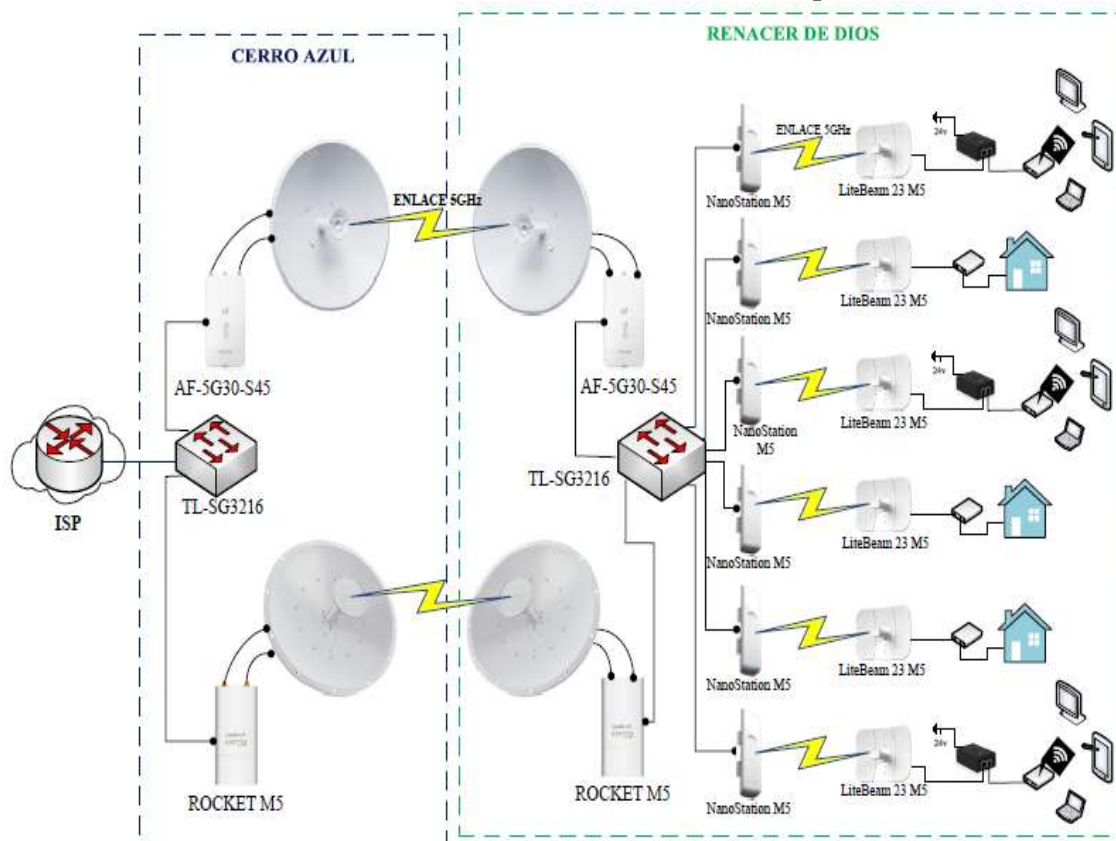
Dimensions (W x D x H): 9.1 x 5.7 x 1.4 in. (230 x 144 x 35mm)



Wireless

- Wireless Standards: IEEE 802.11ac/n/a 5GHz, IEEE 802.11b/g/n 2.4GHz
- Frequency: 2.4GHz and 5GHz
- Signal Rate:
 - 5GHz: Up to 433Mbps
 - 2.4GHz: Up to 300Mbps
- Reception Sensitivity:
 - 5GHz:
 - 11a 54M: -76dBm; 11ac VHT20 MCS8: -70dBm;
 - 11ac VHT40 MCS9: -65.5dBm; 11ac VHT80 MCS9: -61.5dBm
 - 2.4GHz:
 - 11g 54M: -76dBm; 11n HT20 MCS7: -74dBm;
 - 11n HT40 MCS7: -71dBm
- Wireless Function: Enable/Disable Wireless Radio, WDS Bridge, WMM, Wireless Statistics
- Wireless Security: 64/128-bit WEP, WPA / WPA2, WPA-PSK / WPA2-PSK encryption

Anexo 1. Diseño de la red inalámbrica completa.



Bibliografía

- Anegas, F. (2012). *Diseño e implementacion de un manual interactivo de redes*.
Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7994/1/T-ESPE-ITSA-000112.pdf>
- ARCOTEL. (2021). *Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*.
Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/>
- Arias, E. R. (05 de Febrero de 2021). *Economipedia*. Obtenido de
<https://economipedia.com/definiciones/investigacion-descriptiva.html>
- Arroyave, N. (2020). *Universidad Javier Landivar*. Obtenido de
<https://ceat.url.edu.gt/pagina/wp-content/uploads/2021/01/GuiaElaboracio%CC%81nDeTextosCienciasPolíticas.pdf>
- Aviles, M. (2011). *Universidad del Biofisica* . Obtenido de
<https://fisquiweb.es/Apuntes/Apuntes2Fis/ReflexionRefraccion.pdf>
- Bermeo, W. (26 de Mayo de 2009). Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec>. From
- Bustos, A. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. *Scielo*, 44.
- Castilla, M. V. (2014). *Universidad Nacional de tres de Febrero* . Obtenido de
http://untref.edu.ar/uploads/Documentos/redaccion_intermaestrias.pdf
- Castillo, J. A. (21 de Febrero de 2020). Obtenido de
https://www.profesionalreview.com/2020/02/21/switch-conmutador/#Que_es_un_Switch_o_conmutador_de_red
- Cerro, Y. (31 de Marzo de 2015). *Redes Inalámbricas*. Obtenido de
<https://sites.google.com/site/redesinalambricas3/ventajas>
- CISCO. (2020). Obtenido de <https://ccnadesdecero.es/conceptos-lan-inalambrica-wlan/>
- Coluccio, E. (15 de Julio de 2021). *Conceto*. Obtenido de <https://concepto.de/espectro-electromagnetico/>
- Coronel, E. (2021). *Ecotec*. Obtenido de
<https://repositorio.ecotec.edu.ec/bitstream/123456789/225/1/CORONEL%20ERICK.pdf>
- Corvo, H. (29 de Julio de 2019). *Factibilidad económica: qué es y cómo se hace*.
Obtenido de <https://www.lifeder.com/factibilidad-economica/>
- Crisoj, B. (2006). *Clapson* . Obtenido de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/dcsyp-ua/20170517031227/pdf_671.pdf

Darín, J. R. (2016). Fundamentos de Redes Informáticas . En J. R. Darín, *Fundamentos de Redes Informáticas 2da Edicion* (pág. 113).

Diario El Telégrafo. (03 de Julio de 2019). *eltelegrafo.com*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/1/montesinai-casasilegales-guayaquil>

Diaz Bravo, L., Turroco Garcia, U., Martinez Hernandez , M., & Varela Ruiz, M. (2013). Metodología de investigación en educación médica. 13. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009

Durán, R. (Octubre de 2015). *Departament de projects*. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/397710/TRADR1de1.pdf>

Espinoza, D. (3 de Julio de 2022). *Syscom*. Obtenido de <https://soporte.syscom.mx/es/articles/1439943-conociendo-sobre-la-ganancia-de-las-antenas>

Follare, B. (2 de Julio de 2017). *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/537/53751755005.pdf>

Follari, J. B. (2017). La escritura académica: 14 recomendaciones prácticas. *Redalyc*, 17(2), 95-147. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/537/53751755005/html/>

Forero, G. A. (23 de Julio de 2011). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/andresguzmanforero/antenas-polarizacion-vertical>

Garcia, O. (18 de Mayo de 2021). *PUCP.edu*. Obtenido de <https://puntoedu.pucp.edu.pe/comunidad-pucp/como-escribir-textos-academicos-breve-guia-para-estudiantes/>

Gonzalo, M. (Marzo de 2008). *Facultad de Ingenieria electrica y electronica*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4179/1/CD-1333.pdf>

Huidobro, J. M. (2013). *Revista digital ACTA*. Obtenido de https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/020001.pdf

Ibarra, R. (2016). *Propuesta de un diseño de una red Wireless Lan para mejorar*. Obtenido de <file:///C:/Users/Luis%20Becerra/Downloads/CE%20ROLANDO%20MEJIA%20PUCE%20FINAL.pdf>

Iglesias León, M., & Cortés Cortés, M. (2004). *Generalidades sobre la Metodología de la Investigación*. Ciudad del Carmen. Obtenido de https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf

INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2012/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf

Irving, S. (8 de Junio de 2021). Obtenido de <https://community.fs.com/es/blog/utp-or-stp-cables-for-10gbase-t-network.html>

Jimenez, K. (2016). Estudio de factibilidad de una red inalambrica de sensores utilizando 6LOWPAN para automatizacion de un sistema de riego por aspersión en la "NORALMA". pág. 137.

Jimenez, M. (Octubre de 2008). *Facultad de electronica*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/910/1/CD-1799%282008-11-19-10-53-10%29.pdf>

Lederkremer, M. (2019). Redes Informáticas. En M. Lederkremer, *Redes Informáticas* (pág. 144). Buenos Aires: SixEdiciones. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7frADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=que+son+las+redes+inform%C3%A1ticas&ots=H5iKS0tYkB&sig=vGUYyDODmIkDxWwrIRPcFyYWPp4#v=onepage&q=que%20son%20las%20redes%20inform%C3%A1ticas&f=false>

Llerena, O. (2015). El proceso de formación profesional desde un punto de vista complejo e histórico-Cultural. *Redalyc*, 15(3), 1-23.

Lobato, L. (Agosto de 2019). *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-42582019000200267

López, J. F. (08 de Noviembre de 2018). *Economipedia.com*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/muestra-estadistica.html>

Lorenzo, J. A. (16 de Septiembre de 2020). *redeszone.net*. Obtenido de <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/afecta-clima-velocidad-wi-fi/>

Luque, J. (2017). Espectro electromagnetismo y radioelectrico . *articulo científico* , 1-30.

Mans, C. (27 de Abril de 2018). *Tecno* . Obtenido de <http://247tecno.com>

Martínez, J. L. (13 de Julio de 2018). Obtenido de <https://www.prored.es/zonas-de-fresnel-en-un-radioenlace/>

Mejía, W. P. (2019). *Diseño de una red inalámbrica con tecnología MIMO TDMA, para proveer*. Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de,

- Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12223/1/T-UCSG-POS-MTEL-129.pdf>
- Mera, G. (2016). *Universidad autonoma del estado de Hidalgo*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n9/m1.html>
- Merchán, J. (15 de Agosto de 2018). *INNOVA*. Obtenido de <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/639/1126>
- Mikrotik. (2018). Obtenido de <https://mikrotik.com/aboutus>
- Monsalve, J. (24 de Julio de 2014). *Diarioelectronico hoy*. Obtenido de <https://www.diarioelectronico hoy.com/antenas-una-explicacion-de-su-funcionamiento-i/>
- Moran, E. (1999). Los siete saberes necesarios a la educación del futuro. *UNESCO* .
- Munevar, D. (Abril de 2008). *Instituto Superior de Investigación y Docencia para el Magisterio*. Obtenido de https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/8/008_Munevar.pdf
- Myriam, Q. (4 de Julio de 2020). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html>
- Navarrete, S. (3 de Octubre de 2014). *Wordpress*. Obtenido de <https://sobretodoredes.wordpress.com/redes-cableadas/topologias-de-las-redes-cableadas/>
- Núñez, K. O. (Agosto de 2019). *Instituto Nacional de Astrofísica*. Obtenido de <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/1793/1/OlanNKN.pdf>
- Ñáñez, M. (22 de Septiembre de 2017). *Universidad del Zulia* . Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/310/31054991028/html/>
- Ocampo, D. S. (3 de Diciembre de 2019). *www.investigaqliacr.com*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/investigacion-bibliografica/>
- Porporatto, M. (2018). *Importancia del internet*. Obtenido de importancias.com/internet/
- Remache, P. V. (2015). Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec>.
- Rojas, K. (2009). *Universidad pontifica Bucaramanga* . Obtenido de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/432/digital_17516.pdf?sequence=1
- Roncancio, C. (2019). *Universidad de las Illes balears*. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/671465/tcyrb1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rubio, N. M. (07 de Mayo de 2020). *Psicologiyamente.com*. Obtenido de <https://psicologiyamente.com/cultura/tipos-tecnicas-investigacion>

Sacan, A. (2020). *Estudio de Factibilidad de una red inalámbtrica para el acceso*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2258/1/QUIMIS%20SANCAN%20BRUNO%20ANTONIO.pdf>

Sánchez, J. R., & Díaz Martínez, J. V. (2008). *Las redes inalámbricas, más ventajas que desventajas*. Académicos de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, Veracruz. Obtenido de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/redes2008-2.pdf>

Telectronika. (17 de Junio de 2018). Obtenido de <https://www.telectronika.com/articulos/radio-enlaces/fundamentos-de-radioenlaces-de-microondas/>

TP-Link. (2018). Obtenido de <https://www.tp-link.com/ec/about-us/corporate-profile/>

Ubierna, O. (15 de Febrero de 2022). *Comunicaciones inalámbricas* . Obtenido de https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/wireless/que-son-las-antenas-omnidireccionales/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=que-son-las-antenas-omnidireccionales#:~:text=Las%20antenas%20omnidireccionales%20son%20aquellas,de%20cobertura%20de%2

Ubiquiti Networks. (2020). *ui.com*. Obtenido de <https://ir.ui.com/>

Universidad de la República deParaguay. (14 de Diciembre de 2020). *FACULTAD DE ENFERMERÍA DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACIÓN Y BIBLIOTECA*. Obtenido de <https://www.fenf.edu.uy/wp-content/uploads/2020/12/14dediciembrede2020Etapasdeinvestigacionbibliografica-1.pdf>

Vera, G., & Vilches, G. (2019). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45010/1/B-CINT-PTG-N.460%20Vera%20Vera%20Ginger%20Yulexy%20.%20Vilches%20Candel%20G%c3%a9nesis%20Melanny.pdf>

Vera, G., & Vilches, G. (2019). *Estudio de Factibilidad y diseño de una red inalámbrica para acceso a internet en el Recinto la Cooperativa del Canton Puebloviejo*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45010/1/B-CINT-PTG->

N.460%20Vera%20Vera%20Ginger%20Yulexy%20.%20Vilches%20Candel%20G%c3%a9nesis%20Melanny.pdf

Westreicher, G. (23 de Febrero de 2020). *economipedia.com*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/encuesta.html>

Westreicher, G. (21 de Junio de 2020). *Economipedia.com*. Obtenido de Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/poblacion.html>

Yacelga, G. (2017). *Estudio de Factibilidad y diseño de una red*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13691/TESIS%20DE%20INVESTIGACION%20DE%20UN%20ISP%20INALAMBRICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

, M. (Mayo de 2007). *Universidad auto*. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4759/mzg1de1.pdf>

Zurita, C. (2020). Análisis crítico de ambientes virtuales de aprendizaje. *Universidad de zulia*, 25(11), 33-47.