



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN: “SISTEMAS Y REDES DE  
COMUNICACIÓN INALÁMBRICA”**

**TEMA:**

---

SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO PARA LA TRANSMISIÓN  
DE DATOS ENTRE LA BODEGA Y LA OFICINA DE LA EMPRESA  
“ELECTROSEGURIDAD” DE LA CIUDAD DE AMBATO.

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: Seminario de Graduación, presentado previo  
la obtención del título de Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones.

**AUTORA:** Verónica Maricela Luisa Analuisa

**TUTOR:** Ing. Vinicio Hidalgo

Ambato - Ecuador

Octubre - 2012

## **APROBACION DEL TUTOR**

Yo, Ingeniero Vinicio Hidalgo, en calidad de Tutor del Trabajo de Graduación sobre el tema: “SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LA BODEGA Y LA OFICINA DE LA EMPRESA ELECTROSEGURIDAD DE LA CIUDAD DE AMBATO”, desarrollado por la señorita Luisa Analuisa Verónica Maricela, egresada de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la carrera de Electrónica y Comunicaciones, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámite y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 18 de Octubre del 2012.

**TUTOR**

**Ing. Vinicio Hidalgo.**

## **AUTORIA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Yo, Verónica Maricela Luisa Analuisa, con cédula de ciudadanía 180362436-8, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el trabajo de graduación: “SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LA BODEGA Y LA OFICINA DE LA EMPRESA ELECTROSEGURIDAD DE LA CIUDAD DE AMBATO”, como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Trabajo de Graduación.

Ambato, 18 de Octubre del 2012.

**AUTORA**

**Verónica Maricela Luisa Analuisa.**

**CC: 180362436-8**

## **APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Mario Geovanni García Carrillo M.S.c., e Ing. Santiago Mauricio Altamirano Meléndez, revisó y aprobó el Informe Final del Trabajo de Graduación, titulado: “SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LA BODEGA Y LA OFICINA DE LA EMPRESA ELECTROSEGURIDAD DE LA CIUDAD DE AMBATO”, presentado por la señorita Verónica Maricela Luisa Analuisa, egresada de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la carrera de Electrónica y Comunicaciones, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 18 de Octubre del 2012.

Por constancia firman:

**Ing. Oswaldo Eduardo Paredes Ochoa MSc.**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Mario G. García C. MSc.**  
**DOCENTE CALIFICADOR**

**Ing. Santiago M. Altamirano M.**  
**DOCENTE CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, Marcelo y Laura, pilares fundamentales en mi vida y en mi carrera, quienes con su esfuerzo, amor y paciencia han sabido guiarme para llegar a culminar esta etapa de mi vida.*

*A mis hermanos, Darwin, Christian, Santiago, que son mi fuerza para seguir adelante.*

*A mis segundos padres, papito José y mamita Lucila, que me enseñaron que lo más importante es cumplir con lo que uno se propone, y que lo que se empieza debe culminarse sin importar lo que haya que caminar o los obstáculos que se presenten.*

*A mi cuñada Miriam, y mi sobrino Nicolay que se han convertido en unos hermanos mas por quienes seguir adelante.*

*Y para toda mi familia que siempre están junto a mí, en los buenos y malos momentos compartiendo alegrías y tristezas.*

*Para todos ustedes este trabajo, en el cual se refleja el esfuerzo y dedicación de todos, de una u otra manera.*

*Los quiero a todos sin ustedes no sería nada.*

**Verónica Maricela Luisa Analuisa.**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por brindarme una nueva oportunidad de vida y poder culminar mi carrera.*

*A mis padres, por su apoyo incondicional. Gracias por preocuparse más de lo necesario mi Don James y Sra. Laurita.*

*A mis abuelitos que desde el cielo me bendicen y se estarán felices al ver que cumpla una meta más en mi vida. Gracias por su apoyo, por ustedes soy la persona que soy.*

*A la FISEI, que me brindo la oportunidad de recibir la mejor educación, y donde conocí personas a los que puedo llamar amigos, de los cuales he aprendido mucho y conservo los mejores recuerdos y en especial su amistad.*

*Al Ingeniero Vinicio Hidalgo, tutor del presente proyecto, quien me brindo su mano amiga y puso a mi disposición todos sus conocimientos en el área, guiándome y orientándome en el desarrollo del proyecto. Sin usted Ingeniero mis ideas estaban en el aire gracias por todo. Aprendí mucho de usted.*

*A ti mi ángel de la guarda en forma de amigo, llegaste, te quedaste, y haces lo que puedes y mas por mí. Gracias mi pesadito.*

**Verónica Maricela Luisa Analuisa.**

## ÍNDICE GENERAL

<i>Carátula</i> .....	<i>I</i>
<i>Aprobación del Tutor</i> .....	<i>II</i>
<i>Autoría del Trabajo de Graduación</i> .....	<i>III</i>
<i>Aprobación del Tribunal de Grado</i> .....	<i>IV</i>
<i>Dedicatoria</i> .....	<i>V</i>
<i>Agradecimiento</i> .....	<i>VI</i>
<i>Indice General</i> .....	<i>VII</i>
<i>Resumen Ejecutivo</i> .....	<i>1</i>
<i>Introducción</i> .....	<i>2</i>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>4</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>4</b>
1.1 TEMA.....	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.2.1 Contextualización .....	4
1.2.2 Árbol del Problema.....	6
1.2.3 Análisis Crítico .....	7
1.2.4 Prognosis .....	8
1.2.5 Formulación del Problema.....	8
1.2.6 Preguntas Directrices .....	8
1.2.7 Delimitación del Problema.....	8
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	9
1.4 OBJETIVOS.....	9
1.4.1 Objetivo General.....	9
1.4.2 Objetivos Especificos.....	10
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>11</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	11
2.2 FUNDAMENTACION LEGAL .....	12
2.2.1 Organismos de Control de Telecomunicaciones .....	12
2.2.2 Ley Especial de Telecomunicaciones y su Reforma .....	13
2.3 GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	13
2.3.1 Constelación de Ideas .....	14
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	16
2.4.1 Telecomunicaciones.....	16

2.4.2	<i>Redes de Comunicación</i> .....	17
2.4.2.2.1	<i>Sistemas de Comunicación Inalámbrico</i> .....	18
2.4.3	<i>Sistema de Comunicación</i> .....	18
2.4.4	<i>Medios de Transmisión</i> .....	20
2.4.5	<i>Espectro Radioeléctrico</i> .....	20
2.4.6	<i>Tipos de Sistemas de Comunicación</i> .....	22
2.4.7	<i>Ventajas de los Sistemas de Comunicación</i> .....	25
2.4.8	<i>Redes de Datos</i> .....	26
2.4.9	<i>Modos de Transmisión</i> .....	27
2.4.10	<i>Transmisión de Datos</i> .....	27
2.4.11	<i>Componentes de un Sistema de Transmisión de Datos</i> .....	28
2.4.12	<i>Modulación</i> .....	29
2.5	<i>HIPOTESIS</i> .....	33
2.6	<i>Señalamiento de Variables</i> .....	34
<b>CAPITULO III</b> .....		<b>35</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....		<b>35</b>
3.1	<i>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN</i> .....	35
3.2	<i>MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN</i> .....	35
3.3	<i>TIPOS DE INVESTIGACIÓN</i> .....	36
3.4	<i>POBLACIÓN Y MUESTRA</i> .....	36
3.4.1	<i>Población</i> .....	36
3.4.2	<i>Muestra</i> .....	36
3.5	<i>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</i> .....	37
3.6	<i>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN</i> .....	40
3.7	<i>RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN</i> .....	40
3.8	<i>PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</i> .....	41
<b>CAPITULO IV</b> .....		<b>45</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS</b> .....		<b>45</b>
4.1	<i>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS</i> .....	45
4.1.1	<i>Pregunta 1</i> .....	45
4.1.2	<i>Pregunta 2</i> .....	47
4.1.3	<i>Pregunta 3</i> .....	48
4.1.4	<i>Pregunta 4</i> .....	49
4.1.5	<i>Pregunta 5</i> .....	50
4.1.6	<i>Pregunta 6</i> .....	51
4.1.7	<i>Pregunta 7</i> .....	53
4.1.8	<i>Pregunta 8</i> .....	54
4.1.9	<i>Pregunta 9</i> .....	55
4.2	<i>VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS</i> .....	56

<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	57
5.2 RECOMENDACIONES.....	58
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>59</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>59</b>
6.1 TEMA DE LA PROPUESTA.....	59
6.2 DATOS INFORMATIVOS.....	59
6.3 ANTECEDENTES.....	59
6.4 JUSTIFICACIÓN.....	61
6.5 OBJETIVOS.....	62
6.5.1 Objetivo General.....	62
6.5.2 Objetivos Específicos.....	62
6.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	62
6.7 METODOLOGÍA.....	63
6.7.1 Expectativas de los Usuarios.....	63
6.7.2 Requerimientos de las Aplicaciones de Red.....	63
6.7.3 Diseño del Sistema de Red.....	65
6.7.3.1 Diseño Lógico.....	65
6.7.4 Diagrama Físico.....	67
6.7.4.1 Diagramación del Diseño Físico.....	67
6.7.5 Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.....	68
6.7.5.1 Wi-Fi para Largo Alcance.....	70
6.7.5.2 Problemas del Uso de Wi-Fi para Largas Distancias.....	72
6.7.5.3 Arquitectura de Redes Wi-Fi para Larga Distancia.....	74
6.7.5.4 Seguridad en Redes Inalámbricas.....	76
6.7.6 Criterios Técnicos para el Diseño del Sistema de Comunicación Inalámbrico Basado en Tecnología Wi-Fi.....	77
6.7.6.1 Selección de Puntos del Enlace.....	77
6.7.6.2 Datos a Utilizar en el Enlace.....	78
6.7.6.3 Perfil del Terreno.....	78
6.7.6.4 Línea de Vista.....	81
6.7.6.5 Zona de Fresnel.....	82
6.7.6.6 Pérdidas.....	83
6.7.6.6.1 Pérdidas en Espacio Libre (fsl).....	83
6.7.6.6.2 Atenuación por Absorción.....	86
6.7.6.6.3 Pérdidas Totales.....	88
6.7.6.6.4 Potencia de Recepción.....	88
6.7.6.7 Balance del Enlace.....	89

6.7.6.7.1	<i>Margen Respecto al Umbral</i> .....	90
6.7.6.7.2	<i>Margen de Desvanecimiento</i> .....	91
6.7.6.7.3	<i>Confiabilidad del Sistema</i> .....	92
6.7.6.7.4	<i>Antenas.</i> .....	93
6.8	<i>DISEÑO DE LA RED.</i> .....	95
6.8.1	<i>Perfil Topográfico</i> .....	103
6.8.2	<i>Enlace Punto –Punto</i> .....	103
6.8.2.1	<i>Ubicación de los Sitios</i> .....	103
6.8.3	<i>Perfil Topográfico</i> .....	104
6.8.4	<i>Distancia entre el Enlace</i> .....	104
6.8.5	<i>Esquema de la Red</i> .....	105
6.9	<i>CÁLCULOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL DESEMPEÑO DE LA RED.</i> .....	106
6.9.1	<i>Pérdidas en Espacio Libre (fsl)</i> .....	106
6.9.2	<i>POTENCIA DEL RECEPTOR</i> .....	107
6.9.3	<i>Margen de Desvanecimiento</i> .....	108
6.9.4	<i>Umbral de Recepción</i> .....	109
6.9.5	<i>Viabilidad del Enlace (Link Budget)</i> .....	109
6.10	<i>SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA RED</i> .....	110
6.10.1	<i>Selección de Equipos de la Red.</i> .....	110
6.10.2	<i>Equipos/ Accesorios Adicionales.</i> .....	111
6.10.2.1	<i>Antenas y Módulo Suscriptor</i> .....	111
6.11	<i>PROPUESTA ECONÓMICA</i> .....	112
6.12	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i> .....	115
6.12.1	<i>Conclusiones</i> .....	115
6.12.2	<i>Recomendaciones</i> .....	118
6.13	<i>BIBLIOGRAFÍA</i> .....	121
6.14	<i>LINKOGRAFIA</i> .....	121
6.15	<i>ANEXOS</i> .....	122

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 3.1. Operacionalización de la Variable Independiente.</i> .....	38
<i>Tabla 3.2. Operacionalización de la Variable Dependiente.</i> .....	39
<i>Tabla 3.3. Plan de Recolección de Información</i> .....	41
<i>Tabla 4.1. Tabulación de Datos. Pregunta 1</i> .....	46
<i>Tabla 4.2. Tabulación de Datos. Pregunta 2</i> .....	47
<i>Tabla 4.3. Tabulación de Datos. Pregunta 3</i> .....	48
<i>Tabla 4.4. Tabulación de Datos. Pregunta 4</i> .....	49
<i>Tabla 4.5. Tabulación de Datos. Pregunta 5</i> .....	50
<i>Tabla 4.6. Tabulación de Datos. Pregunta 6</i> .....	51
<i>Tabla 4.7. Tabulación de Datos. Pregunta 7</i> .....	53
<i>Tabla 4.8. Tabulación de Datos. Pregunta 8</i> .....	54
<i>Tabla 4.9. Tabulación de Datos. Pregunta 9</i> .....	55
<i>Tabla 6.1. Configuración IP de la Lan 1</i> .....	66
<i>Tabla 6.2. Configuración IP de la Lan 2</i> .....	66
<i>Tabla 6.3. Tabla de Ruteo</i> .....	66
<i>Tabla 6.4. Bandas de Frecuencia</i> .....	69
<i>Tabla 6.5. Máxima Potencia Transmisible por Regiones</i> .....	71
<i>Tabla 6.6. Pérdidas en Espacio Libre para diferentes Distancias y Frecuencias.</i> 85	
<i>Tabla 6.7. Factor Climático A</i> .....	92
<i>Tabla 6.8. Factor Climático B</i> .....	92
<i>Tabla 6.9. Dirección de las Infraestructuras a Enlazar.</i> .....	95
<i>Tabla 6.10. Ubicación de las Radio Bases.</i> .....	103
<i>Tabla 6.11. Distancia del Enlace.</i> .....	105
<i>Tabla 6.12. Distintas Pérdidas consideradas para el Diseño</i> .....	107
<i>Tabla 6.13. Características de Radios Inalámbricos</i> .....	110
<i>Tabla 6.14. Características de las Antenas para la Red Wi-Fi</i> .....	110
<i>Tabla 6.15. Equipos de la Red</i> .....	111
<i>Tabla 6.16. Antenas.</i> .....	112
<i>Tabla 6.17. Presupuesto del proyecto.</i> .....	113

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1. Árbol del Problema</i> .....	6
<i>Figura 2.1. Categoría Fundamental Variable Independiente</i> .....	13
<i>Figura 2.2. Categoría Fundamental Variable Dependiente</i> .....	14
<i>Figura 2.3. Constelación de Ideas de la Variable Independiente</i> .....	15
<i>Figura 2.4. Constelación de Ideas de la Variable Dependiente</i> .....	16
<i>Figura 2.5. Sistema de Comunicación</i> .....	19
<i>Figura 2.6. Evolución de GSM y CDMA a 3G</i> .....	23
<i>Figura 2.7. Acceso con Red Wi-Fi y Transporte Wi-Fi</i> .....	25
<i>Figura 2.8. Componentes de un Sistema de Transmisión de Datos</i> .....	29
<i>Figura 2.9. Transmisión Analógica</i> .....	31
<i>Figura 2.10. Transmisión Digital</i> .....	31
<i>Figura 2.11. Transmisión Paralelo</i> .....	32
<i>Figura 2.12. Transmisión Serie</i> .....	32
<i>Figura 2.13. Transmisión Asíncrona</i> .....	33
<i>Figura 2.14. Transmisión Síncrona</i> .....	33
<i>Figura 4.1. Gráfica de Datos. Pregunta 1</i> .....	46
<i>Figura 4.2. Gráfica de Datos. Pregunta 2</i> .....	47
<i>Figura 4.3. Gráfica de Datos. Pregunta 3</i> .....	48
<i>Figura 4.4. Gráfica de Datos. Pregunta 4</i> .....	49
<i>Figura 4.5. Gráfica de Datos. Pregunta 5</i> .....	50
<i>Figura 4.6. Gráfica de Datos. Pregunta 6</i> .....	52
<i>Figura 4.7. Gráfica de Datos. Pregunta 7</i> .....	53
<i>Figura 4.8. Gráfica de Datos. Pregunta 8</i> .....	54
<i>Figura 4.9. Gráfica de Datos. Pregunta 9</i> .....	55
<i>Figura 6.1. Diagrama Lógico del Diseño de la Red de Datos de la Empresa "ElectroSeguridad"</i> .....	65
<i>Figura 6.2. Diagrama Físico del Diseño de la Red de Datos de la Empresa "ElectroSeguridad"</i> .....	67
<i>Figura 6.3. Perfil del Terreno</i> .....	78

<i>Figura 6.4. Distancia Efectiva</i> .....	79
<i>Figura 6.5. Perfil Corregido</i> .....	79
<i>Figura 6.6. Esquemas de Línea de Vista para Enlaces.</i> .....	81
<i>Figura 6.7. Zona de Fresnel</i> .....	82
<i>Figura 6.8. Pérdida en dB en Función de la Distancia en metros</i> .....	85
<i>Figura 6.9. Coeficiente K en Función de la Frecuencia</i> .....	86
<i>Figura 6.10. Coeficiente <math>\alpha</math> en Función de la Frecuencia</i> .....	87
<i>Figura 6.11. Balance del Enlace.</i> .....	89
<i>Figura 6.12. Ancho del Haz.</i> .....	94
<i>Figura 6.13. Ubicación de los Departamentos de la Empresa “ElectroSeguridad”</i> .....	96
<i>Figura 6.14. Infraestructura donde presta sus Servicios la Oficina de la empresa</i> <i>“ElectroSeguridad”</i> .....	96
<i>Figura 6.15. Infraestructura donde presta sus Servicios la Bodega de la empresa</i> <i>“ElectroSeguridad”</i> .....	97
<i>Figura 6.16. Torre de Telecomunicación.</i> .....	97
<i>Figura 6.17. Equipos de Radio para Comunicación de Datos.</i> .....	98
<i>Figura 6.18. Imagen en la que se puede observar los Brazos que sujetan el</i> <i>Equipo de Radio y Antena.</i> .....	98
<i>Figura 6.19. Antenas para Comunicación de Datos Sectoriales.</i> .....	99
<i>Figura 6.20. La Imagen muestra la Puesta en Marcha para Conexión a Tierra.</i> 99	
<i>Figura 6.21. Pararrayos Tipo Franklin de Tres Puntas.</i> .....	100
<i>Figura 6.22. Cable para Interperie ScTP cat 6.</i> .....	100
<i>Figura 6.23. Conectores RJ-49.</i> .....	101
<i>Figura 6.24. Torres de Transmisión y Recepción.</i> .....	101
<i>Figura 6.25. Sitios para la realización del Sistema de Conexión a Tierra en los</i> <i>sitios de Transmisión y Recepción respectivamente.</i> .....	102
<i>Figura 6.26. Esquema de la Red.</i> .....	102
<i>Figura 6.27. Perfil del Terreno.</i> .....	104
<i>Figura 6.28. Red vista con Google Earth.</i> .....	105
<i>Figura 6.29. Zona de Fresnel y Línea de Vista.</i> .....	106
<i>Figura 6.30. Antenas.</i> .....	112

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La empresa de seguridad “ELECTROSEGURIDAD”, se ha dedicado a la instalación y comercialización de dispositivos de seguridad durante 8 años, tiempo durante el cual ha experimentado las fases de introducción, crecimiento y actualmente se encuentra en la etapa de madurez, por lo tanto es indispensable tomar acciones para que esta empresa ambateña siga creciendo y dotarla de un sistema de comunicación de datos acorde al desarrollo de la misma.

Es por esta razón que el presente trabajo de investigación se ha enfocado en realizar un análisis del entorno interno y externo de la empresa, con el fin de establecer los medios de comunicación de datos existentes y los necesarios para la realización de una comunicación de datos entre la bodega y la oficina de la empresa.

Los datos arrojados por la investigación aplicada a los trabajadores, técnicos, y personal administrativo de la empresa indican que es importante corregir aspectos como la comunicación, disponibilidad de productos y falta de rapidez en las gestiones.

Así la propuesta resultante de la investigación me direccionó para identificar y diseñar un sistema de comunicación de basado en tecnología WI-FI, que cubrirá las necesidades de la empresa, y brindará servicios acorde al desarrollo de las tecnologías, para que de esta manera la empresa tenga una escalabilidad amplia a futuro dentro de su sistema.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene el objetivo de Diseñar un Sistema de Comunicación para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa “ELECTROSEGURIDAD” de la ciudad de Ambato.

En el **Capítulo I**, se da una visión al problema que presenta la empresa, se desarrollan los objetivos tanto general como específicos, se da a conocer la necesidad de la empresa y se justifica el por qué del análisis del proyecto.

En el **Capítulo II**, se busca dar a conocer las variables del problema, se hace necesario investigar las leyes que rigen en telecomunicaciones en el país, a las cuales debe regirse la investigación, y se presenta un breve marco teórico que servirá para dar a conocer el tema y de que se trata la investigación, al final del capítulo se presenta la hipótesis.

En el **Capítulo III**, aquí se determina las modalidades a utilizarse en el desarrollo del proyecto, así como los métodos de recolección de información a utilizarse, se determina además la población con la que se va a trabajar.

En el **Capítulo IV**, se realiza un análisis e interpretación de resultados dando como resultado que en las preguntas 5 y 9, el total de la población estuvo de acuerdo, y por lo tanto han dado un aporte importante para el desarrollo de la investigación.

En el **Capítulo V**, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones de las cuales se tiene como conclusión general la necesidad de un sistema de comunicación para el desarrollo normal de la empresa, por ende la recomendación de su diseño e implementación para mejorar las falencias que existen dentro del desarrollo comercial de la empresa.

En el **Capítulo VI**, se presenta una propuesta que dará solución a la problemática de la empresa, la misma que busca cubrir las necesidades empresariales, en la que se realiza un estudio, diseño, y al final se presenta la mejor opción para el desarrollo en la empresa.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 TEMA**

Sistema de comunicación inalámbrico para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

Las telecomunicaciones han sido fundamentales para llevar a cabo el intercambio de información entre personas, generalmente ubicadas en dos inmediaciones distantes, mediante cable o por medio del aire, permitiendo de esta manera implementar nuevas aplicaciones y solucionando de esta forma los diferentes problemas que se pueden presentar por falta de un sistema de comunicación no solo en grandes y pequeñas empresas sino que además son tan necesarias que se han ido introduciendo en soluciones orientadas al hogar, durante los últimos años la tendencia a crear nuevas tecnologías y estándares para las comunicaciones han provocado excelentes resultados, facilitando a la sociedad entera mejores servicios y rapidez en los procesos de comunicación.

Es por eso que cada vez los diferentes países ya sean desarrollados o en vías de desarrollo acogen más estos sistemas, y están en la búsqueda continua de mejorar los procesos, los mismos que mejoran el estilo de vida, ahorrándonos tiempo en

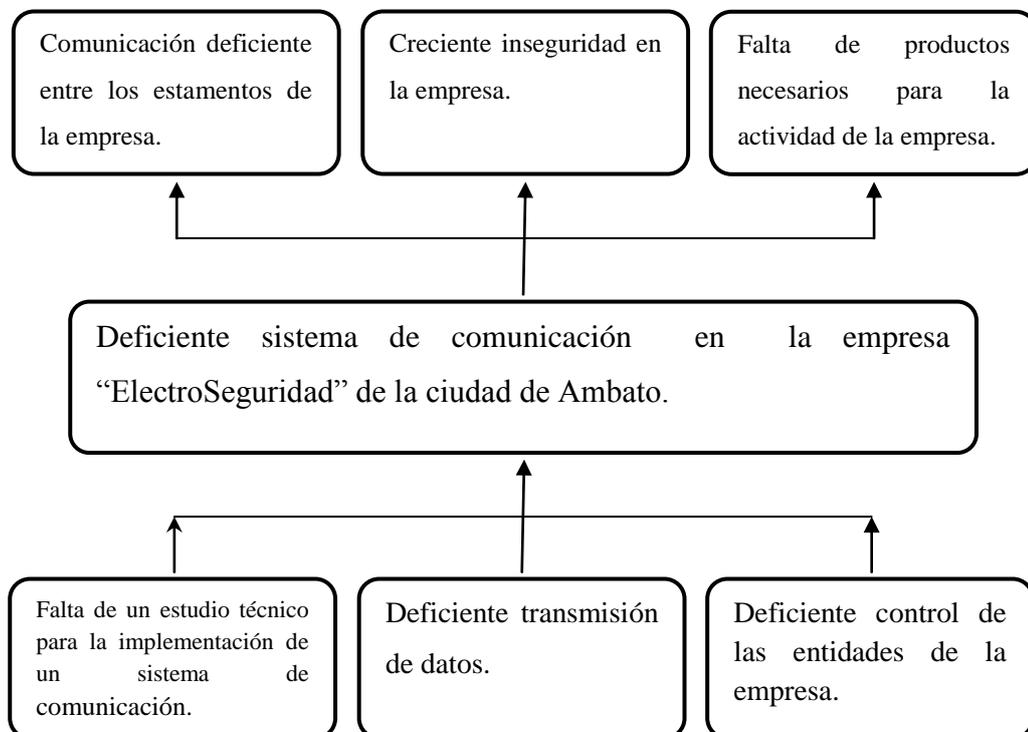
todas las actividades, en nuestro país, este tipo de tecnologías van ganando adeptos y cada vez son más las empresas que buscan tener alguna de las aplicaciones que nos brindan las nuevas tecnologías en especial cuando se trata de redes inalámbricas puesto que estas nos brindan la comodidad de una transmisión sin cables.

En el área de las comunicaciones Ecuador, se encuentra en vías de desarrollo, se sabe que esta área requiere de mucha inversión, además de actualizaciones continuas, pero nuestro país no debe quedarse atrás en el desarrollo de esta importante rama mundial, es así que poco a poco el país ha ido invirtiendo en tecnología dando a conocer los beneficios de las mismas y brindando apoyo para el desarrollo de las comunicaciones, y es importante recalcar como en instituciones estatales se va desarrollando nuevas tecnologías y el área de comunicaciones aun es mayor su crecimiento permitiendo obtener mejores servicios y rapidez en los procesos que diariamente se realizan.

En la ciudad de Ambato, en los últimos años se ha notado el gran crecimiento del sector empresarial, con la finalidad de cubrir diferentes necesidades de la población ambateña y del país, y este crecimiento ha llevado a que estas requieran cada vez más rapidez, seguridad y centralización de sus procesos e información, y estos objetivos se logran estando a la vanguardia de la tecnología y uno de los procesos que más requieren las empresas es estar comunicados con todas sus dependencias sin importar el lugar donde estas se encuentren, por ello en la ciudad muchas son las empresas que han optado por instalar sistemas que permitan comunicarse entre sus diferentes dependencias, las mismas que pueden estar localizadas a grandes y pequeñas distancias, pero aun existen empresas que no sincronizan en línea la información de su red de datos, estas recurren a medios de almacenamiento extraíble y demás dispositivos semejantes para el manejo de información entre las diferentes estaciones de trabajo sobre todo las que están ubicadas en inmediaciones distantes o separadas geográficamente.

La Empresa “ElectroSeguridad”, es una empresa joven que desarrolla su actividad comercial en el centro del país, brindando servicios de instalación de equipos de seguridad, al no tener un sistema de comunicación inalámbrico, se ha visto envuelto en diferentes problemas de control de personal, actividad comercial, siendo el más relevante el control de inventarios, debido a que, utiliza métodos manuales tanto en la salida de mercadería como en las nuevas adquisiciones. Al estar su oficina en el sector del Arbolito y su bodega en el sector de La Joya, necesita personal tanto en la oficina como en la bodega, sin embargo, al fin de la jornada de trabajo tiene que cuadrar mercadería vendida, como, mercadería entregada, siempre no es el resultado esperado, lo cual conlleva a que se den inconvenientes con el personal, causando un ambiente tenso en la empresa, el cuadro de mercadería erróneo da como resultado pérdida de tiempo y en algunas ocasiones pérdida de mercadería, por ésta razón existe la necesidad de centralizar sus actividades para tener un control de todos los procesos que se lleve a cabo.

### 1.2.2 ÁRBOL DEL PROBLEMA



**Figura 1.1.** Árbol del problema  
**Elaborado por:** El Investigador

### 1.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO

El crecimiento de los sistemas de comunicación en los últimos años ha sido impresionante y en nuestra sociedad existen muchos sectores que no cuentan con un sistema de comunicación eficiente que brinde confiabilidad en sus procesos uno de estos sectores es el sector empresarial, e inmerso aquí se encuentra la Empresa “ElectroSeguridad”. La falta de conocimiento de las aplicaciones, la costumbre, el mal aprovechamiento de los avances tecnológicos y el factor económico son los causantes de esta carencia, originando servicios deficientes a sus clientes, y pérdidas económicas a la empresa.

La carencia de un estudio técnico, para la implementación de un sistema de comunicación entre la oficina y la bodega de la empresa “Electroseguridad”, ha conllevado a que la comunicación y los procesos que deben realizarse entre estos estamentos sea deficiente, poco confiable y causante de inconvenientes dentro del desarrollo comercial de la empresa.

La falta de un sistema de comunicación de datos eficiente dentro de la empresa, ha originado un ambiente de inseguridad, tanto para el personal que labora, como a los propietarios de la empresa, puesto que al no tener un respaldo para la realización de su actividad se ven afectados por distintos problemas de seguridad, control, y manejo de la información.

Deficiente comunicación entre los estamentos que conforman la empresa ha conllevado a que en la oficina de ventas no se encuentren los productos necesarios para la realización de la actividad comercial de la empresa, de igual manera en la bodega no hay el stock necesario para cubrir las necesidades de los técnicos, al no existir un control de ambos estamentos en mercaderías y trabajar por separado y no con un solo sistema en el cual permita llevar un correcto control de sus productos.

#### **1.2.4 PROGNOSIS**

La Empresa “ElectroSeguridad”, al no disponer de un sistema de comunicación inalámbrico, que permita la transmisión de datos entre la bodega y su oficina, tendrá problemas con sus clientes al no prestar los servicios requeridos por los mismos, llevando a cabo trabajos deficientes e inconclusos por no tener un control de su stock de productos, además le impedirá tener un control de seguridad y procesos, lo que conllevará a seguir generando pérdidas tanto económicas como de clientes por no brindar la rapidez y eficiencia, que estos requieren, ahondando más los problemas internos en la empresa, causando un ambiente poco apto para el desarrollo de la actividad empresarial.

#### **1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo influye el deficiente sistema de comunicación en la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad de la ciudad de Ambato?”

#### **1.2.6 PREGUNTAS DIRECTRICES**

- ¿Cuál es el proceso actual que utiliza la empresa “ElectroSeguridad” para el intercambio de datos entre la bodega y su oficina?
- ¿Qué características tiene la información que se manipula en la empresa “ElectroSeguridad”?
- ¿Cuál es el sistema más propicio para la comunicación entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad”?

#### **1.2.7 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

**CAMPO:** Ingeniería Electrónica y Comunicaciones

**ÁREA:** Telecomunicaciones

**ASPECTO:** Sistema de comunicaciones

**DELIMITACIÓN ESPACIAL:** Esta investigación se realizará en la ciudad de Ambato, lugar donde tiene su actividad comercial la empresa “ElectroSeguridad”.

**DELIMITACIÓN TEMPORAL:** El presente proyecto de investigación tendrá una duración de 6 meses, a partir de que este sea aprobado por el Honorable Consejo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad las investigaciones tecnológicas y científicas avanzan a gran rapidez, y con la misma rapidez la sociedad consume los productos de estas investigaciones, para facilitar de esta manera el desarrollo de la misma, y hacer la vida cotidiana más placentera, por lo que resulta de vital importancia tener un sistema de comunicación inalámbrico para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad”, para de esta forma lograr un control óptimo de todos los procesos que conllevan la actividad de esta pequeña empresa ambateña que poco a poco se va abriendo camino en el centro del país, dando un valor agregado no solo a quienes conforman la empresa sino que también a toda la sociedad ambateña.

Resulta importante este proyecto porque los métodos utilizados para el control de sus procesos son poco confiables. Es por ello que con la existencia de un sistema dedicado, se permitirá que los procesos de comunicación y seguridad sean, rápidos, y brinden la seguridad y confiabilidad necesaria a todos los que se encuentran inmersos en el desarrollo de la empresa.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar el deficiente sistema de comunicación y su influencia en la transmisión de información entre la bodega y la oficina, de la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Determinar las maneras de comunicación que actualmente utiliza la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato
2. Analizar el tipo de información que se manipula en la empresa “Electroseguridad”.
3. Plantear una propuesta que garantice seguridad, confiabilidad, escalabilidad, en un sistema de comunicación inalámbrico, para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Dentro de los registros bibliográficos que reposan en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, se encuentran los siguientes trabajos investigativos que podrían guardar relación con el tema propuesto:

“Diseño de un enlace inalámbrico para transmisión de datos entre las sucursales de Andinamotors 1 y 2 para la compañía Compumática Cia. Ltda. Realizada por: Cáceres Montesdeoca Cesar Danilo. Año 2006.”

De las conclusiones presentadas en el proyecto de tesis tomado como referencia, se resume lo siguiente:

Una red inalámbrica, permite ampliar considerablemente los equipos a utilizarse dentro de una empresa, disminuyendo el uso de medios guiados (cables) para la realización de la transmisión de datos, además hay que tomar que al realizarse la transmisión de datos mediante un medio no guiado (aire), su instalación y mantenimiento resultan más económicos, lo que representa menos gastos para la empresa.

“Sistema de Comunicación inalámbrica y visualización de datos entre el tanque y la estación de bombeo San Francisco-EMAPA” Realizado por: Tapia Coca José Ulpiano. Año 2008.”

De las conclusiones presentadas en este tema de tesis, se resume lo siguiente:

La combinación entre un software de alto nivel y un paquete de manejo de office llegan a facilitar mucho el trabajo y visualización de datos en un sistema de comunicación inalámbrico puesto que introducen dentro de este gran mundo a programadores no expertos además brindando al sistema un respaldo de datos de fácil acceso, pero tomando en cuenta además la seguridad en la red ya que al viajar por un medio no seguro puede llegar a ser atacada por lo tanto hay que dotarlas de medidas de seguridad que aseguren la integridad y autenticidad de los datos.

## **2.2 FUNDAMENTACION LEGAL**

El presente proyecto se basará en las normativas que estipulan los proyectos de graduación de la Universidad Técnica de Ambato.

### **REGLAMENTO DE GRADUACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO TERMINAL DE TERCER NIVEL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.**

#### **2.2.1 ORGANISMOS DE CONTROL DE TELECOMUNICACIONES**

**MINTEL:** El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información es el órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el Ecuador, que emite políticas, planes generales y realiza el seguimiento y evaluación de su implementación, coordinando acciones de asesoría y apoyo para garantizar el acceso igualitario a los servicios y promover su uso efectivo, eficiente y eficaz.

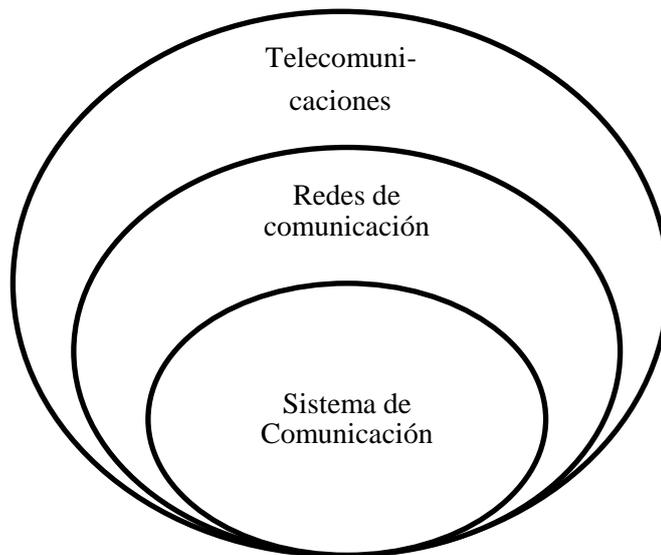
**CONATEL:** El Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente que tiene la representación del Estado para administrar y regular las telecomunicaciones ante la unión internacional de telecomunicaciones (UIT).

**SENATEL:** La Secretaría Nacional De Telecomunicaciones es el organismo encargado de la ejecución de las políticas en telecomunicaciones en el país.

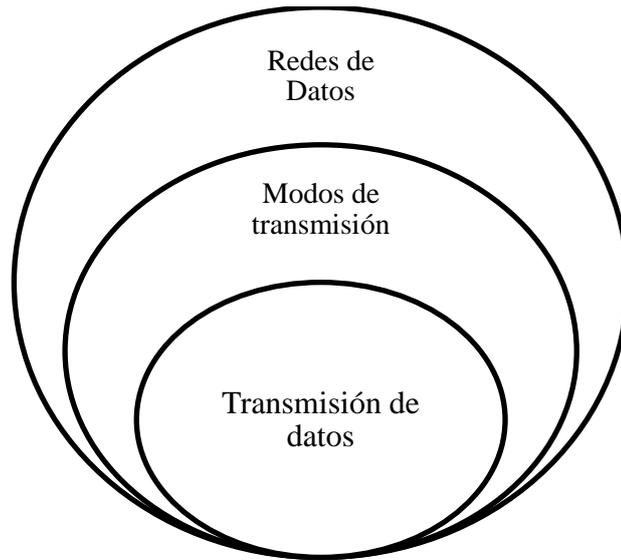
**SUPERTEL:** La Superintendencia De Telecomunicaciones tiene como misión vigilar, auditar, intervenir y controlar técnicamente la prestación de los servicios de telecomunicaciones, radiodifusión, televisión y el uso del espectro.

### 2.2.2 LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES Y SU REFORMA

### 2.3 GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

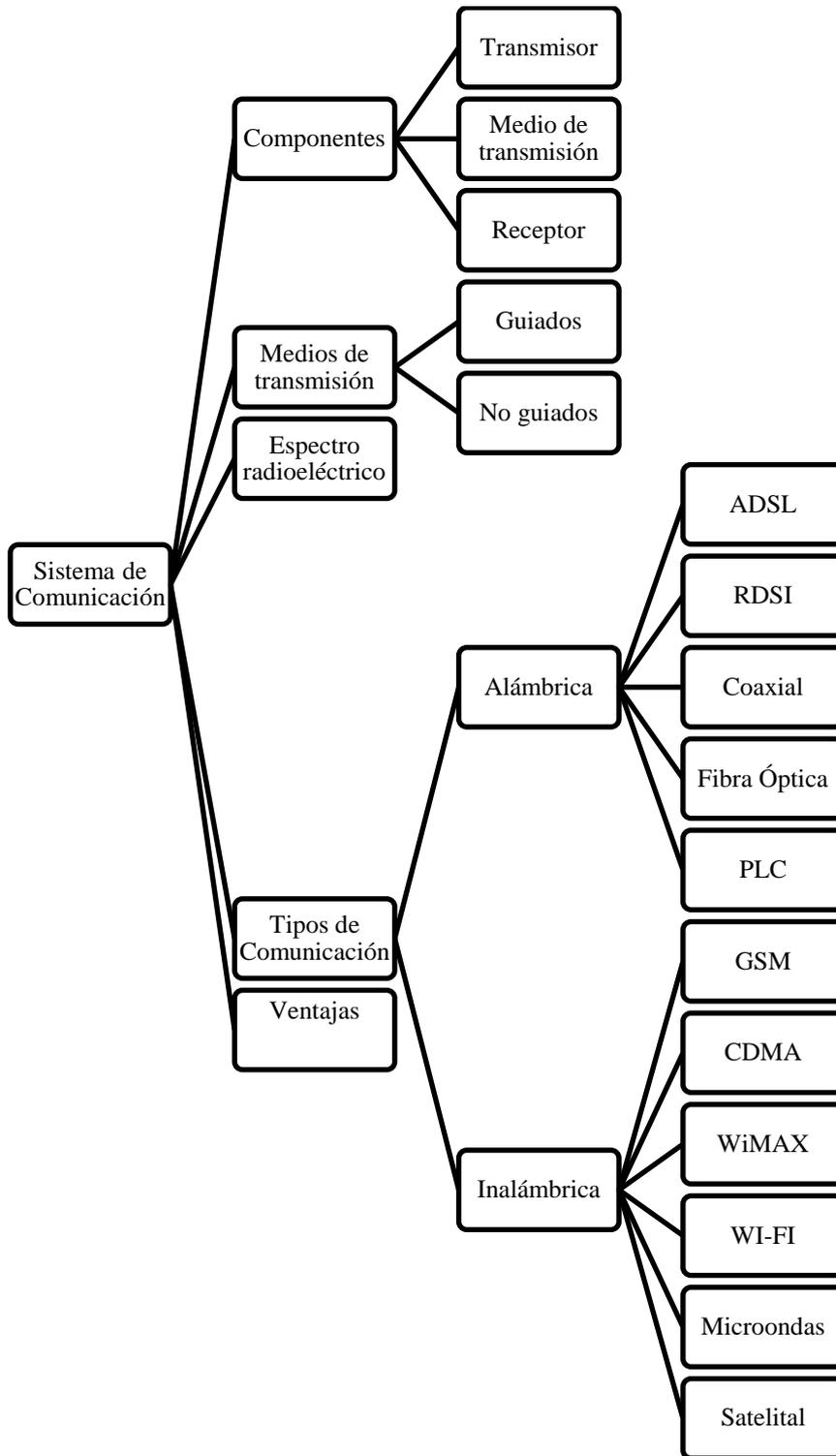


*Figura 2.1.* Categoría Fundamental Variable Independiente  
*Elaborado por:* El Investigador

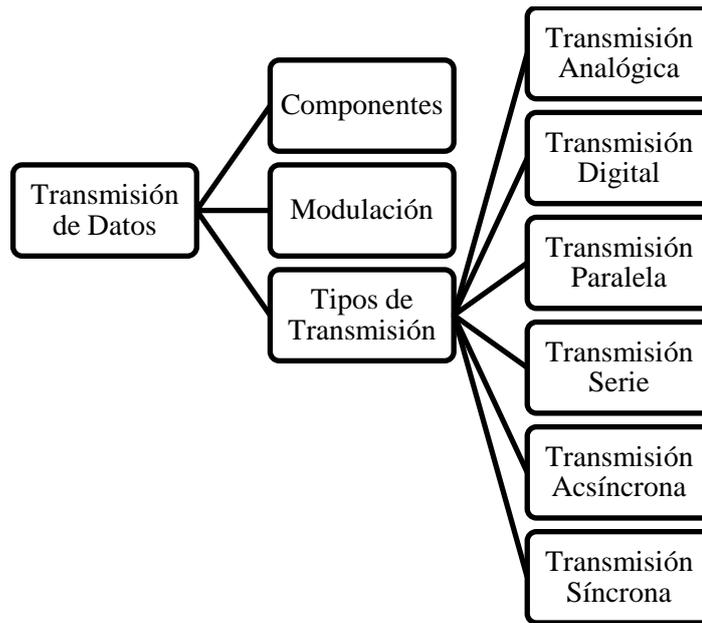


*Figura 2.2.* Categoría Fundamental Variable Dependiente  
*Elaborado por:* El Investigador

### 2.3.1 CONSTELACIÓN DE IDEAS



**Figura 2.3.** Constelación de ideas de la variable independiente  
*Elaborado por:* El Investigador



*Figura 2.4.* Constelación de ideas de la variable dependiente  
*Elaborado por:* El Investigador

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1 TELECOMUNICACIONES

“Telecomunicaciones, es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos”. (Según la ITU, *International Telecommunication Union*).

#### 2.4.1.1 TIPOS DE TELECOMUNICACIONES

**Terrestres:** Las telecomunicaciones terrestres son aquellas cuyo medio de propagación son líneas físicas, estas pueden ser cables de cobre, cable coaxial, fibra óptica, par trenzado, etc.

**Radioeléctricas:** Las telecomunicaciones radioeléctricas son aquellas que utilizan como medio de propagación la atmósfera terrestre, transmitiendo las señales en ondas electromagnéticas, ondas de radio, microondas, etc.

**Satelitales:** Las telecomunicaciones satelitales son aquellas comunicaciones radiales que se realizan entre estaciones espaciales, entre estaciones terrenas con espaciales o entre estaciones terrenas (mediante retransmisión en una estación espacial).

## **2.4.2 REDES DE COMUNICACIÓN**

Las redes o infraestructuras de (tele)comunicaciones proporcionan la capacidad y los elementos necesarios para mantener a distancia un intercambio de información y/o una comunicación, ya sea ésta en forma de voz, datos, vídeo o una mezcla de los anteriores.

Una red es un conjunto de dispositivos (a menudo denominados nodos) conectados por enlaces de un medio físico. Un nodo puede ser una computadora, una impresora, o cualquier otro dispositivo capaz de enviar y/o recibir datos generados por otros nodos de la red.

Según el medio de transmisión por el que se propaga la información puede clasificarse en: Red alámbrica y red inalámbrica.

### **2.4.2.1 RED DE COMUNICACIONES ALÁMBRICA.**

Una red de comunicaciones alámbrica, se refiere a una comunicación con cables; es decir la información es enviada a través de medios físicos. Una de sus principales ventajas es el bajo costo para la conexión entre los dispositivos que interactúan, siempre y cuando las distancias sean pequeñas.

## **2.4.2.2 RED DE COMUNICACIONES INALÁMBRICA**

El término comunicaciones inalámbricas se refiere a comunicación sin cables, usando frecuencias de radio u ondas infrarrojas. Ondas de radio de bajo poder, como las que se emplea para transmitir información entre dispositivos. Sus principales ventajas son que permiten una amplia libertad de movimientos, facilita la reubicación de las estaciones de trabajo evitando la necesidad de establecer cableado y la rapidez en la instalación, sumado a menores costos que permiten una mejor inserción en economías reducidas. Algunas de las técnicas utilizadas en las redes inalámbricas son: infrarrojos, microondas, láser y radio.

Existen dos categorías de las redes inalámbricas.

**Larga distancia:** Las redes a larga distancia, son utilizadas para distancias grandes como puede ser otra ciudad u otro país.

**Corta distancia:** Las redes a corta distancia, son utilizadas para un mismo edificio o en varios edificios cercanos no muy retirados.

### **2.4.2.2.1 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO**

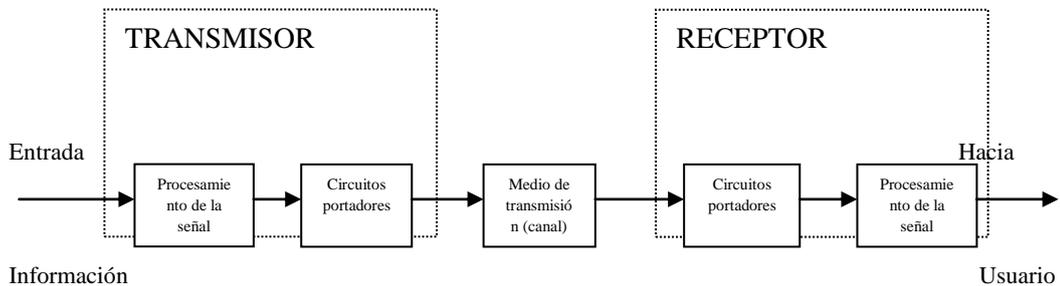
Los sistemas de comunicación inalámbricos se fundamentan en las ondas electromagnéticas, ondas capaces de viajar por el espacio y con la facultad de reflejarse del mismo modo que al haz de luz de una linterna enfocada sobre un espejo, así las señales rebotan de repetidor en repetidor, o sobre un satélite y son capaces de recorrer miles de kilómetros sin utilizar conductores alámbricos.

## **2.4.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN**

Los sistemas de comunicación son aquellos diseñados para transmitir información.

Permiten transportar una señal que contiene información desde un punto llamado fuente de información a otro punto llamado destino a través de un canal de

comunicación. La figura 2.5, representa el diagrama de bloques de un sistema de comunicación.



**Figura 2.5.** Sistema de Comunicación

**Fuente.** Sistemas de Comunicaciones Digitales y Analógicos de Couch León W.

#### 2.4.3.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN.

**Fuente de Información:** La fuente de información, es donde se origina la información a ser transmitida, puede ser de dos formas:

**Fuente de información digital:** La fuente de información digital, produce una serie finita de posibles mensajes. Una máquina de escribir es un buen ejemplo de fuente digital.

**Fuente de información analógica:** La fuente de información analógica, produce mensajes definidos de manera continua. Un micrófono es un buen ejemplo de fuente analógica.

**Transmisor:** El transmisor, recibe la información de la fuente, y cambia la naturaleza de la información o señal proveniente de esta, para proceder a entregarle al medio o canal de transmisión.

**Medio de transmisión:** El medio de transmisión, recibe la señal convenientemente modificada por el transmisor y se encarga de llevarla hacia el receptor.

**Receptor:** El receptor, cambia o modifica la naturaleza de la señal que recibe del medio de transmisión para entregarle al destino de la información.

#### 2.4.4 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

**Medios guiados:** Los medios guiados, son aquellos que proporcionan un conductor de un dispositivo al otro e incluyen cables de pares trenzados, cables coaxiales y cables de fibra óptica. Una señal que viaja por estos medios es dirigida y contenida por los límites del mismo.

- *Cable de par trenzado sin blindaje (UTP)*
- *Cable de par trenzado blindado (STP)*
- *Cable Coaxial*
- *Fibra óptica*

**Medios no Guiados:** Los medios no guiados o comunicaciones sin cable, transportan ondas electromagnéticas sin usar un conductor físico. En su lugar, las señales se radian a través del aire y, por tanto, están disponibles para cualquiera que tenga un dispositivo capaz de aceptarlas.

- *Radio comunicación*
- *Microondas terrestres*
- *Vía Satélite*
- *Telefonía Celular*

#### 2.4.5 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

El espectro radioeléctrico se trata del medio por el cual se transmiten las frecuencias de ondas de radio electromagnéticas que permiten las telecomunicaciones, y son administradas y reguladas por los gobiernos de cada país. En la tabla 2.1, se representa las diferentes bandas del espectro radioeléctrico, con sus características y el uso de las mismas.

DISTRIBUCIÓN CONVENCIONAL DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO					
SIGLA	DENOMINACION	LONGITUD DE ONDA	GAMA DE FRECUENC.	CARACTERISTICAS	USO TIPICO
VLF	<b>VERY LOW FRECUENCIES</b> Frecuencias Muy Bajas	30.000 m a 10.000 m	10 KHz a 30 KHz	Propagación por onda de tierra, atenuación débil. Características estables.	ENLACES DE RADIO A GRAN DISTANCIA
LF	<b>LOW FRECUENCIES</b> Frecuencias Bajas	10.000 m. a 1.000 m.	30 KHz a 300 KHz	Similar a la anterior, pero de características menos estables.	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la navegación aérea y marítima.
MF	<b>MEDIUM FRECUENCIES</b> Frecuencias Medias	1.000 m. a 100 m.	300 KHz a 3 MHz	Similar a la precedente pero con una absorción elevada durante el día. Prevalece propagación ionosférica durante la noche.	RADIODIFUSIÓN
HF	<b>HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Altas	100 m. a 10 m.	3 MHz a 30 MHz	Prevalece propagación Ionosférica con fuertes variaciones estacionales y en las diferentes horas del día y de la noche.	COMUNICACIONES DE TODO TIPO A MEDIA Y LARGA DISTANCIA
VHF	<b>VERY HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Muy Altas	10 m. a 1 m.	30 MHz a 300 MHz	Prevalece propagación directa, ocasionalmente propagación Ionosférica o Troposférica.	Enlaces de radio a corta distancia, TELEVISIÓN, FRECUENCIA MODULADA
UHF	<b>ULTRA HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Ultra Altas	1 m. a 10 cm.	300 MHz a 3 GHz	Solamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.	Enlaces de radio, Ayuda a la navegación aérea, Radar, TELEVISIÓN
SHF	<b>SUPER HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Superaltas	10 cm. a 1 cm.	3 GHz a 30 GHz	COMO LA PRECEDENTE	Radar, enlaces de radio
EHF	<b>EXTRA HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Extra-Altas	1 cm. a 1 mm.	30 GHz a 300 GHz	COMO LA PRECEDENTE	COMO LA PRECEDENTE
EHF	<b>EXTRA HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Extra-Altas	1 mm. a 0,1 mm.	300 GHz a 3.000 GHz	COMO LA PRECEDENTE	COMO LA PRECEDENTE

**Tabla 2.1.** Bandas del espectro radioeléctrico

Fuente: <http://arieldx.tripod.com/manualdx/bandas/bandas.htm>

El espectro radioeléctrico, se divide en bandas de frecuencia que competen a cada servicio que estas ondas electromagnéticas están en capacidad de prestar.

## 2.4.6 TIPOS DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

### **Sistemas alámbricos.**

***Línea digital de abonado (ADSL):*** La línea digital de abonado, usa el par de cobre de la red telefónica para suministrar acceso de alta velocidad. El tráfico de datos se transmite fundamentalmente sobre el mismo par de cobre que la voz, pero en una banda de frecuencia diferente. El canal de datos puede ser conectado directamente a una red de datos o a Internet.

***Red Digital de Servicios Integrados o RDSI:*** La red digital de servicios integrados, permite la transmisión simultánea de datos y de voz sobre el par de cobre para suministrar conectividad digital en los extremos. La voz y los datos se transmiten sobre canales portadores.

Para el RDSI, el usuario debe instalar un terminal adaptador RDSI y un switch en su domicilio y estar situado a no más de 5km del switch de la central local de la compañía telefónica. LA RDSI se ha desplegado de una manera limitada y se está viendo ampliamente desplazada por servicios de Internet de banda ancha como el xDSL y cable modem, los cuales son más rápidos, más baratos, más sencillos de montar y de mantener que la RDSI.

***Sistemas de Cable Coaxial:*** Los sistemas de cable coaxial son construidos bajo especificaciones de interfaz de datos sobre cable (DOCSIS), permite, entre otros la capacidad bidireccional al servicio de TV por cable, usualmente unidireccional; puede soportar velocidades de bajada de hasta 30 Mbps y de subida de hasta 3Mbps.

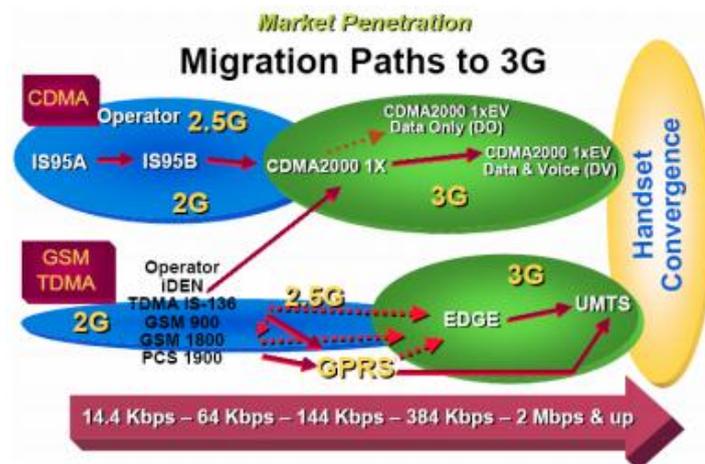
***Sistemas de cable de fibra óptica:*** Los sistemas de cable de fibra óptica, además de tener una calidad superior al compararlos con cables coaxiales (sin mezcla de conversaciones, ni interferencias de radio o electromagnéticas, y de mantenimiento más barato) puede soportar velocidades en el rango de los Tbps.

**Sistemas de Comunicación por Línea de Corriente (PLC):** Los sistemas PLC, usan líneas de transmisión de corriente con voltajes bajos y medios (120-240V, < 69KVolt) para transmitir voz y datos y pueden ofrecer conexiones a velocidades similares al ADSL. La ventaja del PLC es que utiliza infraestructura ya existente.

### Sistemas Inalámbricos

**GSM y CDMA (IS-95A)**, fueron diseñados fundamentalmente para comunicación de voz. Ambos disponen de vías de migración hacia banda ancha que pueden ser usadas para transmisión de voz y datos.

En la figura 2.6, se muestra la evolución que han tenido estas tecnologías desde su aparición.



**Figura 2.6.** Evolución de GSM y CDMA a 3G

**Fuente.** <http://noseq.com/cdma-vs-gsm-su-historia-y-comparacion/>

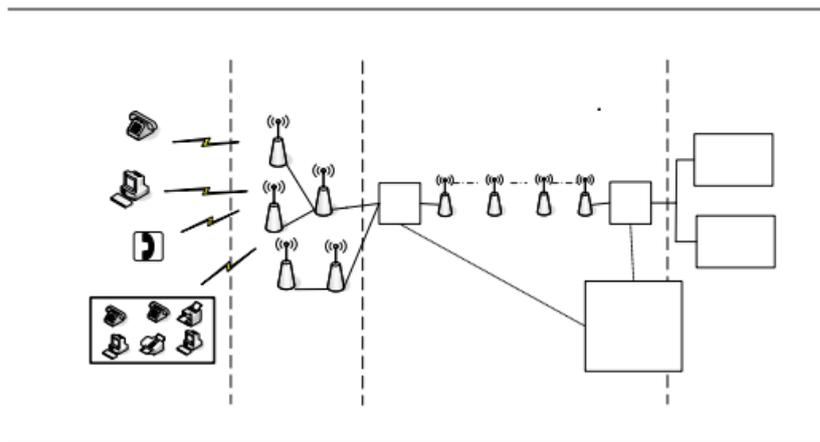
Mediante una combinación de estaciones base **GSM** con un diseño más moderno, que no precisan ni emplazamientos ni largos cables entre la antena y los transceptores y mediante el empleo de métodos de codificación de conversaciones como AMR y técnicas de reducción de la tasa de error de transmisión de bits como SAIC, ha sido posible mejorar el tamaño de celdas en un 30%, reducir la interferencia, los requerimientos de potencia de la transmisión, aumentar la capacidad de transferencia de información y mejorar la calidad de las

conversaciones. El impacto global ha sido el de reducir significativamente el coste de las estaciones base para aplicaciones rurales.

El **CDMA** (IS-95A) evoluciona a lo largo de diversos pasos a la versión de 3G para datos únicamente, llamada CDMA 1xEV-DO, y eventualmente a lo que debía ser su versión de datos y voz CDMA 1x EV-DV. Los pasos intermedios (2.5G) son IS95B, y ofrecen velocidades de hasta 64Kbps y CDMA 2000 1x que ofrece velocidades de hasta 144Kbps en ambas bajada y subida. CDMA 1x rev.A aumenta esta velocidad a 307Kbps. CDMA 1x EV-DO ofrece velocidades de bajada y de subida de 2.4Mbps y 384Kbps respectivamente. CDMA 1x EV-DO Rev A en cuyo circuito, la voz conmutada se sustituye por Voz sobre IP (VoIP) ofrece hasta 3.091Gbps de bajada y 1.86Gbps de subida.

**Wi-Fi (Wireless Fidelity):** Wi-Fi es una tecnología de red de área local inalámbrica (WLAN) basada en estándar inalámbrico IEEE 802.11. El IEEE 802.11a opera en la banda de los 5GHz (entre 5.725 y 5.850 GHz) y puede soportar velocidades de transmisión de datos de hasta 54Mbps. IEEE 802.11b opera en la banda de los 2.4GHz (2.4 a 2.4835GHz) y puede soportar velocidades de transmisión de datos de hasta 11Mbps en un rango de alrededor de 300m en una configuración de WLAN con punto de acceso (hotspot) con diagrama de radiación de 360°.

Cuando se despliega en una configuración punto a punto, IEEE 802.11b puede ser usado para enlaces de transmisión de hasta 20km. La potencia del transmisor necesita, no obstante, ser incrementada y tiene que ser usado en conjunción con antenas de alta ganancia. Éstas frecuencias son de uso libre en muchos países. La figura 2.7 representa el acceso y transporte de una red Wi-Fi.



**Figura 2.7.** Acceso con red Wi-Fi y transporte Wi-Fi.

**Fuente.** <http://es.engadget.com/grandes-ciudades-norteamericanas-abandonan-proyectos-wi-fi-para/>

**WiMAX:** WiMAX, es una tecnología de red metropolitana (MAN) que proveerá banda ancha inalámbrica (BWA) para aplicaciones fijas y móviles; se basa en el estándar inalámbrico IEEE 802.16. La versión original de IEEE 802.16 se adoptó en 2001 y era una tecnología punto a multipunto de visión directa operando en el rango de frecuencia de 10 a 66 GHz.

#### 2.4.7 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

- **Monitoreo:** El monitoreo, facilita el control de los datos, es muy sencillo detectar si su señal a sufrido modificaciones en su recorrido desde el transmisor hacia el receptor.
- **Regeneración:** En sistemas de comunicaciones digitales la regeneración se realiza colocando repetidores o regeneradores entre el transmisor y el receptor, así se evita que la señal se degrade más allá de ciertos valores preestablecidos.

Teniendo en cuenta que una señal digital es una secuencia de bits de valores de tensión perfectamente conocidos, los repetidores se encargan de reconocer los estados de la señal y llevarlos a sus niveles adecuados, libres de perturbaciones. En el caso de sistemas de comunicaciones analógicos se utilizan amplificadores

para regenerar la señal, pero éstos además aumentan el nivel de las perturbaciones que puedan haberse producido durante la transmisión, esto significa que si la señal analógica contiene ruido, el mismo será amplificado junto con la señal.

- **Uso de tecnología moderna:** Los sistemas de comunicaciones actuales se ven ampliamente beneficiados por la evolución de la tecnología, favoreciendo su desarrollo.
- **Integración de múltiples servicios:** La comunicación permite transmitir datos, imágenes, voz, video y cualquier tipo de mensaje. La posibilidad de utilizar un sistema de comunicaciones para transmitir todo tipo de mensajes, ha revolucionado el mundo de las comunicaciones, siendo Internet el mejor ejemplo.

#### **2.4.8 REDES DE DATOS**

Se denomina red de datos a aquellas infraestructuras o redes de comunicación que se ha diseñado específicamente para la transmisión de información mediante el intercambio de datos.

Las redes de datos se diseñan y construyen en arquitecturas que pretenden servir a sus objetivos de uso. Las redes de datos, generalmente, están basadas en la conmutación de paquetes y se clasifican de acuerdo a su tamaño, la distancia que cubre y su arquitectura física.

##### **Clases de redes de datos**

**Red de Área Local (LAN):** Las redes de área local suelen ser una red limitada, la conexión de equipos dentro de un único edificio, oficina o campus, la mayoría son de propiedad privada.

**Red de Área Metropolitana (MAN):** Las redes de área metropolitanas están diseñadas para la conexión de equipos a lo largo de una ciudad entera. Una red

MAN puede ser una única red que interconecte varias redes de área local LAN's resultando en una red mayor. Por ello, una MAN puede ser propiedad exclusivamente de una misma compañía privada, o puede ser una red de servicio público que conecte redes públicas y privadas.

**Red de Área Extensa (WAN):** Las Redes de área extensa son aquellas que proporcionan un medio de transmisión a lo largo de grandes extensiones geográficas (regional, nacional e incluso internacional). Una red WAN generalmente utiliza redes de servicio público y redes privadas y que pueden extenderse alrededor del globo.

#### **2.4.9 MODOS DE TRANSMISIÓN**

**Simplex.-** El modo de transmisión simplex, se refiere cuando la comunicación es unidireccional. Solamente una de las dos estaciones del enlace puede transmitir.

**Semidúplex.-** El modo de transmisión semidúplex, es cuando cada estación puede enviar como recibir, pero no al mismo tiempo. Cuando un dispositivo está enviando, el otro solo puede recibir, y viceversa.

**Full-dúplex.-** El modo de transmisión full-dúplex, se refiere a, que ambas estaciones puede enviar y recibir simultáneamente.

#### **2.4.10 TRANSMISIÓN DE DATOS**

La transmisión de datos, es el intercambio de datos entre dos dispositivos a través de alguna forma de medio de transmisión. La transmisión de datos se considera local si los dispositivos de comunicación están en el mismo edificio o en un área geográfica restringida y se considera remota si los dispositivos están separados por una distancia considerable.

Los principales objetivos que debe satisfacer un sistema de transmisión de datos son:

- Reducir tiempo, esfuerzo y costos de operación.
- Aumentar la velocidad de entrega de la información.
- Aumentar la capacidad de las organizaciones a un costo incremental o razonable.
- Aumentar la calidad y cantidad de la información

#### **2.4.11 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS**

Un sistema de transmisión de datos está formado por cinco componentes:

**Mensaje:** El mensaje, es la información (datos) a comunicar. Puede estar formado por texto, números, gráficos, sonido, video ó cualquier combinación de los anteriores.

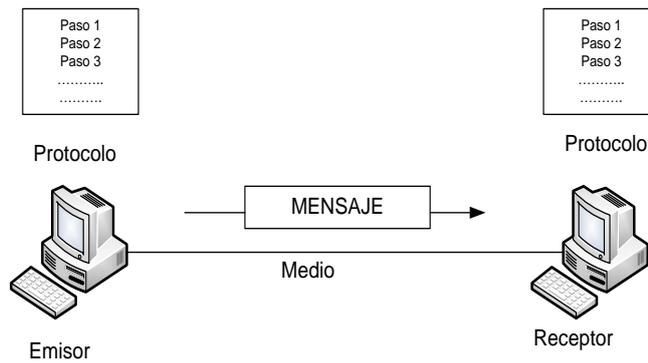
**Emisor:** El emisor, es el dispositivo que envía los datos del mensaje. Puede ser una computadora, una estación de trabajo, un teléfono, una videocámara y otros muchos.

**Receptor:** El receptor, es el dispositivo que recibe el mensaje. Puede ser una computadora, una estación de trabajo, un teléfono, una videocámara y otros muchos.

**Medio:** El medio de transmisión es el camino físico por el cual viaja el mensaje del emisor al receptor. Puede estar formado por un medio guiado, o por un medio no guiado.

**Protocolo:** El protocolo es un conjunto de reglas que gobiernan la transmisión de datos. Representa un acuerdo entre los dispositivos que se comunican. Sin un protocolo, dos dispositivos pueden estar conectados pero no comunicarse.

En la figura 2.8, se representan los elementos que constituyen un sistema de transmisión de datos.



**Figura 2.8.** Componentes de un sistema de transmisión de datos.  
**Fuente.** Transmisión de Datos y Redes de Comunicación de Behrouz Forouzan A.

## 2.4.12 MODULACIÓN

La modulación, engloba el conjunto de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias.

- **Modulación de amplitud (AM):** La modulación de amplitud, consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de forma que esta cambie de acuerdo con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que es la información que se va a transmitir.
- **Modulación de fase (PM):** La modulación de fase, se caracteriza porque la fase de la onda portadora varía directamente de acuerdo con la señal modulante, resultando una señal de modulación en fase.
- **Modulación de frecuencia (FM):** La modulación de frecuencia, es una modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia. En aplicaciones analógicas, la frecuencia instantánea de la señal modulada es proporcional al valor instantáneo de la señal moduladora.
- **Modulación de amplitud en cuadratura (QAM):** La modulación de amplitud en cuadratura, es una técnica de modulación digital avanzada que

transporta datos, mediante la modulación de la señal portadora de información tanto en amplitud como en fase. Esto se consigue modulando una misma portadora, desfasando  $90^\circ$  la fase y la amplitud.

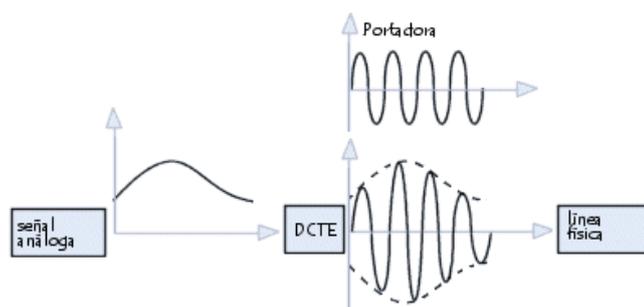
- **Modulación por división ortogonal de frecuencia (OFDM):** La modulación por división ortogonal de frecuencia, es una multiplexación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información, la cual es modulada en QAM o en PSK.

También se emplean técnicas de modulación por desplazamiento, así tenemos:

- **Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK):** La Modulación por desplazamiento de amplitud, es una forma de modulación en la cual se representan los datos digitales como variaciones de amplitud de la onda portadora.
- **Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK):** La Modulación por desplazamiento de frecuencia, es una técnica de transmisión digital de información binaria (ceros y unos) utilizando dos frecuencias diferentes. La señal moduladora solo varía entre dos valores de tensión discretos formando un tren de pulsos donde un cero representa un "1" o "marca" y el otro representa el "0" o "espacio".
- **Modulación por desplazamiento de fase (PSK):** La Modulación por desplazamiento de fase, es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos. La diferencia con la modulación de fase convencional (PM) es que mientras en ésta la variación de fase es continua, en función de la señal moduladora, en la PSK la señal moduladora es una señal digital y, por tanto, con un número de estados limitado.

### 2.4.13 TIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

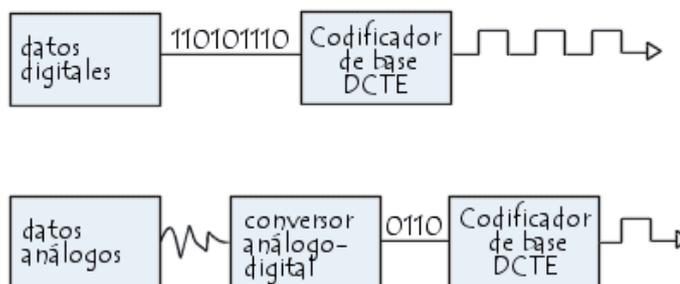
**Transmisión Analógica:** La transmisión analógica consiste en el envío de información en forma de ondas, a través de un medio de transmisión. Los datos se transmiten a través de una onda portadora: una onda simple cuyo único objetivo es transportar datos modificando una de sus características (amplitud, frecuencia o fase). La figura 2.9, muestra como se realiza la transmisión analógica.



**Figura 2.9.** Transmisión analógica

**Fuente.** <http://es.kioskea.net/contents/transmission/transnum.php3>

**Transmisión Digital:** La transmisión digital consiste en el envío de información a través de medios de comunicaciones físicos en forma de señales digitales. Por lo tanto, las señales analógicas deben ser digitalizadas antes de ser transmitidas. La figura 2.10 muestra la transmisión digital de señales.

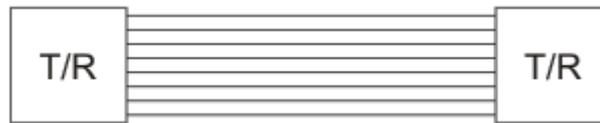


**Figura 2.10.** Transmisión Digital

**Fuente.** <http://es.kioskea.net/contents/transmission/transnum.php3>

**Transmisión Paralelo:** Las conexiones paralelas consisten en transmisiones simultáneas de N cantidad de bits. Estos bits se envían simultáneamente a través

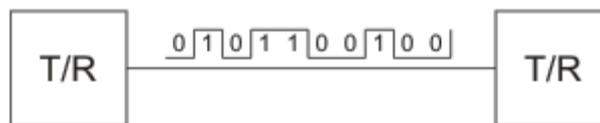
de diferentes canales N. La principal ventaja de este modo de transmitir datos es la velocidad de transmisión y la mayor desventaja es el costo. La figura 2.11, representa la transmisión en paralelo.



**Figura 2.11.** Transmisión paralelo

**Fuente.** <http://es.kioskea.net/contents/transmission/transnum.php3>

**Transmisión Serie:** Para la transmisión en serie los n bits que componen un mensaje se transmiten uno detrás de otro por la misma línea. La secuencia de bits transmitidos es por orden de peso creciente y generalmente el último bit es de paridad. En la figura 2.12, se representa la transmisión en serie.

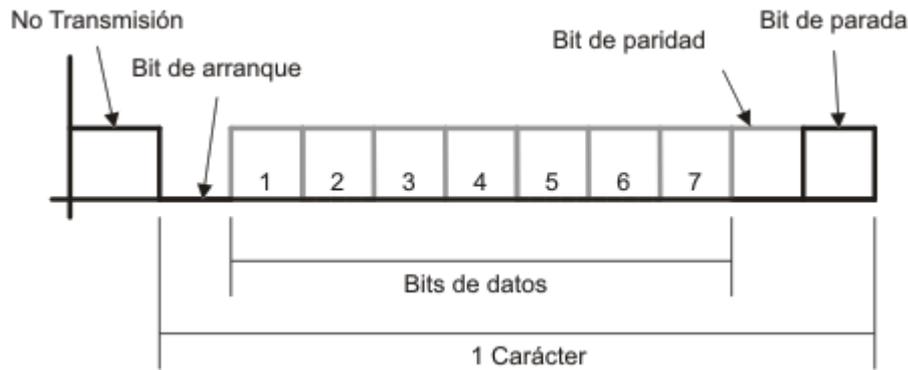


**Figura 2.12.** Transmisión Serie

**Fuente.** <http://es.kioskea.net/contents/transmission/transnum.php3>

**Transmisión asíncrona:** La transmisión asíncrona requiere de una señal que identifique el inicio del carácter y a la misma se la denomina bit de arranque. También se requiere de otra señal denominada señal de parada que indica la finalización del carácter o bloque. Tanto el transmisor como el receptor, saben cual es la cantidad de bits que componen el carácter.

La Figura 2.13, representa la transmisión asíncrona.

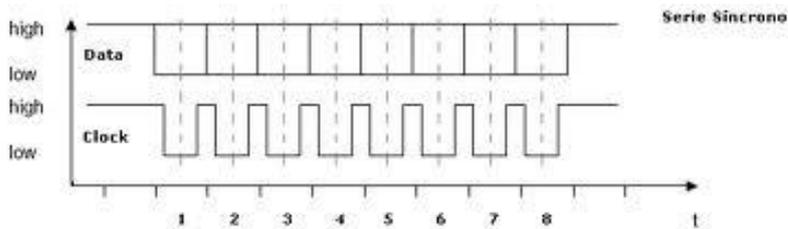


**Figura 2.13.** Transmisión asíncrona

**Fuente.** <http://es.kioskea.net/contents/transmission/transnum.php3>

**Transmisión sincrónica:** En este tipo de transmisión es necesario que el transmisor y el receptor utilicen la misma frecuencia de reloj en ese caso la transmisión se efectúa en bloques, debiéndose definir dos grupos de bits denominados delimitadores, mediante los cuales se indica el inicio y el fin de cada bloque, haciendo posible lograr velocidades de transmisión más altas.

En la figura 2.14, se puede observar como viajan los datos en una transmisión sincrónica.



**Figura 2.14.** Transmisión sincrónica

**Fuente.** <http://es.kioskea.net/contents/transmission/transnum.php3>

## 2.5 HIPOTESIS

¿El deficiente sistema de comunicación cómo influye en la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa “Electroseguridad” de la ciudad de Ambato?

## 2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

**Variable Independiente:** Sistema de comunicación.

**Variable Dependiente:** Transmisión de datos.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación, “Sistema de comunicación inalámbrico para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa ElectroSeguridad de la ciudad de Ambato”, se realizó bajo un enfoque cuali-cuantitativo, debido a que la recolección de datos se realizó directamente en la empresa “ElectroSeguridad”, se llevó a cabo una exploración profunda, haciendo de esta investigación un estudio objetivo y controlado cuyas respuestas fueron confiables, a más de esto se tomó datos de calidad buscando las causas y la explicación de la falta de un sistema de comunicación seguro y confiable dentro de la empresa, ya que se basó en la realidad que presenta la empresa inmersa en esta investigación.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación, “Sistema de comunicación inalámbrico para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa ElectroSeguridad de la ciudad de Ambato”, se contextualizó en la modalidad de campo y documental – bibliográfica.

De campo porque se realizó un estudio sistemático de los hechos en la empresa “ElectroSeguridad”, lugar donde se producen los acontecimientos y documental bibliográfica porque se tuvo como propósito detectar, profundizar y ampliar

diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios en todo lo relacionado a sistemas de comunicación.

### **3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

La investigación partió de un nivel exploratorio pues permitió reconocer las variables de estudio, Sistema de Comunicación y Transmisión de datos, a las cuales se da una mayor amplitud y dispersión. Un nivel descriptivo que permitió dar pronósticos básicos, para lo cual se requirió un conocimiento suficiente de la situación. El nivel explicativo se detectó las causas de determinados comportamientos, explicando los factores precisos de ciertos procedimientos. Por último la asociación de variables también estuvo presente evaluando las variables de comportamiento, midiendo el grado de relación entre las mismas.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 POBLACIÓN**

El sistema desarrollado en este proyecto será utilizado directamente por 10 personas que laboran en la empresa “ElectroSeguridad”:

Gerente Propietario de la empresa.....	1
Empleados .....	9
<b>TOTAL.....</b>	<b>10</b>

#### **3.4.2 MUESTRA**

Tomando en consideración el tamaño de la población se trabajó con todos sus componentes integrados por el Gerente-Propietario, Personal de Oficina encargados de la administración de la empresa y los empleados, lo cual permitió obtener resultados más confiables.

### **3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**Tabla 3.1.** Operacionalización de la variable independiente: Sistema de comunicación.

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
<p><b>Sistema de Comunicación:</b></p> <p>Los sistemas de comunicación son aquellos diseñados para transmitir información.</p> <p>Permiten transportar una señal que contiene información desde un punto llamado fuente de información a otro punto llamado destino a través de un canal de comunicación.</p>	<p>Componentes</p> <p>Medios de transmisión</p> <p>Tipos de comunicación</p> <p>Información</p>	<p>Transmisor (Equipos)</p> <p>Receptor (Equipos)</p> <p>Calidad de la señal</p> <p>Medios utilizados</p> <p>Capacidad</p>	<p>¿La empresa cuenta con un sistema de comunicación?</p> <p>¿Qué equipos utiliza la empresa para comunicarse entre la bodega y la oficina?</p> <p>¿Qué tipo de aplicaciones requiere transmitir por la red la Empresa?</p> <p>¿Qué tipo de tecnología utiliza la empresa para el intercambio de información?</p>	<p>Encuesta a través de un cuestionario dirigida a la muestra</p> <p>Encuesta a través de un cuestionario dirigida a la muestra</p> <p>Encuesta a través de un cuestionario dirigida a la muestra.</p>

*Elaborado por:* El Investigador

**Tabla 3.2.** Operacionalización de la variable dependiente: Transmisión de datos.

<b>CONCEPTO</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍTEMS BÁSICOS</b>	<b>TÉCNICAS INSTRUMENTALES</b>
<p><b>Transmisión de datos:</b> Es el intercambio de datos entre dos dispositivos a través de alguna forma de medio de transmisión.</p>	<p>Componentes</p> <p>Modulación</p> <p>Tipos de transmisión</p>	<p>Voz, Video, Texto, Etc.</p> <p>Equipos</p> <p>Tecnología</p>	<p>¿Qué problemas presenta la empresa en la transmisión de datos?</p> <p>¿Con un sistema de transmisión de datos se mejorará el servicio brindado por la empresa?</p> <p>¿Qué servicios de transmisión de datos requiere la Empresa?</p>	<p>Encuesta a través de un cuestionario dirigida a la muestra.</p> <p>Encuesta a través de un cuestionario dirigida a la muestra.</p> <p>Encuesta a través de un cuestionario dirigida a la muestra.</p>

*Elaborado por:* El Investigador

### **3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

La recolección de información se realizó mediante la técnica de la *Encuesta*, la misma que fue dirigida a la muestra, compuesta por el personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”. Las respuestas fueron obtenidas por escrito y en secreto a un cuestionario generado desde la operacionalización de variables.

Es oportuno indicar que los instrumentos de recolección de información fueron evaluados y reestructurados, previa su aplicación definitiva.

Técnica → Encuesta

Instrumento → Cuestionario

### **3.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

**Tabla 3.3.** Plan de recolección de información

<b>Preguntas Básicas</b>	
¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación
¿De qué personas u objetos?	Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”.
¿Sobre qué aspectos?	Constelación de ideas de las variables
¿Quién?	Investigador
¿Cuándo?	6 meses, después de la aprobación del Honorable Consejo Directivo
¿Dónde?	Empresa “ElectroSeguridad”
¿Cuántas veces?	Las necesarias
¿Qué técnicas de recolección?	Encuesta
¿Con qué?	Cuestionario

*Elaborado por:* El Investigador

### **3.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Una vez recopilada la información mediante encuestas se procedió a la tabulación, utilizando el método estadístico, lo que permitió obtener una respuesta eficiente, transformando los datos numéricos generales en cuadros tabulados de resultados que resumen en forma cuantitativa las respuestas generadas por la muestra. Los cuadros tabulados a su vez se transforman en representaciones gráficas de tipo

circular mediante los cuales con sencillez se destaca las relaciones entre los datos de cada pregunta. Los datos expuestos en tablas y gráficas son congruentes y soportan las respuestas del cuestionario.

A continuación se detalla el formato de la encuesta aplicada a los directamente afectados por el problema de investigación:

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL (FISEI)

## ENCUESTA DIRIGIDA PARA LOS EMPLEADOS DE LA EMPRESA “ELECTROSEGURIDAD” DE LA CIUDAD DE AMBATO.

**OBJETIVO:** Recolectar información sobre la actual condición de las comunicaciones entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad”.

**INSTRUCTIVO:**

- Procure ser lo más objetivo y veras.
- Marque con una X en el paréntesis la alternativa que usted eligió.

1. **¿Actualmente la empresa cuenta con algún sistema de comunicación para transmisión de datos entre la bodega y la oficina?**

Si ( )

No ( )

2. **¿Qué método utiliza en la empresa para el intercambio de datos entre la bodega y la oficina?**

Teléfono Convencional ( )

Celular ( )

Dispositivos de Almacenamiento ( )

Todos los anteriores ( )

Ninguno de los anteriores ( )

Otros ( )

3. **El sistema que maneja la empresa para el intercambio de datos le parece:**

Excelente ( )

Muy Bueno ( )

Bueno ( )

Regular ( )

Malo ( )

4. **¿A favorecido este sistema de comunicación para el control de inventarios en la empresa?**

Si ( )

No ( )

5. **¿Le gustaría que la Empresa adopte un sistema de comunicación para la transmisión de datos que mejore el intercambio de información?**

Si ( )

No ( )

6. **¿Qué beneficios cree usted traerá la implementación del sistema de comunicación?**

Mejoras en el desarrollo socio-económico de la Empresa ( )

Mejoras en el servicio a clientes y empleados ( )

Rapidez en los procesos de compra, venta e instalación ( )

Todas las anteriores ( )

Ninguna de las anteriores ( )

Otros ( )

7. **¿Posee la Empresa personal calificado para administrar un sistema de comunicaciones?**

Si ( )

No ( )

8. **¿Sentiría usted mayor seguridad al trabajar mediante un sistema de comunicaciones?**

Si ( )

No ( )

9. **¿Considera Ud. que la Empresa dispone del presupuesto para implementar un sistema de comunicación?**

Si ( )

No ( )

*¡Gracias por su colaboración!*

*Nota: La información recogida en la presente encuesta es de carácter confidencial, por lo que no se requiere de los datos personales del encuestado.*

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

En el análisis de los datos obtenidos como resultados, lo detallamos como datos estadísticos solamente indicando las relaciones numérico-matemáticas convenientes entre las respuestas de cada pregunta con las variables que se investigan.

En lo que tiene que ver a la interpretación de los resultados el criterio del investigador se sustentó en base al análisis matemático y apoyado en las respuestas de los encuestados.

##### **4.1.1 PREGUNTA 1**

¿Actualmente la empresa cuenta con algún sistema de comunicación para transmisión de datos entre la bodega y la oficina?

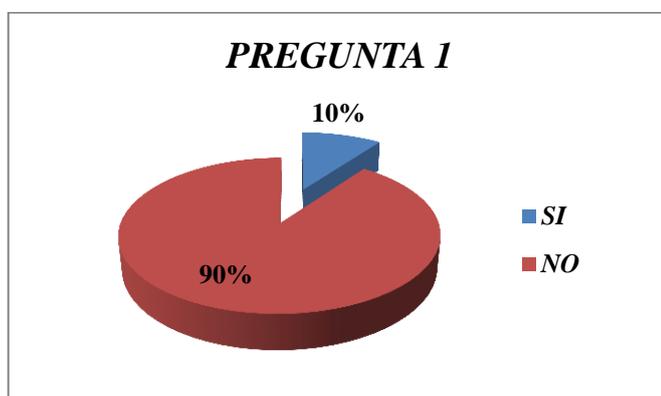
Nº	Items	Frecuencias	Porcentaje
1	SI	1	10%
2	NO	9	90%
		10	100%

**Tabla 1.1.** Tabulación de datos. Pregunta 1

**Fuente:** Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

**Elaborado por:** El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.1.** Gráfica de datos. Pregunta 1.

**Elaborado por:** El Investigador

De la primera pregunta de la encuesta aplicada al personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”, se desprende el siguiente resultado, el 90% de los encuestados que corresponden a nueve personas, indican que actualmente la empresa no cuenta con algún sistema de comunicación para transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la ciudad de Ambato, y el 10% de los encuestados que corresponde a una persona, indica que la empresa actualmente si cuenta con un sistema de comunicación.

#### 4.1.2 PREGUNTA 2

¿Qué método utiliza en la empresa para el intercambio de datos entre la bodega y la oficina?

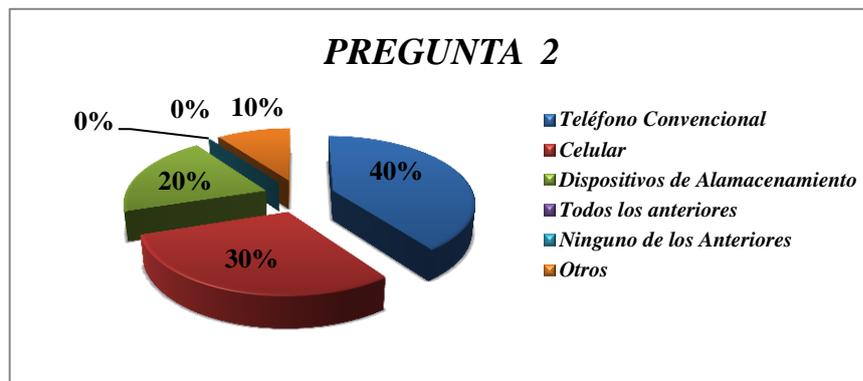
Nº	Items	Frecuencia	Porcentajes
1	Teléfono Convencional	4	40%
2	Celular	3	30%
3	Dispositivos de Almacenamiento	2	20%
4	Todos los anteriores	0	0%
5	Ninguno de los anteriores	0	0%
6	Otros	1	10%
		10	100%

**Tabla 4.2.** Tabulación de datos. Pregunta 2

*Fuente:* Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

*Elaborado por:* El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.2.** Gráfica de datos. Pregunta 2

*Elaborado por:* El Investigador

De la segunda pregunta de la encuesta, se desprende el siguiente resultado, el 20% de los encuestados, utilizan en la empresa para el intercambio de información dispositivos de almacenamiento, el 40% de los encuestados indica que el método utilizado es la vía telefónica convencional, el 30% indican que se comunican vía celular, y el 10% restantes de los encuestados, indican que utiliza otros medios para la realización de la comunicación.

### 4.1.3 PREGUNTA 3

El sistema que maneja la empresa para el intercambio de datos le parece:

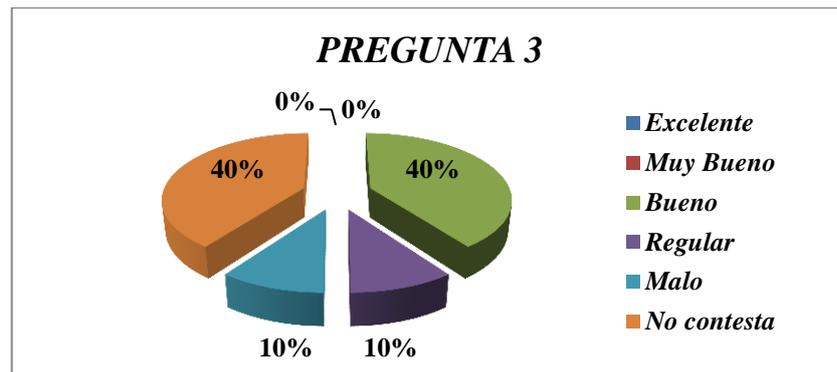
Nº	Items	Frecuencias	Porcentaje
1	Excelente	0	0%
2	Muy Bueno	0	0%
3	Bueno	4	40%
4	Regular	1	10%
5	Malo	1	10%
6	No contesta	4	40%
		10	100%

**Tabla 4.3.** Tabulación de datos. Pregunta 3

**Fuente:** Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

**Elaborado por:** El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.3.** Gráfica de datos. Pregunta 3

**Elaborado por:** El Investigador

De la tercera pregunta de la encuesta aplicada al personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”, se desprende el siguiente resultado, el 40% de los encuestados, indican que el sistema que utilizan la empresa para el intercambio de datos, es bueno, un 10% de los encuestados indica que el método utilizado es Regular, el 10% de los encuestados indica que el sistema que utiliza la empresa para el intercambio de datos es Malo, y el 40% restante se abstiene de opinar sobre el sistema que utiliza la empresa para el intercambio de datos.

#### 4.1.4 PREGUNTA 4

¿A favorecido este sistema de comunicación para el control de inventarios en la empresa?

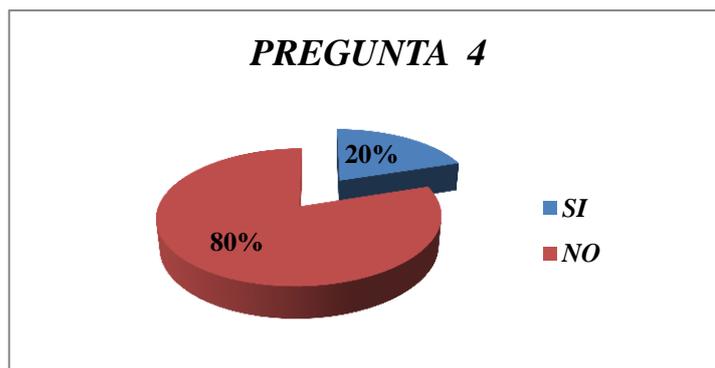
N°	Items	Frecuencias	Porcentaje
1	SI	2	20%
2	NO	8	80%
		10	100%

**Tabla 4.4.** Tabulación de datos. Pregunta 4

**Fuente:** Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

**Elaborado por:** El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.4.** Gráfica de datos. Pregunta 4

**Elaborado por:** El Investigador

De la cuarta pregunta de la encuesta aplicada al personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”, se desprende el siguiente resultado, el 20% de los encuestados, indican que el sistema utilizado actualmente si ha favorecido el control de inventarios, mientras que el 80% indica que el sistema no ha favorecido el control de inventarios dentro de la empresa.

#### 4.1.5 PREGUNTA 5

¿Le gustaría que la Empresa adopte un sistema de comunicación para la transmisión de datos que mejore el intercambio de información?

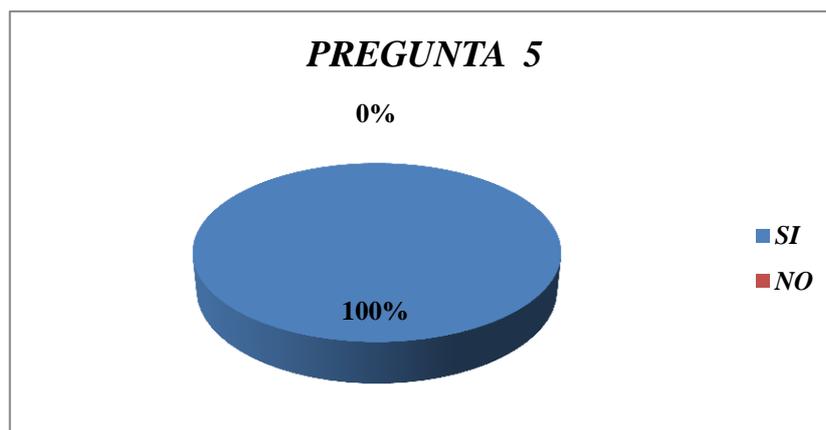
Nº	Items	Frecuencias	Porcentaje
1	SI	10	100%
2	NO	0	0%
		10	100%

**Tabla 4.5.** Tabulación de datos. Pregunta 5

**Fuente:** Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

**Elaborado por:** El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.5.** Gráfica de datos. Pregunta 5

**Elaborado por:** El Investigador

De la quinta pregunta de la encuesta aplicada al personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”, se desprende el siguiente resultado, el 100% de los encuestados que corresponden al total de la muestra, indican que si les gustaría que la empresa adoptará un sistema de comunicación para transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la ciudad de Ambato.

#### 4.1.6 PREGUNTA 6

¿Qué beneficios cree usted traerá la implementación del sistema de comunicación?

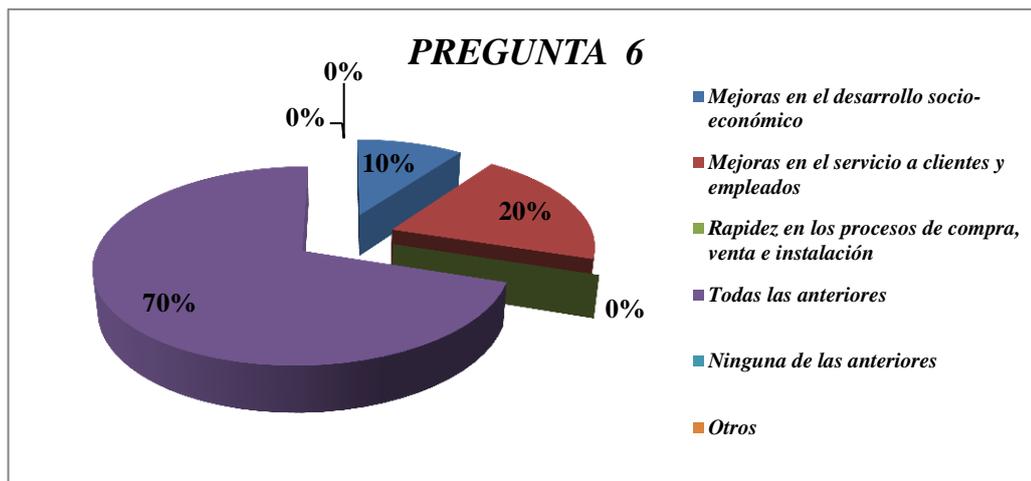
<b>Nº</b>	<b>Items</b>	<b>Frecuencias</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>1</b>	Mejoras en el desarrollo socio-económico	1	<b>10%</b>
<b>2</b>	Mejoras en el servicio a clientes y empleados	2	<b>20%</b>
<b>3</b>	Rapidez en los procesos de compra, venta e instalación	0	<b>0%</b>
<b>4</b>	Todas las anteriores	7	<b>70%</b>
<b>5</b>	Ninguna de las anteriores	0	<b>0%</b>
<b>6</b>	Otros	0	<b>0%</b>
		10	<b>100%</b>

**Tabla 4.6.** Tabulación de datos. Pregunta 6

**Fuente:** Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

**Elaborado por:** El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.6.** Gráfica de datos. Pregunta 6

*Elaborado por:* El Investigador

De la sexta pregunta de la encuesta aplicada al personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”, se desprende el siguiente resultado, el 10% de los encuestados, indican que un sistema de comunicación dentro de la empresa traerá mejoras en el desarrollo socio-económico de la misma, el 20% de los encuestados, indican que el sistema traería mejoras en el servicio a clientes y empleados, mientras que el 70% restante de los encuestados, indican que traerían tanto mejoras en lo socio-económico, en el servicio a clientes y empleados y traería además rapidez en los procesos de compra, venta e instalación.

#### 4.1.7 PREGUNTA 7

¿Posee la Empresa personal calificado para administrar un sistema de comunicaciones?

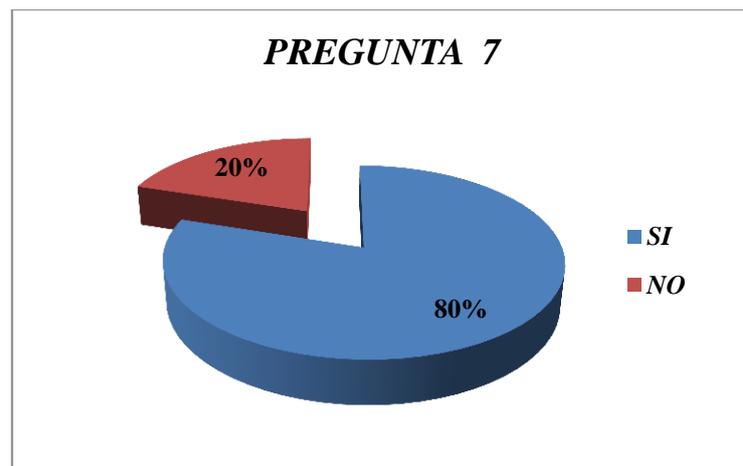
Nº	Items	Frecuencias	Porcentaje
1	SI	8	80%
2	NO	2	20%
		10	100%

**Tabla 4.7.** Tabulación de datos. Pregunta 7

**Fuente:** Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

**Elaborado por:** El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.7.** Gráfica de datos. Pregunta 7

**Elaborado por:** El Investigador

De la séptima pregunta de la encuesta aplicada al personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”, se desprende el siguiente resultado, el 80% de los encuestados, indican que la empresa si cuenta con personal calificado para la administración de un sistema de comunicación, mientras que el 20% restante, indica que en la empresa no existe el personal calificado para la administración de un sistema de comunicación.

#### 4.1.8 PREGUNTA 8

¿Sentiría usted mayor seguridad al trabajar mediante un sistema de comunicaciones?

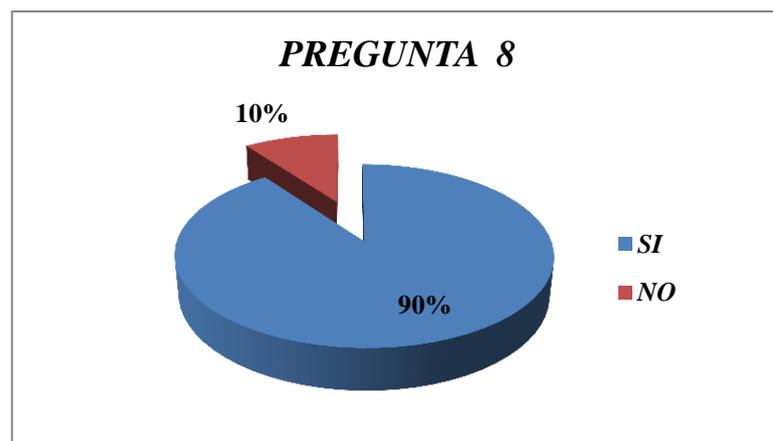
Nº	Items	Frecuencias	Porcentaje
1	SI	9	90%
2	NO	1	10%
		10	100%

**Tabla 4.8.** Tabulación de datos. Pregunta 8

**Fuente:** Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

**Elaborado por:** El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.8.** Gráfica de datos. Pregunta 8

**Elaborado por:** El Investigador

De la octava pregunta de la encuesta aplicada al personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”, se desprende el siguiente resultado, el 90% de los encuestados, indican que se sentirían más seguros si existiera un sistema de comunicación en su trabajo, mientras que el 10% restante, indica que no le daría mayor seguridad la instalación de un sistema de comunicación.

#### 4.1.9 PREGUNTA 9

¿Considera Ud. que la Empresa dispone del presupuesto para implementar esta red?

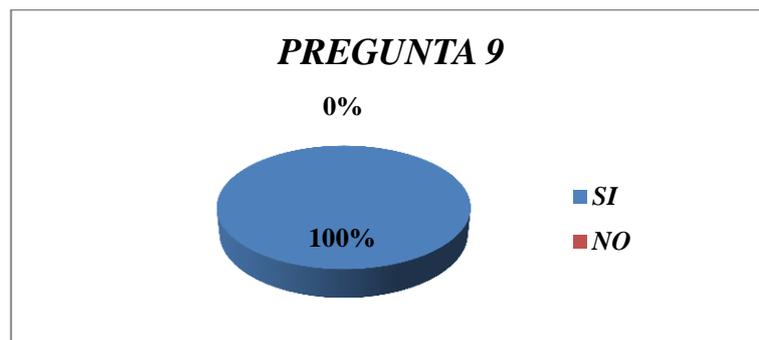
Nº	Items	Frecuencias	Porcentaje
1	SI	10	100%
2	NO	0	0%
		10	100%

**Tabla 4.9.** Tabulación de datos. Pregunta 9

**Fuente:** Personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

**Elaborado por:** El Investigador

Estadísticamente se tiene:



**Figura 4.9.** Gráfica de datos. Pregunta 9

**Elaborado por:** El Investigador

De la novena pregunta de la encuesta aplicada al personal que labora en la empresa “ElectroSeguridad”, se desprende el siguiente resultado, el 100% de los encuestados que corresponden al total de la muestra, indican que actualmente la empresa si dispone de presupuesto para la instalación de un sistema de comunicación para transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la ciudad de Ambato.

## **4.2 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La interpretación general de todos los resultados analizados anteriormente, hace necesario el diseño de un sistema de comunicación inalámbrico, de manera que exista comunicación entre la oficina y la bodega de la empresa “ElectroSeguridad”, de tal manera que la información transmitida sea rápida y segura, brindando a sus clientes mejoras en los servicios prestados.

La empresa “ElectroSeguridad”, para satisfacer las necesidades de los clientes y personal que labora en la empresa realizará el intercambio de información entre sus dependencias a través de un sistema de comunicación inalámbrico.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Al no poseer la empresa “ElectroSeguridad”, un sistema de comunicación para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina ubicadas en la ciudad de Ambato, su calidad de servicio se ha visto afectada, causando desconfianza y malestar en quienes conforman la empresa para el normal desarrollo de las actividades que realizan.
- El sistema que maneja la empresa para la transmisión de datos es poco confiable, y no brinda las medidas de seguridad necesarias para llevar a cabo el control, manejo, envío y recepción de información entre sus estamentos.
- No se puede realizar un correcto proceso de inventarios dentro de la empresa, puesto que existen múltiples descoordinaciones entre la información existente en bodega y oficina.
- Existe gran desconfianza entre los trabajadores de la empresa al no existir un sistema que respalde sus actividades, y no contar con una comunicación eficiente, rápida y segura.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Como investigador se recomienda el diseño e implementación de un sistema de comunicación inalámbrico para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato, que brinde solución a las diferentes necesidades y problemas que tiene en la actualidad la empresa.
- Suprimir los métodos utilizados anteriores a la implementación del sistema de comunicación recomendado por el investigador.
- Instalar sistemas contables y de control de productos para la realización correcta de inventarios.
- Instalar sistemas de seguridad, videovigilancia, y control de personal en la empresa mismos que pueden ser monitoreados dentro del sistema de comunicación, de esta manera se logrará un control centralizado de los estamentos que conforman la empresa.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 TEMA DE LA PROPUESTA.**

“Sistema de comunicación inalámbrico para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa ElectroSeguridad de la ciudad de Ambato”.

#### **6.2 DATOS INFORMATIVOS**

**Estudiante:** Luisa Analuisa Verónica Maricela

**Tutor:** Ingeniero Vinicio Hidalgo.

**Decano:** Ingeniero Oswaldo Paredes Ochoa M.Sc.

#### **6.3 ANTECEDENTES**

ElectroSeguridad, es una empresa que brinda servicios de seguridad electrónica en el centro del país a las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi.

Fue creada en el año 2004 por iniciativa del señor Paulo Acosta, quien con visión futurista y centrándose en sus sueños abre las puertas de esta empresa para brindar servicios de seguridad electrónica, inicialmente en la ciudad de Ambato para poco a poco incrementar la cobertura de los servicios hacia otras ciudades y provincias. Desde su fundación la empresa ha ganado en eficiencia y compromiso con sus usuarios. Sus prestaciones se han diversificado y la calidad de servicios se ha elevado.

El crecimiento empresarial que ha tenido en estos años la empresa, ha llevado a que esta realice cambios en su estructura física y administrativa; es así que en la actualidad su actividad comercial lo realiza en sus instalaciones ubicadas en la Av. Los Chasquis y Pichincha, donde funciona la Oficina y Ventas de la empresa, y la Bodega de la misma se encuentra ubicada en la calle Pedro Echeverría sector Huachi La Joya.

Se han ido logrando objetivos planteados en su creación, pero el inminente crecimiento tecnológico y empresarial del país y del mundo ha hecho sentir la necesidad de actualización de la empresa para llegar a cumplir su principal objetivo, por lo tanto la empresa no ha dejado pasar oportunidades de actualización en la misma, tratando siempre de estar a nivel de competición con otras empresas del medio.

#### **Servicios que brinda:**

- Venta de productos y accesorios de seguridad electrónica.
- Servicio de Mantenimiento de instalaciones de seguridad electrónica.
- Diseño de sistemas de Seguridad electrónica.

#### **Misión.**

Proveer equipos e instalaciones de seguridad electrónica, a corporaciones, pequeñas, medianas, grandes empresas y clientes en general, atendiendo tanto sus necesidades presentes como las tendencias y cambios que a tecnología presente en el futuro, lo que permitirá convertirnos en una empresa líder a nivel nacional.

#### **Visión.**

Ser una empresa de reconocido prestigio nacional, con excelencia en ventas, diseño e instalación de sistemas de seguridad, donde se brinde un producto de

excelente calidad y en donde el mejoramiento continuo sea de agrado para nuestros consumidores.

#### **6.4 JUSTIFICACIÓN**

Actualmente la Empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato, para el desarrollo de su actividad comercial y de servicios cuenta con dos instalaciones ubicadas en diferentes sectores de la ciudad de Ambato, en las mismas dispone de sistemas informáticos de ámbito contable y administrativo, los cuales se sincronizan llevando información como base de datos de un lugar a otro en medios extraíbles.

El método utilizado para la transmisión de datos a traído múltiples inconvenientes para la empresa, puesto que no es un método confiable para la realización de una actividad que requiere seguridad y confiabilidad en el transporte de datos, además la lentitud del proceso de transporte de información depende generalmente de la disponibilidad del personal para llevar la información de un lugar a otro (Oficina-Bodega), y muchas veces la pérdida de información o retrasos en el transporte de la misma han afectado en la conclusión de trabajos y ventas de productos.

Visto lo anterior y con la necesidad de trabajar en un ambiente donde la información requerida esté disponible al instante y con la seguridad de que la misma es confiable, se hace necesario la realización de un estudio para el desarrollo de un diseño de red de comunicación de datos, dicha red deberá ser capaz de dar solución a problemas de rapidez de transporte de datos y sincronización de los mismos entre la Bodega y la Oficina de la empresa “Electroseguridad”.

Con el diseño y futura implementación tanto la empresa “ElectroSeguridad”, como sus clientes y empleados se beneficiaran de los servicios que puede ofrecer un sistema de comunicación inalámbrico, beneficiándose no solo por el momento sino teniendo la posibilidad de seguir aprovechando a futuro de los beneficios en

comunicación, seguridad y control, permitiendo a la empresa crecer y tener la posibilidad de respaldar su información y centralizar sus procesos.

## **6.5 OBJETIVOS**

### **6.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de comunicación inalámbrico basado en tecnología WI-FI, para la transmisión de datos entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato.

### **6.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los requerimientos técnicos para el levantamiento del diseño del sistema de transmisión de datos.
- Realizar el estudio de la tecnología a implementarse acorde a los equipos existentes en el mercado nacional y debidamente homologados ante los organismos de control de telecomunicaciones.
- Establecer el diseño de la solución a implementarse, tomando en cuenta los parámetros necesarios para que el sistema de datos funcione acorde a las necesidades empresariales.
- Estudiar los tipos de seguridad que debe tener la red de transmisión de datos y la confiabilidad de la misma para asegurar su funcionamiento.

## **6.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.**

Esta propuesta es posible puesto que se realiza un estudio de los requerimientos de la red que se manejará en la empresa; además en el mercado existen un sin número de equipos que podemos utilizar, los mismos que brindan la seguridad necesaria para la red y cumplen con los requerimientos técnicos necesarios para el diseño y su futura implementación; se cuenta con la aceptación y aprobación del proyecto por parte de la empresa “ElectroSeguridad” de la ciudad de Ambato, puesto que existe una grave falencia en lo que a transmisión de datos entre sus

instalaciones se refiere, además con un sistema de comunicación de datos no solo se daría solución a este problema, sino que además se puede implementar un servicio de control y vigilancia de las instalaciones, y así acorde al desarrollo tecnológico ir creciendo en servicios y cubriendo necesidades empresariales en cuanto a transmisión de información se refiere.

## **6.7 METODOLOGÍA**

### **6.7.1 EXPECTATIVAS DE LOS USUARIOS**

- Poseer un sistema de comunicación de datos que permita interactuar a todos los usuarios del sistema de manera que puedan combinar los procesos que se realizan en la empresa de forma simultánea e inmediata.
- Que el sistema de comunicación sea fiable y brinde la seguridad necesaria en los procesos empresariales.
- Tener un sistema de comunicación de datos rápido, flexible y capaz de adaptarse a las nuevas tecnologías y servicios para redes IP.

### **6.7.2 REQUERIMIENTOS DE LAS APLICACIONES DE RED**

- **Sincronización en línea de datos:** Se requiere tener información actualizada de disponibilidad de productos en bodega para su comercialización en el departamento de ventas y servicios.
- **Rapidez de los procesos contables y administrativos:** Se requiere de información rápida y confiable sobre productos vendidos, cobros realizados, cuentas por cobrar, etc., para la realización de cierres de caja y balances económicos.
- **Control y vigilancia de personal:** Se requiere tener un control sobre las actividades que realizan los empleados de la empresa, donde se pueda tener información de donde se encuentran realizando su actividad laboral, así mismo el control de horarios de trabajo y desempeño laboral.

- **Video Vigilancia:** Se requiere tener un control centralizado de la seguridad de la empresa que conste de un completo sistema de seguridad, el mismo que pueda ser administrado y controlado por la persona que lo requiera para evitar pérdidas empresariales.

Visto los tipos de requerimientos de la red de transmisión de datos se determina que las aplicaciones con mayor prioridad y necesidad de ser transmitidas por nuestro canal de datos serán el sistema administrativo-contable y el monitoreo del sistema de video vigilancia.

## 6.7.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE RED

### 6.7.3.1 DISEÑO LÓGICO

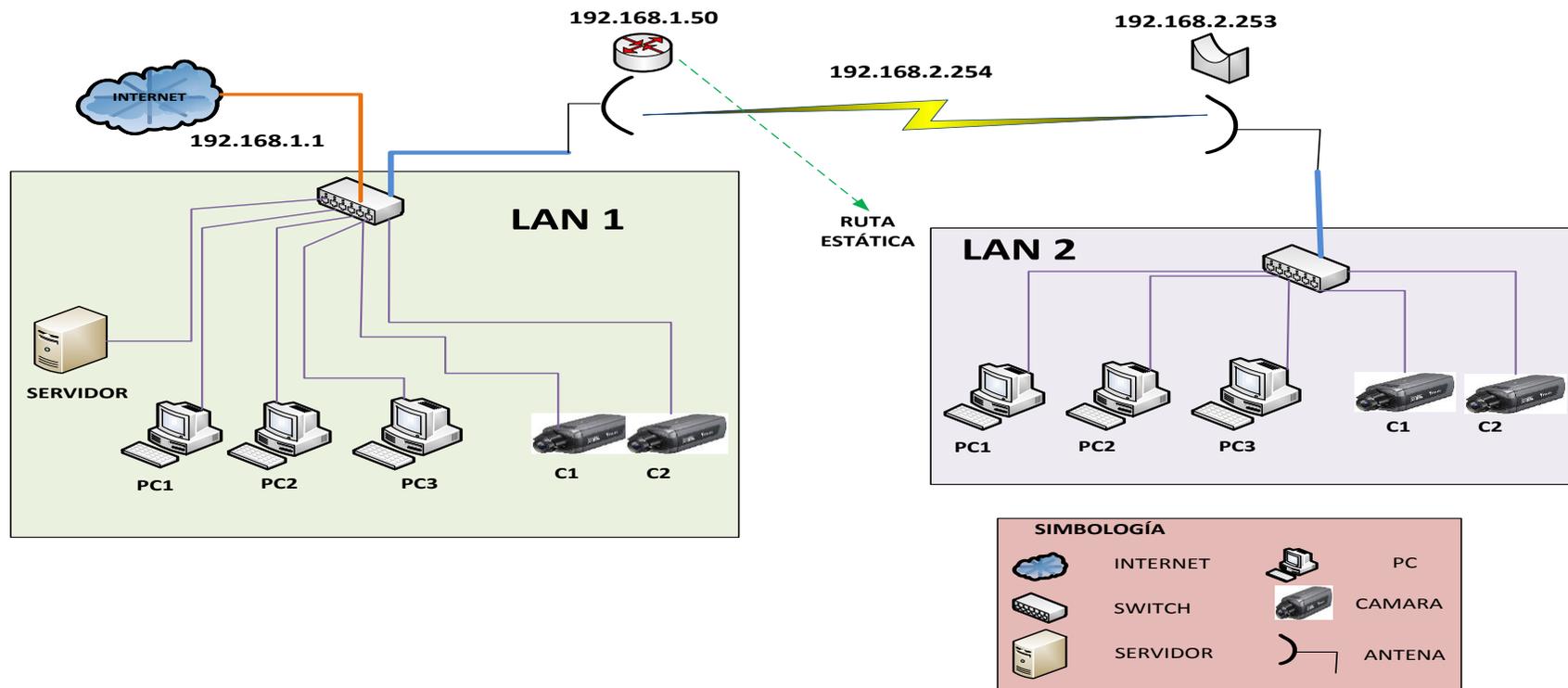


Figura 6.1. Diagrama lógico del diseño de la red de datos de la Empresa "ElectroSeguridad"

Elaborado por: El investigador

En la figura 6.1 se puede apreciar el diagrama lógico del sistema de comunicación de datos, a continuación en las tablas 6.1, 6.2, y 6.3, se presenta el direccionamiento IP de cada una de las redes LAN's que conforman la red, así como la Ruta Estática de la antena transmisora configurada para ruteo.

LAN 1			
EQUIPO	IP	MÁSCARA	GATEWAY
SERVIDOR	192.168.1.2	255.255.255.0	192.168.1.50
PC1	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.50
PC2	192.168.1.4	255.255.255.0	192.168.1.50
PC3	192.168.1.5	255.255.255.0	192.168.1.50
C1	192.168.1.200	255.255.255.0	192.168.1.50
C2	192.168.1.201	255.255.255.0	192.168.1.50

**Tabla 6.1.** Configuración IP de la LAN 1  
**Realizado por:** El Investigador

LAN 2			
EQUIPO	IP	MÁSCARA	GATEWAY
PC1	192.168.2.1	255.255.255.0	192.168.2.254
PC2	192.168.2.2	255.255.255.0	192.168.2.254
PC3	192.168.2.3	255.255.255.0	192.168.2.254
C1	192.168.2.200	255.255.255.0	192.168.2.254
C2	192.168.2.201	255.255.255.0	192.168.2.254

**Tabla 6.2.** Configuración IP de la LAN 2  
**Realizado por:** El Investigador

RUTA ESTÁTICA DE LA ANTENA	
Red Destino	0.0.0.0
Máscara	0.0.0.0
Siguiente Salto	192.168.1.1

**Tabla 6.3.** Tabla de Ruteo  
**Realizado por:** El Investigador

Visto las tablas anteriores se puede configurar cualquier equipo en la Red.

## 6.7.4 DIAGRAMA FÍSICO

### 6.7.4.1 DIAGRAMACIÓN DEL DISEÑO FÍSICO

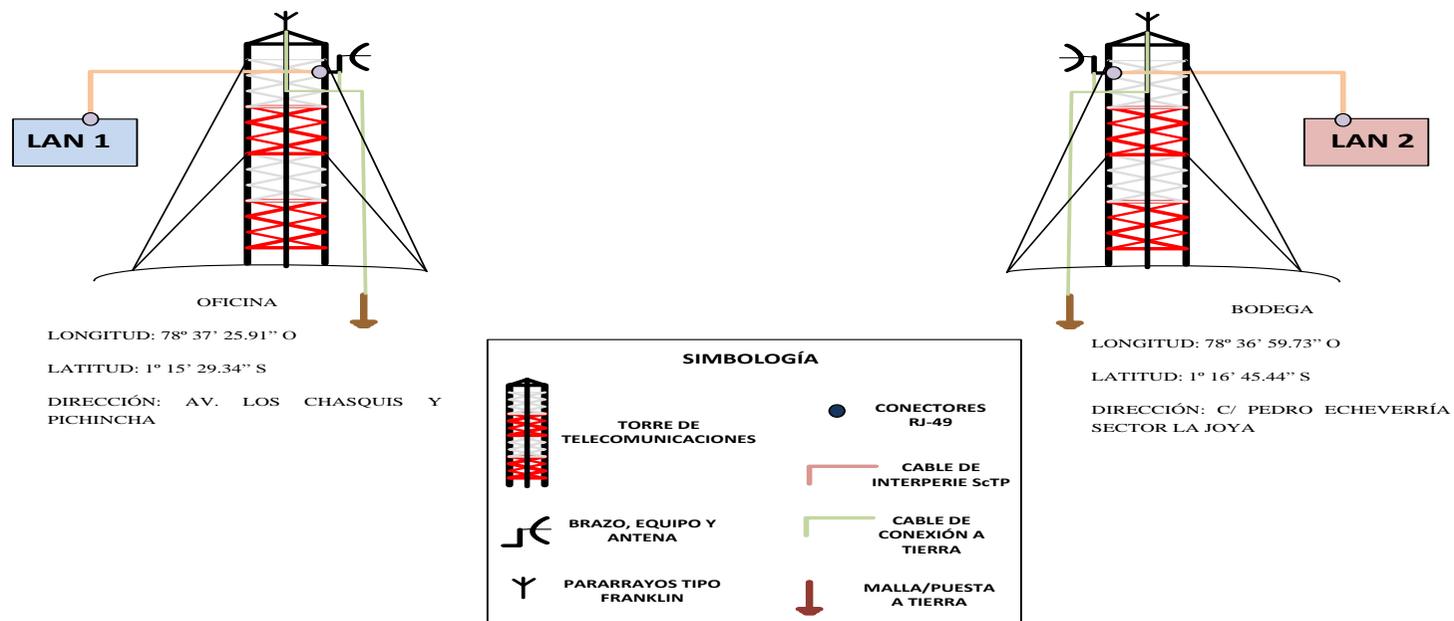


Figura 6.2. Diagrama físico del diseño de la red de datos de la Empresa “ElectroSeguridad”

Elaborado por: El investigador

## **6.7.5 NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA**

**Art. 1.-Objeto.**-La presente norma tiene por objeto regular la instalación y operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en los rangos de frecuencias que determine el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.

### **Art.5.-Características de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.-**

Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha son aquellos que se caracterizan por:

- a. Una distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de una anchura de banda mucho mayor que la convencional, y con un nivel bajo de potencia;
- b. La utilización de técnicas de modulación que proporcionan una señal resistente a las interferencias;
- c. Permitir a diferentes usuarios utilizar simultáneamente la misma banda de frecuencias;
- d. Coexistir con sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico; y,
- e. Operar en Bandas de frecuencias inscritas en el cuadro de atribución de bandas de frecuencias.

**Art.6.-Bandas de Frecuencias.**-Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de modulación digital de banda ancha en las siguientes bandas de frecuencias:

BANDA (MHz)	ASIGNACIÓN
902 - 928	ICM
2400 - 2483.5	ICM
5150 - 5250	INI
5250 - 5350	INI
5470 - 5725	INI
5725 - 5850	ICM, INI

**Tabla 6.4.** Bandas de Frecuencia

**Fuente:**

[http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=49%3ARegulacion-de-servicios&id=111%3Anorma-para-la-implementacion-y-operacion-de-sistemas-de-modulacion-digital-de-banda-ancha&Itemid=104&limitstart=1](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=49%3ARegulacion-de-servicios&id=111%3Anorma-para-la-implementacion-y-operacion-de-sistemas-de-modulacion-digital-de-banda-ancha&Itemid=104&limitstart=1)

**Art.7.-Configuración de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.-**La operación de los sistemas con técnicas de modulación digital de banda ancha se aprobará en las siguientes configuraciones:

- Sistemas punto - punto.
- Sistemas punto - multipunto.
- Sistemas móviles.

**Art.9.-Homologación.-**Todos los equipos que utilicen Modulación Digital de Banda Ancha deberán ser homologados por la SUPTTEL, de acuerdo con los anexos 1 y 2 de la presente norma.

**Art. 10.- Bases de la Homologación.-** La homologación de los equipos se efectuará en base a las características estipuladas en el catálogo técnico del equipo, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones.

**Art. 11.- Solicitud de Registro.-** La SNT llevará un registro de los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, siempre y cuando estén exentos de requerir autorización del CONATEL de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Radiocomunicaciones. Para la inscripción en este registro, los interesados en cualquier parte del territorio nacional, deberán presentar una solicitud con todos los requisitos para su aprobación dirigida a la SNT, cumpliendo con los datos consignados en el formulario técnico que para el efecto pondrá a disposición la SNT

#### **6.7.5.1 WI-FI PARA LARGO ALCANCE**

Desde el año 2001, una de las tecnologías que se ha utilizado para comunicaciones de largas distancias es la IEEE 802.11, popularmente llamada Wi-Fi; si bien este estándar no se concibió para redes extensas, sus indudables ventajas de costo, uso de frecuencias libres de licencia y gran ancho de banda, han despertado el interés de diversos agentes tecnológicos de países en desarrollo.

En la actualidad se dispone de gran cantidad de productos de diferentes fabricantes para enlaces con tecnología Wi-Fi en larga distancia, casi todos ellos de bajo consumo, a precios bajos. Respecto al uso de frecuencias, la mayor parte de países adoptan las restricciones de la FCC en el uso de las bandas ICM en 2.4 GHz y 5.8 GHz usadas por esta tecnología. Como se puede apreciar en la tabla 6.2, estas normas son mucho más permisivas que las europeas ya que permiten una potencia de transmisión máxima de 1000 mW y permiten realizar enlaces punto a punto (PTP) como punto a multipunto (PMP) de varias decenas de kilómetros.

<b>Máxima Potencia Transmisible</b>	<b>Dominio Legal</b>	<b>Normativa</b>
1000 mW	USA y muchos países en desarrollo	FCC 15.247
100 mW	Europa	ETS 300-328
10 mW	Japón	MTP Ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20

**Tabla 6.5.** Máxima potencia transmisible por regiones

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Las ventajas e inconvenientes que presenta el uso de esta tecnología se indican a continuación:

#### **Ventajas:**

- Uso de frecuencias sin licencia de las bandas ICM 2.4/5.8 GHz con ciertas limitaciones de potencia.
- Velocidades desde 1 hasta 54 Mbps, siempre teniendo en cuenta que el throughput (cantidad de datos por unidad de tiempo que se entregan, mediante un medio físico o lógico, en un nodo de la red) neto obtenido está alrededor de un 50-70% de esos valores.
- Tecnología con estándar ampliamente conocido y fácil de configurar, lo que favorece los bajos costos de los equipos.
- Bajo consumo de potencia, menor a 10W por enrutador.
- Flexibilidad, un nodo puede adherirse a la red si puede ver a uno de los nodos vecinos.
- Hardware fácilmente integrable en un sistema impermeable que soporte condiciones meteorológicas adversas.

**Desventajas:**

- Requiere línea de vista directa (esto podría elevar, en algunos casos, el número de repetidores necesarios aumentando demasiado el costo).
- Al ser una tecnología creada para redes de corto alcance, hay que solventar ciertos problemas relacionados con su utilización para distancias de decenas de kilómetros.
- El número de colisiones aumenta en relación con el número de usuarios.
- Tiene un número limitado de canales no interferentes, 3 en 2.4 GHz y 8 en 5.8 GHz.

**6.7.5.2 PROBLEMAS DEL USO DE WI-FI PARA LARGAS DISTANCIAS**

Dado que la tecnología Wi-Fi fue en su inicio diseñada para redes locales, la mayor dificultad reside en su aplicación para largas distancias.

**6.7.5.2.1 Capa Física.**

Una cuidadosa revisión del estándar no deja entrever ningún elemento de la capa física que limite el alcance de las comunicaciones Wi-Fi en términos de distancia, es el balance del enlace el que limita la distancia de los enlaces con tecnología Wi-Fi. Los límites físicos de distancia alcanzable con Wi-Fi dependerán, por lo tanto, de los siguientes parámetros:

- La máxima potencia que podamos transmitir (PIRE)
- Las pérdidas de propagación.
- La sensibilidad de recepción.
- La mínima relación señal a ruido que estemos dispuestos a aceptar como suficiente.

El propio estándar determina que los límites de potencia que se puede transmitir dependen de la regulación de cada país.

Además, hay algunos aspectos de la capa física que se deben tener en cuenta para obtener una mayor sensibilidad en el enlace.

- **Velocidad:** El protocolo IEEE 802.11 recoge distintas velocidades según el modo de funcionamiento: 1, 2, 5.5 y 11 Mbps para 802.11b; 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps para 802.11a, y el conjunto de todas las anteriores para el modo 802.11g. Estos modos usan diferentes tipos de modulación y codificación, de forma que cuanto mayor sea la velocidad, mayor es la potencia necesaria en recepción para mantener el enlace con un BER (Bit Error Rate, representa la probabilidad de tener un bit errado sobre los bits transmitidos y es una característica del sistema) bajo. Esta potencia, llamada sensibilidad, obliga a usar velocidades bajas si se quiere lograr enlaces de larga distancia con una cierta estabilidad. La utilización de tarjetas con mejores sensibilidades permiten lograr velocidades mayores.
- **Fenómenos meteorológicos.** En las zonas rurales es frecuente encontrar condiciones meteorológicas adversas. Aunque tradicionalmente se suele decir que las lluvias influyen “de forma sensible” a partir de los 10 GHz, cuando los enlaces son muy largos una pequeña atenuación en dB/Km acaba siendo importante.
- **Polarización.** El mejor comportamiento se da con polarización vertical, pero las condiciones atmosféricas y el terreno pueden producir una cierta despolarización, con lo que la recepción de la señal empeora y su atenuación aumenta.
- **Interferencias.** Si bien en las zonas rurales aisladas esto no suele suceder, los enlaces que conectan zonas aisladas en zonas urbanas se pueden ver afectados por este problema.

Como consecuencia de lo anterior, y dependiendo del tipo de enlace que define la arquitectura de red 802.11, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- **Enlaces Punto – Punto.** Cuando la distancia es mayor a 3 Km, el número de slots en que una estación necesita para empezar a transmitir sin colisionar con un paquete cuya transmisión se inicia en un slot determinado, se incrementa proporcionalmente con la distancia, en saltos de 3 Km.
- **Enlaces Punto – Multipunto.** Además de darse las mismas anomalías de comportamiento del MAC entre la estación transmisora y receptora de un paquete que se han comentado para PTP, las otras estaciones que observan pasivamente el canal esperando que se desocupe tomarán decisiones equivocadas al considerar el canal libre cuando no lo está.

### 6.7.5.3 ARQUITECTURA DE REDES WI-FI PARA LARGA DISTANCIA

Tradicionalmente la topología de red IEEE 802.11 más usada ha sido en modo infraestructura. En ella todas las estaciones que forman parte de la red se comunican entre sí a través de un punto de acceso. El punto de acceso puede además proporcionar acceso a redes exteriores.

Sin embargo, la topología más básica de una red Wi-Fi es aquella en la que un conjunto de estaciones (mínimo dos), se conectan entre sí de forma directa. Dicha topología suele recibir el nombre de red Ad-Hoc. En este tipo de redes las estaciones se comunican de forma directa a través del medio inalámbrico sin que medie ninguna otra. Debido a las limitaciones inherentes en el enlace de las transmisiones puede que no todas las estaciones sean capaces de establecer comunicación entre sí.

A partir del concepto de red Ad-Hoc en Wi-Fi se contempla el establecimiento de redes Mesh. En una red de topología Mesh una estación que desee transmitir a otra estación fuera de su alcance, comprobará en su tabla de enrutamiento a que estación

dentro de su alcance debe transmitir la información. Dicha estación recibirá el paquete y lo reenviará siguiendo el mismo procedimiento y así sucesivamente hasta alcanzar la estación destino. Esto implica que todos los nodos de la red van a gestionar los paquetes a nivel IP. Esto introduce algo más de retardo, pero éste, así como el ancho de banda, se pueden gestionar de forma muy avanzada.

Las redes Mesh además de incrementar sustancialmente el área de cobertura que puede alcanzar una red tiene la ventaja de ser tolerantes a fallos, pues la caída de un nodo no implicará necesariamente la caída de la red (se podrán seguir enviando los mensajes a través de otras rutas).

Otra topología posible es una cadena multisalto donde cada eslabón de la cadena está compuesto por un enlace punto a punto en modo infraestructura.

En muchos casos, esta topología es la única posible para enlazar comunidades rurales establecidas a lo largo de ríos amazónicos o en valles interandinos longitudinales. Esta topología permite extender notablemente la cobertura, en una cadena multisalto el camino físico está plenamente establecido, la comunicación iniciada en un nodo intermedio necesariamente debe pasar por el nodo que lo antecede o que lo precede para llegar a su destino. Tiene el obvio inconveniente que si existe la caída de un enlace se interrumpe la comunicación entre extremos, por ello es deseable que la cadena tenga más de un punto de contacto con el exterior. Eventualmente la cadena puede cerrarse y volverse un anillo.

Esta red puede ramificarse, aunque cada nodo puede estar compuesto del mismo equipamiento en cuanto a hardware, podemos establecer una diferenciación funcional de tres tipos de nodos:

- **Estación pasarela:** es una estación dotada de conectividad final a Internet y a la RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada), permitiendo al resto de

estaciones de la red inalámbrica acceder a través de ella a esas redes externas. Puede haber una o varias de estas estaciones en una red inalámbrica, pero lo más frecuente es que no se disponga más que de una. El uso de más de una implica el uso de encaminamiento dinámico. Estas estaciones frecuentemente tendrán que desempeñar funciones como NAT (Network Address Translation; NAT traduce la dirección IP interna del cliente [privada] a una dirección externa [pública]) o firewall (parte de un sistema o una red que está diseñado para bloquear el acceso no autorizado a la red).

- **Repetidor:** los distintos repetidores se unen formando la red troncal que se encarga de conmutar las comunicaciones con otras estaciones.
- **Estación cliente:** se encuentra en los puntos de servicio a usuarios. Suele tener conectado una computadora y un teléfono IP.

Además es importante distinguir entre enlaces troncales y enlaces de distribución.

- **Enlaces Troncales:** son los que constituyen la columna vertebral de la red, interconectan a todos los nodos repetidores y a la estación pasarela, transportan el tráfico combinado de varios clientes.
- **Enlaces de Distribución:** son los que permiten el acceso de los clientes a la red.

#### **6.7.5.4 SEGURIDAD EN REDES INALÁMBRICAS**

Las redes inalámbricas permiten flexibilidad y movilidad, lo cual se traduce en grandes comodidades para el usuario. Sin embargo, por la naturaleza del medio físico empleado (señales de radio) se convierten en un medio de transmisión inseguro, por lo que se deberá implementar un mecanismo de seguridad, que garantice el acceso únicamente a usuarios pertenecientes a la empresa.

Para enfrentar los problemas de seguridad se toma las siguientes precauciones:

- Algoritmos de seguridad incluidos en las características de los equipos.
- Manejo de claves de acceso a los equipos y direccionamiento IP.

Los algoritmos más comunes para seguridad que los equipos incluyen son los siguientes:

- **Estándar WEP (Wired Equivalent Privacy):** El objetivo de WEP, es mitigar la vulnerabilidad de escuchas ilegales y la modificación no autorizada de datos, esto lo realiza mediante el cifrado de los mismos. Otro propósito de WEP, es evitar que usuarios no autorizados accedan a las redes inalámbricas.
- **Estándar WPA (Wi-Fi Protect Access):** Es un estándar propuesto para los miembros de la Wi-Fi Alliance conjuntamente con la IEEE, este estándar busca corregir los problemas de WEP, realizando mejoras en el cifrado de los datos y ofreciendo un mejor mecanismo de autenticación.
- **Estándar 802.1x:** Es una solución de seguridad para el acceso y autenticación basado en la arquitectura cliente/servidor, que restringe la conexión de equipos no autorizados a una red, inicialmente fue creado para el uso en redes LAN, pero se ha extendido a las redes inalámbricas.

#### **6.7.6 CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO BASADO EN TECNOLOGÍA WI-FI**

Los criterios técnicos a considerarse en el diseño del sistema de comunicación inalámbrico basado en tecnología WI-FI son los siguientes:

##### **6.7.6.1 SELECCIÓN DE PUNTOS DEL ENLACE**

En este punto se debe tomar los datos de localización de los diferentes puntos a enlazar (latitud y longitud), para lo cual nos podemos ayudar con la utilización de

dispositivos de localización como por ejemplo un GPS, o en su defecto cartas topográficas o software que nos ayude en la obtención de los datos de dichos puntos.

### 6.7.6.2 DATOS A UTILIZAR EN EL ENLACE

Entre los datos que debemos tener en cuenta para la realización de un correcto enlace tenemos:

- Altura de la edificación transmisora.
- Altura de la edificación receptora.
- Distancia entre las dos puntos a enlazar (Transmisión-Recepción)

### 6.7.6.3 PERFIL DEL TERRENO

Se realiza la prospección del terreno tomando las "cotas" del mapa topográfico entre las antenas.

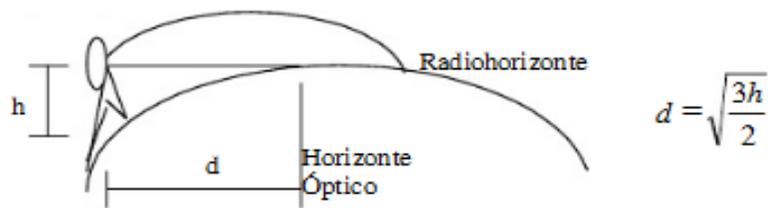
Se deberá tener en cuenta que las cotas están referidas a nivel cero, por lo tanto se deberá adicionar a estos valores la *curvatura* de la tierra.



**Figura 6.3.** Perfil del terreno

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Como la Onda no viaja en línea recta, sino que se difracta en la atmósfera debido a variaciones de temperatura, presión, humedad, etc. La distancia efectiva del enlace no siempre es el horizonte óptico, sino el radio horizonte.

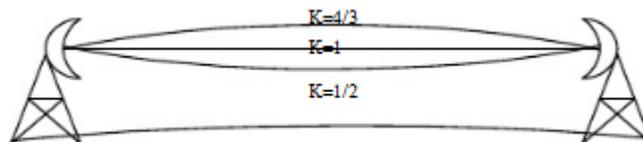


**Figura 6.4.** Distancia efectiva

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Para evitar graficar el haz curvo, con el trabajo que esto implica para poder observar las obstrucciones que se pudieran presentar, se realiza una "corrección" en el gráfico de la curvatura terrestre. Obteniéndose un gráfico de la curvatura terrestre "ficticio" que normalmente recibe el nombre de *tierra corregida* y trabajaremos con el haz propagándose de forma rectilínea. Para este último gráfico se le introduce un factor  $K$  a la ecuación de curvatura terrestre.

$$K = \text{Radio Efectivo de la Tierra} / \text{Radio Real de la Tierra}$$



**Figura 6.5.** Perfil Corregido

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Si  $K > 1$ , El haz se desvía hacia la tierra y el radio horizonte es mayor que el horizonte óptico.

Si  $K < 1$ , El radio horizonte es menor que el horizonte óptico.

Si  $K = 1$ , Coinciden el radio horizonte y el horizonte óptico

Se deberá elegir el valor apropiado de  $K$ , se puede tomar con bastante aproximación para la mayor parte del día  $K = 4/3$  que es para una atmósfera normal en zonas

mediterráneas (En zonas elevadas y secas  $K=1.2$  y en zonas costeras húmedas  $K$  puede llegar a valer 2 y hasta 3).

La fórmula es la siguiente:

$$h = \frac{d_1 d_2}{2KR} \quad (\text{Fórmula 6.1})$$

Donde:

**$h$** : Altura corregida

**$d_1$** : Distancia entre la cota inicial y el punto donde se desea la altura.

**$d_2$** : Distancia entre la cota final y el punto donde se desea la altura.

**$K$** : Factor de corrección.

**$R$** : Radio de la tierra

Para una mayor confiabilidad en la realización del enlace se suele utilizar la fórmula anterior modificada, para quede una altura mayor (mayor curvatura en la tierra corregida). Ahora podemos considerar al factor  $K=4/3$  de atmósfera normal como parámetro general en el análisis. La ecuación final con la que dibujaremos la tierra corregida es:

$$h = \frac{d_1 d_2}{1,5KR} \quad (\text{Fórmula 6.2})$$

En el Perfil del Terreno deberemos, también, tener en cuenta la existencia de obstáculos como edificios, vegetación, etc. Como así también un posible margen de crecimiento (a futuro), por ejemplo la construcción de edificios o el crecimiento de los arboles.

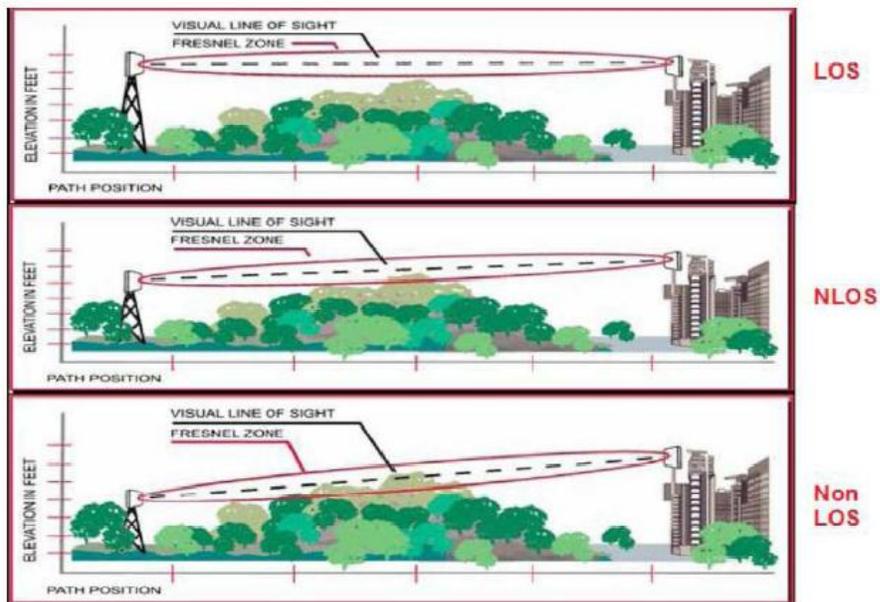
#### 6.7.6.4 LÍNEA DE VISTA

Conocido como LOS (Line of Sight, Línea de vista), su término hace referencia a un enlace de radio que debe tener visibilidad directa entre antenas, por lo que no debe haber obstáculo entre ambas.

Además se tiene el concepto de NLOS (Línea de vista cercana), el cual describe un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor de la señal y la ubicación del receptor de la señal. Los obstáculos que pueden obstaculizar la línea de vista incluyen árboles, edificios, montañas y otras estructuras.

Finalmente tenemos el término sin línea de vista, el cual indica que el radio completo de la zona de Fresnel está bloqueado en un enlace.

La figura 6.6, muestra un esquema de los diferentes tipos de líneas de vista.



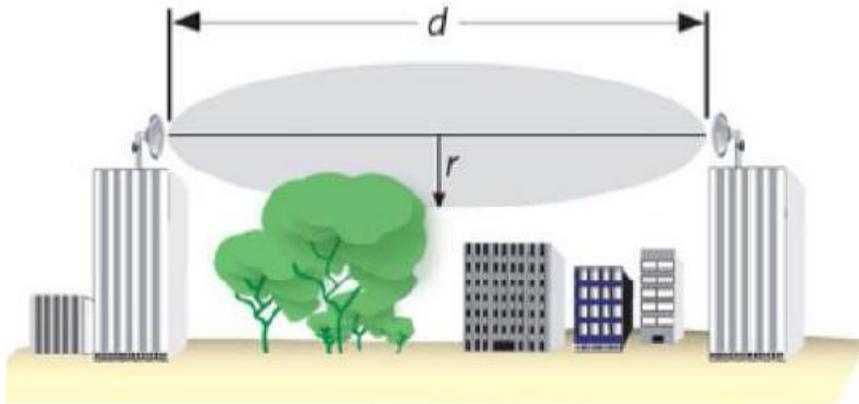
**Figura 6.6.** Esquemas de línea de vista para enlaces.

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

### 6.7.6.5 ZONA DE FRESNEL

La Zona de Fresnel, es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración ya que afecta de manera directa la propagación de la onda electromagnética, además de que exista visibilidad directa entre las dos antenas, es necesario que exista despeje de la primera zona de Fresnel.

Si existen obstáculos dentro de la primera zona de Fresnel, éstos introducirán pérdidas de obstrucción. La figura 6.7 nos muestra el esquema en que se debe trabajar sobre la zona de Fresnel para obtener el mejor rendimiento del enlace.



**Figura 6.7.** Zona de Fresnel

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

En color gris se representa a la primera zona de Fresnel, es decir, para conseguir comunicarnos a una distancia  $d$ , con una señal portadora de frecuencia  $f$ , debemos conseguir que la altura  $r$  de la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos.

El cálculo para la primera zona de Fresnel se lo muestra en la fórmula 6.3.

$$r = 17,32 * \sqrt{\frac{d_1 * d_2}{f * D}} \quad (\text{Fórmula 6.3})$$

Donde:

$d_1$ : Distancia en Km desde el transmisor al obstáculo.

$d_2$ : Distancia en Km desde el receptor al obstáculo.

$f$ : Frecuencia en GHz.

$D$ : Distancia total del enlace en Km.

Mientras que la fórmula para el radio máximo de la primera zona de Fresnel es:

$$r = 17,32 * \sqrt{\frac{D}{4f}} \quad (\text{Fórmula 6.4})$$

Donde:

$D$ : Distancia total del enlace en Km.

$f$ : Frecuencia en GHz.

### **6.7.6.6 PÉRDIDAS**

Existen varios factores que inciden al momento de transmitir ondas electromagnéticas por medios no guiados las cuales influyen en los cálculos del diseño de red, a continuación se mencionan los más importantes a tener en cuenta para un correcto funcionamiento de la red.

#### **6.7.6.6.1 PÉRDIDAS EN ESPACIO LIBRE (FSL)**

Conforme viaja una señal RF a través del espacio, ésta se atenúa debido a la distancia existente desde el punto de transmisión inicial hasta el final. Mientras más lejos está el punto de transmisión final, más débil es la señal RF.

La Pérdida en el espacio libre (FSL), mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo. La pérdida en el espacio libre expresada en decibeles (dB), viene dada por la fórmula 6.5.

$$FSL = 20 \log_{10}d + 20 \log_{10}f + K \quad (\text{Fórmula 6.5})$$

Donde:

***d***: Distancia del enlace.

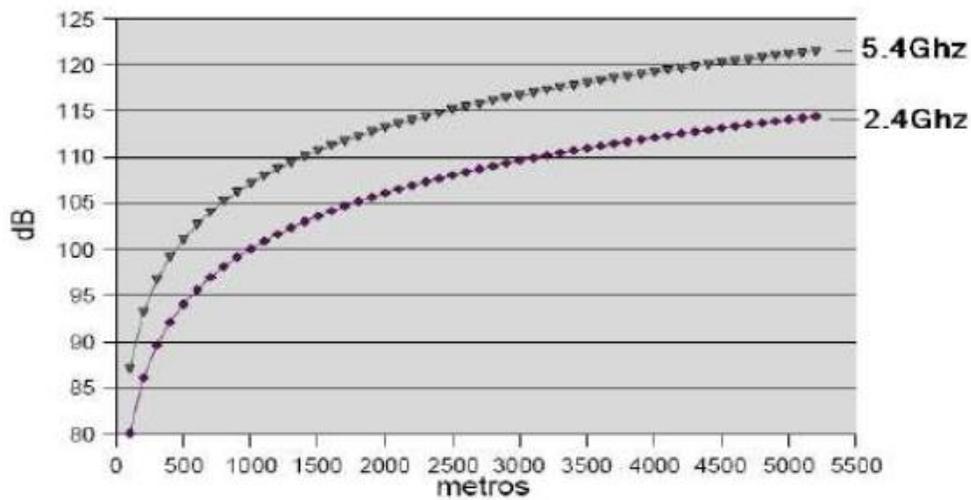
***f***: Frecuencia de operación.

***K***: Constante que depende de las unidades.

Si expresamos la distancia ***d*** en kilómetros y la frecuencia ***f*** en GHz la fórmula es:

$$FSL = 20 \log_{10}d + 20 \log_{10}f + 92,44 \quad (\text{Fórmula 6.6})$$

En la figura 6.10, podemos observar las pérdidas en espacio libre en dB para 2.4 GHz y 5.4 GHz, se puede observar que después de 1.5 Km la pérdida se puede ver como “lineal” en dB.



**Figura 6.8.** Pérdida en dB en función de la distancia en metros

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Distancia [Km]	2,4 GHz	5,8 GHz
1	100 dB	108 dB
10	120 dB	128 dB
100	140 dB	148 dB

**Tabla 6.6.** Pérdidas en espacio libre, para diferentes distancias y frecuencias.

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

Estos valores son teóricos y pueden muy bien diferir de las mediciones tomadas. El término “espacio libre” no es siempre tan “libre”, y las pérdidas pueden ser muchas veces más grandes debido a las influencias del terreno y las condiciones climáticas. En particular, las reflexiones en cuerpos de agua o en objetos conductores pueden introducir pérdidas significativas.

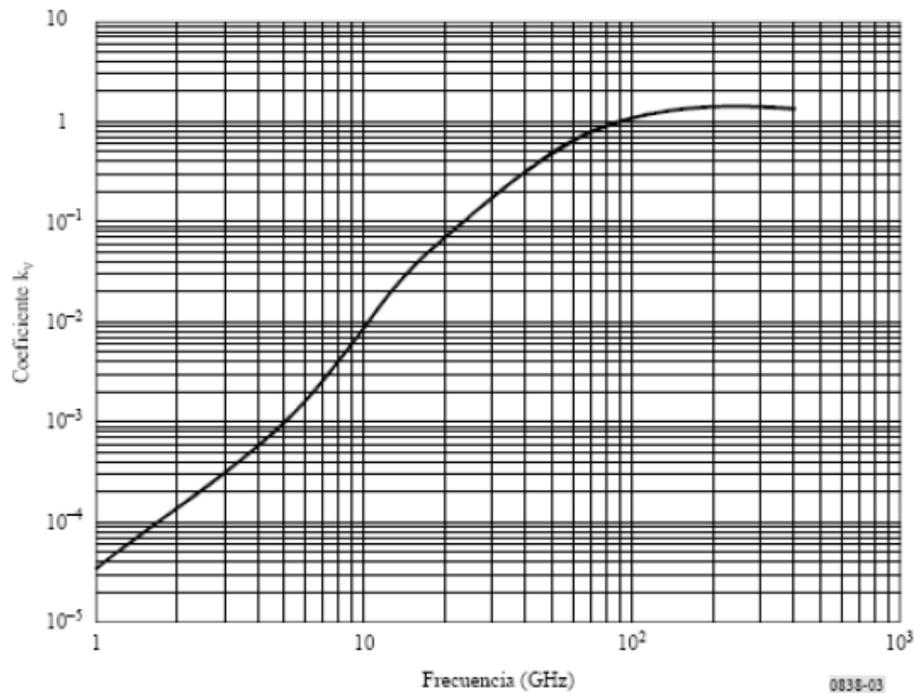
### 6.7.6.2 ATENUACIÓN POR ABSORCIÓN

En los enlaces existe también una componente de atenuación debida a la absorción y dispersión por hidrometeoros (lluvia, nieve, granizo). En general, para los cálculos de disponibilidad de enlaces, sólo es necesario evaluar la atenuación por lluvia excedida durante porcentajes de tiempo pequeños, y para frecuencias superiores a unos 6 GHz.

La atenuación específica se obtiene a partir de la intensidad de lluvia mediante la ley exponencial:

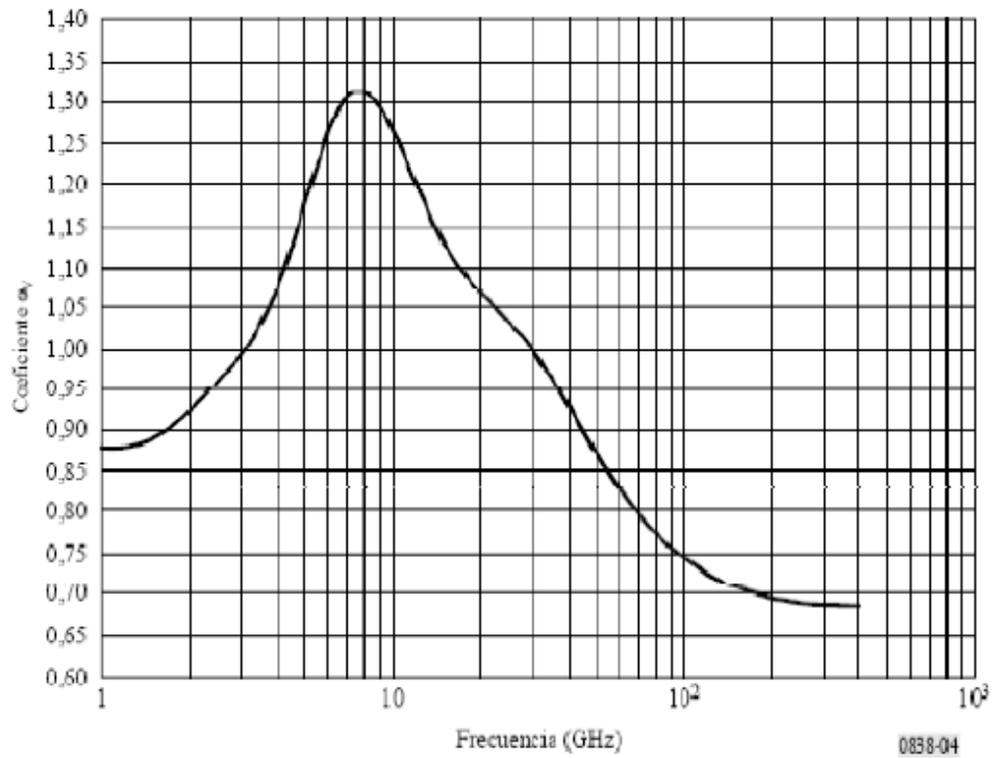
$$\gamma_R = kR^\alpha \quad (\text{Fórmula 6.7})$$

Las constantes  $k$  y  $\alpha$  dependen de la frecuencia y la polarización. En las curvas de las figuras 6.9 y 6.10 se presenta los valores de  $k$  y  $\alpha$  en función de la frecuencia.



**Figura 6.9.** Coeficiente K en función de la frecuencia.

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>



**Figura 6.10.** Coeficiente  $\alpha$  en función de la frecuencia

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

El índice de precipitación para la zona de Ecuador según la recomendación UIT-RP.837 es igual a 95 mm/h.

$$A_{LL} = \gamma_R dr \quad (\text{Fórmula 6.8})$$

Donde:

$d$ : Distancia del trayecto.

$r$  es calculado utilizando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{1}{1 + \frac{d}{d_0}} \quad (\text{Fórmula 6.9})$$

Donde:

$$d_0 = 35 * e^{-0.015R_{0.01}} \quad (\text{Fórmula 6.10}) \quad R_{0.01} = 95 \text{ mm/h}$$

### 6.7.6.6.3 PÉRDIDAS TOTALES

Las pérdidas totales del enlace se calculan de la siguiente manera:

$$P_T = FSL + A_{LL} + AL - G_{ANTENA} \quad (\text{Fórmula 6.11})$$

Donde:

$P_T$ : Pérdidas totales del enlace.

$FSL$ : Pérdidas por espacio libre.

$A_{LL}$ : Pérdidas por lluvia.

$AL$ : Pérdidas de los alimentadores. (conectores, acopladores, filtros, etc.)

$G_{ANTENA}$ : Ganancia de las antenas.

### 6.7.6.6.4 POTENCIA DE RECEPCIÓN

Para el cálculo de la potencia de recepción se utiliza la ecuación del balance.

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{Tx} + G_{Rx} - P_T \quad (\text{Fórmula 6.12})$$

Donde:

$P_{Rx}$ : Potencia recibida en el lugar de recepción, en dBm.

$P_{Tx}$ : Potencia de transmisión, en dBm

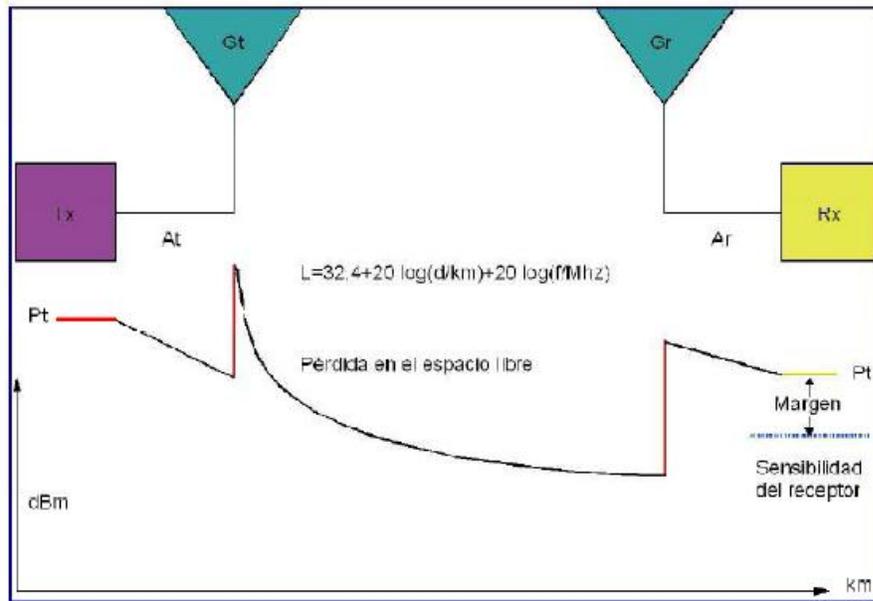
$G_{Tx}$ : Ganancia de la antena de transmisión, en dBi

$G_{Rx}$ : Ganancia de la antena de recepción, en dBi.

$P_T$ : Pérdidas totales, en dB.

### 6.7.6.7 BALANCE DEL ENLACE

Conocido también como presupuesto de potencia del enlace, que para un enlace punto a punto, es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del enlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado.



**Figura 6.11.** Balance del Enlace.

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3902/1/CD-3442.pdf>

El problema del IEEE802.11 en enlaces muy largos se reduce a lograr un balance del enlace en que la potencia recibida sea suficientemente superior a la sensibilidad del receptor, teniendo en cuenta la potencia transmitida, las ganancias y las pérdidas del enlace. Para el cálculo del Balance del enlace se tiene la siguiente ecuación:

$$P_{RX}(dB) = P_{TX} - L_{ccTx} + G_{TX} - FSL - A_{LL} + G_{RX} - L_{ccRX} \quad (\text{Fórmula 6.13})$$

Donde:

$P_{RX}$ : Potencia recibida por el receptor

$P_{TX}$ : Potencia de transmisión

$L_{ccTX}$ : Pérdidas de cables y conectores en el sistema de transmisión

$G_{TX}$ : Ganancia de la antena de transmisión

$FSL$ : Pérdida en espacio libre

$A_{LL}$ : Atenuación por lluvia

$G_{RX}$ : Ganancia de la antena de recepción

$L_{ccRX}$ : Pérdidas de cables y conectores en el sistema de recepción

Un aspecto importante a tener en consideración es, si la potencia del transmisor y la del receptor no son iguales debe realizarse el cálculo del presupuesto tanto en el sentido transmisor – receptor como en el sentido inverso para asegurarnos que el enlace se puede establecer efectivamente. Podría darse el caso, de tener una radio base de mucha potencia para que llegue a varios clientes a distintas distancias y que uno de los clientes reciba la señal pero no tenga la potencia suficiente para comunicarse con la radio base con lo que el enlace no podrá establecerse.

Además de los elementos considerados, debemos tener en cuenta factores de corrección debido al terreno y la estructura de las edificaciones, factores climáticos y muchos otros. Todos ellos muy empíricos por naturaleza.

#### **6.7.6.7.1 MARGEN RESPECTO AL UMBRAL**

El margen de umbral de un sistema es la diferencia existente entre la potencia recibida en el receptor y el umbral de sensibilidad del receptor.

$$FM = P_{RX} - U_{RX} \quad (\text{Fórmula 6.14})$$

Donde:

***FM***: Margen de Desvanecimiento, en dB

***P<sub>RX</sub>***: Potencia de recepción, en dB

***U<sub>RX</sub>***: Umbral de recepción o sensibilidad del equipo receptor

#### **6.7.6.7.2 MARGEN DE DESVANECIMIENTO**

Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre la señal puede tener pérdidas intermitentes de intensidad, además de la pérdida normal de la trayectoria. Esta variación en la pérdida de la señal se llama desvanecimiento y se puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; a trayectorias múltiples de transmisión y a una superficie terrestre irregular.

El margen de desvanecimiento (***FM***) se define con respecto a un objetivo de calidad, es decir, respecto a un porcentaje máximo de tiempo de interrupción del enlace por cualquier causa en un periodo de tiempo dado.

$$FM(dB) = 30 \log(d) + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70 \quad (\text{Fórmula 6.15})$$

Donde:

***FM***: Margen de desvanecimiento.

***d***: Distancia del enlace en Km

***A***: Factor de rugosidad del terreno.

***B***: Factor climático

***f***: Frecuencia de trabajo en GHz

***R***: Confiabilidad en decimales

Los valores de A y B se dan en las tablas 6.7 y 6.8 respectivamente.

<b>Factor geográfico A</b>	<b>Tipo de suelo</b>
A = 4	Agua o terreno muy liso
<b>A = 1</b>	<b>Terreno promedio</b>
A = 0.25	Terreno áspero y montañoso

**Tabla 6.7.** Factor climático A

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/744/1/CD-1137.pdf>

<b>Factor Climático B</b>	<b>Tipo de clima</b>
B = 0.5	Áreas cálidas o húmedas
<b>B = 0.25</b>	<b>Áreas continentales promedio</b>
B = 0.125	Áreas muy secas o montañosas

**Tabla 6.8.** Factor climático B

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/744/1/CD-1137.pdf>

### 6.7.6.7.3 CONFIABILIDAD DEL SISTEMA

La confiabilidad es referida al sistema, corresponde al tiempo probabilístico en el cual un radioenlace se mantiene trabajando de manera satisfactoria sin ser afectado por el desvanecimiento, por lo tanto la confiabilidad de un sistema es calculada en función del margen de desvanecimiento.

$$P = 6 * 10^{-7} (A \cdot B) f d^3 10^{-FM/10} \quad (\text{Fórmula 6.16})$$

$$R = (1 - P) * 100 \quad (\text{Fórmula 6.17})$$

Donde:

**P:** Indisponibilidad

**R:** Confiabilidad

**f:** Frecuencia de trabajo, en GHz

*d*: Distancia del enlace.

*FM*: Margen de desvanecimiento, en dB

*A*: Factor geográfico o de aspereza

*B*: Factor climático.

#### **6.7.6.7.4 ANTENAS**

Las antenas son dispositivos que emiten energía electromagnética concentrándola en un haz, el objetivo es que la antena transfiera la mayor cantidad de energía proveniente desde el cable o guía de onda y que a su vez es la energía procedente del transmisor. Desde el punto de vista de la ingeniería de sistemas de radioenlaces existen tres principales características de las antenas que se encuentran mencionadas a continuación.

##### *6.7.6.7.4.1 Ganancia de la antena.*

Para comprender el concepto de ganancia en una antena es necesario conocer de antemano la definición de antena isotrópica, ésta es una antena con características ideales en cuanto a la radiación de energía que emite o que recibe, la energía va o viene desde todas las direcciones con la misma intensidad. La antena isotrópica posee un patrón de radiación esférico, como la luz que irradia un bombillo encendido. La ganancia de una antena está dada como el coeficiente entre la cantidad de energía irradiada por una antena en la dirección que se requiera por la cantidad de energía irradiada por una antena isotrópica en la misma dirección y alimentada por el transmisor, este cociente se expresa en dBi, la ganancia también se expresa en dBd, en donde 0 dBd equivalen a 2.14 dBi. En conclusión la ganancia de una antena es una forma de medir cuan directiva es una antena en comparación con una antena isotrópica.

Un aspecto importante es comprender que la antena constituye un elemento pasivo que de ninguna manera amplifica la señal de radio, las antenas tan solo concentran la señal en una determinada dirección, si actúa como transmisora dirige la potencia proveniente del radiotransmisor en la dirección requerida, si actúa como receptora recoge la potencia que fue enviada por la antena transmisora.

#### 6.7.6.7.4.2 Ancho del haz.

El ancho de haz, es el ángulo comprendido entre los puntos de media potencia, es decir el ángulo subtendido por la radiación que emite la antena entre los puntos en los cuales la potencia se disminuye a la mitad, (3dB) respecto a la radiación máxima.

Entre mayor sea la ganancia de una antena, la misma es más directiva y el haz de radiación es más angosto. Las antenas que se usan para radioenlaces poseen generalmente el haz angosto, y para aprovechar la ganancia de la antena se requiere una elevada precisión en cuanto a la puntería u orientación. Para una mejor comprensión de éste concepto se presenta la figura 6.12.



**Figura 6.12.** Ancho del haz.

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/744/1/CD-1137.pdf>

#### 6.7.6.7.4.3 Diagrama de radiación o patrón de radiación

El diagrama de radiación es una gráfica de la potencia de la señal transmitida en función del ángulo espacial, en el que se pueden apreciar los lóbulos laterales y traseros, los puntos de media potencia y los puntos en los cuales no se irradia potencia llamados puntos nulos, uno de los objetivos de los diseñadores de antenas es reducir al mínimo los lóbulos secundarios, es decir laterales y traseros, que en general perjudican la transmisión.

## 6.8 DISEÑO DE LA RED

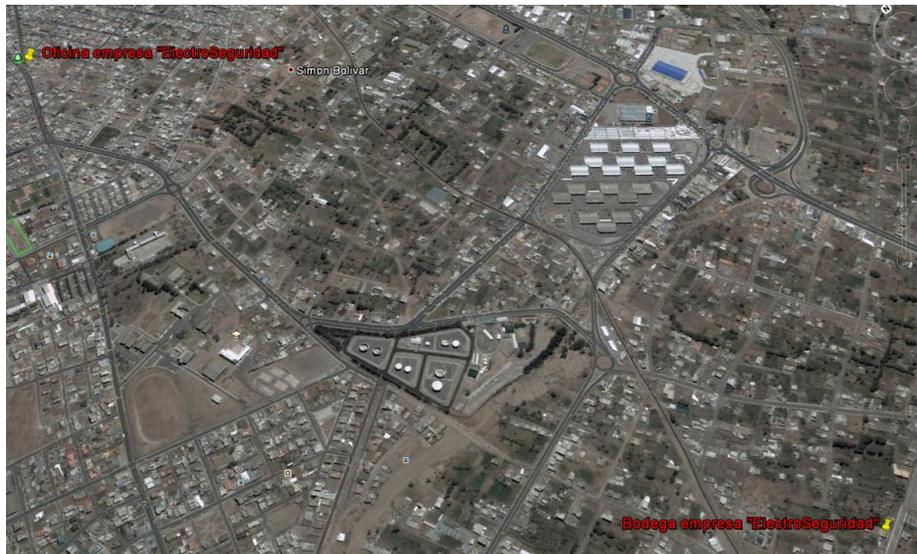
La empresa favorecida en el presente proyecto se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, la misma que cuenta con dos infraestructuras ubicadas en diferentes sectores de la urbe ambateña, en la tabla 6.9, se muestra las direcciones de estas infraestructuras.

	<b>Departamento</b>	<b>Dirección</b>
<b>1</b>	<b>Oficina</b>	Av. Los Chasquis y Pichincha
<b>2</b>	<b>Bodega</b>	C/ Pedro Echeverría

*Tabla 6.9.* Dirección de las infraestructuras a enlazar.

*Elaborado por:* El Investigador

En la figura 6.13, se puede observar la ubicación en la ciudad de Ambato de los departamentos que conforman la empresa “Electroseguridad”, los cuales requieren de un sistema de comunicación para la transferencia de datos.



**Figura 6.13.** Ubicación de los departamentos de la empresa “ElectroSeguridad”  
*Elaborado por:* El Investigador

En las figuras 6.14 y 6.15, se puede observar las infraestructuras de la empresa a enlazarse.



**Figura 6.14.** Infraestructura donde presta sus servicios la Oficina de la empresa “ElectroSeguridad”  
*Fuente:* Fotografía tomadas en el sitio por el Investigador



**Figura 6.15.** Infraestructura donde presta sus servicios la Bodega de la empresa “ElectroSeguridad”

**Fuente:** Fotografía tomadas en el sitio por el Investigador

El sistema de comunicación de datos a diseñarse consta de los siguientes elementos:

- **Torres de Telecomunicaciones:** Las mismas que estarán situadas a los dos lados de la red (Transmisión: Oficina y Recepción: Bodega) y servirán para la colocación de los equipos de red.



**Figura 6.16.** Torre de Telecomunicación.

**Fuente:** [http://colombia.acambiode.com/producto/fotos\\_torres-de-telecomunicaciones\\_150962](http://colombia.acambiode.com/producto/fotos_torres-de-telecomunicaciones_150962)

- **Equipos de Red:** Se tendrán dos equipos de red uno en transmisión y otro en recepción, la selección de los mismos dependerá de la potencia de transmisión y recepción, frecuencia de operación, tecnología a utilizarse y seguridades en los mismos.



**Figura 6.17.** Equipos de radio para Comunicación de Datos.

**Fuente:** <http://ml1709.ec.ofertopia.com/a/Radio-Base-Airmax-O-Ap-Ubiquiti-Rocket-M5-500mw-5-8ghz-Mimo-4wyvg.html>

- **Brazo para torre:** Que se colocará uno en cada torre el mismo que tendrá la función de ayudar en la sujeción de los equipos y antenas.



**Figura 6.18.** Imagen en la que se puede observar los brazos que sujetan el equipo de radio y antena.

**Fuente:** <http://www.proyectaingt.com/>

- **Antenas Sectoriales:** En el diseño de red se tomarán en cuenta dos antenas sectoriales que nos ayudaran en el direccionamiento, transmisión y recepción de datos, su selección dependerá de la ganancia, la frecuencia de operación y la compatibilidad con los equipos de red.



**Figura 6.19.** Antenas para Comunicación de Datos Sectoriales.

**Fuente:** <http://ml1709.ec.ofertopia.com/a/Radio-Base-Airmax-O-Ap-Ubiquiti-Rocket-M5-500mw-5-8ghz-Mimo-4wyvg.html>

- **Conexión a tierra:** Se deberá realizar una conexión a tierra a los dos lados de la red, la misma que asegure la protección de los equipos en caso de existir sobre voltajes que puedan afectar el correcto funcionamiento de la misma, tomándose en cuenta los parámetros y necesidades de la red para la colocación de una correcta conexión a tierra.



**Figura 6.20.** La imagen muestra la puesta en marcha para conexión a tierra.

**Fuente:** <http://www.incelcom.com/servicios.html>

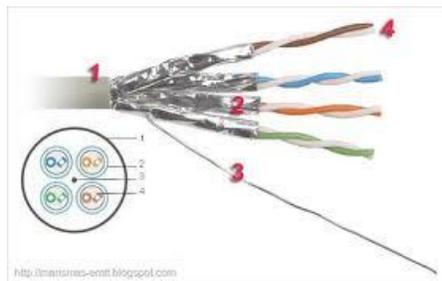
- **Pararrayos:** Como su nombre lo indica tiene como función principal de la red direccionar un rayo hacia una conexión tierra, para evitar el daño de los equipos que conforman la red.



**Figura 6.21.** Pararrayos tipo Franklin de tres puntas.

**Fuente:** [http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/14101928/Momentos-grandes-de-la-Historia-\\_Inventos-y-drecubrimientos\\_.html](http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/14101928/Momentos-grandes-de-la-Historia-_Inventos-y-drecubrimientos_.html)

- **Cable de interperie:** Su función es direccionar los datos de que se reciben y envían desde los equipos hacia las redes LAN y viceversa, como su nombre lo indica este cable debe tener característica que le permitan trabajar a la interperie las mismas que aseguren la transmisión y protección de datos de la red.



**Figura 6.22.** Cable para interperie ScTP cat 6.

**Fuente:** <http://marismas-emtt.blogspot.com/2009/09/pares-trenzados-apantallados.html>

- **Conectores RJ-49:** Se utilizan para conectar los equipos de radio y antenas con la red LAN.



**Figura 6.23.** Conectores RJ-49.

**Fuente:** <http://saisa17.blogspot.com/2010/11/imagenes-de-conectores-rj-49.html>

El diseño consta de un enlace punto – punto, entre las radio bases, que conectaran la oficina y bodega de la empresa “ElectroSeguridad”. En la figura 6.24, se muestra un diseño de donde se colocarán las torres.



**Figura 6.24.** Torres de transmisión y Recepción.

**Elaborado por:** El Investigador

En la figura 6.25, se muestra el lugar donde se realizará la conexión a tierra.

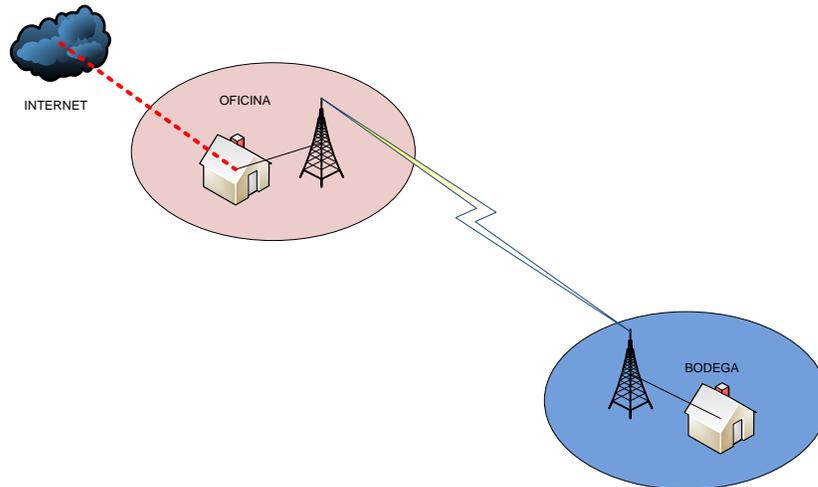


**Figura 6.25.** Sitios para la realización del sistema de conexión a tierra en los sitios de transmisión y recepción respectivamente.

**Fuente:** Fotografía tomadas en el sitio por el Investigador

La localización de las torres de comunicación se determino mediante un estudio de campo, eligiendo el lugar más adecuado para la instalación de las mismas.

El acceso a Internet es provisto por una empresa particular desde la Oficina. En la figura 6.26, se muestra el esquema de red para la empresa.



**Figura 6.26.** Esquema de la Red.

**Elaborado por:** El Investigador

### 6.8.1 PERFIL TOPOGRÁFICO

Para el enlace se presenta el perfil topográfico, el cual fue obtenido con la herramienta informática LINKPlanner, la cual en base a las coordenadas geográficas nos permite obtener el perfil topográfico junto con la distancia del enlace, así como también nos permite distinguir la Zona de Fresnel y en caso de que esta se encuentre obstruida el software nos indica que el radioenlace no es factible y por ende se procede a realizar un ajuste en las alturas de las antenas.

### 6.8.2 ENLACE PUNTO –PUNTO

La red consta de un enlace punto a punto entre las radio bases consideradas para el diseño, a continuación se presenta las coordenadas geográficas de las radio bases con el respectivo perfil topográfico.

#### 6.8.2.1 UBICACIÓN DE LOS SITIOS

Los puntos considerados para la ubicación de las radio bases para el diseño son los siguientes:

Nombre del Sitio	Ubicación Geográfica	
	Longitud	Latitud
<b>Oficina</b>	78° 37' 25.91" O	1° 15' 29.34" S
<b>Bodega</b>	78° 36' 59.73" O	1° 16' 45.44" S

*Tabla 6.10.* Ubicación de las radio bases.

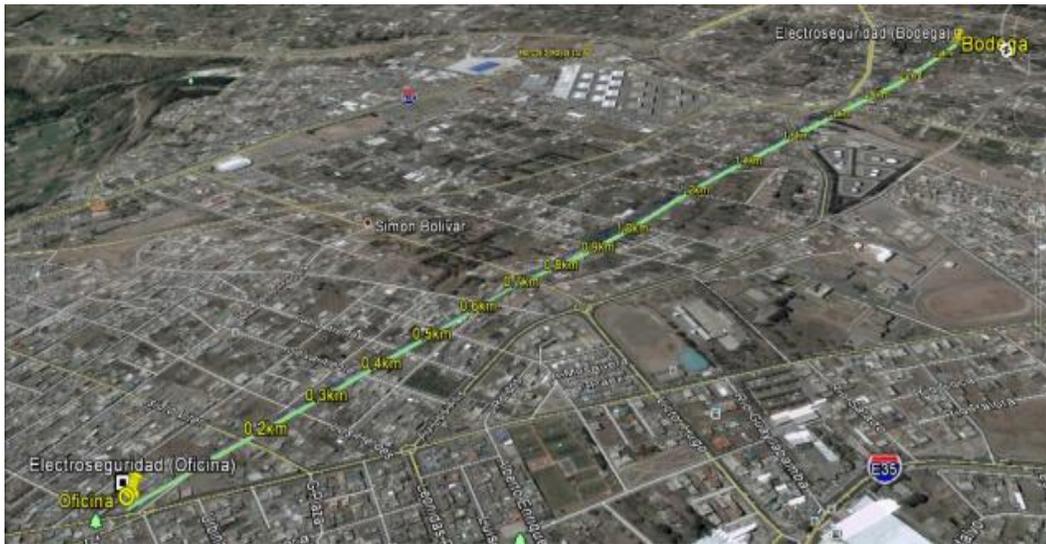
*Elaborado por:* El Investigador.

**Oficina:** Lugar en el cual se encontrará ubicado el NOC, desde donde se realizará todo el monitoreo de la red, además se colocarán la radio base transmisora.

**Bodega:** Lugar en el cual se encontrará ubicada la radio base receptora.

Para la selección de dichas radio bases se tomó en cuenta que se necesita lograr una línea de vista completa para el enlace, además de buscar que la distancia entre las radio bases sea lo más corta posible.

### 6.8.3 PERFIL TOPOGRÁFICO.



*Figura 6.27.* Perfil del terreno.  
*Elaborado por:* El Investigador

En la figura 6.27, se muestra el perfil del terreno para el enlace entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad”, se lo ha realizado mediante la ayuda del software LINKPlanner y Google Earth.

### 6.8.4 DISTANCIA ENTRE EL ENLACE

En la tabla 6.11, se presenta la distancia obtenida para el enlace y el tipo de radioenlace necesario.

Nombre del Enlace	Distancia [Km]	Tipo de Enlace
Oficina - Bodega	2.5	Punto – Punto

*Tabla 6.11.* Distancia del enlace.  
*Elaborado por:* El Investigador.

### 6.8.5 ESQUEMA DE LA RED.

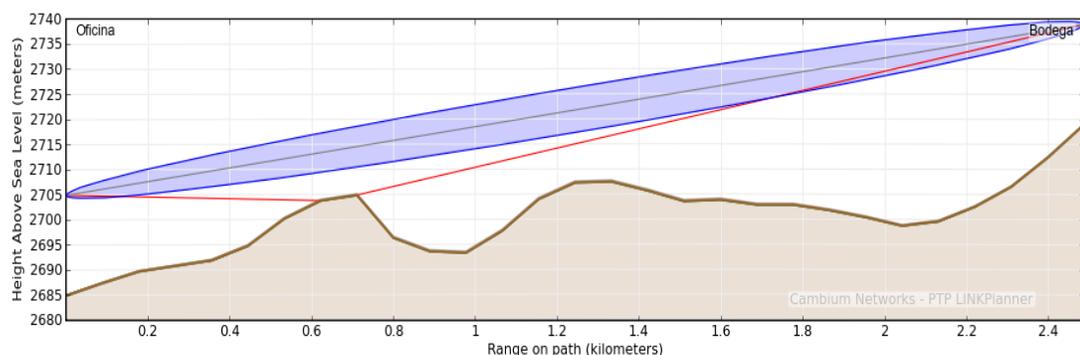
En la figuras 6.28, se indican la Red a diseñarse con la ayuda del software Google Earth.



*Figura 6.28.* Red vista con Google Earth.  
*Elaborado por:* El Investigador

#### 6.8.5.1 ZONA DE FRESNEL Y LÍNEA DE VISTA

En la figuras 6.29, se muestra la Zona de Fresnel y Línea de Vista del enlace realizado con la ayuda del software LINKPlanner.



**Figura 6.29.** Zona de Fresnel y Línea de Vista  
*Elaborado por:* El Investigador

A continuación procedemos a calcular el radio máximo de la zona de Fresnel, para lo cual nos ayudamos de la fórmula 6.4.

$$r = 17.32 * \sqrt{\frac{2.5}{4 * 5.8}}$$

$$r = 5.68 \text{ m}$$

## 6.9 CÁLCULOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL DESEMPEÑO DE LA RED

Es necesario tomar en cuenta ciertos factores que serán necesarios para comprobar las características técnicas que tendrá cada nodo de comunicaciones a lo largo de toda la red diseñada, algunos de los cálculos que a continuación se presentan nos indican cuan eficientes llegarían a ser los enlaces en el caso de una posible implementación.

### 6.9.1 PÉRDIDAS EN ESPACIO LIBRE (FSL)

Tomando como referencia la fórmula 6.6, podremos calcular la pérdida que existe en espacio libre para un enlace cuando la frecuencia la tenemos en GHz y la distancia en Km.

Para el enlace Oficina – Bodega, se tendrá los siguientes datos:

- Distancia (Km): 2.5
- Frecuencia (GHz): 5.8

Utilizando la fórmula 6.6, obtenemos que:

$$FSL (dB) = 20\log_{10}(2.5) + 20\log_{10}(5.8) + 92.44$$

$$FSL (dB) = 115.67$$

### 6.9.2 POTENCIA DEL RECEPTOR

La potencia en recepción es igual a la diferencia entre la potencia de transmisión y la suma de todas las pérdidas que se encuentran entre el transmisor y el receptor, todos estos tipos de pérdidas se los presenta en la tabla 6.12.

<b>Pérdidas</b>	<b>Valor</b>
Cable	0.05 – 1 dB/metro
Pigtail	0.4 dB
Branching	0.4 dB
Acoplamiento	0.1 a 0.4 dB

**Tabla 6.12.** Distintas pérdidas consideradas para el diseño

**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/744/1/CD-1137.pdf>

**Pérdidas en la línea de transmisión:** Las pérdidas del cable, varían desde 0.05 dB hasta 1 dB por metro. Para nuestro caso, los cables no serán mayores que un metro. Por lo tanto, se considera una pérdida de 1 dB entre el cable y los conectores; además, debemos considerar las pérdidas a causa del pigtail, que es un adaptador entre el punto de acceso y el radio inalámbrico, las pérdidas de este dispositivo son de 0.4 dB.

**Pérdidas en el branching:** El Line Protector, es un dispositivo que permite filtrar señales de radio frecuencia y protege los sobre voltajes y descargas eléctricas, desviándoles hacia una conexión a tierra. Este dispositivo, introduce una pérdida de 0.4 dB.

Las pérdidas totales por acoplamiento de antenas varían de 0.1 – 0.4 dB.

El cálculo se lo realiza utilizando la fórmula 6.13.

Para este cálculo se estimó un valor de potencia de transmisión de 1000 mW, ya que de acuerdo al CONATEL, esta es la potencia máxima a transmitir en una comunicación inalámbrica punto a punto, en bandas de frecuencia licenciadas y no licenciadas, para la cual no existe regulaciones ni valores mensuales de pago, el único pago que se debe realizar es un pago anual de utilización de una banda de frecuencia.

La ganancia de las antenas de acuerdo a la resolución 417 – 15 debe tener una ganancia entre 6 y 25 dBi, en la banda de frecuencia de 5725 – 5850 MHz, para nuestro cálculo se estima un valor de 23 dBi de ganancia para las antenas, sin la correspondiente reducción en la potencia pico de salida del transmisor.

Si emplean ganancia direccional en la antena mayor a 23 dBi, será requerida una reducción de 1 dB en la potencia pico del transmisor y en la densidad espectral de potencia pico por cada dB que la ganancia de la antena exceda a los 23 dBi.

$$P_{Rx} = 20 \text{ dBm} + 23 \text{ dBi} - 2.2 \text{ dB} + 23 \text{ dBi} - 2.2 \text{ dB} - 115,67 \text{ dB}$$

$$P_{Rx} = -54.07 \text{ dB}$$

### **6.9.3 MARGEN DE DESVANECIMIENTO**

El margen de desvanecimiento permite relacionar la confiabilidad del enlace, para obtener este dato se utiliza la fórmula 6.15.

Para el cálculo se asumirá que  $A=1$  y  $B=0.25$  y se considerará un objetivo de confiabilidad del  $99.99\% = (1 - R) = 0.0001$ .

$$FM = 30 \log(2.5) + 10 \log(6 * 1 * 0.25 * 5800) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$FM = 30 \log(2.5) + 10 \log(8700) - 10 \log(0.0001) - 70$$

$$FM = 21.33$$

#### 6.9.4 UMBRAL DE RECEPCIÓN

El Umbral de recepción, es un valor referencial de potencia que el equipo receptor dispone; valores de señal por encima de éste, lograrán establecer una comunicación inalámbrica confiable. Para esto utilizamos la fórmula 6.14.

$$U_{RX} = -54.07 - 21.33$$

$$U_{RX} = -75.04 \text{ dBm (valor es igual a la sensibilidad del equipo en recepción)}$$

#### 6.9.5 VIABILIDAD DEL ENLACE (LINK BUDGET)

Para conseguir un buen funcionamiento de una red inalámbrica, la potencia de emisión sumada las pérdidas de propagación, incluyendo la sensibilidad de recepción debe ser mayor que cero. El margen resultante indica si es viable o no un enlace. Un buen radio enlace debería tener mínimo 5 dB como margen.

$$L_B = P_{TX} + G_{TX} - P_T + G_{RX} - P_T - FSL - U_{RX} \quad (\text{Fórmula 20})$$

$$L_B = 20\text{dBm} + 23\text{dBi} - 1.2\text{dB} + 23\text{dBi} - 1.2\text{dB} - 115.67\text{dB} + 75.04\text{dB}$$

$$L_B = 22.97 \text{ dB}$$

Por lo tanto se concluye que el enlace es viable.

## 6.10 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA RED

Para la selección de los equipos adecuados para la red, se tiene en cuenta una serie de características técnicas que deben cumplir los equipos, las mismas que se detallan en las tablas 6.13 y 6.14, siendo este el parámetro fundamental para la elección del equipo y en caso de que el equipo no cumpla con alguna de dichas características, el equipo se descarta, por ésta razón se presenta algunas marcas de equipos con la finalidad de seleccionar el más conveniente.

EQUIPO	CARACTERISTICAS
Radio inalámbrico	Potencia de Transmisión: 1000 mW
	Estándar: 802.11
	Interfaces: 1 * 10 / 100 BASE-TX
	Frecuencia: 5725 – 5850 MHz

*Tabla 6.13.* Características de radios inalámbricos

*Elaborado por:* El Investigador

EQUIPO	CARACTERISTICAS
Antena	Ganancia: 6 dBi – 25 dBi
	Frecuencia: 5725 – 5850 MHz
	Polarización: Vertical y Horizontal

*Tabla 6.14.* Características de las antenas para la red Wi-Fi

*Elaborado por:* El Investigador

### 6.10.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA RED

En la tabla 6.15, podemos observar algunas marcas con el modelo de equipo que se puede utilizar en la red.

	<b>Equipos</b>		
<b>Marca</b>	<b>UBIQUITI</b>	<b>UBIQUITI</b>	<b>AIRNET</b>
Modelo	ROCKET M5	NanoStation M5	AIR- PTP5000S
Características Técnicas	SI	SI	SI
<b>Precio</b>	<b>160</b>	<b>260</b>	<b>1082,90</b>

*Tabla 6.15.* Equipos de la Red  
*Elaborado por:* El Investigador

El equipo elegido para la red es el, UBIQUITI ROCKET M5, que cumple con las características técnicas solicitadas además que tiene un precio bajo en relación a los otros equipos.

### **6.10.2 EQUIPOS/ ACCESORIOS ADICIONALES.**

Todos los equipos presentados anteriormente son los que deben cumplir con ciertas características técnicas específicas, a continuación se presentan los diferentes equipos adicionales que se necesitan para el correcto funcionamiento de la red.

#### **6.10.2.1 ANTENAS Y MÓDULO SUSCRIPTOR**

Las antenas que se van a utilizar en el enlace punto a punto son de marca UBIQUITI; dichas antenas son:



**Figura 6.30.** Antena Direccional

**Fuente:** [http://www.aire.ec/~aire235/uploads/AirMax5GSectors\(2\).pdf](http://www.aire.ec/~aire235/uploads/AirMax5GSectors(2).pdf)

	<b>Equipo</b>
<b>Marca</b>	<b>UBIQUITI</b>
<b>Modelo</b>	<b>RD - 5G - 30</b>
Características Técnicas	SI
<b>Precio</b>	<b>76,70</b>

**Tabla 6.16.** Antenas.

**Elaborado por:** El Investigador

## 6.11 PROPUESTA ECONÓMICA

En este punto se hace referencia al estudio de los costos necesarios para llevar a cabo el diseño planteado, es importante tomar en consideración cada uno de los materiales y recursos utilizados en el esquema de comunicaciones propuesto, con el fin de obtener un costo estimado de implementación.

Una vez seleccionados los equipos se procede a realizar el presupuesto del proyecto, adicionalmente se toma en cuenta los costos de infraestructura, así como también, la mano de obra.

Finalmente el mantenimiento preventivo y correctivo de la red y el servicio de Internet.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO (USD)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL (USD)</b>
Diseño de la Red	200	1	200
Torre 21 m <b>(a)</b>	100	1	100
Torre 18 m <b>(a)</b>	75	1	75
Brazo para torre	15	2	30
Sistema Tierra <b>(b)</b>	480	2	960
Radio ROCKET M5 <b>(c)</b>	160	2	320
Antena RD - 5G - 30 <b>(c)</b>	66	2	132
UPS 750 VA	90	2	180
Cable ScTP cat 6	1.5	100	150
Conectores RJ 49	1.5	4	6
Implementación del enlace <b>(d)</b>	700	1	700
Trámites de legalización del enlace	300	1	300
Pararrayos tipo Franklin <b>(e)</b>	150	2	300
<b>SUBTOTAL (USD)</b>			<b>3453</b>
<b>IVA 12%(USD)</b>			414,36
<b>TOTAL(USD)</b>			<b>3867,36</b>

*Tabla 6.17.* Presupuesto del Proyecto.

*Elaborado por:* El Investigador

- (a)** Instalada en el sitio, incluye tensores, grilletes, cable de acero y demás accesorios.
- (b)** Sistema de Conexión a tierra con malla, y conductividad menor a 5 ohms.

- (c) Los Equipos deben ser debidamente homologados de acuerdo a las normas establecidas por la SUPERTEL. Información sobre homologación de los equipos en ANEXOS.
- (d) Incluye alineación de equipos configuración de ruteo y pruebas de funcionamiento y desempeño del enlace.
- (e) Incluye cable hasta la malla de tierra.

## 6.12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.12.1 CONCLUSIONES

- El estándar IEEE 802.11 a pesar de ser desarrollado para ambientes LAN, se lo puede utilizar para grandes distancias (uso en exteriores); además tiene como requerimiento primordial que exista línea de vista completa entre los dos puntos a conectarse, las velocidades son de acuerdo al estándar a utilizarse y las distancias dependen de las características del equipo.
- En la actualidad se cuenta con marcas y modelos de equipos para radioenlaces que cuentan con la certificación Wi-Fi en los equipos, con los cuales se garantiza el cumplimiento de las características del estándar y adicionalmente las distancias sobre las cuales su desarrollo no se verá afectado.
- Se realizó un estudio de campo el mismo que fue indispensable dentro del diseño de la red, ya que permite tener un conocimiento más real de las condiciones de la zona, en lo que corresponde a aspectos climáticos, topografía del terreno, acceso vial, suministro de energía, infraestructura disponible y ubicación geográfica de los puntos de la red, lo que hace posible realizar una evaluación de la factibilidad del diseño.
- Es importante tener claro la gran ayuda de la utilización del software LINKPlanner, ya que con este se pudo obtener los perfiles topográficos, distancias, elevaciones y al combinarlo con el programa Google Earth es muy útil para planificar los enlaces. Además de tener la ventaja que los dos programas son de distribución libre.
- Como se ha visto el diseño de un radioenlace involucra una diversidad muy amplia de parámetros que se deben tomar en cuenta, la frecuencia de operación de los equipos, la selección de los mismos, el cálculo del balance de

potencia, la identificación de obstáculos y posibles interferencias, los fenómenos de atenuación y desvanecimiento de las señales, entre otros factores, luego de la investigación realizada a nivel teórico se puede concluir que es viable un sistema de comunicación Wi-Fi con las características descritas para el enlace entre la bodega y la oficina de la empresa “ElectroSeguridad”, así pues se ha demostrado la factibilidad del proyecto, si se cuenta con los recursos necesarios y con la investigación de campo correspondiente.

- El equipo está Homologado para su funcionamiento en el país.
- Para la realización de enlaces punto a punto, se emplean antenas direccionales tipo parabólica o plato, las mismas que dan mayor ganancia y estabilidad al enlace.
- Se debe legalizar el enlace de datos ante la entidad gubernamental pertinente, para nuestro país la entidad encargada de la realización de legalizaciones en cuanto a Telecomunicaciones se refiere es el SENATEL (Secretaria Nacional de Telecomunicaciones).
- Es importante disponer de una infraestructura sólida y adecuada como: pararrayos, cable de intemperie, conectores RJ-49.
- Es indispensable realizar conexiones de puesta a tierra que garanticen la protección de los equipos que conforman la red de transmisión de datos
- Los radios objeto del diseño, están dispuestos uno como **AP** y otro como **ESTACIÓN**, lo que asegura que entre las dos infraestructuras puedan comunicarse.

- Los equipos de radio comunicación objeto de la propuesta pueden ser configurados en modo ROUTER y modo BRIDGE. Lo cual es importante, pues al disponer en modo ROUTER el equipo de la Oficina, estamos disponiendo como otra red LAN la red de la Bodega, de esa manera damos un mayor nivel de administración a la red y también evitamos problemas típicos como broadcast de red.
- El equipo objeto de estudio presenta menores pérdidas, puesto que en cable de datos llega hasta el equipo a menos de un metro de la antena, el radio está detrás de la antena y los medios de transmisión del radio a la antena no tienen más de 15 cm de longitud lo cual reduce las pérdidas.
- El equipo posee doble polaridad es equipo con tecnología MIMO.
- Según datos del fabricante el desempeño o ancho de banda nominal que tendremos será 300Mbps, aunque cabe destacar que lo realmente utilizable es entre el 40 y 75 % de este valor

### **6.12.2 RECOMENDACIONES.**

- El sistema analizado se ha realizado considerando varios escenarios, pero no se descarta que al momento de la operación podrían aparecer algunos inconvenientes e imprevistos como climas extremos o inconvenientes al momento de la instalación de equipos, pese a ello, se recomienda implementar la red objeto del presente trabajo, con la certeza que el enlace será funcional y cumplirá las expectativas de telecomunicación que se requiere en el sitio.
- Se recomienda adquirir los equipos sugeridos en el análisis, así en el caso de fallas en la operación las medidas de protección evitarán la paralización del sistema, con la finalidad de que la comunicación beneficie directamente a la empresa “ElectroSeguridad”.
- Es importante realizar los estudios de ingeniería pertinentes y sus respectivas visitas de campo, ya que cada región tendrá diferente relieve, diverso clima y posibles obstáculos.
- Se debe tener presente que si bien las herramientas computacionales constituyen una gran ayuda al momento del diseño, esta debe ir de la mano con el conocimiento preciso de los parámetros requeridos para la simulación.
- Tener en consideración la existencia o no de un respaldo de energía eléctrica. Se recomienda la utilización de UPS en los puntos de la red ya que estos sirven además como reguladores de voltaje en el caso de sobrecargas eléctricas.
- Para la instalación de las antenas se debe tener en cuenta que estas no deben ser ubicadas cerca de superficies conductoras, porque dicha superficie reflejará la señal y por ende se tendrá una pérdida adicional en la ganancia del sistema.

- La instalación de las torres requieren de una correcta puesta a tierra, con la finalidad de tener una baja resistencia y evitar las sobrecargas que puedan producir los rayos.
- Tener en consideración que una adecuada configuración, instalación y mantenimiento de los equipos, garantizarán el correcto funcionamiento de la red.
- Contratar los servicios de profesionales en materia de implementación de infraestructura de telecomunicaciones como son las torres, las cuales deberán estar debidamente ancladas y tensadas, no está por demás mencionar que hay que colocar tensores cada tramo de tres metros
- Se deberá realizar las puestas a tierra de manera que la conductividad que presenten estas sea menor igual a 5 ohms
- Las antenas deberán estar correctamente ancladas y aterrizadas a la torre de telecomunicaciones.
- Se debe alinear al máximo la antena, para lo cual se debe emplear la herramienta que dispone el mismo equipo para este efecto.
- Verificar que el nivel de recepción en cada lugar sea menor a -60 dBm, para asegurar el correcto funcionamiento de la red de datos.
- Previo a dejar funcional el equipo se realizara un análisis de espectro en cada lugar para seleccionar el canal de frecuencia más adecuado.
- Configurar el ancho de canal a un nivel de 20 Mhz, pues es un valor medio para alcanzar balance entre, obtener un mayor ancho de banda y evitar interferencias si ocupo un valor mayor al mencionado.

- El equipo inalámbrico, configurado como Router deberá estar colocado en la matriz pues en caso de pérdida del enlace no se alterará la ruta hacia internet de esta intermediación.
- Previo a cualquier revisión o trabajo a realizar en la torre de telecomunicaciones, emplear las medidas de seguridad necesarias, como, cinturones, arnés, línea de vida, cascos y cualquier otro implemento que garantice la protección de todo el personal involucrado en la actividad.

### 6.13 BIBLIOGRAFÍA.

- COUCH León W. *Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos*. Quinta Edición. Pearson Educación.
- TOMASI Wayne. *Sistemas de Comunicación Electrónicos*. Cuarta Edición. Prentice Hall.
- BEHROUZ Forouzan A. *Transmisión de Datos y Redes de Comunicación*. Segunda Edición. Mc Graw Hill.

### 6.14 LINKOGRAFIA.

- Misrespuestas.com. QUE ES WIFI? <http://www.misrespuestas.com/que-es-wifi.html>
- Publicado el 15 DE mayo del 2009. EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. <http://www.vidadigitalradio.com/el-espectro-radioelectrico/>
- Aulaclick.com. COMUNICACIÓN INALÁMBRICA. Publicada en Junio 2005. <http://www.aulaclik.es/articulos/wifi.html>
- TELECOMUNICACIONES. <http://www.universidades-rusia.com/latinoamerica/paginasbody/orivocacional/telecomu.htm>
- Wikitel. REDES DE COMUNICACIONES. [http://wikitel.info/wiki/Redes\\_de\\_comunicaciones](http://wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones)
- SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA. [http://www.mmach.arrakis.es/curso\\_HP\\_av/archivos\\_web/crucigrama\\_sit\\_comu.htm](http://www.mmach.arrakis.es/curso_HP_av/archivos_web/crucigrama_sit_comu.htm)
- ESPECTRO RADIOELECTRICO. <http://arieldx.tripod.com/manualdx/bandas/bandas.htm>
- Kioskea.net. TRANSMISION ANALOGICA. Actualizado 16 de Octubre 2008. Publicado por Jeff. <http://es.kioskea.net/contents/transmission/transanalog.php3>

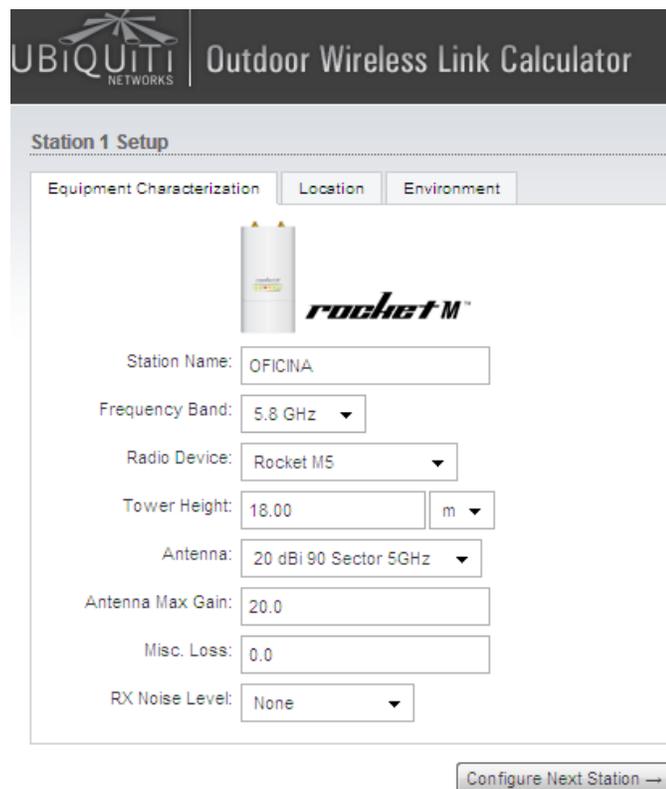
- Kioskea.net. TRANSMISION DIGITAL. Actualizado 16 de Octubre 2008. Publicado por Jeff. <http://es.kioskea.net/contents/transmission/transnum.php3>
- Wi-Fi. <http://es.engadget.com/grandes-ciudades-norteamericanas-abandonan-proyectos-wi-fi-para/>
- Evolución de GSM y CDMA. <http://noseq.com/cdma-vs-gsm-su-historia-y-comparacion/>
- [http://www.netkrom.com/es/datasheet/Datasheet\\_AIRNET\\_54Mb\\_5.1\\_5.8GHz\\_Bridge\\_PtP\\_kit.pdf](http://www.netkrom.com/es/datasheet/Datasheet_AIRNET_54Mb_5.1_5.8GHz_Bridge_PtP_kit.pdf)
- [http://dl.ubnt.com/rocketM5\\_DS.pdf](http://dl.ubnt.com/rocketM5_DS.pdf)
- <http://www.aire.ec/Radios-5-1-5-8-GHz/NanoStation-M5-p82.html>
- [http://www.dlinkla.com/home/productos/archivos/689/comercial\\_es.pdf](http://www.dlinkla.com/home/productos/archivos/689/comercial_es.pdf)
- <http://es.scribd.com/doc/55399112/T11533-CAP3>
- [http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=48%3Anormas-del-sector&id=96%3Aley-especial-de-telecomunicaciones-reformada&Itemid=103&limitstart=1](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=48%3Anormas-del-sector&id=96%3Aley-especial-de-telecomunicaciones-reformada&Itemid=103&limitstart=1)
- <http://www.ubnt.com/airlink/>
- [http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=702:formularios-para-concesion-de-frecuencias&catid=282:formularios-y-requisitos&Itemid=298](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=702:formularios-para-concesion-de-frecuencias&catid=282:formularios-y-requisitos&Itemid=298)
- [http://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd\\_ds\\_web.pdf](http://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd_ds_web.pdf)
- [http://dl.ubnt.com/datasheets/rocketmgps/Rocket\\_M\\_GPS\\_Datasheet.pdf](http://dl.ubnt.com/datasheets/rocketmgps/Rocket_M_GPS_Datasheet.pdf)

## **6.15 ANEXOS.**

### **SIMULACIÓN DEL ENLACE CON AIRLINK**

Para la realización de esta Simulación se utilizó el Software AirLink de UBIQUITI, en el cual nos permite utilizar los equipos que se van a utilizar en la Red para obtener su Línea de Vista, Zona de Fresnel, y Datos del Enlace.

Como primer paso configuramos las características de los equipos a utilizar, ingresando los datos que se nos piden en la ventana, en la pestaña de *Equipment Characterization*.



The screenshot displays the 'Station 1 Setup' window in the Ubiquiti Outdoor Wireless Link Calculator. The 'Equipment Characterization' tab is active, showing the following configuration details:

- Station Name: OFICINA
- Frequency Band: 5.8 GHz
- Radio Device: Rocket M5
- Tower Height: 18.00 m
- Antenna: 20 dBi 90 Sector 5GHz
- Antenna Max Gain: 20.0
- Misc. Loss: 0.0
- RX Noise Level: None

A 'Configure Next Station' button is located at the bottom right of the form.

**Figura. Configuración de la Estación transmisora (OFICINA)**

Seguidamente se introduce los datos de localización de la estación base del primer punto en la pestaña de *Location*.

UBIQUITI NETWORKS Outdoor Wireless Link Calculator

Station 1 Setup

Equipment Characterization Location Environment

Center map on this station

Specify By:  Address  Latitude / Longitude

Latitude: -1.258150  
1 15'29.340" S

Longitude: -78.623800  
78 37'25.680" W

Configure Next Station →

***Figura. Localización de la estación transmisora (OFICINA)***

Y se procede a configurar la siguiente estación de la misma manera que se hizo anteriormente.

**UBIQUITI NETWORKS** Outdoor Wireless Link Calculator

Station 1 Setup

**Station 2 Setup**

Equipment Characterization | Location | Environment

Ubiquiti Networks Rocket M5

Station Name: BODEGA

Frequency Band: 5.8 GHz

Radio Device: Rocket M5

Tower Height: 21.00 m

Antenna: 16 dBi 120 Sector 5GHz

Antenna Max Gain: 16.0

Misc. Loss: 0.0

RX Noise Level: None

View Calculations →

*Figura. Configuración de la Estación receptora (BODEGA)*

**UBIQUITI NETWORKS** Outdoor Wireless Link Calculator

Station 1 Setup

**Station 2 Setup**

Equipment Characterization | Location | Environment

Center map on this station

Specify By:  Address  Latitude / Longitude

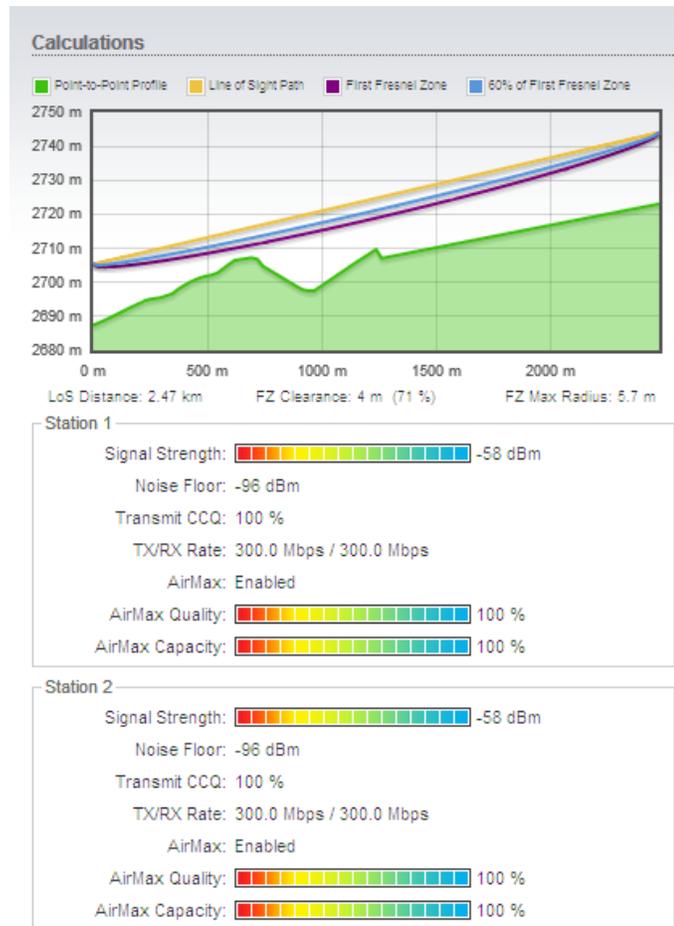
Latitude: -1.279300  
1 16'45.480" S

Longitude: -78.616600  
78 36'59.760" W

View Calculations →

*Figura. Localización de la estación receptora (BODEGA)*

Y finalmente se obtienen los resultados



**Figura. Resultados del enlace con los equipos a utilizar en la Red.**

CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN

DE EQUIPOS TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES

No. SUPERTEL-2010-001242

La Superintendencia de Telecomunicaciones, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo Seis del Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones emitido por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones con Resolución 452-29-CONATEL-2007 de 25 de octubre de 2007, y publicado en el Registro N° 213 de 16 de noviembre de 2007, otorga el siguiente CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN, contando para el con la solicitud efectuada al Superintendente de Telecomunicaciones, formulada con el trámite-ingreso No. 001028 de 30 de julio de 2010, y el informe técnico No. 001242 de 3 de Agosto de 2010.

Las características y especificaciones técnicas del presente Certificado son las siguientes:

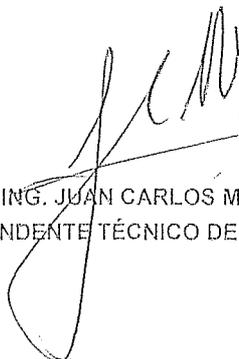
CLASE DE TERMINAL: Equipos para sistemas de modulación digital de banda ancha  
MARCA: UBIQUITI NETWORKS  
MODELO: ROCKET M5 (SISTEMA DE TRANSMISIÓN DIGITAL)  
ORGANISMO INTERNACIONAL: FCC (Comisión Federal de Telecomunicaciones de los Estados Unidos)  
ID ORG. INTERNACIONAL: SWX-M5

OBSERVACIONES:

"Los concesionarios de servicios de telecomunicaciones y de los sistemas de radiocomunicaciones que presten servicios a terceros, NO podrán implementar mecanismos o formas de bloqueo que impidan que los equipos terminales activados en su red puedan ser activados en las redes de otros concesionarios debidamente autorizados".

"El certificado de homologación de un equipo Terminal de telecomunicaciones emitido por la SUPERTEL no constituye ni representa título habilitante para el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico o la prestación de servicios de telecomunicaciones o radiocomunicaciones".

Dado en Quito, a 3 de Agosto de 2010

  
ING. JUAN CARLOS MARTÍNEZ  
INTENDENTE TÉCNICO DE CONTROL(S)



SE EMITE:

ORIGINAL : USUARIO  
1ra. COPIA: DIRECCIÓN GENERAL DE RADIOCOMUNICACIONES  
2da. COPIA: CONTABILIDAD  
3ra. COPIA: AUDITORÍA



# *rocketM*

Powerful 2x2 MIMO AirMax BaseStation Platforms

Models: M2, M2GPS, M3, M365, M365GPS, M5, M5GPS, M900

Ultimate in RF Performance

Seamlessly Integrates with AirMax  
BaseStation and Rocket Antennas

Incredible Range and Speed

# Overview

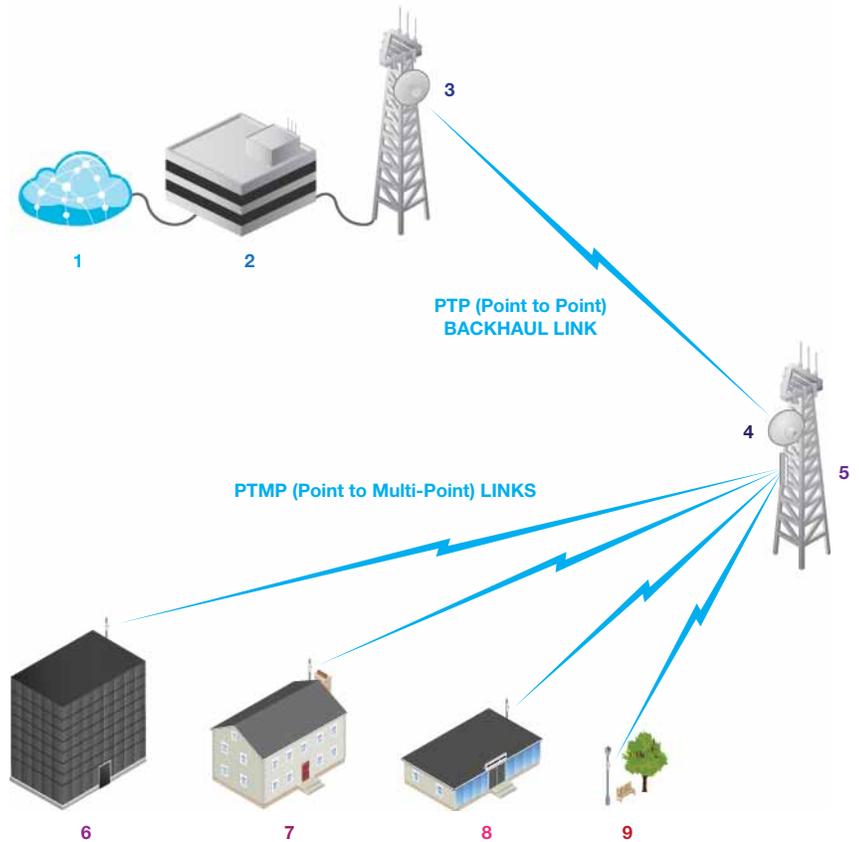
## Versatile

Rocket M is a rugged, hi-power, very linear 2x2 MIMO radio with enhanced receiver performance. It features incredible range performance (50+km) and breakthrough speed (150+Mbps real TCP/IP).

Rocket M combines the “brains” in one robust unit; it can be paired with your choice of AirMax BaseStation or Rocket Antennas. This versatility gives network architects unparalleled flexibility and convenience.

On the right is one example of how Rockets can be deployed:

- 1 Internet Backbone
- 2 ISP Network
- 3 RocketDish with Rocket M
- 4 RocketDish with Rocket M
- 5 AirMax BaseStation with Rocket M
- 6 Corporate building with NanoStation M client.
- 7 House with NanoStation M client.
- 8 Small business with NanoStation M client.
- 9 Lightpole with NanoStation M daisy-chained to a PicoStation M to create a wireless hotspot.



## Integrated AirMax Technology

Unlike standard WiFi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) AirMax protocol allows each client to send & receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions & maximizes air time efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, & scalability compared to all other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless access.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high speed 50km+ links

**Latency** Multiple features dramatically reduce noise.

## GPS Synchronization\*

Rocket M GPS units have integrated Ubiquiti AirSync technology. AirSync enhances the hardware and software of Rocket M to utilize GPS signals for precision timing.

**GPS Signal Reporting** AirOS was upgraded to take full advantage of the new GPS hardware in Rocket M GPS units; easily manage/monitor GPS satellite signals.

**No Co-location Interference** Synchronized transmission among Rocket M GPS powered BaseStations effectively eliminates co-location interference.

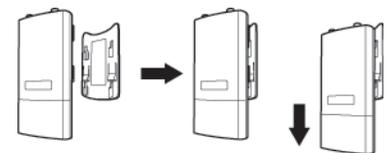
**External GPS Antenna** Included weather-proof external GPS Antenna (Rocket M GPS).

**Two Ethernet Ports** Second Ethernet port (only Rocket M GPS) capable of providing power to a secondary device using PoE.

**Channel Re-use** Frequency reuse for increased scalability.

## Easy Installation

Rocket M and AirMax BaseStation/ Rocket Antennas have been designed to seamlessly work together.



Installing Rocket M on AirMax BaseStation and Rocket Antennas requires no special tools, you simply snap it securely into place with the universal Rocket mount built into the antennas.

\* Only Rocket M GPS Models

# Models



[top - Rocket M GPS Series] **RM2-GPS** (2.4 GHz), **RM365-GPS** (3.65-3.675 GHz), **RM5-GPS** (5 GHz)

[bottom - Rocket M Series] **RM2** (2.4 GHz), **RM3** (3.4-3.7 GHz), **RM365** (3.65-3.675 GHz), **RM5** (5GHz), **RM900** (900 MHz)

# Software

## airOS

AirOS is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology. It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture which enables hi-performance outdoor multipoint networking.

### Protocol Support

### Ubiquiti Channelization

### Spectral Width Adjust

### ACK Auto-Timing

### AAP Technology

### GPS Signal Reporting\*



www.ubnt.com/airos

## airView

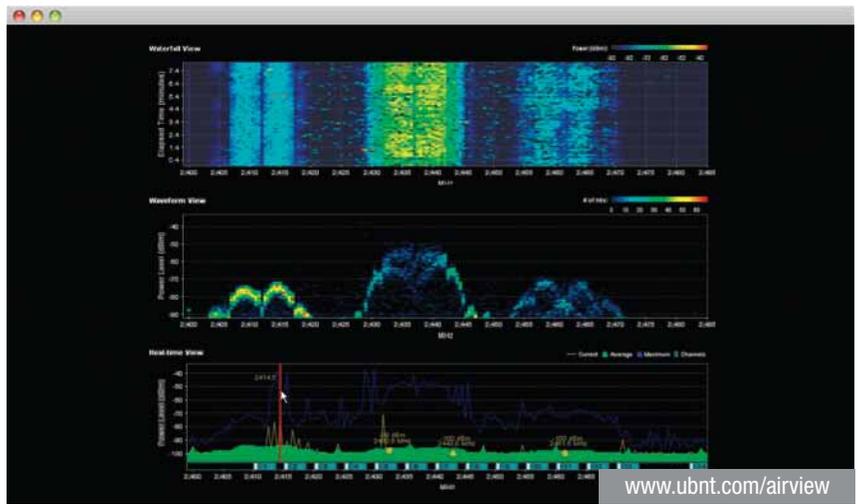
Integrated on all Ubiquiti M products, AirView provides Advanced Spectrum Analyzer Functionality: Waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

**Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.

**Waveform** Aggregate energy collected.

**Real-time** Energy is shown real-time as a function of frequency.

**Recording** Automize AirView to record and report results.



www.ubnt.com/airview

## airControl

AirControl is a powerful and intuitive web based server network management application which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

### Network Map

### Monitor Device Status

### Mass Firmware Upgrade

### Web UI Access

### Manage Groups of Devices

### Task Scheduling



www.ubnt.com/aircontrol

\* Only Rocket M GPS Models

# Specifications

System Information		
Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400MHz	
Memory Information	64MB SDRAM, 8MB Flash	
	M	M GPS
Networking Interface	1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet	2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet

Regulatory / Compliance Information			
	M900, M2, M5, M2 GPS, M5 GPS	M3	M365, M365 GPS
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE	-	FCC Part 90Y
RoHS Compliance	YES		

Physical / Electrical / Environmental		
Enclosure Size	17 x 8 x 3cm (length, width, height)	
Weight	0.5kg	
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic	
Mounting Kit	Pole Mounting Kit included	
Power Supply	24V, 1A POE Supply included	
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4, 5+; 7, 8 return)	
Operating Temperature	-30C to 75C	
Operating Humidity	5 to 95% Condensing	
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4	
	M	M GPS
RF Connector	2x RP-SMA (Waterproof)	2x RP-SMA and 1x SMA (Waterproof)
	M (Except M5), M GPS (Except M5 GPS)	M5, M5 GPS
Max Power Consumption	6.5 Watts	8 Watts

Compatible Antennas				
M900	M2, M2 GPS	M3	M365, M365 GPS	M5, M5 GPS
AirMax Sector 900M-13-120	AirMax Sector 2G-16-90 2G-15-120	AirMax Sector 3G-18-120	AirMax Sector 3G-18-120	AirMax Sector 5G-17-90 5G-16-120 5G-20-90 5G-19-120
		Rocket Dish 3G-26	Rocket Dish 3G-26	
	Rocket Dish 2G-24			

# Specifications (cont.)

Operating Frequency Summary (MHz)				
M900	M2, M2 GPS	M3	M365, M365 GPS	M5, M5 GPS
902-928	2412-2462	3400-3700	3650-3675	5470-5825*

Rocket M900 - Operating Frequency 902-928 MHz							
OUTPUT POWER: 28 dBm							
900 MHz TX POWER SPECIFICATIONS				900 MHz RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	28 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	28 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	28 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	28 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	28 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	28 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	28 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	28 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	28 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	28 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		

Rocket M2 / M2 GPS - Operating Frequency 2412-2462 MHz							
OUTPUT POWER: 28 dBm							
2.4 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				2.4 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
11g	DataRate	Avg. TX	Tolerance	11g	DataRate	Avg. TX	Tolerance
	1-24 Mbps	28 dBm	+/- 2 dB		1-24 Mbps	-97 dBm min	+/- 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	+/- 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	+/- 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	+/- 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	+/- 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	+/- 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	+/- 2 dB
11n / AirMax	MCS0	28 dBm	+/- 2 dB	11n / AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	28 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	28 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	28 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	27 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	25 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	23 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	22 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	28 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	28 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	28 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	28 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	27 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	25 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	23 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
MCS15	22 dBm	+/- 2 dB	MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB		

\* Only 5745 - 5825 MHz is supported in the USA

# Specifications (cont.)

Rocket M3 - Operating Frequency 3400-3700 MHz							
OUTPUT POWER: 25 dBm							
TX POWER SPECIFICATIONS				RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	25 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-94 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	25 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	25 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	25 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	24 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	23 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	20 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	25 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	25 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-91 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	25 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	25 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	24 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	23 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
MCS15	20 dBm	+/- 2 dB	MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB		

Rocket M365 / M365 GPS - Operating Frequency 3650-3675 MHz							
OUTPUT POWER: 25 dBm							
TX POWER SPECIFICATIONS				RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	25 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-94 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	25 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	25 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	25 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	24 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	23 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	20 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	25 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	25 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-91 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	25 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	25 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	24 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	23 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
MCS15	20 dBm	+/- 2 dB	MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB		

# Specifications (cont.)

Rocket M5 / M5 GPS - Operating Frequency 5470-5825 MHz*							
OUTPUT POWER: 27 dBm							
5 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				5 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
	DataRate	Avg. TX	Tolerance		DataRate	Avg. TX	Tolerance
11a	6-24 Mbps	27 dBm	+/- 2 dB	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
11n / AirMax	MCS0	27 dBm	+/- 2 dB	11n / AirMax	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		

\* Only 5745 - 5825 MHz is supported in the USA

# Misc

## TOUGH Cable

OUTDOOR CARRIER CLASS SHIELDED

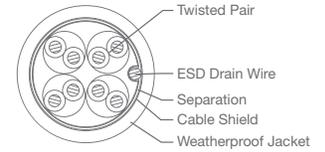
Protect your networks from the most brutal environments with Ubiquiti's industrial-grade shielded ethernet cable, TOUGH Cable.

**Increase Performance** Dramatically improve your ethernet link states, speeds, and overall performance with Ubiquiti TOUGH Cables.

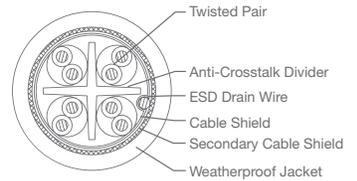
**Extreme Weatherproof** TOUGH Cables have been built to perform even in the harshest weather and environments.

**Eliminate ESD Attacks** Protect your networks from devastating ESD Attacks, TOUGH Cables eliminate ESD attacks and ethernet hardware damage.

**Extended Cable Support** TOUGH Cables have been developed to have increased power handling performance for extended cable run lengths.



**LEVEL 1**  
SHIELDING PROTECTION



**LEVEL 2**  
SHIELDING PROTECTION

### Bulletproof your networks

TOUGH Cable is currently available in two versions: Level 1 Shielding Protection and Level 2 Shielding Protection.

**Level 1** is a Category 5e (100Mbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable.

**Level 2** is a Category 6 (1Gbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable that is also capable of providing enhanced Category 5e performance.

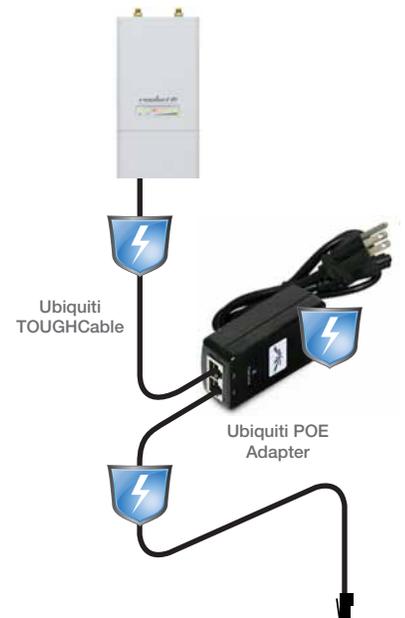
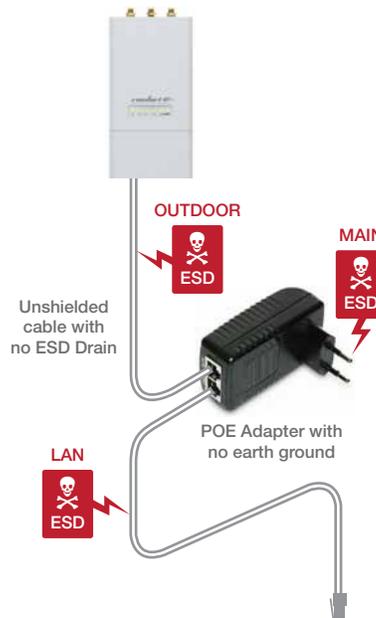
#### Additional Information:

- 24 AWG copper conductor pairs
- ESD Drain Wire: 26 AWG integrated ESD Drain wire to prevent ESD attacks & damage.
- PVC outdoor rated jacket
- 0.35um foil shield
- Multi-Layered Shielding
- 1000ft (304.8m) length

Learn more:  
[www.ubnt.com/toughcable](http://www.ubnt.com/toughcable)

ESD Attacks are overwhelmingly the leading cause for device failures. The diagram below illustrates the areas vulnerable to ESD Attacks in a defenseless network.

By using a grounded Ubiquiti POE adapter (included) along with Ubiquiti TOUGH Cable (sold separately), you can effectively eliminate ESD Attacks.





TERMS OF USE: The Ubiquiti radio device must be professionally installed. Shielded ethernet cable and earth grounding must be used as conditions of product warranty. It is the installers responsibility to follow local country regulations including operation within legal frequency channels, output power, and Dynamic Frequency Selection (DFS) requirements.

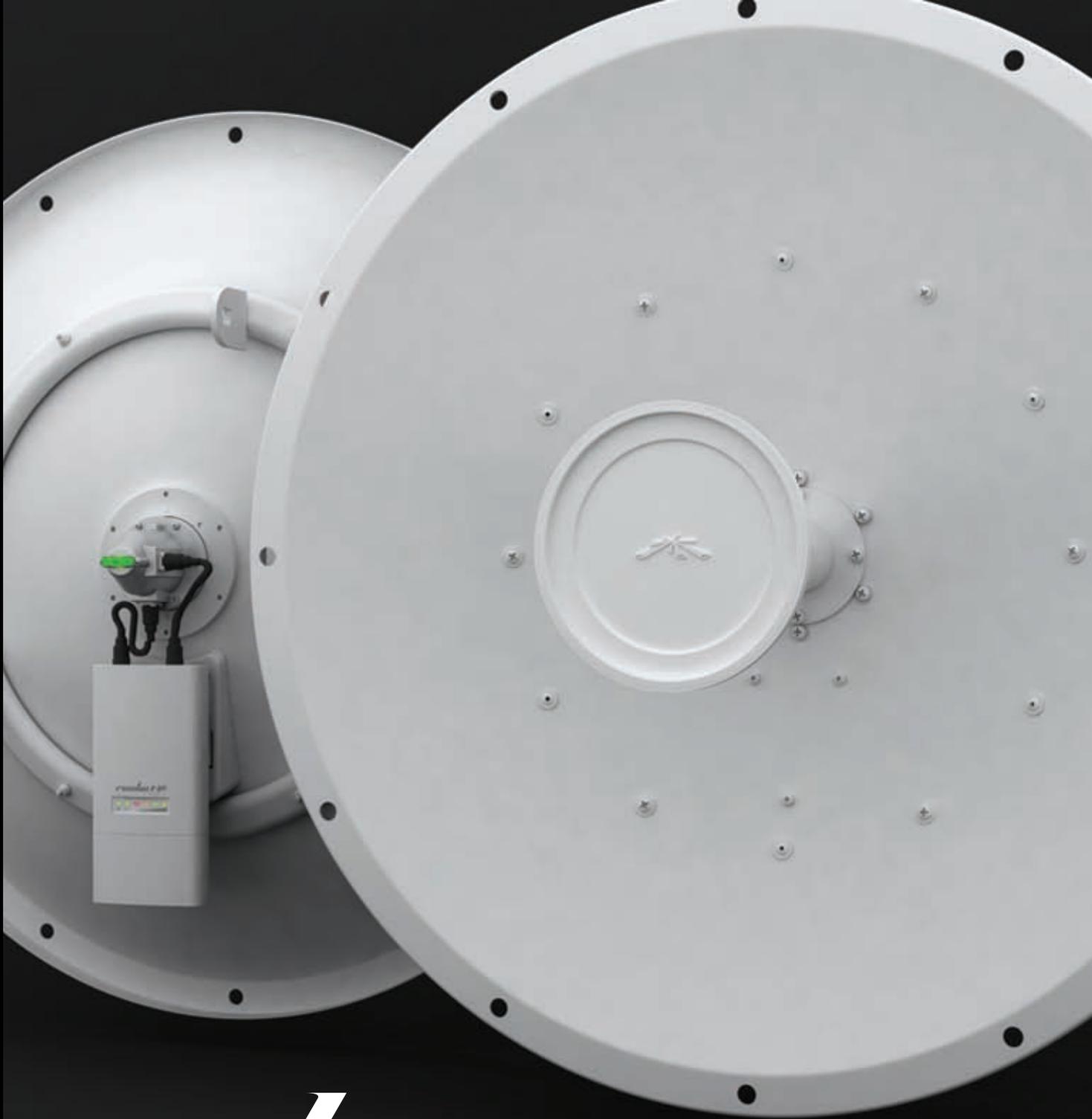
For further information, please visit [www.ubnt.com](http://www.ubnt.com).

All specifications in this document are subject to change without notice.

RM-DS-080511

Ubiquiti Networks, Inc. Copyright © 2011, All Rights Reserved

 [www.ubnt.com](http://www.ubnt.com)



# **rocket** D I S H

AirMax Carrier Class 2x2 PtP Bridge Dish Antenna

Models: RD-2G-24, RD-3G-26, RD-5G-30, RD-5G-34

Ultimate in RF Performance

Integrated Mount lets you easily  
snap Rocket M into place

Incredible Range and Speed

# Overview

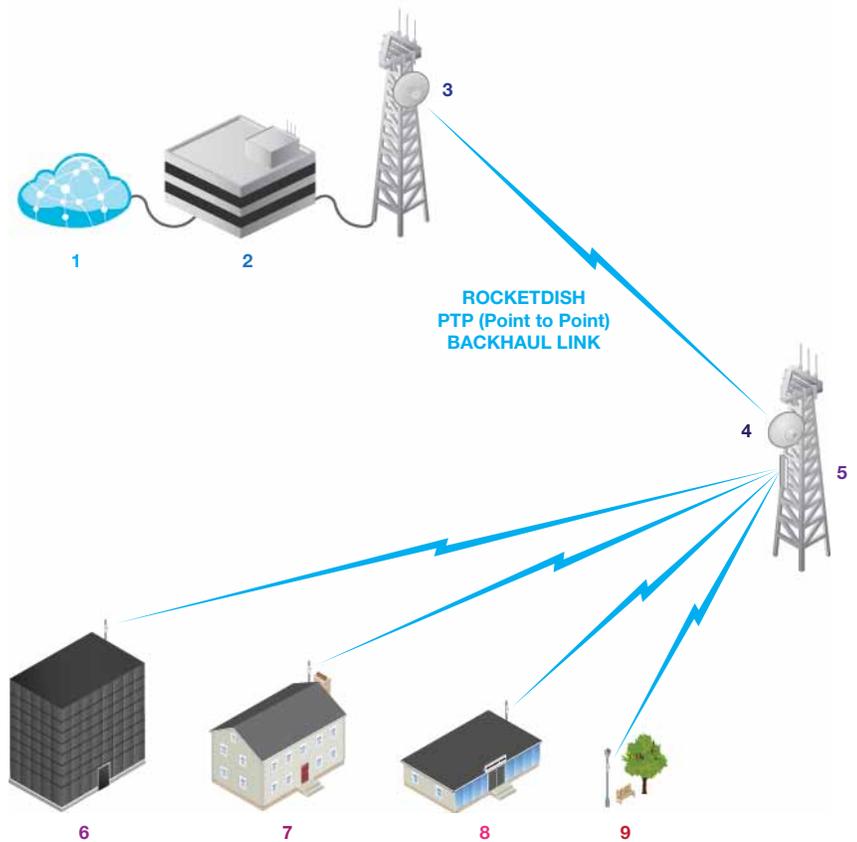
## AirMax 2x2 PtP Dish Antenna

RocketDish is a Carrier Class Dish Antenna that was designed to seamlessly integrate with Rocket M radios (sold separately).

Rocket M combines the “brains” in one robust unit; pair Rocket M with RocketDish to create powerful 2x2 MIMO PtP bridging applications. This seamless integration gives network architects unparalleled flexibility and convenience.

On the right is one example of how RocketDishes can be deployed:

- 1 Internet Backbone
- 2 ISP Network
- 3 RocketDish with Rocket M
- 4 RocketDish with Rocket M
- 5 AirMax BaseStation with Rocket M
- 6 Corporate building with NanoStation M client.
- 7 House with NanoStation M client.
- 8 Small business with NanoStation M client.
- 9 Lightpole with NanoStation M daisy-chained to a PicoStation M to create a wireless hotspot.



## Integrated AirMax Technology

Unlike standard WiFi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) AirMax protocol allows each client to send & receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions & maximizes air time efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, & scalability compared to all other outdoor systems in its class.

**Intelligent QoS** Priority is given to voice/video for seamless access.

**Scalability** High capacity and scalability.

**Long Distance** Capable of high speed 50km+ links

**Latency** Multiple features dramatically reduce noise.

## GPS Synchronization\*

Pair RocketDish with Rocket M GPS to utilize Ubiquiti AirSync GPS Synchronization technology. AirSync enhances the hardware and software of Rocket M to use GPS signals for precision timing.

**GPS Signal Reporting** AirOS was upgraded to take full advantage of the new GPS hardware in Rocket M GPS units; easily manage/monitor GPS satellite signals.

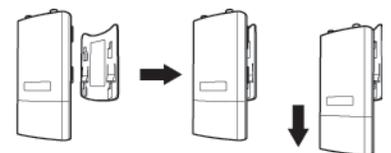
**No Co-location Interference** Synchronized transmission among Rocket M GPS powered BaseStations effectively eliminates co-location interference.

**Seamless AirMax Integration** Rocket M GPS units seamlessly integrate with AirMax BaseStation and RocketDish Antennas.

**Channel Re-use** Frequency reuse for increased scalability.

## Easy Installation

RocketDish Antennas and Rocket M radios have been designed to seamlessly work together.



Installing Rocket M on RocketDish requires no special tools, you simply snap it securely into place with the universal Rocket mount built into the antennas.

\* When paired with Rocket M GPS



**RocketDish\***

**RD-2G-24** (2.4 GHz, 24 dBi)

**RD-3G-26** (3.3-3.7 GHz, 26 dBi)

**RD-5G-30** (5 GHz, 30 dBi)

**RD-5G-34** (5 GHz, 34 dBi)



**RocketDish Radome\*\***

**RAD-2RD** (2 ft / 648 mm)

**RAD-3RD** (3 ft / 972 mm)

- Greatly Reduce Wind Load
- Protect Antenna Surfaces from Harsh Environments
- Conceal Antenna Equipment from Public view
- Designed specifically for RocketDish Antennas

\*RocketDish does not include Rocket M (sold separately)

\*\*RocketDish Radome does not include RocketDish (sold separately)

# Software\*

## airOS

AirOS is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology. It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture which enables hi-performance outdoor multipoint networking.

**Protocol Support**

**Ubiquiti Channelization**

**Spectral Width Adjust**

**ACK Auto-Timing**

**AAP Technology**

**GPS Signal Reporting\***



## airView

Integrated on all Ubiquiti M products, AirView provides Advanced Spectrum Analyzer Functionality: Waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

**Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.

**Waveform** Aggregate energy collected.

**Real-time** Energy is shown real-time as a function of frequency.

**Recording** Automize AirView to record and report results.



## airControl

AirControl is a powerful and intuitive web based server network management application which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

**Network Map**

**Monitor Device Status**

**Mass Firmware Upgrade**

**Web UI Access**

**Manage Groups of Devices**

**Task Scheduling**



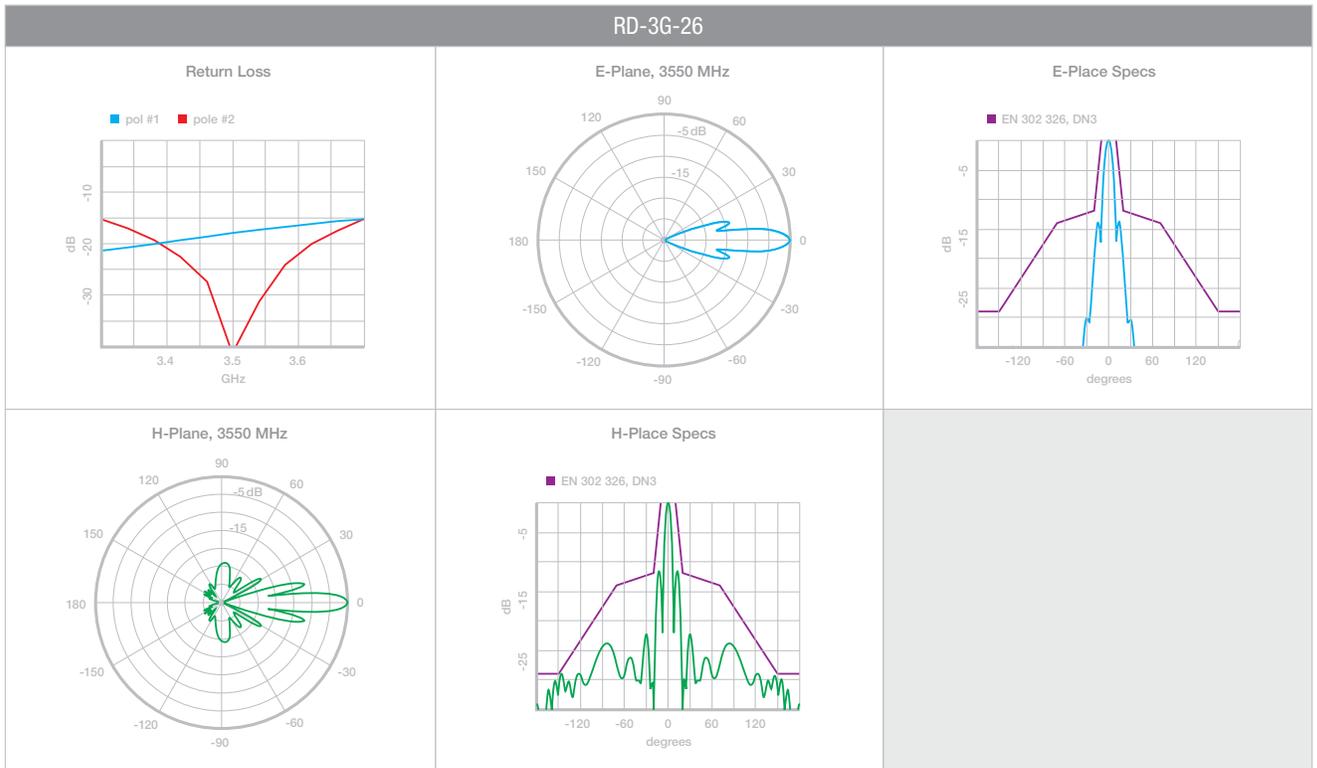
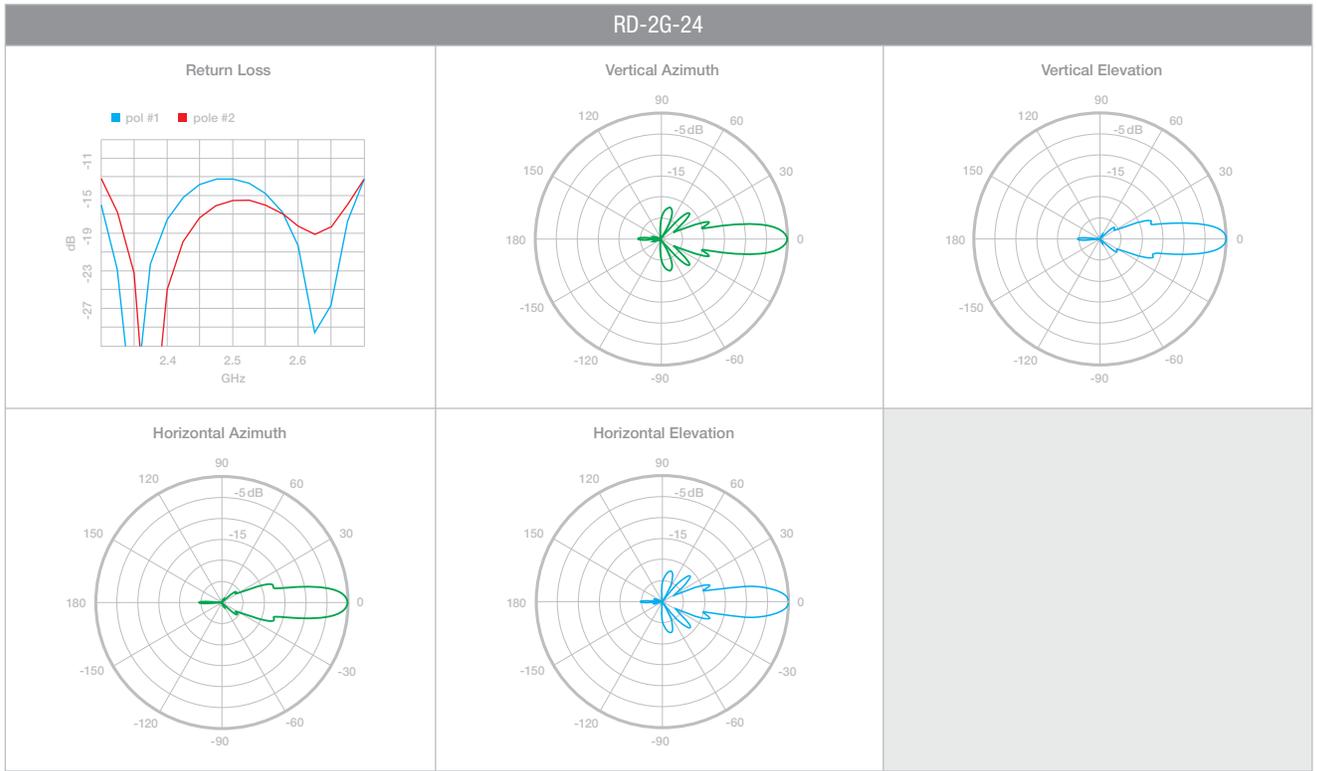
\* When RocketDish is paired with Rocket M

# Specifications

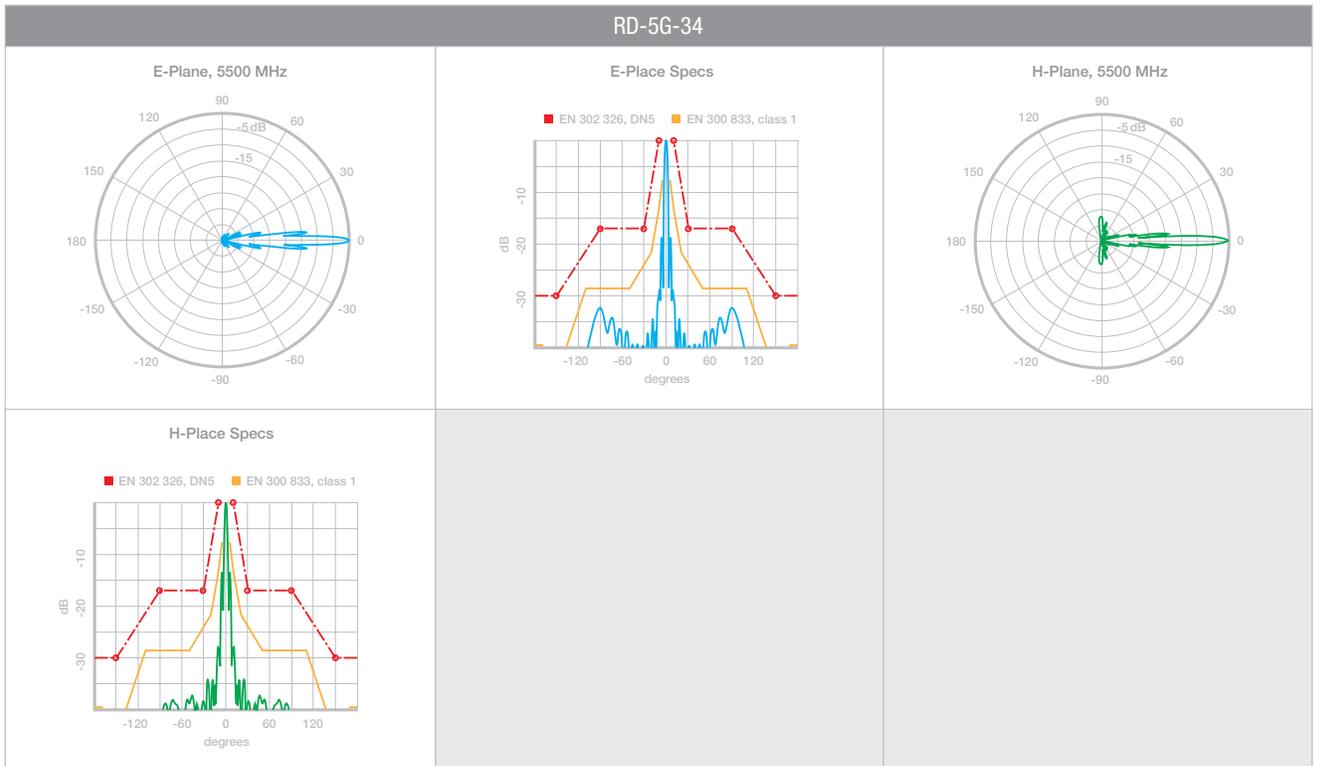
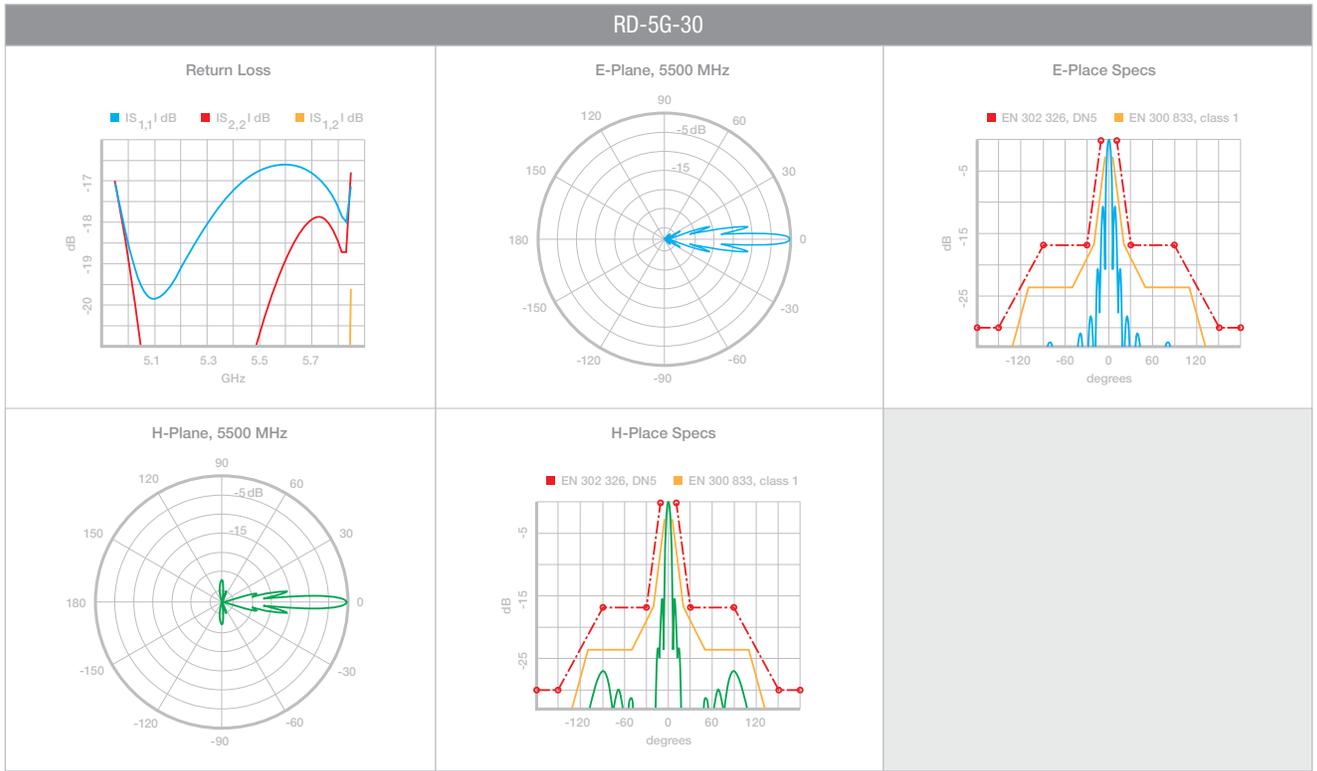
Antenna Characteristics				
	RD-2G-24	RD-3G-26	RD-5G-30	RD-5G-34
Frequency Range	2.3-2.7 GHz	3.3-3.8 GHz	5.1-5.8 GHz	
Gain	24 dBi	26 dBi	30 dBi	34 dBi
Hpol Beamwidth	3.8 deg. (Rx Dish) 6.6 deg. (Tx Dish)	7 deg. (6 dB)	5 deg. (3 dB)	3 deg. (3 dB)
Vpol Beamwidth	3.8 deg. (Rx Dish) 6.6 deg. (Tx Dish)	7 deg. (6 dB)	5 deg. (6 dB)	3 deg. (6 dB)
F/B Ratio	-50 dB (Rx Dish) -65 dB (Tx Dish)	-33 dB	-34 dB	-42 dB
Max VSWR	1.6:1	1.4:1		
Dimensions	648 mm diameter			1050 mm diameter
Weight	9.8 kg			13.5 kg
Wind Survivability	120 mph			125 mph
Wind Loading	113 lb @ 100 mph			256 lb @ 100 mph
Polarization	Dual Linear			
Cross-pol Isolation	35 dB min			
ETSI Specification	EN 302 326 DN2			
Mounting	Universal pole mount, Rocket M bracket, and weatherproof RF jumpers included			

RocketDish does not include Rocket M (sold separately)

# Specifications (cont.)



# Specifications (cont.)



# Misc

## TOUGH Cable

OUTDOOR CARRIER CLASS SHIELDED

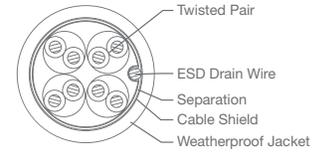
Protect your networks from the most brutal environments with Ubiquiti's industrial-grade shielded ethernet cable, TOUGH Cable.

**Increase Performance** Dramatically improve your ethernet link states, speeds, and overall performance with Ubiquiti TOUGH Cables.

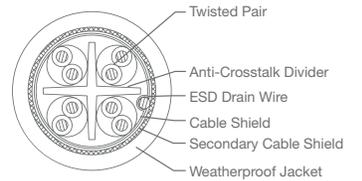
**Extreme Weatherproof** TOUGH Cables have been built to perform even in the harshest weather and environments.

**Eliminate ESD Attacks** Protect your networks from devastating ESD Attacks, TOUGH Cables eliminate ESD attacks and ethernet hardware damage.

**Extended Cable Support** TOUGH Cables have been developed to have increased power handling performance for extended cable run lengths.



**LEVEL 1**  
SHIELDING PROTECTION



**LEVEL 2**  
SHIELDING PROTECTION

### Bulletproof your networks

TOUGH Cable is currently available in two versions: Level 1 Shielding Protection and Level 2 Shielding Protection.

**Level 1** is a Category 5e (100Mbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable.

**Level 2** is a Category 6 (1Gbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable that is also capable of providing enhanced Category 5e performance.

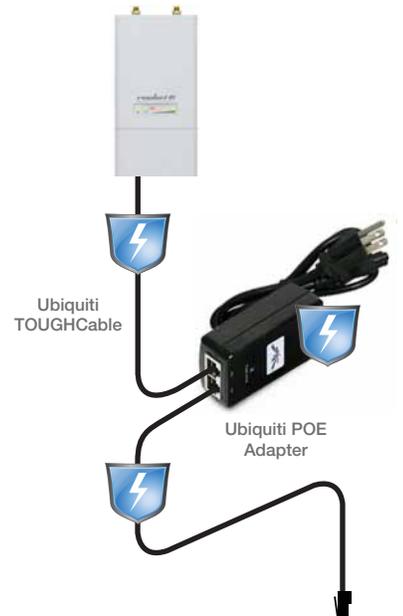
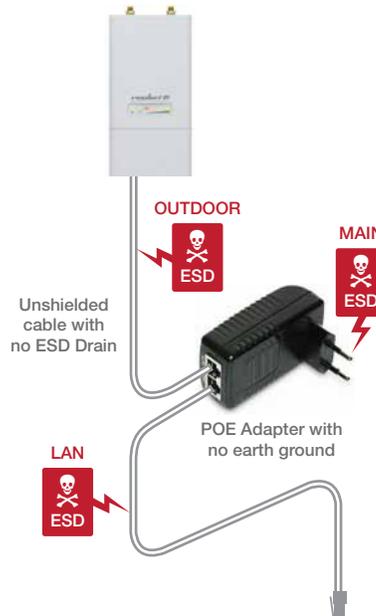
#### Additional Information:

- 24 AWG copper conductor pairs
- ESD Drain Wire: 26 AWG integrated ESD Drain wire to prevent ESD attacks & damage.
- PVC outdoor rated jacket
- 0.35um foil shield
- Multi-Layered Shielding
- 1000ft (304.8m) length

Learn more:  
[www.ubnt.com/toughcable](http://www.ubnt.com/toughcable)

ESD Attacks are overwhelmingly the leading cause for device failures. The diagram below illustrates the areas vulnerable to ESD Attacks in a defenseless network.

By using a grounded Ubiquiti POE adapter (included) along with Ubiquiti TOUGH Cable (sold separately), you can effectively eliminate ESD Attacks.





TERMS OF USE: The Ubiquiti radio device must be professionally installed. Shielded ethernet cable and earth grounding must be used as conditions of product warranty. It is the installers responsibility to follow local country regulations including operation within legal frequency channels, output power, and Dynamic Frequency Selection (DFS) requirements.

For further information, please visit [www.ubnt.com](http://www.ubnt.com).

All specifications in this document are subject to change without notice.

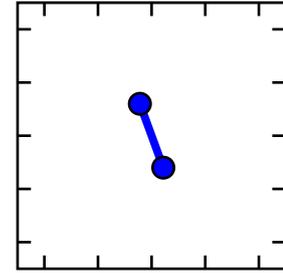
RD-DS-08-24-11

Ubiquiti Networks, Inc. Copyright © 2011, All Rights Reserved

 [www.ubnt.com](http://www.ubnt.com)



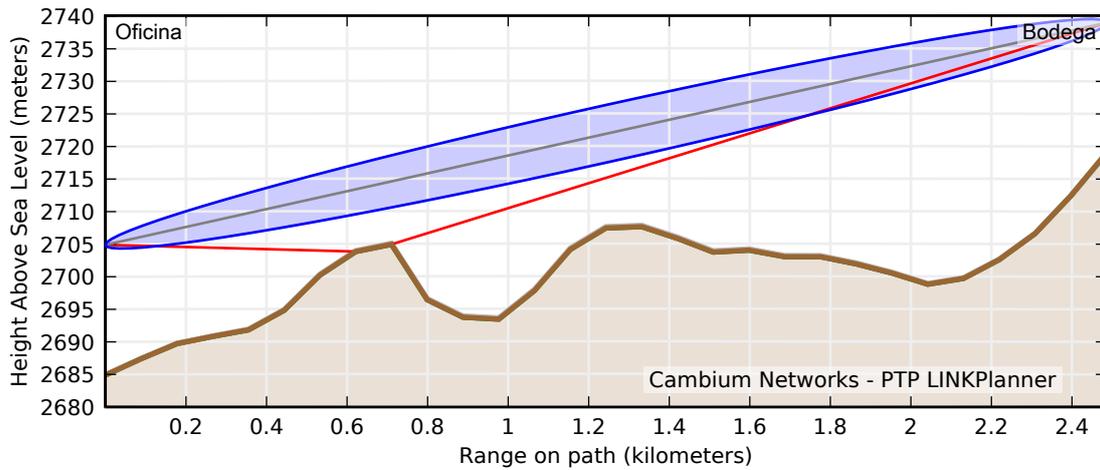
# Oficina to Bodega



Equipment: Cambium Networks PTP58600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 20 m

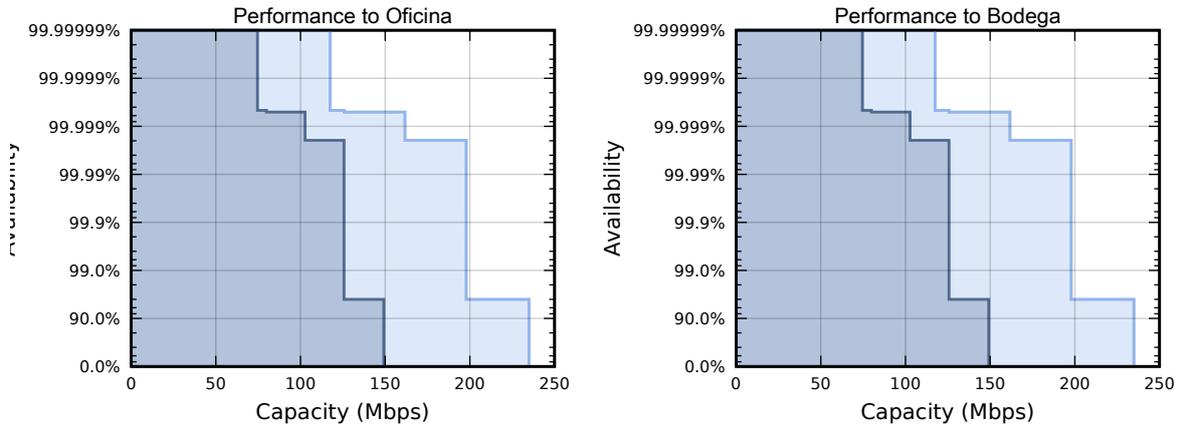
Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 20 m



	Performance to Oficina	Performance to Bodega
Mean IP	148.2 Mbps	148.2 Mbps
IP Availability	100.00000 % for 1.0 Mbps	100.00000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	2.486 km	System Gain	147.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	31.71 dB
Regulation	Australia, Hong Kong	Mean Aggregate Data Rate	296.4 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.00000 %
Bandwidth	30 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	115.62 dB	Prediction Model	ITU-R

Performance Charts



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards

dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.15 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	958.45 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	1.79e-005	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Fade Occurrence Factor (P0)	1.87e-009	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Path inclination	13.72 mr	Propagation	ITU-R P.530-12
0.01% Rain rate	58.80 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-5
Free Space Path Loss	115.61 dB	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Gaseous Absorption Loss	0.01 dB		

Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Cambium Networks assumes no responsibility for the accuracy of the information produced by the Cambium PTP LINKPlanner. Reference to products or services which are not provided by Cambium Networks is for information purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. All information provided by the Cambium PTP LINKPlanner is provided without warranty of any kind, either expressed or implied.

All product or service names are the property of their respective owners. © Cambium Networks. 2012



**FORMULARIO DE INFORMACION GENERAL PARA SOLICITAR  
PERMISOS DE RED PRIVADA**

ST - 1A  
Elab.: DGGST

**SOLICITUD:**

2) OBJETO DE LA SOLICITUD*:	( ) PERMISO RED PRIVADA	( ) MODIFICACIÓN Y/O AMPLIACIÓN RED PRIVADA	
3) MEDIO DE TRANSMISIÓN DE SISTEMA*:	( ) MEDIO FÍSICO	( ) SISTEMA MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA	( ) SERVICIO FIJO MÓVIL POR SATELITE

**DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:**

**PERSONA NATURAL**

4) NOMBRE			
APELLIDO PATERNO*:	APELLIDO MATERNO*:	NOMBRES*:	CI*:

**PERSONA JURIDICA**

5) NOMBRE DE LA EMPRESA*:			
6) REPRESENTANTE LEGAL			
APELLIDO PATERNO*:	APELLIDO MATERNO*:	NOMBRES*:	CI*:
7) CARGO*			
8) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA:			RUC*:

9) <b>DIRECCION</b>			
PROVINCIA*:	CIUDAD*:	DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.):	
e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX*:	

10) <b>CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)</b>			
Certifico que el presente anteproyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva			
APELLIDO PATERNO*:	APELLIDO MATERNO*:	NOMBRES*:	LIC. PROF*:
e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX*:	

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.):	FECHA:	FIRMA
----------------------------------	--------	-------

11) <b>DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA</b>			
Declaro bajo juramento que la información proporcionada es verídica y que conozco que la comprobación de falsedad de la misma o de los documentos anexos, determinará el archivo de esta solicitud			
NOMBRE*:	FECHA:	FIRMA	

12) OBSERVACIONES:			
-----------------------	--	--	--

13) <b>PARA USO DE LA SNT</b>			
SOLICITUD SECRETARIO NACIONAL ( )	CONSTITUCIÓN DE LA CIA. ( )	NOMB. REPRESENTANTE LEGAL ( )	CUMP. SUPER BANCOS O CIAS. ( )
REGISTRO UNICO CONTRIBUY. ( )	COMPROBANTE DEL 1/1000 ( )	ANTEPROYECTO TÉCNICO ( )	COPIA LICENCIA PROFESIONAL ( )
COPIA CARACTERISTICAS MEDIOS FISICOS DE TRANSMISION ( )	COPIA CONTRATOS CON PORTADOR ( )	C. SUPTEL ( )	
COPIA DE ESCRITURAS PROPIEDAD ( )	COPIAS CONTRATOS DE ARREND. ( )	OTROS {AGUA,LUZ,IMP.PREDIAL} ( )	



**FORMULARIO DE INFORMACIÓN TÉCNICO PARA SOCILITAR  
PERMISOS DE RED PRIVADA**

**ST- 2A**  
Elab.: DGGST

**2) CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA (SISTEMA MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA)**

PUNTO A PUNTO ( )

PUNTO A MULTIPUNTO ( )

**3) COBERTURA ( Provincias, ciudades o poblaciones que cubre el sistema solicitado)\***

**4) CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA (SISTEMA MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA, SERVICIO FIJO MÓVIL POR SATÉLITE, COBRE Y/O FIBRA ÓPTICA)\***

No. ESTACIONES	No. REPETIDORES	No. ENLACES FÍSICOS		ENLACES INALÁMBRICOS		No. TOTAL DE ENLACES
		COBRE	FIBRA ÓPTICA	FIJO MÓVIL POR SATÉLITE	MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA	

**5) FORMULARIOS QUE SE DEBEN ADJUNTAR**

**SISTEMA DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA (en el caso de utilizar este tipo de sistemas)**

FORMULARIO RC-1B FORMULARIO PARA INFORMACIÓN LEGAL	( )
FORMULARIO RC-3A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE ANTENAS	( )
FORMULARIO RC-9A FORMULARIO PARA LOS SISTEMAS DE SMDBA (ENLACES PUNTO-PUNTO)	( )
FORMULARIO RC-2A FORMULARIO PARA LA INFORMACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	( )
FORMULARIO RC-4A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE EQUIPAMIENTO	( )
FORMULARIO RC-9B FORMULARIO PARA LOS SISTEMAS DE SMDBA (SISTEMA PUNTO-MULTIPUNTO)	( )
FORMULARIO RC-15A FORMULARIO DE EMISIONES DEL RNI	( )

**SERVICIO FIJO MOVIL POR SATÉLITE (en el caso de utilizar este tipo de sistemas)**

FORMULARIO RC-1A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN LEGAL	( )
FORMULARIO RC-3A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE ANTENAS	( )
FORMULARIO RC-11A FORMULARIO PARA LOS SISTEMAS FIJO POR SATÉLITE	( )
FORMULARIO RC-2A FORMULARIO PARA LA INFORMACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA	( )
FORMULARIO RC-4A FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE EQUIPAMIENTO	( )
FORMULARIO RC-15A FORMULARIO DE EMISIONES DEL RNI	( )



**FORMULARIO PARA INFORMACION DE ANTENAS**

**RC – 3A**  
Elab.: DGGER  
Versión: 02

1)  
Cod. Cont:

2)  
**CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS**

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 1	ANTENA 2
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

2)  
**CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS**

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 3	ANTENA 4
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

2)  
**CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS**

CARACTERISTICAS TECNICAS	ANTENA 5	ANTENA 6
CODIGO DE ANTENA:		
MARCA:		
MODELO:		
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):		
TIPO:		
IMPEDANCIA (ohmios):		
POLARIZACION:		
GANANCIA (dBd):		
DIÁMETRO (m):		
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):		
ANGULO DE ELEVACION (°):		
ALTURA BASE-ANTENA (m):		

**NOTA:** Se debe adjuntar las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.



**FORMULARIO PARA SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA  
(ENLACES PUNTO-PUNTO)**

**RC- 9A**  
Elab.: DGGER  
Versión: 02  
1) No. Registro:

2)  
**CLASE DE SISTEMA**

PRIVADO    EXPLOTACION    (    )

**NOTA:** En el caso de que su empresa cuente con el Permiso de Operación de Red Privada, adjuntar una copia.

3)  
**CARACTERISTICAS TECNICAS Y DE OPERACION DEL SISTEMA FIJO PUNTO - PUNTO**

No. ENLACE	BANDA DE FRECUENCIAS (MHz)	TIPO DE OPERACION SECUENCIA DIRECTA ; IDMA; FHSS ; HIBRIDO ; OFDM; OTRAS	DISTANCIA DEL ENLACE (Km)
		(    )	

4)  
**CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS**

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)	POTENCIA DE OPERACION (mW)	EQUIPO UTILIZADO

5)  
**PERFIL TOPOGRAFICO**

DISTANCIA (Km)	0	D/12	D/6	D/4	D/3	5D/12	D/2	7D/12	2D/3	3D/4	5D/6	11D/12	D
ALTURA s.n.m. (m)													

Donde D = Distancia entre las estaciones del enlace.  
**NOTA:** Adjuntar las gráficas del perfil de cada enlace.

6)  
**GRAFICA DEL PERFIL TOPOGRAFICO**

7)  
**ESQUEMA DEL SISTEMA**



**FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES**

**RC - 2A**  
Elab.: DGGER  
Versión: 02

1)  
Cod. Cont.:

**ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES**

**2) ESTRUCTURA 1**

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):

**3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:**

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)

**4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:**

PUESTA A TIERRA	SI ( )	NO ( )	PARARRAYOS	SI ( )	NO ( )
OTROS (Describe):					

**5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:**

LINEA COMERCIAL ( )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

**6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:**

**2) ESTRUCTURA 2**

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):

**3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:**

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)

**4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:**

PUESTA A TIERRA	SI ( )	NO ( )	PARARRAYOS	SI ( )	NO ( )
OTROS (Describe):					

**5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:**

LINEA COMERCIAL ( )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

**6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:**

**2) ESTRUCTURA 3**

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):

**3) UBICACION DE LA ESTRUCTURA:**

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)

**4) PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:**

PUESTA A TIERRA	SI ( )	NO ( )	PARARRAYOS	SI ( )	NO ( )
OTROS (Describe):					

**5) TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:**

LINEA COMERCIAL ( )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO: _____

**6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:**



**FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO**

**RC – 4A**  
Elab.: DGGER  
Versión: 02

1)  
Cod. Cont:

**2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS**

TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD ( $\mu$ V) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):				

**2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS**

TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD ( $\mu$ V) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				

**2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS**

TIPO DE ESTACION:				
CODIGO DEL EQUIPO:				
MARCA:				
MODELO:				
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):				
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):				
TIPO DE MODULACION:				
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):				
POTENCIA DE SALIDA (Watts):				
RANGO DE OPERACION (MHz):				
SENSIBILIDAD ( $\mu$ V) o (dBm):				
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:				



FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI  
(CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)

RC-15A  
RNI-T1

Fecha.:

**1) USUARIO :**

NOMBRE DE LA EMPRESA:

DIRECCIÓN :

**2) UBICACIÓN DEL SITIO :**

PROVINCIA :

CIUDAD / CANTON :

LOCALIDAD :

LATITUD  
(°) (') (")

LONGITUD  
(°) (') (")

**3)  $S_{lim}$  A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :**

FRECUENCIAS (MHz)

$S_{lim}$  OCUPACIONAL (W/m<sup>2</sup>)

$S_{lim}$  POBLACIONAL (W/m<sup>2</sup>)

**4) CALCULO DE  $R^2$  :**

Altura h (m) :

$$R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$$

DISTANCIA X

VALOR CALCULADO PARA R (m)

2 m

5 m

10 m

20 m

50 m

**5) CALCULO DEL PIRE :**

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)

GANANCIA MAXIMA DE LA ANTENA

VALOR DE PIRE (W)

**6) CALCULO DEL  $S_{lim}$  TEORICO :**

$$S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$$

DISTANCIA

VALOR DE ( $\pi * R^2$ )

VALOR DE  $S_{lim}$  (W/m<sup>2</sup>)

2 m

5 m

10 m

20 m

50 m

**7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)**

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:

APELLIDO MATERNO:

NOMBRES:

LIC. PROF.:

e-mail:

CASILLA:

TELEFONO / FAX:

DIRECCION:

FECHA:

FIRMA

**8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA**

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:

FECHA:

FIRMA