



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

TEMA:

**SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA IP SOBRE UNA RED INALÁMBRICA
BASADO EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11AC PARA LAS DEPENDENCIAS
DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE SAN MIGUEL DE
URCUQUÍ.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**AUTOR: REVELO GUEVARA ANA BELÉN
DIRECTOR: ING. FABIÁN CUZME**

IBARRA, 2016



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición de la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100331855-5 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Revelo Guevara Ana Belén | | |
| DIRECCIÓN: | Azaya, Isla Fernandina 11-57 y Quito | | |
| EMAIL: | reveloguevaraanabelen@hotmail.com | | |
| TELÉFONO FIJO: | 2545538 | TELÉFONO MÓVIL: | 0959628747 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|------------------------------------|---|
| TÍTULO: | SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA IP SOBRE UNA RED INALÁMBRICA BASADO EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11AC PARA LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE SAN MIGUEL DE URCUQUÍ. |
| AUTOR (ES): | Ana Belén Revelo Guevara |
| FECHA: | 30/03/2016 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Fabian Cuzme |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, REVELO GUEVARA ANA BELÉN, con cédula de identidad Nro. 1003318555, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior artículo 144.

3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros

Ibarra, a los 30 días del mes de marzo del 2016

LA AUTORA:


Firma _____
Revelo Guevara Ana Belén

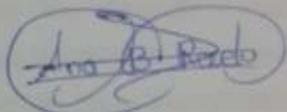


UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Ana Belén Revelo Guevara**, con cédula de identidad Nro. 1003318555, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: **“SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA IP SOBRE UNA RED INALÁMBRICA BASADO EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11AC PARA LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE SAN MIGUEL DE URQUQUÍ.”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

LA AUTORA:


Firma _____
Revelo Guevara Ana Belén
C.C: 1003318555



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Certifico, que el presente trabajo de **“SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA IP SOBRE UNA RED INALÁMBRICA BASADO EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11AC PARA LAS DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE SAN MIGUEL DE URCUQUÍ.”** fue desarrollado en su totalidad por la Srta. Ana Belén Revelo Guevara, bajo mi supervisión.

Firma 
Ing. Fabián Cuzme
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por colmarme de bendiciones y permitirme llegar a donde estoy.

Agradezco a mis padres Olga y César, por su apoyo, sus noches de desvelo, sus consejos y sacrificios al concederme la oportunidad de estudiar y obtener una profesión. A mis abuelitos: Rosa y Segundo, por siempre estar pendientes de mí y encomendarme a Dios para que todo me salga bien, a mis Hermanos Tefa y Cris, por los momentos de alegría, por compartir conmigo mis triunfos y fracasos, a mis amigos, mi familia en general y todas las personas que de una u otra forma me apoyaron, a Jonathan porque la vida universitaria fue diferente gracias a ti, las malas noches, largas semanas y horas de espera cada fin de semestre, sufriendo y riendo igual a igual, llegamos a la meta trazada juntos y nos embarcamos en un nuevo rumbo incierto, sin saber que nos depara el destino, pero siempre agradeceré el haberte conocido porque todo fue más sencillo.

Agradezco al Ing. Fiaban Cuzme, por el tiempo dedicado, por sus sabios consejos y enseñanzas.

Belén



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

La vida universitaria, está llena de retos, anhelos, risas, lágrimas, desilusiones, pero el sacrificio al final tiene su recompensa, y yo he cumplido esta meta personal, no sin la ayuda de mis padres, abuelos, amigos, hermanos y todas las personas cercanas de las que escuché una palabra de aliento. Para todos ellos les dedico este trabajo de titulación, porque sin su apoyo nada sería posible.

INDICE

| | |
|---|--------------------------------------|
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | i |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | iii |
| CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR | iv |
| CONSTANCIAS | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| AGRADECIMIENTO | v |
| DEDICATORIA | vi |
| INDICE | vii |
| INDICE DE FIGURAS | xvii |
| INDICE DE TABLAS | xxii |
| INDICE DE ECUACIONES | xxiv |
| RESUMEN | xxv |
| ABSTRACT | xxvi |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. PROBLEMA | 1 |
| 1.2. OBJETIVOS | 2 |
| 1.2.1. OBJETIVO GENERAL | 2 |
| 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| 1.3. ALCANCE | 4 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN | 6 |
| CAPÍTULO II | 8 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1. SISTEMAS DE VIGILANCIA | 8 |
| 2.1.1. SISTEMA DE CCTV | 9 |

| | | |
|----------|-------------------------------------|----|
| 2.1.2. | ELEMENTOS DE LA CÁMARA | 9 |
| 2.1.3. | FORMATOS DE COMPRESIÓN DE VIDEO | 11 |
| 2.1.3.1. | MPEG-1 | 11 |
| 2.1.3.2. | MPEG-2 | 12 |
| 2.1.3.3. | MPEG-3 | 12 |
| 2.1.3.4. | MPEG-4 | 12 |
| 2.1.3.5. | H.264 | 12 |
| 2.1.4. | CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA | 13 |
| 2.2. | SISTEMA DE GESTIÓN DE VIDEO | 13 |
| 2.2.1. | PLATAFORMA DE HARDWARE | 14 |
| 2.2.1.1. | Plataforma de servidor PC | 14 |
| 2.2.1.2. | Plataforma de NVR | 15 |
| 2.2.2. | PLATAFORMA DE SOFTWARE | 16 |
| 2.2.2.1. | Software incorporado | 16 |
| 2.2.2.2. | Software basado en Windows | 17 |
| 2.2.2.3. | Software basado en web | 17 |
| 2.2.2.4. | Software libre | 17 |
| 2.2.2.5. | Escalabilidad del software | 17 |
| 2.2.3. | CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA | 18 |
| 2.2.3.1. | Visualización | 18 |
| 2.2.3.2. | Grabación de video y almacenamiento | 19 |
| 2.2.3.3. | Gestión de eventos | 19 |
| 2.2.3.4. | Características de administración | 19 |
| 2.2.3.5. | Seguridad | 20 |
| 2.3. | MEDIOS DE TRANSMISIÓN | 20 |
| 2.3.1. | MEDIOS GUIADOS | 20 |
| 2.3.1.1. | Par Trenzado | 20 |
| 2.3.1.2. | Cable coaxial | 21 |
| 2.3.1.3. | Fibra óptica | 21 |
| 2.3.2. | MEDIOS NO GUIADOS | 21 |
| 2.3.2.1. | Radiofrecuencia | 21 |
| 2.3.2.2. | Infrarrojo | 22 |
| 2.3.2.3. | Microonda | 22 |
| 2.4. | REDES INALÁMBRICAS | 22 |
| 2.4.1. | TOPOLOGÍAS | 22 |
| 2.4.2. | ESTÁNDAR DE REDES 802.11 | 23 |
| 2.4.2.1. | 802.11 a | 24 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.4.2.2. | 802.11 b | 24 |
| 2.4.2.3. | 802.11 g | 24 |
| 2.4.2.4. | 802.11 n | 25 |
| 2.4.2.5. | 802.11 ac | 25 |
| 2.4.2.5.1. | Trama 802.11ac | 25 |
| 2.4.2.5.2. | Velocidades de vértigo | 26 |
| 2.4.2.5.3. | Cobertura 802.11ac | 26 |
| 2.4.2.5.4. | ¿Por qué trabajar solo con la banda 5Ghz? | 27 |
| 2.4.2.5.5. | Ancho de canal del 802.11ac | 27 |
| 2.4.2.5.6. | Ventajas de 802.11ac | 27 |
| 2.4.2.5.7. | Comparación de equipos que trabajan con 802.11ac y 802.11n | 28 |
| 2.4.3. | COMPONENTES DE INFRAESTRUCTURA DE RED WLAN | 29 |
| 2.4.3.1. | NIC inalámbrica | 29 |
| 2.4.3.2. | Router inalámbrico | 30 |
| 2.4.3.3. | Punto de acceso | 30 |
| 2.5. | ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO | 30 |
| 2.5.1. | TIPOS DE RADIACIÓN | 31 |
| 2.5.1.1. | Radiofrecuencia | 31 |
| 2.5.1.2. | Microonda | 32 |
| 2.5.1.3. | Rayos T | 32 |
| 2.5.1.4. | Radiación infrarroja | 32 |
| 2.5.1.5. | Radiación visible (Luz) | 32 |
| 2.5.1.6. | Luz ultravioleta | 33 |
| 2.5.1.7. | Rayos x | 33 |
| 2.5.1.8. | Rayos gamma | 33 |
| 2.5.2. | CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE ONDA DE RADIO | 34 |
| 2.5.2.1. | Reflexión y Refracción | 34 |
| 2.5.2.2. | Dispersión | 35 |
| 2.5.2.3. | Difracción | 35 |
| 2.6. | TEORÍA DE ANTENAS | 35 |
| 2.6.1. | TIPOS DE ANTENAS | 35 |
| 2.6.1.1. | Antenas de hilo | 36 |
| 2.6.1.2. | Antenas de apertura | 37 |
| 2.6.1.3. | Antenas planas | 37 |
| 2.6.1.4. | Antenas array | 37 |
| 2.6.2. | CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE UNA ANTENA | 38 |
| 2.6.2.1. | Ganancia | 38 |

| | | |
|-----------|--------------------------------------|----|
| 2.6.2.2. | Frecuencia de operación | 38 |
| 2.6.2.3. | Polarización | 38 |
| 2.6.2.4. | Ángulo de apertura | 39 |
| 2.7. | RADIOENLACES | 39 |
| 2.7.1. | TIPOS DE ENLACES | 39 |
| 2.7.1.1. | Enlaces Punto – Punto | 40 |
| 2.7.1.2. | Enlaces Punto - Multipunto | 40 |
| 2.8. | MODOS DE TRANSMISIÓN | 41 |
| 2.8.1. | SIMPLEX | 41 |
| 2.8.2. | HALF DÚPLEX | 41 |
| 2.8.3. | FULL-DUPLEX | 41 |
| 2.9. | SEGURIDAD DE LA RED INALÁMBRICA | 42 |
| 2.9.1. | MECANISMOS DE SEGURIDAD | 42 |
| 2.9.1.1. | Filtrado SSID | 42 |
| 2.9.1.2. | Filtrado MAC | 42 |
| 2.9.1.3. | Filtrado basado en Protocolos | 43 |
| 2.9.2. | PROTOCOLOS DE SEGURIDAD | 43 |
| 2.9.2.1. | WEP (Wired Equivalent Privacy) | 43 |
| 2.9.2.2. | WPA (Wi-Fi Protected Access) | 43 |
| 2.9.2.3. | WAP2 o IEEE 802.11i | 44 |
| 2.9.2.4. | OSA (Open System Authentication) | 44 |
| 2.9.2.5. | ACL (Access control List) | 45 |
| 2.9.2.6. | CNAC (Closed Network Access Control) | 45 |
| 2.9.3. | POLÍTICAS DE SEGURIDAD EN LA RED | 45 |
| 2.10. | SISTEMA DE ALIMENTACIÓN UPS | 45 |
| 2.10.1. | TIPOS DE UPS | 46 |
| 2.10.1.1. | Ups on-line | 46 |
| 2.10.1.2. | Sps off – line | 46 |
| 2.10.2. | COMPONENTES TÍPICOS DE LOS UPS | 46 |
| 2.10.2.1. | Rectificador | 47 |
| 2.10.2.2. | Batería | 47 |
| 2.10.2.3. | Inversor | 47 |
| 2.10.2.4. | Conmutador o by-pass | 47 |
| 2.11. | SITUACIÓN ACTUAL DEL GADMU | 48 |
| 2.11.1. | MISIÓN | 48 |
| 2.11.2. | VISIÓN | 48 |
| 2.11.3. | ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL | 49 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.11.4. | INFRAESTRUCTURA FÍSICA | 50 |
| 2.11.4.1. | Edificio Principal | 51 |
| 2.11.4.1.1. | Planta Baja | 52 |
| 2.11.4.1.2. | Primer Piso | 54 |
| 2.11.4.1.3. | Segundo Piso | 55 |
| 2.11.4.2. | Biblioteca | 56 |
| 2.11.4.3. | Mantenimiento | 57 |
| 2.11.4.4. | Plaza del Buen Vivir | 57 |
| 2.11.4.5. | Unidad de Desarrollo Social | 58 |
| 2.12. | METODOLOGÍA DE DISEÑO DE RED | 60 |
| 2.12.1. | LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN | 60 |
| 2.12.2. | ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN | 61 |
| 2.12.3. | DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED | 61 |
| 2.12.4. | DOCUMENTACIÓN DEL DISEÑO DE LA RED | 62 |
| 2.13. | REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA | 62 |
| CAPÍTULO III | | 64 |
| 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEO - VIGILANCIA | | 64 |
| 3.1. | INTRODUCCIÓN | 64 |
| 3.2. | SITUACIÓN ACTUAL DE LAS RED INALÁMBRICA DEL GADMU | 64 |
| 3.2.1. | TOPOLOGÍA DE RED INALÁMBRICA | 65 |
| 3.3. | ANÁLISIS DE SITE SURVEY | 66 |
| 3.3.1. | SITE SURVEY | 67 |
| 3.3.1.1. | Manual o Activo | 67 |
| 3.3.1.2. | Teórico | 67 |
| 3.3.2. | PASOS PARA REALIZAR EL SITE SURVEY | 67 |
| 3.4. | DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA INTERNA | 69 |
| 3.4.1. | SERVICIOS BRINDADOS POR LA RED | 70 |
| 3.4.2. | SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA | 70 |
| 3.4.3. | NÚMERO DE USUARIOS A SERVIR | 71 |
| 3.4.4. | TOPOLOGÍA DE RED INALÁMBRICA | 71 |
| 3.4.5. | FACTORES QUE INFLUYEN ANCHO DE BANDA | 71 |
| 3.4.5.1. | Número de cámaras | 72 |
| 3.4.5.2. | Sobrecarga por encapsulamiento | 72 |
| 3.4.5.3. | Resolución y métodos de compresión | 73 |
| 3.4.5.4. | Tamaño de cuadro de video real | 75 |
| 3.4.5.5. | Cuadros por segundo | 76 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 3.4.5.6. | Cálculo del ancho de banda _____ | 77 |
| 3.4.5.6.1. | Cálculo de número de tramas _____ | 77 |
| 3.4.5.6.2. | Cálculo de la sobrecarga por encapsulamiento total _____ | 77 |
| 3.4.5.6.3. | Cálculo de tamaño real de un cuadro de video _____ | 78 |
| 3.4.5.6.4. | Cálculo de ancho de banda generado por una cámara ip _____ | 78 |
| 3.4.6. | VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN _____ | 78 |
| 3.4.7. | MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN _____ | 80 |
| 3.4.8. | DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE RIESGO _____ | 82 |
| 3.4.9. | UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS _____ | 85 |
| 3.4.9.1. | AUTOCAD _____ | 85 |
| 3.4.9.2. | IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS _____ | 86 |
| 3.4.9.3. | Edificio Principal _____ | 87 |
| 3.4.9.3.1. | Planta baja _____ | 87 |
| 3.4.9.3.2. | Primer piso _____ | 88 |
| 3.4.9.3.3. | Segundo Piso _____ | 89 |
| 3.4.9.4. | Mantenimiento _____ | 91 |
| 3.4.9.5. | Unidad De Desarrollo Social _____ | 92 |
| 3.4.9.6. | Biblioteca _____ | 93 |
| 3.4.9.7. | Plaza Del Buen Vivir _____ | 95 |
| 3.4.10. | ÁREAS DE COBERTURA _____ | 96 |
| 3.4.11. | PRUEBAS DE CAMPO _____ | 97 |
| 3.4.12. | NUMERO DE ACCESS POINT _____ | 101 |
| 3.4.13. | ELECCIÓN DEL CANAL _____ | 104 |
| 3.4.14. | UBICACIÓN DE LOS ACCESS POINT _____ | 104 |
| 3.4.14.1. | Ubicación de APs en Edificio el Principal _____ | 105 |
| 3.4.14.1.1. | Cámaras y áreas con cobertura a los diferentes APs del Edificio Principal ____ | 108 |
| 3.4.14.2. | Ubicación de APs en la dependencia biblioteca _____ | 110 |
| 3.4.14.3. | Ubicación de APs en la Dependencia Mantenimiento _____ | 112 |
| 3.4.14.4. | Ubicación de APs en la Dependencia Plaza del Buen Vivir _____ | 113 |
| 3.4.14.5. | Ubicación de APs en la dependencia unidad de desarrollo social _____ | 114 |
| 3.4.15. | PLANEACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LAS DIRECCIONES IP _____ | 115 |
| 3.4.16. | IDENTIFICADORES DE RED SSID _____ | 115 |
| 3.4.17. | ADMINISTRACIÓN _____ | 116 |
| 3.5. | ENLACES ENTRE EDIFICIO Y DEPENDENCIAS _____ | 116 |
| 3.5.1. | SIMULACIÓN DE ENLACES INALÀMBRICOS CON RADIO MOBILE _____ | 116 |
| 3.5.1.1. | Biblioteca _____ | 118 |
| 3.5.1.2. | Plaza del buen Vivir _____ | 119 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 3.5.1.3. | Mantenimiento _____ | 119 |
| 3.5.1.4. | Unidad de Desarrollo Social _____ | 120 |
| 3.5.2. | CÁLCULO DEL RADIOENLACE _____ | 121 |
| 3.5.2.1. | Cálculo de la primera zona de Fresnel _____ | 122 |
| 3.5.2.1.1. | Biblioteca _____ | 123 |
| 3.5.2.1.2. | Plaza del Buen Vivir _____ | 123 |
| 3.5.2.1.3. | Mantenimiento _____ | 124 |
| 3.5.2.1.4. | Unidad de desarrollo Social _____ | 124 |
| 3.5.2.2. | Calculo de la zona de despeje _____ | 125 |
| 3.5.2.2.1. | Biblioteca _____ | 126 |
| 3.5.2.2.2. | Plaza del buen Vivir _____ | 126 |
| 3.5.2.2.3. | Mantenimiento _____ | 127 |
| 3.5.2.2.4. | Unidad de Desarrollo Social _____ | 127 |
| 3.5.2.3. | Cálculo del porcentaje de despeje _____ | 128 |
| 3.5.2.3.1. | Biblioteca _____ | 129 |
| 3.5.2.3.2. | Plaza del Buen Vivir _____ | 129 |
| 3.5.2.3.3. | Mantenimiento _____ | 129 |
| 3.5.2.3.4. | Unidad de Desarrollo Social _____ | 129 |
| 3.5.2.4. | Atenuación por espacio libre _____ | 130 |
| 3.5.2.4.1. | Biblioteca _____ | 131 |
| 3.5.2.4.2. | Plaza del Buen Vivir _____ | 131 |
| 3.5.2.4.3. | Mantenimiento _____ | 132 |
| 3.5.2.4.4. | Unidad de Desarrollo Social _____ | 132 |
| 3.5.2.5. | Potencia en recepción _____ | 134 |
| 3.5.2.5.1. | Biblioteca _____ | 134 |
| 3.5.2.5.2. | Plaza Buen Vivir _____ | 135 |
| 3.5.2.5.3. | Mantenimiento _____ | 136 |
| 3.5.2.5.4. | Unidad de desarrollo Social _____ | 136 |
| 3.5.2.6. | Margen de desvanecimiento _____ | 138 |
| 3.5.2.6.1. | Biblioteca _____ | 139 |
| 3.5.2.6.2. | Plaza del Buen vivir _____ | 139 |
| 3.5.2.6.3. | Mantenimiento _____ | 140 |
| 3.5.2.6.4. | Unidad de Desarrollo Social _____ | 141 |
| 3.5.2.7. | Confiabilidad del enlace _____ | 142 |
| 3.5.2.7.1. | Biblioteca _____ | 142 |
| 3.5.2.7.2. | Plaza del Buen Vivir _____ | 142 |
| 3.5.2.7.3. | Mantenimiento _____ | 143 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 3.5.2.7.4. | Unidad De Desarrollo Social | 143 |
| 3.5.2.8. | Indisponibilidad del enlace | 144 |
| 3.5.2.8.1. | Biblioteca | 144 |
| 3.5.1.8.3. | Plaza del Buen Vivir | 144 |
| 3.5.1.8.2. | Mantenimiento | 145 |
| 3.5.1.8.4. | Unidad de desarrollo Social | 145 |
| 3.6. | SEGURIDAD EN LA RED INALÁMBRICA | 146 |
| 3.6.1. | POLÍTICAS DE SEGURIDAD | 146 |
| 3.7. | SOFTWARE DE GESTIÓN DE CÁMARAS Y VIDEO | 147 |
| 3.7.1. | Zone Minder | 148 |
| 3.7.2. | Centos | 149 |
| 3.8. | DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR DE VIDEO | 150 |
| 3.8.1. | Cálculo de la capacidad de almacenamiento | 150 |
| 3.9. | DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO UPS | 153 |
| 3.9.1. | CALCULO DE CONSUMO DE POTENCIA DEL CPU | 153 |
| 3.9.2. | CALCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL DEL SISTEMA | 154 |
| 3.9.2.8. | Consumo de energía del Edificio Principal | 154 |
| 3.9.2.9. | Consumo de energía de la dependencia Mantenimiento | 155 |
| 3.9.2.10. | Consumo de energía de la dependencia Biblioteca | 155 |
| 3.9.2.11. | Consumo de energía de la dependencia Plaza del Buen Vivir | 156 |
| 3.9.2.12. | Consumo de energía de la dependencia Unidad De Desarrollo Social | 156 |
| 3.10. | PUESTA A TIERRA | 157 |
| 3.10.1. | VARILLA COPPERWELD. | 157 |
| 3.10.2. | CONECTORES COPPERWELD | 158 |
| 3.10.3. | GEL QUÍMICO PARA PREPARACIÓN DE TIERRA | 158 |
| 3.11. | INTERNET Y ACCESO REMOTO | 159 |
| 3.12. | ALIMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE VIDEO-VIGILANCIA | 159 |
| 3.12.1. | ALIMENTACIÓN DISTRIBUIDA | 159 |
| 3.12.2. | ALIMENTACIÓN CENTRALIZADA | 160 |
| 3.13. | DIRECCIONAMIENTO IP | 161 |
| 3.14. | DIAGRAMA DEL SISTEMA DE VIDEO-VIGILANCIA DISEÑADO | 166 |
| 3.15. | SELECCIÓN DE EQUIPOS | 168 |
| 3.15.1. | PARÁMETROS DE SELECCIÓN | 168 |
| 3.15.1.8. | Parámetros técnicos | 168 |
| 3.15.1.9. | Parámetros económicos | 169 |
| 3.15.2. | REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS | 170 |
| 3.13.2.1. | Requerimientos de equipos a emplearse en la Red Inalámbrica Interna | 170 |

| | |
|--|------------|
| 3.13.2.2. Requerimientos de equipos a emplearse en el radioenlace | 170 |
| 3.13.2.3. Requerimientos de cámaras a emplearse | 171 |
| 3.15.3. SELECCIÓN DE CÁMARAS IP | 171 |
| 3.13.3.1. Hikvision | 171 |
| 3.13.3.1.1. DS-2CD2032-I | 172 |
| 3.13.3.2. D-link | 173 |
| 3.13.3.2.1. DCS-2136L | 173 |
| 3.13.3.2.2. DCS-2330L | 174 |
| 3.13.3.3. Trendnet | 176 |
| 3.13.3.3.1. TV-IP7621C | 176 |
| 3.13.3.3.2. TV-IP8621C | 177 |
| 3.15.4. SELECCIÓN DE ACCES POINT INDOOR INALÁMBRICOS | 179 |
| 3.15.5. SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA RADIOENLACES | 180 |
| 3.15.6. SELECCIÓN DEL EQUIPO CPU DE ALMACENAMIENTO | 181 |
| 3.15.7. SELECCIÓN DE EQUIPO UPS | 182 |
| 3.15.7.1. Dependencias externas | 182 |
| 3.15.7.2. Edificio Principal | 184 |
| 3.16. MARCO LEGAL | 185 |
| 3.16.1. ENTIDADES DE REGULACIÓN DEL ESTADO | 185 |
| CAPÍTULO V | 186 |
| 4. ANÁLISIS DE COSTOS REFERENCIALES | 186 |
| 4.1. COSTOS DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES NECESARIOS | 186 |
| 4.1.1. COSTO DE EQUIPOS INTERNOS PARA EL SISTEMA DE VIDEO-VIGILANCIA | 186 |
| 4.1.2. COSTO DE EQUIPOS PARA LOS ENLACES INALÁMBRICOS | 187 |
| 4.1.3. COSTO DE MATERIAL DE RED | 188 |
| 4.1.4. COSTO DE MATERIAL ELÉCTRICO | 189 |
| 4.1.5. COSTO DE MANO DE OBRA | 189 |
| 4.2. DETERMINACIÓN DE COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA | 190 |
| 4.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS | 190 |
| 4.2.2. CALCULO COSTO/BENEFICIO | 191 |
| 4.2.3. PERIODO DE DEVENGACIÓN | 191 |
| 4.3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 193 |
| 4.3.1. DIRECTOS | 193 |
| 4.3.2. INDIRECTOS | 193 |
| CAPÍTULO VI | 194 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 194 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.2. | CONCLUSIONES | 194 |
| 5.3. | RECOMENDACIONES | 196 |
| 6. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 198 |
| | ANEXO A: MANUAL DE INSTALACIÓN Y USO DE IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS | 1 |
| | ANEXO B: UBICACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE CÁMARAS EN LAS INSTALACIONES DEL GADMU | 8 |
| | EDIFICIO PRINCIPAL | 8 |
| | MANTENIMIENTO | 14 |
| | UNIDAD DE DESARROLLO SOCIAL "EUGENIO ESPEJO" | 15 |
| | BIBLIOTECA | 17 |
| | PLAZA DEL BUEN VIVIR | 19 |
| | ANEXO C: MANUAL DE INSTALACIÓN Y USO DE WI-FI ANALYZER | 21 |
| | ANEXO D: MANUAL DE INSTALACIÓN Y USO DE EKAHAU HEAT MAPPER | 25 |
| | ANEXO E: MANUAL INSTALACIÓN Y USO RADIO MOBILE | 31 |
| | ANEXO F: MANUAL DE USO E INSTALACIÓN DE ZONEMINDER | 35 |
| | ANEXO G: MANUAL DE USO E INSTALACIÓN CENTOS | 38 |
| | ANEXO H: REGLAMENTO PARA OTORGAR CONCESIONES DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES | 42 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Elementos de la Cámara _____ | 11 |
| Figura 2. Plataforma basada en Servidor PC _____ | 15 |
| Figura 3. Plataforma Basada en NVR _____ | 16 |
| Figura 4. Equipo para la visualización de Cámaras. _____ | 18 |
| Figura 5. Formato de Trama 802.11ac _____ | 26 |
| Figura 6: Aceleración de 802.11ac con respecto a 802.11n _____ | 28 |
| Figura 7. NIC inalámbrica _____ | 30 |
| Figura 8. Tipos de radiación del espectro electromagnético _____ | 31 |
| Figura 9. Reflexión y Refracción de un haz de Luz _____ | 34 |
| Figura 10. Tipos de antenas de Telecomunicaciones _____ | 36 |
| Figura 11. Ejemplo de enlaces inalámbricos _____ | 39 |
| Figura 12. Enlaces Punto- Punto _____ | 40 |
| Figura 13. Enlaces Punto-Multipunto _____ | 40 |
| Figura 14. Organigrama Institucional GADMU _____ | 49 |
| Figura 15. Croquis de las Dependencias del GADMU y sus Dependencias _____ | 51 |
| Figura 16. Edificio principal del GADMU _____ | 51 |
| Figura 17. Bodega, Transporte y Mantenimiento _____ | 53 |
| Figura 18. Entradas del GADMU con acceso a los departamentos mencionados anteriormente. _____ | 53 |
| Figura 19. Área de Salón Máximo y Área Administrativa _____ | 55 |
| Figura 20. Área de la Alcaldía _____ | 55 |
| Figura 21. Departamento Cultural e Identidad _____ | 56 |
| Figura 22. Mecánica _____ | 57 |
| Figura 23. Plaza del Buen Vivir _____ | 58 |
| Figura 24. Unidad de Desarrollo Social _____ | 59 |
| Figura 25. Topología de la Red Inalámbrica del GADMU _____ | 66 |
| Figura 26: Plano del Edificio Principal Planta Baja _____ | 87 |
| Figura 27: Ubicación de cámaras IP en del Edificio Principal Planta Baja _____ | 88 |
| Figura 28: Plano del Edificio Principal Primer Piso _____ | 88 |
| Figura 29: Ubicación de cámaras IP en del Edificio Principal Primer Piso _____ | 89 |
| Figura 30: Plano del Edificio Principal Segundo Piso _____ | 90 |
| Figura 31: Ubicación de cámaras IP en del Edificio Principal Segundo Piso _____ | 90 |
| Figura 32: Plano de la dependencia Mantenimiento _____ | 91 |
| Figura 33: Ubicación de cámaras IP en la dependencia Mantenimiento _____ | 92 |
| Figura 34: Plano de la dependencia Unidad de Desarrollo Social _____ | 92 |
| Figura 35: Ubicación de cámaras IP en la dependencia Unidad de Desarrollo Social _____ | 93 |
| Figura 36: Plano de la dependencia Biblioteca _____ | 94 |

| | |
|--|-----|
| Figura 37: Ubicación de cámaras IP en la dependencia Biblioteca | 94 |
| Figura 38: Plano de la dependencia Plaza del Buen Vivir | 95 |
| Figura 39: Ubicación de cámaras IP en la dependencia Plaza del Buen Vivir | 96 |
| Figura 40: Logo WIFI ANALYZER | 97 |
| Figura 41: Redes Inalámbricas detectadas en el Edificio Principal | 98 |
| Figura 42: Redes Inalámbricas detectadas en la Biblioteca | 98 |
| Figura 43: Redes Inalámbricas detectadas en el Taller de Mantenimiento. | 99 |
| Figura 44: Redes Inalámbricas detectadas en el Plaza del Buen Vivir | 100 |
| Figura 45: Redes Inalámbricas detectadas en la Unidad de Desarrollo Social "Eugenio Espejo" | 100 |
| Figura 46: Logo EKAHAU HEAT MAPPER | 105 |
| Figura 47: Nivel De señal de Ekahau Heat Mapper | 105 |
| Figura 48: Ubicación de APs Planta Baja | 106 |
| Figura 49: Ubicación de AP primer piso | 106 |
| Figura 50: Áreas de cobertura del AP_EP1 para el Edificio Principal | 107 |
| Figura 51: Áreas de cobertura del AP_EP2 para el Edificio Principal | 107 |
| Figura 52: Áreas de cobertura del AP_EP3 para el Edificio Principal | 108 |
| Figura 53: Ubicación del AP de la dependencia Biblioteca | 111 |
| Figura 54: Áreas de cobertura del AP_B1 | 111 |
| Figura 55: Ubicación del AP de la Dependencia Mecánica | 112 |
| Figura 56: Áreas de cobertura del AP para la dependencia Mecánica | 112 |
| Figura 57: Ubicación del AP de la Dependencia Plaza del buen Vivir | 113 |
| Figura 58: Áreas de cobertura del AP para la dependencia Plaza del Buen Vivir | 113 |
| Figura 59: Ubicación del AP de la dependencia Unidad de Desarrollo Social | 114 |
| Figura 60: Áreas de cobertura del AP para la dependencia Unidad de Desarrollo Social | 114 |
| Figura 61: Ubicación de APs externos en Radio Mobile | 117 |
| Figura 62: Factibilidad de enlaces con Radio Mobile | 118 |
| Figura 63: AP_ENLACE AL AP_BIBL, factibilidad y línea de vista | 118 |
| Figura 64: AP_ENLACE AL AP_PLAZ, factibilidad y línea de vista | 119 |
| Figura 65: AP_ENLACE AL AP MANT, factibilidad y línea de vista | 120 |
| Figura 66: AP_ENLACE AL AP UNIT, factibilidad y línea de vista | 120 |
| Figura 67: Datos Primera Zona de Fresnel Biblioteca | 123 |
| Figura 68: Datos Primera Zona de Fresnel Plaza Buen Vivir | 123 |
| Figura 69: Datos Primera Zona de Fresnel Mantenimiento | 124 |
| Figura 70: Datos Primera Zona de Fresnel Unidad de Desarrollo Social | 124 |
| Figura 71: Datos Altura de Despeje Biblioteca | 126 |
| Figura 72: Datos Altura de Despeje Plaza buen Vivir | 127 |
| Figura 73: Datos Altura de Despeje Mantenimiento | 127 |

| | |
|--|-----|
| Figura 74: Datos Altura de Despeje Unidad de Desarrollo Social | 128 |
| Figura 75: Atenuación por espacio libre Biblioteca Radio Mobile | 131 |
| Figura 76: Atenuación por espacio libre Plaza Buen Vivir Radio Mobile | 132 |
| Figura 77: Atenuación por espacio libre Mantenimiento Radio Mobile | 132 |
| Figura 78: Atenuación por espacio libre Unidad Desarrollo S. Radio Mobile | 133 |
| Figura 79: Potencia en Recepción Biblioteca Radio Mobile | 135 |
| Figura 80: Potencia en Recepción Plaza Buen Vivir Radio Mobile | 135 |
| Figura 81: Potencia en Recepción Mantenimiento Radio Mobile | 136 |
| Figura 82: Potencia en Recepción Biblioteca Radio Mobile | 137 |
| Figura 83: Margen de desvanecimiento Biblioteca Radio Mobile | 139 |
| Figura 84: Margen de desvanecimiento Plaza Buen Vivir Radio Mobile | 140 |
| Figura 85: Margen de desvanecimiento Mantenimiento Radio Mobile | 140 |
| Figura 86: Margen de desvanecimiento Unidad Desarrollo S. Radio Mobile | 141 |
| Figura 87: Logo del software ZoneMinder | 148 |
| Figura 88: Elementos del sistema de Puesta a Tierra | 158 |
| Figura 89: Alimentación Distribuida | 160 |
| Figura 90: Alimentación Centralizada | 160 |
| Figura 91: Alimentación Centralizada tipo Bus | 161 |
| Figura 92: Topología de Red a Diseñarse | 162 |
| Figura 93: Direccionamiento ip dentro de la topología | 166 |
| Figura 94: Diagrama del Sistema de Video Vigilancia | 167 |
| Figura 95: Cámara IP DS-2CD2023-I | 172 |
| Figura 96: Cámara IP DSC-2135L | 173 |
| Figura 97: Cámara IP DSC-2330L | 175 |
| Figura 98: Cámara IP TV-IP7621C | 176 |
| Figura 99: Cámara IP TV-IP8621C | 177 |
| | |
| Anexo A 1: Logo IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOLLS | 1 |
| Anexo A 2: Selección de Idioma | 1 |
| Anexo A 3: Pantalla de Bienvenida IP Video System Design Tools | 2 |
| Anexo A 4: Acuerdos de licencia | 2 |
| Anexo A 5: Selección de carpeta de instalación | 3 |
| Anexo A 6: Pantalla de instalación Final | 3 |
| Anexo A 7: Finalización de la instalación | 4 |
| Anexo A 8: Entorno de IP Video System Design Tool | 4 |
| Anexo A 9: Cinta de opciones de Cámara | 5 |
| Anexo A 10: Cinta de Opciones de Campo de Visión | 6 |

| | |
|---|----|
| Anexo A 11: Cinta de visualización de características de cámaras | 6 |
| Anexo A 12: Área de Dibujo | 7 |
| Anexo B 1: Visita 3D de Planta Baja del Edificio Principal del GADMU | 8 |
| Anexo B 2: Vista cámaras IP colocadas en la Planta Baja del Edificio Principal del GADMU | 9 |
| Anexo B 3 : Configuraciones Técnicas de las cámaras de la Planta Baja | 10 |
| Anexo B 4: Visita 3D del Primer Piso del Edificio Principal del GADMU | 10 |
| Anexo B 5: Vista cámaras IP uno del primer piso del Edificio Principal del GADMU | 11 |
| Anexo B 6: Configuraciones Técnicas de las cámaras del primer piso | 12 |
| Anexo B 7: Visita 3D del Segundo Piso del Edificio Principal del GADMU | 12 |
| Anexo B 8: Vista cámaras IP uno del Segundo piso del Edificio Principal del GADMU | 13 |
| Anexo B 9: Configuraciones Técnicas de las cámaras del Segundo piso | 13 |
| Anexo B 10: Visita 3D de Dependencia Mantenimiento..... | 14 |
| Anexo B 11: Vista de las cámaras IP en la dependencia Mantenimiento | 14 |
| Anexo B 12 Configuraciones Técnicas de las cámaras de la dependencia Mantenimiento | 15 |
| Anexo B 13: Visita 3D de Dependencia Unidad de Desarrollo Social | 15 |
| Anexo B 14: Vista cámaras IP en la dependencia Unidad de Desarrollo Social..... | 16 |
| Anexo B 15: Configuraciones Técnicas de las cámaras de la dependencia Unidad de Desarrollo Social..... | 17 |
| Anexo B 16: Visita 3D de Dependencia Biblioteca..... | 17 |
| Anexo B 17: Vista cámaras IP dos en la dependencia Biblioteca | 18 |
| Anexo B 18: Configuraciones Técnicas de las cámaras de la dependencia Biblioteca | 18 |
| Anexo B 19: Visita 3D de Dependencia Plaza del Buen Vivir | 19 |
| Anexo B 20: Vista cámaras IP en la dependencia Plaza del Buen Vivir | 19 |
| Anexo B 21: Configuraciones Técnicas de las cámaras de la dependencia Plaza del Buen Vivir..... | 20 |
| Anexo C 1: WIFI-ANALYZER puntuación de canales | 22 |
| Anexo C 2: WI-FI ANALYZER medidor de señal..... | 23 |
| Anexo C 3: WIFI- ANALYZER lista de APs | 23 |
| Anexo C 4: WI-FI ANALYZER gráfica de tiempo | 24 |
| Anexo C 5: WI-FI ANALYZER gráfica de canales | 24 |
| Anexo D 1: Logo Ekahau Heat Mapper | 25 |
| Anexo D 2: Bienvenida a la instalación de EKAHAU HEAT MAPPER..... | 25 |
| Anexo D 3: Términos de Licencia de Ekahau Heat Mapper..... | 26 |
| Anexo D 4: Carpeta de Instalación del Programa | 26 |
| Anexo D 5: Proceso de finalización de instalación | 27 |
| Anexo D 6: Ventana de herramientas | 27 |
| Anexo D 7: Área de Trabajo de Ekahau Heat Mapper | 28 |

| | |
|---|----|
| Anexo D 8: <i>Ventana de Ayuda Ekahau Heat Mapper</i> | 28 |
| Anexo D 9: <i>Pantalla de inicio de Programa</i> | 29 |
| Anexo D 10: <i>Selección del plano en la carpeta</i> | 29 |
| Anexo D 11: <i>Área de trabajo lista para comenzar a visualizar la cobertura</i> | 30 |
| | |
| Anexo G 1: <i>Pantalla de bienvenida</i> | 38 |
| Anexo G 2: <i>Compatibilidad de Tarjeta de Vídeo</i> | 38 |
| Anexo G 3: <i>Selección de Idioma</i> | 39 |
| Anexo G 4: <i>Selección de Tipo de Teclado</i> | 39 |
| Anexo G 5: <i>Confirmación de Discos duros eliminados</i> | 40 |
| Anexo G 6: <i>Configuración de IP</i> | 40 |
| Anexo G 7: <i>Selección de Zona Horaria</i> | 41 |
| Anexo G 8: <i>Finalización de Instalación</i> | 41 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Comparación de estándares 802.11 | 29 |
| Tabla 2. Departamentos de la planta baja del edificio principal del GADMU | 52 |
| Tabla 3. Departamentos de la planta baja del edificio principal del GADMU | 54 |
| Tabla 4. Departamentos de la planta baja del edificio principal del GADMU | 56 |
| Tabla 5. Características principales del estándar IEEE 802.11ac | 70 |
| Tabla 6. Resumen de la Trama 802.11ac | 72 |
| Tabla 7. Tamaño de cuadro para compresión MJPEG..... | 73 |
| Tabla 8. Tamaño de Cuadro para Compresión MJPEG4..... | 74 |
| Tabla 9. Tamaño de Cuadro para Compresión H.264. | 74 |
| Tabla 10. Resumen de la Capacidad Total de transmisión inalámbrica en cada dependencia | 80 |
| Tabla 11. Grado de Atenuación Generado por Obstáculos Comunes | 81 |
| Tabla 12. Atenuación de la señal a través de objetos comunes. | 82 |
| Tabla 13. Determinación de Zonas de Riesgo y Número de Cámaras..... | 83 |
| Tabla 14. Resumen de Dependencias y total de cámaras necesarias para cada una de ellas | 85 |
| Tabla 15: Áreas de las Dependencias del GADMU a cubrir | 96 |
| Tabla 16: Características principales de las señales detectadas en cada dependencia del GADMU | 101 |
| Tabla 17: Resultados de números de APs..... | 103 |
| Tabla 18: Áreas y cámaras con cobertura del AP_EP1 | 109 |
| Tabla 19: Áreas y cámaras con cobertura del AP_EP2 | 109 |
| Tabla 20: Áreas y cámaras con cobertura del AP_EP3..... | 110 |
| Tabla 21: Identificadores de red SSID..... | 115 |
| Tabla 22: coordenadas de dependencias con Google Earth..... | 117 |
| Tabla 23: Datos para el cálculo del radio enlace | 121 |
| Tabla 24: Resultados de Cálculos de la Primera Zona de Fresnel..... | 125 |
| Tabla 25: Resultados del Cálculo de la Zona de Despeje..... | 128 |
| Tabla 26: Resultados del Cálculo de Porcentaje de Despeje | 130 |
| Tabla 27: Resultados del Cálculo de Atenuación por espacio libre | 133 |
| Tabla 28: Resultados del Cálculo de Potencia de Recepción | 137 |
| Tabla 29: Resultados del Cálculo de Margen de desvanecimiento | 141 |
| Tabla 30: Resultados del Cálculo de Confiabilidad del Enlace..... | 143 |
| Tabla 31: Resultados del Cálculo de Indisponibilidad del Enlace | 145 |
| Tabla 32: Requerimientos ZoneMinder | 148 |
| Tabla 33: Requisitos para Centos | 149 |
| Tabla 34: Requerimiento del Servidor de Video | 150 |
| Tabla 35: Consumo de potencia de la CPU..... | 153 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 36: Consumo de potencia del Edificio Principal | 154 |
| Tabla 37: Consumo de potencia de la dependencia Mantenimeinto | 155 |
| Tabla 38: Consumo de potencia de la Biblioteca..... | 155 |
| Tabla 39: Consumo de potencia de la Plaza del Buen Vivir | 156 |
| Tabla 40: Consumo de potencia de la Unidad de Desarrollo Social | 156 |
| Tabla 41: Parámetros de Varillas Copperweld | 157 |
| Tabla 42: Subredes y número de host, para cada una de ellas | 162 |
| Tabla 43: Direccionamiento IP | 165 |
| Tabla 44: Requerimientos de equipos a emplearse en la red Inalámbrica Interna | 170 |
| Tabla 45: Parámetros Mínimos de los equipos a Emplearse..... | 170 |
| Tabla 46: Requerimientos de cámaras a emplearse | 171 |
| Tabla 47: características de la Cámara DS-2CD2023-I..... | 172 |
| Tabla 48: características de la Cámara DS-2CD2023-I | 174 |
| Tabla 49: características de la Cámara DS-2CD2023-I..... | 175 |
| Tabla 50: Características de la Cámara DS-2CD2023-I..... | 176 |
| Tabla 51: Características de la Cámara DS-2CD2023-I..... | 178 |
| Tabla 52: Características de AP Internos..... | 179 |
| Tabla 53: Características de AP Internos..... | 180 |
| Tabla 54: Parámetros de selección de Equipo CPU de Almacenamiento | 182 |
| Tabla 55: Tiempos de respaldo de UPS APC SMX750I, 500W-750VA..... | 183 |
| Tabla 56: Resumen de Potencias en cada dependencia externa..... | 183 |
| Tabla 57: Potencias y tiempos de respaldo de energía para las dependencias Externas..... | 183 |
| Tabla 58: Tiempos de respaldo de UPS APC Smart-UPS, RT, 6000VA/4200W | 184 |
| Tabla 59: Potencia y tiempo de respaldo de energía para el edificio principal | 184 |
| Tabla 60: Equipos de Reúso para el Sistema | 186 |
| Tabla 61: Costo de Equipos Internos para el sistema de video- vigilancia | 187 |
| Tabla 62: Costo de equipos para los enlaces inalámbricos | 187 |
| Tabla 63: Costo de materiales de red..... | 188 |
| Tabla 64: Costo de material eléctrico..... | 189 |
| Tabla 65: Costo de mano de Obra..... | 189 |
| Tabla 66: Costos total del sistema de video-vigilancia..... | 190 |
| Tabla 67: Periodo de recuperación..... | 192 |
| Tabla 68: Formularios para la legalización de los enlaces | 42 |

INDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|-----|
| <i>Ecuación 1. Fórmula de tamaño de cuadro de Video Real</i> | 75 |
| <i>Ecuación 2. Fórmula para Calcular la Sobrecarga Total</i> | 75 |
| <i>Ecuación 3. Fórmula para calcular en número de tramas</i> | 75 |
| <i>Ecuación 4. Fórmula para calcular el Ancho de banda de una cámara</i> | 76 |
| <i>Ecuación 5. Fórmula para el cálculo de Ancho de Banda Total de Cámaras</i> | 76 |
| <i>Ecuación 6. Fórmula para determinar la capacidad de canal inalámbrico</i> | 79 |
| <i>Ecuación 7: Fórmula para calcular la cantidad de Access Point necesarios</i> | 101 |
| <i>Ecuación 8. Fórmula para calcular la Utilización de la red inalámbrica</i> | 102 |
| <i>Ecuación 9: Fórmula para el cálculo de la Primera Zona de Fresnel</i> | 122 |
| <i>Ecuación 10: Fórmula para el cálculo de la Zona de Despeje</i> | 125 |
| <i>Ecuación 11: Fórmula para Cálculo de Porcentaje de Despeje</i> | 128 |
| <i>Ecuación 12: Fórmula para el cálculo de Atenuación por espacio libre</i> | 130 |
| <i>Ecuación 13: Fórmula para el Cálculo de Potencia en Recepción</i> | 134 |
| <i>Ecuación 14: Fórmula para Cálculo de Margen de Desvanecimiento</i> | 138 |
| <i>Ecuación 15: Fórmula para Cálculo de Confiabilidad del Enlace</i> | 142 |
| <i>Ecuación 16: Fórmula para calcular la Indisponibilidad del Enlace</i> | 144 |
| <i>Ecuación 17: Fórmula para calcular la indisponibilidad del enlace minutos/año</i> | 144 |
| <i>Ecuación 18: Fórmula para determinar la Potencia Total</i> | 153 |
| <i>Ecuación 19: Formula para determinar número de host</i> | 163 |
| <i>Ecuación 20: Cálculo del Beneficio/Costo</i> | 191 |
| <i>Ecuación 21: Período de recuperación de la inversión</i> | 192 |

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar un sistema de video - vigilancia IP, sobre redes inalámbricas basadas en el estándar IEEE 802.11ac para tener seguridad de equipos y proteger áreas de mayor riesgo de vulnerabilidades del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Miguel de Urququí. Para diseñar el proyecto se determinó equipos de red inalámbrica interna, equipos para enlaces inalámbricos, materiales de red, materiales eléctricos, equipos de respaldo de energía puesta a tierra, entre otros; todos estos componentes juntos permiten que el proyecto mencionado funcione adecuadamente. Se usaron varios softwares, los cuales facilitaron el diseño, entre los programas usados se tiene: autocad para el diseño de planos tanto del edificio principal como de las dependencias externas, Analyzer WI-FI, para determinar interferencias de redes, IP Video System Design Tool, para el diseño y ubicación de cámaras dentro de los planos, Ekahau Heat Mapper, para ver los niveles de cobertura de la red inalámbrica. En el análisis referencial costo beneficio, se determinó un período de recuperación de 7 meses y 15 días aproximadamente y finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones, basadas en todos los inconvenientes y progresos dentro del desarrollo del proyecto.

ABSTRACT

This research aims to design an IP video surveillance system, based on IEEE 802.11ac standard equipment for security to protect high risk areas of vulnerability of the “San Miguel de Urcuqui” Municipal Government wireless networks. The current project is covering more than cameras connected to a server, it is important to determine internal wireless network equipment, wireless links devices, network materials, electrical equipment, backup power equipment grounding, among others; all these components together allow that the mentioned project works better. There are several softwares, which let to have a suitable design, among the used programs, they have autocad for designing plans, Analyzer WI-FI to determine interference networking, IP Video System Design Tool for the architectural plans and location of cameras, Ekahau Heat Mapper, for levels of wireless network coverage. When a project is designed, it should be considered the cost / benefit factor of the project, although a project could be viable, but when there are not enough financial and human resources, the project can fail. In the benchmark cost-benefit analysis, a recovery period of 7 months and 15 days is determined finally, conclusions and recommendations based on all the problems and progress in the development of the project are presented.

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES

1.1. PROBLEMA

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón San Miguel de Urcuquí (GADMU), ubicado en la provincia de Imbabura, lleva la vigilancia de sus dependencias de una manera desactualizada y deficiente debido al desconocimiento de los sistemas actuales. El GADMU cuenta con equipos de: cómputo, maquinaria didáctica, bienes y equipos tecnológicos; muchos de ellos de alto valor económico y delicado, distribuidos entre algunos departamentos como: El edificio principal, biblioteca, mecánica, plaza del buen vivir, concejo cantonal, junta cantonal, Unidad de desarrollo social (patronato, farmacia, médico) y salas del adulto mayor, en los cuales ya han existido vulnerabilidad dando lugar a la delincuencia.

La vigilancia en la instalación principal cuenta con dos guardias y en las demás dependencias únicamente una persona que labora en las mismas y se encarga de su control y por estar alejadas y sin cámaras de vigilancia, son poco supervisadas desde el departamento principal. En el edificio principal, los guardias supervisan el ingreso y salida de personas, más no controlan las actividades de sus trabajadores, realizando así prolongadas jornadas de vigilancia y su baja monitorización de las instalaciones no permite identificar a los posibles autores de un robo o de un comportamiento indebido; pues no se cuenta con evidencias mediante medios digitales de almacenamiento, lo cual provoca una demora en la obtención de información y una toma de decisiones tardías por falta de evidencias. La baja explotación del desarrollo tecnológico hace que se cuente con un limitado acceso remoto a las instalaciones interna y externas del lugar y no se explota todos los beneficios que nos brinda la tecnología.

Es necesario diseñar un sistema de video vigilancia IP en tiempo real y con el debido almacenamiento sobre una red adecuada para la transmisión de video desde sus dependencias a el edificio principal aplicando criterios de seguridad, para tener un mejor control, visualización y recopilar imágenes o sucesos que acontecieron en la Institución, evitando así que sus equipos electrónicos, industriales y personal humano se vean expuestos a posibles riesgos como: inseguridad del personal que trabaja ahí, hurto de equipos y maquinaria que pertenecen al establecimiento; permitiendo verificar el control adecuado en cualquier momento y desde cualquier parte con solo una conexión a internet.

La vigilancia en el GADMU es deficiente, cuenta con varias vulnerabilidades que facilitan la sustracción indebida de bienes, equipamiento tecnológico, entre otros; por lo que se desea contar con un sistema de video vigilancia IP y de esta manera poder supervisar a estos lugares de manera apropiada y poder mejorar estos problemas que se han venido dando con el pasar de los años.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de video - vigilancia IP, sobre redes inalámbricas basadas en el estándar 802.11ac para tener un control continuo, seguridad de equipos y proteger áreas de mayor riesgo de vulnerabilidades con una tecnología adecuada.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Fundamentar teóricamente los temas relacionados al tema propuesto y soluciones existentes para mejor comprensión al diseñar el sistema.

- ✚ Establecer la situación actual de la infraestructura de red y las áreas vulnerables de la Institución mediante un análisis físico, para poder establecer los requerimientos para diseñar el sistema.

- ✚ Determinar los componentes del sistema de video vigilancia IP e infraestructura de red para elaborar lista de dispositivos necesarios.

- ✚ Diseñar los enlaces inalámbricos entre el edificio principal y las dependencias del GADMU, calculando ancho de banda y potencia para cada radio enlace para la transmisión adecuada de video.

- ✚ Diseñar Sistema de Video Vigilancia IP en base a las áreas vulnerables detectadas en las dependencias del GADMU aplicando las tecnologías adecuadas para su correcto funcionamiento.

- ✚ Determinar los resultados y analizar el Costo-Beneficio que tendrá el proyecto para una implementación en un futuro.

1.3. ALCANCE

En este proyecto se realizará una investigación teórica sobre el tema propuesto como: los distintos tipos de video vigilancia, estándar 802.11ac, entre otros; logrando así contar con información primordial que ayudará enfocarse de mejor manera al diseño que se va a realizar.

El GADMU está conformado por: El edificio principal, el cual cuenta con 3 plantas, biblioteca, mecánica, plaza del buen vivir, concejo cantonal, junta cantonal, Unidad de desarrollo social (patronato, farmacia, médico) y salas del adulto mayor. Por esta razón se realizará un análisis de la situación actual de cada dependencia tomando en cuenta parámetros como: localización, distancia entre edificio principal y las dependencias para el diseño de los enlaces inalámbricos y las áreas vulnerables de cada dependencia, para establecer requerimientos que serán de gran ayuda para diseño del sistema de video – vigilancia.

Se realizará una descripción de los componentes que integran un sistema de video vigilancia IP. Para los componentes de infraestructura de red se buscará: especificaciones de equipos, antenas, radios, entre otros. Y para los elementos del sistema de video vigilancia IP: elementos reproductores de imágenes, elementos de almacenamiento, componentes y accesorios de la cámara de video, software de gestión de cámaras y sistema de alimentación (UPS).

Para el desarrollo de este proyecto se necesitará de un software diseñador de: enlaces inalámbricos, video - vigilancia IP y un software para la administración de video. Se realizará un bosquejo de la red de video vigilancia IP tomando en cuenta la situación geográfica de las dependencias, se realizará el cálculo de ancho de banda que debe soportar la red para la transmisión de video. Se diseñará los radioenlaces punto - multipunto con un software que permita realizar dichos enlaces, además se usará Google Earth pues nos ayudará a encontrar las posiciones aproximadas de los lugares donde se requieren, en este caso desde el edificio principal donde se encuentra el cuarto de equipos hasta las demás

dependencias que están más alejadas, tomando en cuenta parámetros como la potencia de los equipos para su funcionamiento.

Para el diseño del sistema de video vigilancia se ayudará de un software uno de ellos es IP Video Desing Tool que con ayuda de Autocad permitirá cargar los mapas de cada dependencia para: ubicar las cámaras de seguridad, encontrar los ángulos focales del objetivo, detectar zonas muertas, determinar espacio de almacenamiento, entre otros. Además se va a dimensionar: la cantidad de cámaras, determinar un software de gestión de cámaras y video adecuado, dimensionamiento del servidor de video, dimensionamiento de UPS, internet, acceso local y remoto, además se seleccionará los equipos en base a la comparación de parámetros necesarios de 3 marcas destacadas en el mercado.

Un aspecto importante del sistema de videovigilancia IP es la gestión de video para la visualización, grabación, reproducción y almacenamiento, actualmente existen varios sistemas de gestión que cubren varios sistemas operativos, por lo que en el diseño se elegirá el más adecuado.

La plataforma de hardware cubre 2 tipos diferentes: Plataformas de servidor PC formada por una o más PCs que ejecutan un programa de software de gestión de video y Plataforma NVR que es un hardware patentado con software de gestión de video pre-instalado, se especificará el funcionamiento de los dos y se elegirá el más adecuado

Para la plataforma de software se buscará adecuadamente una plataforma que permita la visualización de imagen, entre ellos están el software propietario de las cámaras y un software general que facilitará el uso de cámaras de diferente marca en el caso de ser necesario.

Además se realizará un análisis para determinar los costos referenciales de los equipos y recursos necesarios para su implementación en un futuro y determinará el beneficio que obtendremos al desarrollar este proyecto.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad a nivel nacional, la seguridad física y la vigilancia ha aumentado en gran medida con la ayuda tecnológica, como es el uso de sistemas de seguridad usando tecnología IP. El gobierno presente ha implementado programas para el mejoramiento de la seguridad ciudadana, entre ellos se encuentra “EL PLAN DE SEGURIDAD INTEGRAL”, “PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR”, los cuales están enfocados al bienestar del ser humano por lo que este proyecto se encauza a estos programas; sin dejar de lado que el proyecto se enfoca en fomentar el desarrollo social e innovación tecnológica siendo parte fundamental de la misión de la Universidad Técnica del Norte.

El Diseño de un Sistema de Videovigilancia IP sobre una red inalámbrica basado en el estándar IEEE 802.11ac para las dependencias del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Urcuquí, permitirá, supervisar y proteger, de forma local y remota su instalación principal e instalaciones externas, con lo cual se podrá evitar delitos y detectar a los autores de acciones ilícitas cometidas o de un comportamiento indebido. Además al llevar un control en tiempo real tan solo con una conexión a internet, se puede garantizar un trabajo eficiente de sus empleados.

Este sistema también monitoreará las diferentes oficinas, especialmente las de atención al público, permitiendo una correcta ejecución de funciones, horarios y hábitos, ayudando a mejorar el rendimiento del personal y por ende de la institución. La video vigilancia IP ha creado una aplicación de seguridad que va más allá que cualquiera de las tecnologías disponibles, siendo altamente escalable y proporcionando alto grado de funcionalidad, pues proporciona observación las 24 horas del día de todos los sitios que se vean vulnerables a la inseguridad.

Además con este trabajo se busca plasmar los conocimientos adquiridos durante la carrera, y desarrollar nuevos conocimientos que permitan obtener una formación profesional de alta calidad, para desarrollar el diseño e implementación de la red inalámbrica de datos y video vigilancia. Es importante resaltar que la investigación tiene factibilidad de llevarse a cabo ya que se disponen de: recursos que están al

alcance de nuestras manos, también existen bibliografía suficiente lo cual permitirá el mejor desarrollo de este proyecto de investigación.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detallará los conceptos, características, elementos y su funcionamiento que conlleva un sistema de video-vigilancia y las redes inalámbricas.

Se describirá los sistemas de video-vigilancia, los tipos de sistemas existentes, video digital, medios de transmisión, sistemas de gestión de video, redes inalámbricas bajo el estándar 802.11ac, componentes de la estructura de red, sistemas de respaldo de energía, entre otros.

2.1. SISTEMAS DE VIGILANCIA

Un sistema de video-vigilancia es un conjunto de elementos que interactúan entre sí. “El video-vigilancia consiste en instalar cámaras de video sobre una red, las cuales graban y se almacena sobre un grabador digital o mirar en tiempo real desde un monitor central” (García, s.f, pág. 11).

Los sistemas de video-vigilancia son muy sencillos de usar, ya que se asemejan a un video doméstico. Un buen sistema debe disponer de una buena calidad de imágenes diurnas como nocturnas, flexibilidad y poder grabar evidencias y obtener pruebas en incidentes suscitados.

2.1.1. SISTEMA DE CCTV

“Un Circuito Cerrado de Televisión, también conocido como CCTV (Closed Circuit Television), es una tecnología que permite visualizar diversos ambientes para su vigilancia” (García, s.f, pág. 12). Su nombre se debe a que la emisión de las imágenes proporcionadas por el sistema se limita a cierta cantidad de espectadores lo que es totalmente diferente a lo que sucede en la televisión tradicional.

2.1.2. ELEMENTOS DE LA CÁMARA

“Existen una serie de elementos de la cámara que repercuten en la calidad de la imagen y el campo de visión; por lo tanto es importante que se comprenda a la hora de elegir una cámara de red” (García, s.f, pág. 18).

Las cámaras constan de 4 elementos, los cuales son:

- **Lente u Objeto:** es un elemento de vidrio u otro material transparente capaz de dispersar y reunir en un foco los rayos luminosos.
- **Filtro óptico:** el filtro se encuentra entre el objeto y el sensor de video y su función es eliminar la luz infrarroja (IR), para que no llegue al sensor de imagen.
- **Sensor de imagen¹:** un sensor de imagen puede estar compuesto de muchos electrodos, semiconductores construidos con una unión PN sensible a la luz visible o infrarroja.

¹ (CANCHIGUANO, 2010, pág. 11) describe que los sensores de imagen se clasifican en dos tecnologías: tecnología CCD (Charge-Couple Device) y Tecnología CMOS (Complementary Metal oxide Semiconductor).

- **Procesador digital de señales:** denominado DSP (Digital Signal Processor), es un sistema que tienen un microprocesador, manejan operaciones numéricas a muy altas velocidades, se encarga de procesar y representar señales análogas en tiempo real, para trabajar con señales digitales.

Pero para las cámaras IP, además de contar con los elementos antes mencionados que usa una cámara análoga, se agregan los siguientes elementos:

- **Chip de compresión de video²:** el chip realiza el trabajo de compresión de video, que se refiere a la reducción del número de datos usado para representar imágenes de video digital, sin que esto altere a la calidad de la imagen.
- **CPU:** la función de la CPU es la de interpretar las instrucciones contenidas en los programas y procesar los datos de las memorias Flash y DRAM.
- **Memoria FLASH:** las memorias Flash permiten la lectura y/o escritura de información en varias celdas de la memoria en una misma operación.
- **Memoria DRAM:** es la memoria principal del sistema, es una memoria volátil, lo que indica que si no cuenta con alimentación eléctrica, la información se borra.
- **Modulo ETHERNET/WI-FI:** permite la conectividad IP por la comunicación vía ETHERNET o WI-FI.

² Cabe acotar que se tiene algoritmos de compresión estándares como: M-JPEG, MPEG-4 Y H.264.

En la Figura 1, se detalla gráficamente cada uno de los elementos antes mencionados y su ubicación.

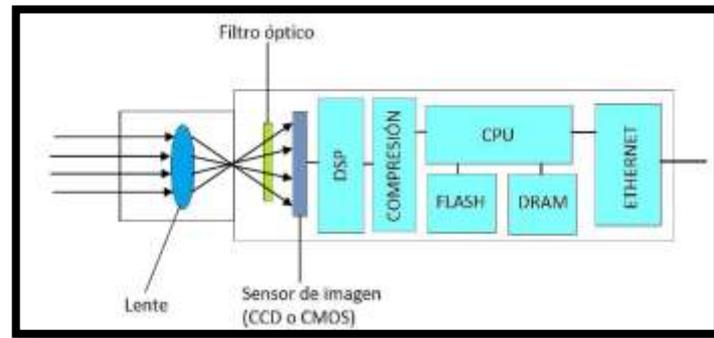


Figura 1. Elementos de la Cámara

Fuente: Editado por Belén Revelo

Recuperado de: <http://gbi-00365752.blogspot.com/>

2.1.3. FORMATOS DE COMPRESIÓN DE VIDEO

Un formato de compresión de video es una implementación necesaria para transmisión de información de gran tamaño de manera reducida. Algunos estándares son: M-JPEG, MPEG³ y H.264.

A continuación se detallan algunos estándares MPEG y H.264.

2.1.3.1. MPEG-1

Es un formato creado para comprimir un vídeo digital y audio con una resolución de 352x240 [píxeles] a 30 frames por segundo [fps]. El audio es comprimido en formato mp3. Su calidad es similar al vídeo VHS y su velocidad de transmisión de datos es de 1,3 [Mbps].

³ **MPEG** son las siglas de Moving Picture Experts Group y se pronuncia M-PEG. MPEG es un grupo de la ISO y la familia de estándares de compresión y de formatos de archivo de video digital desarrollados por el grupo.

2.1.3.2. MPEG-2

Éste estándar fue creado en 1992 y está dedicado a la televisión digital. Ofrece una calidad de imagen muy alta, su velocidad de transmisión de datos oscila entre 3 y 10 [Mbps]. La mayor resolución alcanzada es de 1920 x 1152 [píxeles]. Puede tener hasta 5 canales de audio.

2.1.3.3. MPEG-3

Fue diseñado para HDTV en un rango de entre 20 a 40 [Mbps], pero fue abandonado a favor de MPG-2. Al poco tiempo se descubrió que se podían conseguir resultados similares modificando ligeramente el estándar MPEG-2. Por ello, HDTV fue incluido como un apartado separado en el estándar MPEG-2 y a partir de entonces se interrumpió el trabajo sobre MPEG-3.

2.1.3.4. MPEG-4

Este estándar de compresión de gráficos y video está basado en la tecnología de Mpeg-1 y de Mpeg-2 y de Apple QuickTime. Los archivos Mpeg-4 son más pequeños que archivos JPEG o QuickTime, aproximadamente 176 x 144 [píxeles], así que se diseñan para transmitir vídeo e imágenes a través de un ancho de banda estrecho y pueden mezclar vídeo con texto, gráficos y capas de animación 2D y 3D.

2.1.3.5. H.264

H.264, también denominado MPEG-4 parte 10, es una norma que define un códec de video de alta compresión, desarrollada en conjunto por la ITU-T Video Coding Expert Group (VCEG) y ISO-IEC Moving Picture Expert Group (MPEG), entrega videos con calidad notablemente superior y una velocidad de transcodificación mucho más rápida, sin incrementar la calidad de su diseño.

2.1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA

Existe una serie de elementos de la cámara que inciden en la calidad de la imagen, por ellos son importante conocerlas para hacer una buena elección al elegir una cámara de red. A continuación se describen cuáles son estos elementos:

- **Sensibilidad lumínica:** La sensibilidad lumínica es el nivel de iluminación expresado el lux.
- **Longitud focal:** es la distancia entre el centro óptico de la lente y el foco donde se encuentran los rayos de luz.
- **Adecuación Del Objeto Y Sensor:** es importante seleccionar un objetivo adecuado para la cámara.
- **Número F y Exposiciones:** cantidad de luz que llega al sensor durante el proceso de captura de una imagen y el numero f.
- **Profundidad de campo:** distancia al frente y atrás del punto de enfoque.
- **Técnicas de barrido:** se usan para leer y mostrar información producida por los sensores de imagen.
- **Resoluciones:** La resolución en un mundo digital o analógico es parecida. (AxxonSoft, 2015)

2.2. SISTEMA DE GESTIÓN DE VIDEO

Un aspecto importante de un sistema de video-vigilancia es la gestión de video el cual consiste en un conjunto de elementos que permiten un control adecuado del

video proporcionado por las cámaras de video-vigilancia; entre estas tenemos: visualización, grabación, reproducción y almacenamiento en directo.

2.2.1. PLATAFORMA DE HARDWARE

Existen dos tipos de plataformas de hardware para un sistema de gestión de video en red: una plataforma de servidor de PC formada por uno o más PC que ejecuta un programa de software de gestión de video y uno basado en una grabadora de video en red (NVR) que es un hardware patentado con software de gestión de video preinstalado.

2.2.1.1. Plataforma de servidor PC

“Una plataforma de servidor de PC incluye servidores PC y equipos de almacenamiento que se pueden seleccionar directamente con el fin de obtener un rendimiento superior para el diseño específico del sistema” (STALLINGS, 2000).

Esta plataforma es abierta y flexible pues facilita la opción de añadir funcionalidades al sistema, como un almacenamiento incrementado o externo, cortafuegos, protección contra virus y algoritmos de video inteligentes, en paralelo con un programa de software de gestión de video.

En la Figura 2, se puede observar una plataforma basada en servidor PC.

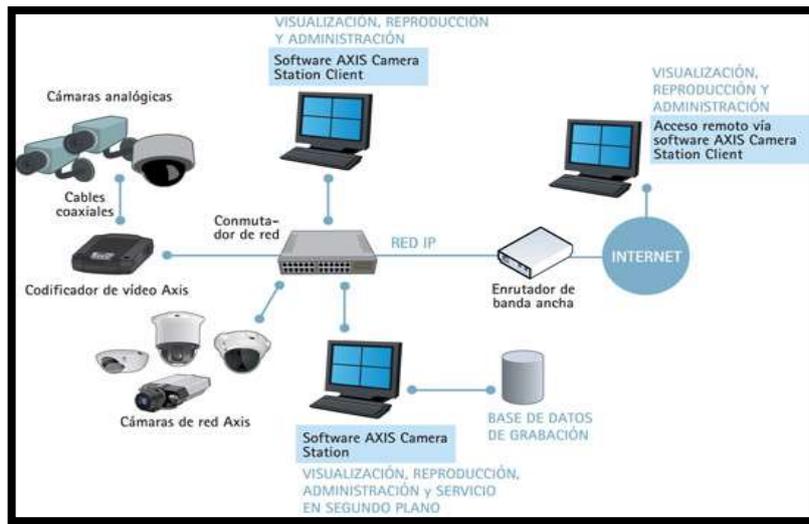


Figura 2. Plataforma basada en Servidor PC

Fuente: <http://www.axis.com/global/es/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/hardware-platforms>

2.2.1.2. Plataforma de NVR

Una plataforma NVR es un grabador de video en red que se presenta como una caja de hardware con funcionalidades de gestión de video preinstaladas. Un hardware de NVR normalmente está patentado y diseñado específicamente para gestión de video como: grabación, análisis y reproducción de video en red y no permite que ninguna otra aplicación se conecte a éste.

El sistema operativo puede ser Windows, NIX/Linux o patentado. Un NVR está diseñado para ofrecer un rendimiento óptimo para un conjunto de cámaras y normalmente es menos escalable que un sistema basado en servidor de PC. Esto permite que la unidad resulte más adecuada para sistemas más pequeños donde el número de cámaras se encuentra dentro de los límites de la capacidad de diseño de un NVR. Normalmente, un NVR es más fácil de instalar que un sistema basado en una plataforma de servidor de PC. En la Figura 3, se observa una plataforma basada en NVR.



Figura 3. Plataforma Basada en NVR

Fuente: <http://www.axis.com/global/es/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/hardware-platforms>

2.2.2. PLATAFORMA DE SOFTWARE

La plataforma de Software es un programa que ayuda a gestionar video. Implican el uso de interface web incorporada, existente en muchos productos de video en red, o el uso de un programa de software de gestión de video independiente que es una interface basada en Windows o en web.

2.2.2.1. Software incorporado

Las cámaras IP, poseen un software propio al cual se accede vía web ubicando la IP por defecto del producto en el navegador web del ordenador, una vez ingresado se puede visualizar la pantalla principal del producto junto con los enlaces de página para su configuración.

2.2.2.2. Software basado en Windows

Los softwares basados en Windows son más populares para la gestión de video debido a la interface que presenta. Son similares a los softwares libre pero poseen una licencia que debe renovarse constantemente y a largo plazo el gasto es grande.

2.2.2.3. Software basado en web

Primero debe instalarse un programa de software de gestión de video basado en web en un servidor de PC que sirva tanto de servidor web como de grabación. Esto permite a los usuarios de cualquier parte del mundo y con cualquier tipo de ordenador conectado a la red acceder al servidor de gestión de video y, así, a los productos de video en red que gestiona, simplemente utilizando un navegador.

2.2.2.4. Software libre

Empresas independientes crean software libre; estos presentan gran ventaja a los administradores al poder manejar varias marcas de cámaras de red, representando así gran ventaja al momento de diseñar un sistema de video-vigilancia.

2.2.2.5. Escalabilidad del software

La escalabilidad de la mayoría del software de gestión de video, en cuanto a número de cámaras y fotogramas por segundo que se pueden admitir, está limitada por la capacidad del hardware más que por el software. Los archivos de almacenamiento de video implican más esfuerzo en el hardware de almacenamiento porque puede que se necesite para operar en una base continua, a diferencia de un horario laboral normal.

Además, el video genera por naturaleza grandes cantidades de datos, lo que implica una gran exigencia de almacenamiento.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Un sistema de gestión de video puede admitir muchas características diferentes. A continuación, se enumeran algunas de las más comunes: visualización simultánea de video desde varias cámaras, grabación de video y audio, funciones de gestión de eventos con video inteligente, como detección de movimiento de video, administración y gestión de cámaras, seguridad (Monteros, 2015, pág. 18).

2.2.3.1. Visualización

Para la visualización de las imágenes que proyecta la cámara, se necesita un equipo para la visualización, estos monitores son similares al monitor de TV tal como se observa en la Figura 4.



Figura 4. Equipo para la visualización de Cámaras.

Fuente: <http://www.visstechnologies.com/services/video-systems-cctv/>

Entre las variedades de monitores existentes en el mercado se encuentran: monitores de video CCTV, Monitores de ordenadores y equipos móviles, como celulares Smartphone.

2.2.3.2. Grabación de video y almacenamiento

Con el uso de un software de gestión de video se puede tener varios métodos de grabación de video de las cámaras de red. Se puede grabar video manualmente, de forma continua y por detección de movimiento, y pueden programarse grabaciones continuas y activadas para que se ejecuten en horas seleccionadas durante cada día de la semana. Una vez seleccionado el método de grabación, es necesario seleccionar un formato de video (por ejemplo MPG, H.264, entre otros), el cual afecta en la calidad de las grabaciones, resolución, nivel de compresión y la frecuencia de la imagen. Estos formatos ayudan a reducir la cantidad de ancho de banda utilizado y el espacio de almacenamiento.

2.2.3.3. Gestión de eventos

La gestión de eventos ayuda a identificar posibles eventos, como por ejemplo la intrusión a: departamentos, instituciones, domicilios, entre otros y establecer parámetros de respuesta del sistema, como el uso de alarmas auditivas o grabaciones de los eventos.

2.2.3.4. Características de administración

El software de gestión permite la administración y la gestión de las cámaras. De esta manera se puede, manipular la cámara como: cambios de posición, cambios de profundidad, manipulación del objeto de la cámara, configuración de eventos, entre otros. Las cámaras cuentan con un software incorporado, por lo cual es necesario tener un servidor exclusivo para la administración de las mismas.

2.2.3.5. Seguridad

Para el caso de empresas o instituciones públicas y privadas, el control de personas es muy importante, por tal razón el sistema de gestión y almacenamiento de video es muy importante a la hora de diseñar y utilizar un sistema de video-vigilancia.

2.3. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

El medio de transmisión constituye el canal de transmisión de información entre dos o más terminales. La transmisión se la realiza por medio de ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal. Para la transmisión a veces se usa un canal físico o guiado y otras veces no, es decir no guiado. (NOGUERA & VÁSQUEZ, 2011, pág. 150).

2.3.1. MEDIOS GUIADOS

Los medios guiados son aquellos que necesitan de un medio físico para poder realizar las transmisiones y recepciones de datos, existen algunos medios físicos como: cable coaxial, cable utp, fibra óptica; a continuación se describe cada uno de ellos.

2.3.1.1. Par Trenzado

El par trenzado son dos alambres de cobre aislados y entrelazados para reducir la interferencia eléctrica, existen varias categorías de cables de par trenzados y cada uno de estos ofrece un ancho de banda mayor que el anterior. Este cable es muy usado en redes de datos locales.

2.3.1.2. Cable coaxial

El cable coaxial, consiste en conductor cilíndrico externo hueco que cubre a un alambre conductor único, su uso ya no es recomendable en redes de datos locales, sin embargo se siguen usando conexiones entre antenas y radios y televisión por cable.

2.3.1.3. Fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión que consiste en un centro de cristal rodeada de varias capas de material protector, empleado habitualmente en redes de datos, su centro plástico y muy fino permite el envío de información a través de luz.

2.3.2. MEDIOS NO GUIADOS

Los medios no guiados son aquellos que no necesitan de un medio físico para realizar las transmisiones de datos, es decir las ondas generadas viajan libremente por el aire.

2.3.2.1. Radiofrecuencia

Una red LAN por radiofrecuencia o WLAN, puede definirse como una red local pero utiliza tecnología de radiofrecuencia para enlazar los equipos conectados a la red en lugar de los medios usados en una red LAN que es normalmente cableado (Buettrich, 2014, pág. 15). Entre sus ventajas está la movilidad que brinda, simplicidad, flexibilidad, entre otros.

2.3.2.2. Infrarrojo

Este medio usa elevadas frecuencias, debajo del espectro de luz visible⁴ para transportar datos. Una desventaja es que no se puede penetrar objetos, ya sea directa o indirectamente. Su uso se reduce a conectar dos redes fijas.

2.3.2.3. Microonda

La microonda como medio de transmisión, pueden ser terrestres o satelitales, para usar este medio de transmisión se necesitan de antenas muy grandes y alcanzan distancias altas, un promedio es 80km a una altura de 100m.

2.4. REDES INALÁMBRICAS

Las redes inalámbricas son tecnologías que incrementan la productividad para los profesionales de hoy, pues pueden permanecer conectados en todo momento y lugar. Entre las ventajas más destacadas se tiene la asequibilidad debido a que elimina o reduce los costos de cableado estructurado, permite una fácil instalación y ampliación, obtiene acceso a recursos de la red desde cualquier ubicación, dentro de las zonas de cobertura (TANEMBAUM, 1997, pág. 200).

2.4.1. TOPOLOGÍAS

La topología de red se define como una familia de comunicación usada por computadoras que conforman una red para intercambiara datos. Es decir, es la

⁴ Cabe recalcar que el espectro de luz visible es un conjunto de los siete colores simples que produce un rayo luminoso al descomponerse por efecto de una refracción adecuada.

manera en la que se diseña una red ya sea física o lógica. En redes inalámbricas existen 2 topologías:

- **Ad-hoc:** Este tipo de redes conocida como Peer to Peer (Par a Par) se caracterizan por que todos los dispositivos deben estar dentro de un área de cobertura. (MERCADO, 2014, pág. 1)
- **Infraestructura:** Este tipo de redes, conocida como Modo Punto de Acceso, utiliza el principio de celda que es utilizada en las redes celulares; estas redes permiten manejar mayor área de cobertura e incremento de la misma. (Buettrich, 2014, pág. 9)

2.4.2. ESTÁNDAR DE REDES 802.11

El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica IEEE con sus siglas en inglés Institute of Electrical and Electronics Engineers, es una asociación mundial de electrónicos y técnicos, dedicada a la estandarización y el desarrollo de áreas técnicas.

Esta asociación definió el estándar de las redes inalámbricas en la IEEE 802.11, donde se establece las especificaciones de la conectividad entre los dispositivos fijos, portátiles y móviles dentro de un área local.

El estándar IEEE 802.11 ha sufrido varios cambios, los cuales están estandarizados y son extensiones del estándar. Los estándares definidos son:

- ✓ 802.11 a
- ✓ 802.11 b
- ✓ 802.11 g
- ✓ 802.11 n
- ✓ 802.11 ac

A continuación se hace una breve descripción de estos estándares y sus características.

2.4.2.1. 802.11 a

El estándar 802.11a, fue aprobado en 1990, admite un ancho de banda de 54 [Mbps]. Este estándar provee 12 canales de radio en la banda de frecuencia de 5Ghz (8 canales sin solapar y 4 canales para conexiones punto a punto) y utiliza 52 subportadoras OFDM (Orthogonal Frequency – Division Multiplexing). Una desventaja es que no es interoperable con equipos del estándar 801.11b (PAREKH , 2013, pág. 6)

2.4.2.2. 802.11 b

El estándar 802.11b, fue aprobado en 1999, tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbps y utiliza el mismo método de acceso definido en el estándar original CSMA/CA. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2,4 GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA (PAREKH , 2013, pág. 6).

2.4.2.3. 802.11 g

El estándar 802.11g, fue aprobado en 2003. Este utiliza la banda de 2.4 Ghz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, o cerca de 24.7 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a; es decir, es compatible tanto con el estándar 802.11a y 802.11b (PAREKH , 2013, pág. 6).

Buena parte del proceso de diseño del estándar lo tomó el hacer compatibles los dos estándares. Sin embargo, en redes bajo el estándar g la presencia de nodos bajo el estándar b reduce significativamente la velocidad de transmisión.

2.4.2.4. 802.11 n

El estándar 802.11n, fue aprobado en el 2004. La IEEE anunció la formación de un grupo de trabajo 802.11 para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11 la velocidad real de transmisión podría llegar a los 500 Mbps (lo que significa que las velocidades teóricas de transmisión serían aún mayores), y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b (PAREKH , 2013, pág. 6).

2.4.2.5. 802.11 ac

El estándar 802.11ac, fue aprobado en el 2013. Este estándar es compatible con estándares anteriores y es la evolución de 802.11n, entrega mayores niveles de rendimiento que sean acordes con las redes Ethernet Gigabit (CISCO, 2016).

2.4.2.5.1. Trama 802.11ac

En la Figura 5, se observa el campo que corresponde a los datos el cual tiene un valor de 11,426 Bytes, y la sobrecarga por encapsulamiento corresponden a los campos adicionales como: FRAME CONTROL, DURATION, ADDRESS 1, ADDRESS 2, ADDRESS 3, SEQ, ADDRESS 4, QOS, HT, FCS con un valor de 40 Bytes. En total los datos de la trama corresponden a 11466 Bytes (CISCO, 2016).

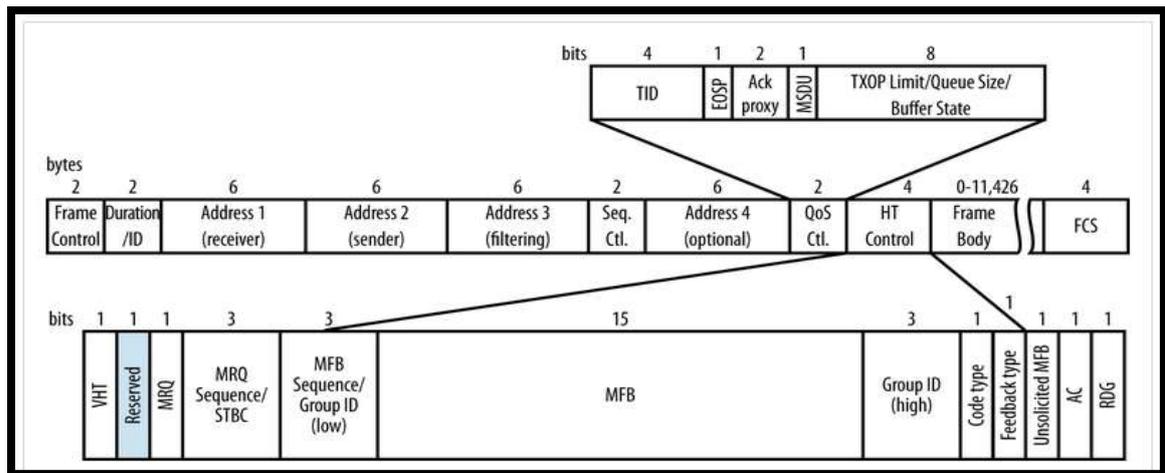


Figura 5. Formato de Trama 802.11ac

Fuente: <http://chimera.labs.oreilly.com/books/1234000001739/ch03.html>

2.4.2.5.2. Velocidades de vértigo

El estándar inalámbrico promete velocidades de hasta 1.3Gbps, En condiciones ideales (usando 256 QAM y 8 antenas) se puede alcanzar velocidades hasta de 3.6Gbps (CISCO, 2016). Además por diversos factores como: pérdidas por interferencias, rebote de señal, entre otros; nunca se llegará a las velocidades que ofrece la red cableada aunque sí estará bastante cerca.

2.4.2.5.3. Cobertura 802.11ac

Debido a que se utilizará la banda de los 5GHz, y como todos sabemos, tiene menos alcance que la banda de 2.4GHz en las mismas condiciones por un principio físico. Este nuevo estándar incluye Beamforming para transmisión y recepción. Beamforming es un tipo de categoría MIMO⁵ que consiste en la formación de una onda de señal reforzada mediante el desfase en distintas antenas y es capaz de

⁵ MIMO (múltiples entradas y múltiples salidas) es una técnica que emplea múltiples antenas tanto para la recepción como para la transmisión.

superar obstáculos llegando hasta al cliente por el mejor camino. El Beamforming reconoce los elementos que causan un bajo rendimiento (muros, paredes) e intenta evitarlos, tampoco podemos olvidar que utiliza unas técnicas de detección de errores avanzadas (CISCO, 2016).

Las tecnologías LPDC, (Low density parity check) y STBC (Space-Time Block Codes) también están presentes en este nuevo estándar para aumentar la eficiencia de la transmisión al máximo y conseguir altas velocidad inalámbricas.

2.4.2.5.4. ¿Por qué trabajar solo con la banda 5Ghz?

Porque hay menos interferencias con otras redes WI-FI, teléfonos inalámbricos y otros equipos como ratones inalámbricos, pero sobre todo, porque el rango de frecuencias es más amplio y por tanto, podremos usar anchos de canal más grandes para transmitir a la máxima velocidad.

2.4.2.5.5. Ancho de canal del 802.11ac

Se usa un ancho de canal de 80MHz por cada Stream, esto es el doble que el actual 802.11N ofrece, con lo cual aumenta la velocidad inalámbrica. Se utilizará una modulación 256-QAM para incrementar la eficiencia en la transferencia de datos.

2.4.2.5.6. Ventajas de 802.11ac

Las ventajas de 802.11ac son las siguientes:

- ✓ Consume menos energía
- ✓ Entrega de datos aparentemente instantánea.
- ✓ Decenas de clientes por AP
- ✓ Experiencia de alta calidad de servicio QoS
- ✓ Creciente adopción de streaming de video

2.4.2.5.7. Comparación de equipos que trabajan con 802.11ac y 802.11n

802.11ac lleva a los límites a la velocidad que conlleva tres factores: ancho de banda, el número de secuencias espaciales y bits de datos por subportadora. En la Figura 6, se puede observar la gráfica de 802.11 ac y 802.11n y como sobrepasa estos tres factores.

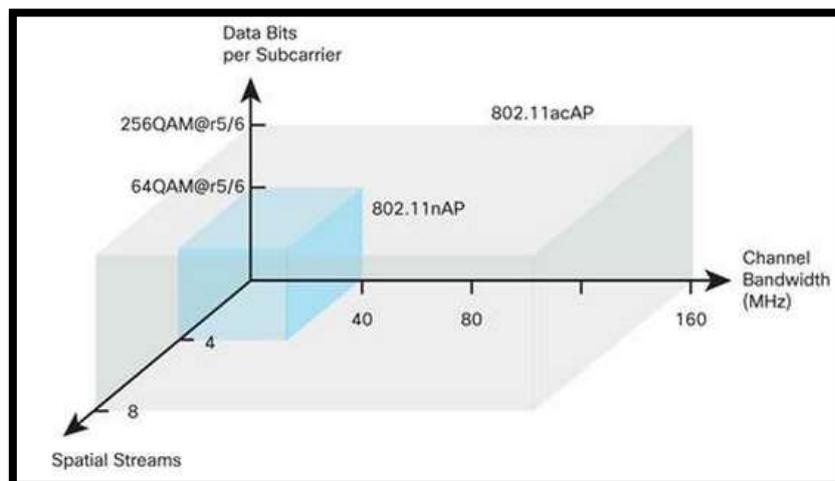


Figura 6: Aceleración de 802.11ac con respecto a 802.11n

Fuente: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-3600-series/white_paper_c11-713103.html

En la Tabla 1, se describe la comparación entre estándares 802.11 con sus características principales.

Tabla 1. Comparación de estándares 802.11

| PARÁMETRO | 802.11 a | 802.11 b | 802.11 g | 802.11 n | 802.11 ac |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Velocidad Máxima | 54 Mbps | 11 Mbps | 54 Mbps | 600 Mbps | 1300 Mbps |
| Frecuencia | 5 Ghz | 2,4 Ghz | 2,4 Ghz | 2,4Ghz 5Ghz | 5Ghz |
| Compatibilidad con versiones anteriores | no | No | b | b/g | b/g/n |

Fuente: (Curriculum CISCO CCNA EXPLORATION 4.0)

2.4.3. COMPONENTES DE INFRAESTRUCTURA DE RED WLAN

Las redes inalámbricas están integradas por usuarios, dispositivos de acceso al medio, y dispositivos de usuario final, cuya interacción permite la conectividad y facilita la transmisión de datos. Estas redes integran componentes similares a los de las redes LAN cableadas. A continuación se abordará cada uno de los aspectos con la finalidad de dar claridad y comprensión al contenido de estos componentes.

2.4.3.1. NIC inalámbrica

La NIC inalámbrica (de las siglas en inglés Network Interface Card o en español Tarjeta de Red), es un dispositivo que permite la comunicación entre uno o más dispositivos y enviar y recibir datos sin la necesidad de cables, ya que emplean ondas de radio RF para transmitir la información. Estas NIC se encuentran en las estaciones cliente y permite la conexión entre las estaciones y punto de acceso. En la Figura 7, se encuentra una imagen de una NIC inalámbrica.



Figura 7. NIC inalámbrica

Fuente: http://2.bp.blogspot.com/xdhypybc4jm/twwtm4usu7i/aaaaaaaaadm/yqqufiu1oju/s1600/t_re_d_inalambrica.jpg

2.4.3.2. Router inalámbrico

Básicamente, un router inalámbrico es un dispositivo que se utiliza para distribuir una señal de internet entre todos los equipos locales conectados en red, ya sea a través de Ethernet por medio de un cable, o bien por medio de una tecnología de ondas de radio, haciendo que la red se caracterice por ser inalámbrica.

2.4.3.3. Punto de acceso

Un Punto de Acceso inalámbrico (con sus siglas en inglés Access Point), es un dispositivo de red que interconecta equipos para formar una red inalámbrica. Un AP, se conecta directamente a una conexión Ethernet cableada y luego el AP proporciona conexiones inalámbricas usando enlaces de radiofrecuencia a otro dispositivo.

2.5. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

El espectro electromagnético, es el rango de todas las radiaciones electromagnéticas posibles; este se extiende desde las bajas frecuencias usadas

para la radio moderna hasta los rayos gamma que cubren longitudes de onda de entre miles de Kilómetros y la fracción de tamaño de un átomo. En la figura 8, se muestra los tipos de radiación que existen.

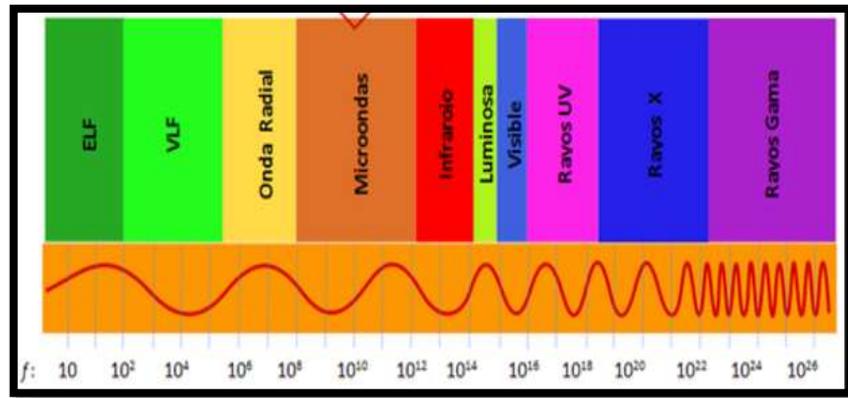


Figura 8. Tipos de radiación del espectro electromagnético

Fuente: <http://escritura.proyectolatin.org/aplicaciones-y-teoria-de-ingenieria-de-microondas/las-microondas/>

2.5.1. TIPOS DE RADIACIÓN

En el espectro radioeléctrico, existen ciertos tipos de radiación que a continuación se detallan de mejor manera.

2.5.1.1. Radiofrecuencia

Las ondas de radio suelen ser utilizadas mediante antenas de tamaño apropiado, se usan para transmisiones de datos, a través de la modulación. Algunos usos populares son: televisión, radio, teléfonos móviles, resonancias magnéticas, entre otras.

2.5.1.2. Microonda

Las microonda son ondas lo suficientemente cortas como para emplear guías de onda metálicas, la radiación de microondas de baja intensidad se utiliza en redes WI_FI.

2.5.1.3. Rayos T

La radiación de Terrahertzios o Rayos T, es una región del espectro situada entre el infrarrojo lejano y las microondas. Este rango está muy poco estudiado, ya que apenas había fuentes para la energía microonda en el extremo alto de la banda. Se busca encontrar aplicaciones para mostrar imágenes y comunicaciones, además se busca aplicar esta tecnología a las fuerzas armadas ya que las ondas de alta frecuencia, incapacitan los equipos electrónicos.

2.5.1.4. Radiación infrarroja

La parte infrarroja del espectro electromagnético cubre el rango desde aproximadamente los 300 GHz (1 mm) hasta los 400 THz (750 nm). Puede ser dividida en tres partes: Infrarrojo lejano, desde 300 GHz (1 mm) hasta 30 THz (10 μ m), Infrarrojo medio, desde 30 a 120 THz (10 a 2.5 μ m), Infrarrojo cercano, desde 120 a 400 THz (2500 a 750 nm).

2.5.1.5. Radiación visible (Luz)

La frecuencia por encima del infrarrojo es la de la luz visible. Este es el rango en el que el Sol y las estrellas similares a él emiten la mayor parte de su radiación. No es probablemente una coincidencia que el ojo humano sea sensible a las longitudes de onda que el sol emite con más fuerza. La luz visible (y la luz cercana al infrarrojo)

son absorbidas y emitidas por electrones en las moléculas y átomos que se mueven desde un nivel de energía a otro.

2.5.1.6. Luz ultravioleta

La siguiente frecuencia en el espectro es el ultravioleta (o rayos UV), que es la radiación cuya longitud de onda es más corta que el extremo violeta del espectro visible. Las quemaduras solares, por ejemplo, están causadas por los efectos perjudiciales de la radiación UV en las células de la piel, y pueden causar incluso cáncer de piel si la radiación daña las moléculas de ADN complejas en las células.

2.5.1.7. Rayos x

Después del ultravioleta vienen los rayos X, se usan generalmente para ver a través de algunos objetos, así como para la física de alta energía y la astronomía. Los rayos X pasan por la mayor parte de sustancias, y esto los hace útiles en medicina e industria.

2.5.1.8. Rayos gamma

Después de los rayos X vienen los rayos gamma. Son los fotones más energéticos, y no se conoce el límite más bajo de su longitud de onda. Son útiles a los astrónomos en el estudio de objetos o regiones de alta energía, y son útiles para los físicos gracias a su capacidad penetrante y su producción de radioisótopos⁶.

⁶ (ENRIQUEZ , 2014) hace mención a que los radioisótopos son elementos atómicos, que en sus movimientos hacia la estabilidad forma una radiación que se conoce como decaimiento radioactivo, la cual se puede rastrear y medir y es muy útil en industrias, agricultura y la medicina.

2.5.2. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE ONDA DE RADIO

Las ondas electromagnéticas no necesitan un medio material para propagarse. Así, estas ondas pueden atravesar el espacio interplanetario e interestelar y llegar a la Tierra desde el Sol y las estrellas. A continuación, se presentan algunas características.

2.5.2.1. Reflexión y Refracción

Si un rayo de luz que se propaga a través de un medio homogéneo incide sobre la superficie de un segundo medio homogéneo, parte de la luz es reflejada y parte entra como rayo refractado en el segundo medio, donde puede o no ser absorbido. La cantidad de luz reflejada depende de la relación entre los índices de refracción de ambos medios.

En la Figura 9, se muestra gráficamente el proceso de reflexión y refracción.

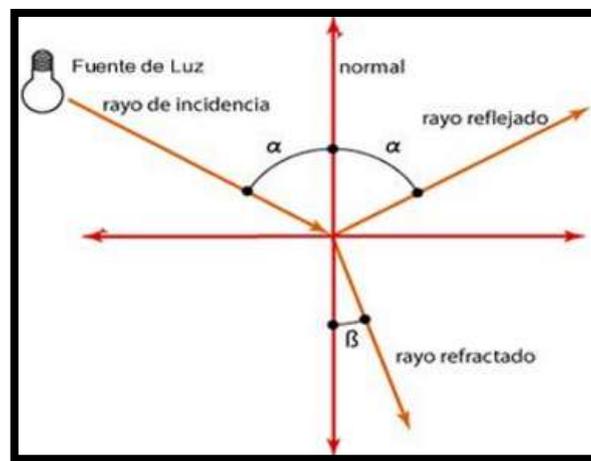


Figura 9. Reflexión y Refracción de un haz de Luz

Fuente: http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/3D/modelosIlumionacion/raytracing_reflexion.html

2.5.2.2. Dispersión

La Dispersión es la descomposición de una radiación compleja en diferentes radiaciones simples, pasa por un medio, pero se descompone en diferentes longitudes de onda.

2.5.2.3. Difracción

La difracción es un fenómeno característico de las ondas que se basa en la desviación de estas al encontrar un obstáculo o al atravesar una rendija.

2.6. TEORÍA DE ANTENAS

Por definición, una antena es un dispositivo diseñado para transmitir o recibir energía electromagnética; su función principal es facilitar que las señales electromagnéticas que viajan dentro de la guía de onda escapen hacia el espacio libre con la mayor eficiencia posible (García, s.f, pág. 32).

2.6.1. TIPOS DE ANTENAS

Existen tres tipos básicos de antenas: antenas de hilo, antenas de apertura y antenas planas. En la Figura 10, se observa algunos tipos de antenas de las que se detalla a continuación:



Figura 10. Tipos de antenas de Telecomunicaciones

Fuente: <http://www.pasionporvolar.com/tipos-de-antenas-en-la-radiocomunicacion/>

2.6.1.1. Antenas de hilo

Las antenas de hilo son antenas cuyos elementos radiantes son conductores de hilo, tienen una sección despreciable respecto a la longitud de onda de trabajo. Las dimensiones suelen ser como máximo de una longitud de onda. Se utilizan extensamente en las bandas de MF, HF, VHF y UHF. Algunas antenas de hilo son:

- Antena monopolo vertical
- Antena dipolo y su evolución
- Antena Yagui
- Antena espira
- Antena helicoidal es un tipo especial de antena que se usa principalmente en VHF y UHF.

2.6.1.2. Antenas de apertura

Las antenas de apertura son aquellas que utilizan superficies o aperturas para direccionar el haz electromagnético de forma que concentran la emisión y recepción de su sistema radiante en una dirección.

Existen varios tipos de antenas de apertura, entre las cuales están:

- Antena de bocina
- Antena parabólica
- Antena parabólica del Radar Doppler y
- Antena superficies reflectoras en general

2.6.1.3. Antenas planas

Un tipo particular de antena plana son las antenas de apertura sintética, típicas de los radares de apertura sintética (SAR).

2.6.1.4. Antenas array

Las antenas de array están formadas por un conjunto de dos o más antenas idénticas distribuidas y ordenadas de tal forma que en su conjunto se comportan como una única antena con un diagrama de radiación propio.

Atendiendo a la distribución de las antenas que componen un Array se puede observar la siguiente clasificación:

- **Arrays lineales:** Los elementos están dispuestos sobre una línea.
- **Arrays Planos:** Los elementos están dispuestos bidimensionalmente sobre un plano.

- **Arrays conformados:** Los elementos están dispuestos sobre una superficie curva.

2.6.2. CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE UNA ANTENA

Todas las antenas tienen distintas propiedades, como:

2.6.2.1. Ganancia

En la relación entre la intensidad de campo irradiado por la antena en la dirección de máxima radiación, respecto de la intensidad de campo que irradia una antena isotrópica.

2.6.2.2. Frecuencia de operación

También llamada frecuencia de resonancia. Es la frecuencia a la cual la antena irradia toda la potencia que incide sobre ella. Las dimensiones de los elementos irradiantes de la antena la frecuencia de operación.

2.6.2.3. Polarización

Es el plano en el cual vibra el componente de campo eléctrico de la onda electromagnética irradiada por la antena.

2.6.2.4. Ángulo de apertura

Es una manera de indicar la directividad de una antena, especificando el ángulo sólido que hay que apartarse respecto de la dirección de máxima radiación para la intensidad de campo irradiado se reduzca a la mitad.

2.7. RADIOENLACES

Los radioenlaces, son conexiones entre diferentes equipos de telecomunicaciones usando ondas electromagnéticas. Los enlaces inalámbricos ofrecen la posibilidad de conectar a Internet lugares de difícil acceso donde no existen otras posibilidades de servicios de telecomunicaciones.

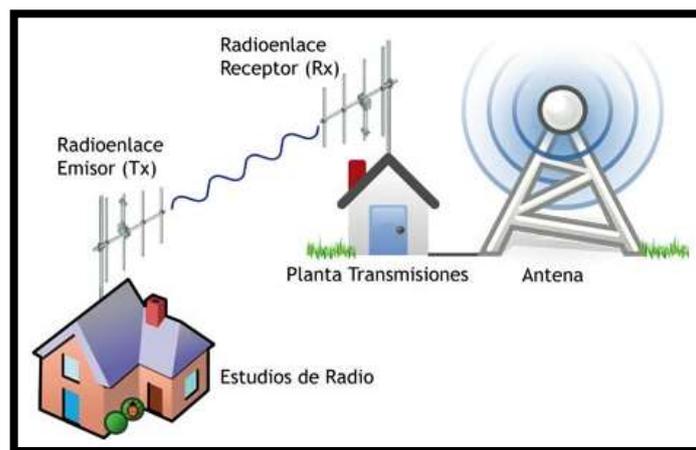


Figura 11. Ejemplo de enlaces inalámbricos

Fuente: <http://www.analfatecnicos.net/pregunta.php?id=24>

2.7.1. TIPOS DE ENLACES

Entre los tipos de enlaces inalámbricos se encuentran: enlaces punto – punto y enlaces punto-multipunto. A continuación se detalla cada uno de los tipos mencionados anteriormente.

2.7.1.1. Enlaces Punto – Punto

Los enlaces punto a punto le permite interconectar dos redes, mediante un canal inalámbrico. En la Figura 12, se explica gráficamente lo dicho anteriormente.

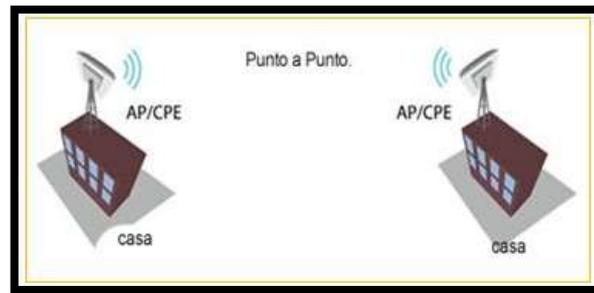


Figura 12. Enlaces Punto- Punto

Fuente: <http://www.mtm-telecom.com/index.php/2012-07-04-19-05-27/enlaces-inalambricos-punto-a-punto-y-punto-multipunto.html>

2.7.1.2. Enlaces Punto - Multipunto

Los enlaces punto a multipunto, permiten conectar una o más redes, es decir varias estaciones conectadas a un mismo AP (Access Point). En la Figura 13, se explica gráficamente lo dicho anteriormente.



Figura 13. Enlaces Punto-Multipunto

Fuente: <http://www.mtm-telecom.com/index.php/2012-07-04-19-05-27/enlaces-inalambricos-punto-a-punto-y-punto-multipunto.html>

2.8. MODOS DE TRANSMISIÓN

Una transmisión dada en un canal de comunicaciones entre dos equipos puede ocurrir de diferentes maneras. La transmisión está caracterizada por:

- la dirección de los intercambios
- el modo de transmisión: el número de bits enviados simultáneamente
- la sincronización entre el transmisor y el receptor

A continuación se detalla cada uno de los modos de transmisión.

2.8.1. SIMPLEX

Este modo de transmisión de datos fluye en una sola dirección, desde el transmisor hacia el receptor. Este tipo de conexión es útil si los datos no necesitan fluir en ambas direcciones

2.8.2. HALF DÚPLEX

Este modo de transmisión de datos fluye en una u otra dirección, pero no las dos al mismo tiempo. Con este tipo de conexión, cada extremo de la conexión transmite uno después del otro.

2.8.3. FULL-DUPLEX

Este modo de transmisión de datos fluye simultáneamente en ambas direcciones. Así, cada extremo de la conexión puede transmitir y recibir al mismo tiempo; esto significa que el ancho de banda se divide en dos para cada dirección de la transmisión de datos si es que se está utilizando el mismo medio de transmisión para ambas direcciones de la transmisión.

2.9. SEGURIDAD DE LA RED INALÁMBRICA

La seguridad en una red inalámbrica, es lo más importante y muchas veces olvidado y las causa de varios problemas (Monteros, 2015, pág. 56). Por ello, se plantea políticas de seguridad que ayudarán a proporcionar seguridad a la red.

2.9.1. MECANISMOS DE SEGURIDAD

Los mecanismos de seguridad conocidos como herramientas de seguridad y son aquellos que permite la protección, en este caso protección a las redes inalámbrica; ayudando a prevenir las vulnerabilidades de la red. Entre algunos de los mecanismos tenemos los siguientes:

2.9.1.1. Filtrado SSID

Se configura en el punto de acceso inalámbrico, consiste en dar un nombre que identificará a la red, el SSID no debe guardar ninguna relación con el nombre de la empresa y debe ser conocido por el dispositivo final para poder conectar a la red.

2.9.1.2. Filtrado MAC

Se configura en el punto de acceso inalámbrico, consiste en la creación de una lista con las direcciones MAC de las tarjetas de red inalámbricas de cada uno de los dispositivos finales que van a tener acceso a la red. Este mecanismo presenta un problema ya que no es muy confiable, pues la dirección MAC puede ser clonada y robada.

2.9.1.3. Filtrado basado en Protocolos

Se configura en el punto de acceso inalámbrico, consiste en permitir o bloquear el tráfico generado por protocolos de capa 2 hasta la 7.

2.9.2. PROTOCOLOS DE SEGURIDAD

Un protocolo de seguridad describe la forma en la que un algoritmo debe usarse y se usan generalmente para transportar información encriptada de manera segura.

2.9.2.1. WEP (Wired Equivalent Privacy)

Este protocolo trabaja en las capas físicas y enlace del modelo OSI, utiliza una clave secreta de 40 o 104 bits y un vector de inicialización de 24 bits. Está basado en el algoritmo de encriptación RC4 (confidencialidad) y CRC-32 (Integridad). Sin embargo este protocolo es considerado débil y vulnerable ante ataques por lo que no es seguro utilizar, además existen software de ruptura WEB que son ampliamente difundidos en internet (TANEMBAUM, 1997).

2.9.2.2. WPA (Wi-Fi Protected Access)

WPA es un protocolo que corrige las debilidades presentadas por WEP, se considera suficientemente seguro. Está basado en el algoritmo de encriptación RC4 (Confidencialidad) y MIC (Integridad), utiliza una clave secreta de 128 bits y de un vector de inicialización de 48 bits, incorpora tecnología TKIP encargada de generar distintas claves temporales mientras el sistema es usado (Gaybor & Mendez, 2009).

- **802.1X:** Este protocolo proporciona autenticación y control de acceso, permitiendo la identificación de los usuarios antes de otorgar el permiso de

acceso a la WLAN, es basado en una arquitectura cliente-servidor y utiliza EAP.

- **EAP (Extensible Authentication Protocol):** Este protocolo es la base de 802.1x, permite la transmisión de varios métodos de autenticación entre el cliente y el servidor de autenticación.
- **TKIP (Temporal Key Integrity Protocol):** Según indica Wi-Fi, es el protocolo encargado de la generación de la clave para cada trama.
- **MIC (Message Integrity Code):** Código que verifica la integridad de los datos de las tramas.

2.9.2.3. WAP2 o IEEE 802.11i

Este protocolo es el más robusto para proteger la WLAN, está basado en el algoritmo de encriptación AES (Confidencialidad) y CCMP (Integridad), utiliza una clave de 128 bits.

2.9.2.4. OSA (Open System Authentication)

Es otro mecanismo de autenticación; el cual está definido por el estándar 802.11 para autenticar todas las peticiones que recibe. Aunque el principal problema que tiene es que no realiza ninguna comprobación de la estación cliente, además las tramas de gestión son enviadas sin encriptar aun si se activa el protocolo WEP, por esta razón se considera a OSA un protocolo poco eficiente y fiable.

2.9.2.5. ACL (Access control List)

Este mecanismo de seguridad poseen la mayoría de productos comerciales. Utiliza como mecanismos de autenticación, la dirección MAC de cada estación cliente, permitiendo el acceso a aquella MAC que conste en la lista de control de acceso.

2.9.2.6. CNAC (Closed Network Access Control)

Este protocolo pretende controlar el acceso a la red inalámbrica y permite el acceso solamente a aquella estación cliente que conozca el nombre de la red SSID actuando este como contraseña.

2.9.3. POLÍTICAS DE SEGURIDAD EN LA RED

Las políticas de seguridad son planes de acciones para afrontar riesgos de seguridad; o un conjunto de reglas para el mantenimiento de cierto nivel de seguridad.

2.10. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN UPS

La fuente de alimentación interrumpible o UPS (siglas en inglés uninterruptible power supply), es un dispositivo que gracias a sus baterías u otros elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica a los dispositivos conectados a él, por un tiempo limitado durante un corte de energía.

Son muy utilizados, desde hogares hasta empresas por su funcionalidad y espacio físico que ocupa. Algunos UPS ofrecen aplicaciones que se encargan de realizar ciertos procedimientos automáticamente por si acaso el administrador o usuario no se encuentre y se genere un corte de suministro de energía.

2.10.1. TIPOS DE UPS

Hay 2 tipos de UPS, de acuerdo a su funcionalidad como:

- ✓ UPS ON-LINE
- ✓ SPS OFF-LINE

A continuación se detalla cada uno de ellos, para determinar sus diferencias y ventajas que estos equipos nos brindan.

2.10.1.1. Ups on-line

Un UPS on-line, evita esos milisegundos sin energía al producirse un corte eléctrico, pues provee alimentación constante desde su batería y no de forma directa.

2.10.1.2. Sps off – line

Un SPS off-line (de siglas en inglés standby power system, o en español sistema de alimentación en espera), se encarga de monitorear la entrada de energía, cambiando a la batería apenas detecta problemas en el suministro eléctrico. Ese pequeño cambio de origen de la energía puede tomar algunos milisegundos.

2.10.2. COMPONENTES TÍPICOS DE LOS UPS

Un UPS cuenta con 4 componentes:

- ✓ Rectificador
- ✓ Batería
- ✓ Inversor

- ✓ Conmutador o by-pass

2.10.2.1. Rectificador

Este componente rectifica la corriente alterna de entrada y de esta manera provee corriente continua para cargar la batería. Desde la batería se alimenta el inversor que nuevamente convierte la corriente en alterna.

Cuando se descarga la batería, ésta se vuelve a cargar en un lapso de 8 a 10 horas, por este motivo la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.

2.10.2.2. Batería

La batería se encarga de suministrar la energía en caso de interrupción de la corriente eléctrica. Su capacidad, que se mide en Amperios por Hora, depende de su autonomía; es decir, cantidad de tiempo que puede proveer energía sin alimentación.

2.10.2.3. Inversor

El Inversor transforma la corriente continua en corriente alterna, la cual alimenta los dispositivos conectados a la salida del UPS.

2.10.2.4. Conmutador o by-pass

El conmutador (By-Pass) de dos posiciones, que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.

2.11. SITUACIÓN ACTUAL DEL GADMU

El GAD San Miguel de Urucuquí, se encuentra ubicado en la Provincia de Imbabura, Ecuador. Esta Institución es de Gobierno y su labor es actuar como facilitador de los esfuerzos de la comunidad; Su objetivo es planificar, ejecutar, generar y distribuir el uso de los servicios que hacen posible la realización de sus aspiraciones sociales (GAD MUNICIPAL URCUQUI, 2016).

2.11.1. MISIÓN

Es un organismo autónomo, desconcentrado y descentralizado que impulsa el desarrollo social, étnico, cultural, económico y ético del cantón, que coordina y facilita los esfuerzos y talentos humanos, mediante la planificación, organización, dirección y control de los procesos político administrativos orientados a satisfacer las aspiraciones y necesidades ciudadanas. Ser actores sociales con el cambio del cantón, generando junto al pueblo propuestas, proyectos y programas que mejoren su calidad de vida sobre el respeto y fortalecimiento de la identidad cultural. Promover e incentivar los espacios de participación ciudadana y sus organizaciones de manera positiva, cuidando su ambiente, en procura de satisfacer las necesidades del cantón (GAD MUNICIPAL URCUQUI, 2016).

2.11.2. VISIÓN

“Un Cantón democrático, participativo, incluyente, transparente, ecológico, equitativo y solidario, que impulse el desarrollo humano, productivo y agroindustrial mediante asesoría, transferencia de tecnología y gestión para acceder a nuevos mercados. Que facilite y preste servicios públicos de calidad, construido e incluido en el contexto nacional y mundial” (GAD MUNICIPAL URCUQUI, 2016).

2.11.3. ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL

La Estructura Organizacional del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de San Miguel de Urququí, se sustenta principalmente en la visión cantonal, la misión institucional, los objetivos estratégicos, las políticas generales, las competencias exclusivas determinadas en el artículo 264 de la Constitución de la República, y las funciones asignadas en el artículo 54 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. A continuación se indica el organigrama estructural que se maneja en el GAD San Miguel de Urququí (GAD MUNICIPAL URQUQUI, 2016).

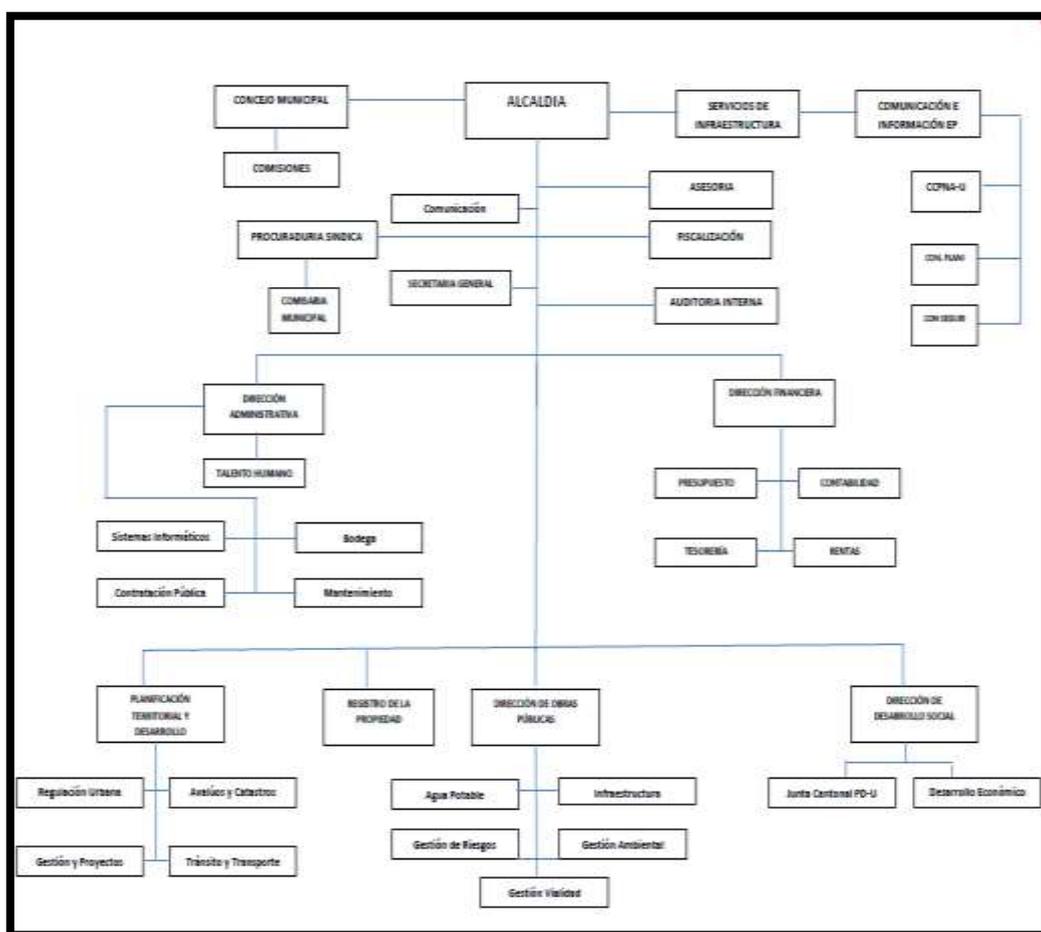


Figura 14. Organigrama Institucional GADMU

Fuente: <http://www.municipiourcuqui.gob.ec/munurcuqui/>

2.11.4. INFRAESTRUCTURA FÍSICA

El GAD San Miguel de Urucuquí cuenta con ciertas dependencias, a las cuales brinda diferentes servicios, las cuales se detallan a continuación.

- ✓ Edificio Principal
- ✓ Biblioteca
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Plaza del buen vivir
- ✓ Junta cantonal
- ✓ Concejo cantonal
- ✓ Unidad de desarrollo social (farmacia, médico, salas de adulto mayor)
- ✓ Patronato de amparo social

Sin embargo en los últimos meses se ha cambiado un poco la estructura de las dependencias externas a como se mencionó en el anteproyecto, quedando de la siguiente manera.

El Patronato de amparo social, fue reemplazado por la Unidad Judicial multicompetente, La unidad de desarrollo social Eugenio espejo abarcó lo que es la Junta Cantonal de protección a los derechos, farmacia, médico y salas del adulto mayor y por último el Concejo Cantonal se trasladó a las oficinas del edificio principal.

Por lo que se observa en la Figura 15, el Croquis de las dependencias y como se resume lo dicho anteriormente.



Figura 15. Croquis de las Dependencias del GADMU y sus Dependencias

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

2.11.4.1. Edificio Principal

El Edificio del GAD Municipal de San Miguel de Urququí se encuentra ubicado en el sector centro de Urququí, en las calles Guzmán y Antonio Ante esquina, frente al parque central del mismo lugar, como se muestra en la Figura 16.



Figura 16. Edificio principal del GADMU

Fuente: Fotografía tomada por Ana Belén Revelo

2.11.4.1.1. Planta Baja

La planta baja consta de las siguientes áreas mostradas en el plano de la Figura 26.

- Una bodega, la cual es utilizada para almacenar productos y suministros, además en el mismo lugar se cuenta con acceso a parqueadero para ingreso de vehículo para las autoridades del municipio.
- Un acceso principal que brinda acceso al primer piso del municipio y acceso tanto a la bodega como al concejo cantonal.
- Un acceso Secundario en el cual se encuentra información, recaudación, avalúos y catastros, agua potable, entre otros, y brinda acceso a áreas como talento humano.

En la Tabla 2, se muestran un resumen de los departamentos de la planta baja del edificio principal del GADMU.

Tabla 2. Departamentos de la planta baja del edificio principal del GADMU

| PLANTA | DEPARTAMENTOS |
|-------------|--------------------------|
| Planta Baja | Información |
| | Recaudación |
| | Rentas |
| | Avalúos y Catastros |
| | Talento Humano |
| | Registro de la Propiedad |
| | Concejo Cantonal |
| | Obras públicas |
| | Fiscalización |
| | Agua Potable |

Sistemas Informáticos

Auditoría interna

Tránsito y Transporte

Bodega

Fuente: Editado por Ana Belén Revelo

Recuperado de: <http://www.municipiourcuqui.gob.ec/munurcuqui/>

En las figuras 17 y 18, se muestran algunas de las zonas descritas.



Figura 17. Bodega, Transporte y Mantenimiento

Fuente: Fotografía tomada por Belén Revelo



Figura 18. Entradas del GADMU con acceso a los departamentos mencionados anteriormente.

Fuente: Fotografía tomada por Belén Revelo

2.11.4.1.2. Primer Piso

EL Primer Piso consta de las siguientes áreas mostradas en el plano de la figura 28.

- La primera área consta tanto del área Administrativa, dentro de ella se encuentra el cuarto de telecomunicaciones.
- La segunda área, una de las más importantes es la alcaldía, en donde se encuentran algunos de los departamentos más importantes.
- Y la tercera consta de un salón máximo, en donde se realizan las reuniones, entre otras actividades.

En la tabla 3, se muestra el resumen de los departamentos del primer piso

Tabla 3. Departamentos de la planta baja del edificio principal del GADMU

| PLANTA | DEPARTAMENTOS |
|-------------|----------------------------------|
| | Alcaldía |
| | Secretaría General |
| | Sala de Sesiones |
| | Concejo Municipal |
| | Gestión administrativa |
| | Desarrollo social y comunicación |
| | Financiero |
| | Tesorería |
| Primer Piso | Contabilidad |
| | Sistemas |
| | Salón máximo |
| | Procuraduría sindical |

Fuente: Elaborado Por Ana Belén Revelo

Recuperado de: <http://www.municipiourcuqui.gob.ec/munurcuqui/>

En las figuras 19 y 20, se muestran algunas de las zonas descritas.



Figura 19. Área de Salón Máximo y Área Administrativa

Fuente: Fotografía tomada por Belén Revelo

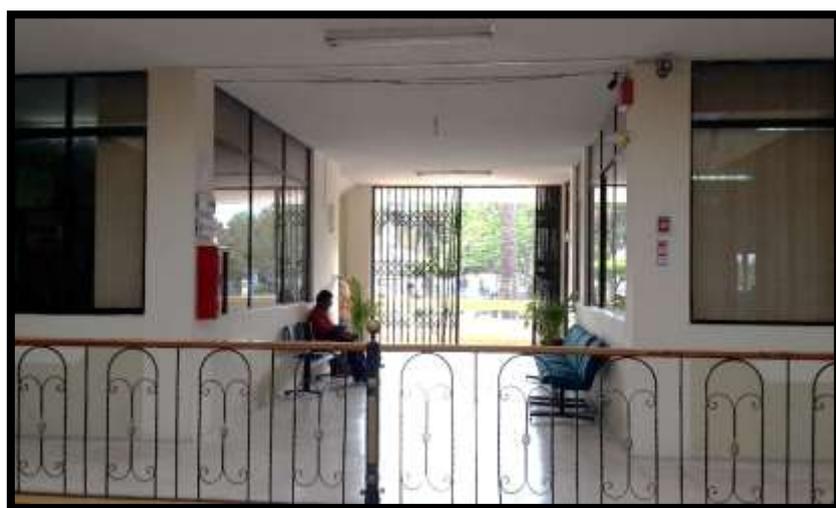


Figura 20. Área de la Alcaldía

Fuente: Fotografía tomada por Ana Belén Revelo

2.11.4.1.3. Segundo Piso

EL Primer Piso consta de las siguientes áreas mostradas en el plano de la figura 30.

- En este piso se encuentra el departamento de gestión y productividad.

En la Tabla 4, se muestra el resumen de los departamentos del primer piso

Tabla 4. Departamentos de la planta baja del edificio principal del GADMU

| PISO | DEPARTAMENTO |
|--------------|--|
| Segundo Piso | Planificación territorial y desarrollo |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

2.11.4.2. Biblioteca

El departamento de Cultura e Identidad Ubicado en las calles Abdón Calderón y Antonio Ante tiene como misión prestar el servicio de bibliotecas al cantón, con libros actuales y sistemas informáticos nuevos, en la Figura 21, se muestra la imagen del departamento.



Figura 21. Departamento Cultural e Identidad

Fuente: Fotografía tomada por Ana Belén Revelo

2.11.4.3. Mantenimiento

Transporte y mantenimiento es una dependencia que se encarga de: mantener actualizado el registro de maquinaria y vehículos de la Municipalidad; controlar el uso y mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos de la Corporación; elaborar y ejecutar el plan de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo automotor del municipio; realizar reportes de consumo diario de combustible y lubricantes, entre otros. Esta dependencia se ubica en la calle Guzmán frente al estadio, en la Figura 22.



Figura 22. Mecánica

Fuente: Fotografía tomada por Ana Belén Revelo

2.11.4.4. Plaza del Buen Vivir

La plaza del buen vivir del cantón Urcuquí Ubicado en las calles Flavio Noboa y Antonio Ante incluye el mercado, frigorífico, cancha de básquet y plaza, la cual fue restaurada hace unos meses con el fin de rescatar las tradiciones gastronómicas y arquitectura del cantón, en la Figura 23 se muestra una imagen con la dependencia mencionada.



Figura 23. Plaza del Buen Vivir

Fuente: Fotografía tomada por Ana Belén Revelo

2.11.4.5. Unidad de Desarrollo Social

La Unidad de Desarrollo social Eugenio Espejo ubicado en las calles Eugenio espero entre Gonzales Suarez y Antonio Ante. En esta dependencia se encuentra la Junta Cantonal de protección a los derechos que ayuda a la restitución de derechos de niños, niñas y adolescentes disponiendo de medidas administrativas para que la familia y la comunidad funcionen adecuadamente, farmacia, médico que brinda atención a la ciudadanía y salas del adulto mayor que brinda atención integral a personas adultas mayores durante el día.

En la Figura 24, se puede observar una imagen de la dependencia mencionada.



Figura 24. Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Fotografía tomada por Ana Belén Revelo

La Unidad De Desarrollo Social Eugenio Espejo consta de las siguientes áreas mostradas en el plano.

- La primera área es el acceso al establecimiento tanto vehicular, el cual permite el ingreso a la parte posterior del mismo lugar.
- La segunda área de fisioterapia que brinda apoyo a personas de la comunidad de San Miguel de Urququí.
- La tercera área de gran importancia son las salas de adulto mayor, las áreas de manualidades en las que se trabajan y los comedores.
- La cuarta área es la junta cantonal que está junto al patronato del cantón
- La última área es el patronato municipal y el laboratorio.

2.12. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE RED

Una metodología de diseño de red, es una secuencia de pasos que se deben seguir de manera sistemática, con el único fin de tener una red eficiente y robusta que cumpla con todos los requerimientos de los usuarios y en este caso del sistema.

Hay que tomar en cuenta que no existe una metodología ni un diseño estándar para el diseño de una red; por lo contrario cada red tiene ciertos requerimientos básicos que se deben cumplir para tener una implementación de la red a la medida. Por este motivo, no es necesario ejecutar todo el proceso; sin embargo se describe todo el proceso que eventualmente se suele seguir.

Se ha tomado como base del diseño de la red inalámbrica la metodología Cisco Network Designer (CND), la cual contiene una serie de pasos ordenados, que permiten ir implementando la red de manera segura y cumpliendo con los estándares. Por medio de esta metodología se puede obtener un diseño preciso de la red, tomando en cuenta una serie de factores, tales como: hardware, software, mantenimiento preventivo y correctivo, usuarios, además permite adaptarse a tecnologías nuevas y existentes.

A continuación, se detallan los pasos a seguir para cumplir con esta metodología:

2.12.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Este paso consiste en levantar información de la institución donde se va a realizar el proyecto; con lo cual se pretende tener una perspectiva de las deficiencias y problemas que se deben cubrir con el diseño. La información respecta a:

- ✓ Ubicación Geográfica
- ✓ Estructura Organizacional
- ✓ Cronología del desarrollo

- ✓ Estado Actual y Crecimiento a Futuro
- ✓ Recursos Humanos
- ✓ Recursos de Hardware y Software
- ✓ Recursos Económicos
- ✓ Servicios de comunicaciones disponibles
- ✓ Requerimientos proporcionados por los usuarios finales

Para poder medir el conocimiento de los usuarios finales, en cuanto al uso de los recursos de red, se puede realizar las siguientes preguntas: ¿Quiénes utilizarán el sistema? y ¿Qué experiencia tienen en el manejo de software y hardware a emplearse? Y de esta manera preparar capacitaciones como medida para contrarrestar los vacíos tecnológicos.

2.12.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de información consiste en realizar un análisis completo de toda la información obtenida en el levantamiento de información y de esta manera evaluar los requerimientos de los usuarios finales.

2.12.3. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED

Este paso consiste en el diseño total de la red, para la cual se divide en capas como: capa física la cual se encarga de todo el sistema de cableado estructurado, medios de transmisión y topología de red, otra capa es la de enlace; la que se encarga de unir varios segmentos de red y por último la capa de red; la cual se encarga de implementar los enrutamientos de paquetes de datos.

2.12.4. DOCUMENTACIÓN DEL DISEÑO DE LA RED

Para el documento final, este paso consiste en documentar el diseño total de la red en lo que respecta a:

- ✓ Planos de la edificación.
- ✓ Topología física de la red.
- ✓ Topología lógica de la red.
- ✓ Etiquetado de cable, y tomas del sistema de cableado estructurado.
- ✓ Plan de direccionamiento IP.
- ✓ Dispositivos de Comunicación.

2.13. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

Para diseñar el sistema de video-vigilancia, se han determinados ciertos requerimientos necesarios e indispensables para su adecuado funcionamiento:

- El sistema deberá permitir la supervisión del establecimiento y sus dependencias por acceso remoto y por medio de una conexión a internet desde cualquier parte.
- Se realizará un análisis de site survey, para determinar las redes existentes, determinando así si pueden producir interferencia, cual es la intensidad de las redes encontradas e incluso determinar el mejor lugar para la ubicación de los AP.
- El router de acceso debe brindar la cobertura necesaria para que las cámaras se autentifiquen en la red con normalidad.
- Se usará cámaras IP inalámbricas, por la facilidad de su implementación y debido a que no se desea cablear las instalaciones pues, no se cuenta con ductos para cableado y así no dañar la estética visual del espacio físico.

- Se seleccionará los elementos grabadores, reproductores, sistema operativo y software de gestión de video, de acuerdo a las características y servicio de las cámaras IP.
- La información obtenida por las cámaras (imágenes, videos) será almacenada durante un periodo estimado mínimo de 15 días.
- El sistema de video-vigilancia debe operar independientemente de cualquier eventualidad como son la ausencia de energía durante un tiempo mínimo de 2 a 4 horas; pues los promedios de falta de energía eléctrica registrado en el lugar varía en ese período.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEO - VIGILANCIA

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se determinará las zonas de riesgo en cada una de las dependencias, software de gestión de video y cámaras, dimensionamiento del servidor de almacenamiento, ubicación y de las cámaras, dimensionamiento de UPS, internet, acceso local y remoto, además se seleccionará los equipos en base a la comparación de parámetros necesarios de marcas destacadas en el mercado.

Además, se determinará la situación actual de la red inalámbrica, tanto del edificio principal como de las dependencias externas, la topología de la red a diseñarse basado en el estándar 802.11ac, cálculo de ancho de banda, direccionamiento IP, equipos de infraestructura de red.

3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS RED INALÁMBRICA DEL GADMU

Para el diseño del sistema de video-vigilancia, es importante determinar la situación actual de la red inalámbrica interna y de los enlaces inalámbricos desde el edificio principal a las dependencias externas del mismo.

3.2.1. TOPOLOGÍA DE RED INALÁMBRICA

El GADMU contrata el servicio de internet a la empresa CNT, este llega con fibra óptica monomodo hacia dos transeivers

El primero transeiver llega a un ROUTER CISCO 800, en este equipo se conectan tres terminales: el primero se conecta a un servidor HP que esta deshabilitado, el segundo se conectan a varios switch en cascada para la conexión a la red de los diferentes usuarios y el tercero se conecta a un router al cual se conectan 3 Access Point que se encarga de proveer internet inalámbrico, sin embargo los APs antes mencionados fueron ubicados sin previo estudio. El segundo transeiver, se conecta a un ROUTER BOARD 750, este se conecta a una antena que se encuentra en la terraza de las instalaciones y permite brindar internet a las dependencias externas.

Los enlaces inalámbricos que se realizaron con anterioridad dejaron de funcionar a excepción del enlace hacia la dependencia Unidad de Desarrollo Social “Eugenio Espejo” y no se ha tomado la iniciativa de reestablecer este servicio. El enlace que llega desde el edificio principal a la dependencia de desarrollo social, llega a un Switch y de este se conecta dos PCs, no existe red inalámbrica ni cableada a pesar de las diversas oficinas que se encuentran dentro de las instalaciones.

En la Figura 25, se describe gráficamente como se encuentra la Red.

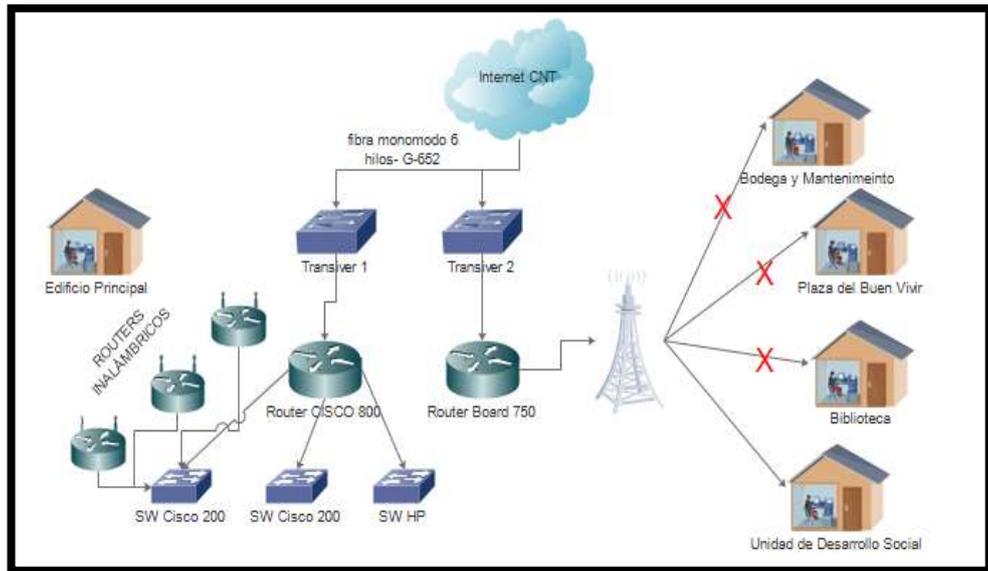


Figura 25. Topología de la Red Inalámbrica del GADMU

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.3. ANÁLISIS DE SITE SURVEY

Con los sistemas inalámbricos es muy difícil predecir la propagación de las ondas de radio y detectar la presencia de señales de que interfieran con ella sin el uso de equipo adecuado. Con el uso de antenas omnidireccionales, las ondas de radio no viajan realmente a la misma distancia en todas las direcciones. Las paredes, puertas, elevadores, personas y otros obstáculos ofrecen varios grados de atenuación a la señal, que causan que los patrones de radiación de Radio Frecuencias (RF) sean irregulares e impredecibles.

Como resultado es necesario el realizar un Análisis de Sitio (o también llamado Site Survey) para entender completamente el comportamiento de las ondas de radio dentro de un área antes de instalar los Access Points para las redes inalámbricas.

3.3.1. SITE SURVEY

Existen básicamente dos tipos de categorías para la realización de Site Survey, estas son:

3.3.1.1. Manual o Activo

Para este tipo de estudio se requiere estar físicamente en el área donde se realizará el estudio y tomar las medidas reales de la señal a lo largo del área. Para esto se ubica un Access Point con su respectiva antena y se realizará un recorrido alrededor del área a la que se desea dar cobertura.

Este tipo de examen es el más exacto porque proporciona los datos reales tomados en el ambiente de una manera similar como la que usará el usuario de la red inalámbrica y usa software en el cliente que refleja los resultados tomados entre estos se puede nombrar algunos como: herramientas de Cisco, 3Com, Orinoco, entre otros.

3.3.1.2. Teórico

Algunas compañías han desarrollado herramientas de software para la realización del site survey, sin necesidad de estar físicamente en el sitio ni ubicar los dispositivos para pruebas, estas se basan en modelos teóricos de propagación. Para obtener resultados se necesitan los planos de la zona, introducir los parámetros de atenuación y las características de los equipos virtuales que se ubicarán dentro del mapa. La mayoría de los programas incorporan los dispositivos inalámbricos más populares así como también sus diferentes tipos de antenas.

3.3.2. PASOS PARA REALIZAR EL SITE SURVEY

Cuando se conduce a un análisis de sitio, se realizan los siguientes pasos:

1. Estudio del área

Para cada área del GADMU, primero se analizará en detalle su diseño, para lo cual se debe contar con sus planos detallados y actualizados en Autocad.

2. Inspección visual del área

Una vez impresos los planos, se realizará una detallada inspección de cada área, para verificar la precisión de los planos y detectar cualquier tipo de irregularidades, fuentes de señales existentes, zonas muertas, y barreras para la propagación de las señales inalámbricas.

3. Identificación de las áreas a dar cobertura

En este paso, se necesitará identificar las áreas en donde se pretende dar cobertura con la red inalámbrica, tomando en cuenta los espacios en los que hay más afluencia de usuarios, las áreas en las que sea posible la instalación de los equipos inalámbricos y los espacios en los cuales no sea necesaria tener una cobertura.

4. Identificar las áreas en las cuales puedan existir problemas potenciales

Es muy importante analizar espacios en los cuales puedan existir obstáculos que impidan que la señal de los equipos inalámbricos sea receptada por los usuarios y el sistema que se va a instalar o que puedan existir interferencias que afecten la red.

5. Análisis de la posible ubicación de los equipos: Puntos de acceso y antenas.

Se determinará la posible ubicación de los equipos dependiendo de las zonas que se requieran cubrir tomando en cuenta también la accesibilidad para la instalación de los mismos.

6. Documentar los resultados

Es muy importante que los resultados sean documentados en forma de resumen de actividades o en forma gráfica con el análisis de los planos y la ayuda de un software que ayude en el Estudio del Sitio.

3.4. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA INTERNA

Con la finalidad de seguir un proceso organizado en el diseño y planeación de la red inalámbrica, se plantea una serie de pasos y factores a considerar en el diseño, como:

- ✓ Servicios brindados por la red inalámbrica
- ✓ Número de usuarios a Servir
- ✓ Selección de la tecnología Inalámbrica
- ✓ Topología de red
- ✓ Velocidad de Transmisión
- ✓ Materiales de construcción
- ✓ Área de Cobertura
- ✓ Pruebas de Campo (Site Survey)
- ✓ Números de Access Point
- ✓ Elección del Canal
- ✓ Ubicación de los Access Point
- ✓ Alimentación eléctrica de los Equipos

- ✓ Planeación y administración de las direcciones IP

A continuación se detalla cada uno de los parámetros.

3.4.1. SERVICIOS BRINDADOS POR LA RED

La red inalámbrica que se diseñará, en cada una de las dependencias del GADMU, será específicamente para el sistema de video-vigilancia, ya que el servicio brindado por la red inalámbrica será transmisión de video.

3.4.2. SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA

Para el diseño de la red inalámbrica se decidió usar el estándar IEEE 802.11ac, también conocido como *WIFI 5G siendo una mejora a la norma IEEE 802.11n*, debido a que tiene por objetivo garantizar una mayor velocidad a la red inalámbrica y su uso preferente es para video y sincronizaciones rápidas (PAREKH , 2013). Algunas características principales sobre este estándar se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Características principales del estándar IEEE 802.11ac

| CARACTERÍSTICAS | 802.11AC |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Velocidad de Transmisión | 1.3 Gbps |
| Banda de Frecuencia | 5 Ghz |
| Ancho de Banda de los canales | 20, 40, 80 Mhz 160 Mhz opcionales |
| Flujos espaciales(Spacial Streams) | 1 a 8 streams |
| Modulación | 256 QAM (opcional) |
| Caso de Uso | Video, Sincronización Rápida |

Fuente: Editado por Ana Belén Revelo

Recuperado de: (NOGUERA & VÁSQUEZ, 2011)

3.4.3. NÚMERO DE USUARIOS A SERVIR

La red inalámbrica a diseñarse será exclusivamente para el sistema de video-vigilancia, debido a la seguridad de la información que se transmitirá; por lo tanto, los usuarios de la red serán únicamente las cámaras que estén conectadas al sistema.

3.4.4. TOPOLOGÍA DE RED INALÁMBRICA

La topología de red seleccionada es la tipo estrella extendida debido a las ventajas que proporciona como: escalabilidad, confiabilidad, fácil diseño e instalación y fácil administración. Además; es más tolerante ya que si un equipo de la red sufre algún daño, únicamente este equipo se ve afectado y el resto de la red se mantiene funcionando. Con esta topología resulta, más sencilla la detección y prevención de daños y conflictos pues se maneja un esquema centralizado.

La estructura de red, se refiere a que cada elemento dentro de una capa realizará la misma función lógica, es decir, cada dispositivo es programado de forma similar para realizar tareas iguales, haciendo la configuración mucho más fácil y eficiente.

Una ventaja clave del diseño esquemático es que diferentes tecnologías pueden ser utilizadas sin ningún impacto en la estructura lógica del modelo, de tal forma que la migración sin ningún impacto en la estructura lógica del modelo, de tal forma que la migración e integración de nuevas tecnologías sea mucho más sencilla.

3.4.5. FACTORES QUE INFLUYEN ANCHO DE BANDA

Para un perfecto funcionamiento del sistema de video-vigilancia, se debe estimar el ancho de banda necesario que las cámaras de video utilizarán, para lo cual se necesita conocer algunos parámetros como:

- Numero de cámaras
- Sobrecarga por encapsulamiento
- Resolución de la imagen
- Formato de compresión
- Número de imágenes transmitidas por segundo

Estos parámetros nos ayudarán a estimar el ancho de banda que se necesitará para desarrollar la red inalámbrica.

3.4.5.1. Número de cámaras

Para determinar el número de cámaras necesarias en el sistema de video-vigilancia, se verificó las zonas de riesgo en cada dependencia y se obtuvo los resultados mencionados en la tabla 13.

3.4.5.2. Sobrecarga por encapsulamiento

La sobrecarga por encapsulamiento de datos se refiere a los bits adicionales que se agregan a la información en cada capa del modelo OSI o TCP/IP. La sobrecarga de datos influye en el ancho de banda, incluso para la mayor velocidad teórica de transmisión se observa que la cantidad de datos añadidos son considerados. En la tabla 6, se presenta un resumen con los datos de información de la trama, los datos de sobrecarga y la cantidad de datos totales de la misma.

Tabla 6. Resumen de la Trama 802.11ac

| CAMPOS | CANTIDAD EN BYTES |
|----------------------|--------------------------|
| Datos de Información | 11426 |
| Sobrecarga | 40 |
| TOTAL | 11466 |

Nota: los valores mencionados son obtenidos de la trama 802.11ac mostrada en la figura 5

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.5.3. Resolución y métodos de compresión

De los Parámetros de resolución y métodos de compresión se obtiene el tamaño de la imagen o tamaño de cuadro y esta medido en kilobytes.

El nivel de compresión determina la calidad de la imagen, por lo que si se desea obtener archivos bastantes pequeños, se debe usar una compresión fuerte, lo que conlleva a tener una imagen borrosa y con altos riesgos de perder la información. Por otra parte si se desea tener imágenes con buena calidad y grandes para poder tener una mejor visibilidad, se necesita usar una compresión mayor.

En la Tabla 7, se muestra el tamaño de cuadro para la compresión MJPEG:

Tabla 7. Tamaño de cuadro para compresión MJPEG

| RESOLUCIONES | COMPRESIÓN DE VIDEO MJPEG | | | | | | |
|--------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | MJPEG | MJPEG | MJPEG | MJPEG | MJPEG- | MJPEG | MJPEG |
| | -10 | -20 | -30 | -40 | 50 | -70 | -90 |
| 320X240 (QVGA) | 12 KB | 9 KB | 8KB | 7KB | 6 KB | 5 KB | 4 KB |
| 352X288 (CIF PAL) | 15 KB | 12 KB | 11 KB | 9 KB | 8 KB | 7 KB | 5 KB |
| 480X360 | 26 KB | 21 KB | 18 KB | 16 KB | 14 KB | 11 KB | 9 KB |
| 640X 480 (VGA) | 46 KB | 38 KB | 32 KB | 28 KB | 25 KB | 20 KB | 16 KB |
| 704X288 (2CIF PAL) | 31 KB | 25 KB | 21 KB | 19 KB | 17 KB | 13 KB | 10 KB |
| 704X576 (4CIF PAL) | 61 KB | 50 KB | 43 KB | 38 KB | 33 KB | 26 KB | 21 KB |
| 800X600 (SVGA) | 73 KB | 59 KB | 50 KB | 44 KB | 40 KB | 31 KB | 24 KB |
| 1280X720 (HD) | 139 KB | 113 KB | 97 KB | 85 KB | 76 KB | 60 KB | 47 KB |
| 1920X1080 (F. HD) | 314 KB | 253 KB | 218 KB | 192 KB | 171 KB | 135 KB | 105 KB |

Fuente: Editado por Ana Belén Revelo

Recuperado de: <http://cctvcamarasmonterrey.com/resolucion-de-camaras-cctv/resoluciones/>

En la Tabla 8, se muestra el tamaño de cuadro para la compresión MJPEG4

Tabla 8. Tamaño de Cuadro para Compresión MJPEG4

| RESOLUCIONES | COMPRESIÓN DE VIDEO MJPEG4 | | | | | |
|--------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | MJPEG4 | MJPEG4 | MJPEG4 | MJPEG4 | MJPEG4 | MJPEG |
| | -10 | -20 | -30 | -50 | -70 | 4-90 |
| 320X240 (QVGA) | 3 KB | 2 KB | 2 KB | 1 KB | 1 KB | 1 KB |
| 352X288 (CIF PAL) | 3 KB | 3 KB | 2 KB | 2 KB | 1 KB | 1 KB |
| 480X360 | 7 KB | 5 KB | 4 KB | 3 KB | 2 KB | 2 KB |
| 640X 480 (VGA) | 12 KB | 9 KB | 8 KB | 6 KB | 4 KB | 3 KB |
| 704X288 (2CIF PAL) | 8 KB | 6 KB | 5 KB | 4 KB | 3 KB | 2 KB |
| 704X576 (4CIF PAL) | 16 KB | 13 KB | 10 KB | 8 KB | 6 KB | 4 KB |
| 800X600 (SVGA) | 19 KB | 15 KB | 12 KB | 9 KB | 7 KB | 5 KB |
| 1280X720 (HD) | 37 KB | 28 KB | 24 KB | 17 KB | 13 KB | 9 KB |
| 1280X960 (1.22 MP) | 49 KB | 38 KB | 31 KB | 23 KB | 17 KB | 12 KB |

Fuente: Editado por Ana Belén Revelo

Recuperado de: <http://cctvcamarasmonterrey.com/resolucion-de-camaras-cctv/resoluciones/>

En la Tabla 9, se muestra el tamaño de cuadro para la compresión para H.264.

Tabla 9. Tamaño de Cuadro para Compresión H.264.

| RESOLUCIONES | COMPRESIÓN DE VIDEO H.264 | | | |
|---------------------|---------------------------|---------|---------|---------|
| | H264-10 | H264-20 | H264-30 | H264-50 |
| 320X240 (QVGA) | 1 KB | 1 KB | 1 KB | 1 KB |
| 352X288 (CIF PAL) | 1 KB | 1 KB | 1 KB | 1 KB |
| 480X360 | 3 KB | 2 KB | 1 KB | 2 KB |
| 640X 480 (VGA) | 4 KB | 3 KB | 3 KB | 3 KB |
| 704X288 (2CIF PAL) | 3 KB | 2 KB | 2 KB | 2 KB |
| 704X576 (4CIF PAL) | 6 KB | 5 KB | 4 KB | 4 KB |
| 800X600 (SVGA) | 7 KB | 5 KB | 4 KB | 5 KB |
| 1280X720 (HD) | 13 KB | 10 KB | 9 KB | 9 KB |
| 1920X1080 (FULL HD) | 30 KB | 23 KB | 19 KB | 20 KB |

Fuente: Editado por Ana Belén Revelo

Recuperado de: <http://cctvcamarasmonterrey.com/resolucion-de-camaras-cctv/resoluciones/>

3.4.5.4. Tamaño de cuadro de video real

Para el cálculo del tamaño de cuadro de video real se emplea la ecuación 1.

$$\text{Tamaño Real_Cuadro de Video [Kbyte]} = \text{Tamaño de un cuadro} + \text{Sobrecarga Total}$$

Ecuación 1. Fórmula de tamaño de cuadro de Video Real

Fuente: (Gaybor & Mendez, 2009)

El tamaño de un cuadro se puede observar en las Tablas 7, 8 y 9 que contienen la información de resolución y compresión de video. Además para el cálculo de la Sobrecarga total, se aplica la Ecuación 2.

$$\text{Sobrecarga Total [Kbytes]} = \# \text{ de tramas} \times \text{sobrecarga total por encapsulamiento}$$

Ecuación 2. Fórmula para Calcular la Sobrecarga Total

Fuente: (Gaybor & Mendez, 2009)

La sobrecarga total por encapsulamiento viene dada por la trama 802.11ac por el encapsulamiento que realiza en cada capa y para el cálculo del número de tramas se aplica la ecuación 3.

$$\# \text{ de tramas} = \frac{\text{Tamaño de un cuadro}}{\text{Cantidad de datos útiles de la trama}}$$

Ecuación 3. Fórmula para calcular en número de tramas

Fuente: (Gaybor & Mendez, 2009)

3.4.5.5. Cuadros por segundo

La velocidad de imágenes está representado por las siglas fps (Cuadros por segundo), siendo este un valor variable y depende la ubicación de la cámara y la luminosidad del lugar y el movimiento de la misma.

Para conocer el fps, se debe revisar las características técnicas del equipo ya que sus fabricantes muestran las características de acuerdo a la resolución que configure la cámara.

Una vez conocido la velocidad de Cuadros por Segundo de las cámaras seleccionadas que serán parte del sistema de video-vigilancia se puede calcular el ancho de banda generado por la cámara, para lo cual se multiplica el valor de tamaño real, calculado en la Ecuación 1, por la velocidad de imágenes de la cámara seleccionada, tal como se muestra en la Ecuación 4.

Ancho de Banda de una cámara (AB camara) = tamaño real de un cuadro x fps

Ecuación 4. Fórmula para calcular el Ancho de banda de una cámara

Fuente: (Gaybor & Mendez, 2009)

Y para el cálculo del Ancho de banda total se multiplica el Ancho de banda de una cámara por el número total de cámaras a usar, como se muestra en la Ecuación 5.

Ancho de Banda Total de cámaras (ABtotalcam) = ABcamara x # de camaras

Ecuación 5. Fórmula para el cálculo de Ancho de Banda Total de Cámaras

Fuente: (Gaybor & Mendez, 2009)

3.4.5.6. Cálculo del ancho de banda

Para determinar el ancho de banda estimado que utilizará el sistema de video vigilancia, se necesita conocer la compresión de video, la resolución de video que se usará y la velocidad de imagen de las cámaras a utilizarse.

En el datasheet de las cámaras de algunos fabricantes que ya incorporan el estándar 802.11ac como: Cisco, D-link, Trendnet; se observa que el tipo de compresión de video H.264 ya viene incorporado, siendo éste un estándar que se espera para esta época sea uno de los más utilizados debido a sus grandes ventajas, las resoluciones de video son HD (1280 x 720p) y velocidad de imagen de 30 fps y el tamaño de cuadro para esta resolución de video es de 13Kb.

3.4.5.6.1. Cálculo de número de tramas

Primero se calcula en número de tramas a transmitir un solo cuadro de video con la ecuación 3.

$$\begin{aligned} \# \text{ de tramas} &= \frac{13 \text{ [Kbytes]}}{11426 \text{ [bytes]}} \\ \# \text{ de tramas} &= \frac{13312 \text{ [bytes]}}{11426 \text{ [bytes]}} \\ \# \text{ de tramas} &= 1,17 \text{ [Tramas]} \\ \# \text{ de tramas} &= 2 \text{ [Tramas]} \end{aligned}$$

3.4.5.6.2. Cálculo de la sobrecarga por encapsulamiento total

Conocido el número de tramas se procede a calcular la sobrecarga por encapsulamiento total con el uso de la ecuación 2.

$$\begin{aligned} \text{Sobrecarga Total (ST)[Kbytes]} &= 2 [\text{Tramas}] \times 40 [\text{Kbytes}] \\ \text{Sobrecarga Total (ST)[Kbytes]} &= 80 [\text{Kbytes}] \end{aligned}$$

3.4.5.6.3. Cálculo de tamaño real de un cuadro de video

Conociendo el tamaño de un cuadro de video y la sobrecarga total por encapsulamiento, se procede a calcular el tamaño real de un cuadro de video con el uso de la ecuación 1.

$$\begin{aligned} \text{Tamaño Real Cuadro de Video [Kbyte]} &= 13 [\text{Kbytes}] + 80 [\text{Kbytes}] \\ \text{Tamaño Real Cuadro de Video [Kbyte]} &= 93 [\text{Kbytes}] \end{aligned}$$

3.4.5.6.4. Cálculo de ancho de banda generado por una cámara ip

Conocido el tamaño real de cuadro de video y la velocidad de transmisión 30 [fps], se procede a calcular el ancho de banda generado con una cámara IP; para lo cual se procede al uso de la ecuación 4

$$\begin{aligned} \text{Ancho de Banda de una cámara[Mbps]} &= 93[\text{Kbytes}] \times 30 [\text{fps}] \\ \text{Ancho de Banda de una cámara[Mbps]} &= 2790[\text{Kbps}] \\ \text{Ancho de Banda de una cámara [Mbps]} &= 2790 [\text{Kbps}] \times \frac{1[\text{Mbps}]}{1024 [\text{Kbyte}]} \\ \text{Ancho de Banda de una cámara [Mbps]} &= 2,72[\text{Mbps}] \end{aligned}$$

3.4.6. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

La velocidad de transmisión por cámara IP se determinó mediante la ecuación 4, con un total de 2,72 [Mbps]. Para el cálculo de la capacidad total requerida en la red inalámbrica se emplea la ecuación:

Capacidad total de canal inalámbrico

$$= \text{Capacidad_por_camIP} \times \#_de_Usuarios \times \text{Tanto_}\%_simultaneidad$$

Ecuación 6. Fórmula para determinar la capacidad de canal inalámbrico

Fuente: (Gaybor & Mendez, 2009)

A continuación se calcula la capacidad total de canal inalámbrico para transmitir cada dependencia de la Institución.

- capacidad total de canal inalámbrico del Edificio principal del GADMU

$$\text{Capacidad total de canal inalámbrico} = 2,72[\text{Mbps}] \times 11 \times 100\%$$

$$\text{Capacidad total de canal inalámbrico} = 29,92 \text{ [Mbytes]}$$

- capacidad total de canal inalámbrico de la dependencia Biblioteca del GADMU

$$\text{Capacidad total de canal inalámbrico} = 2,72[\text{Mbps}] \times 2 \times 100\%$$

$$\text{Capacidad total de canal inalámbrico} = 5,44 \text{ [Mbytes]}$$

- capacidad total de canal inalámbrico de la dependencia Plaza del Buen Vivir del GADMU

$$\text{Capacidad total de canal inalámbrico} = 2,72[\text{Mbps}] \times 4 \times 100\%$$

$$\text{Capacidad total de canal inalámbrico} = 10,88 \text{ [Mbps]}$$

- capacidad total de canal inalámbrico dependencia Unidad de Desarrollo Social del GADMU

$$\text{Capacidad total de canal inalámbrico} = 2,72[\text{Mbps}] \times 5 \times 100\%$$

$$\text{Capacidad total de canal inalámbrico} = 13,60 \text{ [Mbps]}$$

- capacidad total de canal inalámbrico de la dependencia Mantenimiento del GADMU

Capacidad total de canal inalámbrico = 2,72[Mbps] x 3 x 100%

Capacidad total de canal inalámbrico = 8,16 [Mbps]

En la tabla 10, se presenta un resumen de las dependencias con la capacidad total de transmisión internet inalámbrico que necesita para el correcto funcionamiento del mismo.

Tabla 10. Resumen de la Capacidad Total de transmisión inalámbrica en cada dependencia

| CAPACIDAD TOTAL DE INTERNET | |
|------------------------------------|--------------------|
| DEPENDENCIA | [MBytes] |
| Edificio Principal | 29,92 |
| Biblioteca | 5,44 |
| Plaza del buen Vivir | 10,88 |
| Unidad de desarrollo Social | 13,60 |
| Mantenimiento | 8,16 |
| TOTAL | 68 [Mbytes] |

El sistema de video – vigilancia que se diseña, transmite a una velocidad total de 68 [Mbps] y la velocidad de transmisión de 802.11ac permite al menos 1300 [Mbytes]; por lo que lo convierte en un estándar adecuado para el presente diseño.

3.4.7. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Es importante conocer los materiales de construcciones físicas de instalaciones físicas, los cuales afectan las ondas de radiofrecuencia (RF) que se propagan por

el aire y causan fenómenos como: interferencia, atenuación y distorsión, lo que dificulta la operación de la red.

La presencia de obstáculos puede provocar que las señales de radiofrecuencia se desvanezcan o se bloqueen por lo cual es importante la correcta inspección del lugar lo que permitirá conocer los elementos que afecten de manera negativa la señal. En la Tabla 11, se describe el grado de atenuación por obstáculos comunes y algunos ejemplos.

Tabla 11. Grado de Atenuación Generado por Obstáculos Comunes

| Obstáculos | Grado de Atenuación | Ejemplos |
|-----------------------|----------------------------|---|
| Espacio Abierto | Ninguno | Parqueadero, sala de estar |
| Madera | Bajo | Paredes interiores, particiones de oficina |
| Yeso | Bajo | Paredes Interiores |
| Materiales Sintéticos | Bajo | Particiones de Oficina |
| Bloque de hormigón | Bajo | Paredes Externas e Internas |
| Cristal | Bajo | Ventanas |
| Malla de alambre | Medio | Puertas, particiones |
| Cuerpo Humano | Medio | Grupos grandes de gente |
| Agua | Medio | Madera húmeda |
| Ladrillos | Medio | Paredes interiores y exteriores |
| Papel | Alto | Apilamiento de papel almacenado |
| Hormigón | Alto | Suelos, paredes exteriores, soporte |
| Cristal Antibalas | Alto | Zonas de Seguridad |
| Mat. Plateados | Muy Alto | Espejos |
| Metal | Muy Alto | Escritorios, particiones de oficina, hormigón |

Fuente: Editado por Ana Belén Revelo

Recuperado de: <https://arodriguezr.wordpress.com/como-funciona-lo-inalambrico/>

Ahora bien, las redes inalámbricas pueden verse afectada por el fenómeno denominado interferencia, el cual influye negativamente a las mismas, esto debido a que existen tecnologías que operan en las mismas frecuencias. Existen frecuencias: 2.4Ghz que actualmente se encuentra saturada y la frecuencia 5Ghz.

En la tabla 12, se muestra la atenuación que sufre la señal a través de los diferentes objetos.

Tabla 12. Atenuación de la señal a través de objetos comunes.

| OBJETO | ATENUACIÓN DE LA SEÑAL A TRAVÉS DEL OBJETO |
|--------------------------------------|--|
| Pared recubierta | 3 dB |
| Pared de vidrio con marco de metal | 6 dB |
| Bloque de pared | 4 dB |
| Ventana de oficina | 3 dB |
| Puerta de metal | 6 dB |
| Puerta de metal en pared de ladrillo | 12 dB |

Fuente: Editado por Ana Belén Revelo

Recuperado de: <https://arodriguezr.wordpress.com/como-funciona-lo-inalambrico/>

3.4.8. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE RIESGO

De acuerdo a la infraestructura física del GADMU, sus dependencias y a los requerimientos del sistema a diseñarse, se determinan las zonas de riesgo y la cantidad de cámaras necesarias para su seguridad, tal como se muestra en la Tabla 13.

Las zonas de riesgo determinadas, son lugares donde se han encontrado cierto tipo de inconvenientes como: lugares donde se encuentran equipos de valor económico y delicado, un claro ejemplo de esto es el cuarto de equipos, zonas donde se encuentra afluencia de personas, lugares estratégicos para controlar las actividades del personal que labora en la institución, entre otros.

Tabla 13. Determinación de Zonas de Riesgo y Número de Cámaras

| ZONAS | DEPARTAMENTOS | NUM. CÁMARAS |
|--|--|--------------|
| EDIFICIO PRINCIPAL PLANTA BAJA | | |
| 1 | Bodega | 1 |
| 2 | Parqueadero | 1 |
| 3 | Ingreso Principal | 1 |
| 4 | Sala de espera- Departamento de Riesgos y Rentas | 1 |
| 5 | Departamento de Infraestructura, Agua Potable y avalúos y Catastros | 1 |
| EDIFICIO PRINCIPAL PRIMER PISO | | |
| 6 | Salón Máximo | 1 |
| 7 | Departamento Financiero | 1 |
| 8 | Alcaldía | 1 |
| 9 | Cuarto de Equipos | 1 |
| 10 | Sala de Sesiones | 1 |
| EDIFICIO PRINCIPAL SEGUNDO PISO | | |
| 11 | Planificación Territorial y Desarrollo | 1 |
| TOTAL | | 11 |
| MANTENIMIENTO | | |
| 1 | Entrada principal | 1 |
| 2 | Bodega | 1 |
| 3 | Oficina | 1 |
| TOTAL | | 3 |
| UNIDAD DE DESARROLLO SOCIAL | | |
| 1 | Junta cantonal | 1 |
| 2 | Medicina | 1 |
| 3 | Salas del adulto mayor | 1 |
| 4 | Salón Múltiple | 1 |
| 5 | Entrada principal | 1 |
| TOTAL | | 5 |

| ZONAS | DEPARTAMENTOS | NUM. CÁMARAS |
|-----------------------------|---------------------|--------------|
| BIBLIOTECA | | |
| 1 | Área de Info-Centro | 1 |
| 2 | Área de Lectura | 1 |
| TOTAL | | 2 |
| PLAZA DEL BUEN VIVIR | | |
| 1 | Área de venta | 4 |
| TOTAL | | 4 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En las zonas establecidas en la tabla 13, para el edificio principal, estas zonas se encuentran con afluencia de gente, por lo que es necesario tener control del personal y de los usuarios que ingresan, además del área de bodega, mantenimiento y transporte en la que el personal deja sus vehículos debe tener un amplio control por cualquier problema.

En las zonas establecidas para la dependencia de mantenimiento, la entrada principal con acceso de vehículos y la bodega, deben ser controladas adecuadamente debido a la maquinaria y material de gran valor económico y equipos.

En las zonas establecidas para la dependencia de unidad de desarrollo social, se encuentra zonas que al igual que las demás áreas se encuentran personal y personas que dependen de un servicio adecuado, como son el área de fisioterapia, patronato y salas del adulto mayor, entre otras.

En las zonas establecidas para la dependencia de biblioteca, se encuentran libros y equipo con alto valor económico y delicado, como son documentos históricos y equipo de computación, que se prestan a la comunidad y se necesita verificar su adecuado uso.

Y por último, las zonas establecidas en la dependencia la plaza del buen vivir, donde se necesita tener un control de las persona que trabajan en el lugar y su correcto orden.

En la Tabla 14, se muestra un resumen de las Dependencias con el número de cámaras necesarias en cada una de ellas.

Tabla 14. Resumen de Dependencias y total de cámaras necesarias para cada una de ellas

| DEPENDENCIA | NÚMERO DE CÁMARAS |
|-----------------------------|--------------------------|
| Edificio Principal | 11 |
| Biblioteca | 2 |
| Plaza del buen Vivir | 4 |
| Unidad de desarrollo Social | 5 |
| Mantenimiento | 3 |
| Total | 25 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.9. UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS

Para ubicar las cámaras en cada zona de riesgo que se determinó anteriormente se utiliza el software AUTOCAD e IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS. A continuación se describe cada uno de ellos y su utilidad en lo que se refiere a diseño de sistemas de video-vigilancia.

3.4.9.1. AUTOCAD

Autocad, es un software de dibujo técnico desarrollado por Autodesk para el uso de ingenieros, técnicos y otros profesionales de carreras de diseño; que sirve para realizar modelos digitales de terrenos, planos 2D, planos 3D, entre otros.

Autocad es un programa, como su nombre lo dice, para diseñar, CAD significa Computer Aid Design, en el que se puede realizar todo tipo de diseños técnicos, muy útil para ingenieros, arquitectos, entre otros, pudiendo crear diseños de todo tipo en 2D y 3D, planos, objetos, cortes de objetos.

Con la ayuda de autocad, se diseñó los planos como diagramas simples, los cuales permiten visualizar de manera gráfica cada dependencia y la colocación de cámaras de video y ubicación de los APs internos.

3.4.9.2. IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS

IP video system design tools, es un software de diseño de sistemas de circuito cerrado de televisión con el ancho de banda de red integrada para 15 resoluciones de cámara y varios métodos de compresión, incluyendo H.264, MPEG-4 y Motion JPEG.

Esta herramienta de diseño de sistema de vídeo IP permite aumentar la eficiencia de su sistema de seguridad, al tiempo que reduce los costos de encontrar las mejores ubicaciones de la cámara, calcular la distancia focal precisa del objetivo y los ángulos de visión en segundos, comprueba el campo de visión de cada cámara y encuentra zonas muertas para aumentar el nivel de seguridad de sus instalaciones utilizando planos 2D y modelado en 3D. En el **ANEXO A**, se detalla un manual de instalación y el uso de herramientas básicas para su uso.

A continuación, se va a realizar la ubicación de las cámaras en cada dependencia con la ayuda de este software, se va a colocar las cámaras IP, en los planos realizados en AUTOCAD para su diseño.

3.4.9.3. Edificio Principal

3.4.9.3.1. Planta baja

En la figura 26, podemos observar el plano del Edificio Principal Planta Baja, diseñado con el software Autocad en el que detallan las áreas del lugar, además en la figura **Anexo B1**, se puede apreciar el plano en 3D.

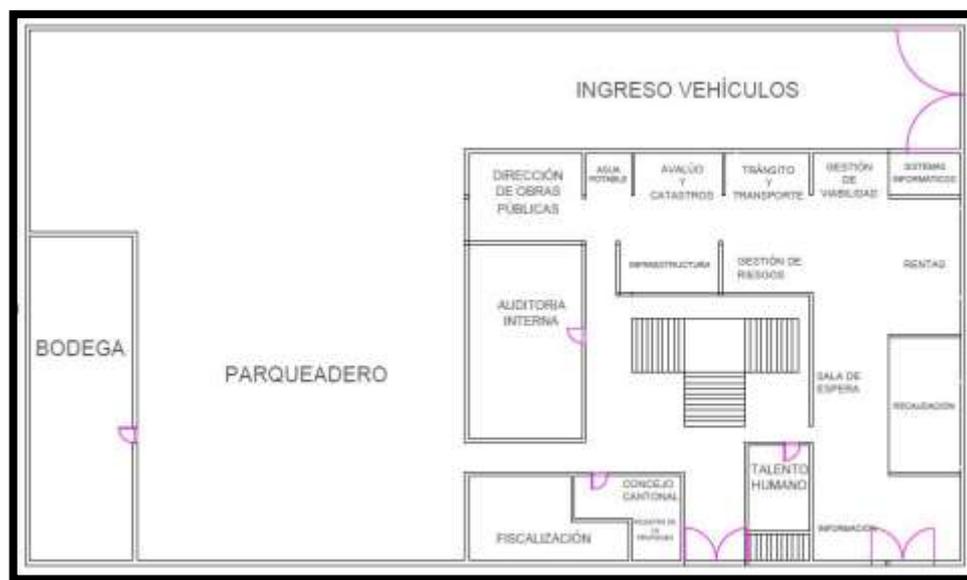


Figura 26: Plano del Edificio Principal Planta Baja

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 27, se muestra la ubicación de las cámaras en lugares estratégicos para cubrir áreas de riesgo de la planta baja del edificio principal del GADMU, además se visualiza las áreas de cobertura y los puntos ciegos que tendrá el lugar. Para mejor visualización, en la figura **ANEXO B2**, se aprecia la vista de cada cámara en 3D y en la figura **ANEXO B3** se muestran las configuraciones básicas que deberán tener las cámaras para obtener la vista mostrada.

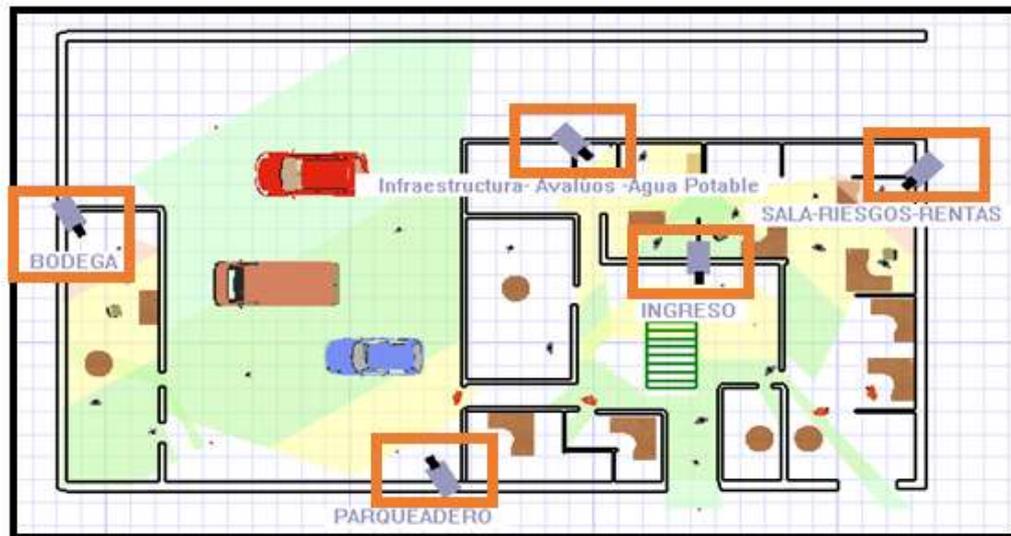


Figura 27: Ubicación de cámaras IP en del Edificio Principal Planta Baja

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.9.3.2. Primer piso

En la figura 28, podemos observar el plano del Edificio Primer Piso Baja, diseñado con el software Autocad en el que se detallan las áreas del lugar, además es el **ANEXO B4**, se puede apreciar el plano en 3D.

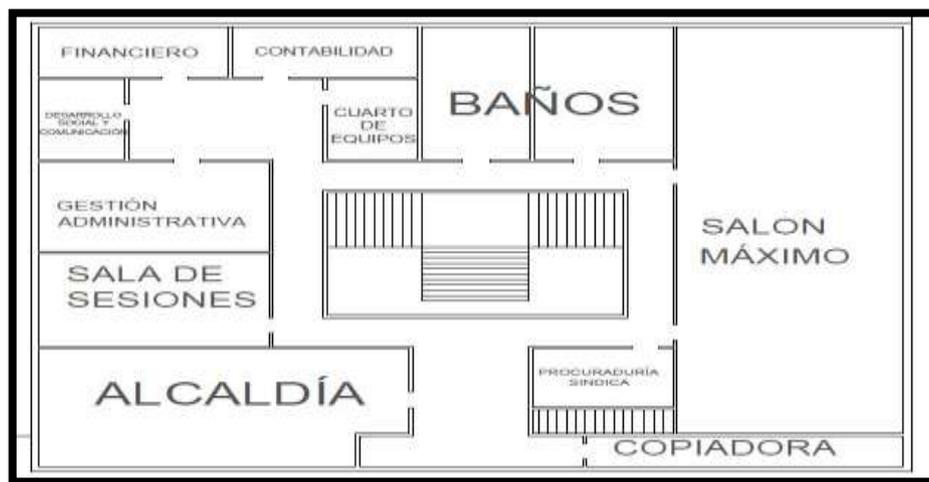


Figura 28: Plano del Edificio Principal Primer Piso

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 29, se muestra la ubicación de las cámaras en lugares estratégicos para cubrir áreas de riesgo del primer piso del edificio principal del GADMU, además se visualiza las áreas de cobertura y los puntos ciegos que tendrá el lugar. Para mejor visualización, en la figura del **ANEXO B5**, se aprecia la vista de cada cámara en 3D y en la figura **ANEXO B6** se muestran las configuraciones básicas que deberán tener las cámaras para obtener la vista mostrada.



Figura 29: Ubicación de cámaras IP en del Edificio Principal Primer Piso

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.9.3.3. Segundo Piso

En la figura 30, podemos observar el plano del Edificio Principal Segundo Piso, diseñado con el software Autocad en el que se detallan las áreas del lugar, además es el **ANEXO B7**, se puede apreciar el plano en 3D.



Figura 30: Plano del Edificio Principal Segundo Piso

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 31, se muestra la ubicación de las cámaras en lugares estratégicos para cubrir áreas de riesgo del segundo piso del Edificio Principal del GADMU, además se visualiza las áreas de cobertura y los puntos ciegos que tendrá el lugar. Para mejor visualización, en la figura del **ANEXO B8**, se aprecia la vista de cada cámara en 3D y en la figura **ANEXO B9** se muestran las configuraciones básicas que deberán tener las cámaras para obtener la vista mostrada.

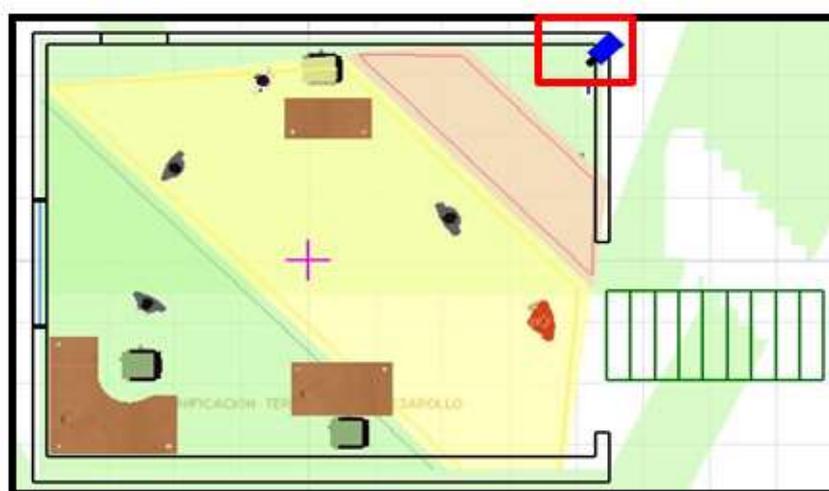


Figura 31: Ubicación de cámaras IP en del Edificio Principal Segundo Piso

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.9.4. Mantenimiento

En la figura 32, podemos observar el plano de la dependencia Mantenimiento, diseñado con el software Autocad en el que se detallan las áreas del lugar, además es el **ANEXO B10**, se puede apreciar el plano en 3D.

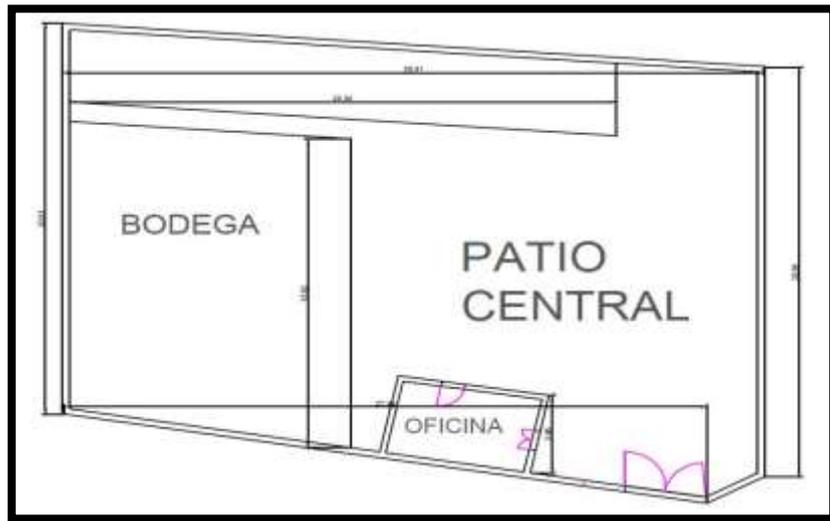


Figura 32: Plano de la dependencia Mantenimiento

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 33, se muestra la ubicación de las cámaras en lugares estratégicos para cubrir áreas de riesgo de la dependencia Mantenimiento, además se visualiza las áreas de cobertura y los puntos ciegos que tendrá el lugar. Para mejor visualización, en la figura del **ANEXO B11**, se aprecia la vista de cada cámara en 3D y en la figura **ANEXO B12** se muestran las configuraciones básicas que deberán tener las cámaras para obtener la vista mostrada.

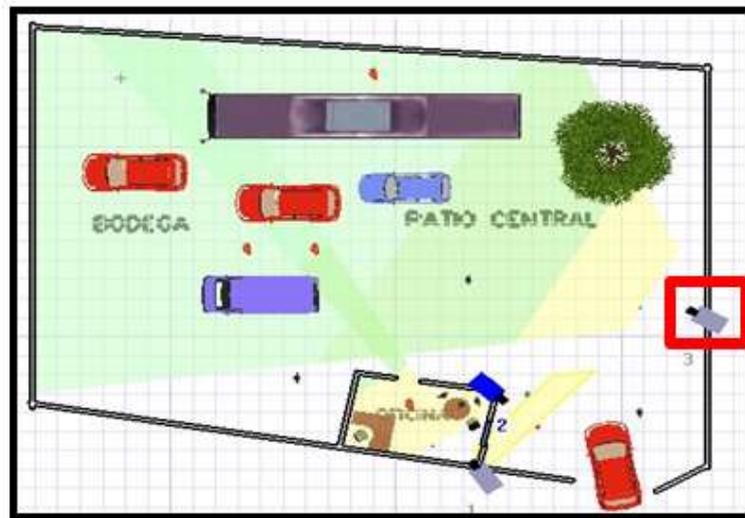


Figura 33: Ubicación de cámaras IP en la dependencia Mantenimiento

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.9.5. Unidad De Desarrollo Social

En la figura 33, podemos observar el plano de la dependencia Unidad De Desarrollo Social, diseñado con el software Autocad en el que se detallan las áreas del lugar, además es el **ANEXO B13**, se puede apreciar el plano en 3D.

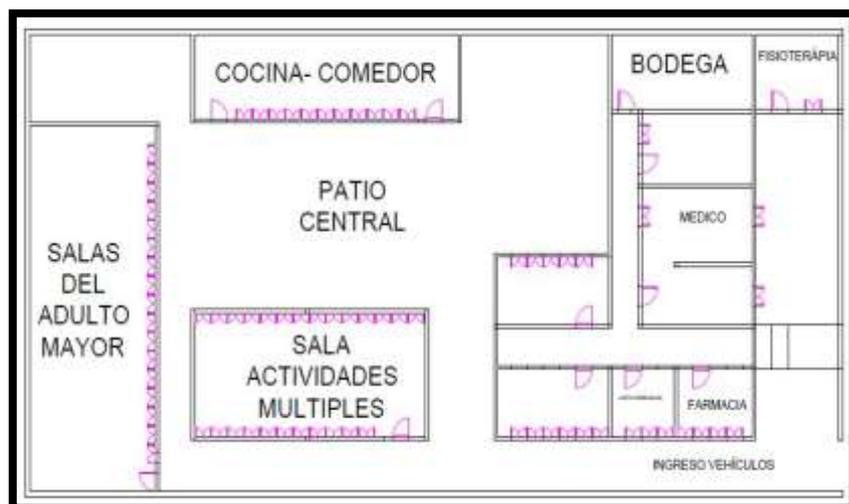


Figura 34: Plano de la dependencia Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 35, se muestra la ubicación de las cámaras en lugares estratégicos para cubrir áreas de riesgo de la dependencia Unidad de Desarrollo Social, además se visualiza las áreas de cobertura y los puntos ciegos que tendrá el lugar. Para mejor visualización, en la figura del **ANEXO B14**, se aprecia la vista de cada cámara en 3D y en la figura **ANEXO B15** se muestran las configuraciones básicas que deberán tener las cámaras para obtener la vista mostrada.



Figura 35: Ubicación de cámaras IP en la dependencia Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.9.6. Biblioteca

En la figura 36, se puede observar el plano de la de dependencia biblioteca diseñada con el software Autocad, en el cual se detallan las áreas del lugar, además es la figura del **ANEXO B16**, se puede apreciar el plano en 3D.

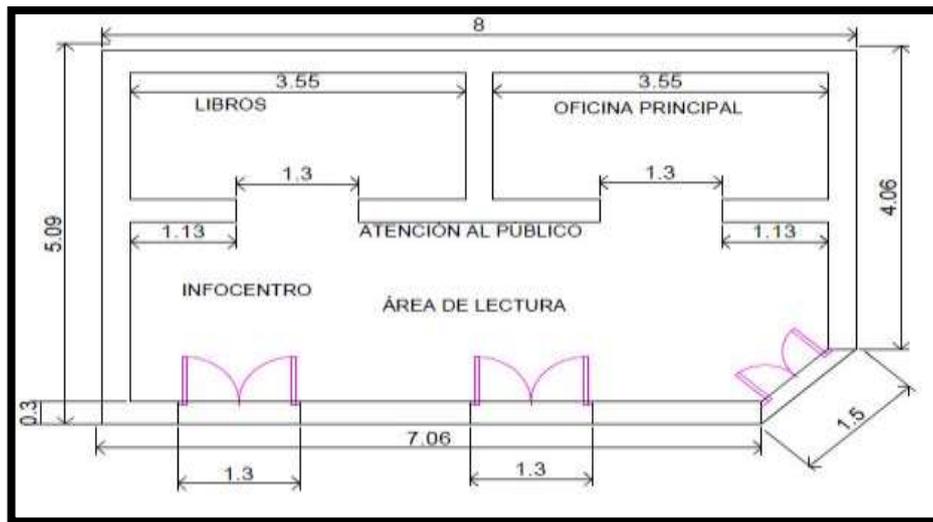


Figura 36: Plano de la dependencia Biblioteca

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 37, se muestra la ubicación de las cámaras en lugares estratégicos para cubrir áreas de riesgo de la Biblioteca, además se visualiza las áreas de cobertura y los puntos ciegos que tendrá el lugar. Para mejor visualización, en la figura del **ANEXO B17**, se aprecia la vista de cada cámara en 3D y en la figura **ANEXO B18** se muestran las configuraciones básicas que deberán tener las cámaras para obtener la vista mostrada.

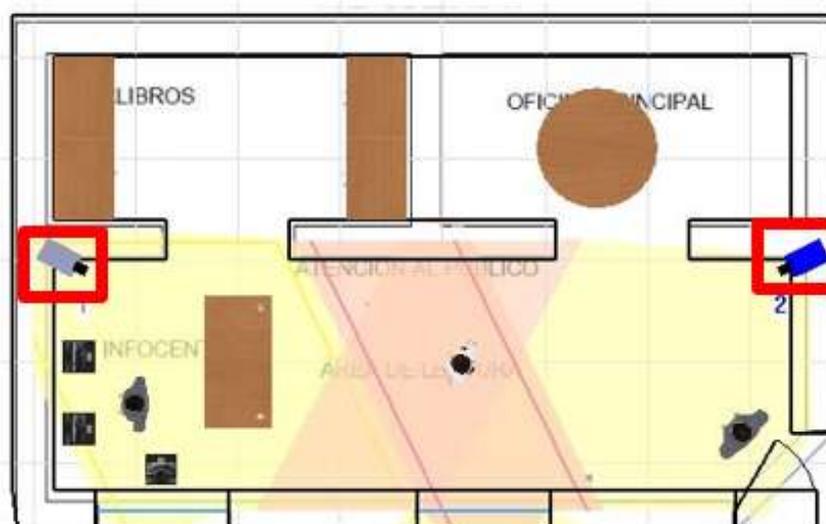


Figura 37: Ubicación de cámaras IP en la dependencia Biblioteca

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.9.7. Plaza Del Buen Vivir

En la figura 38, podemos observar el plano de la dependencia Plaza del Buen Vivir, diseñado con el software Autocad, en el cual se detallan las áreas del lugar, además es la figura del **ANEXO B19**, se puede apreciar el plano en 3D.

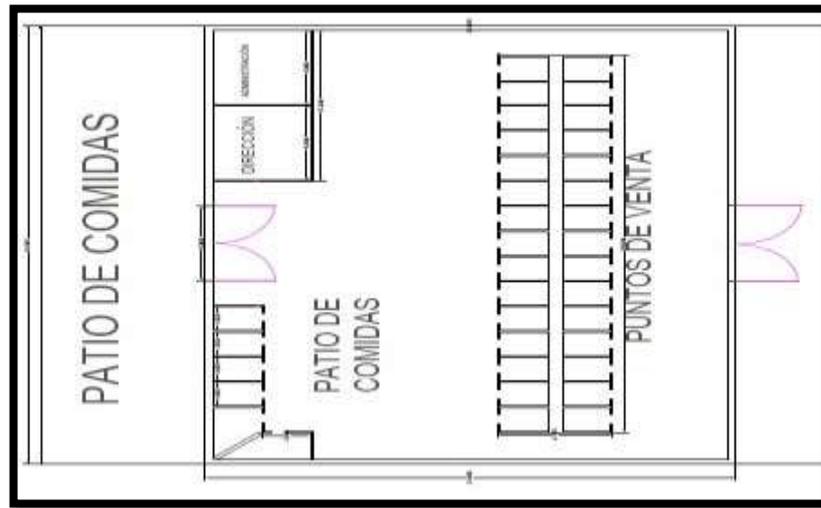


Figura 38: Plano de la dependencia Plaza del Buen Vivir

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 39, se muestra la ubicación de las cámaras en lugares estratégicos para cubrir áreas de riesgo de la dependencia Plaza del Buen Vivir, además se visualiza las áreas de cobertura y los puntos ciegos que tendrá el lugar. Para mejor visualización, en la figura del **ANEXO B20**, se aprecia la vista de cada cámara en 3D y en la figura **ANEXO B21** se muestran las configuraciones básicas que deberán tener las cámaras para obtener la vista mostrada.

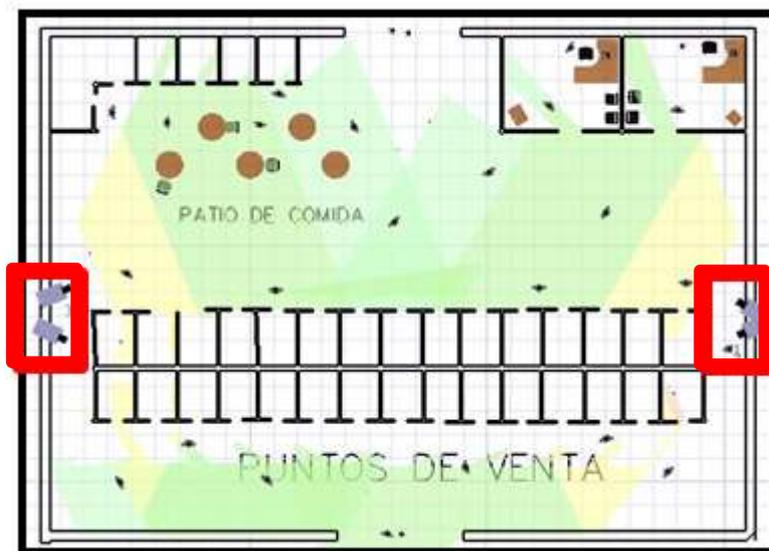


Figura 39: Ubicación de cámaras IP en la dependencia Plaza del Buen Vivir

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.10. ÁREAS DE COBERTURA

La red inalámbrica, debe brindar cobertura a las áreas donde se van a ubicar las cámaras de video vigilancia, para su adecuado funcionamiento. En la tabla 3.12, se detalla cada dependencia con las características de áreas que se deberán cubrir con la red inalámbrica.

Tabla 15: Áreas de las Dependencias del GADMU a cubrir

| DEPENDENCIA | METROS | METROS ² |
|-----------------------------|-------------|---------------------|
| Edificio Principal | ✓ Largo: 37 | 2183 |
| | ✓ Ancho: 59 | |
| Biblioteca | ✓ Largo: 8 | 32 |
| | ✓ Ancho: 4 | |
| Mantenimiento | ✓ Largo: 14 | 112 |
| | ✓ Ancho: 8 | |
| Plaza del Buen Vivir | ✓ Largo: 30 | 900 |
| | ✓ Ancho: 30 | |
| Unidad de desarrollo Social | ✓ Largo: 54 | 1188 |
| | ✓ Ancho: 22 | |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.11. PRUEBAS DE CAMPO

Como primer paso se realiza un estudio de Site Survey pasivo para verificar las redes inalámbricas existentes, que tienen cobertura en el área y pueden causar interferencia en la red a diseñarse. Para esto es necesario usar el programa **WIFI ANALYZER**, el cual ayudara a detectar las redes inalámbricas y muestra detalles de cada red. En el **ANEXO C**, se muestra el manual de usuario de dicho software. En la Figura 40 se muestra el logotipo de WIFI ANALYZER.



Figura 40: Logo WIFI ANALYZER

Fuente: <http://www.papktop.com/tag/wifi-analyzer-apk>

Para obtener la información requerida con el programa, es necesario recorrer toda la zona de cada dependencia mientras el programa se está ejecutando.

En la figura 41, se detectan las redes que trabajan en la banda de 5GHz en el edificio principal de la institución, en estas imágenes se detecta redes como: AP2gadmu con un nivel de señal de -78 dBm, AP1gadmu con un nivel de señal de -82dBm, AP_TN_URCUQUI con 92dBm y AP_TN_SANBLASS a -92dBm aproximadamente, los canales que se ocupan estas redes son 157, 161, 64 y 40 respectivamente.



Figura 41: Redes Inalámbricas detectadas en el Edificio Principal

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 42, se detectan las redes que trabajan en la banda de 5GHz en la biblioteca, en estas imágenes se detecta redes como: AP_TN_SANBLAS con niveles de señal de -92 dBm y APMK5IMBCHALTURA1 con un nivel de señal de -88dBm aproximadamente, los canales que se ocupan estas redes son 40 y 64 respectivamente.

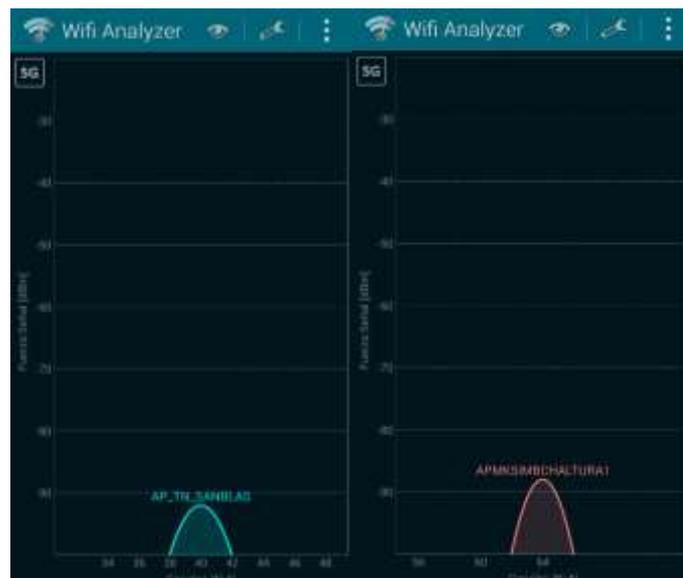


Figura 42: Redes Inalámbricas detectadas en la Biblioteca

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 43, se detectan las redes que trabajan en la banda de 5GHz en el taller de Mantenimiento, en estas imágenes se detecta AP_TN_URCUQUI con un nivel de señal aproximadamente -93 dBm y trabaja en el canal 64



Figura 43: Redes Inalámbricas detectadas en el Taller de Mantenimiento.

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 44, se detectan las redes que trabajan en la banda de 5GHz en la Plaza del Buen Vivir, en estas imágenes se detecta redes como: AP1gadmu que trabaja con un nivel de señal de -84 dBm, AP_TN_SANBLAS con un nivel de señal de -82dBm y AP_TN_URCUQUI con un nivel de señal de -84dBm aproximadamente, los canales que se ocupan estas redes son 157, 40 Y 64 respectivamente.

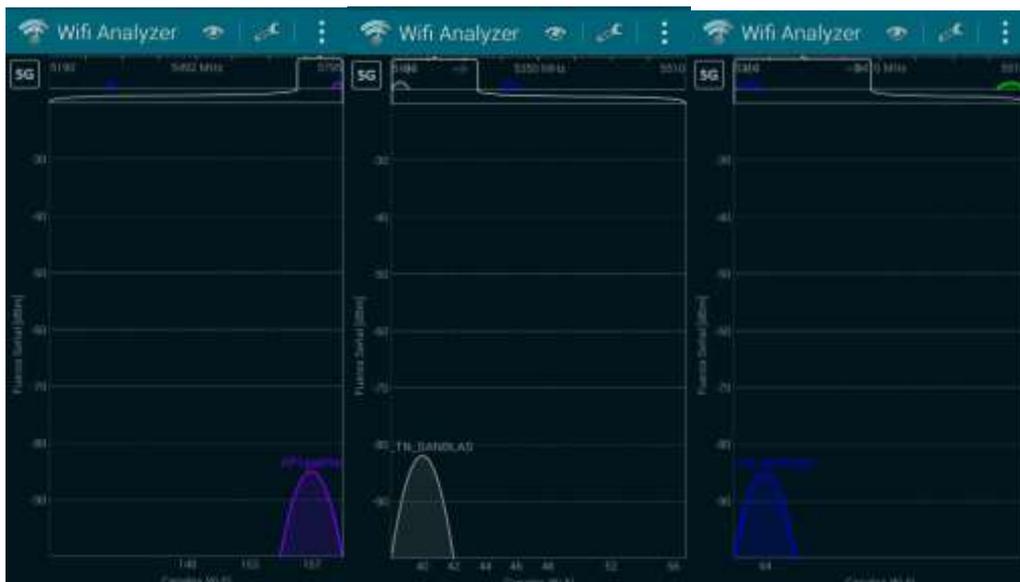


Figura 44: Redes Inalámbricas detectadas en el Plaza del Buen Vivir

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 45, se detectan las redes que trabajan en la banda de 5GHz en la biblioteca, en estas imágenes se detecta redes como: SWAZAURSA con una fuerza de señal de -82 dBm y APMK5IMBCHALTURA1 que trabaja a -90dBm aproximadamente, los canales que se ocupan estas redes son 124 y 64 respectivamente.

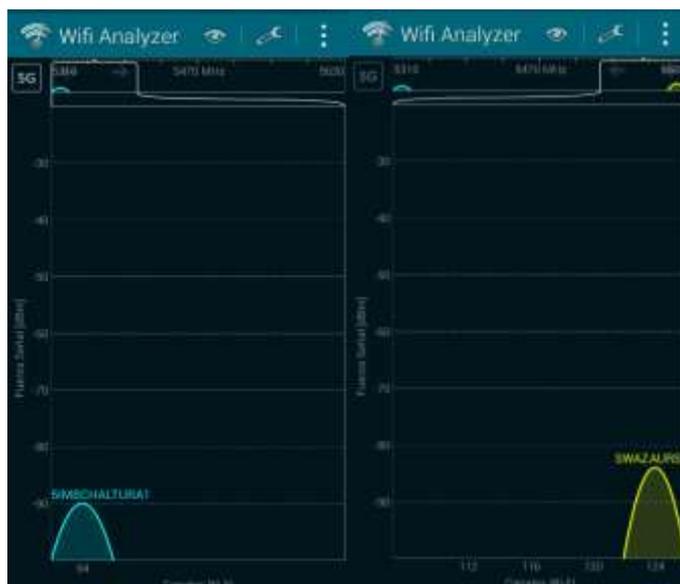


Figura 45: Redes Inalámbricas detectadas en la Unidad de Desarrollo Social "Eugenio Espejo"

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Mediante los resultados obtenidos en el análisis de Site Survey pasivo en cada una de las dependencias, se determina la señal más fuerte, que puede afectar a nuestro sistema de video-vigilancia.

En la Tabla16, se muestran las dependencias del GADMU con el AP que presenta mayor nivel de señal y podría causar interferencia con la red inalámbrica que se desea diseñar, además analizando los resultados se determina que a pesar de ser la señal más fuerte comparadas con otros APs detectados en cada dependencia, son señales demasiado bajas para causar problemas.

Tabla 16: Características principales de las señales detectadas en cada dependencia del GADMU

| DEPENDENCIA | SSID | NIVEL DE SEÑAL (DB) | CANAL |
|--------------------------------|-------------------|------------------------|-------|
| Edificio Principal | AP2gadmu | -78dBm | 161 |
| Biblioteca | APMK5IMBCHALTURA1 | -88dBm | 64 |
| Mantenimiento | AP_TN_URCUQUI | -93dBm | 64 |
| Plaza del Buen Vivir | AP_TN_SANBLAS | -82dBm | 40 |
| Unidad de Desarrollo Social | SWAZAURSA | -82dBm | 124 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.12. NUMERO DE ACCESS POINT

Para el cálculo de Access Point necesarios para el sistema se aplica la ecuación 7.

$$\# \text{ de APs} = \text{Ancho de Banda} \times N^{\circ} \text{ de Usuario} \times \% \text{ Utilización De red}$$

Ecuación 7: Fórmula para calcular la cantidad de Access Point necesarios.

Fuente: (Gaybor & Mendez, 2009)

Para calcular la Utilización, se aplica la ecuación 8, que se muestra a continuación:

$$\text{Utilización de red} = \frac{\text{Utilización Promedio de la Red}}{\text{Velocidad Estimada}}$$

Ecuación 8. Fórmula para calcular la Utilización de la red inalámbrica

Fuente: (Gaybor & Mendez, 2009)

Donde:

- ✓ Ancho de banda que se desea para cada cámara: 2,72 [Mbps]
- ✓ Velocidad estimada del AP: 1.3 [Gbps]
- ✓ Utilización Promedio de la Red: 100%

Cálculo de número de Access Point para el Edificio Principal

- ✓ Número de cámaras: 11 cámaras

$$\# \text{ de APs} = 2,72 \text{ [Mbps]} \times 11 \times \frac{100}{1300 \text{ [Mbps]}} = 2,30 \cong 3 \text{ Access Point}$$

Cálculo de número de Access Point para la dependencia de Mantenimiento

- ✓ Número de cámaras: 3 cámaras

$$\# \text{ de APs} = 2,72 \text{ [Mbps]} \times 3 \times \frac{100}{1300 \text{ [Mbps]}} = 0,62 \cong 1 \text{ Access Point}$$

Cálculo de número de Access Point para la dependencia de Biblioteca

- ✓ Número de cámaras: 2 cámaras

$$\# \text{ de APs} = 2,72 \text{ [Mbps]} \times 2 \times \frac{100}{1300 \text{ [Mbps]}} = 0,41 \cong 1 \text{ Access Point}$$

Cálculo de número de Access point para la dependencia de Plaza del Buen Vivir

✓ Número de cámaras: 4 cámaras

$$\# \text{ de APs} = 2,72 \text{ [Mbps]} \times 6 \times \frac{100}{1300 \text{ [Mbps]}} = 0,83 \cong 1 \text{ Access Point}$$

Cálculo de número de Access Point para la dependencia de Unidad de Desarrollo Social

✓ Número de cámaras: 5 cámaras

$$\# \text{ de APs} = 2,72 \text{ [Mbps]} \times 7 \times \frac{100}{1300 \text{ [Mbps]}} = 1,04 \cong 1 \text{ Access Point}$$

Los resultados obtenidos después de aplicar la fórmula correspondiente se presentan en la tabla 17.

Tabla 17: Resultados de números de APs

| DEPENDENCIA | # APS |
|----------------------|--------------|
| Edificio Principal | 3 |
| Unidad de Desarrollo | 1 |
| Plaza del Buen Vivir | 1 |
| Mantenimiento | 1 |
| Biblioteca | 1 |
| TOTAL | 7 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.13. ELECCIÓN DEL CANAL

En base a los resultados obtenidos en el site survey pasivo se aprecia que los canales más congestionados son: 64, 40, 157. Por lo tanto, se elige el canal 151 para cada dependencia, debido a que es un canal que presenta menor congestión de datos.

3.4.14. UBICACIÓN DE LOS ACCESS POINT

Después de las pruebas de site survey pasivo se realiza la prueba de site survey activo, para determinar el lugar donde se ubicarán los APs.

Para la ubicación de los puntos de acceso, se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ La cantidad de cámaras que se manejará por área de trabajo.
- ✓ Se debe posicionar los dispositivos de tal manera que la señal viaje directamente a través de una pared o techo para una recepción buena.
- ✓ Se debe ubicar el dispositivo a 1 o 2 metros alejados de equipos eléctricos que generen señal RF; para que no generen interferencia.

Para el Site Survey Activo, se usa el software Ekahau Heat Mapper, que permitirá obtener las gráficas de señal de cada dependencia y verificar que la señal cubra las áreas donde se ubicaron las cámaras. En el **ANEXO D**, se muestra el manual de uso e instalación del software para su funcionamiento.

En la figura 46, se muestra el logotipo de Ekahau Heat Mapper



Figura 46: Logo EKAHAU HEAT MAPPER

Fuente: <http://ekahau-heatmapper.softonic.com/>

El software a utilizar muestra una escala de los niveles de señal en dB, de esta manera comprobar si la señal es buena o mala y si la cobertura hacia las cámaras es adecuada.



Figura 47: Nivel De señal de Ekahau Heat Mapper

Fuente: <http://ekahau-heatmapper.softonic.com/>

Para esta prueba, se ubicó el AP, de la marca Linksys Cisco SE2800, en algunos lugares del de cada dependencia y en sus instalaciones principales; buscando los mejores sitios, en donde el AP cubra las áreas donde se encuentran las cámaras. A continuación, se presenta la mejor ubicación para cada AP, con sus niveles de cobertura.

3.4.14.1. Ubicación de APs en Edificio el Principal

En la Figura 48 y 49, se observa la ubicación de los APs en el edificio principal.

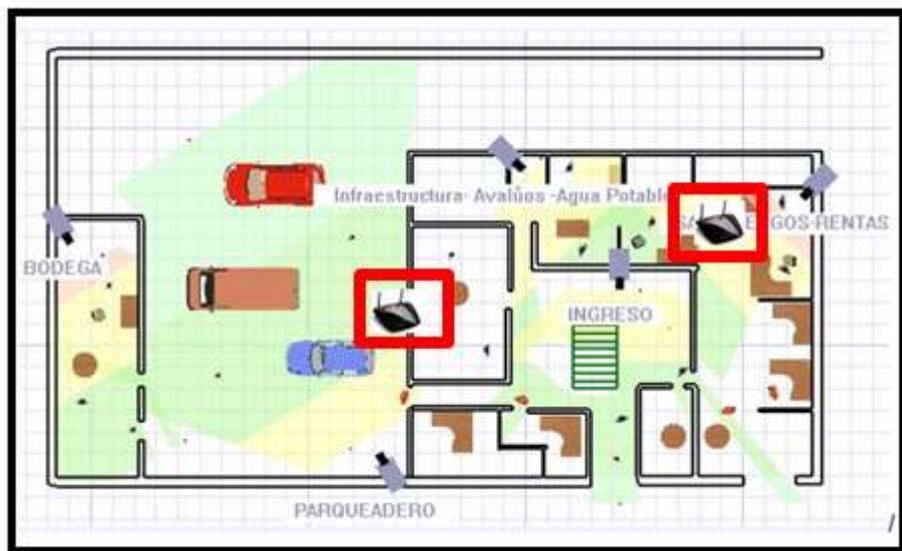


Figura 48: Ubicación de APs Planta Baja

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo



Figura 49: Ubicación de AP primer piso

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En las Figuras 50,51 y 52, se observa las áreas de cobertura que genera el AP dentro de las instalaciones de la Biblioteca.

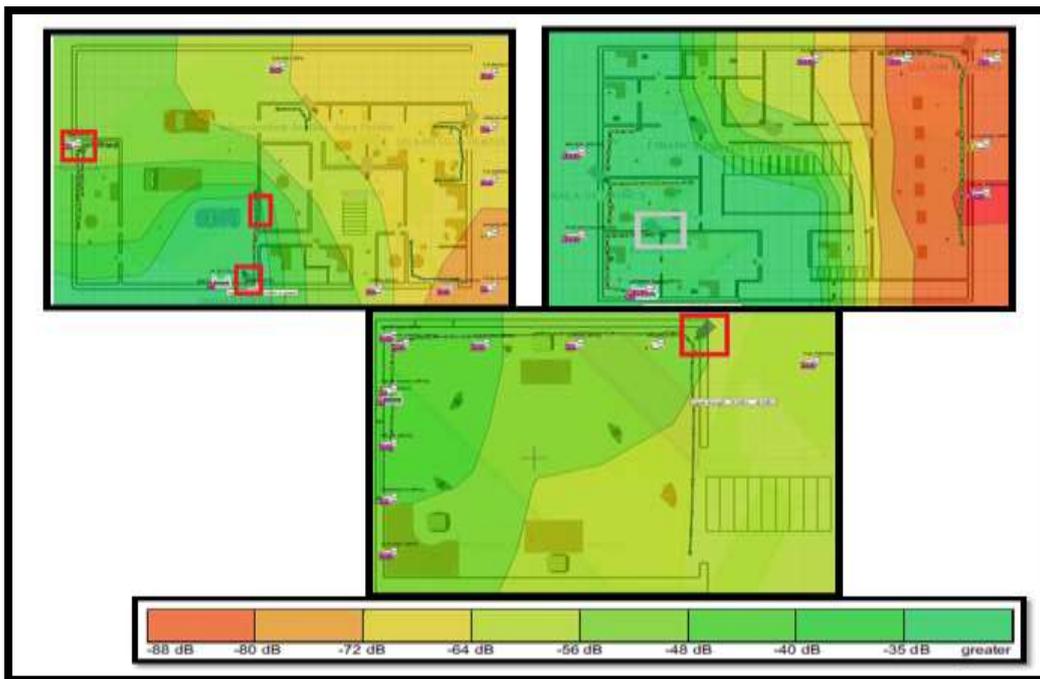


Figura 50: Áreas de cobertura del AP_EP1 para el Edificio Principal

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

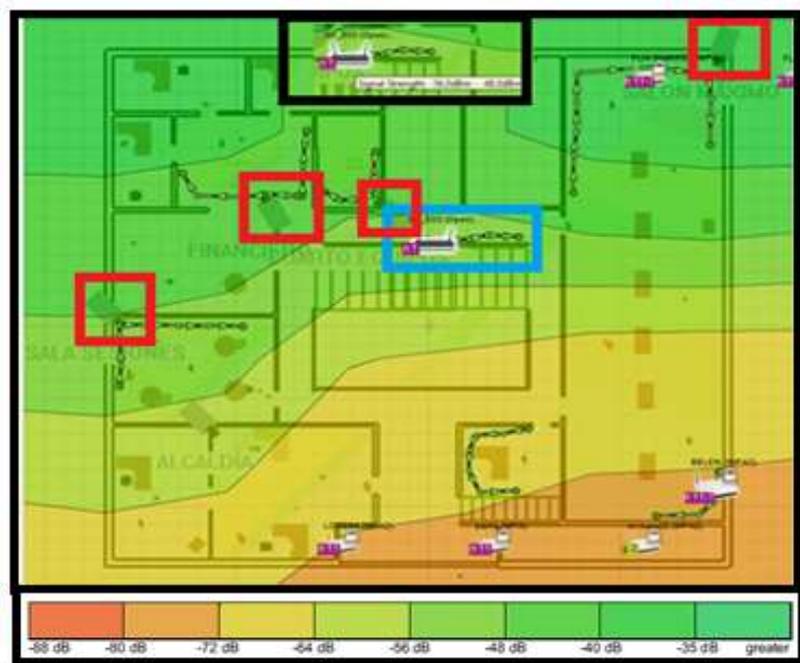


Figura 51: Áreas de cobertura del AP_EP2 para el Edificio Principal

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo



Figura 52: Áreas de cobertura del AP_EP3 para el Edificio Principal

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

El AP_ED1, se ubicará en el pasillo que da vista al parqueadero, debido a que irradia buena señal para las cámaras que se ubicarán en aquel lugar. El AP_ED2, se ubicará en el centro del techo del segundo piso, este AP, es el que mejor ubicación tiene, pero debido a que no todas las cámaras pueden conectarse a él debido al ancho de banda que necesitan, se colocan los 3 AP; por último la ubicación del AP_ED3, se colocará en el área de rentas y avalúos. De esta manera se logra que todas las cámaras se encuentren con señal, para el envío adecuado de los cuadros de video.

3.4.14.1.1. Cámaras y áreas con cobertura a los diferentes APs del Edificio Principal

En la tabla 18, se presentan las cámaras que tienen cobertura y se pueden conectar al AP_EP1.

Tabla 18: Áreas y cámaras con cobertura del AP_EP1

| DESCRIPCIÓN | # CÁMARAS |
|--|-----------|
| Planta baja | |
| Bodega | 1 |
| Parqueadero | 1 |
| Primer piso | |
| Alcaldía | 1 |
| Segundo piso | |
| Planificación Territorial y Desarrollo | 1 |
| TOTAL | 4 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la tabla 19, se presentan las cámaras que tienen cobertura y se pueden conectar al AP_EP2

Tabla 19: Áreas y cámaras con cobertura del AP_EP2

| DESCRIPCIÓN | # CÁMARAS |
|-------------------------|-----------|
| Segundo piso | |
| Salón Máximo | 1 |
| Departamento Financiero | 1 |
| Cuarto de Equipos | 1 |
| Sala De Sesiones | 1 |
| TOTAL | 4 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la tabla 20, se presentan las cámaras que tienen cobertura y se pueden conectar al AP_EP3.

Tabla 20: Áreas y cámaras con cobertura del AP_EP3

| DESCRIPCIÓN | # CÁMARAS |
|--|-----------|
| Primer piso | |
| Ingreso Principal | 1 |
| Sala de espera- Departamento de Riesgos y Rentas | 1 |
| Departamento de Infraestructura, Agua Potable y avalúos y Catastros | 1 |
| TOTAL | 3 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Una vez determinada las cámaras que irán conectadas a cada AP del edificio principal, se determina que el AP_ED1 y AP_ED2 manejarán un ancho de banda de 10.88 [Mbps] y el AP_ED3 un ancho de banda de 8,16 [Mbps], dando como resultado un total de 29,92 [Mbps], valor determinado en el literal 3.4.6.

3.4.14.2. Ubicación de APs en la dependencia biblioteca

En la Figura 53, se observa la ubicación del AP en la parte interna de la dependencia Biblioteca.

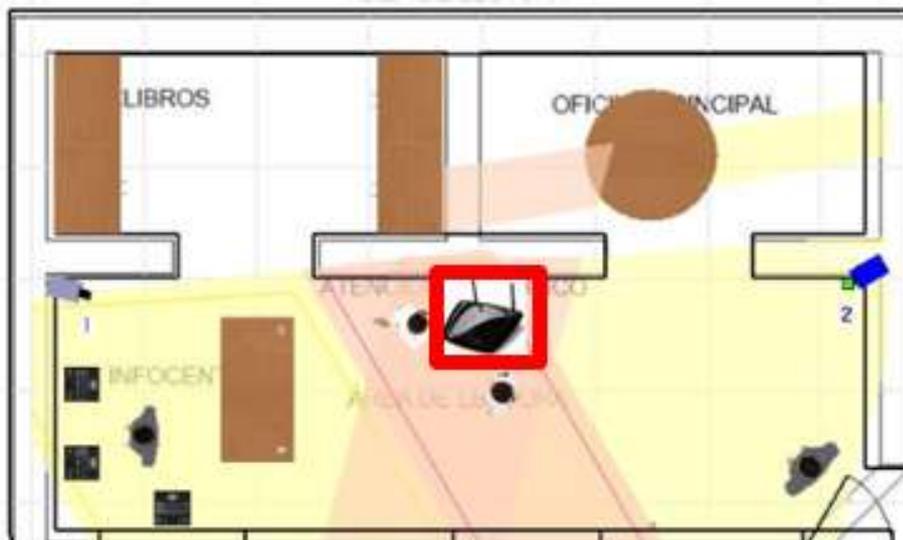


Figura 53: Ubicación del AP de la dependencia Biblioteca

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 54, se observa las áreas de cobertura que genera el AP dentro de las instalaciones de la Biblioteca.

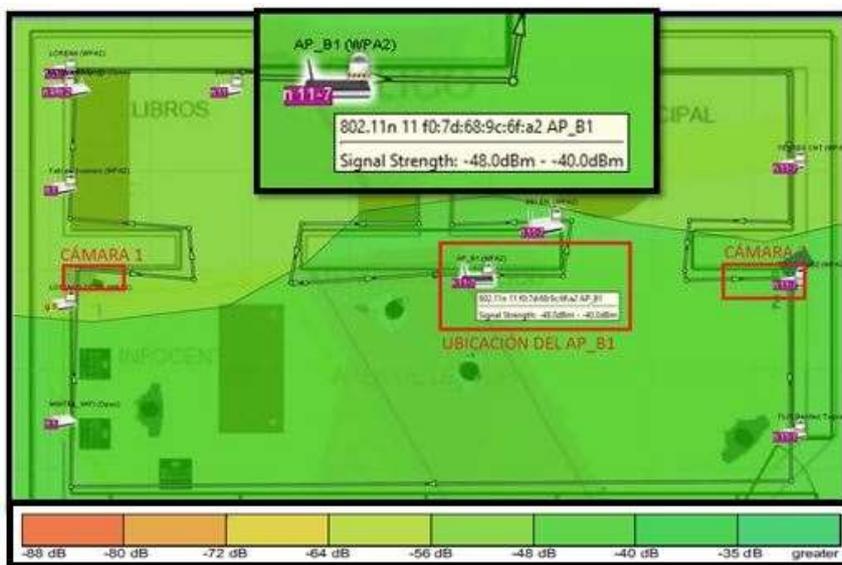


Figura 54: Áreas de cobertura del AP_B1

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.14.3. Ubicación de APs en la Dependencia Mantenimiento

En la Figura 55, se observa la ubicación del AP en dependencia mecánica.

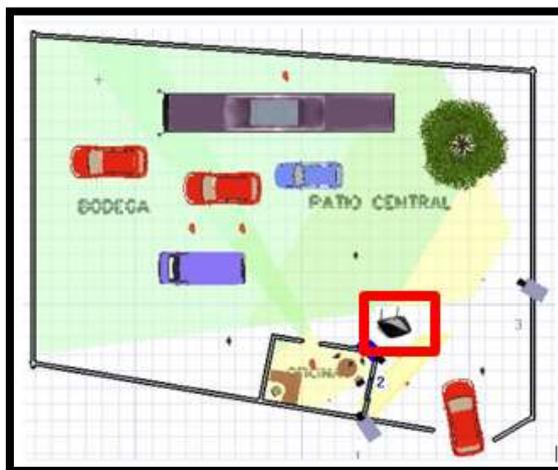


Figura 55: Ubicación del AP de la Dependencia Mecánica

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 56, se observa las áreas de cobertura que genera el AP dentro de las instalaciones Mecánica

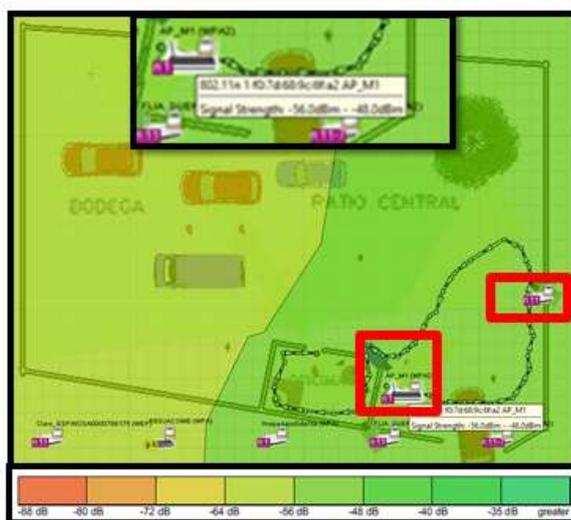


Figura 56: Áreas de cobertura del AP para la dependencia Mecánica

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.14.4. Ubicación de APs en la Dependencia Plaza del Buen Vivir

En la Figura 57, se observa la ubicación del AP en la dependencia plaza del buen vivir.



Figura 57: Ubicación del AP de la Dependencia Plaza del buen Vivir

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 58, se observa las áreas de cobertura que genera el AP dentro de las instalaciones Plaza del Buen Vivir.



Figura 58: Áreas de cobertura del AP para la dependencia Plaza del Buen Vivir

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.14.5. Ubicación de APs en la dependencia unidad de desarrollo social

En la Figura 59, se observa la ubicación del AP en la dependencia unidad de desarrollo social.



Figura 59: Ubicación del AP de la dependencia Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 60, se observa las áreas de cobertura que genera el AP dentro de las instalaciones de la Unidad Desarrollo Social

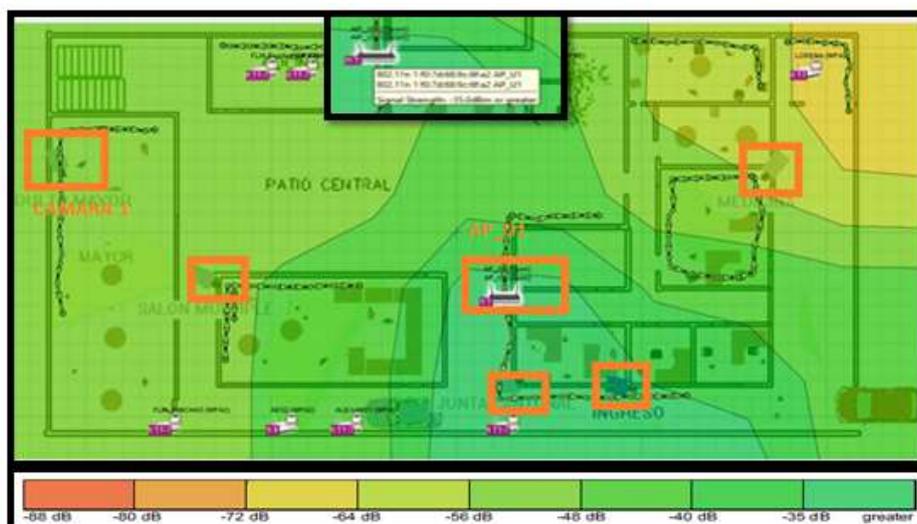


Figura 60: Áreas de cobertura del AP para la dependencia Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.15. PLANEACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LAS DIRECCIONES IP

Por las características que presenta la red y los usuarios fijos que serán las cámaras de video-vigilancia que se encuentran permanentemente conectados a la red, se manejará direccionamiento estático, que permitirá identificar de manera más ágil que equipo está fallando en caso de algún daño.

3.4.16. IDENTIFICADORES DE RED SSID

Con el fin de evitar las vulnerabilidades de red, las mejores prácticas de seguridad recomiendan cambiar los nombres que vienen por defecto en las configuraciones de los equipos.

El SSID a usar, no deberá llevar nombre de la institución, direcciones o alguna información que revele la ubicación de la red inalámbrica

Para el diseño propuesto los identificadores SSID de los equipos más importantes se muestran en la tabla 21.

Tabla 21: *Identificadores de red SSID*

| EQUIPO | SSID |
|---|-------------|
| Access Point de la Biblioteca | AP_B1 |
| Access Point de Mantenimiento | AP_M1 |
| Access Point de la Plaza del Buen Vivir | AP_P1 |
| Access Point de Unidad de desarrollo Social | AP_U1 |
| Access Point Edificio Principal 1 | AP_EP1 |
| Access Point Edificio Principal 2 | AP_EP2 |
| Access Point Edificio Principal 3 | AP_EP3 |
| Radio Access Point Biblioteca | AP_BIBL |
| Radio Access Point Mantenimiento | AP_MANT |
| EQUIPO | SSID |
| Radio Access Point Plaza del Buen Vivir | AP_PLAZ |

| EQUIPO | SSID |
|---|-------------|
| Radio Access Point Unidad de Desarrollo Social | AP_UNID |
| Radio Access Point central del Edificio Principal | AP_ENLACES |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.4.17. ADMINISTRACIÓN

Para la administración de las redes inalámbricas se puede emplear varias herramientas, las cuales permitan el monitoreo y mantenimiento de las mismas, por lo cual se va a usar Access Point que permitan soporte bajo los protocolos de administración remota como: SSH, SNMP, TELNET o HTTP.

3.5. ENLACES ENTRE EDIFICIO Y DEPENDENCIAS

Los enlaces inalámbricos ofrecen la posibilidad de conectar dos o más lugares donde es difícil el acceso, siendo esta una de sus principales ventajas.

Para la interconexión entre el edificio principal y las dependencias, se empleará un enlace punto – multipunto, el cual garantizará la comunicación entre ellos y el desempeño adecuado del sistema de video-vigilancia, el transmisor se ubicará en el edificio principal y los receptores se instalarán en las demás dependencias.

3.5.1. SIMULACIÓN DE ENLACES INALÁMBRICOS CON RADIO MOBILE

Para el diseño de los enlaces inalámbricos se decidió el uso de radio mobile para complementar el diseño de los enlaces, debido a su facilidad de uso, software gratuito, especificaciones, entre otras, en el **ANEXO E**, se muestra el manual de instalación y uso del software.

En la tabla 22 se muestran las coordenadas de cada dependencia, estos datos se introducen en RADIO MOBILE y se obtiene la ubicación de las antenas en las dependencias como se observa en la figura 61.

Tabla 22: coordenadas de dependencias con Google Earth

| DEPENDENCIA | LATITUD | LONGITUD |
|----------------------|--------------|----------------|
| Edificio Principal | 0°25'1,49" N | 78°11'36,92" O |
| Mantenimiento | 0°25'9,25" N | 78°11'37,40" O |
| Biblioteca | 0°25'1,78" N | 78°11'47,02" O |
| Plaza del buen Vivir | 0°25'3,08" N | 78°11'48,14" O |
| Unidad de Desarrollo | 0°25'2,93" N | 78°11'45,09" O |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

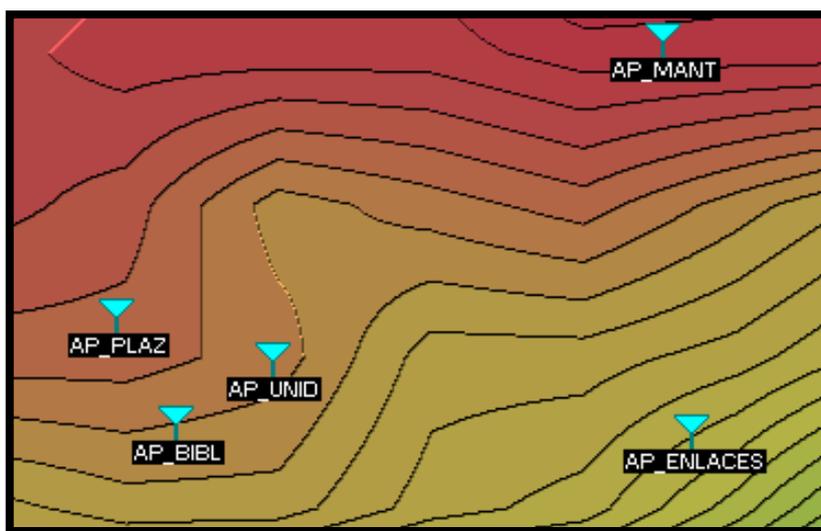


Figura 61: Ubicación de APs externos en Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la figura 62, se muestran los enlaces inalámbricos punto – multipunto entre el edificio principal del GAD y sus dependencias. Estos enlaces se diseñan en Radio Mobile, cuando el enlace es factible se muestra de color verde y de color rojo, el enlace no es factible, en el **ANEXO E**, se explica de mejor manera lo dicho anteriormente.

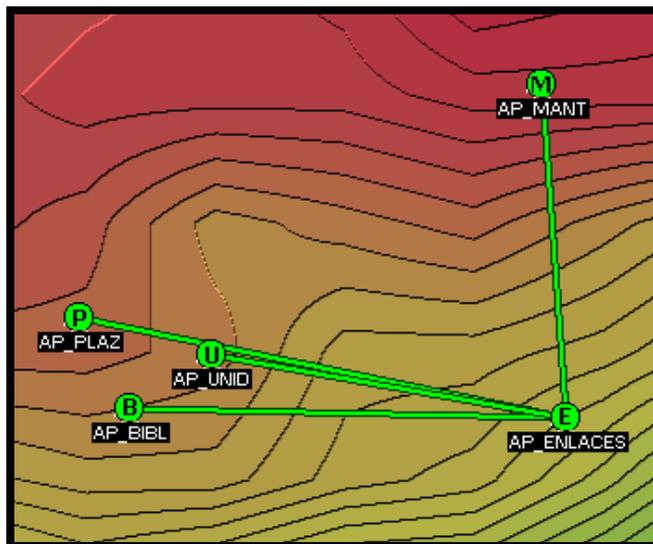


Figura 62: Factibilidad de enlaces con Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.1.1. Biblioteca

En la figura 63, se muestra el enlace realizado desde el AP_ENLACE al AP_BIBL, se observa que si existe línea de vista y la factibilidad del enlace que se determina en la figura 62, además en la parte inferior se muestra la elevación del suelo con la ayuda del software Google Earth.



Figura 63: AP_ENLACE AL AP_BIBL, factibilidad y línea de vista

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.1.2. Plaza del buen Vivir

En la figura 64, se muestra el enlace realizado desde el AP_ENLACE al AP_PLAZ, se observa que si existe línea de vista y la factibilidad del enlace que se determina en la figura 62, además en la parte inferior se muestra la elevación del suelo con la ayuda del software Google Earth.



Figura 64: AP_ENLACE AL AP_PLAZ, factibilidad y línea de vista

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.1.3. Mantenimiento

En la figura 65, se muestra el enlace realizado desde el AP_ENLACE al AP_MANT, se observa que si existe línea de vista y la factibilidad del enlace que se determina en la figura 62, además en la parte inferior se muestra la elevación del suelo con la ayuda del software Google Earth.



Figura 65: AP_ENLACE AL AP MANT, factibilidad y línea de vista

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.1.4. Unidad de Desarrollo Social

En la figura 66, se muestra el enlace realizado desde el AP_ENLACE al AP_UNIT, se observa que si existe línea de vista y la factibilidad del enlace que se determina en la figura 62, además en la parte inferior se muestra la elevación del suelo con la ayuda del software Google Earth.



Figura 66: AP_ENLACE AL AP UNIT, factibilidad y línea de vista

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2. CÁLCULO DEL RADIOENLACE

Existen ciertos requerimientos básicos para determinar los cálculos de radioenlaces, en la siguiente tabla se detallan los datos necesarios para realizar los enlaces punto – multipunto.

En la tabla 23, se muestra los datos necesarios para los cálculos de los radioenlaces desde el Edificio Principal a las dependencias externas.

Tabla 23: Datos para el cálculo del radio enlace

| DATOS | VALOR PARA DEPENDENCIAS | | | |
|---|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | BIBL | MANT | PLAZ | UNID |
| Frecuencia de operación (f) [GHz] | 5.8 GHz | | | |
| Distancia del Enlace (D) [Km] | 0,31[Km] | 0,24[Km] | 0,35[Km] | 0,26[Km] |
| Distancia del Enlace en Millas [millas] | 0,193[mi] | 0,149[mi] | 0,217[mi] | 0,162[mi] |
| Distancia desde el Transmisor al objeto más interferente (d1) [Km] | 0,12[Km] | 0,08[Km] | 0,12[Km] | 0,12[Km] |
| Distancia desde el receptor al objeto más interferente (d2) [Km] | 0,04[Km] | 0,08[Km] | 0,02[Km] | 0,04[Km] |
| Altura del edificio principal + la altura de la antena transmisora (h1) [m] | 8 | | | |
| Altura del edificio secundario + la altura de la antena receptora (h2) [m] | 6 [m] | 8 [m] | 7 [m] | 8 [m] |
| Altura edificación más interferente (hc) [m] | 5[m] | 5 [m] | 6 [m] | 6 [m] |

| DATOS | VALOR PARA DEPENDENCIAS | | | |
|---|-------------------------|---------|---------|---------|
| | BIBL | MANT | PLAZ | UNID |
| Pin [dbm] | 20[dBm] | 20[dBm] | 20[dBm] | 20[dBm] |
| Factor de modificación de radio terrestre (k) | | | 4/3 | |
| Radio de la tierra [Km] | | | 6378 | |

NOTA: Los datos obtenidos para cada dependencia se los obtuvo realizando mediciones físicas en lo que respecta a alturas, distancias, entre otros similares y los valores radio de la tierra y factor de modificación de radio terrestre son valores predeterminados.

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.1. Cálculo de la primera zona de Fresnel

El cálculo de la zona de Fresnel define un valor idóneo, para la correcta comunicación inalámbrica, esta zona consiste en el volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor de señales de radio.

La Ecuación 9 permitirá calcular la primera zona de Fresnel

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1)} = 17,32 \sqrt{\frac{d1 \times d2}{f \times D}}$$

Ecuación 9: Fórmula para el cálculo de la Primera Zona de Fresnel

Fuente: (Buettrich, 2014)

Donde:

d1 = Distancia del transmisor al obstáculo [Km]

d2 = Distancia del receptor al obstáculo [Km]

D = distancia entre transmisor y receptor
f = frecuencia [Ghz]
r = radio [m]

3.5.2.1.1. Biblioteca

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1B)} = 17,32 \sqrt{\frac{0,12 [\text{Km}] \times 0,04[\text{Km}]}{5\text{GHz} \times 0,31[\text{Km}]}}$$

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1B)} = 17,32 \sqrt{\frac{4,8 \times 10^{-3}}{1,55}} = 0,96[\text{m}] \quad 1F$$

| | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| Clearance at 0,08km | Worst Fresnel=0,9F1 | Distance=0,31km |
| Rx level=-51,7dBm | Rx level=-37,20µV | Rx Relative=42,3dB |

Figura 67: Datos Primera Zona de Fresnel Biblioteca

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.1.2. Plaza del Buen Vivir

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1P)} = 17,32 \sqrt{\frac{0,12 [\text{Km}] \times 0,02[\text{Km}]}{5\text{GHz} \times 0,32[\text{Km}]}}$$

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1P)} = 17,32 \sqrt{\frac{2,4 \times 10^{-3}}{1,75}} = 0,64 [\text{m}] \quad 1F$$

| | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| Clearance at 0,25km | Worst Fresnel=0,6F1 | Distance=0,35km |
| Rx level=-53,7dBm | Rx level=460,11µV | Rx Relative=38,3dB |

Figura 68: Datos Primera Zona de Fresnel Plaza Buen Vivir

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.1.3. Mantenimiento

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1M)} = 17,32 \sqrt{\frac{0,08 [\text{Km}] \times 0,02[\text{Km}]}{5\text{GHz} \times 0.24[\text{Km}]}}$$

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1M)} = 17,32 \sqrt{\frac{1,6x 10^{-3}}{1,2}} = 1,26 [m] \quad 1F$$

| | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| Clearance at 0,19km | Worst Fresnel=1,4F1 | Distance=0,24km |
| Rx level=-50,3dBm | Rx level=663,13µV | Rx Relative=41,7dB |

Figura 69: Datos Primera Zona de Fresnel Mantenimiento

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.1.4. Unidad de desarrollo Social

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1U)} = 17,32 \sqrt{\frac{0,12 [\text{Km}] \times 0,04\text{Km}]}{5\text{GHz} \times 0.26[\text{Km}]}}$$

$$\text{PrimeraZonaDeFresnel (F1U)} = 17,32 \sqrt{\frac{4,8x 10^{-3}}{1,3}} = 1,05[m] \quad 1F$$

| | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| Clearance at 0,11km | Worst Fresnel=1,2F1 | Distance=0,26km |
| Rx level=-50,4dBm | Rx level=679,32µV | Rx Relative=41,6dB |

Figura 70: Datos Primera Zona de Fresnel Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la Tabla 24, se expone una síntesis de los resultados de los cálculos de la Primera Zona de Fresnel, tanto los que se realizaron manualmente como los que se realizaron con el Software Radio Mobile, además se concluye que los resultados son aproximadamente similares, y su diferencia es mínima de error del 9%.

Tabla 24: Resultados de Cálculos de la Primera Zona de Fresnel

| Dependencia | Primera Zona de Fresnel | Primera Zona de Fresnel (Radio Mobile) | Diferencia | Porcentaje de error |
|-----------------------------|--------------------------------|---|-------------------|----------------------------|
| Biblioteca | 0,96 [m] | 0,9 [m] | 0,06 [m] | 6% |
| Plaza del buen Vivir | 0,64 [m] | 0,6 [m] | 0,04 [m] | 6% |
| Unidad de desarrollo Social | 1,05 [m] | 1,2[m] | 0,15 [m] | 12% |
| Mantenimiento | 1,26 [m] | 1,4 [m] | 0,14 [m] | 11% |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Para cada enlace que se realizará en las dependencias, no se encuentra mayor obstáculos que entre 2,5 [m] a 5 [m] aproximadamente, estos obstáculos corresponden a ciertas casas que están alrededor de estas dependencias. Urcuquí es una zona con poca población y no se encuentran edificaciones sumamente altas, por lo que fácilmente se puede tener enlaces inalámbricos satisfactorios.

3.5.2.2. Cálculo de la zona de despeje

Lo ideal es que la primera zona de fresnel no esté obstruida, pero normalmente es suficiente despejar el 60% del radio de la primera zona de fresnel para tener un enlace satisfactorio (**Buettrich, 2014**).

La Ecuación 10, muestra la relación matemática empleada para calcular la altura o zona de despeje.

$$\checkmark \text{ Altura de despeje (h despeje)} = h_1 + \frac{d_1}{D} (h_2 - h_1) - \left(hc + \frac{d_1 \times d_2}{2ka} \times 1000 \right)$$

Ecuación 10: Fórmula para el cálculo de la Zona de Despeje

Fuente: (Buettrich, 2014)

Donde:

- d1** = Distancia del transmisor al obstáculo [Km]
- d2** = Distancia del receptor al obstáculo [Km]
- h1** = Altura del edificio principal más altura de antena [m]
- h2** = Altura del edificio secundario más altura de antena [m]
- hc** = Altura de la Edificación más interferente [m]
- k**= Factor de modificación de radio terrestre
- D** = Distancia del Enlace [Km]

3.5.2.2.1. Biblioteca

Altura de despeje (h despeje B)

$$= 8 + \frac{0,12 \text{ [Km]}}{0,31 \text{ [Km]}} (6 - 8) - \left(5 + \frac{0,12 \text{ [Km]} \times 0,04 \text{ [Km]}}{2 \times \frac{4}{3} \times 6378} \times 1000 \right)$$

$$\text{Altura de despeje (h despeje B)} = 8 - 0,7741 - 5,00$$

$$\text{Altura de despeje (h despeje B)} = 2,2259 \text{ [m]}$$

| | | |
|-------------------|---------------------|-------------------|
| Elevation=2295,0m | Elev. angle=-1,163° | Clearance=2,21m |
| PathLoss=87,4dB | E field=100,7dBμV/m | Rx level=-36,0dBm |

Figura 71: Datos Altura de Despeje Biblioteca

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.2.2. Plaza del buen Vivir

Altura de despeje (h despeje B)

$$= 8 + \frac{0,12 \text{ [Km]}}{0,35 \text{ [Km]}} (7 - 8) - \left(6 + \frac{0,12 \text{ [Km]} \times 0,02 \text{ [Km]}}{2 \times \frac{4}{3} \times 6378} \times 1000 \right)$$

$$\text{Altura de despeje (h despeje B)} = 8 - 0,3428 - 6$$

Altura de despeje (h despeje B) = 1,657[m]

| | | |
|-------------------|---------------------|-------------------|
| Elevation=2292,0m | Elev. angle=1,495° | Clearance=1,66m |
| PathLoss=84,4dB | E field=103,6dBμV/m | Rx level=-33,1dBm |

Figura 72: Datos Altura de Despeje Plaza buen Vivir

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.2.3. *Mantenimiento*

Altura de despeje (h despeje B)

$$= 8 + \frac{0,08[\text{Km}]}{0,24 [\text{Km}]} (8 - 8) - \left(5 + \frac{0,08 [\text{Km}] \times 0,08 [\text{Km}]}{2 \times \frac{4}{3} \times 6378} \times 1000 \right)$$

Altura de despeje (h despeje B) = 8 – 5

Altura de despeje (h despeje B) = 3 [m]

| | | |
|-------------------|--------------------|-------------------|
| Elevation=2296,0m | Elev. angle=1,991° | Clearance=3,03m |
| PathLoss=97,7dB | E field=90,7dBμV/m | Rx level=-45,8dBm |

Figura 73: Datos Altura de Despeje Mantenimiento

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.2.4. *Unidad de Desarrollo Social*

$$= 8 + \frac{0,12 [\text{Km}]}{0,26 [\text{Km}]} (8 - 8) - \left(6 + \frac{0,12 [\text{Km}] \times 0,04 [\text{Km}]}{2 \times \frac{4}{3} \times 6378} \times 1000 \right)$$

Altura de despeje (h despeje B) = 8 – 6

Altura de despeje (h despeje B) = 2[m]

| | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| Elevation=2292,0m | Elev. angle=1,101° | Clearance=2,01m |
| PathLoss=88,8dB | E field=99,3dBμV/m | Fix level=-37,4dBm |

Figura 74: Datos Altura de Despeje Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la Tabla 25, se expone una síntesis de los resultados de los cálculos de la Altura de Despeje, tanto los que se realizaron manualmente como los que se realizaron con el Software Radio Mobile, además se concluye que los resultados son aproximadamente similares, y su diferencia es mínima de error del 0,6%.

Tabla 25: Resultados del Cálculo de la Zona de Despeje

| Dependencia | Zona de Despeje (Cálculos) | Zona de Despeje (Radio Mobile) | Diferencia | Porcentaje de error % |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------|
| Biblioteca | 2,23 [m] | 2,21 [m] | 0,02 [m] | 0,6% |
| Plaza del buen Vivir | 1,66 [m] | 1,66 [m] | 0 [m] | 0% |
| Unidad de desarrollo Social | 2 [m] | 2,01 [m] | 0,01 [m] | 0,5% |
| Mantenimiento | 3[m] | 3,05 [m] | 0,05 [m] | 1,6% |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.3. Cálculo del porcentaje de despeje

Para el cálculo del porcentaje de despeje se usa la Ecuación 11.

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = \left(1 + \frac{h \text{ despeje} - F1}{F1}\right) \times 100$$

Ecuación 11: Fórmula para Cálculo de Porcentaje de Despeje

Fuente: (Buettrich, 2014)

Donde:

h despeje = Altura de Despeje

F1 = Primera Zona de Fresnel

3.5.2.3.1. *Biblioteca*

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje B)} = \left(1 + \frac{2,2259 - 0,96}{0,96}\right) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = 2,3186 \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = \mathbf{231,86\%}$$

3.5.2.3.2. *Plaza del Buen Vivir*

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje B)} = \left(1 + \frac{1,657 - 0,64}{0,64}\right) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = 2,5890 \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = \mathbf{258,90\%}$$

3.5.2.3.3. *Mantenimiento*

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje B)} = \left(1 + \frac{3 - 1,264}{1,264}\right) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = 2,3734 \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = \mathbf{237,34\%}$$

3.5.2.3.4. *Unidad de Desarrollo Social*

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje B)} = \left(1 + \frac{2 - 1,05}{1,05}\right) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = 1,9047 \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de Despeje (\% despeje)} = 190,47\%$$

En la Tabla 26, se muestra una síntesis de los resultados obtenidos al aplicar la fórmula. Además observamos que los porcentajes cumplen con el valor especificado que determina que estos valores deben por lo menos tener el 60% de despeje.

Tabla 26: Resultados del Cálculo de Porcentaje de Despeje

| Dependencia | Porcentaje de Despeje |
|-----------------------------|------------------------------|
| Biblioteca | 231,86% |
| Plaza del buen Vivir | 258,90 % |
| Unidad de desarrollo Social | 190,47 % |
| Mantenimiento | 237,34 % |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.4. Atenuación por espacio libre

La Atenuación por el espacio libre se refiere a la pérdida de potencia debido a la distancia que sufre la señal al propagarse en el espacio.

Para el cálculo de la atenuación por espacio libre, se usa la ecuación 12

$$\text{Atenuación por espacio libre (Ao)} = 32,45 + 20\log f + 20\log D$$

Ecuación 12: Fórmula para el cálculo de Atenuación por espacio libre

Fuente: (Buettrich, 2014)

Donde:

f = frecuencia de Operación [Mhz]

D = Distancia entre Transmisor y Receptor [Km]

3.5.2.4.1. Biblioteca

Atenuación por espacio libre (Ao B) = $32,45 + 20 \log 5800 + 20 \log 0,31$

Atenuación por espacio libre (Ao B) = **97,54 dB**

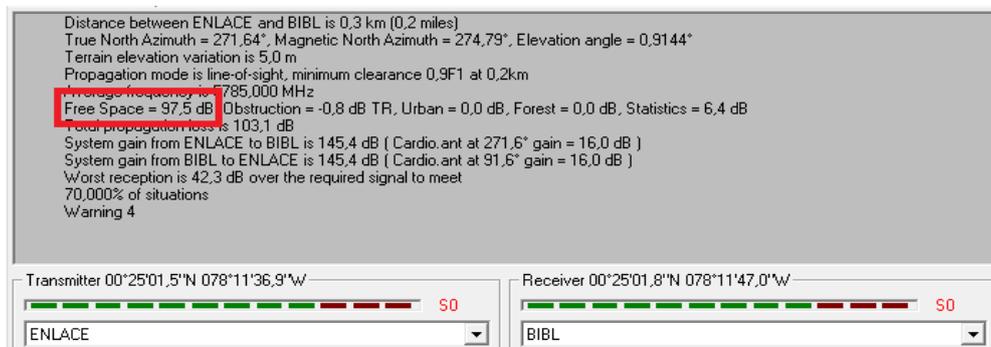


Figura 75: Atenuación por espacio libre Biblioteca Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.4.2. Plaza del Buen Vivir

Atenuación por espacio libre (Ao P) = $32,45 + 20 \log 5800 + 20 \log 0,35$

Atenuación por espacio libre (Ao P) = **98,599 dB**

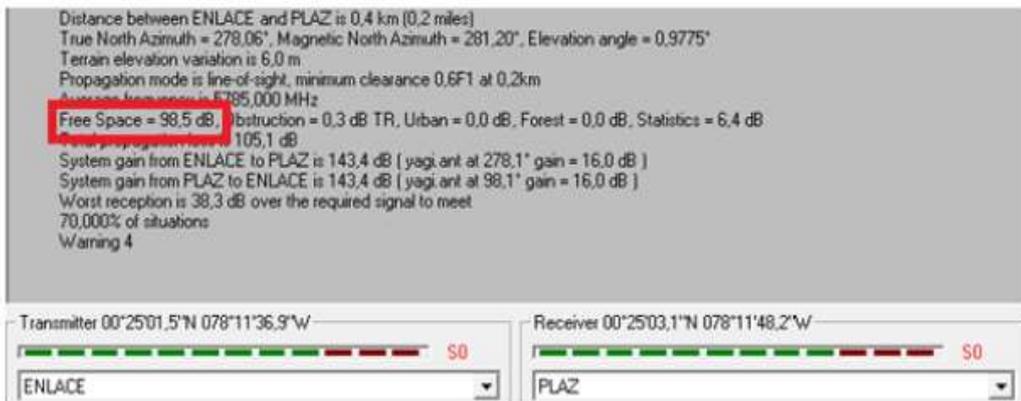


Figura 76: Atenuación por espacio libre Plaza Buen Vivir Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.4.3. Mantenimiento

Atenuación por espacio libre (Ao M) = $32,45 + 20 \log 5000 + 20 \log 0,24$

Atenuación por espacio libre (Ao M) = 94,0336 dB

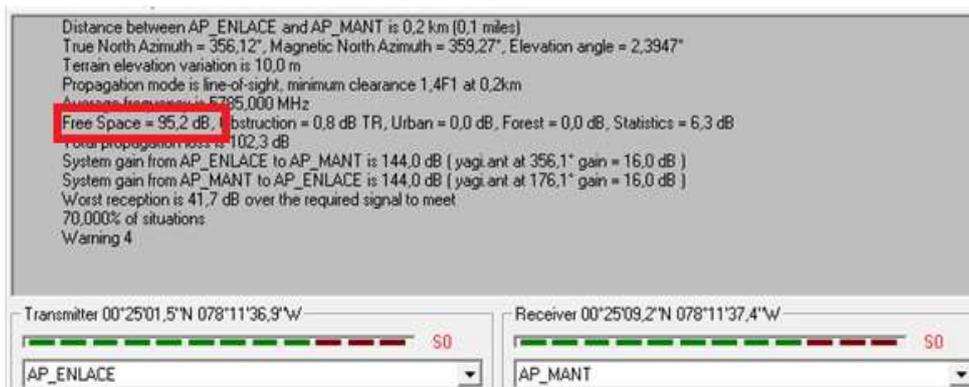


Figura 77: Atenuación por espacio libre Mantenimiento Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.4.4. Unidad de Desarrollo Social

Atenuación por espacio libre (Ao U) = $32,45 + 20 \log 5000 + 20 \log 0,26$

Atenuación por espacio libre (Ao U) = 94,7288 dB

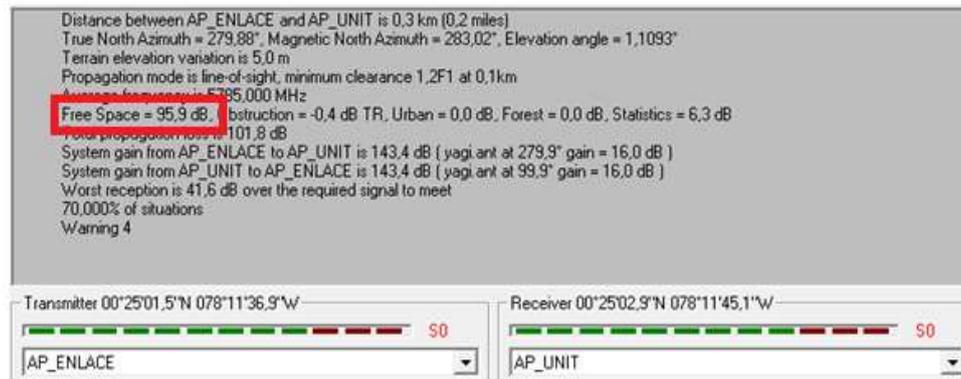


Figura 78: Atenuación por espacio libre Unidad Desarrollo S. Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la Tabla 27, se expone una síntesis de los resultados de los cálculos de Atenuación por espacio libre, tanto los que se realizaron manualmente como los que se realizaron con el Software Radio Mobile, además se concluye que los resultados son aproximadamente similares, y su diferencia es mínima de error de 0,6%.

Tabla 27: Resultados del Cálculo de Atenuación por espacio libre

| Dependencia | Atenuación por espacio Libre | Atenuación por espacio Libre (Radio Mobile) | Diferencia | Porcentaje de error |
|-----------------------------|------------------------------|---|------------|---------------------|
| Biblioteca | 97, 54 [dB] | 97, 5[dB] | 0,04 [dB] | 0,04% |
| Plaza del buen Vivir | 98, 59 [dB] | 98, 5 [dB] | 0,09 [dB] | 0,09% |
| Unidad de desarrollo Social | 94,73 [dB] | 95,9 [dB] | 1,17 [dB] | 1,22% |
| Mantenimiento | 94, 03 [dB] | 95,2 [dB] | 1,17 [dB] | 1,22% |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.5. Potencia en recepción

La potencia de recepción recibida por el equipo, se calcula de acuerdo a los parámetros que se utilizaron en el diseño del radioenlace usando la ecuación 13.

$$\text{PotenciaEnRecepción (Pr)} = Pt + Gt + Gr + Ls + Ao - Lad$$

Ecuación 13: Fórmula para el Cálculo de Potencia en Recepción

Fuente: (Buettrich, 2014)

Donde:

Pt = Potencia de Transmisión [dBm].

Gt = Ganancia de la antena Transmisora [dBi].

Gr = Ganancia de la antena Receptora [dBi].

Ls = Pérdida por sombras [dB].

Ao = Atenuación por espacio libre [dB].

Lad= pérdida en cables, conectores [dB], generalmente 0,3 [dB].

3.5.2.5.1. Biblioteca

$$\text{PotenciaEnRecepción (Pr B)}$$

$$= 20[\text{dBm}] + 16 [\text{dBi}] + 16 [\text{dBi}] - 0 - 97,54[\text{dB}] - 0,3[\text{dB}]$$

$$\text{PotenciaEnRecepción (Pr B)} = -45,84 [\text{dBm}]$$

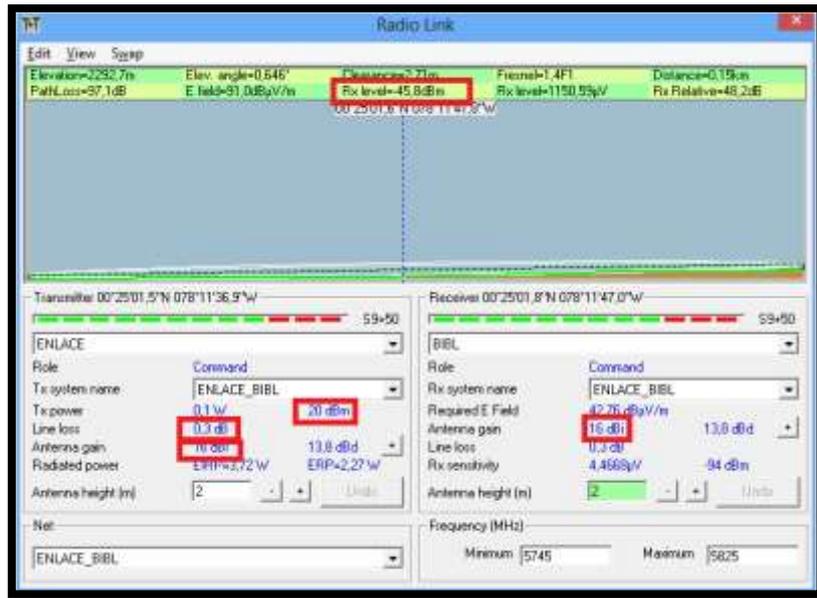


Figura 79: Potencia en Recepción Biblioteca Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.5.2. Plaza Buen Vivir

PotenciaEnRecepción (Pr P)

$$= 20[dBm] + 16 [dBi] + 16 [dBi] - 0 - 98,599[dB] - 0,3[dB]$$

$$PotenciaEnRecepción (Pr P) = - 46,899 [dBm]$$

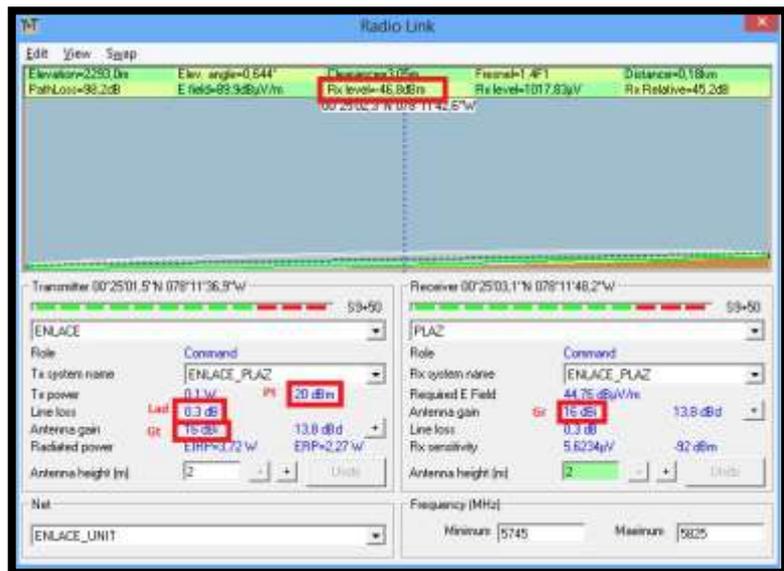


Figura 80: Potencia en Recepción Plaza Buen Vivir Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.5.3. Mantenimiento

PotenciaEnRecepción (Pr M)

$$= 20 [dBm] + 16[dBm] + 16[dBm] - 0 - 94.03[dB] - 0,3[dB]$$

$$PotenciaEnRecepción (Pr M) = -42,33 [dBm]$$

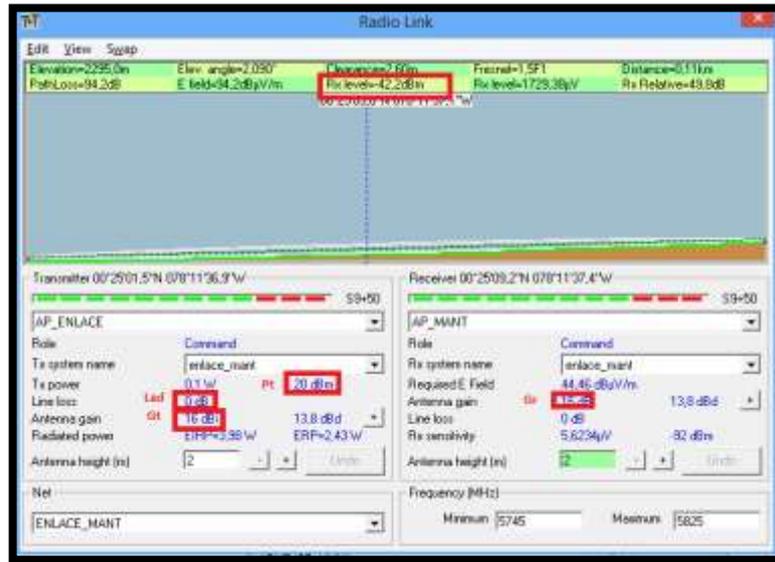


Figura 81: Potencia en Recepción Mantenimiento Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.5.4. Unidad de desarrollo Social

PotenciaEnRecepción (Pr U)

$$= 20[dBm] + 16[dBm] + 16[dBm] + 0 - 94,73[dB] - 0,3[dB]$$

$$PotenciaEnRecepción (Pr U) = -43,03[dBm]$$



Figura 82: Potencia en Recepción Biblioteca Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la Tabla 28, se muestra una síntesis de los resultados obtenidos al aplicar la fórmula y al usar el software Radio Mobile, cabe mencionar que uno de los valores más importantes es el nivel potencia de recepción en dBm, cuanto menor sea mejor calidad tendrá el enlace, lo ideal es que se encuentre entre -40 y -80 dBm.

Como se muestran los resultados determinamos que la calidad de los enlaces es adecuada y que tanto en los cálculos como en el software usado se presenta un margen de error de 0,5%.

Tabla 28: Resultados del Cálculo de Potencia de Recepción

| Dependencia | Potencia de Rx cálculos | Potencia de Rx | Diferencia | Porcentaje de error % |
|----------------------|-------------------------|----------------|------------|-----------------------|
| Biblioteca | -45,84 [dBm] | -45,8 [dBm] | -0,04 | 0,1% |
| Plaza del buen Vivir | -46,89 [dBm] | -46,9 [dBm] | -0,01 | 0,1% |

| Dependencia | Potencia de Rx cálculos | Potencia de Rx | Diferencia | Porcentaje de error % |
|-----------------------------|-------------------------|----------------|------------|-----------------------|
| Unidad de desarrollo Social | -43,03 [dBm] | -42,8 [dBm] | -0,77 | 2% |
| Mantenimiento | -42,33 [dBm] | -42,33 [dBm] | 0 | 0% |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.6. Margen de desvanecimiento

Las diferentes fluctuaciones de señal que un radioenlace puede sufrir hacen que la señal no alcance el receptor con un nivel de potencia constante.

El margen de desvanecimiento se entiende como una medida de confiabilidad del enlace y se trata de un valor en dB para distintas tasas de error (BER⁷), obtenido como la diferencia entre la potencia nominal de recepción y la potencia umbral de receptor que asegura tasas de error BER menores a 10^{-3} y 10^{-6} .

Si no se cuenta con interferencias, el margen de desvanecimiento se calcula con la ecuación 14.

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD)} = Pr - P_{Urx}$$

Ecuación 14: Fórmula para Cálculo de Margen de Desvanecimiento

Fuente: (Buettrich, 2014)

Donde:

Pr = Potencia de Recepción

⁷ Bit error rate

PUrx = potencia Umbral de Recepción.

3.5.2.6.1. Biblioteca

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD B)} = -45,8[\text{dBm}] - (-92[\text{dBm}])$$

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD B)} = 46,2 [\text{dBm}]$$

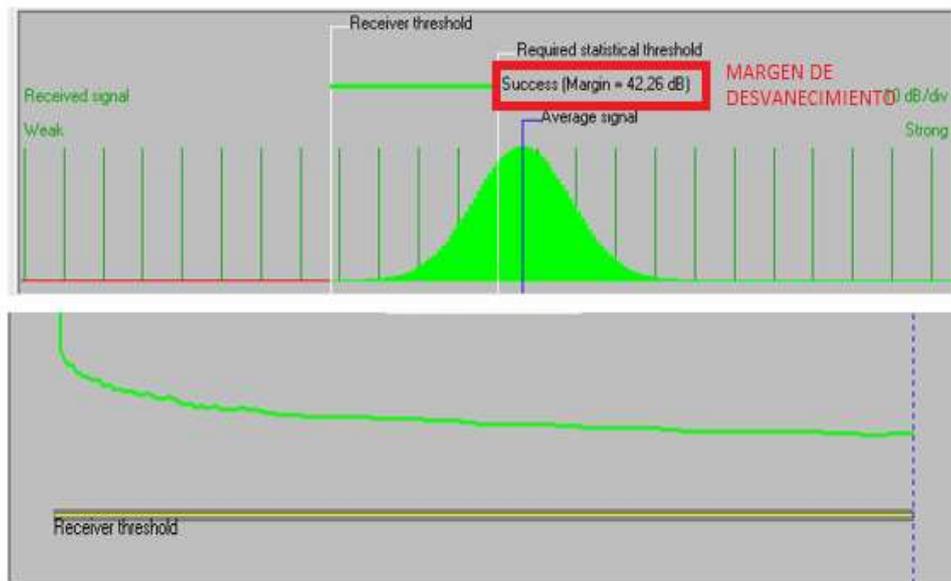


Figura 83: Margen de desvanecimiento Biblioteca Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.6.2. Plaza del Buen vivir

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD P)} = -46,899[\text{dBm}] - (-92[\text{dBm}])$$

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD P)} = 45,101 [\text{dBm}]$$

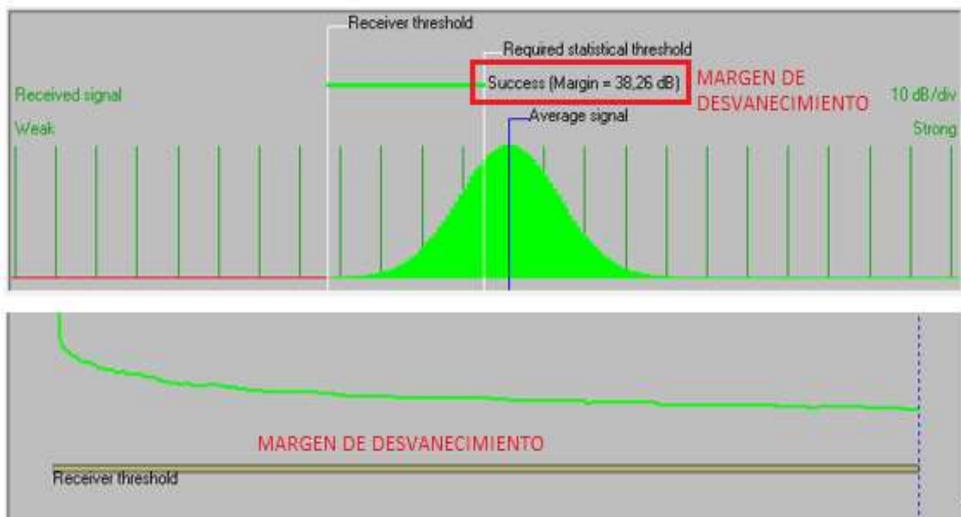


Figura 84: Margen de desvanecimiento Plaza Buen Vivir Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.6.3. Mantenimiento

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD M)} = -42,33[\text{dBm}] - (-92[\text{dBm}])$$

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD M)} = 49,67[\text{dBm}]$$

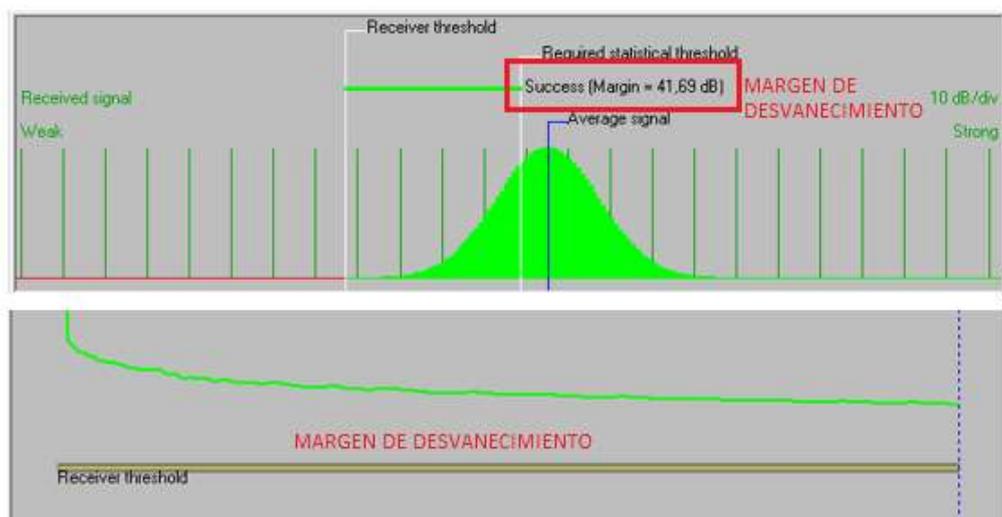


Figura 85: Margen de desvanecimiento Mantenimiento Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.6.4. Unidad de Desarrollo Social

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD U)} = -43,03[\text{dBm}] - (-92[\text{dBm}])$$

$$\text{Margen de Desvanecimiento (MD U)} = 48,97[\text{dBm}]$$

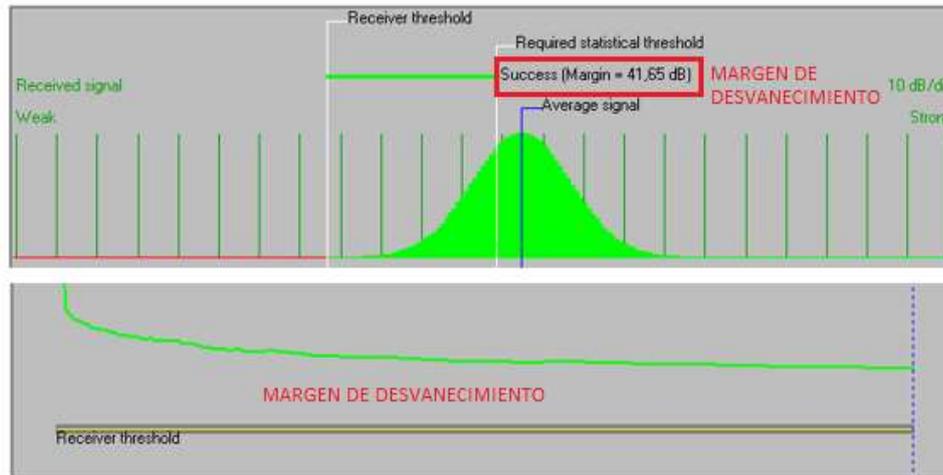


Figura 86: Margen de desvanecimiento Unidad Desarrollo S. Radio Mobile

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la Tabla 29, se expone una síntesis de los resultados de los cálculos de margen de desvanecimiento, tanto los que se realizaron manualmente como los que se realizaron con el Software Radio Mobile con un margen de error de 12%.

Tabla 29: Resultados del Cálculo de Margen de desvanecimiento

| Dependencia | Margen de Desvanecimiento | Margen de Desvanecimiento Radio Mobile | Porcentaje de error % |
|-----------------------------|---------------------------|--|-----------------------|
| Biblioteca | 46,20 [dB] | 42,26 [dB] | 0,1% |
| Plaza del buen Vivir | 45,10 [dB] | 38,26 [dB] | 14% |
| Unidad de desarrollo Social | 48,97 [dB] | 41,65 [dB] | 18% |
| Mantenimiento | 49,67 [dB] | 41,69 [dB] | 18% |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.7. Confiabilidad del enlace

La confiabilidad del enlace se refiere a la capacidad del enlace que posee para no fallar en un determinado período de tiempo, en otras palabras mide el porcentaje de disponibilidad del radioenlace. Para determinar la confiabilidad se emplea la ecuación 15.

$$\text{Confiabilidad del Enlace (CE)} = \left(1 - a \times b \times 2,5 \times 10^{-6} \times f \times d^3 \times 10^{\frac{MD}{10}}\right) \times 100$$

Ecuación 15: Fórmula para Cálculo de Confiabilidad del Enlace

Fuente: (Buettrich, 2014)

Donde:

a = Factor Geográfico 1 para terreno promedio con rugosidad moderada.

b = Factor Climático, $\frac{1}{4}$ para región interior con temperatura moderada.

f = frecuencia de operación [Ghz].

D = Distancia entre Transmisor y Receptor [Km].

MD = Margen de Desvanecimiento [dBm].

3.5.2.7.1. Biblioteca

Confiabilidad del Enlace (CE B)

$$= \left(1 - 1 \times \frac{1}{4} \times 2,5 \times 10^{-6} \times 5,8 \times 0,193^3 \times 10^{\frac{42,6}{10}}\right) \times 100$$

$$\text{Confiabilidad del Enlace (CE B)} = 99,99\%$$

3.5.2.7.2. Plaza del Buen Vivir

Confiabilidad del Enlace (CE P)

$$= \left(1 - 1 \times \frac{1}{4} \times 2,5 \times 10^{-6} \times 5,8 \times 0,217^3 \times 10^{\frac{38,26}{10}}\right) \times 100$$

$$\text{Confiabilidad del Enlace (CE P)} = 99,97\%$$

3.5.2.7.3. Mantenimiento

$$\text{Confiabilidad del Enlace (CE M)}$$

$$= \left(1 - 1x \frac{1}{4} x 2,5 x 10^{-6} x 5,8 x 0,149^3 x 10^{\frac{41,69}{10}} \right) x 100$$

$$\text{Confiabilidad del Enlace (CE M)} = 99,98\%$$

3.5.2.7.4. Unidad De Desarrollo Social

$$\text{Confiabilidad del Enlace (CE U)}$$

$$= \left(1 - 1x \frac{1}{4} x 2,5 x 10^{-6} x 5,8 x 0,162^3 x 10^{\frac{42,65}{10}} \right) x 100$$

$$\text{Confiabilidad del Enlace (CE U)} = 99,98\%$$

En la Tabla 30, se muestra una síntesis de los resultados obtenidos al aplicar la fórmula.

Tabla 30: Resultados del Cálculo de Confiabilidad del Enlace

| Dependencia | Confiabilidad del Enlace |
|-----------------------------|--------------------------|
| Biblioteca | 99.99% |
| Plaza del buen Vivir | 99.97% |
| Unidad de desarrollo Social | 99.98% |
| Mantenimiento | 99.98% |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.5.2.8. Disponibilidad del enlace

La disponibilidad del enlace se refiere al tiempo que el enlace no estará disponible en un período de un año, para el cálculo del mismo se emplea la ecuación 16 y 17 para calcular el valor en minutos/año.

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IE)} = 1 - CE$$

Ecuación 16: Fórmula para calcular la Disponibilidad del Enlace

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IE min/año)} = IE \times \frac{525600 \text{ min}}{1 \text{ año}}$$

Ecuación 17: Fórmula para calcular la disponibilidad del enlace minutos/año

3.5.2.8.1. Biblioteca

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IE B)} = 1 - 0,9999$$

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IE B)} = 0,0001$$

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IE min/año B)} = 0,0001 \times \frac{525600 \text{ min}}{1 \text{ año}}$$

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IE min/año B)} = 52,56 \text{ min/año}$$

3.5.1.8.3. Plaza del Buen Vivir

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IEP)} = 1 - 0,9997$$

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IEP)} = 0,0003$$

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IE min/añoP)} = 0,0003 \times \frac{525600 \text{ min}}{1 \text{ año}}$$

$$\text{Disponibilidad del Enlace (IE min/añoP)} = 157,68 \text{ min/año}$$

3.5.1.8.2. *Mantenimiento*

$$\text{Indisponibilidad del Enlace (IE M)} = 1 - 0,9998$$

$$\text{Indisponibilidad del Enlace (IE M)} = 0,0002$$

$$\text{Indisponibilidad del Enlace (IE min/añoM)} = 0,0002 \times \frac{525600 \text{ min}}{1 \text{ año}}$$

$$\text{Indisponibilidad del Enlace (IE min/añoM)} = 105,12 \text{ min/año}$$

3.5.1.8.4. *Unidad de desarrollo Social*

$$\text{Indisponibilidad del Enlace (IEU)} = 1 - 0,9998$$

$$\text{Indisponibilidad del Enlace (IEU)} = 0,0002$$

$$\text{Indisponibilidad del Enlace (IE min/añoU)} = 0,0002 \times \frac{525600 \text{ min}}{1 \text{ año}}$$

$$\text{Indisponibilidad del Enlace (IE min/añoU)} = 105,12 \text{ min/año}$$

En la Tabla 31, se muestra una síntesis de los resultados obtenidos al aplicar la ecuación.

Tabla 31: Resultados del Cálculo de Indisponibilidad del Enlace

| Dependencia | Indisponibilidad del Enlace min/año |
|-----------------------------|--|
| Biblioteca | 52,56 min/año |
| Plaza del buen Vivir | 157,68 min/año |
| Unidad de desarrollo Social | 105,12 min/año |
| Mantenimiento | 105,12 min/año |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.6. SEGURIDAD EN LA RED INALÁMBRICA

Los tipos de seguridades para la red inalámbrica para el diseño del sistema serán las siguientes:

- Los SSID, no deben tener relación con nombre de la empresa y mucho menos del sistema.
- Se configura el AP inalámbrico con la lista de direcciones MAC de las tarjetas de red inalámbricas de cada uno de los dispositivos finales, en nuestro caso las cámaras IP.
- Se establece el protocolo WPA2 por ser más robusto para proteger la WLAN, está basado en el algoritmo de encriptación AES (Confidencialidad) y CCMP (Integridad), utiliza una clave de 128 bits.
- Se usará ACLs como mecanismos de autenticación, la dirección MAC de cada estación cliente, permitiendo el acceso a aquella MAC que conste en la lista de control de acceso.

3.6.1. POLÍTICAS DE SEGURIDAD

Pasos prácticos que puede dar:

- Active las funciones de seguridad inherentes a los puntos de acceso y las tarjetas de interfaz. Esto se realiza normalmente ejecutando un programa de software suministrado con el equipo inalámbrico.
- El mismo programa que activa las funciones de seguridad inalámbrica probablemente mostrará también la versión de firmware que utilizan los puntos de acceso. Consulte el sitio web del fabricante del dispositivo para conocer la versión más actualizada del firmware y actualizar el punto de

acceso si no lo está; lo cual pretende hacer la res inalámbrica más segura y confiable.

- Compruebe que recurso de seguridad ofrece su proveedor de hardware. Cisco, por ejemplo, ofrece un conjunto de productos hardware y software diseñados para mejorar la seguridad inalámbrica y simplificar la administración de la red.
- Si no es capaz de implementar o mantener una red LAN inalámbrica segura, o no está interesado en ello, contrate los servicios a un especialista u otro proveedor de equipos de redes inalámbricas para que le ayude a procurar la existencia de un servicio subcontratado de seguridad administrada.
- Independientemente de cómo proceda, hágalo de una forma organizada.” La seguridad es definitivamente un elemento que se debe planificar, igual que la administración de la red, la disponibilidad de acceso y cobertura”.

3.7. SOFTWARE DE GESTIÓN DE CÁMARAS Y VIDEO

El software de gestión es un elemento que cumple un papel fundamental en el sistema de video-vigilancia. Como se mencionó en el capítulo I, nos permite tener un adecuado control del video proporcionado por las cámaras IP, permitiendo visualizaciones, grabaciones, reproducciones y almacenamiento directo.

En la selección de software se tienen dos alternativas, propietario y libre, para el diseño del sistema se recomienda el uso de un software libre, ya que el mismo permite al dueño del sistema de vigilancia poder reemplazar o aumentar equipos de acuerdo a futuras necesidades, sin el principal inconveniente de la marca de equipo que se encuentra utilizando.

Sin embargo, al usar un software libre, es importante conocer el tipo de sistema operativo en que este funciona. El programa Zone Minder, es un software libre, muy

conocido para la gestión de cámaras de vigilancia, el mismo que trabaja en sistemas operativos semejantes a Linux, que trabajan de manera independiente y limitan de esta manera el consumo innecesario de recursos y maximizando la eficiencia de un computador. Zone Minder, permite capturas, análisis, registro, seguimiento de video, entre otros; además cuenta con una cantidad de parámetros configurables, como: envío de correos de cámaras, etc. Su distribución es bajo la licencia GLP (Licencia Pública General), lo que significa que es un software libre, lo cual permite distribuirlo sin costo. En la figura 87, se presenta el logo del programa.



Figura 87: Logo del software ZoneMinder

Fuente: <https://zoneminder.com/>

A continuación se presenta los requerimientos del software ZoneMinder y del sistema operativo a utilizar en el diseño del sistema de video-vigilancia.

3.7.1. Zone Minder

ZoneMinder requiere de varios elementos de software y hardware. En la Tabla 32, se presenta los requerimientos mínimos.

Tabla 32: Requerimientos ZoneMinder

| REQUERIMIENTOS | |
|-------------------------------------|----------------------|
| Sistema de gestión de base de datos | MySQL |
| Sistema Operativo | Linux |
| Librerías | Libjpeg, ffmpeg, PHP |
| Compilador y Módulos | PERL |
| Aplicación | Java Cambazola |

| REQUERIMIENTOS | REQUERIMIENTOS |
|-----------------|--|
| Servidor web | Apache |
| Procesador | Pentium III, AMD Ation, Dual Core o AMD Turion X2 |
| Memoria | 128 MB |
| Tarjeta de red | Ethernet 10 Mbps |
| Tarjeta Gráfica | 32 MB |
| Disco Duro | 300 MB |

Fuente: <https://zoneminder.com/>

En el **ANEXO F** se presenta la instalación básica de ZoneMinder 1.24.0 para el sistema operativo seleccionado.

3.7.2. Centos

Centos es una distribución de Linux de clase empresarial, derivado de fuentes libremente ofrecidas al público por un destacado proveedor de América del Norte. Enterprise Linux. En el **ANEXO G** se presenta la instalación básica de Centos. Para la instalación de Centos, se debe cumplir con requisitos de hardware. En la tabla 33 se presentan los requerimientos mínimos.

Tabla 33: Requisitos para Centos

| Distribución | CPU(Procesador) | RAM (mínimo) | RAM (recom.) | Espacio en disco (mínimo) | Espacio en Disco (recom.) |
|--------------|--|-----------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Centos 6 | I/II/III/IV/Celeron/Xeron, Intel Core Duo, i3, i5, Intel EM64T(64 bit), AMD K6/I/II/III, AMD, Duron, Athlon/XP/MP, AMD64 (Athlon 64, etc) | 512 MB | 1 GB | 1 GB | 2 GB |

Fuente: https://hub.docker.com/_/centos/

Es necesario conocer los requerimientos del servidor, el cual cumple las funciones de administración del sistema de video-vigilancia desde intranet hasta el internet, almacenamiento de video de cada una de las cámaras y manejo de la información.

3.8. DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR DE VIDEO

De acuerdo a las tablas 32,33; en las que se muestran los requerimientos mínimos para el software ZoneMinder y el sistema operativo Linux Centos, se establece los requerimientos mínimos del servidor de video a seleccionar. En la tabla 34, se muestra los requerimientos del servidor de video.

Tabla 34: *Requerimiento del Servidor de Video*

| Requerimientos | |
|--------------------------|--|
| Sistema operativo | Sin Sistema operativo de fábrica |
| Procesador | Intel Pentium IV o superior |
| Tarjeta de red | Ethernet 10/100/1000 Mbps |
| RAM (mínimo) | 1 GB |
| Dispositivos Adicionales | Monitor, teclado y mouse |
| Disco duro | Igual o mayor al valor del cálculo de la capacidad de almacenamiento |

Fuente: https://hub.docker.com/_/centos/

3.8.1. Cálculo de la capacidad de almacenamiento

Para conocer la capacidad de almacenamiento que se necesita en el disco duro a utilizar, es necesario conocer la cantidad de información que se desea guardar en un determinado tiempo. Conocido el ancho de banda que se genera el sistema de video-vigilancia y el tiempo de grabación de video de todo el sistema, se procede

a calcular la cantidad de información aproximada que se almacenará en el disco duro, con lo se puede recomendar la capacidad del disco duro a utilizar.

En la ecuación se presenta la fórmula para el cálculo de la cantidad de información que se desea almacenar en un determinado tiempo, para lo cual se multiplica el ancho de banda total generado por el sistema, por el tiempo en que los videos deben ser almacenados en el disco duro.

almacenamiento [Gbytes]

$$= \text{Ancho de Banda Total [Mbps]} * \frac{\text{segundos}}{\text{semana}} * \frac{1\text{Gbits}}{1024\text{Mbits}} * \frac{1\text{ byte}}{8\text{ bits}}$$

El tiempo que se almacenará los videos será de 24 horas durante 15 días y el Ancho de Banda total generado por el sistema es de 68 [Mbps]. A continuación se realiza el cálculo de la cantidad de información que se almacenará.

$$\text{almacenamiento [Gbytes]} = 68 \text{ [Mbps]} * \frac{1296000}{\text{semana}} * \frac{1\text{Gbits}}{1024\text{Mbits}} * \frac{1\text{ byte}}{8\text{ bits}}$$

$$\text{almacenamiento [Gbytes]} = 10757.81 \cong 10758 \text{ [Gbytes]}$$

Para el cálculo de almacenamiento en Tbytes, dividimos para 1024 [Gbytes].

$$\text{almacenamiento [Tbytes]} = \frac{10758 \text{ Gbytes}}{1024 \text{ Gbyte}} = 10.5 \text{ [TBytes]}$$

En base al cálculo realizado, determinamos que necesitamos aproximadamente un conjunto de discos duros que permitan almacenar un poco más de 10 [TBytes]. Pero este valor es muy elevado, por lo que es necesario el uso de una de las funciones de almacenamiento del software ZoneMinder, el cual permite la

grabación de video con una velocidad de imagen de un cuadro por segundo (1 fps), con el fin de optimizar los recursos, sin afectar la visualización en tiempo real.

El ancho de banda generado por el sistema de video-vigilancia, fue calculado en base a una velocidad de imagen de 30fps, por lo que es necesario el cálculo del mismo para una velocidad de imagen de 1 fps y con este valor calcular la cantidad de información a que se va almacenar y el espacio que se ocupará. Con la ecuación, se procede al cálculo del ancho de banda total a 1 fps.

$$\text{Ancho de banda total a 1fps [Mbps]} = \frac{\text{Ancho de Banda Total [Mbps]}}{\text{Velocidad de imagen}}$$

$$\text{Ancho de banda total a 1fps [Mbps]} = \frac{68 \text{ [Mbps]}}{30}$$

$$\text{Ancho de banda total a 1fps [Mbps]} = 2,27 \text{ [Mbps]}$$

Con este valor, realizamos nuevamente los cálculos, para obtener el nuevo almacenamiento con el nuevo ancho de banda generado.

$$\text{almacenamiento [Gbytes]} = 2.27[\text{Mbps}] * \frac{1296000}{\text{semana}} * \frac{1\text{Gbits}}{1024\text{Mbits}} * \frac{1 \text{ byte}}{8 \text{ bits}}$$

$$\text{almacenamiento [Gbytes]} = 359.12 \cong 360 \text{ [Gbytes]}$$

El valor obtenido es relativamente bajo, comparado con el valor anterior para una velocidad de 30 fps, con lo cual es recomendable que el servidor cuente por lo menos con un disco de 500 [G].

3.9. DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO UPS

De acuerdo a las características de los quipos que van a conformar el sistema de video vigilancia se toman los valores de consumo de potencia (W) de cada equipo y se suman para obtener el total de consumo de energía.

$$potencia_{total} = potencia_1 + Potencia_2 + \dots$$

Ecuación 18: Fórmula para determinar la Potencia Total

Fuente: (Buettrich, 2014)

3.9.1. CALCULO DE CONSUMO DE POTENCIA DEL CPU

Para realiza el dimensionamiento del consumo de potencia de la CPU se ha procedido a tomar valores referenciales de cada uno de los componentes que conforman dicho equipo, para luego realizar la suma total y obtener el consumo de potencia del CPU como se detalla en la siguiente tabla 35.

Tabla 35: Consumo de potencia de la CPU

| Componente | Potencia (W) |
|--------------------------|------------------|
| Procesador | 65 |
| Main board | 30 |
| Disco duro | 10 |
| Tarjeta de red | 10 |
| Ventilador | 5 |
| Memoria ram | 20 |
| Fuente de poder | 10 |
| Lector de CD's | 8 |
| SUBTOTAL | 158 |
| FACTOR DE SEG 25% | 39.5 |
| TOTAL | 197.5 [W] |

Fuente: <http://culturacion.com/opciones-para-calculer-la-potencia-de-la-fuente-en-una-pc/>

3.9.2. CALCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL DEL SISTEMA

Se debe entender, que cada dependencia del GADMU, contará con un UPS, por lo tanto se calcula el consumo de energía para cada dependencia. Además se toma en cuenta que el servidor almacenamiento está centralizado y este se encuentra en el edificio principal, entonces el valor obtenido en el cálculo de potencia de CPU, se sumará solo en este.

Se determina el número de equipos y se ubica la potencia que consume cada uno de ellos, estos valores se pueden encontrar en las especificaciones técnicas de cada uno de ellos.

3.9.2.8. Consumo de energía del Edificio Principal

En la tabla 36, se observan los equipos utilizados dentro de estas instalaciones y se calcula el consumo de energía total para el mismo.

Tabla 36: Consumo de potencia del Edificio Principal

| CANTIDAD | EQUIPOS | POTENCIA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------------------------|----------|-------------------|
| 1 | PC Servidor | 197.5 W | 197.5 |
| 3 | Router WI-FI | 6 W | 18 |
| 11 | Cámaras IP | 6W | 66 |
| 1 | AP ubiquiti | 4 W | 4 |
| | Subtotal | | 285.5 |
| | Factor de seguridad 25% | | 71.38 |
| | Total | | 356.88 [W] |

Nota: El consumo total de energía para el edificio principal, es de 356.88 [W]

Fuente: <http://culturacion.com/opciones-para-calculer-la-potencia-de-la-fuente-en-una-pc/>

3.9.2.9. Consumo de energía de la dependencia Mantenimiento

En la tabla 37, se observan los equipos utilizados dentro de estas instalaciones y se calcula el consumo de energía total para el mismo.

Tabla 37: Consumo de potencia de la dependencia Mantenimiento

| Cantidad | Equipos | Potencia | Potencia total |
|--------------------------------|--------------|----------|----------------|
| 1 | Router WI-FI | 6 W | 6 |
| 3 | Cámaras IP | 6W | 18 |
| 1 | AP ubiquiti | 4 W | 4 |
| Subtotal | | | 28 |
| Factor de seguridad 25% | | | 7 |
| total | | | 35 [W] |

Nota: El consumo total de energía para la dependencia Mantenimiento, es de 35[W]

Fuente: <http://culturacion.com>

3.9.2.10. Consumo de energía de la dependencia Biblioteca

En la tabla 38, se observan los equipos utilizados dentro de estas instalaciones y se calcula el consumo de energía total para el mismo.

Tabla 38: Consumo de potencia de la Biblioteca

| Cantidad | Equipos | Potencia | Potencia total |
|--------------------------------|--------------|----------|-----------------|
| 1 | Router WI-FI | 6 W | 6 |
| 2 | Cámaras IP | 6W | 12 |
| 1 | AP ubiquiti | 4 W | 4 |
| Subtotal | | | 22 |
| Factor de seguridad 25% | | | 5,5 |
| total | | | 27,5 [W] |

Nota: El consumo total de energía para la dependencia Biblioteca, es de 27,5[W]

Fuente: <http://culturacion.com>

3.9.2.11. Consumo de energía de la dependencia Plaza del Buen Vivir

En la tabla 39, se observan los equipos utilizados dentro de estas instalaciones y se calcula el consumo de energía total para el mismo.

Tabla 39: Consumo de potencia de la Plaza del Buen Vivir

| Cantidad | Equipos | Potencia | Potencia total |
|--------------------------------|--------------|----------|-----------------|
| 1 | Router WI-FI | 6 W | 6 |
| 4 | Cámaras IP | 6W | 24 |
| 1 | AP ubiquiti | 4 W | 4 |
| Subtotal | | | 34 |
| Factor de seguridad 25% | | | 8,8 |
| total | | | 42,5 [W] |

Nota: El consumo total de energía para la dependencia Plaza Buen Vivir, es de 42,5[W]

Fuente: <http://culturacion.com>

3.9.2.12. Consumo de energía de la dependencia Unidad De Desarrollo Social

En la tabla 40, se observan los equipos utilizados dentro de estas instalaciones y se calcula el consumo de energía total para el mismo.

Tabla 40: Consumo de potencia de la Unidad de Desarrollo Social

| Cantidad | Equipos | Potencia | Potencia total |
|--------------------------------|--------------|----------|----------------|
| 1 | Router WI-FI | 6 W | 6 |
| 5 | Cámaras IP | 6W | 30 |
| 1 | AP ubiquiti | 4 W | 4 |
| Subtotal | | | 40 |
| Factor de seguridad 25% | | | 10 |
| total | | | 50 [W] |

Nota: El consumo total de energía para la dependencia Unidad de Desarrollo S., es de 42,5[W]

Fuente: <http://culturacion.com>

3.10. PUESTA A TIERRA

Un sistema de puesta a tierra, se encarga de disipar las cargas estáticas y corrientes de cortocircuito hacia tierra. El tener una adecuada puesta a tierra previene el daño a personas y equipos, la mayoría de casos en los que se presenta este problema, es por descargas atmosféricas o por un mal diseño del sistema eléctrico público. Un sistema de puesta a tierra esta está constituido por los siguientes elementos:

3.10.1. VARILLA COPPERWELD.

La varilla puesta a tierra sirve en una instalación eléctrica para drenar las sobre corrientes ocasionadas por una descarga o cortocircuito, se utilizan en instalaciones de cercas eléctricas, seguridad perimetral, antenas, entre otros.

Para un buen funcionamiento, es importante tomar en cuenta la longitud de la varilla y de la homogeneidad del terreno, por lo que es importante mejorar la conductividad de la tierra con elementos químicos.

Existen varillas copperweld de varias dimensiones de longitud, diámetro y grosor de la capa de cobre, además varios tipos de conectores cada una de ellas, en la tabla 41, se observa algunos ejemplos con cada parámetro mencionado anteriormente.

Tabla 41: *Parámetros de Varillas Copperweld*

| PARÁMETRO | TIPOS |
|------------------|-----------------------------------|
| Longitudes | 1,20mts, 1,5mts, 1,80mts y 3,0mts |
| Diámetro | 5/8" , 3 /4" , 1" |
| Grosor de núcleo | De 0,025mm hasta 0,330mm |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.10.2. CONECTORES COPPERWELD

Estos conectores permiten empalmar barras con conductores con una baja resistencia, es decir permiten tener un contacto perfecto entre barras y el resto del sistema de puesta a tierra.

Las conexiones exotérmicas también reducen a cero las resistencias de contacto, causadas por la película de óxido que se forma con el tiempo al usar conectores mecánicos.

3.10.3. GEL QUÍMICO PARA PREPARACIÓN DE TIERRA

El gel químico es un compuesto complejo que mejora la conductividad del terreno, debido a su bajo costo y rápida colocación, es utilizado en cualquier tipo de instalación eléctrica, principalmente en instalaciones donde el espacio físico es reducido. Además este gel no es un producto contaminante por su constitución química natural.

En la Figura 88, se muestra imágenes de los elementos que conforman el sistema de puesta a tierra



Figura 88: Elementos del sistema de Puesta a Tierra

Fuente: Elaborado Por Ana Belén Revelo

Tanto en el edificio Principal, como en las dependencias, se cuenta con un sistema de puesta a tierra, cada uno de estos se conecta a su tablero principal y de esta manera se protege a los equipos de gran valor económico y de gran importancia dentro del GADMU.

3.11. INTERNET Y ACCESO REMOTO

El GAD Municipal de Urcuqui, contrata a CNT un ancho de banda de 12 [Mbps] de subida y 16 [Mbps] de bajada, de los cuales 6Mbps que se disponen entre todos los servicios, y los 6Mbps restantes estas disponibles para ser usados si se desea implementar el sistema de video-vigilancia.

3.12. ALIMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE VIDEO-VIGILANCIA

La fuente de alimentación, es la encargada de garantizar el suministro de energía para el trabajo adecuado de los equipos del sistema.

Por la forma de conexión se emplea alimentación distribuida o centralizada.

3.12.1. ALIMENTACIÓN DISTRIBUIDA

La alimentación se realiza de forma independiente para equipo, para la conexión del adaptador o fuente de alimentación de la misma. En la figura 89, se ilustra la forma de conexión distribuida.

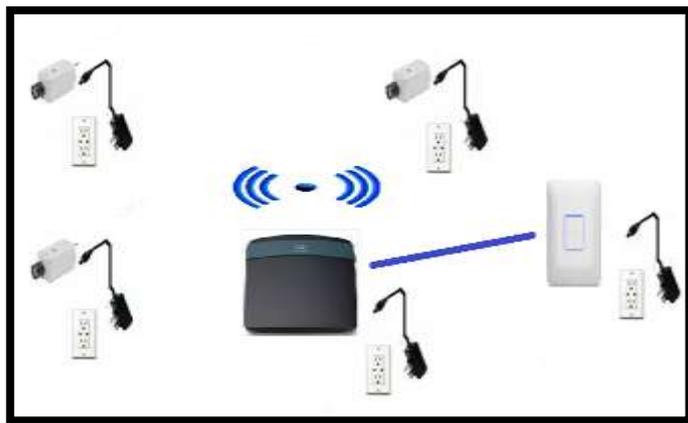


Figura 89: Alimentación Distribuida

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Esta alimentación es adecuada para dispositivos con grandes requerimientos de consumo eléctrico, evitando pérdidas de energía por la distancia. Una desventaja es la imposibilidad de garantizar respaldo de energía para emergencias por fallas eléctricas.

3.12.2. ALIMENTACIÓN CENTRALIZADA

Al tener una alimentación central, se distribuye la energía eléctrica hasta cada cámara. La figura 90, muestra la conexión centralizada

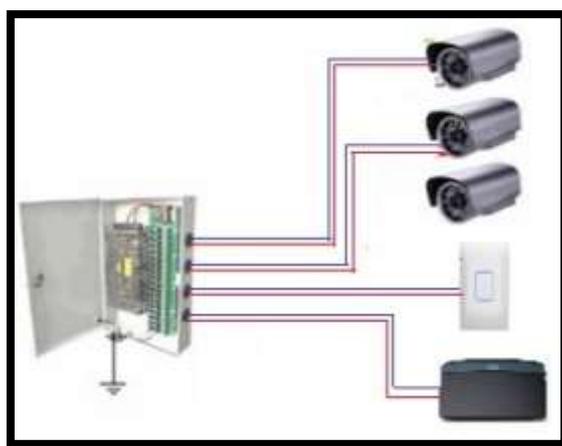


Figura 90: Alimentación Centralizada

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Una ventaja de esta conexión facilita la redundancia ante fallas y la implementación de respaldo de energía usando un ups. Es posible emplear esta conexión en cadena, en la que a partir de la fuente central lleva la alimentación de dispositivo a dispositivo y de esta manera ahorrar cable

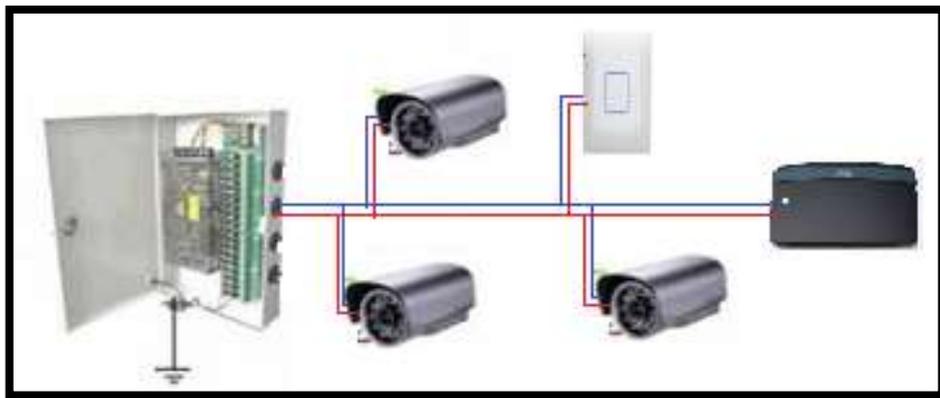


Figura 91: Alimentación Centralizada tipo Bus

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Para el presente sistema de video-vigilancia, se usa la alimentación centralizada en cadena y de esta manera posibilitar la conexión del UPS, directamente desde el tablero eléctrico de video-vigilancia, hacia los dispositivos que formarán parte del mismo.

3.13. DIRECCIONAMIENTO IP

El sistema de video- vigilancia se encuentra sobre una red LAN, por lo tanto es necesario el uso de direcciones IP privadas. Las redes privadas especificadas en el RFC 1918, son las siguientes:

- Clase A: 10.0.0.0 a 10.255.255.255
- Clase B: 172. 16.0.0 a 172.31.255.255
- Clase C: 192.168.0.0 a 192.168.255.255

Para la red que se diseña se utiliza el segmento de direccionamiento IP 172.16.5.0 con máscara 255.255.255.0

Para realizar el direccionamiento se considera el número de equipos a ser utilizados. A continuación en la Figura 92, se muestra la topología de red a diseñarse, además de las subredes correspondientes.

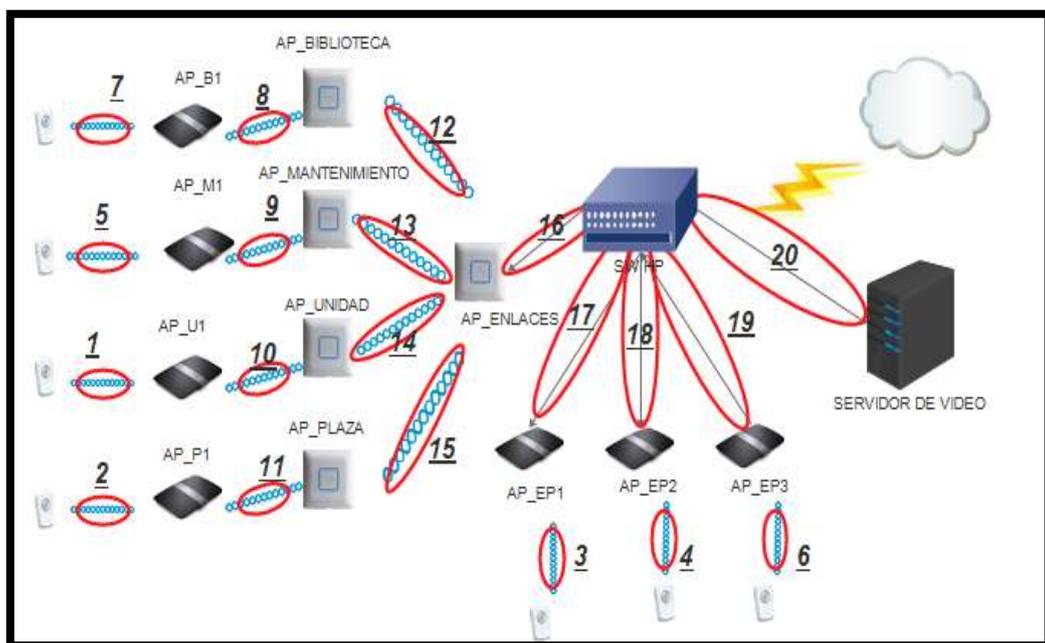


Figura 92: Topología de Red a Diseñarse

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

En la tabla 42, se muestra la descripción de la subred y el número de equipos que se conecten a estas.

Tabla 42: Subredes y número de host, para cada una de ellas

| SUBRED | DESCRIPCIÓN | # DIRECCIONES |
|--------|---------------------|---------------|
| 1 | AP_U1 – Cámaras IP | 5 |
| 2 | AP_P1 – Cámaras IP | 4 |
| 3 | AP_EP1 – Cámaras IP | 4 |

| SUBRED | DESCRIPCIÓN | # DIRECCIONES |
|--------|--------------------------------------|---------------|
| 4 | AP_EP2 – Cámaras IP | 4 |
| 5 | AP_EP3 – Cámaras IP | 3 |
| 6 | AP_M1 – Cámaras IP | 3 |
| 7 | AP_B1– Cámaras IP | 2 |
| 8 | AP_B1– AP_BIBL | 2 |
| 9 | AP_U1– AP_UNID | 2 |
| 10 | AP_B1– AP_BIBL | 2 |
| 11 | AP_P1– AP_PLAZ | 2 |
| 12 | AP_ENLACE - AP_BIBL | 2 |
| 13 | AP_ENLACE - AP_UNID | 2 |
| 14 | AP_ENLACE - AP_BIBL | 2 |
| 15 | AP_ENLACE - AP_PLAZ | 2 |
| 16 | ROUTER PRINCIPAL – AP_ENLACE | 2 |
| 17 | ROUTER PRINCIPAL – AP_EP1 | 2 |
| 18 | ROUTER PRINCIPAL – AP_EP2 | 2 |
| 19 | ROUTER PRINCIPAL – AP_EP3 | 2 |
| 20 | ROUTER PRINCIPAL – SERVIDOR DE VIDEO | 2 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Para realizar el direccionamiento se utiliza VLSM (Variable Length Subnet Mask) denominada en español máscara de subred variable, la cual nos permite tener subredes de máscara variable y de esta manera ahorrar direcciones a asignar.

Para realizar este proceso, se ordena las subredes de manera descendente o de mayor a menor, luego se necesita saber el número de bits correspondientes a las direcciones a utilizar de la subred que vamos a crear, para lo cual usamos la ecuación 19.

$$2^N - 2 = \text{Número de Host}$$

Ecuación 19: Formula para determinar número de host

En donde N representa los bits que identifican la porción de host de la subred. A continuación se realiza un ejemplo para calcular el número de bits necesarios para tener direcciones IP para la primera subred de la tabla anterior.

La primera subred nos indica 5 direcciones de host necesarias, sin embargo no se determina el número exacto de host, en este caso el número de host más cercano es de 6 host.

$$2^3 - 2 = 6$$

Con la cantidad de host, podemos establecer que la Dirección IP para esta subred es 172.16.5.0, con máscara 255.255.255.192/26. En la tabla 43 se observa la tabla de direcciones IP para todas las subredes de la tabla 43.

Tabla 43: Direccionamiento IP

| subred | Host | Host permitidos | #bits | #bits restantes | IP RED | 1ra IP válida | Ultima IP válida | broadcast | Máscara | / |
|--------|------|-----------------|-------|-----------------|-------------|---------------|------------------|--------------|-----------------|----|
| 1 | 5 | 8 | 6 | 2 | 172.16.5.0 | 172.16.5.1 | 172.16.5.6 | 172.16.5.7 | 255.255.255.192 | 26 |
| 2 | 4 | 8 | 6 | 2 | 172.16.5.8 | 172.16.5.9 | 172.16.5.14 | 172.16.5.15 | 255.255.255.192 | 26 |
| 3 | 4 | 8 | 6 | 2 | 172.16.5.16 | 172.16.5.17 | 172.16.5.23 | 172.16.5.24 | 255.255.255.192 | 26 |
| 4 | 4 | 8 | 6 | 2 | 172.16.5.24 | 172.16.5.25 | 172.16.5.30 | 172.16.5.31 | 255.255.255.192 | 26 |
| 5 | 3 | 8 | 6 | 2 | 172.16.5.32 | 172.16.5.33 | 172.16.5.38 | 172.16.5.39 | 255.255.255.192 | 26 |
| 6 | 3 | 8 | 6 | 2 | 172.16.5.40 | 172.16.5.41 | 172.16.5.46 | 172.16.5.47 | 255.255.255.192 | 26 |
| 7 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.48 | 172.16.5.49 | 172.16.5.50 | 172.16.5.51 | 255.255.255.192 | 26 |
| 8 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.52 | 172.16.5.53 | 172.16.5.54 | 172.16.5.55 | 255.255.255.252 | 30 |
| 9 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.54 | 172.16.5.55 | 172.16.5.58 | 172.16.5.59 | 255.255.255.252 | 30 |
| 10 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.56 | 172.16.5.57 | 172.16.5.62 | 172.16.5.63 | 255.255.255.252 | 30 |
| 11 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.58 | 172.16.5.59 | 172.16.5.66 | 172.16.5.67 | 255.255.255.252 | 30 |
| 12 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.60 | 172.16.5.61 | 172.16.5.70 | 172.16.5.71 | 255.255.255.252 | 30 |
| 13 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.62 | 172.16.5.63 | 172.16.5.74 | 172.16.5.75 | 255.255.255.252 | 30 |
| 14 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.64 | 172.16.5.65 | 172.16.5.78 | 172.16.5.79 | 255.255.255.252 | 30 |
| 15 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.66 | 172.16.5.67 | 172.16.5.82 | 172.16.5.83 | 255.255.255.252 | 30 |
| 16 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.68 | 172.16.5.69 | 172.16.5.86 | 172.16.5.87 | 255.255.255.252 | 30 |
| 17 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.70 | 172.16.5.71 | 172.16.5.90 | 172.16.5.91 | 255.255.255.252 | 30 |
| 18 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.72 | 172.16.5.73 | 172.16.5.94 | 172.16.5.95 | 255.255.255.252 | 30 |
| 19 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.74 | 172.16.5.75 | 172.16.5.98 | 172.16.5.99 | 255.255.255.252 | 30 |
| 20 | 2 | 4 | 2 | 6 | 172.16.5.76 | 172.16.5.77 | 172.16.5.102 | 172.16.5.103 | 255.255.255.252 | 30 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Para el caso de las subredes de la 1 a la subred 7, la última dirección válida se asigna al dispositivo AP correspondiente a cada una y las demás direcciones válidas se las asignará a las cámaras IP, además las ip válidas que queden libres, se bloquearán en el AP, para que ninguna persona pueTa utilizarlos para accedera la red. En la figura 93, se muestra el direccionamiento realizado, en la topología.

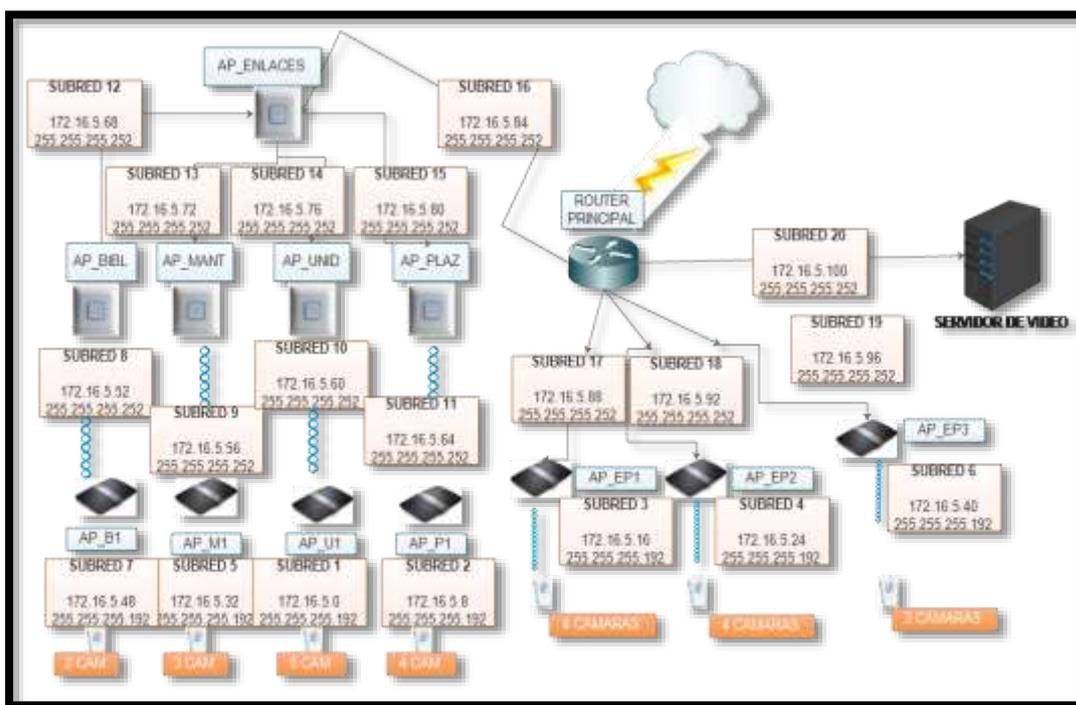


Figura 93: Direccionamiento ip dentro de la topología

Fuente: elaborado por Ana Belén Revelo

3.14. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE VIDEO-VIGILANCIA DISEÑADO

Después de todos los cálculos, análisis, entre otros; el diseño del sistema se presenta de la siguiente manera.

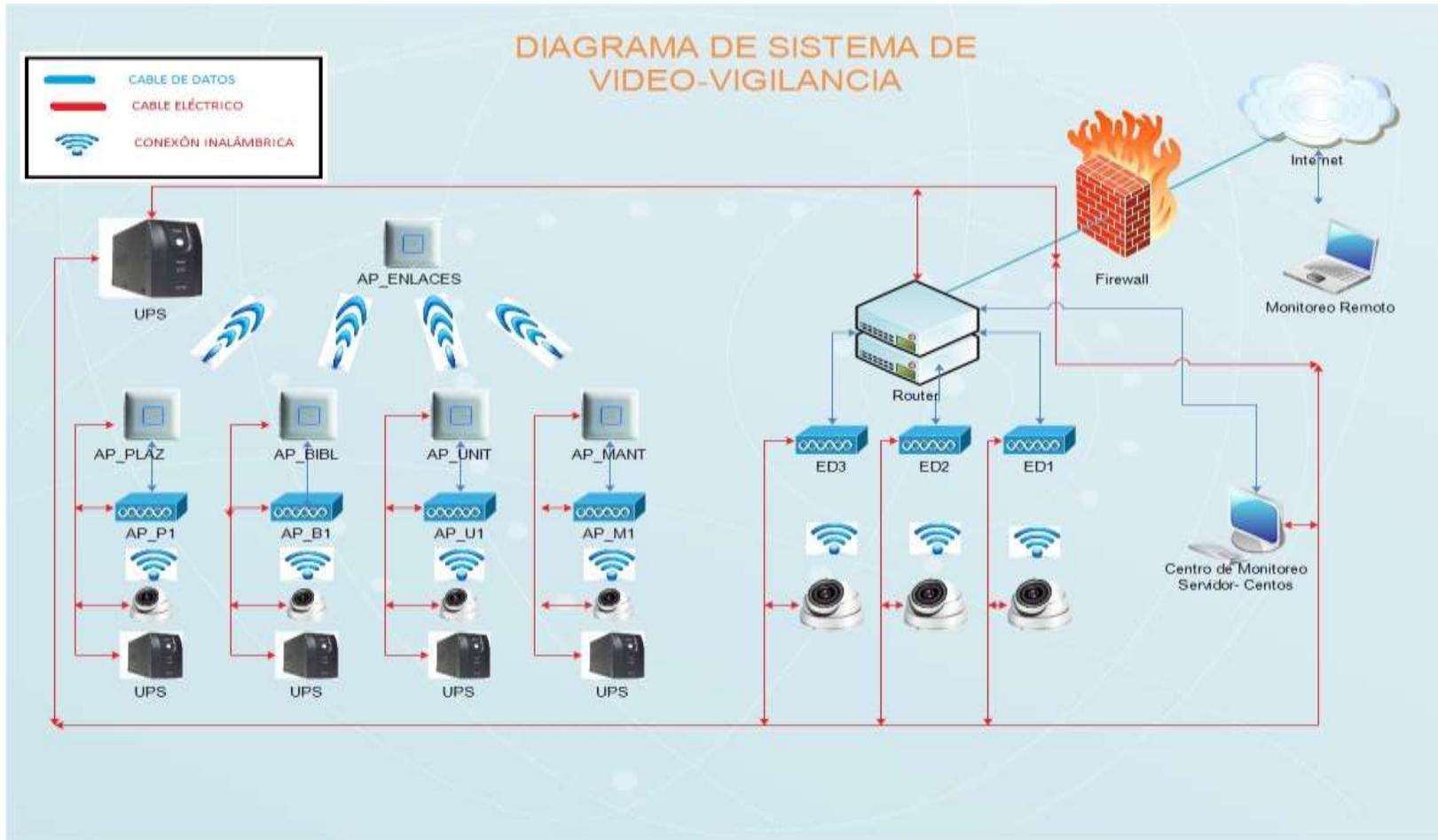


Figura 94: Diagrama del Sistema de Video Vigilancia

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.15. SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la selección de los equipos que se utilizaran en el diseño de la red inalámbrica, se presenta una selección de los mismos, tomando en cuenta los requerimientos básicos establecidos; mostrando características técnicas, físicas y económicas de algunas marcas de equipos reconocidas. Además en el mercado tecnológico existe una gran variedad de fabricantes.

3.15.1. PARÁMETROS DE SELECCIÓN

Los parámetros de selección de equipos básicamente hacen referencia a dos campos generales, los cuales son:

- ✓ Técnicos
- ✓ Económicos

3.15.1.8. Parámetros técnicos

- **Funcionalidad:** este factor reúne las características que el diseño proporcionará dentro del sistema de video vigilancia.
- **Fiabilidad:** este factor mide el adecuado funcionamiento, de cada opción tecnológica a evaluarse.
- **Latencia:** Latencia es sinónimo de retraso, y mide el tiempo que tarda un paquete en viajar de un punto a otro. Por lo tanto es uno de los parámetros técnicos más importantes para poder reducir retrasos en la transmisión de video.

- **El Jitter:** El jitter es la variación de tiempo entre llegada de distintos paquetes. Estas variaciones se deben a la saturación de la red, la falta de sincronismo o los cambios dinámicos en las rutas.
- **Convergencia:** Es la característica que se utiliza para medir el desarrollo de las nuevas redes y servicios, aquí muchas empresas mejoran tecnologías de la información, con la utilización de diferentes herramientas y última tecnología.

3.15.1.9. Parámetros económicos

- **Costo de Software:** es el parámetro con la cual se define la alternativa tecnológica más adecuada, se deberá trabajar con un software que abarate costos del diseño de la central telefónica IP del GADMU.
- **Costo de Hardware:** Aspectos que tiene la misma importancia que el costo de software, ya que los precios de los equipos estarán en función de sus características técnicas y funcionales.
- **Mantenimiento:** Toda esa técnica debe tener una alta disponibilidad, que depende de lo complejo que sea el sistema, la factibilidad de puesta a punto de los equipos que lo conforman.

Con todos estos parámetros, se va a proceder a la selección de equipos necesarios dentro de la red inalámbrica.

3.15.2. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS

3.13.2.1. Requerimientos de equipos a emplearse en la Red Inalámbrica Interna

En el diseño de la red inalámbrica es importante tener una referencia de los parámetros mínimos que deberían tener los equipos a emplearse.

Tabla 44: *Requerimientos de equipos a emplearse en la red Inalámbrica Interna*

| Parámetros | Valor |
|--------------------------|--------------------------|
| Estándar | 802.11ac |
| Frecuencia de Operación | 5.8Ghz |
| Velocidad de Transmisión | 1,3Gbps |
| Administración | HTTP, telnet, SNMPv2, v3 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.13.2.2. Requerimientos de equipos a emplearse en el radioenlace

Se puede concluir, que bajo los cálculos realizados anteriormente y el software utilizado, el sistema opera óptimamente bajo los siguientes datos de manera óptima, de esta manera los equipos que se empleen deben cumplir de manera mínima con los siguientes requerimientos considerados en la tabla 45.

Tabla 45: *Parámetros Mínimos de los equipos a Emplearse*

| Parámetros | Valor |
|--------------------------------|--------------------------|
| Estándar | 802.11ac |
| Frecuencia de Operación | 5.8Ghz |
| Potencia Mínima de Transmisión | 20dBm |
| Potencia Mínima del Receptor | - |
| Ganancia de Transmisión | 16 dBi |
| Sensibilidad del Receptor | -92 |
| Ganancia de Recepción | 16dBi |
| Administración | HTTP, telnet, SNMPv2, v3 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.13.2.3. Requerimientos de cámaras a emplearse

En la siguiente tabla 46, se presentan los requerimientos básicos que deberán tener las cámaras seleccionadas.

Tabla 46: *Requerimientos de cámaras a emplearse*

| Parámetros | Valor |
|--|-------------------|
| Compresión de video | H.264 |
| Resolución | HD(1280x720) |
| Mínima Iluminación | 0,5 |
| Ángulo de visión | >30° |
| Estándar Inalámbrico | 802.11ac |
| Velocidad de imagen | De 15fps a 30fps |
| Zoom | Si |
| Grado de Protección IP ⁸ (únicamente para cámaras externas) | IP64 ⁹ |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.15.3. SELECCIÓN DE CÁMARAS IP

Las cámaras a seleccionar deben cumplir por lo menos con los requerimientos mínimos mencionados anteriormente. Se elige 3 marcas, para determinar las cámaras idóneas en el diseño.

3.13.3.1. Hikvision

⁸ IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). International Electrotechnical Commission, Geneva.

⁹ (RAIN MEDICAL, 2016) hace mención a las clases de protección IP contra el contacto y la penetración de agua y suciedades. Por ejemplo IP64, indica lo siguiente: IP identifica al estándar Ingress Protection, el valor 6 hace referencia al valor de polvo, en este caso “el polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia”, y el valor 4 es el segundo valor y describe el nivel de protección frente a líquidos, en este caso “protección contra agua pulverizada”.

En la página http://overseas.hikvision.com/en/product_1.html, existe una variedad de cámaras IP, orientado a sistemas de monitoreo. Se selecciona un modelo de las cuales se presenta sus características.

3.13.3.1.1. DS-2CD2032-I

Esta cámara está diseñada para ambientes internos, cuya imagen se presenta en la figura 95, y sus principales características en la tabla 47.



Figura 95: Cámara IP DS-2CD2032-I

Fuente: http://overseas.hikvision.com/en/product_1.html

Tabla 47: características de la Cámara DS-2CD2032-I

| | CARACTERÍSTICAS | DS-2CD2032-I |
|------------------------|---------------------|--------------------------|
| Cámara | sensor de imagen | 1/3" sensor CMOS |
| | Mínima iluminación | 0.19Lux |
| | Lentes | 4mm F2.0(6mm, 12mm) |
| | Ángulo de Visión | Angulo de 75.8° |
| Estándar de compresión | Compresión de video | H:264/MJPEG |
| | Velocidad de bits | 32Kbps – 16Mbps |
| Imagen | Resolución | 2048X1536 |
| | Fps | 15fps-30fps |
| Red | Protocolos | TCP/IP, HTTP, DHCP, SMTP |
| | Interface Wifi | 802.11ac |
| Interface de red | Interface Ethernet | 10/100 Mbps |

| | CARACTERÍSTICAS | DS-2CD2032-I |
|---------|------------------------|-----------------------|
| General | Fuente de alimentación | 12VDC, PoE |
| | Dimensiones | 60.4 x 76,5 x 128,1mm |
| | Peso | 300g |

Fuente: http://overseas.hikvision.com/en/product_1.html

3.13.3.2. D-link

En la página <http://www.dlinkla.com/ip-surveillance>, existe una variedad de cámaras IP, orientado a sistemas de monitoreo. Se selecciona dos modelos de las cuales se presentan sus características.

3.13.3.2.1. DCS-2136L

Esta cámara está diseñada para ambientes internos, cuya imagen se presenta en la figura 96, y sus principales características en la tabla 48.



Figura 96: Cámara IP DCS-2136L

Fuente: <http://www.dlinkla.com/ip-surveillance>

Tabla 48: características de la Cámara DS-2CD2023-I

| CARACTERÍSTICAS | DS-2CD2032-I | |
|------------------------|----------------------------|--|
| | sensor de imagen | 1/3" sensor CMOS |
| | Altura focal | 3,6mm |
| | apertura | F1.4 |
| Cámara | Angulo de visión | (H) 64° (V) 46.5° (D) 92.4° |
| | Mínima distancia de objeto | 300mm |
| | Resolución de video | 16:9, 4:3 |
| | Soporte de audio | AAC, G.711 |
| Estándar de compresión | Compresión de video | H:264/MPEG-4, MJPEG |
| | Velocidad de bits | 32Kbps – 16Mbps |
| Imagen | Resolución | 2048X1536 |
| | fps | 15fps-30fps |
| Red | protocolos | TCP/IP, HTTP, DHCP, SMTP, IPv6, IPv4, SNMP |
| Interface de red | Wifi | 802.11ac |
| | Puerto Fast Ethernet | 10/100 Base-TX |
| | Fuente de alimentación | 5vDC, PoE |
| General | dimensiones | 58 x 43,1 x 128,8mm |
| | peso | 84,0g |

Fuente: <http://www.dlinkla.com/ip-surveillance>

3.13.3.2.2. DCS-2330L

Esta cámara está diseñada para ambientes externos, cuya imagen se presenta en la figura 97, y sus principales características en la tabla 49.



Figura 97: Cámara IP DSC-2330L

Fuente: <http://www.dlinkla.com/ip-surveillance>

Tabla 49: características de la Cámara DS-2CD2023-I

| CARACTERÍSTICAS | | DS-2CD2023-I |
|------------------------|----------------------------|--|
| Cámara | sensor de imagen | 1/4" sensor CMOS |
| | Altura focal | 3,45mm |
| | apertura | F2.0 |
| | Angulo de visión | (H) 57,8° (V) 37,8° (D) 66° |
| | Mínima distancia de objeto | 300mm |
| | Resolución de video | 16:9, 4:3 |
| | Soporte de audio | AAC, G.711 |
| Estándar de compresión | Compresión de video | H:264/MPEG-4, MJPEG |
| | Velocidad de bits | 32Kbps – 16Mbps |
| Imagen | Resolución | 2048X1536 |
| | fps | 15fps-30fps |
| Red | protocolos | TCP/IP, HTTP, DHCP, SMTP, IPv6, IPv4, SNMP |
| Interface de red | Wifi | 802.11ac |
| | Puerto Fast Ethernet | 10/100 Base-TX |
| | Fuente de alimentación | 5vDC, 1,2 A, PoE |
| General | dimensiones | 85 x 47,5 x 146,8mm |
| | peso | 139g |

Fuente: <http://www.dlinkla.com/ip-surveillance>

3.13.3.3. Trendnet

En la página <http://trendnet.com/?todo=home>, existe una variedad de cámaras IP, orientado a sistemas de monitoreo. Se selecciona dos modelos de las cuales se presentan sus características.

3.13.3.3.1. TV-IP7621C

Esta cámara está diseñada para ambientes internos, cuya imagen se presenta en la figura 98, y sus principales características en la tabla 50.



Figura 98: Cámara IP TV-IP7621C

Fuente: <http://trendnet.com/?todo=home>

Tabla 50: Características de la Cámara DS-2CD2032-I

| CARACTERÍSTICAS | | DS-2CD2032-I |
|-----------------|----------------------------|-------------------------|
| Cámara | sensor de imagen | 1/4" sensor CMOS |
| | Altura focal | 3,35mm |
| | apertura | F2.0 |
| | Angulo de visión | (H) 60° (V) 40° (D) 68° |
| | Mínima distancia de objeto | 30cm |
| | Resolución de video | 16:9, 4:3 |
| | Soporte de audio | AAC, G.711 |
| | iluminación | 0,5Lux |

| CARACTERÍSTICAS | | DS-2CD2032-I |
|------------------------|----------------------------|---|
| Estándar de compresión | Compresión de video fps | H:264/MPEG-4, JPEG 15fps-30fps |
| Red | protocolos | TCP/IP, HTTP, DHCP, SMTP, IPv6, IPv4, SNMP |
| Interface de red | Wifi | 802.11ac |
| | Puerto Fast Ethernet | 10/100 Base-TX |
| General | Fuente de alimentación | 12vDC, 1 A, PoE |
| | dimensiones | 4,1 x 2,5 x 1,4 pulgadas |
| | peso | 85g |

Fuente: <http://trendnet.com/?todo=home>

3.13.3.3.2. TV-IP8621C

Esta cámara está diseñada para ambientes internos, cuya imagen se presenta en la figura 99, y sus principales características en la tabla 51.



Figura 99: Cámara IP TV-IP8621C

Fuente: <http://trendnet.com/?todo=home>

Tabla 51: Características de la Cámara DS-2CD2023-I

| CARACTERÍSTICAS | | DS-2CD2032-I |
|------------------------|----------------------------|--|
| | sensor de imagen | 1/4" sensor CMOS |
| | Altura focal | 4,6mm |
| | apertura | F2.0 |
| | Angulo de visión | (H) 49° (V)31 ° (D) 58° |
| Cámara | Mínima distancia de objeto | 20cm |
| | Resolución de video | 16:9, 4:3 |
| | Soporte de audio | AAC, G.711 |
| | iluminación | 0,5Lux |
| Estándar de compresión | Compresión de video | H:264/MPEG-4, JPEG |
| | fps | 15fps-30fps |
| Red | protocolos | TCP/IP, HTTP, DHCP, SMTP, IPv6, IPv4, SNMP |
| Interface de red | Wifi | 802.11ac |
| | Puerto Fast Ethernet | 10/100 Base-TX |
| | Fuente de alimentación | 12vDC, 1 A, PoE |
| General | dimensiones | 4,1 x 2,5 x 1,4 pulgadas |
| | peso | 85g |

Fuente: <http://trendnet.com/?todo=home>

Para el caso de las cámaras para ambiente interno, comparando las cámaras DCS-2136L y TV-IP7621C, se observa que la cámara de la marca Dlink, cumple con todos los requisitos por lo que este es el equipo seleccionado para ambientes internos.

Para el caso de las cámaras para ambiente externo, comparando las cámaras DCS-2330L y TV-IP8621C, se observa que la cámara de la marca Dlink, cumple con todos los requisitos por lo que este es el equipo seleccionado para ambientes externos.

3.15.4. SELECCIÓN DE ACCES POINT INDOOR INALÁMBRICOS

Los router inalámbricos seleccionados deben cumplir con los requerimientos mínimos determinados anteriormente, las marcas seleccionadas son, D-LINK, LINKSYS, TP-LINK. En la tabla 52, se presentan las características de cada uno de ellos.

Tabla 52: Características de AP Internos

| CARACTERÍSTICA | D-LINK DIR 865L | LINKSYS EA6900 | TP-LINK AC-1750 |
|---------------------|-------------------------------------|--|--|
| Estándar 802.11 | a/b/g/n/ac | a/b/g/n/ac | a/b/g/n/ac |
| Frecuencia | 2,4Ghz , 5Ghz | 2,4GHz y 5GHz | 2,4Ghz , 5Ghz |
| Velocidad de tx | 2,4GHz a 450Mbps | 2,4GHz a 450Mbps | 2,4GHz a 450Mbps |
| | 5Ghz a 1700Mbps | 5Ghz a 1700Mbps | 5Ghz a 1700Mbps 10/100/1000 Mbps |
| Interface | 10/100/1000 Mbps | 10/100/1000Mbps | |
| Seguridad | WPA,WPA2 | WEB,WPA, WPA2,RADIUS | WPA,WPA2,WPA PSK |
| dimensiones | 32x167x240mm | 256,40, 184mm | 9,6x6,4x1,3 pulgadas |
| peso | 0,55Kg | 0,54Kg | |
| alimentación | 12v DC, 3 A | 12v DC 3,5 A | 12v DC, 2,5 A |
| certificaciones | FCC class B CE class B C-Tick | FCC, IC, CE, WI-Fi Certified, Windows 7, Windows 8, DLNA | CE, FCC, RoHS |
| | | | |
| protocolos internet | IPv6, IPv4 | IPv6, IPv4 | IPv6, IPv4 |
| Seguridad Firewall | Mac, dirección IP, dominio | Mac, dirección IP, dominio, Access Control | Mac, dirección IP, dominio |

Nota: Para determinar las características de cada equipo, mencionado en la tabla, se hace referencia a los sitios web de cada marca: D-LINK DIR 865L es <http://www.dlinkla.com/>, LINKSYS EA6900 es <http://www.linksys.com/es/>, y para TP_LINK es <http://www.tp-link.ec/>

Fuente: elaborado por Ana Belén Revelo

Para el caso de los AP INDOOR que se ubicaran en las dependencias, se analiza la tabla, en la cual se muestra que las características que poseen los equipos son casi similares, la diferencia es en las certificaciones y la seguridad que posee, debido a esto se selecciona el equipo EA6900 de la marca Linksys

3.15.5. SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA RADIOENLACES

Para los radioenlaces se necesita una estación base que se encuentra en la terraza del edificio principal del GADMU y en las dependencias los APs, que permitirán la conexión.

Se selecciona dos APs para exteriores de la marca Ubiquiti Networks y Mikrotik, en la tabla 53, se presentan las características de cada uno de ellos.

Tabla 53: Características de AP Internos

| CARACTERÍSTICA | MIKROTIK | UBIQUITI NETWORKS |
|-------------------------|---|---|
| Modelo | SXT 5 ac | R5ac-prism |
| Imagen |  |  |
| Banda | 5Ghz | 5Ghz |
| Estándares inalámbricos | 802.11ac, a, n | 802.11ac, n,a |
| CPU frecuencia nominal | 750Mhz | 720Mhz |
| RAM | 128MB | 128MB |

| CARACTERÍSTICA | MIKROTIK | UBIQUITI NETWORKS |
|----------------------------|---------------|------------------------|
| Puerto Ethernet 10/100Mbps | 1 | 1 |
| Ganancia | 16 dBi | 16dBi |
| alimentación | 15v-57v | 24v - 0,5 ^a |
| Dimensiones | 140x140x56mm | 88x40x230mm |
| Carcasa | Plástica | Aluminio |
| Numero de núcleos de cpu | 1 | 1 |
| Poe en | 802.3at | Pairs 4,5+ |
| Consumo de energía máximo | 12w | 8,5w |
| certificaciones | FCC, CE, RoHS | FCC,CE, IC |
| modulación | 256 QAM | 256 QAM |
| Sensibilidad | -92dBm | -92 |
| Precio sugerido | 109 | 181 |

Fuente: elaborado por Ana Belén Revelo

Recuperado de: <https://www.ubnt.com/unifi/unifi-ap-ac-outdoor/>

Para el caso de los APs externos que se ubicaran en las dependencias, se analiza la tabla, en la cual se muestra que las características que poseen los equipos son casi similares, la diferencia es su parte externa como la carcasa plástica y de aluminio que en un equipo, los precios y algunas diferencias en el consumo de energía. Debido a estos factores q son los únicos que los diferencian se elige el equipo de la marca Ubiquiti Network.

3.15.6. SELECCIÓN DEL EQUIPO CPU DE ALMACENAMIENTO

En el establecimiento existe un computador de escritorio, el cual está disponible para ser usado como servidor y cuenta con requerimientos más que suficientes

para que el sistema diseñado funcione, a continuación se presenta las características del servidor:

Tabla 54: *Parámetros de selección de Equipo CPU de Almacenamiento*

| PARÁMETRO | VALOR |
|-------------------|---------------|
| Procesador | Intel Core i3 |
| Disco duro | 1 Terra |
| Memoria Ram | 2 GB |
| Tarjeta de Video | 64 Mb |
| Sistema operativo | Sin Sistema |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.15.7. SELECCIÓN DE EQUIPO UPS

Debido a los requerimientos del diseño del sistema de video-vigilancia, se estima un tiempo mínimo de funcionamiento del mismo de 4 horas, por ello los ups seleccionados deben cumplir con este tiempo de funcionamiento. Para las dependencias externas, se selecciona un UPS de la marca **APC SMX750I, 500W-750VA¹⁰**.

3.15.7.1. Dependencias externas

El UPS determinado para las dependencias externas cuenta con tiempos de respaldo de energía para diferentes cargas, las cuales se muestran en la tabla siguiente:

¹⁰ http://rrc.rs/Portals/0/docs/apc/NWHG-82DH3L_R1_EN.pdf

Tabla 55: *Tiempos de respaldo de UPS APC SMX750I, 500W-750VA*

| Carga [W] | Minutos | Horas |
|------------------|----------------|--------------|
| 500 | 12 | 0,2 |
| 250 | 24 | 0,4 |
| 125 | 48 | 0,8 |
| 62,5 | 96 | 1,6 |
| 31,25 | 192 | 3,2 |
| 15,62 | 384 | 6,4 |

Fuente: Elaborado Por Ana Belén Revelo

En la tabla 56, se observan un resumen del consumo de energía que tendrá cada dependencia del GADMU, estos valores se determinaron en el literal 3.9.2.

Tabla 56: *Resumen de Potencias en cada dependencia externa*

| DEPENDENCIA | POTENCIA TOTAL |
|----------------------|-----------------------|
| Mantenimiento | 35 |
| Biblioteca | 27.5 |
| Plaza del Buen Vivir | 42.5 |
| Unidad de Desarrollo | 50 |
| TOTAL | 155,0[W] |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

Conocidas a tabla 55 y 56, se determinan los siguientes tiempos de respaldo para cada dependencia.

Tabla 57. *Potencias y tiempos de respaldo de energía para las dependencias Externas*

| DEPENDENCIA | POTENCIA TOTAL | Potencia de UPS | Tiempo de respaldo |
|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| Mantenimiento | 35 | 62,5 – 31,25 | 3 horas |

| DEPENDENCIA | POTENCIA TOTAL | Potencia de UPS | Tiempo de respaldo |
|----------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Biblioteca | 27.5 | 31,25 - 15,62 | 4 horas |
| Plaza del Buen Vivir | 42.5 | 62,5 – 31,25 | 2.6 horas |
| Unidad de Desarrollo | 50 | 62,5 – 31,25 | 2.2 horas |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

3.15.7.2. Edificio Principal

Para el edificio principal se determina que el sistema necesita una potencia de 356,88[W]. Para lo cual se va a usar un UPS de la Marca APC modelo **APC Smart-UPS, RT, 6000VA/4200W**¹¹, que se encuentra en condiciones óptimas, pero está en desuso.

Con este UPS, se determinan los siguientes tiempos de respaldo de energía para diferentes cargas.

Tabla 58: *Tiempos de respaldo de UPS APC Smart-UPS, RT, 6000VA/4200W*

| Carga [W] | Minutos | Horas |
|-----------|---------|-------|
| 4200 | 5,3 | 0,08 |
| 2100 | 15,8 | 0,26 |
| 1050 | 47,08 | 0,78 |
| 525 | 140,31 | 2,33 |
| 262,5 | 418,12 | 6,97 |

Fuente: Elaborado Por Ana Belén Revelo

El respaldo de energía para esta parte del sistema en el edificio principal tiene un promedio de 4 a 5 horas.

Tabla 59. *Potencia y tiempo de respaldo de energía para el edificio principal*

Edificio Principal 356.88 525 – 262,5 4,8 horas

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

¹¹ http://www.cableorganizer.com/apc/apc-smartUPS_RM6000XLT.html

3.16. MARCO LEGAL

La gestión del espectro radioeléctrico del Ecuador, permite hacer frente a la presión del mercado y al rápido cambio tecnológico, y asegurar la disponibilidad para usos públicos y privados, bajo los principios de eficiencia, técnicos, económicos y sociales.

3.16.1. ENTIDADES DE REGULACIÓN DEL ESTADO

En nuestro país, existe la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) que es el organismo rector del sector y que sustituye en funciones a la Superintendencia de Telecomunicaciones (Supertel), al Consejo Nacional de Telecomunicaciones (Conatel) y a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (Senatel).

Según la Arcotel se especifica que la concesión de frecuencias para redes internas no es necesario, este proceso se realiza si se va a brindar servicios lucrativos como por ejemplo proveer internet inalámbrico. Para nuestro sistema de video-vigilancia, se va a realizar enlaces inalámbricos pequeños, el que mayor distancia tiene es aproximadamente 0,35Km, además el uso es interno, solo para la recepción de video al servidor que está ubicado en el edificio principal del GADMU.

En el **ANEXO H**, se muestra los reglamentos necesarios para obtener la concesión de los servicios de telecomunicaciones, de ser necesarios en algún momento.

CAPÍTULO V

4. ANÁLISIS DE COSTOS REFERENCIALES

En este capítulo se presenta un presupuesto referencial de los equipos y recursos necesarios para una posible instalación y operación del sistema de video-vigilancia. Se recalca que los valores que se presentan son solo referenciales y que determinaran el costo del proyecto.

4.1. COSTOS DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES NECESARIOS

Los costos referenciales se han tomado de páginas como: mercado libre¹², empresas proveedoras de equipos de redes¹³, empresas de los mismos fabricantes^{14 15}, entre otros.

4.1.1. COSTO DE EQUIPOS INTERNOS PARA EL SISTEMA DE VIDEO-VIGILANCIA

En la tabla 60, se muestran los equipos que existen en la Institución y se reusarán para beneficio del sistema.

Tabla 60: Equipos de Reúso para el Sistema

| EQUIPO | CANT. | VALOR UNIT. | VALOR TOTAL |
|-------------------|-------|-------------|-------------|
| Servidor de video | 1 | 1200 | 1200,00 |
| EQUIPO | CANT. | VALOR UNIT. | VALOR TOTAL |

¹² <http://www.mercadolibre.com.ec/>

¹³ <http://www.router-switch.com/ws-c4510r-e-p-517.html>

¹⁴ <http://www.dlinkla.com/>

¹⁵ <http://trendnet.com/?todo=home>

| | | | |
|---|---|------|----------------|
| APC Smart-UPS, RT, 6000VA/4200W ¹⁶ | 1 | 7920 | 7920,00 |
| TOTAL | | | 9120,00 |

Fuente: Elaborado Por Ana Belén Revelo

En la tabla 61, se detallan los costos de los equipos que deberán ser comprados por la institución, para la red inalámbrica interna.

Tabla 61: Costo de Equipos Internos para el sistema de video- vigilancia

| EQUIPO | CANT. | VALOR UNIT. | VALOR TOTAL |
|---|-------|-------------|------------------|
| Cámaras IP D-Link DCS-2136L ¹⁷ | 21 | 250 | 5.250,00 |
| Cámaras IP D-Link DCS-2330L ¹⁸ | 4 | 350 | 1.400,00 |
| APs Indoor Linksys EA6900 ¹⁹ | 7 | 180 | 1.260,00 |
| APC SMX750I, 500W-750VA ²⁰ | 4 | 531,98 | 2.127,92 |
| SUBTOTAL | | | 10.037,92 |
| IVA 12% | | | 1.204,55 |
| TOTAL | | | 11.242,47 |

Nota: Los valores que se presentan en la tabla, son referenciales y se los obtiene del sitio web de cada marca.

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

4.1.2. COSTO DE EQUIPOS PARA LOS ENLACES INALÁMBRICOS

En la tabla 62, se detallan los costos de equipos para los enlaces inalámbricos que deberán ser comprados por la institución si se desea la implementación.

Tabla 62: Costo de equipos para los enlaces inalámbricos

¹⁶<http://www.amvarworld.com/es/ups-on-line-/347-ups-apc-smart-ups-rt-6000va-4200w-surt6000xlt-1tf3.html>

¹⁷ <http://www.dlinkla.com/>

¹⁸ <http://www.dlinkla.com/>

¹⁹ <http://www.linksys.com/es/>

²⁰ <http://cl.rsdelivers.com/product/apc/smx750i/rack-mount-stand-alone-750va-ups-power-supply-160-286v-input-230v-output-500w/7158831.aspx>

| DESCRIPCIÓN | CANT | VALOR UNIT. | VALOR TOTAL |
|---|------|-----------------|----------------|
| AP OUTDOOR Ubiquiti network R5ac prism ²¹ | 5 | 180,00 | 900,00 |
| Mástil de 2m para las antena ²² | 5 | 16,00 | 80,00 |
| | | SUBTOTAL | 980,00 |
| | | IVA 12% | 117,60 |
| | | TOTAL | 1097,60 |

Nota: Los valores que se presentan en la tabla, son referenciales y se los obtiene del sitio web de cada marca.

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

4.1.3. COSTO DE MATERIAL DE RED

En la tabla 63, se detallan los costos de materiales de red que deberán ser comprados por la institución, para la red inalámbrica interna.

Tabla 63: Costo de materiales de red

| DESCRIPCIÓN | CANT. | VALOR UNIT. | VALOR TOTAL |
|---|---------|-----------------|---------------|
| Cable UTP Cat 6A(305m) ²³ | 2 rollo | 350,00 | 700,00 |
| Conector RJ-45 ²⁴ | 1 caja | 8,50 | 8,50 |
| Canaletas plásticas 32x12 ²⁵ | 10 | 2,10 | 21,60 |
| | | SUBTOTAL | 730,1 |
| | | IVA 12% | 87,61 |
| | | TOTAL | 817,71 |

Nota: Los valores que se presentan en la tabla, son referenciales y se los obtiene del sitio web de cada marca.

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

²¹ <https://www.ubnt.com/>

²² <http://www.tuugo.ec/Companies/jr-electric-supply-cia/1260007531#!>

²³ <http://www.tuugo.ec/Companies/jr-electric-supply-cia/1260007531#!>

²⁴ <http://www.tuugo.ec/Companies/jr-electric-supply-cia/1260007531#!>

²⁵ <http://www.tuugo.ec/Companies/jr-electric-supply-cia/1260007531#!>

4.1.4. COSTO DE MATERIAL ELÉCTRICO

En la tabla 64, se detallan los costos de materiales eléctricos que deberán ser comprados por la institución.

Tabla 64: Costo de material eléctrico

| DESCRIPCIÓN | CANT. | VALOR UNIT. | VALOR TOTAL |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------|
| Tomas eléctricas ²⁶ | 30 | 0,20 | 6,00 |
| Cable eléctrico 12AWG ²⁷ | 2 rollos 100mts c/u | 40,00 | 80,00 |
| | | SUBTOTAL | 86,00 |
| | | IVA 12% | 10,32 |
| | | TOTAL | 96,32 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

4.1.5. COSTO DE MANO DE OBRA

En la tabla 65, se detallan los costos de mano de obra que deberán ser contratados por la institución, para las instalaciones de los equipos, como APs, cámaras, canaletas, entre otro. El número de personas necesarias para el trabajo es de 2 personas.

Tabla 65: Costo de mano de Obra

| DESCRIPCIÓN | # PERSONAS | COSTO/DÍA | #DIAS | TOTAL |
|---------------------------------------|------------|-----------|-------|---------------|
| Mano de obra calificada ²⁸ | 2 | 40 | 4 | \$ 320 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

²⁶ <http://www.tuugo.ec/Companies/jr-electric-supply-cia/1260007531#!>

²⁷ <http://www.tuugo.ec/Companies/jr-electric-supply-cia/1260007531#!>

²⁸ (TELMAT, s.f.) que presta los servicios de técnicos calificados hace mención que la mano de obra calificada de un técnico con respecto a video-vigilancia tiene un valor aproximado de 40 dólares el día.

4.2. DETERMINACIÓN DE COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

En la tabla 64, se observa que la sumatoria de gastos

Tabla 66: Costos total del sistema de video-vigilancia

| DESCRIPCIÓN | COSTO |
|--|------------------|
| Costo de equipos red inalámbrica interna | 11,242,47 |
| Costo de equipos para radioenlaces | 1097,60 |
| Costo de material de red | 817,71 |
| Costo de material eléctrico | 96,32 |
| Costo mano de obra | 320,00 |
| TOTAL | 13,574,10 |

Fuente: Elaborado por Ana Belén Revelo

4.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS

Actualmente la institución cuenta con 5 guardias de seguridad, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Plaza del buen vivir dos guardias, Mantenimiento un guardia y el edificio principal dos guardias. Si se toma en cuenta, la Unidad de Desarrollo Social y la Biblioteca, no cuenta con seguridad de ningún tipo; otro punto muy importante es el personal de seguridad, labora 8 horas diarias por lo que las instalaciones están desprotegidas en las noches.

Para determinar los beneficios se determina que cada guardia posee un salario básico de 366²⁹ dólares y de los 7 guardias existentes por el momento y por contratar, solo se necesitará el servicio de dos de ellos, por si el sistema falla y en este caso se cuente con seguridad; se aplica la ecuación siguiente:

²⁹ (EL COMERCIO, 2016), mención al salario básico que una persona recibe en el Ecuador.

$$5(\text{guardias}) \times 366 \frac{\text{dòlares}}{\text{mes}} \times 12 \text{ meses} = 21,960,00 \frac{\text{dòlares}}{\text{año}}$$

4.2.2. CALCULO COSTO/BENEFICIO

Luego del análisis de los gastos y beneficios que genera el proyecto, aplicamos la ecuación 20, para determinar el beneficio/costo, para lo cual se usa los siguientes parámetros:

- Si B/C es mayor que 1 se acepta el proyecto
- Si B/C es igual a 1 el proyecto es indiferente
- Si B/C es menor que 1 se rechaza el proyecto

$$\frac{B}{C} = \frac{\Sigma \text{Beneficios}}{\Sigma \text{Costos}}$$

Ecuación 20: Cálculo del Beneficio/Costo

Fuente: (Buettrich, 2014)

$$\frac{B}{C} = \frac{21\,960,00}{13\,574,10} = 1,62$$

Al aplicar la ecuación el valor es de 1,62; por lo que se determina que el proyecto es aceptable.

4.2.3. PERIODO DE DEVENGACIÓN

La tabla 67, se aplica para determinar en qué mes se recupera la inversión, sin embargo para tener un período de tiempo más exacto se aplica la ecuación 21.

Tabla 67: *Periodo de recuperaci3n*

| MES | BENEFICIO / MES | BENEFICIO / AÑO |
|-----|-----------------|-----------------|
| 0 | | -13 574,10 |
| 1 | 1830,00 | 1830,00 |
| 2 | 1830,00 | 3660,00 |
| 3 | 1830,00 | 5490,00 |
| 4 | 1830,00 | 7320,00 |
| 5 | 1830,00 | 9150,00 |
| 6 | 1830,00 | 10,980,00 |
| 7 | 1830,00 | 12,810,00 |
| 8 | 1830,00 | 14,640,00 |

Nota: el beneficio mensual se obtiene multiplicando los 5 guardias que laboran en la instituci3n por su salario mensual de \$ 366.

Fuente: elaborado de Ana Bel3n Revelo

$$\text{Peri3do_recuperaci3n} = 7 \text{ meses} + \left(\frac{\text{Inversi3n} - \Sigma \text{ de 7 meses}}{\text{Beneficio Mensual}} \right)$$

Ecuaci3n 21: Peri3do de recuperaci3n de la inversi3n

Fuente: (Monteros, 2015)

$$\text{Peri3do_recuperaci3n} = 7 \text{ meses} + \left(\frac{13,574,10 - 14,640,00}{1830,00} \right)$$

$$\text{Peri3do_recuperaci3n} = 7 \text{ meses} + (0,5 \times 30 \text{ d\u00edas})$$

$$\text{Peri3do_recuperaci3n} = 7 \text{ meses} + 15 \text{ d\u00edas}$$

Estos c\u00e1lculos nos muestran que se tendr\u00e1 un peri3do de recuperaci3n de la inversi3n de 7 meses y 15 d\u00edas.

4.3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Para analizar los beneficiarios del proyecto se debe tomar en cuenta todo aquello que haga uso del sistema, tanto directa como indirectamente; a continuación se detalla cada uno de ellos:

4.3.1. DIRECTOS

Dentro de los beneficiarios directos del proyecto, se encuentra el personal que trabaja en la institución que suman un total de 147 personas, los mismos que están dentro de las instalaciones y necesitan ser supervisados, además se les brindará seguridad y una rápida atención a los inconvenientes que se susciten, pues se monitoreará, constantemente las instalaciones en un menor tiempo al que los guardias realizaban caminando.

4.3.2. INDIRECTOS

Los beneficiarios indirectos son todas las personas que hacen uso de los servicios que presta la Institución, ya que con la implementación del sistema de video-vigilancia, pueden denunciar a los empleados x ser víctimas de mala atención, además los equipos de valor económico estarán protegidos y en caso de existir algún inconveniente de pérdida, fácilmente se puede detectar al responsable.

Con este servicio la empresa puede tener la certeza de que sus instalaciones tanto internas como externas están siendo observadas de forma continua, en tiempo real durante todo el día y se puede estar preparado para cualquier eventualidad en la noche y de esta manera reaccionar en forma inmediata, lo cual brindará la posibilidad de ahorrar costos al contratar personal de seguridad.

CAPÍTULO VI

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se detallará las conclusiones y recomendaciones aprendidas en el desarrollo de este proyecto.

5.2. CONCLUSIONES

- Las señales inalámbricas presentan problemas de interferencia y pérdida de señal, ya sea por objetos físicos como paredes o por redes inalámbricas cercanas; sin embargo, si no se cuenta con un cableado estructurado adecuado y no se desea dañar la estética visual de las instalaciones, este tipo de tecnología inalámbrica es una buena aplicación. Además han surgido avances tecnológicos como 802.11ac, que permite en envío de información a altas velocidades y con una rápida sincronización.
- La situación actual de la infraestructura de red del GADMU es deficiente, al punto de que varias dependencias externas no cuentan con red inalámbrica y mucho menos están conectadas al edificio central para ser controladas; Por otra parte se determinó varias zonas vulnerables con afluencia de personas, riesgo de equipos de alto valor económico y sitios estratégicos para control de empleados públicos. Con estos datos, fácilmente se obtiene los requerimientos mínimos para el diseño del sistema.
- Un sistema de video-vigilancia, abarca varios componentes como: equipos para la red inalámbrica interna, equipos para los enlaces inalámbricos, materiales de red, material eléctrico, equipos de respaldo de energía, puesta

a tierra, entre otros; todos estos componentes juntos permiten que el sistema opere adecuadamente

- El diseño de radioenlaces, se fundamenta en la cobertura que existe entre dos puntos, siendo importante que entre ellos exista línea de vista de lo contrario la comunicación sería imposible. Los simuladores de radioenlaces permiten trabajar con datos de equipos reales y además de ayudar a fundamentar un diseño, permiten obtener datos casi reales, evitando perder tiempo y dinero al implementar radioenlaces sin estar seguros de su factibilidad. Para el Diseño se usó el software Radio Mobile y cálculos manuales y al comparar estos resultados se obtiene un error del 4,5% y de esta manera se concluye que el software ofrece un alto grado de confiabilidad.
- Se realizó la comparación de equipos mixrotik y ubiquiti para radioenlaces y se se consideró el uso de routers ubiquiti 802.11ac debido a que ofrecen una tecnología económica, pero con alta potencialidad en el manejo de redes, permitiendo administrar el ancho de banda de forma fácil, mediante una interface visual amigable.
- Los equipos de supervisión como cámaras y routers son de bajo consumo de potencia por lo que los mismos pueden operar las 24 horas, los 7 días de la semana, sin que esto represente un incremento considerable en el pago de las planillas de consumo eléctrico de la institución.
- El proyecto diseñado, presenta grandes beneficios al momento de su implementación no se necesitará contratar con demasiado personal de seguridad lo cual presenta un ahorro anual de 21960,00 dólares por un una inversión de 13574,10. Además el tiempo necesario para devengar el costo del proyecto es de 7 meses y 15 días.

5.3. RECOMENDACIONES

- Los costos de los equipos utilizados en el diseño son referenciales, por lo que si se piensa realizar la instalación luego de un tiempo, se recomienda informarse en los costos de ese momento y tomar esos datos para la compra de equipos.
- Se recomienda, que de presentarse algún tipo de problema con las cámaras de IP y se las vayan a sustituir, se tome en cuenta si la cámara se encontraba en una zona de ambiente externo, o interno y se las remplace con este parámetro para que el equipo no tenga problemas con las condiciones ambientales a las que se exponen.
- Las instalaciones del GADMU, cuentan con una puesta a tierra, pero se recomienda que por lo menos una vez en la época más seca del año se revise la resistencia de la puesta a tierra y se mida la resistividad del terreno ya que varios equipos se conectan a él, inclusive el sistema de video-vigilancia diseñado y no deben sufrir ningún problema eléctrico, de lo contrario, la seguridad de la institución estaría comprometida y si los equipos sufren daños se incurriría en grandes costos por el daño de los equipos.
- Para diseñar redes WLAN, es importante considerar las seguridades que deben emplearse para que la red no pueda ser afectada física y lógicamente. Existen métodos de encriptación, filtros de direcciones IP, filtros MAC y firewall; que permitirán prevenir ataques a la red.
- El servidor de video, el equipo UPS, deben estar en lugares frescos (18°C a 24°C) y de ser posibles con una ventilación adecuada para evitar problemas de recalentamiento.
- En recomendable la implementación de políticas de seguridad como la asignación de contraseñas tanto para el acceso de los videos almacenados, como para los videos que se transmiten en tiempo real, para no correr el

riego de que personas maliciosas tenga acceso a estos videos y hagan mal uso de los mismos.

- Se recomienda realizar un mantenimiento técnico a los equipos UPS cada año, el que consiste en realizar pruebas de tiempo de respaldo de energía, verificar los conectores de la batería interna, verificar el estado de las baterías para que no exista fuga de líquidos químicos, entre otros.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AxxonSoft. (17 de Noviembre de 2015). *AxxonSoft Corporation*. Obtenido de http://www.axxonsoft.com/sp/ip_video_surveillance/

Buettrich, S. (2014). *Calculo de Radio Enlaces*.

CANCHIGUANO, Y. (2010). *Diseño de una red de video vigilancia local y remota sobre IP en tiempo real para una hostería aplicando el concepto de Green IT*. Quito.

CISCO. (20 de MARZO de 2016). *Paper, 802.11ac: The Fifth Generation of Wi-Fi Technical White*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-3600-series/white_paper_c11-713103.html

Curriculum CISCO CCNA EXPLORATION 4.0. (s.f.). *Network fundamentals*.

D-Link. (17 de Noviembre de 2015). *D-Link Bulding Networks for People*. Obtenido de http://www.dlink.com/es/es/business-solutions/ip_surveillance

EL COMERCIO. (10 de marzo de 2016). *SALARIO BÁSICO*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/salario-basico-ecuador-economia.html>

ENRIQUEZ , S. (2014). SIETE COSASQUE HAY QUE SABER SOBRE LOS RADIOISÓTOPOS. *COMUNIDAD DEL OIEA*, 1.

GAD MUNICIPAL URCUQUI. (20 de MARZO de 2016). *GOBIERNO MUNICIPAL URCUQUI*. Obtenido de <http://www.municipiourcuqui.gob.ec/munurcuqui/>

García, F. J. (s.f). *VIDEOVIGILANCIA: CCTV USANDO VIDEOS IP*. España: Vértice.

- Gaybor, C. L., & Mendez, L. D. (2009). *Diseño de un sistema de transmisión de datos con tecnología inalámbrica Wi-Fi para el campus Kenedy*. Quito.
- GERNOT, B. (2016). El estándar IEEE 802.11ac:: las wlan rebasan la barrera del gigabit. *tecnologías inalámbricas*, 1.
- MERCADO, A. (2014). *REDES INALÁMBRICAS AD-HOC*.
- Monteros, J. L. (2015). *Diseño de un sistema de video - vigilancia inalámbrico para la ciudad de Cayambe*. Quito.
- NOGUERA, J., & VÁSQUEZ, A. (2011). *Diseño e implementación de un circuito cerrado de televisión con cámaras IP inalámbricas y monitoreo remoto, notificaciones de eventualidades mediante el uso de un servidor para la grabación de video bajo la plataforma Linux usando zonemider para el labora*. Quito.
- PAREKH , S. (2013). *IEEE 802.11 WIRELESS LANs*.
- RAIN MEDICAL. (10 de marzo de 2016). *CLASES DE PROTECCIÓN IP*. Obtenido de <http://www.reinmedical.com/es/conocimientos-tecnologia/clases-de-proteccion-ip.html>
- STALLINGS, W. (2000). *Comunicaciones y Redes de Computadoras*. Prentice-Hall.
- TANEMBAUM, A. (1997). *Redes de Computadoras*. Prentice-Hall.
- TELMAT. (s.f.). *COMUNICACIONES INTEGRADAS*. Obtenido de <http://www.telmatcomunicaciones.com/>
- TOPOLOGÍA E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DE REDES INALÁMBRICAS. (2007).

Anexos

ANEXO A: MANUAL DE INSTALACIÓN Y USO DE IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS



Anexo A 1: Logo IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOLLS

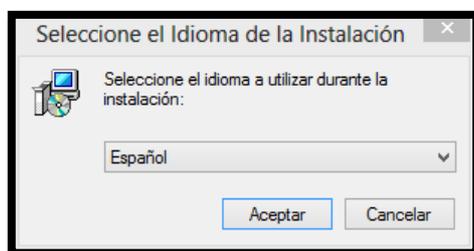
Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

- **PARA QUE SE USA IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS**

Sólo con la herramienta de diseño de sistema de vídeo IP se puede calcular tanto el ancho de banda y espacio de almacenamiento para 15 resoluciones de cámara y varios métodos de compresión, incluyendo H.264, MPEG-4 y Motion JPEG.

- **COMO INSTALAR AUTOCAD IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS**

Al ejecutar el instalador, debemos seleccionar el idioma como se observa en la figura Anexo B 2.



Anexo A 2. Selección de Idioma

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Luego, se da clic en siguiente en la pantalla de bienvenida del software



Anexo A 3: Pantalla de Bienvenida IP Video System Design Tools

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

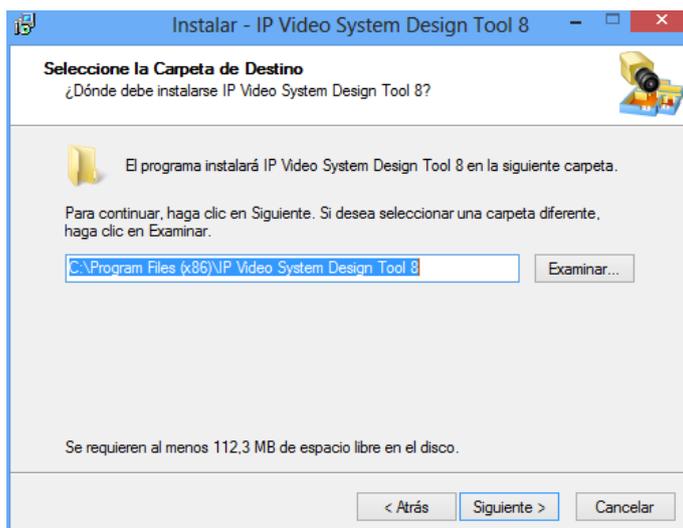
A continuación se acepta el contrato de acuerdo y se da clic, en siguiente.



Anexo A 4. Acuerdos de licencia

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

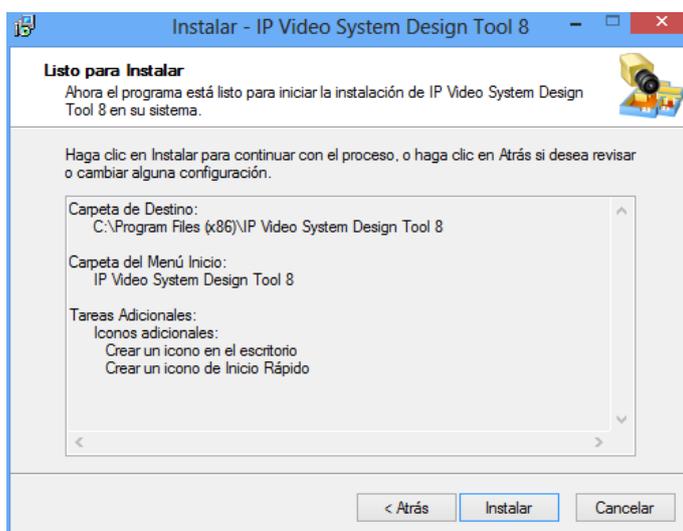
En la pantalla siguiente, se selecciona la carpeta de destino, en la que se instalará el software.



Anexo A 5. Selección de carpeta de instalación

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Luego, se hace clic en instalar, en la siguiente imagen se muestra la ventana.



Anexo A 6. Pantalla de instalación Final

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

La pantalla siguiente, muestra la que el programa se ha completado y si se desea iniciar el programa

Barra de título

Como en otros programas de Windows, esta barra muestra el nombre de la aplicación junto con el nombre del documento actual.

Cinta de opciones de Cámara

Esta barra se encuentra en la parte izquierda de la ventana, en ella, podemos determinar el fabricante de la cámara, el modelo, la altura de instalación, distancia focal, la resolución se usará, entre otras, y de esta manera trabajar con valores reales.



Anexo A 9. Cinta de opciones de Cámara

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Cinta de opciones de Campo de visión

En esta ventana, el diseñador puede determinar características como: distancia focal, altura del objeto, ancho de haz, y se puede visualizar de manera 3D, como se visualizará los objetos con la cámara y de esta manera tener datos confiables casi al 100%.



Anexo A 10. Cinta de Opciones de Campo de Visión

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

🚦 Cinta de visualización de características de cámaras

En la ventana de visión de características, se puede observar todas las cámaras que el diseñador haya colocado, de esta manera tener un control adecuado de todas las características de cada cámara.

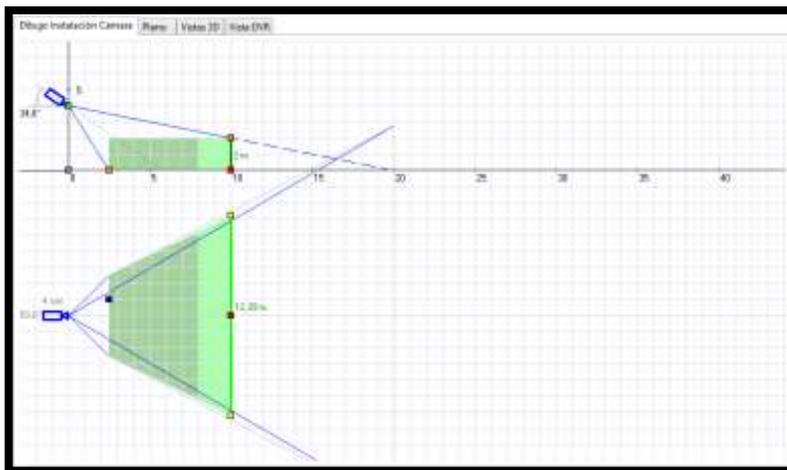
| ID Cámara | Tamaño | Altura C... | Distancia | Ancho ... | Alto CDV | Distancia ... | Relación ... | Límite Infe... | X | Y | Dirección | Resolución | Zona visible | Descripción | Zona muestra | Anchura Zona ... | Pixel On Target |
|-----------|--------|-------------|-----------|-----------|----------|---------------|--------------|----------------|---|---|-----------|---------------|-------------------------------------|-------------|--------------|------------------|-----------------|
| 1 | 1/3.2" | 4 | 10 | 12,39 | 2 | 34,44 | 43 | 0 | 0 | 0 | 90 | 540x480 (VGA) | <input checked="" type="checkbox"/> | | 2,5 | 4,90 | 52 px/m |

Anexo A 11: Cinta de visualización de características de cámaras

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

🚦 Área de Dibujo

El área de trabajo es la ventana en la que el diseñador, puede graficar el plano, tiene algunas ventajas como: cargar un plano realizado y poder pasarlo a 3D, y al ubicar las cámaras, este nos ayuda a que las paredes que se coloquen no dejen que la señal se propague.



Anexo A 12. Área de Dibujo

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

ANEXO B: UBICACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE CÁMARAS EN LAS INSTALACIONES DEL GADMU

EDIFICIO PRINCIPAL

PLANTA BAJA

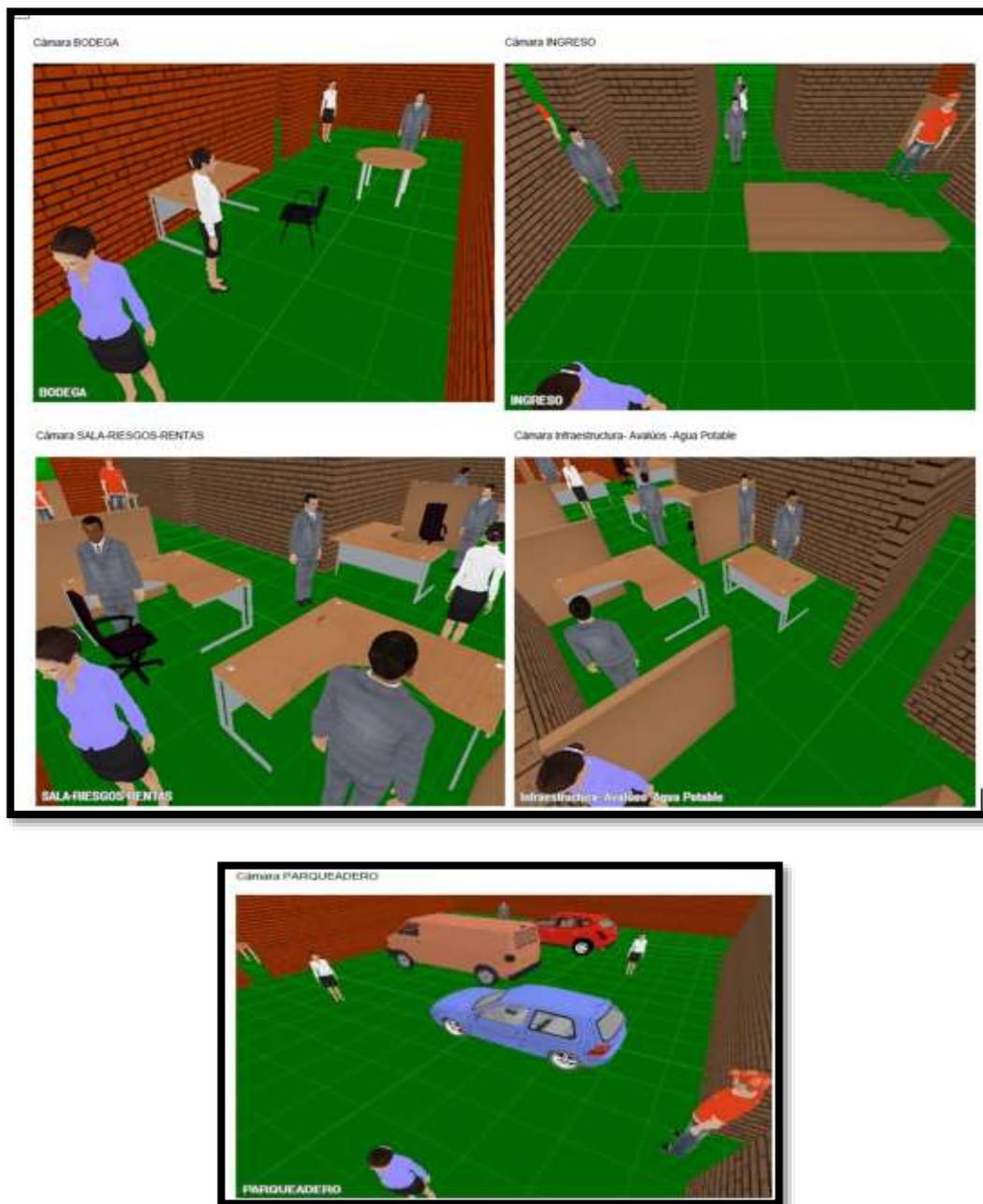
En la figura Anexo B1, podemos observar el plano en 3D de la planta baja del Edificio principal del GADMU, diseñado con el software IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS.



Anexo B 1: Visita 3D de Planta Baja del Edificio Principal del GADMU

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En las figuras: Anexo B2, se aprecia la vista de cada una de las cámaras colocadas en las áreas estratégicas de la planta baja del edificio principal del GADMU, para controlar las zonas de riesgo determinadas.



Anexo B 2. Vista cámaras IP colocadas en la Planta Baja del Edificio Principal del GADMU

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En las figuras Anexo B3, se presentan las configuraciones básicas de cada cámara IP colocadas en la planta baja del edificio principal del GADMU, para obtener las vistas que se mostraron anteriormente.



Anexo B 3: Configuraciones Técnicas de las cámaras de la Planta Baja

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

PRIMER PISO

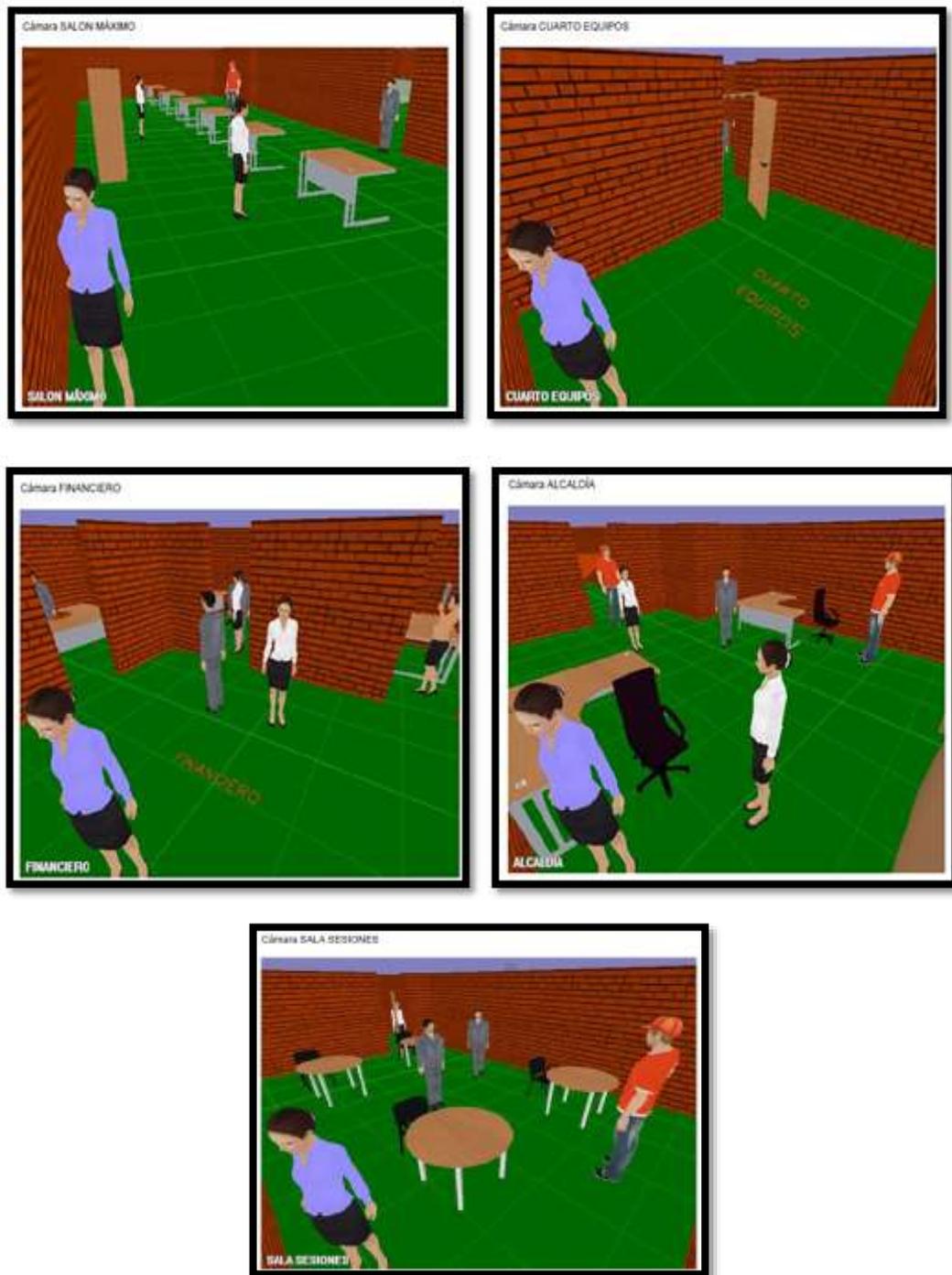
En la figura Anexo B4, podemos observar el plano en 3D del primer piso del Edificio principal del GADMU, diseñado con el software IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS.



Anexo B 4: Visita 3D del Primer Piso del Edificio Principal del GADMU

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En las figuras Anexo B5, se aprecia la vista de cada una de las cámaras colocadas en las áreas estratégicas del primer piso del edificio principal del GADMU, para controlar las zonas de riesgo determinadas.



Anexo B 5: Vista cámaras IP uno del primer piso del Edificio Principal del GADMU

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En las figuras Anexo B6, se presentan las configuraciones básicas de cada cámara IP colocadas en el primer piso del edificio principal del GADMU, para obtener las vistas que se mostraron anteriormente.



Anexo B 6: Configuraciones Técnicas de las cámaras del primer piso

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

SEGUNDO PISO

En la figura Anexo B7, podemos observar el plano en 3D del segundo piso del Edificio principal del GADMU, diseñado con el software IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS.



Anexo B 7: Visita 3D del Segundo Piso del Edificio Principal del GADMU

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En la figura B8, se aprecia la vista de cada una de las cámaras colocadas en las áreas estratégicas del Segundo piso del edificio principal del GADMU, para controlar las zonas de riesgo determinadas.



Anexo B 8: Vista cámaras IP uno del Segundo piso del Edificio Principal del GADMU

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En la figura Anexo B9, se presentan las configuraciones básicas de cada cámara IP colocadas en el Segundo piso del edificio principal del GADMU, para obtener las vistas que se mostraron anteriormente.



Anexo B 9: Configuraciones Técnicas de las cámaras del Segundo piso

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

MANTENIMIENTO

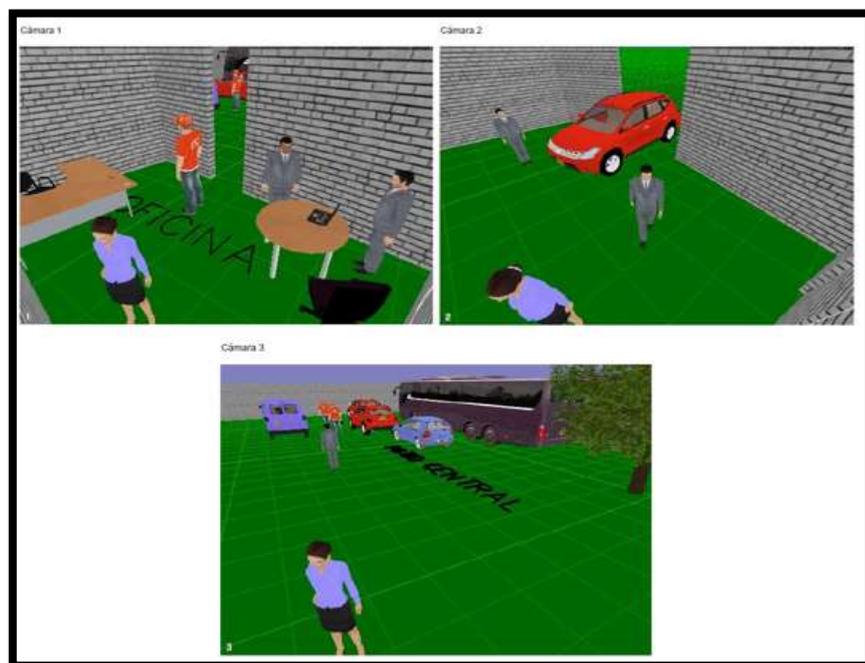
En la figura ANEXO B10, podemos observar el plano en 3D de la dependencia Mantenimiento diseñado con el software IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS.



Anexo B 10: Visita 3D de Dependencia Mantenimiento

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

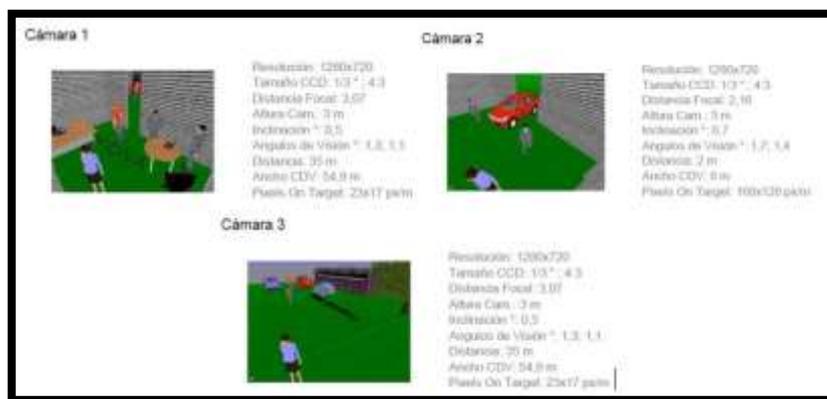
En las figuras Anexo B11, se aprecia la vista de cada una de las cámaras colocadas en las áreas estratégicas de la dependencia de mantenimiento, para controlar las zonas de riesgo determinadas.



Anexo B 11: Vista de las cámaras IP en la dependencia Mantenimiento

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En las figuras Anexo B12, se presentan las configuraciones básicas de cada cámara IP colocadas en la dependencia de Mantenimiento, para obtener las vistas que se mostraron anteriormente.



Anexo B 12 Configuraciones Técnicas de las cámaras de la dependencia Mantenimiento

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

UNIDAD DE DESARROLLO SOCIAL “EUGENIO ESPEJO”

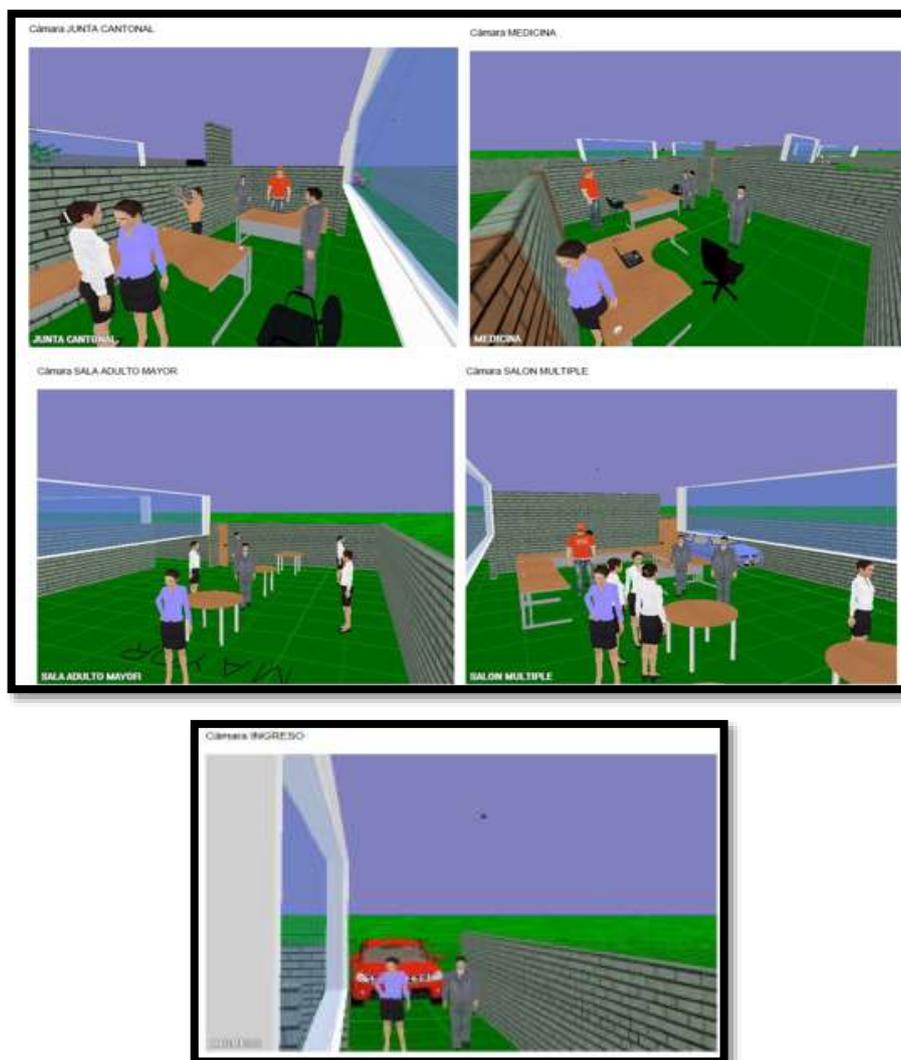
En la figura Anexo B13, podemos observar el plano en 3D de la de dependencia Unidad de Desarrollo Social diseñado con el software IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS.



Anexo B 13: Visita 3D de Dependencia Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En las figuras Anexo B14, se aprecia la vista de cada una de las cámaras colocadas en las áreas estratégicas de la dependencia de Unidad de Desarrollo Social, para controlar las zonas de riesgo determinadas.



Anexo B 14: Vista cámaras IP en la dependencia Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En las figuras Anexo B15, se presentan las configuraciones básicas de cada cámara IP colocadas en la dependencia Unidad de Desarrollo Social, para obtener las vistas que se mostraron anteriormente.

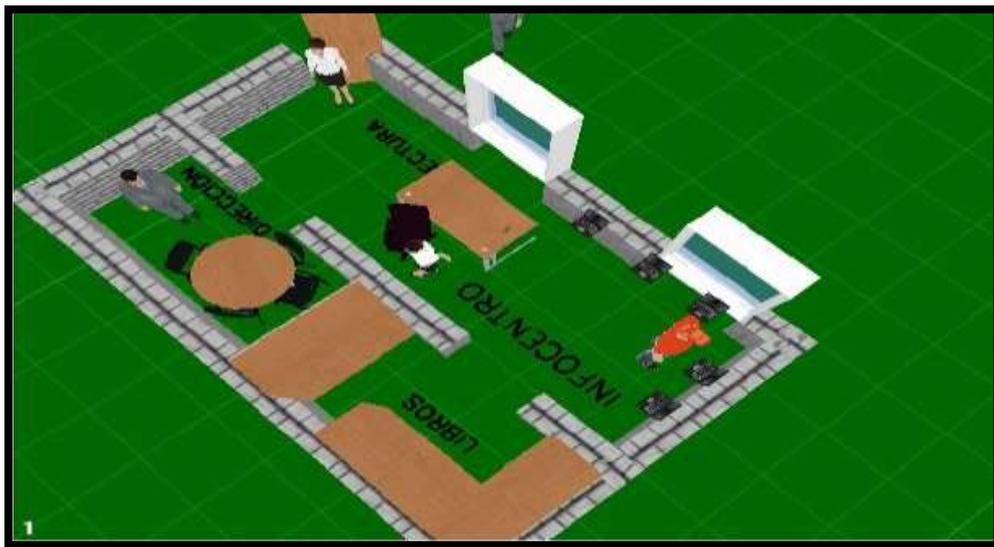


Anexo B 15: Configuraciones Técnicas de las cámaras de la dependencia Unidad de Desarrollo Social

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

BIBLIOTECA

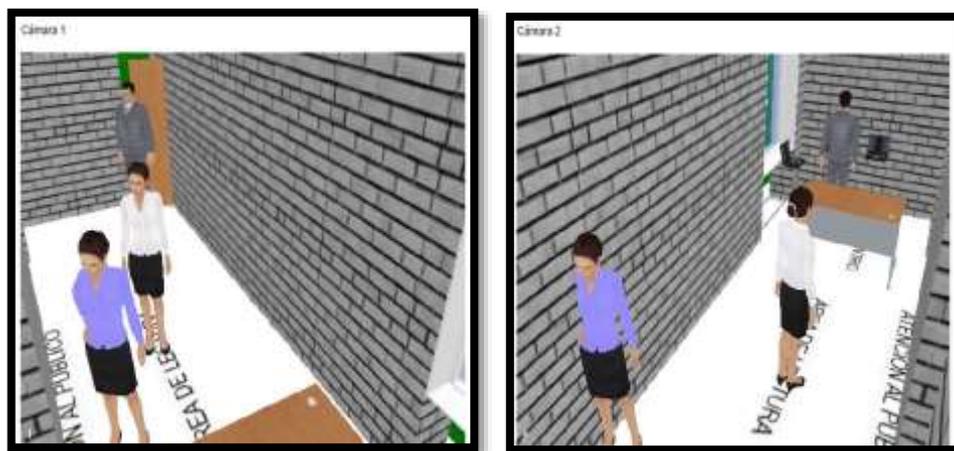
En la figura Anexo B16, podemos observar el plano en 3D de la de dependencia biblioteca diseñado con el software IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS.



Anexo B 16: Visita 3D de Dependencia Biblioteca

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

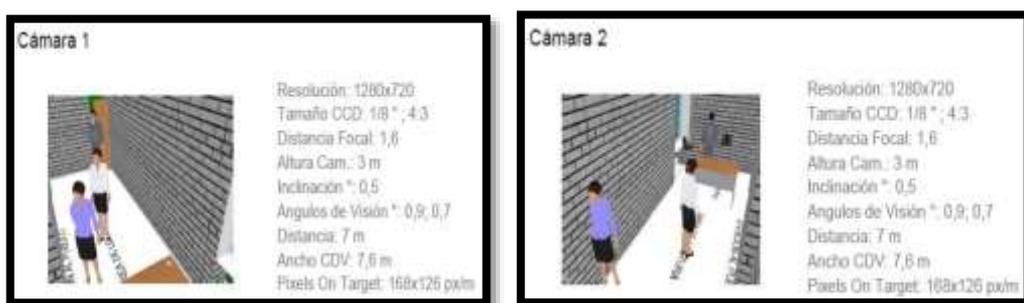
En las figuras Anexo B11, se aprecia la vista de cada una de las cámaras colocadas en las áreas estratégicas de la dependencia de Biblioteca, para controlar las zonas de riesgo determinadas.



Anexo B 17: Vista cámaras IP dos en la dependencia Biblioteca

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En la figura B18, se presentan las configuraciones básicas de cada cámara IP colocadas en la dependencia de Biblioteca, para obtener las vistas que se mostraron anteriormente.



Anexo B 18: Configuraciones Técnicas de las cámaras de la dependencia Biblioteca

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

PLAZA DEL BUEN VIVIR

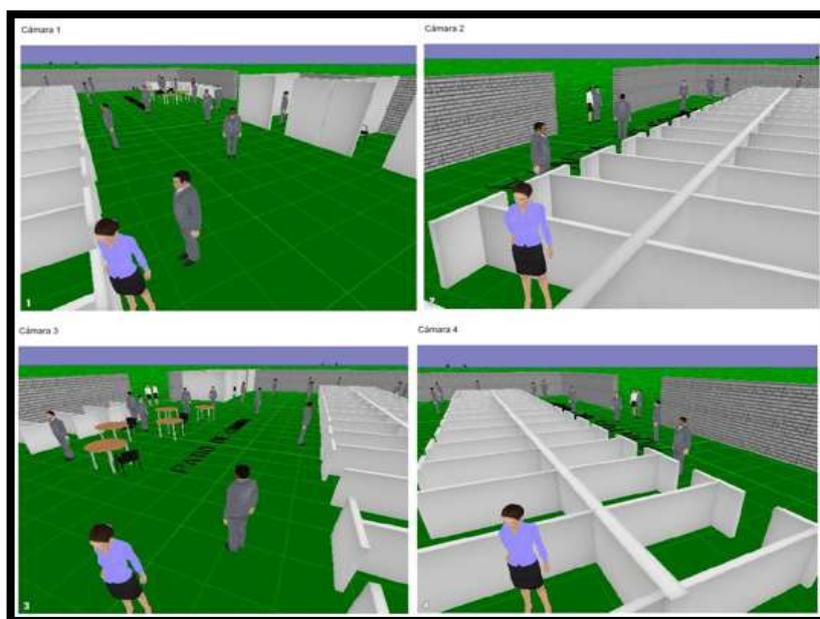
En la figura Anexo B19, podemos observar el plano en 3D de la dependencia Plaza del Buen Vivir diseñado con el software IP VIDEO SYSTEM DESIGN TOOLS.



Anexo B 19: Visita 3D de Dependencia Plaza del Buen Vivir

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

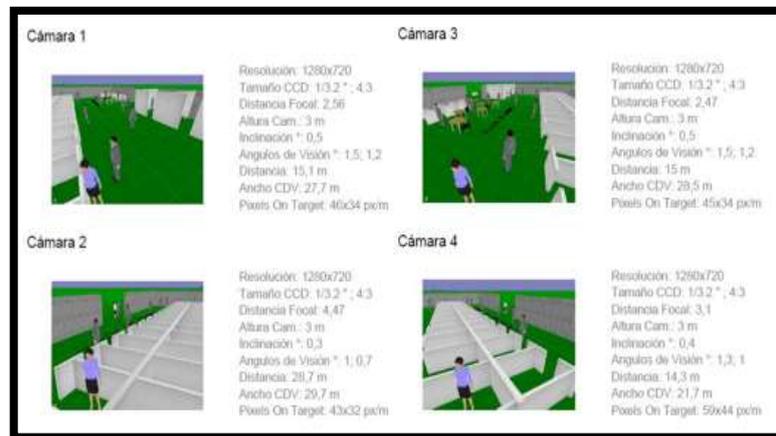
En la figura Anexo B20, se aprecia la vista de cada una de las cámaras colocadas en las áreas estratégicas de la dependencia de Plaza del Buen Vivir, para controlar las zonas de riesgo determinadas.



Anexo B 20: Vista cámaras IP en la dependencia Plaza del Buen Vivir

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

En la figura Anexo B21, se presentan las configuraciones básicas de cada cámara IP colocadas en la dependencia de Plaza del Buen Vivir, para obtener las vistas que se mostraron anteriormente.



Anexo B 21: Configuraciones Técnicas de las cámaras de la dependencia Plaza del Buen Vivir

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

ANEXO C: MANUAL DE INSTALACIÓN Y USO DE WI-FI ANALYZER

- **PARA QUE SE USA WI-FI ANALYZER**

Esta aplicación es una herramienta práctica que permite seleccionar un mejor canal para su router inalámbrico, conocer las señales de interferencia que están cerca de nuestra red, determinar la velocidad de la red a la que se conecta, conocer todos los APs cercanos; todos ellos con su información básica.

- **COMO FUNCIONA**

Los router wifi que utilizamos en casa pueden emitir a diferentes frecuencias y nos conviene escoger aquella que presente una menor saturación en nuestro entorno más cercano. Sabemos que nuestros vecinos también tienen sus dispositivos WI-FI emitiendo a nuestro alrededor, ocupando frecuencias que “interfieren” en mayor o menor medida la utilizada por el nuestro, lo que redundará en una peor calidad de conexión.

WI-FI ANALYZER, permite detectar redes que trabajan en la banda de 2,4Ghz y 5Ghz, si se desea optimizar la conexión al router wifi deberemos encontrar el canal o frecuencia menos “congestionado” del entorno y así seleccionarlo en la configuración del router.

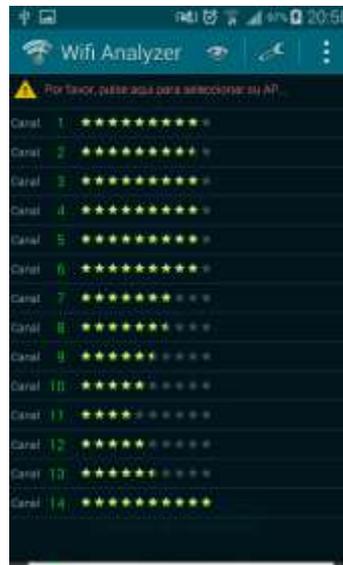
La aplicación para dispositivos móviles Wifi Analyzer es una herramienta genial para encontrar ese canal rápidamente y sin ninguna dificultad y está disponible para Android de forma gratuita tanto en versión para Smartphone como para tablet.

El funcionamiento de la herramienta es muy simple, no hay que tener ningún conocimiento técnico. Dispone de cinco pantallas distintas en las que muestra gráficamente información sobre la red y los vecinos. En algunas de ellas hay que

seleccionar el WI-FI que se desea analizar. Además podemos asignarles nombres y colores a las diferentes redes detectadas.

WI-FI ANALYZER PUNTUACIÓN DE CANALES

Esta ventana, como el título lo dice ayuda a verificar la puntuación de canales, mostrando de esta manera, los canales que están disponibles y los que están demasiado congestionados; de una manera sencilla indica a que canal debería conectarse para tener menor interferencia.



Anexo C 1: WIFI-ANALYZER puntuación de canales

WI-FI ANALYZER MEDIDOR DE SEÑAL

En la siguiente pantalla se muestra un medidor de señal, que indica valores entre, -40dBm y 100dBm, para este proceso es necesario conectarse al AP que se desea medir la señal.



Anexo C 2: WI-FI ANALYZER medidor de señal

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

✚ WI-FI ANALYZER LISTA DE APs

En la pantalla de la lista de APs, se pueden observar, los APs cercanos, la potencia de señal, el canal en el que están trabajando, y si la red está abierta o cerrada.



Anexo C 3: WIFI- ANALYZER lista de APs

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

✚ WI-FI ANALYZER GRÁFICA DE TIEMPO

En esta pantalla se observan como viajan las señales, por medio de gráficas de tiempo.



Anexo C 4: WI-FI ANALYZER gráfica de tiempo

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

📊 WI-FI ANALYZER GRAFICA DE CANALES

Por último en las pantallas siguientes se parecía tanto para redes de 5Ghz como para redes de 2,4Ghz, las señales junto con el nivel de potencia y el canal que se ocupa, determinando de esta manera que redes están en el mismo canal si estos se solapan.



Anexo C 5: WI-FI ANALYZER gráfica de canales

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

ANEXO D: MANUAL DE INSTALACIÓN Y USO DE EKAHAU HEAT MAPPING



Anexo D 1: Logo Ekahau Heat Mapper

Fuente: <http://ekahau-heatmapper.softonic.com/>

- **PARA QUE SE USA EKAHAU HEAT MAPPING**

Este programa permite hacer pruebas de cobertura, de las redes inalámbricas conectadas a él, este software es de gran utilidad para realizar site survey activos y el que sea gratuito lo hace, uno de los programas más usados para este tipo de prácticas.

- **COMO INSTALAR EKAHAU HEAT MAPPING**

Cuando ejecutamos el instalador del programa, aparece una pantalla de bienvenida, hacemos clic en siguiente



Anexo D 2: Bienvenida a la instalación de EKAHAU HEAT MAPPING

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

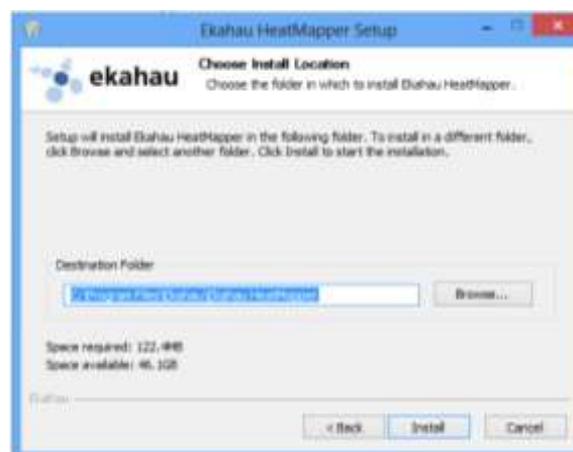
Luego, leemos los términos de licencia y si estamos de acuerdo, se procede a dar clic en aceptar



Anexo D 3: Términos de Licencia de Ekahau Heat Mapper

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

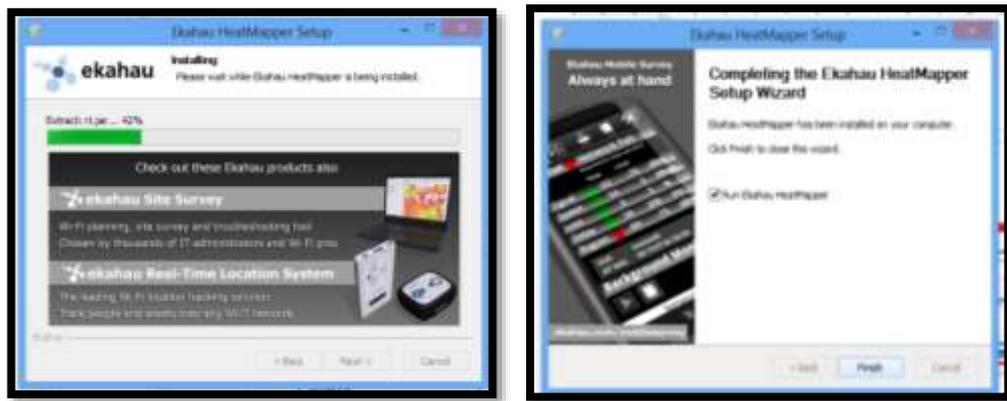
Elegimos la carpeta de instalación de acuerdo a las preferencias personales o de lo contrario dejamos la carpeta por defecto.



Anexo D 4: Carpeta de Instalación del Programa

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Por último solo se espera que termine el proceso de instalación y la instalación finalice



Anexo D 5: Proceso de finalización de instalación

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

- **DESCRIPCIÓN DE LA INTERFAZ DE USUARIO**

El software, posee una interface bastante simple, las ventanas que encontramos son 3:

- **HERRAMIENTAS**

En esta ventana de herramientas, se puede detectar todos los APs que están cerca, una de las ventajas es observar los mismos, tanto por el nivel de señal, por el canal, por el SSID y por el nivel de seguridad que poseen las redes que ha detectado.

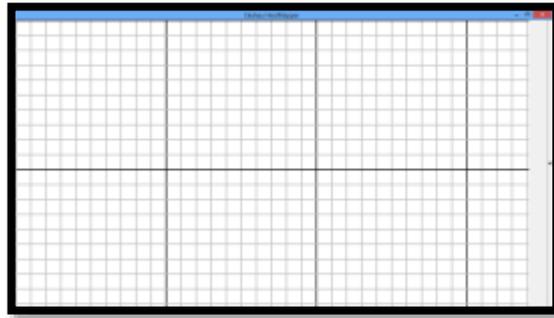


Anexo D 6: Ventana de herramientas

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

✚ ÁREA DE TRABAJO

El área de trabajo, es el espacio que se va a dibujar los planos o en el que se va a cargar un plano, para así recorrer el lugar mientras el programa nos ayuda mostrándonos la cobertura que el AP determinado nos genera.

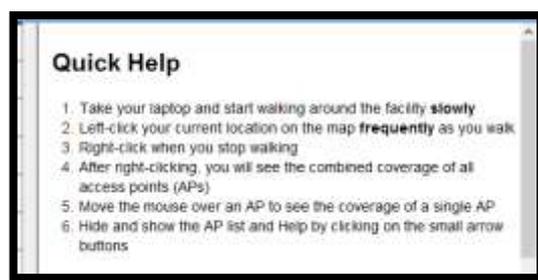


Anexo D 7: Área de Trabajo de Ekahau Heat Mapper

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

✚ AYUDA

La ventana de ayuda, permite al usuario, conocer el funcionamiento del programa, y como debe manejar.



Anexo D 8: Ventana de Ayuda Ekahau Heat Mapper

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

• MODO DE FUNCIONAMIENTO

Como se mencionó anteriormente, el funcionamiento del programa es bastante simple y sencillo, al iniciar el software, se encuentra una pantalla, en la que se

pregunta si se tiene un plano o no. Para el caso de diseño del sistema se había creado planos en autocad y se va a usar uno de ellos.



Anexo D 9: Pantalla de inicio de Programa

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

A continuación se selecciona la ubicación de la imagen del plano, en la carpeta donde se encuentre:



Anexo D 10: Selección del plano en la carpeta

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Luego de elegir se procede a recorrer el área geográfica donde queremos obtener las gráficas de cobertura, para lo cual mientras la persona se mueve con la computadora por el área, es necesario ir dando clic izquierdo sobre el mouse sobre la imagen en el programa para que el mismo obtenga los datos de niveles de toda las redes detectadas en ese momento. Los pasos dados por el usuario deben ser proporcionales para obtener el mejor resultado posible. Luego de recorres el área

deseada, solo damos clic derecho y se podrá observar los mapas de cobertura de cada una de las redes.



Anexo D 11: Área de trabajo lista para comenzar a visualizar la cobertura

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

ANEXO E: MANUAL INSTALACIÓN Y USO RADIO MOBILE



Anexo E 1: Logo radio Mobile

Fuente: <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>

- **PARA QUE SE USA RADIO MOBILE**

Radio Mobile es un software que se dedica a la radioafición. Aunque el uso comercial no está prohibido, el autor no se hace responsable de su uso. Las salidas resultantes del programa están bajo la entera responsabilidad del usuario, y el usuario debe ajustarse a las restricciones de las fuentes de datos externas.

- **COMO INSTALAR RADIO MOBILE**

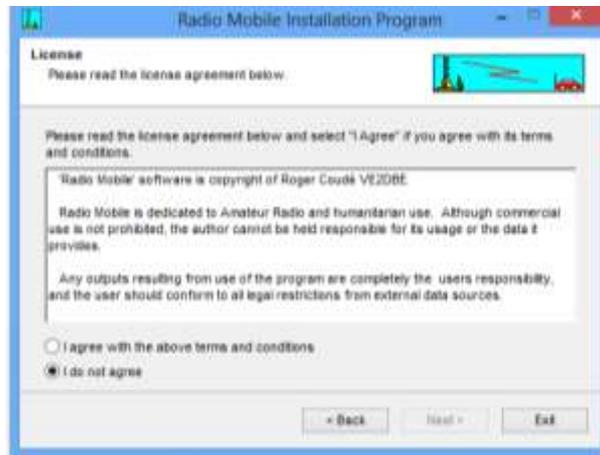
Cuando ejecutamos el instalador del programa, aparece una pantalla de bienvenida, hacemos clic en siguiente.



Anexo E 2: Ventana de bienvenida Radio Mobile

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Luego, leemos los términos de licencia y si estamos de acuerdo, se procede a dar clic en aceptar



Anexo E 3: Contrato de licencia Radio Mobile

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

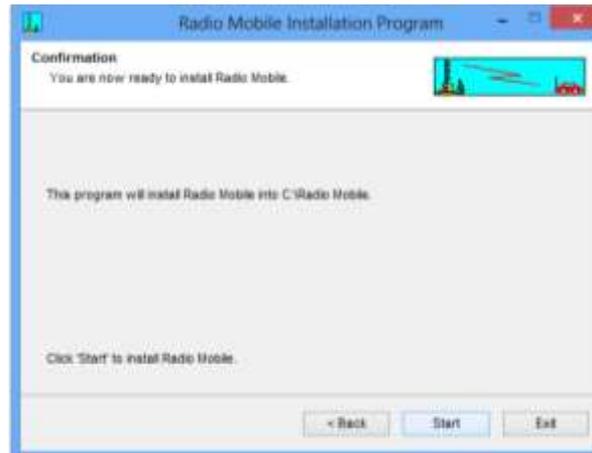
Elegimos la carpeta de instalación de acuerdo a las preferencias personales o de lo contrario dejamos la carpeta por defecto.



Anexo E 4: Selección de Carpeta de Instalación radio Mobile

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Por último solo se espera que termine el proceso de instalación

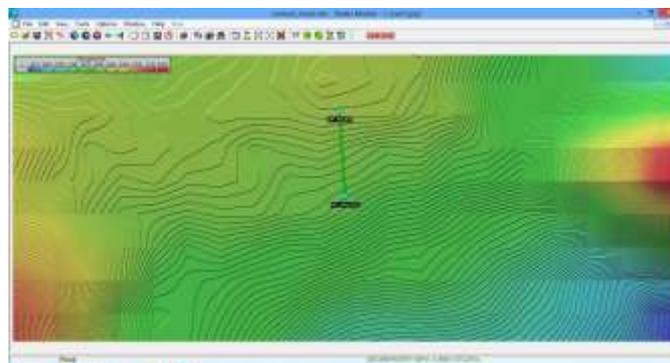


Anexo E 5: Finalización de Instalación de Radio Mobile

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

- **DESCRIPCIÓN DE LA INTERFACE DE USUARIO**

En la figura, se presenta la ventana principal en la que se va a trabajar al inicial Radio Mobile.



Anexo E 6: Pantalla Principal Radio Mobile

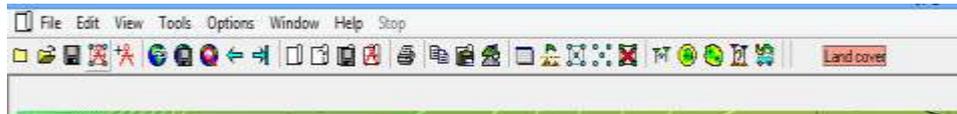
Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Barra de título

Como en otros programas de Windows, esta barra muestra el nombre de la aplicación junto con el nombre del documento actual.

✚ Barra de herramientas

En esta ventana se encuentran todas las herramientas necesarias para poder trabajar en el diseño de radioenlaces.

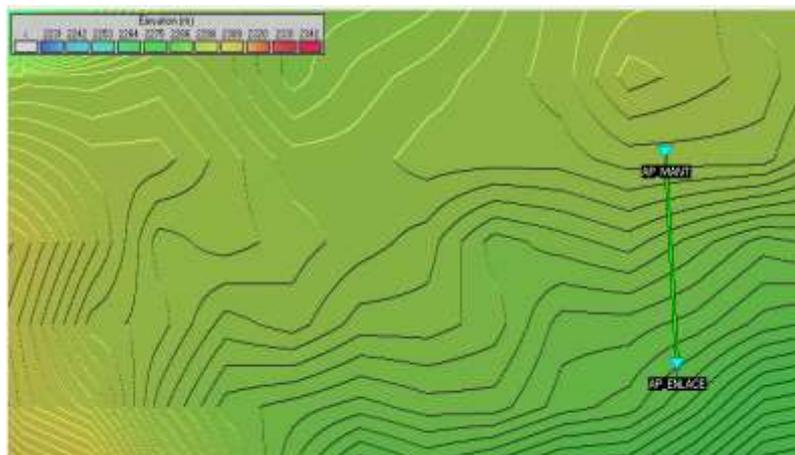


Anexo E 7: Barra de herramientas

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

✚ Área de trabajo

El área de trabajo, es el espacio que se va a proyectar tanto los planos, como las antenas y enlaces realizados.



Anexo E 8: Área de trabajo Radio Mobile

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

ANEXO F: MANUAL DE USO E INSTALACIÓN DE ZONEMINDER

Iniciamos la Instalación de ZoneMinder antes de Instalar apache2 php5 mysql-server phpmyadmin ffmpeg ya que ZoneMinder instala todo menos phpmyadmin

```
#aptitude install zoneminder
```

Luego instalamos phpmyadmin

```
#aptitude install phpmyadmin
```

Enlazamos a phpmyadmin con apache

```
#cd /var/www/  
#ln -s /usr/share/phpmyadmin
```

Se crea el archivo de prueba

```
#nano /var/www/testphp.php
```

Se agrega la siguiente línea dentro del archivo

```
<?php phpinfo(); ?>
```

Se abre el archivo de Configuración de apache y se designa el servidor que debe atender las peticiones

```
#nano /etc/apache2/apache2.conf
```

Se agrega la siguiente línea al principio

```
ServerName 127.0.0.1
```

Se reinicia el servidor apache

```
#!/etc/init.d/apache2 restart
```

Se garantiza el acceso de Zoneminder a mysql

```
# mysql mysql -p
mysql> grant select,insert,update,delete on zm.* to 'zmuser'@localhost identified by
'zmpass';
mysql> quit
# mysqladmin reload
```

Enlazamos a ZoneMinder con apache

```
#cd /var/www
# ln -s /usr/share/zoneminder
```

Agregar un alias en apache para poder acceder a ZoneMinder desde el servidor
WEB

```
#ln -s /etc/zm/apache.conf /etc/apache2/conf.d/zoneminder.conf
```

Luego se reinicia el servidor apache

```
#/etc/init.d/apache2 restart
```

Se configuran los permisos adecuados a /usr/bin/zmfix para que pueda ser leído y ejecutado por todos los usuarios

```
#chmod 4755 /usr/bin/zmfix  
#zmfix -a
```

Agregar el usuario www-data al grupo video

```
#gpasswd -a www-data video
```

Se descarga, se descomprime y se copia cambozola al directorio '/usr/share/zoneminder/' para ver el streaming de las cámaras

```
$ wget http://www.charliemouse.com:8080/code/cambozola/cambozola-latest.tar.gz  
$ tar -xvzf cambozola-latest.tar.gz  
$ cp cambozola-0.92/dist/cambozola.jar /usr/share/zoneminder/
```

Listo ya podemos entrar local <http://127.0.0.1/zoneminder>

Como servidor http://ip_servidor/zoneminder

ANEXO G: MANUAL DE USO E INSTALACIÓN CENTOS

Inicia el Servidor o PC usando el CD de CentOS 5.4 CD o el DVD de CentOS 5.4

Presiona <ENTER> cuando se indique



Anexo G 1: Pantalla de bienvenida

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Si la tarjeta de video es compatible, (en la mayoría de casos lo es), se mostrará la pantalla inicial de instalación.



Anexo G 2: Compatibilidad de Tarjeta de Video

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Seleccionamos el idioma de instalación, para evitar diferencias en los caracteres al momento de la instalación.



Anexo G 3: Selección de Idioma

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Seleccionamos el tipo de teclado, normalmente tenemos teclado **Español Internacional**.



Anexo G 4: Selección de Tipo de Teclado

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Aquí confirmamos que todos los datos del disco duro serán eliminados, confirmamos **SI o NO**



Anexo G 5: Confirmación de Discos duros eliminados

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Aquí configuramos la IP que usaremos, en este caso 172.16.5.77 con máscara de subred **255.255.255.252**, para esta instalación no se requiere configurar el protocolo de red IPv6 así que lo obviaremos



Anexo G 6: Configuración de IP

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Seleccionamos la zona horaria, escogiendo los puntos en el mapa de acuerdo a nuestra localización.



Anexo G 7: Selección de Zona Horaria

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

Una vez terminada la instalación hay que darle Next, este proceso toma aproximadamente de 15 a 20 minutos y de ahí será necesario reiniciar el sistema.



Anexo G 8: Finalización de Instalación

Fuente: Captura tomada por Ana Belén Revelo

ANEXO H: REGLAMENTO PARA OTORGAR CONCESIONES DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Tabla 68: Formularios para la legalización de los enlaces

| FORMULARIO | DESCRIPCIÓN |
|------------|---|
| RC-1A | Formulario para información Legal |
| RC-1B | Formulario para información Legal Modulación Digital de Banda Ancha |
| RC-2 A | Formulario para información de la Estructura del Sistema de Radiocomunicaciones |
| RC-3A | Formulario para información de antenas |
| RC-3B | Formulario para patrones de radiación de antenas |
| RC-4A | Formulario para información de Equipamiento |
| RC-9A | Formulario para Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha Enlaces Punto-Punto |
| RC-9B | Formulario para Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha Enlaces Punto-Multipunto |
| RC-14A | Formulario para esquema del sistema de radiocomunicaciones |
| RC-15A | Formulario para estudio técnico de emisiones de RNI |

Fuente: elaborado por Ana Belén Revelo