



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**INFORME CIENTÍFICO IEEE**

### **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.**

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

**IBARRA, 2016**

# 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 URUCUQUÍ

A.B. Revelo

reveloguevaraanabelen@hotmail.com

**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 Urucuquí. 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.

## I. ANTECEDENTES

### A. Problema

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón San Miguel de Urucuquí (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.

### B. 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 encausa 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 Urucuquí, 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.

## II. FUNDAMENTO TEÓRICO

### A. Sistema de Video-vigilancia IP

Un sistema de video-vigilancia en 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).

### B. 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.

### C. 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).

### D. 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).

### E. 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.

### F. 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.

### G. 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.

## III. DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEO-VIGILANCIA IP

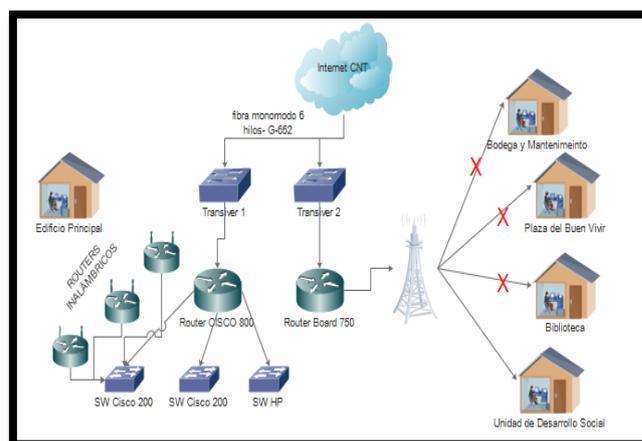
### A. Topología de la Red Inalámbrica

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 1, se muestra la topología de la red inalámbrica del GadMU.



**Figura 1.** Topología de red inalámbrica GADMU

**Fuente:** Elaboración propia

### B. Análisis de 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.

### C. Ubicación de cámaras y APs en cada dependencia

En la figura 2, se muestra la ubicación de las cámaras que cubre el AP\_EP1 y la cobertura que tendrá cada una de ellas si el AP, es colocado en ese sitio.



Figura 2. Áreas de cobertura del AP\_EP1 para el Edificio Principal

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, se muestra la ubicación de las cámaras que cubre el AP\_EP2 y la cobertura que tendrá cada una de ellas si el AP, es colocado en ese sitio.

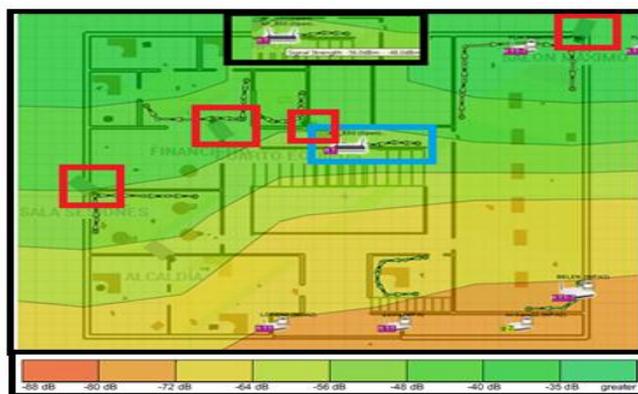


Figura 3. Áreas de cobertura del AP\_EP2 para el Edificio Principal

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se muestra la ubicación de las cámaras que cubre el AP\_Ep3 y la cobertura que tendrá cada una de ellas si el AP, es colocado en ese sitio.



Figura 4. Áreas de cobertura del AP\_EP3 para el Edificio Principal

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, se muestra la ubicación de las cámaras que cubre el AP\_B1 en la dependencia Biblioteca y la cobertura que tendrá cada una de ellas si el AP\_B1, es colocado en ese sitio.

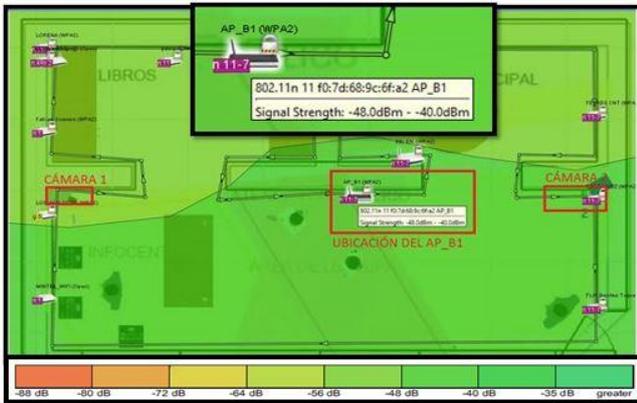


Figura 5. Áreas de cobertura del AP\_B1 para la Biblioteca

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se muestra la ubicación de las cámaras que cubre el AP\_M1 en la dependencia Mecánica y la cobertura que tendrá cada una de ellas si el AP\_M1, es colocado en ese sitio.

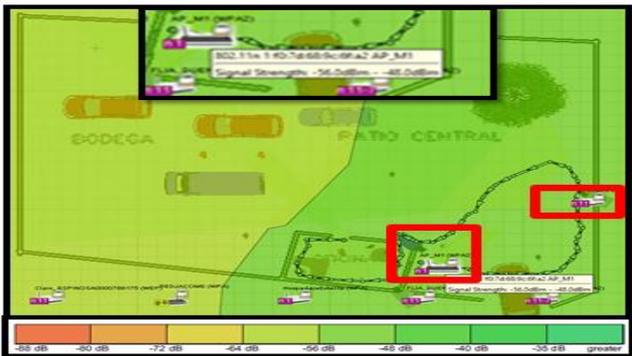


Figura 6. Áreas de cobertura del AP\_M1 para la Mecánica.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se muestra la ubicación de las cámaras que cubre el AP\_P1 en la dependencia Plaza del Buen Vivir y la cobertura que tendrá cada una de ellas si el AP\_P1, es colocado en ese sitio.

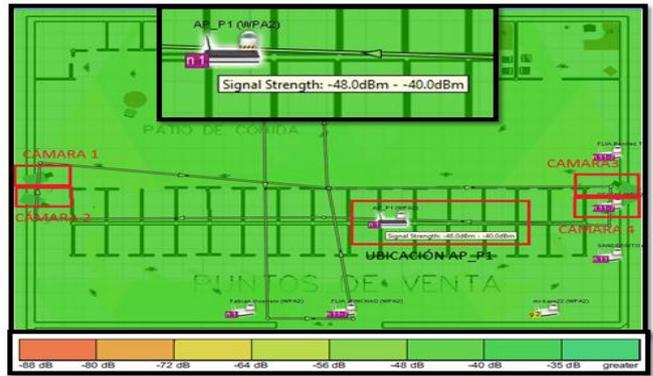


Figura 7. Áreas de cobertura del AP\_P1 para la P. del Buen Vivir.  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 8, se muestra la ubicación de las cámaras que cubre el AP\_U1 en la dependencia U. Desarrollo Social y la cobertura que tendrá cada una de ellas si el AP\_U1, es colocado en ese sitio.

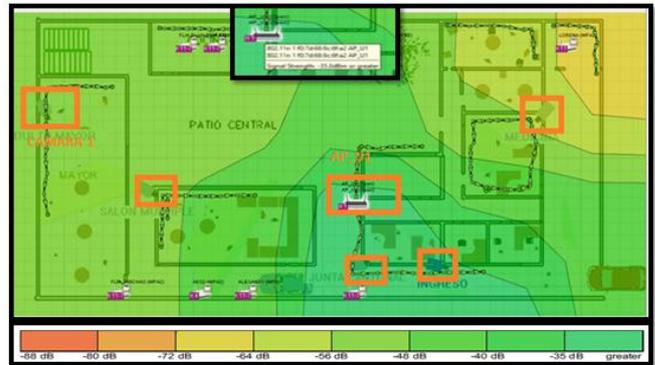


Figura 8. Áreas de cobertura del AP\_U1 para la Mecánica.

Fuente: Elaboración propia

#### D. Enlaces entre Edificio Principal y Dependencias Externas

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.

En la Tabla 1, se detallan los datos necesarios para el cálculo de radioenlace.

**Tabla 1.** Datos Para el cálculo de Radioenlace

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]
Pin [dbm]	20[dBm]	20[dBm]	20[dBm]	20[dBm]
Radio de la tierra [Km]	6378			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2, 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 2.** Resultados de Cálculos de la Primera Zona de Fresnel

Dependencia	Primera Zona de Fresnel	Primera Zona de Fresnel (Radio Mobile)
Biblioteca	0,96 [m]	0,9 [m]
Plaza del buen Vivir	0,64 [m]	0,6 [m]
Unidad de desarrollo Social	1,05 [m]	1,2[m]
Mantenimiento	1,26 [m]	1,4 [m]

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3, 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 3:** Resultados del Cálculo de la Zona de Despeje

Dependencia	Zona de Despeje (Cálculos)	Zona de Despeje (Radio Mobile)
Biblioteca	2,23 [m]	2,21 [m]
Plaza del buen Vivir	1,66 [m]	1,66 [m]
Unidad de desarrollo Social	2 [m]	2,01 [m]
Mantenimiento	3[m]	3,05 [m]

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4, 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 4:** 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: Elaboración propia

En la Tabla 5, 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 5:** Resultados del Cálculo de Atenuación por espacio libre

Dependencia	Atenuación por espacio Libre	Atenuación por espacio Libre (Radio Mobile)
Biblioteca	97, 54 [dB]	97, 5[dB]
Plaza del buen Vivir	98, 59 [dB]	98, 5 [dB]
Unidad de desarrollo Social	94,73 [dB]	95,9 [dB]
Mantenimiento	94, 03 [dB]	95,2 [dB]

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6, 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 6:** Resultados del Cálculo de Potencia de Recepción

Dependencia	Potencia de Rx cálculos	Potencia de Rx
Biblioteca	-45,84 [dBm]	-45,8 [dBm]
Plaza del buen Vivir	-46,89 [dBm]	-46,9 [dBm]
Unidad de desarrollo Social	-43,03 [dBm]	-42,8 [dBm]
Mantenimiento	-42,33 [dBm]	-42,33 [dBm]

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7, 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 7:** Resultados del Cálculo de Margen de desvanecimiento

Dependencia	Margen de Desvanecimiento	Desvanecimiento Radio Mobile
Biblioteca	46,20 [dB]	42,26 [dB]
Plaza del buen Vivir	45,10 [dB]	38,26 [dB]
Unidad de desarrollo Social	48,97 [dB]	41,65 [dB]
Mantenimiento	49,67 [dB]	41,69 [dB]

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8, se muestra una síntesis de los resultados obtenidos al aplicar la fórmula de indisponibilidad del enlace.

**Tabla 8:** 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: Elaboración propia

En la Tabla 8, se muestra una síntesis de los resultados obtenidos al aplicar la ecuación y verificar la indisponibilidad del enlace.

**Tabla 9:** 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: Elaboración propia

#### E. Software de Gestión de Cámaras y Video

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 9, se presenta el logo del programa.

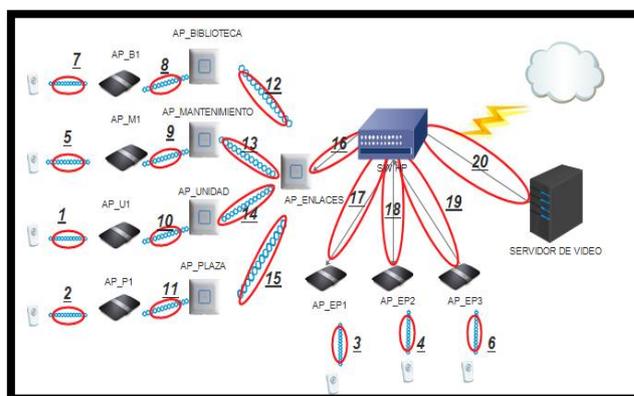
#### F. Internet y Acceso Remoto

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.

#### G. Direccionamiento IP

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 10, se muestra la topología de red a diseñarse, además de las subredes correspondientes.



**Figura 109:** Topología de Red a Diseñarse  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Direccionamiento IP

subred	Host	Host permitidos	#bits	#bits restantes	IP RED	1ra IP válida	Última 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: Elaboración propia

## H. Diagrama de Sistema de Video – Vigilancia IP

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

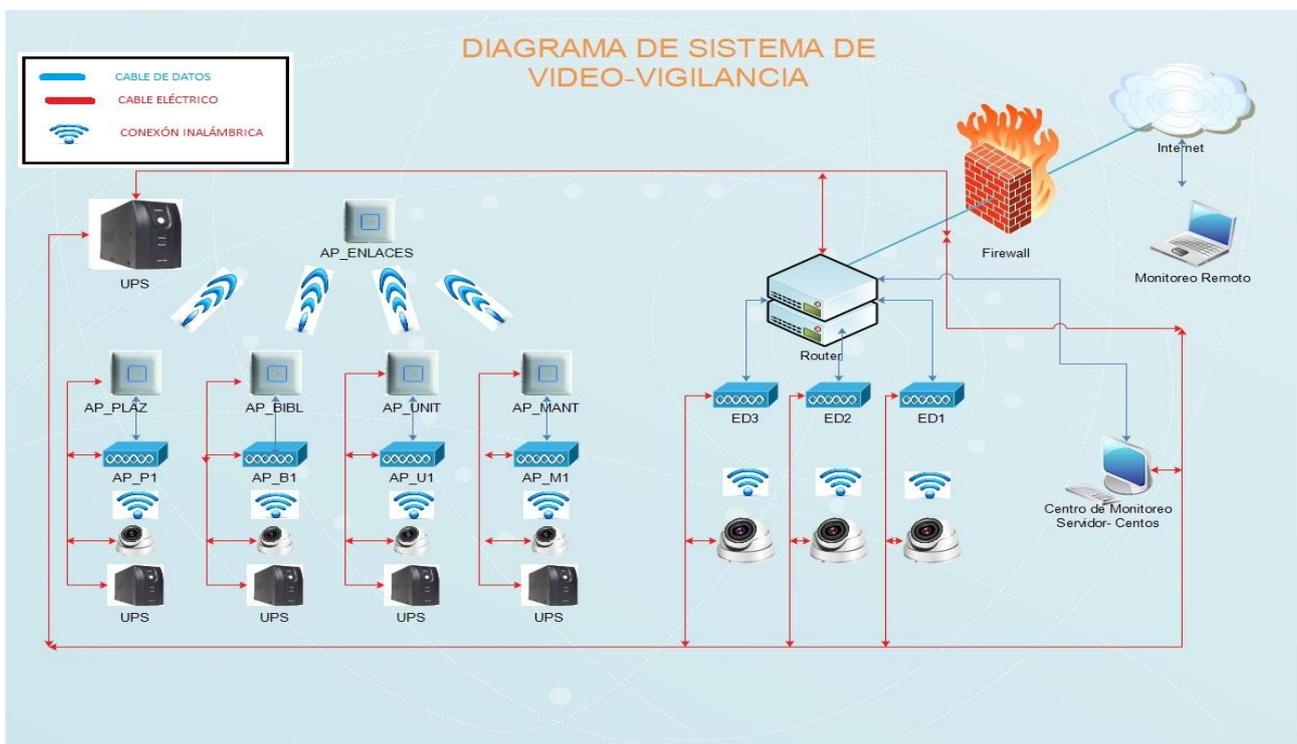


Figura 11: Diagrama del Sistema de Video Vigilancia

Fuente: Elaboración propia

#### IV. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Aquí 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.

##### A. Determinación de Costos de Equipos

En la tabla 11, se observa que la sumatoria de gastos

**Tabla 114:** 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
<b>TOTAL</b>	<b>13,574,10</b>

Fuente: Elaboración propia

##### B. 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 366 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:

$$5(\text{guardias}) \times 366 \frac{\text{dólares}}{\text{mes}} \times 12 \text{ meses} = 21,960,00 \frac{\text{dólares}}{\text{año}}$$

##### C. Cálculo Costo/Beneficio

Luego del análisis de los gastos y beneficios que genera el proyecto, aplicamos la ecuación, para determinar el beneficio/costo, para lo cual se usa los siguientes parámetros:

$$\frac{B}{C} = \frac{\Sigma \text{Beneficios}}{\Sigma \text{Costos}}$$

**Ecuación 1:** Cálculo del Beneficio/Costo

Fuente: [1]

$$\frac{B}{C} = \frac{21\,960,00}{13\,574,10} = 1,62$$

Al aplicar la ecuación el valor es de 1,62; por lo que se determina que el proyecto es aceptable.

##### D. Periodo de delegación del proyecto

La tabla 12, 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.

**Tabla 12:** Periodo de recuperación

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 institución por su salario mensual de \$ 366.

Fuente: elaborado de Ana Belén Revelo

$$\text{Período}_{\text{recuperación}} = 7 \text{ meses} + 15 \text{ días}$$

Estos cálculos nos muestran que se tendrá un período de recuperación de la inversión de 7 meses y 15 días.

#### V. 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.

## 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 reemplace 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 riesgo 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.

## REFERENCIAS

- [1] S. Buettrich, Calculo de Radio Enlaces, 2014.
- [2] F. J. García, VIDEOVIGILANCIA: CCTV USANDO VIDEOS IP, España: Vértice, s.f.
- [3] J. NOGUERA y A. VÁSQUEZ, 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, 2011.
- [4] A. TANEMBAUM, Redes de Computadoras, Prentice-Hall, 1997.
- [5] J. L. Monteros, Diseño de un sistema de video - vigilancia inalámbrico para la ciudad de Cayambe, Quito, 2015.



Nació en Ibarra en la provincia de Imbabura, el 5 de mayo de 1990. Realizó sus estudios primarios en la escuela "Ana Luisa Leoro". En el 2008, obtiene su título de bachiller en Informática en el colegio "Nacional Ibarra". Actualmente es Egresado de la carrera de ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte.