

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITUALCIÓN  
ESPECIAL**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DE TRÁFICO DE RED PARA UN CORRECTO  
DIMENSIONAMIENTO DE ENLACES FÍSICOS ENTRE LOS EDIFICIOS DEL  
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN JUNÍN”**

***Javier Gustavo Solórzano Alcívar***

Quito – 2017

## **AUTORÍA**

Yo, Javier Gustavo Solórzano Alcívar, portador de la cédula de ciudadanía No. 130901933-7, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

---

Javier Gustavo Solórzano Alcívar

## Índice de contenido

AUTORÍA .....	i
Índice de contenido .....	ii
Índice de Tablas .....	iii
Índice de Figuras.....	iv
1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	3
3. Antecedentes .....	4
4. Objetivos .....	6
4.1 Objetivo General:.....	6
4.2 Objetivos Específicos: .....	6
5. Desarrollo Caso de Estudio .....	7
5.1 Situación actual de la red interna del GAD Municipal del Cantón Junín.....	7
5.1.1 Localización física del caso de estudio .....	7
5.1.2 Análisis de la infraestructura de red .....	8
5.1.3 Esquema físico y lógico de la infraestructura de red .....	9
5.2 Infraestructura física y dispositivos de comunicación con los que cuenta el GAD Municipal del Cantón Junín .....	10
5.2.1 Edificio Administrativo.....	12
5.2.2 Edificio de Biblioteca Municipal .....	14
5.2.3 Edificio de Mercado Municipal.....	15
5.2.4 Edificio de Patronato Municipal .....	16
5.3 Evaluación técnica de los equipos, enlaces y elementos de red del GAD Municipal del cantón Junín .....	17
5.3.1 Equipos .....	17
5.3.2 Enlaces.....	21
5.3.2.1 Enlace de radio entre Edificio Administrativo – Edificio Mercado Municipal.....	22
5.3.2.2 Enlace de fibra óptica entre Edificio Administrativo – Edificio Mercado Municipal .....	23
5.3.2.3 Enlace de fibra óptica entre Edificio Administrativo – Edificio Biblioteca Municipal.....	24
5.3.2.4 Enlace de fibra óptica entre Edificio Mercado Municipal – Edificio Patronato Municipal.....	25

5.4 Análisis y monitoreo del tráfico de red .....	25
5.4.1 Proceso de instalación del sistema de monitoreo de tráfico de red. ....	26
5.4.2 Análisis y monitoreo del tráfico de red entre Edificio Administrativo – Edificio Mercado Municipal .....	31
5.4.3 Análisis y monitoreo del tráfico de red Edificio Administrativo – Edificio Biblioteca Municipal .....	33
5.4.4 Análisis y monitoreo del tráfico de red Edificio Mercado Municipal – Edificio Patronato Municipal .....	34
5.5 Propuesta de mejoramiento .....	35
5.5.1 Interfaz SFP .....	37
5.5.2 Radio Mikrotik .....	38
5.5.3 Antena Mikrotik .....	39
5.5.4 Análisis financiero .....	40
6. Conclusiones y Recomendaciones .....	41
6.1 Conclusiones .....	41
6.2 Recomendaciones .....	42
7. Bibliografía .....	43

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Distribución de equipos en GAD Municipal del Cantón Junín .....	11
<b>Tabla 2:</b> Servicios y Aplicaciones.....	13
<b>Tabla 3:</b> Análisis de precios .....	40

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Ubicación GAD Municipal del Cantón Junín .....	7
<b>Figura 2:</b> Esquema lógico de la red .....	9
<b>Figura 3:</b> Edificio Administrativo .....	12
<b>Figura 4:</b> Cuarto de Telecomunicaciones .....	13
<b>Figura 5:</b> Edificio de Biblioteca Municipal .....	14
<b>Figura 6:</b> Edificio de Mercado Municipal .....	15
<b>Figura 7:</b> Edificio de Patronato Municipal .....	16
<b>Figura 8:</b> Switch Cisco, SG500x-48, 10/100/1000. ....	17
<b>Figura 9:</b> Switch HP, 1911, 10/100/1000 .....	18
<b>Figura 10:</b> Switch Cisco, SG500x-48, 10/100/1000. ....	18
<b>Figura 11:</b> Switch Cisco, 3750, 10/100 .....	19
<b>Figura 12:</b> Switch Cisco, 3750, 10/100 .....	20
<b>Figura 13:</b> Tendido de fibra óptica GAD Junín .....	21
<b>Figura 14:</b> Torre Mercado Municipal .....	22
<b>Figura 15:</b> Radio Ubiquiti, Rocket M5 .....	23
<b>Figura 16:</b> Fibra Óptica Monomodo 6 hilos. ....	24
<b>Figura 17:</b> Convertidor Fibra Óptica a Ethernet 10/100. ....	24
<b>Figura 18:</b> Proceso de instalación CACTI .....	27
<b>Figura 19:</b> Selección de servidor Web apache2 .....	28
<b>Figura 20:</b> Elegir la opción configurar base de datos .....	28
<b>Figura 21:</b> Ingreso de constante para usuario CACTI de la base de datos .....	29
<b>Figura 22:</b> Interfaz gráfica CACTI .....	30
<b>Figura 23:</b> Tráfico de red semanal entre Edificios, Administrativo – Mercado Municipal .....	31
<b>Figura 24:</b> Tráfico de red diaria entre Edificios, Administrativo – Mercado Municipal .....	31
<b>Figura 25:</b> Consumo de enlaces de radio entre Edificios, Administrativo – Mercado Municipal .....	32
<b>Figura 26:</b> Tráfico de red semanal entre Edificios, Administrativo – Biblioteca Municipal .....	33
<b>Figura 27:</b> Tráfico de red diario entre Edificios, Administrativo – Biblioteca Municipal .....	33
<b>Figura 28:</b> Tráfico de red semanal entre Edificios, Mercado Municipal – Patronato Municipal .....	34
<b>Figura 29:</b> Tráfico de red diario entre Edificios, Mercado Municipal – Patronato Municipal .....	34
<b>Figura 30 :</b> Esquema lógico de la red propuesto .....	37
<b>Figura 31:</b> Modulo SFP 1000 Base-BX WDM bidireccional .....	38
<b>Figura 32:</b> Radio Mikrotik MetMetal 5 .....	39
<b>Figura 33:</b> Antena Mikrotik mANT 15s 15dBi .....	39

## 1. Introducción

Las redes de Telecomunicaciones en la actualidad forman parte de un pilar fundamental en la estructura, distribución y funcionamiento de una empresa, negocio u organización, ya que sin estas el manejo, envío, y cruce de grandes cantidades información hacia lugares distantes sería casi imposible de lograr en un corto tiempo.

En el presente caso de estudio se realizará un análisis de los servicios y tráfico de la red entre los edificios que componen el GAD Municipal del cantón Junín, y en base a los resultados obtenidos se determinará el tráfico de red existente, se realizará una propuesta de mejoramiento de infraestructura de red con dimensionamiento de enlaces en las áreas que componen el GAD Municipal del cantón Junín, acorde a los requerimientos de la red y al crecimiento de la misma en un futuro.

La infraestructura del GAD Municipal del cantón Junín actualmente se encuentra dispersa y está compuesta por varios edificios ubicados físicamente en lugares distintos; Edificio Administrativo: es aquel en cual se encuentra el cuarto de telecomunicaciones y servidores, además de las oficinas de Alcaldía, Concejalías, Recaudación, Tecnología de la Información y Obras Públicas, Edificio de Biblioteca Municipal: comprende la Biblioteca Municipal, Talento Humano y Contratación Pública, Edificio Mercado Municipal en este edificio se encuentra el Mercado de Víveres del Cantón y

Comisaria de Sanidad e Higiene, Edificio de Patronato Municipal comprende los departamentos de Dirección de Salud y de Patronato de Amparo Social Municipal, de esta manera estos edificios conforman el GAD del Cantón Junín brindando servicio a la comunidad y habitantes del cantón. Todos estos edificios que componen el GAD Municipal del Cantón Junín se encuentran enlazados mediante fibra óptica hacia el edificio Administrativo además de un enlace de radio entre el edificio de Biblioteca y el edificio Administrativo.

## 2. Justificación

El desarrollo de la tecnología, computación y su integración con las telecomunicaciones han propiciado el surgimiento de nuevas formas de comunicación, que son aceptadas cada vez por más personas. El desarrollo de las redes informáticas posibilita la conexión mutua y, finalmente, la existencia de Internet, una red de redes gracias a la cual una computadora puede intercambiar fácilmente información con otras situadas en regiones lejanas. [1]. Teniendo en cuenta las necesidades y los avances producidos en una sociedad sumamente compleja, resulta de gran importancia destacar tanto la transmisión de información, como la necesidad de que ésta llegue a destino en el momento preciso mediante el uso de las redes. [2].

La importancia del presente caso de estudio radica en que a través de analizar la infraestructura y tráfico de red además de los dispositivos de comunicación con los que cuenta el GAD Municipal del Cantón Junín, se podrá realizar un registro de consumo de ancho de banda en los enlaces permitiendo que solo sea asignado el ancho de banda necesario y de esta manera dar agilidad en los procesos, un control de tráfico de red entre los Edificios que componen el GAD Municipal para determinar que los empleados no utilicen la red para cosas fuera de lo laboral, asimismo aplicar políticas de seguridad resguardando la información interna y bloqueando el acceso de extraños bloqueando la intrusión de usuarios no autorizados.

### 3. Antecedentes

La instalación de una red de computadoras (o también llamada red de información) tiene como objetivo satisfacer las necesidades de comunicación informática del organismo y aprovechar al máximo los recursos. Dicho aprovechamiento permite disminuir los costos de operación (comunicaciones telefónicas, correo, traslado, mensajería, etc.). También se reduce la cantidad de periféricos necesarios, ya que en una red varias computadoras comparten los recursos. [3].

El GAD Municipal del Cantón Junín actualmente tiene sus oficinas administrativas dispersas en varios edificios ubicados físicamente en lugares diferentes, por lo que cuenta con una conexión de fibra óptica desde el Edificio Administrativo hacia los edificios de Biblioteca Municipal y Mercado Municipal, además de un enlace de radio con este último edificio. También existe una conexión de fibra óptica entre el Edificio de Mercado Municipal y Patronato Municipal.

Se puede presenciar un gran inconveniente ya que, al momento de presentar un problema de conexión en el Edificio Administrativo, los demás Edificios quedarán aislados completamente sin los servicios de red. Asimismo, no se tiene registro del consumo de ancho de banda que tiene cada enlace, ni control del tráfico de red que se mueve desde un edificio a otro. De igual manera existe una vulnerabilidad alta en los sistemas informáticos desplegados para el uso en la red al no tener políticas de aseguramiento en el acceso, cualquier usuario puede conectar cualquier

dispositivo en los puntos de red que se encuentran distribuidos en todas las edificaciones pudiendo ser conectado un punto de acceso inalámbrico que permita acceso no autorizado en la red y a sistemas de la institución. También, el acceso a los servicios se torna lento e intermitente lo que causa que el acceso a los servicios informáticos y sistemas que están instalados para la gestión de la información del Cantón se vea en ciertas ocasiones interrumpido.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo General:**

Analizar el tráfico de red para un correcto dimensionamiento de enlaces físicos entre los edificios del GAD Municipal del cantón Junín, y de esta manera mejorar el tráfico de datos.

### **4.2 Objetivos Específicos:**

1. Diagnosticar la situación actual de la red interna del GAD Municipal de Junín
2. Recopilar la información de los dispositivos e infraestructura física que la entidad posee
3. Realizar una evaluación técnica de los equipos, enlaces y elementos de red con los que cuenta el GAD Municipal de Junín
4. Analizar y determinar el tráfico de red en la infraestructura con la que cuenta el GAD Municipal de Junín
5. Presentar una propuesta de mejoramiento de infraestructura de red con dimensionamiento de enlaces en las áreas que componen el GAD Municipal de Junín

## 5. Desarrollo Caso de Estudio

### 5.1 Situación actual de la red interna del GAD Municipal del Cantón Junín.

#### 5.1.1 Localización física del caso de estudio

El presente caso de estudio se desarrollará en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Junín de la provincia de Manabí. El mismo que se encuentra ubicado en Av. Eloy Alfaro y Calle Coronel J.M. García.



**Figura 1:**Ubicación GAD Municipal del Cantón Junín  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Junín está conformado por varias edificaciones en las que funcionan varias dependencias que brindan servicio a la comunidad.

- Edificio Administrativo: Alcaldía, Concejalías, Recaudación, Tecnología de la Información y Obras Públicas.
- Edificio de Biblioteca Municipal: Biblioteca Municipal, Talento Humano y Contratación Pública.
- Edificio Mercado Municipal: Mercado de Víveres y Comisaria de Sanidad e Higiene.
- Edificio de Patronato Municipal: Dirección de Salud y Patronato de Amparo Social Municipal.

### **5.1.2 Análisis de la infraestructura de red**

El GAD Municipal del Cantón Junín tiene distribuidos sus departamentos administrativos en varios edificios dentro del área urbana del cantón Junín. Edificio Administrativo, Edificio de Biblioteca Municipal, Edificio de Mercado Municipal y por ultimo Edificio de Patronato Municipal. Estos edificios están interconectados a través de enlaces de fibra óptica y radio los cuales permiten que los servicios de información, catastro, tasas municipales, cobro de impuesto predial del cantón Junín se puedan gestionar desde cualquier edificio interconectado.

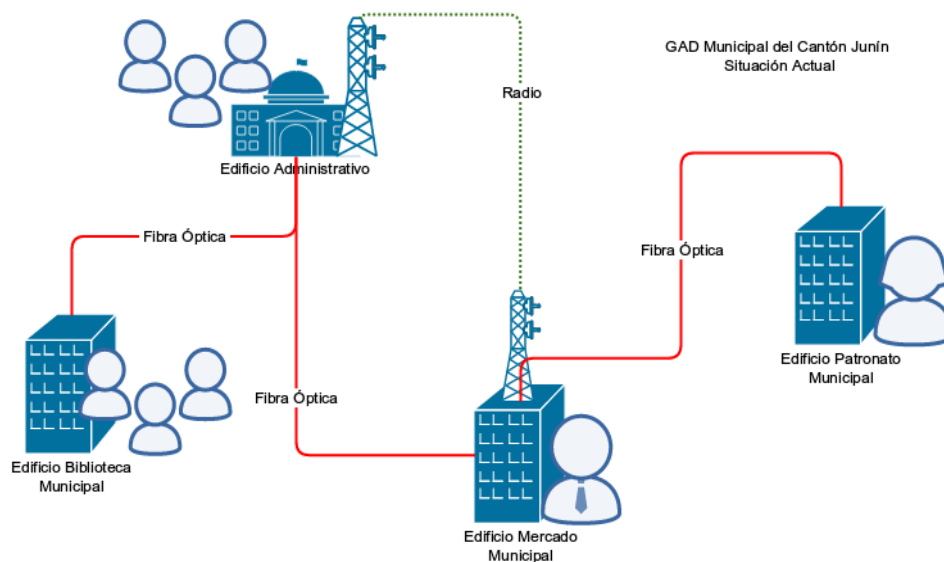
No se tiene una topología de red específica, además no se tiene registro del consumo de ancho de banda que tiene cada enlace, ni control del tráfico de red que se mueve desde un edificio al otro. El acceso a los servicios se torna lento e intermitente lo que causa que el ingreso a los servicios informáticos y

sistemas que están instalados para la gestión de la información del Cantón se vea en ciertas ocasiones interrumpido.

Existe una vulnerabilidad alta en los sistemas informáticos desplegados para el uso de la red al no tener políticas de seguridad en el acceso, cualquier usuario puede conectar cualquier dispositivo en los puntos de red que se encuentran distribuidos en todas las edificaciones pudiendo, por ejemplo, ser conectado y activado un punto de acceso inalámbrico que permitiría acceso no autorizado en la red y a sistemas a personas ajenas a la institución.

### 5.1.3 Esquema físico y lógico de la infraestructura de red

El esquema de red implementado en el GAD Municipal del Cantón Junín es el que se describe en el siguiente diagrama:



**Figura 2:** Esquema lógico de la red  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

La Institución cuenta con los siguientes enlaces que comunican a los diferentes edificios:

- 1 enlace de radio entre el Edificio Administrativo y Edificio Mercado Municipal;
- 1 enlace de óptica entre el Edificio Administrativo y Edificio Mercado Municipal;
- 1 enlace de fibra óptica entre el Edificio Administrativo y el Edificio Biblioteca Municipal;
- 1 enlace de fibra óptica entre el Edificio Mercado Municipal y Edificio Patronato Municipal.

Estos enlaces proveen conectividad hacia las dependencias municipales desde el Edificio Administrativo, siendo este último el lugar donde están instalados los servicios informáticos y de red de la entidad Municipal.

## **5.2 Infraestructura física y dispositivos de comunicación con los que cuenta el GAD Municipal del Cantón Junín**

El presente apartado detallara los dispositivos y elementos de red que actualmente componen la infraestructura de redes y comunicación y se encuentran instalados en el GAD Municipal del Cantón Junín.

**Tabla 1:** Distribución de equipos en GAD Municipal del Cantón Junín  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

EDIFICIO	DISPOSITIVOS	ÁREAS
Administrativo	- Switch marca Cisco, modelo SG500x-48, 48 interfaces puertos 10/100/1000. - Switch marca HP, modelo 1911, 24 puertos 10/100/1000 PoE.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcaldía</li> <li>• Concejalías</li> <li>• Recaudación</li> <li>• Tecnología de la Información</li> <li>• Obras Publicas</li> </ul>
Biblioteca Municipal	- Switch marca Cisco, modelo SG500x-48, 48 interfaces puertos 10/100/1000.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biblioteca Municipal</li> <li>• Talento Humano</li> <li>• Contratación Pública</li> </ul>
Mercado Municipal	- Switch Marca Cisco, Modelo 3750, 24 Puertos 10/100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercado de Víveres</li> <li>• Comisaria de Sanidad e Higiene</li> </ul>
Patronato Municipal	- Switch Marca HP, 24 Puertos 10/100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección de Salud</li> <li>• Patronato de Amparo Social Municipal</li> </ul>

### 5.2.1 Edificio Administrativo

El edificio Administrativo es el principal y más importante de los que componen el GAD Municipal del Cantón Junín, en él se encuentran los departamentos de: Alcaldía, Concejalías, Recaudación, Tecnología de la Información y Obras Públicas.



**Figura 3:** Edificio Administrativo  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

En este edificio se encuentran el cuarto de telecomunicaciones y de servidores como se muestra en la tabla # 2 y figura # 4. Además, cuenta con las siguientes conexiones:

- Punto de Acceso Ubiquiti Rocket M5, para enlace con el Edificio Mercado Municipal;
- Enlace con fibra óptica hacia Biblioteca Municipal;
- Enlace con fibra óptica hacia Mercado Municipal.

**Tabla 2:** Servicios y Aplicaciones  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

SERVIDORES	APLICACIONES
Servidor # 1	Servidor de gestión administrativa
Servidor # 2	Servidor de Firewall/Proxy
Servidor # 3	Servidor de gestión de archivos de red local
Servidor # 4	Servidor de Telefonía IP
Servidor # 5	Servidor de correo institucional



**Figura 4:** Cuarto de Telecomunicaciones  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

### 5.2.2 Edificio de Biblioteca Municipal

El edificio de Biblioteca Municipal del GAD del Cantón Junín, se encuentra a una distancia de 110 metros del Edificio Principal “Administrativo”, y se encuentra enlazado con dicho edificio mediante una conexión de fibra óptica.

En este edificio en mención se tienen los departamentos de: Biblioteca Municipal, Talento Humano y Contratación Pública.



**Figura 5:** Edificio de Biblioteca Municipal  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

### 5.2.3 Edificio de Mercado Municipal

El Edificio de Mercado Municipal presta los servicios de: Mercado de Víveres y Comisaria de Sanidad e Higiene a toda la comunidad del Cantón Junín, se encuentra a una distancia de 980 metros del Edificio Administrativo. Está conectado mediante un enlace de fibra óptica y un enlace de radio hacia el edificio “Administrativo”, además de estar conectado con el Edificio de “Patronato Municipal” mediante fibra óptica. Este edificio de Mercado Municipal cumple una función especial ya que sirve de puente entre el edificio “Administrativo” y el Edificio Patronato Municipal.



**Figura 6:** Edificio de Mercado Municipal  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

### 5.2.4 Edificio de Patronato Municipal

El edificio de Patronato Municipal es el más distante con relación a los demás edificios que componen el GAD Municipal del Cantón Junín, se encuentra a 1300 metros del Edificio “Mercado Municipal”. Se encuentra conectado con el edificio de mercado municipal mediante fibra óptica, Brinda los servicios de: Dirección de salud y Patronato de amparo social municipal a toda la ciudadanía del cantón Junín.



**Figura 7:** Edificio de Patronato Municipal  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

### 5.3 Evaluación técnica de los equipos, enlaces y elementos de red del GAD Municipal del cantón Junín

#### 5.3.1 Equipos

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Junín “GAD” cuenta con 5 Switch repartidos en los 4 edificios que lo componen de la siguiente manera:

- Edificio Administrativo: 2 Switch



**Figura 8:** Switch Cisco, SG500x-48, 10/100/1000.

**Elaborado por:** Autor de la tesis

Switch marca Cisco, modelo SG500x-48, 48 interfaces puertos 10/100/1000. Este Switch es utilizado para proporcionar conectividad de red local en el Edificio Administrativo. *“Es un grupo de equipos de cómputo y dispositivos asociados que comparten una línea de comunicación común o un enlace inalámbrico con un servidor”* [4], conectando los departamentos que en dicho edificio dan servicio a la comunidad del Cantón; como: Alcaldía, Concejalías, Recaudación, Tecnología de la información y Obras públicas.



**Figura 9:** Switch HP, 1911, 10/100/1000.  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

Switch marca HP, modelo 1911, 24 puertos 10/100/1000 PoE. El Switch descrito en la figura # 8 cumple la función de proporcionar conectividad de red para el servicio de Voz IP en el Edificio Administrativo. “Voz sobre un protocolo de internet”. *“VoIP es un método por el cual tomando señales de audio analógicas del tipo de las que se escuchan cuando uno habla por teléfono se las transforma en datos digitales que pueden ser transmitidos a través de internet hacia una dirección IP determinada”* [5].

- Edificio de Biblioteca Municipal: 1 Switch



**Figura 10:** Switch Cisco, SG500x-48, 10/100/1000.  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

Switch marca Cisco, modelo SG500x-48, 48 interfaces puertos 10/100/1000. Cumple las funciones de proporcionar conectividad de red local para los dispositivos en el edificio, que comprende los siguientes departamentos; Biblioteca Municipal, Talento Humano y Contratación Pública.

- Edificio de Mercado Municipal: 1 Switch



**Figura 11:** Switch Cisco, 3750, 10/100.

**Elaborado por:** Autor de la tesis

Switch Marca Cisco, Modelo 3750, 24 Puertos 10/100. Se encarga de dar conectividad de la red local para los dispositivos del Edificio Mercado Municipal en sus diferentes departamentos, Mercado de Víveres y Comisaria de Sanidad e Higiene.

- Edificio de Patronato Municipal



**Figura 12:** Switch Cisco, 3750, 10/100.

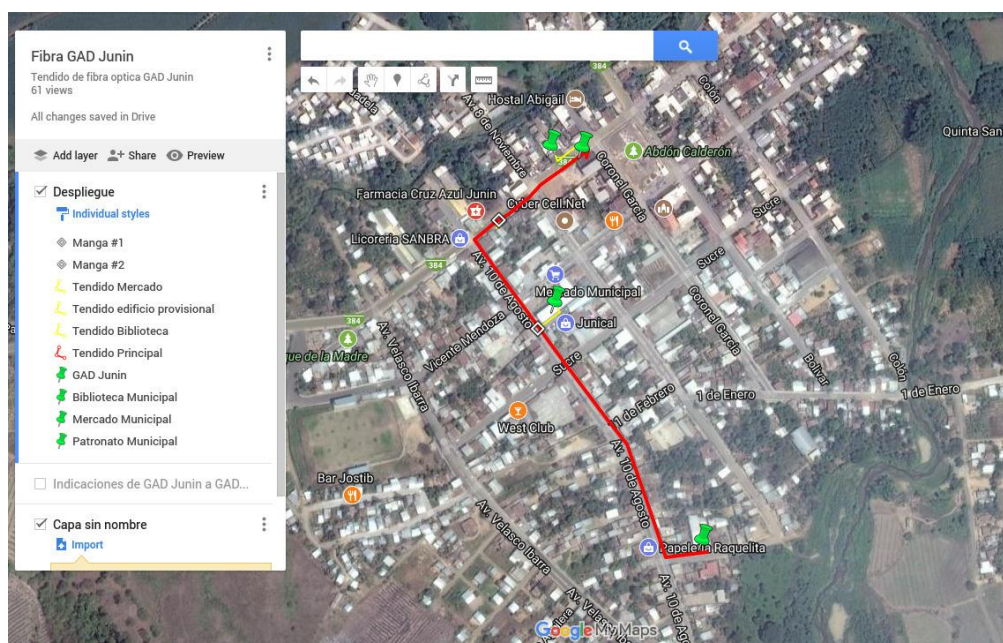
**Elaborado por:** Autor de la tesis

Switch Marca HP, 24 Puertos 10/100. La función de este Switch es de dar servicio de red local a los dispositivos del edificio y sus departamentos; Dirección de Salud y Patronato de Amparo Social Municipal.

Además, cabe indicar que todos los Switch antes mencionados son administrables, soportan la utilización de VLANs para separar el tráfico de red función que en la actualidad en el GAD Municipal del Cantón Junín no se lo realiza, soportan protocolo Spanning Tree, y Protocolo SNMP, también permiten control de Mac Address en cada puerto y de esta manera poder realizar un control de accesos no autorizados.

### 5.3.2 Enlaces

Debido a que el GAD Municipal del Cantón Junín tiene sus departamentos y oficinas administrativas divididas en lugares físicamente diferentes repartidas en 4 edificios, consta con los siguientes enlaces para tener una comunicación en red con cada una de sus oficinas y departamentos. En los cuales los enlaces están repartidos de la siguiente manera:



**Figura 13:** Tendido de fibra óptica GAD Junín.  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

### 5.3.2.1 Enlace de radio entre Edificio Administrativo – Edificio Mercado Municipal



**Figura 14:** Torre Mercado Municipal  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

El Edificio Administrativo y el Edificio de Mercado Municipal se encuentran a una distancia en línea recta de 800 metros, están conectados mediante un enlace de radio, se utilizan para su conexión radios de marca Ubiquiti Modelo Rocket M5 con antenas tipo Disk de 30dBi.

Cabe mencionar que este enlace se encuentra desconectado en el edificio de Mercado Municipal y es conectado cuando el enlace de fibra óptica presenta interrupción.



**Figura 15:** Radio Ubiquiti, Rocket M5.

**Elaborado por:** Autor de la tesis

### **5.3.2.2 Enlace de fibra óptica entre Edificio Administrativo – Edificio Mercado Municipal**

Estos edificios además de tener una conexión de radio entre ambos, tienen un enlace de fibra óptica de 980 metros, el cableado de fibra óptica se lo ha realizado de manera aérea usando los postes de la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP. Se ha utilizado para este enlace fibra óptica monomodo de 6 hilos y convertidores de fibra óptica a ethernet 10/100 ubicados en cada extremo del tendido.



**Figura 16:** Fibra Óptica Monomodo 6 hilos.  
**Elaborado por:** Autor de la tesis



**Figura 17:** Convertidor Fibra Óptica a Ethernet 10/100.  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

### 5.3.2.3 Enlace de fibra óptica entre Edificio Administrativo – Edificio Biblioteca Municipal

La distancia de este enlace es de 110 metros, el cableado de fibra óptica se lo ha realizado de manera aérea usando los postes de Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP. Se ha utilizado fibra óptica monomodo de 6 hilos y como se muestra en la Figura # 12, convertidores de fibra óptica a

ethernet 10/100 como se muestra en la Figura # 13, ubicados uno en cada extremo del tendido

#### **5.3.2.4 Enlace de fibra óptica entre Edificio Mercado Municipal – Edificio Patronato Municipal**

La conexión entre ambos edificios es de fibra óptica y la distancia del enlace es de 1300 metros, el cableado se lo ha realizado de manera aérea usando los postes de la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP. Se ha utilizado fibra óptica monomodo de 6 hilos como lo muestra la figura #12, y convertidores de fibra óptica a ethernet 10/100 como se muestra en la figura #13, ubicados uno en cada extremo del tendido.

#### **5.4 Análisis y monitoreo del tráfico de red**

Para el análisis y monitoreo de la red se sugiere utilizar el sistema de código abierto CACTI [6] mismo que lleva un registro del ancho de banda utilizado por cada puerto de cada switch monitoreando utilizando el protocolo SNMP.

CACTI es ampliamente utilizado para obtener una estadística gráfica de cualquier servicio/dispositivo que soporte el protocolo SNMP. Su funcionalidad principal es el poder almacenar y registrar un detalle histórico y gráfico. Para este caso de estudio se realizará un monitoreo y representación gráfica del ancho de banda utilizado en cada switch y puerto en cada edificio y adicionalmente visualizar el registro estadístico de utilización de procesador de cada switch.

El reporte gráfico generado por CACTI permitirá analizar:

- Puertos con mayor consumo de ancho de banda y determinar de acuerdo a su origen si es normal;
- Puertos con consumo de ancho de banda inusual;
- Utilización de CPU de cada dispositivo monitoreado;
- Errores de red;
- Packet loss en los enlaces;

Para la implementación del sistema CACTI se hace uso de un servidor virtual provisto por el Departamento de Tecnología de la Información del GAD Municipal del Cantón Junín mismo que cuenta con las siguientes características:

- Procesador Quadcore de 1 núcleo;
- RAM 1024 Gb;
- Disco duro 100 Gb;
- Interfaz de red 10/100/1000;
- Sistema Operativo Debian GNU/Linux 9.0

#### **5.4.1 Proceso de instalación del sistema de monitoreo de tráfico de red.**

El sistema CACTI forma parte de los paquetes que provee el repositorio oficial de Debian GNU/Linux, a continuación, se describe la instalación básica de CACTI con el servidor Web Apache2 con soporte PHP.

Se inicia el proceso de instalación con el comando:

*apt-get install cacti vim php-gd*

```

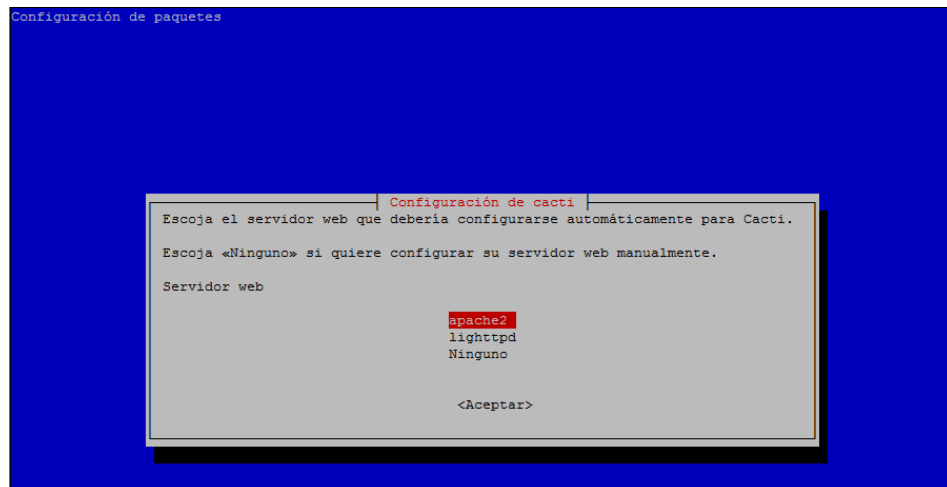
root@debian:/home/debian# apt-get install cacti
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Se instalarán los siguientes paquetes adicionales:
apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utils dbconfig-common dbconfig-mysql default-mysql-client
default-mysql-server galera-3 gawk libaio1 libapache2-mod-php libapache2-mod-php7.0 libapr1 libaprutil1
libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap libdbd-mysql-perl libdbi-perl libdbi1 libhtml-template-perl
libjemalloc1 libjs-jquery-cookie libjs-jquery-jstree libjs-jquery-ui libjs-jquery-ui-theme-ui-lightness
libmariadbclient18 libphp-ldap libreadline5 librrd8 libsigsegv2 libsnmp-base libsnmp30 libterm-readkey-perl
mariadb-client-10.1 mariadb-client-core-10.1 mariadb-common mariadb-server-10.1 mariadb-server-core-10.1
mysql-common php-common php-mbstring php-mysql php-snmp php-xml php7.0-cli php7.0-common php7.0-json
php7.0-mbstring php7.0-mysql php7.0-opcache php7.0-readline php7.0-snmp php7.0-xml psmisc rrdtool rsync snmp
socat ssl-cert
Paquetes sugeridos:
apache2-doc apache2-suexec-pristine | apache2-suexec-custom php-ldap moreutils gawk-doc php-pear
liblone-perl libmldbm-perl libnet-daemon-perl libsql-statement-perl libipc-sharedcache-perl
libjs-jquery-ui-docs snmp-mibs-downloader mailx mariadb-test netcat-openbsd tinyca librrds-perl
openssl-blacklist
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utils cacti dbconfig-common dbconfig-mysql default-mysql-client
default-mysql-server galera-3 gawk libaio1 libapache2-mod-php libapache2-mod-php7.0 libapr1 libaprutil1
libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap libdbd-mysql-perl libdbi-perl libdbi1 libhtml-template-perl
libjemalloc1 libjs-jquery-cookie libjs-jquery-jstree libjs-jquery-ui libjs-jquery-ui-theme-ui-lightness
libmariadbclient18 libphp-ldap libreadline5 librrd8 libsigsegv2 libsnmp-base libsnmp30 libterm-readkey-perl
mariadb-client-10.1 mariadb-client-core-10.1 mariadb-common mariadb-server-10.1 mariadb-server-core-10.1
mysql-common php-common php-mbstring php-mysql php-snmp php-xml php7.0-cli php7.0-common php7.0-json
php7.0-mbstring php7.0-mysql php7.0-opcache php7.0-readline php7.0-snmp php7.0-xml psmisc rrdtool rsync snmp
socat ssl-cert
0 actualizados, 61 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
Se necesita descargar 40,1 MB de archivos.
Se utilizarán 236 MB de espacio de disco adicional después de esta operación.
¿Desea continuar? [S/n] █

```

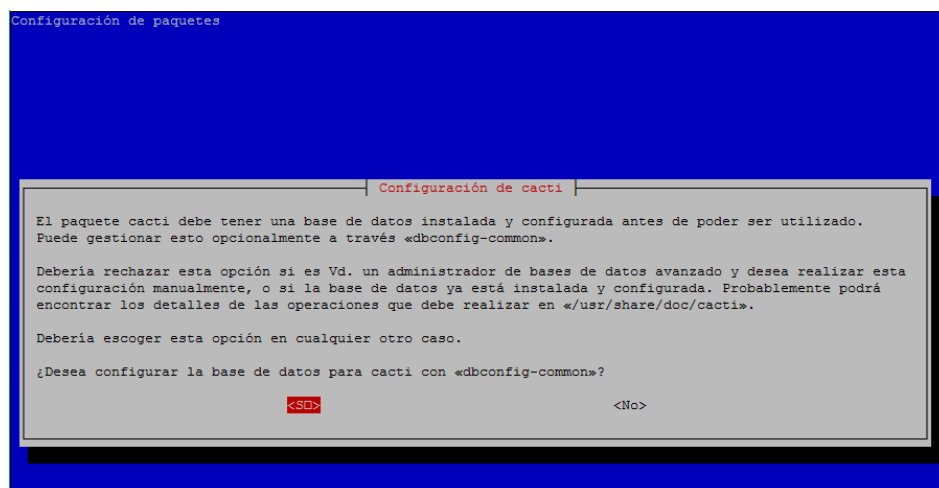
**Figura 18: Proceso de instalación CACTI**

**Elaborado por: Autor de la tesis**

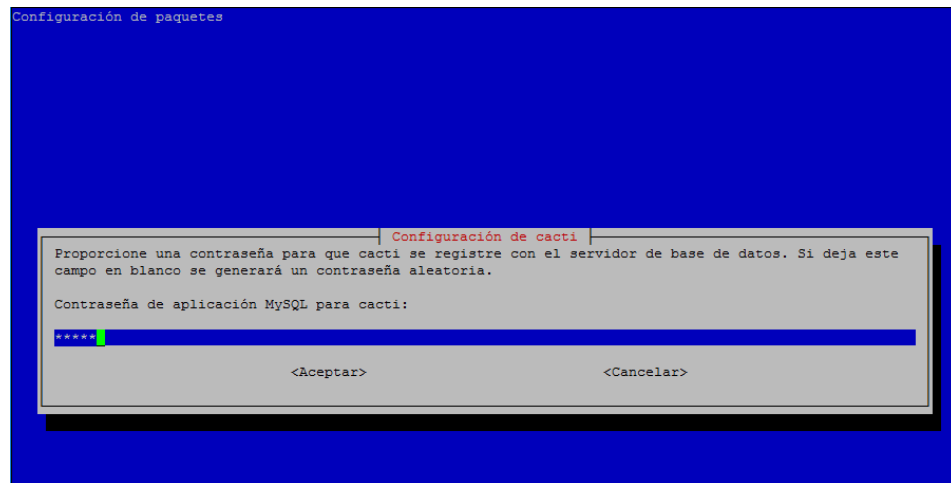
Este comando realiza la descarga del paquete CACTI y sus dependencias. Una vez finalizada la descarga el manejador de paquetes mostrara un cuadro de dialogo con preguntas para la configuración de CACTI. Se debe responder con las siguientes opciones.



**Figura 19:** Selección de servidor Web apache2  
**Elaborado por:** Autor de la tesis



**Figura 20:** Elegir la opción configurar base de datos  
**Elaborado por:** Autor de la tesis



**Figura 21:** Ingreso de constante para usuario CACTI de la base de datos  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

Instalaremos también el plugin weathermap para diagramar la distribución de enlaces y topologías de la red.

Se ejecutarán los siguientes comandos en la terminal:

```
cd /usr/src
```

```
wget
```

```
https://github.com/howardjones/network-  
weathermap/releases/download/version-0.98/php-weathermap-  
0.98.zip
```

```
unzip php-weathermap-0.98.zip
```

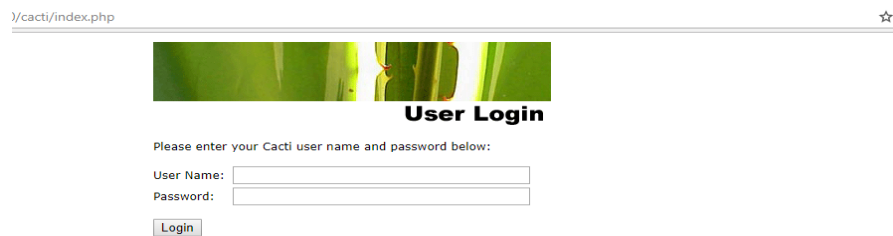
```
cp -Rf weathermap /usr/share/cacti/site/plugins/
```

```
chmod -R 774 /usr/share/cacti/site/plugins/weathermap/
```

```
chown -R www-data /usr/share/cacti/site/plugins/weathermap/
```

en este punto el sistema CACTI se encuentra ya instalado y podemos proceder con la configuración del mismo utilizando un navegador de internet para abrir el asistente de instalación.

Se debe abrir con un navegador web la dirección IP del servidor CACTI <http://192.168.1.249/cacti>

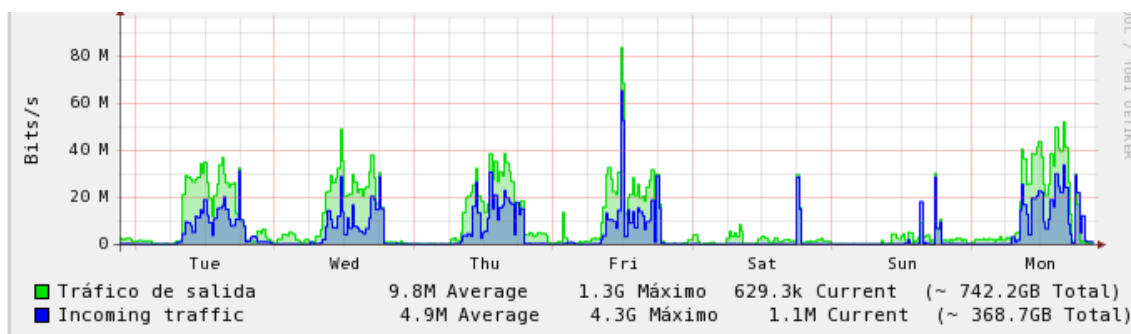


**Figura 22:** Interfaz gráfica CACTI

**Elaborado por:** Autor de la tesis

## 5.4.2 Análisis y monitoreo del tráfico de red entre Edificio

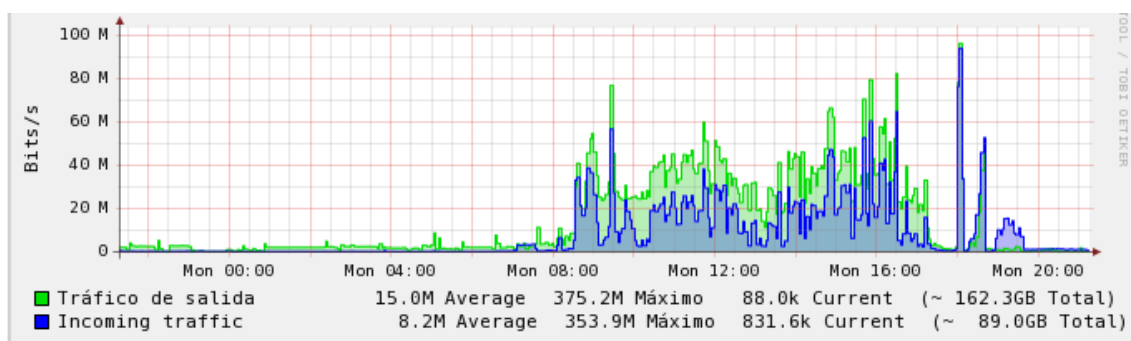
### Administrativo – Edificio Mercado Municipal



**Figura 23:** Tráfico de red semanal entre Edificios, Administrativo – Mercado Municipal

**Elaborado por:** Autor de la tesis

La figura muestra el historial de tráfico entre estos dos edificios Administrativo – Mercado Municipal y denota un consumo promedio de 30Mbps durante una semana, se puede apreciar el día con más tráfico es el lunes lo cual tiene sentido al ser este el inicio de semana y es cuando la institución tiene mayor afluencia de ciudadanos.

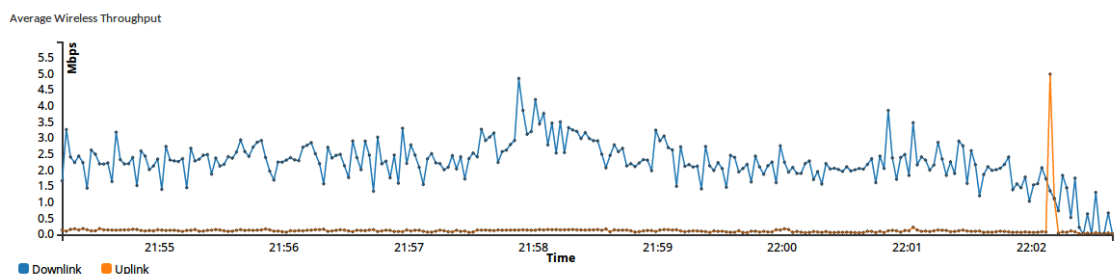


**Figura 24:** Tráfico de red diaria entre Edificios, Administrativo – Mercado Municipal

**Elaborado por:** Autor de la tesis

La figura que resume el tráfico durante el día muestra algunos picos de consumo en horas que no son laborables, esto pudiera deberse a equipos conectados a la red realizando procesos programados por los administradores de la red o en el peor de los casos, equipos no autorizados realizando actividad no consentida por los administradores de la red.

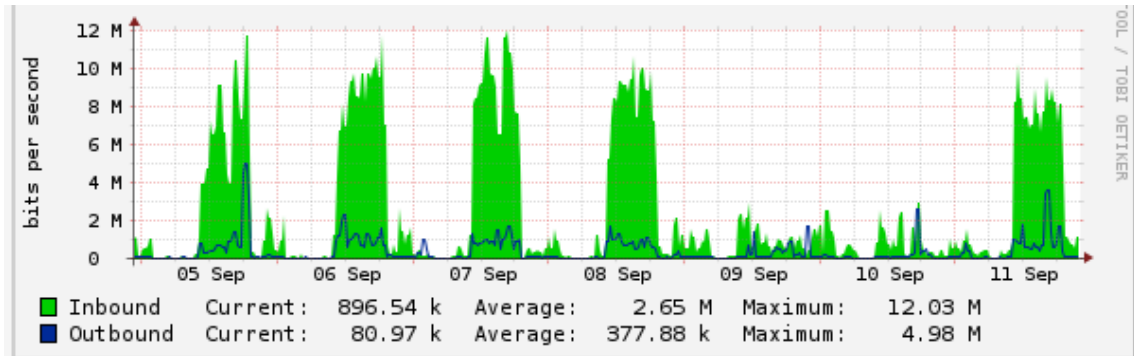
No fue posible obtener muestra del tráfico que se tiene en el enlace de radio dado que este enlace se lo utiliza solo cuando existen fallos en el enlace de fibra óptica y su activación es manual, cuando se presenta un corte en la fibra óptica que va hacia el Mercado Municipal se conecta el puerto que utiliza el enlace de radio. La calidad del enlace es óptima, los niveles de ganancia de este son óptimos para la distancia del mismo.



**Figura 25:** Consumo de enlaces de radio entre Edificios, Administrativo – Mercado Municipal

**Elaborado por:** Autor de la tesis

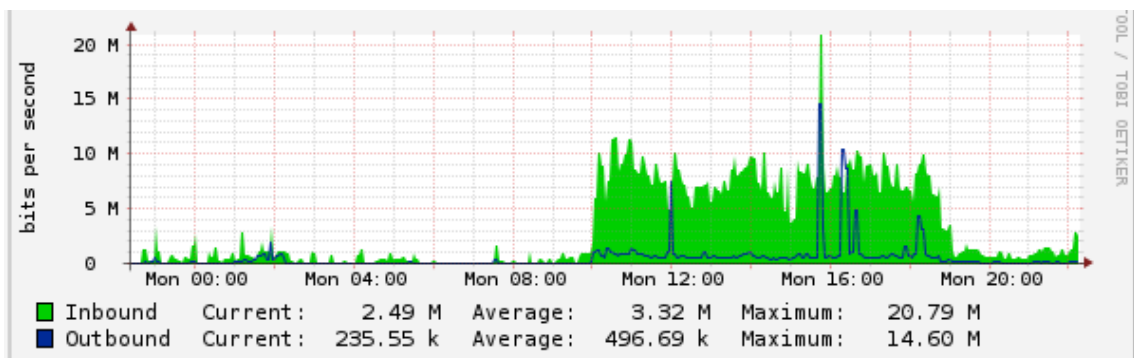
### 5.4.3 Análisis y monitoreo del tráfico de red Edificio Administrativo – Edificio Biblioteca Municipal



**Figura 26:** Tráfico de red semanal entre Edificios, Administrativo – Biblioteca Municipal

**Elaborado por:** Autor de la tesis

La gráfica presenta valores que están en el rango de los 10Mbps durante el periodo de tiempo de la muestra el cual es de una semana.

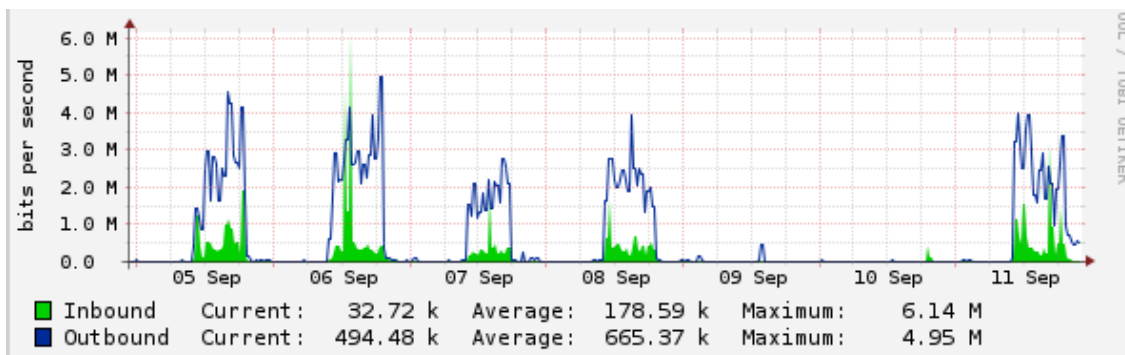


**Figura 27:** Tráfico de red diario entre Edificios, Administrativo – Biblioteca Municipal

**Elaborado por:** Autor de la tesis

La muestra tomada en esta gráfica corresponde a un día, en ella se puede notar un tráfico coherente y estable en horas laborables.

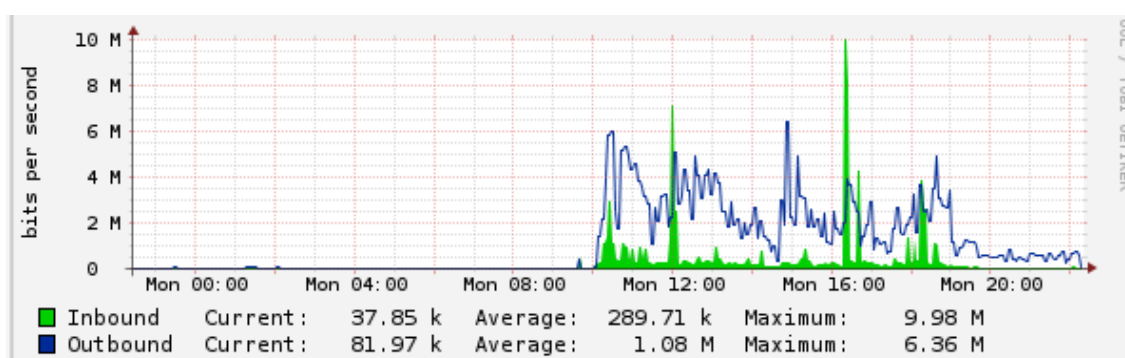
### 5.4.4 Análisis y monitoreo del tráfico de red Edificio Mercado Municipal – Edificio Patronato Municipal



**Figura 28:** Tráfico de red semanal entre Edificios, Mercado Municipal – Patronato Municipal

**Elaborado por:** Autor de la tesis

El consumo durante el periodo de una semana denota un bajo consumo de ancho de banda, esto es coherente con la cantidad de dispositivos que se conectan a la red desde este edificio, en el cual existen 3 computadoras conectada a la red.



**Figura 29:** Tráfico de red diario entre Edificios, Mercado Municipal – Patronato Municipal

**Elaborado por:** Autor de la tesis

El tráfico de este enlace muestra un consumo bajo, la presente gráfica corresponde a el consumo de un día en el Patronato Municipal.

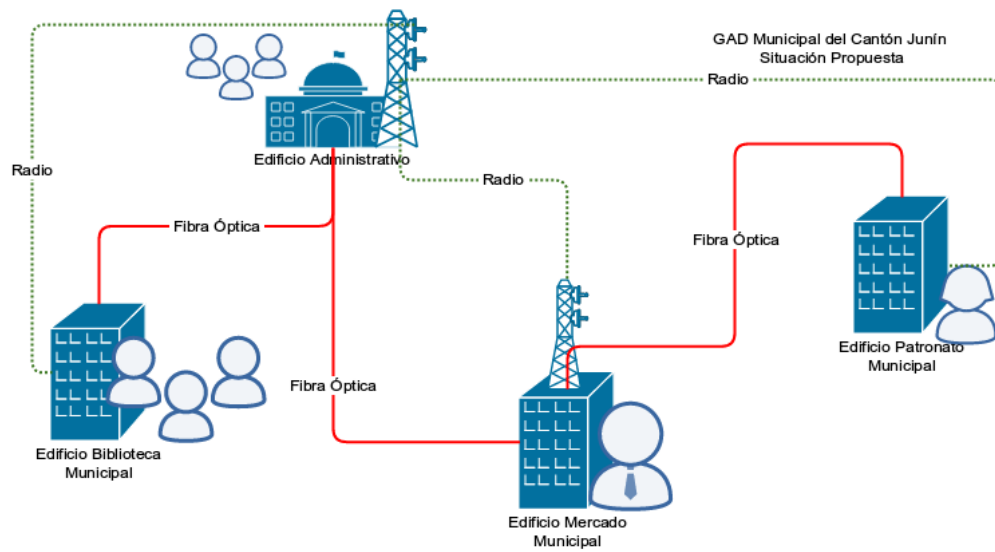
### **5.5 Propuesta de mejoramiento**

Luego de diagnosticar la situación actual de red interna del GAD Municipal del Cantón Junín, recopilar información de dispositivos e infraestructura física, realizar una evaluación técnica de los equipos, enlaces y elementos de red y analizar y determinar el tráfico de red se plantea implementar lo siguiente:

- Reemplazar los convertidores multimedia por interfaces SFP 1000Base-BX Bidireccional para eliminar un punto de fallo en los enlaces de fibra óptica e incrementar la velocidad de 100Mbps que provee el transceiver a 1Gbps que provee la interfaz.
- Implementar un enlace de radio entre el Edificio Administrativo y Patronato Municipal para cerrar así un anillo híbrido de radio y fibra óptica que mantenga la conectividad entre los edificios de la institución.
- Implementar un enlace de radio entre el Edificio Administrativo y Biblioteca Municipal para garantizar la disponibilidad de la red para los departamentos administrativos que operan desde esta ubicación.
- Habilitar y configurar STP en los Switches desplegados en cada edificio con la finalidad de automatizar la conmutación hacia los enlaces de respaldo en caso de fallas en los enlaces principales.

- Establecer políticas de seguridad por mac address en los switches administrables de capa 3 con los que se cuenta en cada edificio para evitar las conexiones no autorizadas de equipos ajenos a la institución.
- Habilitar y configurar VLAN para separar el tráfico de Telefonía IP, servicios informáticos y accesos públicos a la red, con la utilización de VLAN (red de área local virtual) pueden existir varias redes lógicas independientes dentro de una misma red física.
- Definir un direccionamiento IP diferente para servidores, equipos de radio, switches y demás elementos que integran la red, esto con la finalidad de mantener el registro ordenado de las asignaciones de dirección IP para cada dispositivo/servicio. Se recomienda el uso de direcciones IP no ruteables desde internet como, por ejemplo: 10.0.0.0/24 para servidores, 192.168.0.0/24 para switches, 172.16.0.0/24 para terminales y computadoras, 172.16.1.0/24 para el acceso inalámbrico.

La siguiente gráfica muestra los enlaces propuestos para mejorar el desempeño de la red y evitar interrupciones de servicio en caso de fallos en los enlaces principales de fibra óptica.



**Figura 30 :** Esquema lógico de la red propuesto  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

### 5.5.1 Interfaz SFP

Un SFP, definido como small form-factor pluggable, es un transceptor insertable en caliente que se emplea para servir de interface entre un equipo de comunicaciones (switch, router, conversor de medios) y un enlace por fibra óptica. [7]

El TL-SM321B de TP-LINK adopta la última norma 1000Base-BX, transmisión a través de una sola hebra de fibra, con una longitud de onda diferente que va en cada dirección. Se puede extender la distancia de red de hasta 10 km con los routers TP-LINK, interruptores, convertidores de medios para proporcionar alta velocidad y estabilidad. [8]



**Figura 31:** Modulo SFP 1000 Base-BX WDM bidireccional  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

Se plantea cambiar los transceivers que actualmente se usan en el GAD Municipal del Cantón Junino y usar interfaces SFP, así se reduce dos puntos de fallo que el convertidor multimedia y/o su fuente de poder pueden presentar y se incrementa la capacidad del enlace a 1Gbps, el transceiver provee 100Mbps en la actualidad.

### 5.5.2 Radio Mikrotik

Mikrotik es una compañía europea que fabrica elementos de red para enlaces inalámbricos, sus dispositivos son de buena calidad y tienen un costo razonable. Se sugiere la utilización del modelo NetMetal 5 el cual opera en la banda libre de 5Ghz y provee 40Mhz de ancho de banda.



**Figura 32:** Radio Mikrotik MetMetal 5

**Elaborado por:** Autor de la tesis

Por otra parte, su diseño adaptado para intemperie y la utilización de inyector PoE para alimentar con energía eléctrica al dispositivo lo hacen ideal para su implementación evitando así tener que instalar caja de intemperie con toma eléctrica en la estructura de fijación donde se lo ubique.

### 5.5.3 Antena Mikrotik

Antena sectorial para usar en la banda de 5Ghz y con 15dBi de ganancia y 120 grados de cobertura.



**Figura 33:** Antena Mikrotik mANT 15s 15dBi

**Elaborado por:** Autor de la tesis

### 5.5.4 Análisis financiero

A continuación, se detallan el valor monetario de la propuesta de mejoramiento, se ha tomado como referencias los precios en el mercado local.

**Tabla 3:** Análisis de precios  
**Elaborado por:** Autor de la tesis

<b>Elemento: Objetivo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Interfaz SFP 1000Base-BX Bidireccional: Reemplazar convertidores para reducir puntos de falla	6	\$130	\$780
Radio Mikrotik Netmetal 5 : Enlaces nuevos entre Edificio Administrativo - Biblioteca Municipal y Edificio Administrativo - Patronato Municipal para proveer redundancia en la red	4	\$160	\$640
Antena Mikrotik mANT 15s 15dBi: Enlaces nuevos entre Edificio Administrativo - Biblioteca Municipal y Edificio Administrativo - Patronato Municipal para proveer redundancia en la red	4	\$90	\$360
<b>Inversión Total</b>			<b>\$1780</b>

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

Una vez realizado el análisis de tráfico en la red local del GAD Municipal del Cantón Junín he llegado a las siguientes conclusiones:

- El tráfico de red en la institución es aun pequeño y manejable, aplicando políticas de seguridad y acceso mínimas se puede mantener una red ordenada y lista para crecer.
- La institución cuenta con enlaces de fibra óptica principales los cuales presentan una fortaleza y ventaja notable en su conectividad.
- De acuerdo a lo indicado por los principales del Departamento de Tecnologías de la Información, hasta el momento no han conocido de alguna acción que atente contra la integridad de la información y servicios que proporcionan en la red, no obstante, están conscientes de que la seguridad es fundamental para salvaguardar los datos y registros de uso de la institución y los ciudadanos del Cantón Junín y muestran total apertura para aplicar las propuestas fruto de este caso de estudio.
- El costo de inversión es módico tomando en cuenta que se optimizará el desempeño de la red y habilitará una redundancia completa que garantizará la continuidad del servicio en la entidad.

## 6.2 Recomendaciones

Una vez realizado el análisis de tráfico en la red local del GAD Municipal del Cantón Junín puedo sugerir las siguientes recomendaciones:

- Establecer políticas de acceso a la información.
- Implementar restricciones a nivel de capa de transporte con la finalidad de evitar intrusiones.
- Realizar mantenimiento periódico de los enlaces tanto de fibra óptica como de radio para garantizar su operatividad en el tiempo.
- Revisar frecuentemente las gráficas de consumo de ancho de banda que proporciona el sistema Cacti para poder determinar tráfico no autorizado y bloquearlo.
- Implementar un servicio de cortafuegos para proteger la red interna de los accesos desde Internet.
- Implementar un servicio IDS (Intruder Detection System) con notificaciones para alertar a los administradores de la red, de eventos que pudieran comprometer la seguridad e integridad de los servicios entregados en la red local.

## 7. Bibliografía

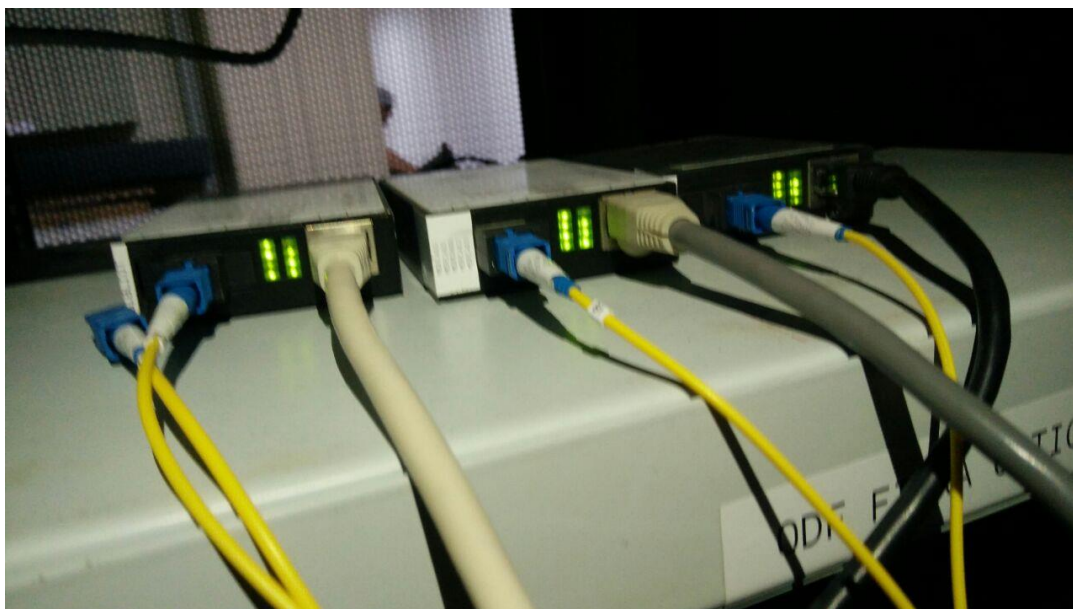
- [1] Redes y Comunicaciones de datos. Recuperado el 11 de julio de 2017 de <http://www.monografias.com/trabajos12/trdecom/trdecom.shtml>
- [2] Protocolos de Enrutamiento Simulador de Tráfico de Redes. Recuperado el 12 de julio de 2017 de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/enrutamiento-trafico-redes/enrutamiento-trafico-redes.shtml>
- [3] Tecnología e Información (2010). Recuperado el 13 de julio de 2017 de <http://latecnologiavirtual.blogspot.com/2010/05/redes-informatica.html>
- [4] Red de Área Local (LAN). Recuperado el 17 de julio de 2017 de <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Red-de-area-local-LAN>
- [5] Telefonía Voz IP. Recuperado el 21 de julio de 2017 de <http://www.telefoniavozip.com/voip/que-es-la-telefonía-ip.htm>
- [6] CACTI. Recuperado el 05 de agosto de 2017 de [https://www.cacti.net/what\\_is\\_cacti.php](https://www.cacti.net/what_is_cacti.php)
- [7] SFP Óptico. Recuperado el 07 de septiembre de 2017 de <http://vam-comunicaciones-ferroviarias.blogspot.com/2012/11/que-es-un-sfp-optico.html>

- [8] Módulo SFP 1000Base-BX WDM bidireccional. Recuperado el 07 de septiembre de 2017 de [http://www.tp-link.com.mx/products/details/cat-5073\\_TL-SM321B.html](http://www.tp-link.com.mx/products/details/cat-5073_TL-SM321B.html)

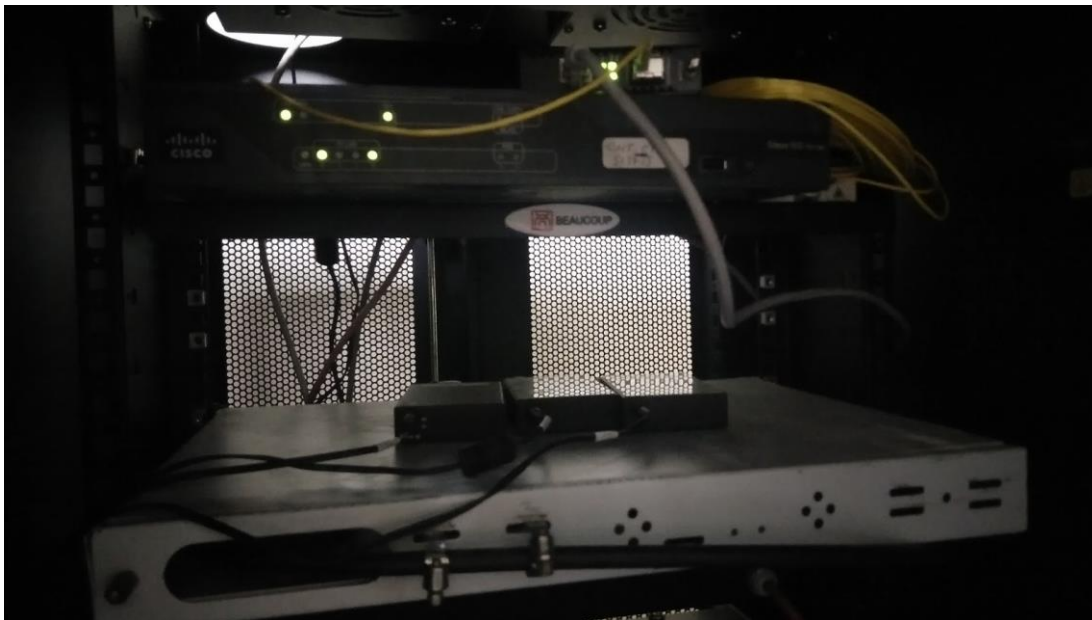
## Anexos



**Grafica 1:** Switch principal en Edificio Administrativo



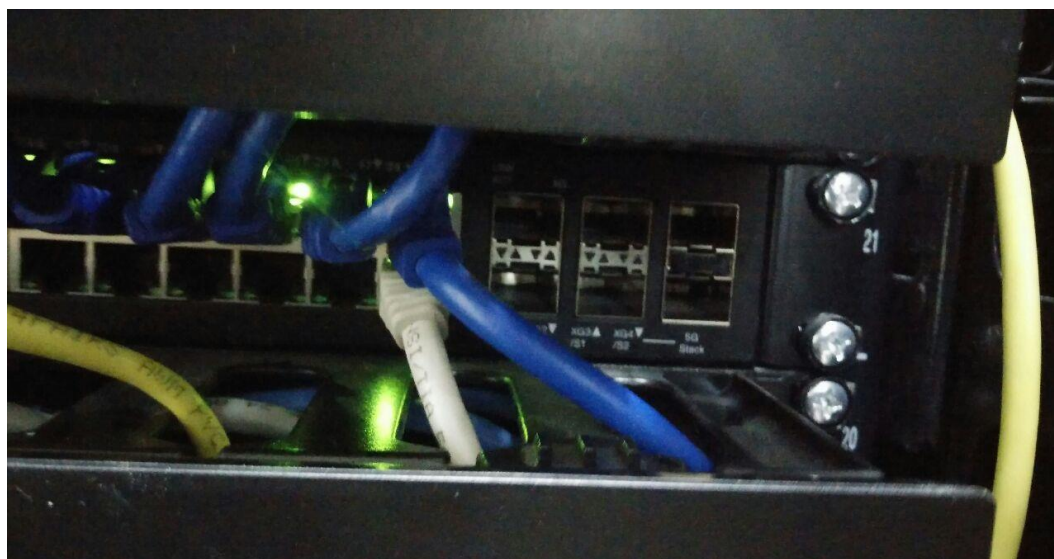
**Grafica 2:** Enlaces de fibra óptica hacia los demás edificios de la entidad



**Grafica 3:** ODF en Edificio Administrativos



**Grafica 4:** Rack de servidores en el Edificio Administrativo



**Grafica 5:** Switch en Biblioteca Municipal



**Grafica 6:** Torre en Mercado Municipal



**Grafica 7:** Switch ubicado en Mercado Central



**Grafica 8:** Switch instalado en Patronato Municipal