

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN

ESPECIAL

TEMA:

“DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE ENLACES DE DATOS  
INALÁMBRICOS QUE OPTIMICE EL ACCESO EN LA CARRERA DE  
COMPUTACIÓN DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ”

YIMMY SALVADOR LOOR VERA

Quito – 2016

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. JUSTIFICACIÓN .....	8
3. ANTECEDENTES.....	10
4. OBJETIVOS .....	11
4.1. Objetivo General.....	11
4.2. Objetivos Específicos .....	11
5. Diseño de un enlace de datos inalámbricos en la carrera de Computación de la “ESPAM MFL” .....	12
5.1. Introducción .....	12
5.2. Descripción Infraestructura Física del Edificio Inteligente .....	13
5.2.1. Infraestructura de la Red del Edificio de Computación.....	17
5.2.2. Topología de la Red (Edificio de Computación).....	22
5.2.3. Medios de Transmisión .....	23
5.2.4. Equipos Tecnológicos .....	24
5.2.5. Servicios de la Carrera de Computación .....	28
5.3. Estudio y determinación del tráfico best effort.....	28
5.3.1. Best effort .....	29
5.3.2. Tráfico de internet. ....	29
5.4. Diseño de infraestructura de Red Inalámbrica.....	35

5.4.1.	Estándares Wi-Fi. ....	35
5.4.2.	Equipos y características .....	40
5.4.3.	Zona de calor o mapa de calor.....	43
5.4.4.	Configuración de los equipos .....	46
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
6.1.	CONCLUSIONES .....	52
6.2.	RECOMENDACIONES.....	54

## FIGURAS

Figura 1 Primera Planta Baja del Edificio de Computación.....	14
Figura 2 Primera Planta Alta del Edificio de Computación .....	15
Figura 3 Segunda Planta Alta del Edificio de Computación.....	16
Figura 4 Data Center .....	18
Figura 5 Laboratorios 101,102 y 103 .....	19
Figura 6 Laboratorios 101, 102 y 103 .....	20
Figura 7 Sala de Docentes Tiempo Completo.....	21
Figura 8 Sala de Docentes Tiempo Completo.....	21
Figura 9 Topología Estrella Extendida.....	23
Figura 10 Ancho de Banda soportado.....	24
Figura 11 Swich TPLINK .....	25
Figura 12 Routers .....	26
Figura 13 Swich.....	27
Figura 14 Uso del Internet en porcentaje por servicio.....	30
Figura 15 Beamforming.....	38
Figura 16 Velocidad de Transmisión de los diferentes estándares.....	40
Figura 17 Mapa de calor.....	44
Figura 18 Router.....	46
Figura 19 Configuración de equipos inalámbricos.....	46

Figura 20 Configuración de la Tarjeta de Red .....	47
Figura 21 Configuración de la Tarjeta de Red .....	47
Figura 22 Acceso al Router .....	47
Figura 23 Pestaña principal de Router.....	48
Figura 24 Configuración Inalámbrica del Router.....	49
Figura 25 Cambiar de clave al acceso del Router .....	49
Figura 26 Configuración del siguiente equipo inalámbrico .....	50
Figura 27 Pestaña Principal .....	50
Figura 28 Diseño de la Red Inalámbrica .....	51

### **Tabla**

Tabla 1 Números de equipos por laboratorio .....	32
--	----

# 1. INTRODUCCIÓN

En el presente caso de estudio se realizará un análisis sobre los servicios de red ofertados y el tráfico de la red de telecomunicaciones de la carrera de Computación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” y en base a estos resultados se diseñará una infraestructura de telecomunicaciones inalámbricas con las mejores tecnologías en cuanto a medios de transmisión inalámbricos e Infraestructura de red, acorde a los requerimientos de la red y al crecimiento de la misma en un futuro, los servicios de red que van a ser analizados son internet, bibliotecas virtuales, sistema de control de asistencia en línea, aulas virtuales y usuarios que se conectan de forma simultánea, dichos servicios son ofrecidos dentro de la carrera de Computación.

La infraestructura de telecomunicaciones de la carrera de Computación actualmente se encuentra construida con fibra óptica en la red WAN y en la red LAN de forma mixta contando con UTP y puntos de acceso inalámbrico, dicha infraestructura permite el acceso a los servicios ofrecidos por la Red de la ESPAM MFL tanto a equipos fijos como a equipos portátiles. El edificio de la carrera de Computación está compuesto de tres plantas, las cuales se desglosan de la siguiente forma:

Primera planta: Aula1, Aula 2, Aula 3, Aula 4, Sala de Docentes Tiempo Completo 2, Auditorio, Sala de Docentes Tiempo Completo 1, Data Center, Laboratorio 101 (Base de Datos y Lenguaje de Programación 1), Laboratorio 102 (Lenguaje de Programación 2), Laboratorio 103 (Electrónica). Segunda planta: Laboratorio 201 (Diseño Gráfico), Laboratorio 202 (Capacitaciones y Seminarios), UPS (Unidad de Producción de Software), Laboratorio 203 (Redes), Laboratorio 204 (Análisis de algoritmo y Estructura de Datos), Laboratorio 205 (Mantenimiento y Sistemas Operativos), Dpto. Técnico, Secretaría, Oficinas

CAAI (Centro de Aprendizaje de Aplicaciones Informáticas) y Dirección. Tercera planta: Aula 301, Aula 302, Aula 303, Aula 304, Aula 305 y Aula 306. En cada una de estas Aulas, laboratorios, Salas, oficinas y pasillos estará cubierto en su totalidad de red de datos inalámbricos.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la tecnología se ha convertido en parte fundamental en la vida de las personas y en las actividades que éstas realizan a diario, el servicio de Internet se ha vuelto una necesidad, y el manejo de información así como los diferentes servicios que se pueden brindar, estos exigen cada vez más un mayor ancho de banda y equipos adecuados para estudiantes, docentes y público en general.

Los sistemas de telecomunicaciones van mejorando día a día y cada vez se vuelven más complementarios, ya no solo hace falta tener puntos de red alámbricos convencionales sino que se necesitan puntos de acceso inalámbricos por la movilidad y el bajo costo de implementación que estos ofrecen, de esta manera optimizar al máximo los servicios que hay dentro de esta infraestructura de red.

El artículo 9 de la Ley de Telecomunicaciones del Ecuador reconoce a las redes de telecomunicaciones como los sistemas y demás recursos que permiten la transmisión, emisión y recepción de voz, vídeo, datos o cualquier tipo de señales, mediante medios físicos o inalámbricos, con independencia del contenido o información cursada y el artículo 12 de la misma ley, manifiesta que el Estado impulsará el establecimiento y explotación de redes y la prestación de servicios de telecomunicaciones que promuevan la convergencia de servicios, de conformidad con el interés público. (Asamblea Nacional, 2015)

El Plan Nacional del Buen Vivir en su Objetivo 11 apartado 3 literal C impulsa la calidad, la seguridad y la cobertura en la prestación de servicios públicos, a través del uso de las telecomunicaciones y de las TIC; especialmente para promover el acceso a servicios financieros, asistencia técnica para la producción, educación y salud. (Senplades, 2013)

El Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Superior (CEAACES) en su deber de velar por la calidad de la educación superior reconoce como uno de sus indicadores de acreditación la “Conectividad” y “Acceso a estudiantes”. (Ceaases, 2014)

En base a lo expuesto la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, al igual que la carrera de Computación luchan por la mejora de la educación superior y por ende de la calidad de vida de los ecuatorianos enmarcados en el plan del buen vivir, el autor se plantea llevar a cabo este estudio, en donde se analizarán infraestructuras de red, requerimientos de tráfico, y se diseñara una mejora a la red actual con puntos de accesos inalámbricos, se definirán las características mínimas de los equipos y la posición de los mismos, con el fin de que la red sea escalable y otros aspectos que permitan el cumplimiento del objetivo de la investigación.

La importancia de este caso de estudio radica en que a través de un estudio técnico se pueda dar cobertura inalámbrica en todo el edificio de la carrera de Computación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” ESPAM MFL, de manera que se pueda reducir al mínimo los problemas de conectividad.

### **3. ANTECEDENTES**

Según el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC, 2013) en los últimos años las redes inalámbricas (WLAN, Wireless Local Area Network) han ganado mucha popularidad en mercados verticales tales como hospitales, fábricas, bodegas, tiendas de autoservicio, tiendas departamentales, pequeños negocios y áreas académicas. Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder a la información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en un sólo lugar. Con WLANs la red por sí misma es móvil y elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la empresa en este caso de la carrera de computación. Un usuario dentro de una red inalámbrica puede transmitir y recibir voz, datos y video dentro de edificios, entre edificios o campus universitarios e inclusive sobre áreas metropolitanas.

La carrera de computación de la Escuela superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” posee un edificio de tres plantas, el cual debe de contar con un enlace de datos inalámbrico para optimizar los servicios, y así satisfacer las necesidades de los Docentes, estudiantes y público en general, con el siguiente caso de estudio técnico la carrera contará con un diseño de estructura de datos inalámbricos que sobresaldrá de las demás carreras, ya que es una carrera donde la tecnología es lo primordial.

Las entidades de Educación Superior se encuentran en el ojo de atención de organismos creados para el efecto, por ello está siendo evaluadas y supervisadas a nivel nacional, por lo cual, contar con estudios en tecnología a la vanguardia aprovechando eficientemente los recursos que ofrecen, contribuyen al mejoramiento de la calidad de la excelencia educativa y por ende al Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Diseñar una infraestructura de enlaces de datos inalámbricos que optimice el acceso a los diferentes servicios que proporciona la Carrera de Computación de la “ESPAM MFL”, y así mejorar el tráfico de datos.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- ✚ Recolectar información acerca de los equipos e infraestructura física que posee la carrera de computación de la “ESPAM MFL”.
- ✚ Analizar y determinar el tráfico best effort para la infraestructura de red inalámbrica.
- ✚ Diseñar una infraestructura de red de datos inalámbricos acordes a parámetros estandarizados y así garantizar el mejor acceso a los servicios.
- ✚ Presentar una propuesta de infraestructura de red con dimensionamiento de enlaces y cobertura de red inalámbrica.

## **5. Diseño de un enlace de datos inalámbricos en la carrera de Computación de la “ESPAM MFL”**

En el siguiente caso de estudio se diseñará un enlace de datos inalámbricos con todos los estudios técnicos y profesionales que el caso lo amerite, obteniendo al final de este los cálculos y equipos necesarios para que la red inalámbrica funcione en óptimas condiciones.

### **5.1. Introducción**

Huidobro, J. (2010). WLAN y Bluetooth. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos14/wi-fi/wi-fi.shtml>. Una WLAN (Wireless Local Access Network) es un sistema de comunicaciones de datos que transmite y recibe datos utilizando ondas electromagnéticas, en lugar del par trenzado, coaxial o fibra óptica usado en las LAN convencionales, y que proporciona conectividad inalámbrica de igual a igual (peer to peer), dentro de un edificio, de una pequeña área residencial/urbana o de un campus universitario. Las WLAN tienen su campo de aplicación específico, igual que Bluetooth, y ambas tecnologías pueden coexistir en un mismo entorno sin interferirse gracias a los métodos de salto de frecuencia que emplean, sus aplicaciones van en aumento y, conforme su precio se vaya reduciendo, serán más y más los usuarios que las utilicen, por las innegables ventajas que supone su rápida implantación y la libertad de movimientos que permiten.

La carrera de Computación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” cuenta con un edificio inteligente, donde están ubicados 7 laboratorios, 10 aulas, 2 salas para docentes tiempo completo, auditorio, secretaría, dirección, UPS (Unidad de Producción de Software), Data Center y departamento técnico.

El total de ordenadores de la carrera es de 168, de los cuales 90 son all in one (todo en uno) lo que quiere decir que estas máquinas vienen con tarjeta de red inalámbrica incorporada, lo que conlleva a diseñar un enlace de datos inalámbricos para optimizar los servicios y hacerle merito a su nombre (edificio inteligente).

## **5.2.Descripción Infraestructura Física del Edificio Inteligente**

El edificio inteligente de la carrera de computación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, está compuesto de tres plantas, las cuales se detallan a continuación:

Primera Planta Baja: Aula 101, Aula 102, Aula 103, Aula 104, Sala de Docentes Tiempo Completo 1, Auditorio, Sala de Docentes Tiempo Completo 2, Data Center, Laboratorio 101, Laboratorio 102, Laboratorio 103, Baños, Cafetería y Hall. (Figura 1).

Primera Planta Alta: Laboratorio 201, Laboratorio 202, Laboratorio 203, Laboratorio 204, Laboratorio 205, Dirección, Secretaría, Oficina CAAI (Centro de Aprendizaje de Aplicaciones Informáticas), UPS (Unidad de Producción de Software), Departamento Técnico, Baños y Hall. (Figura 2)

Segunda Planta Alta: Aula 31, Aula 302, Aula 303, Aula 304, Aula 305, Aula 306 y Hall. (Figura 3).

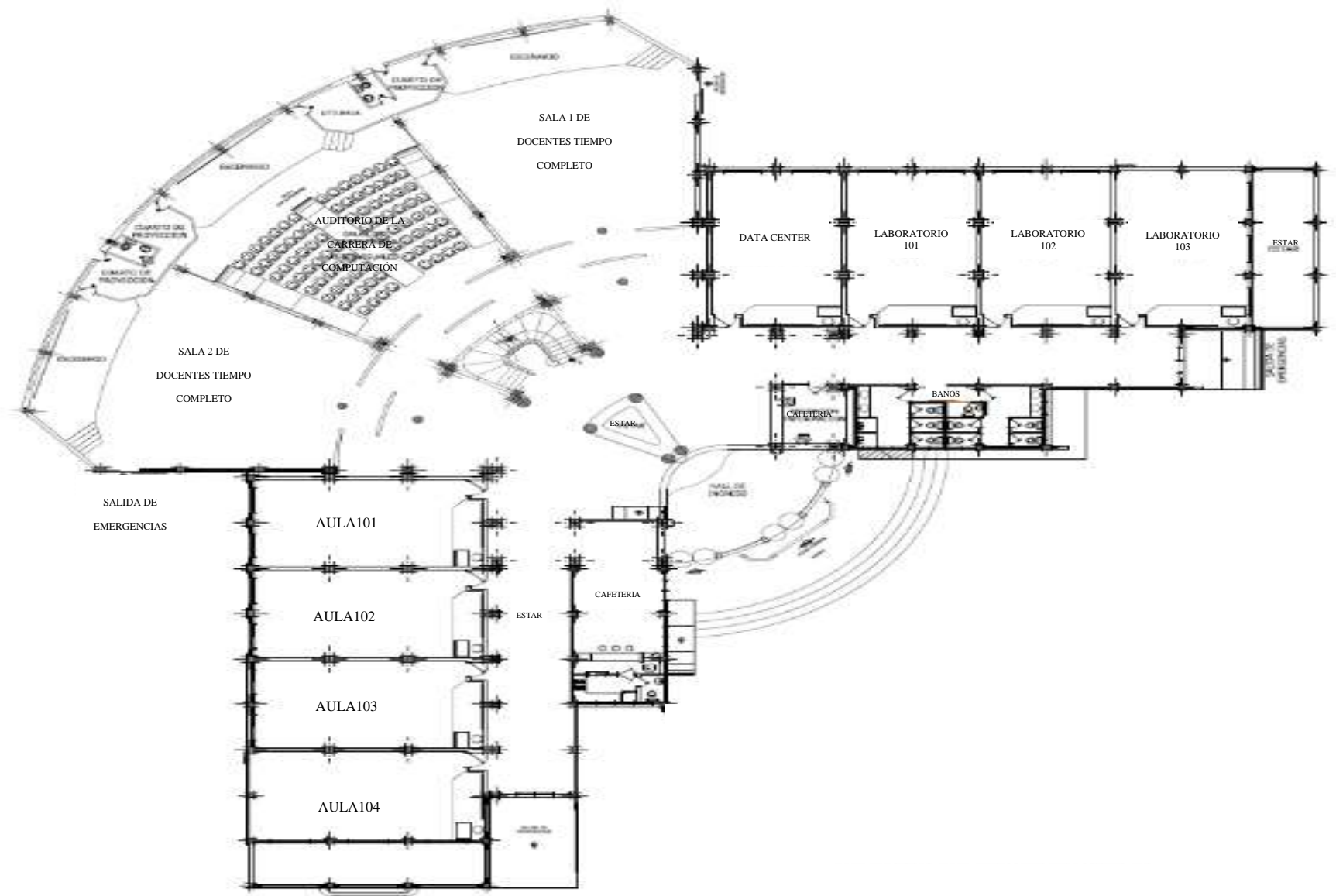


Figura 1 Primera Planta Baja del Edificio de Computación

Fuente: Departamento de Planificación

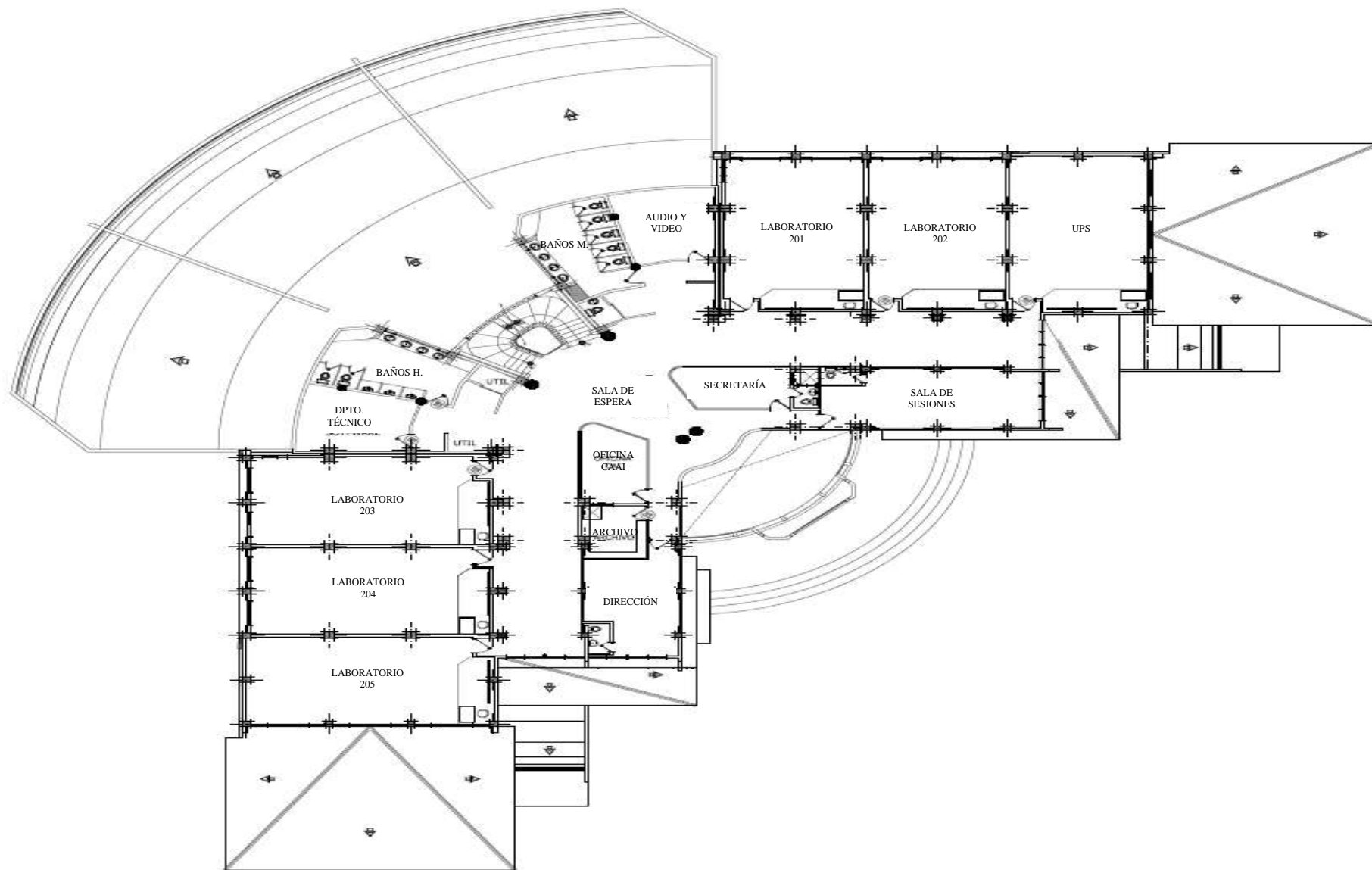
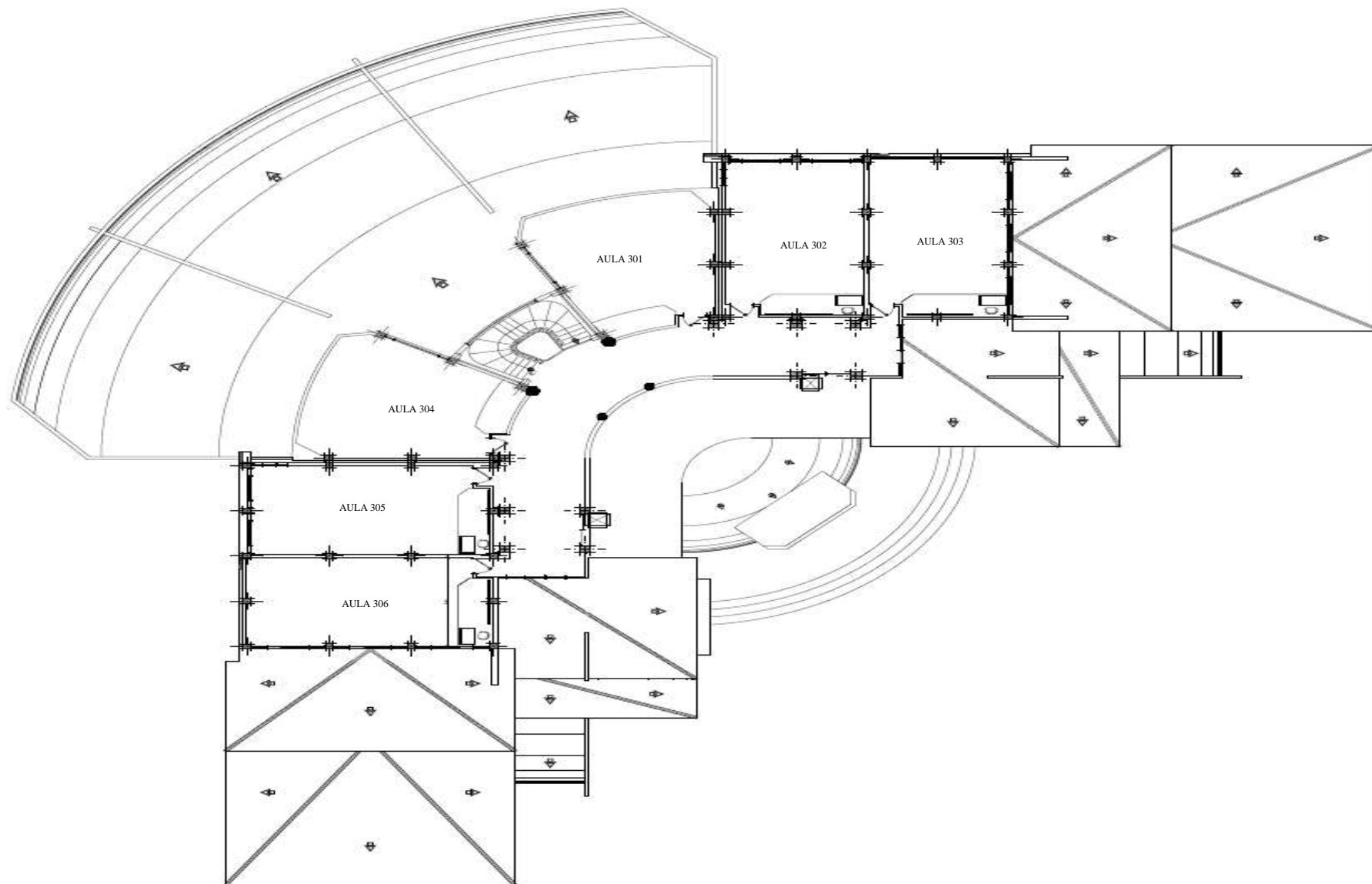


Figura 2 Primera Planta Alta del Edificio de Computación

Fuente: Departamento de Planificación



*Figura 3* Segunda Planta Alta del Edificio de Computación.

Fuente: Departamento de Planificación

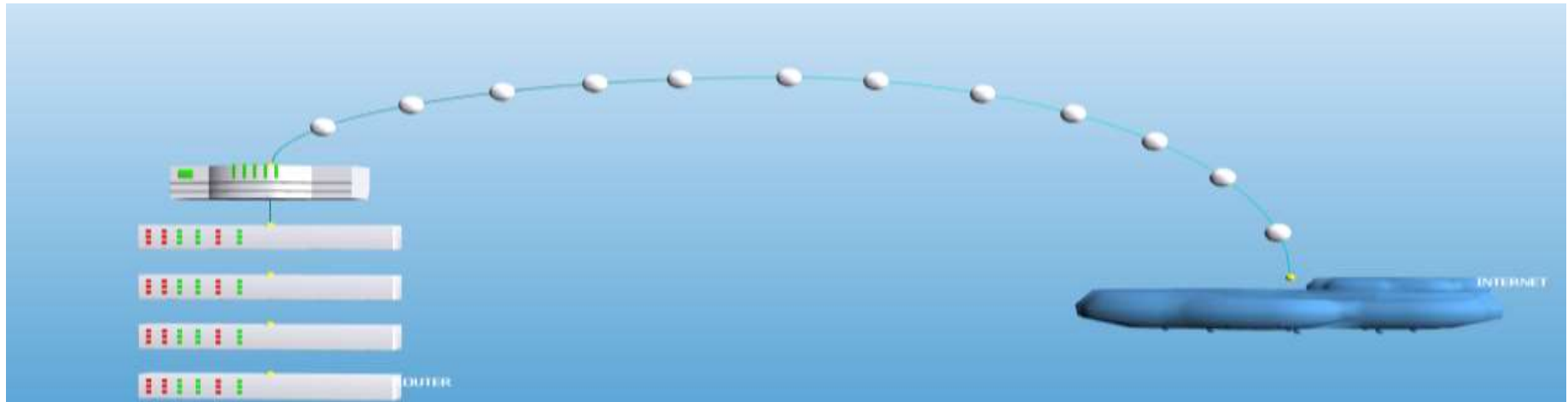
### **5.2.1. Infraestructura de la Red del Edificio de Computación.**

A continuación se realizará un resumen de cómo está compuesta la red de la carrera de Computación de acuerdo a los archivos que posee el departamento de tecnología.

En la actualidad la ESPAM- MFL cuenta con un ancho de banda de 80 Mbps, el cual llega directamente por medio de fibra óptica al Data Center de la Carrera de Computación.

El ancho de banda se distribuye a las dos áreas (agroindustrial y agropecuaria), el 80% de la red de la ESPAM – MFL está constituido de fibra óptica multimodo, existe una red por cada edificio, En el edificio de Computación la red está compuesta por cableado estructurado categoría 6e.

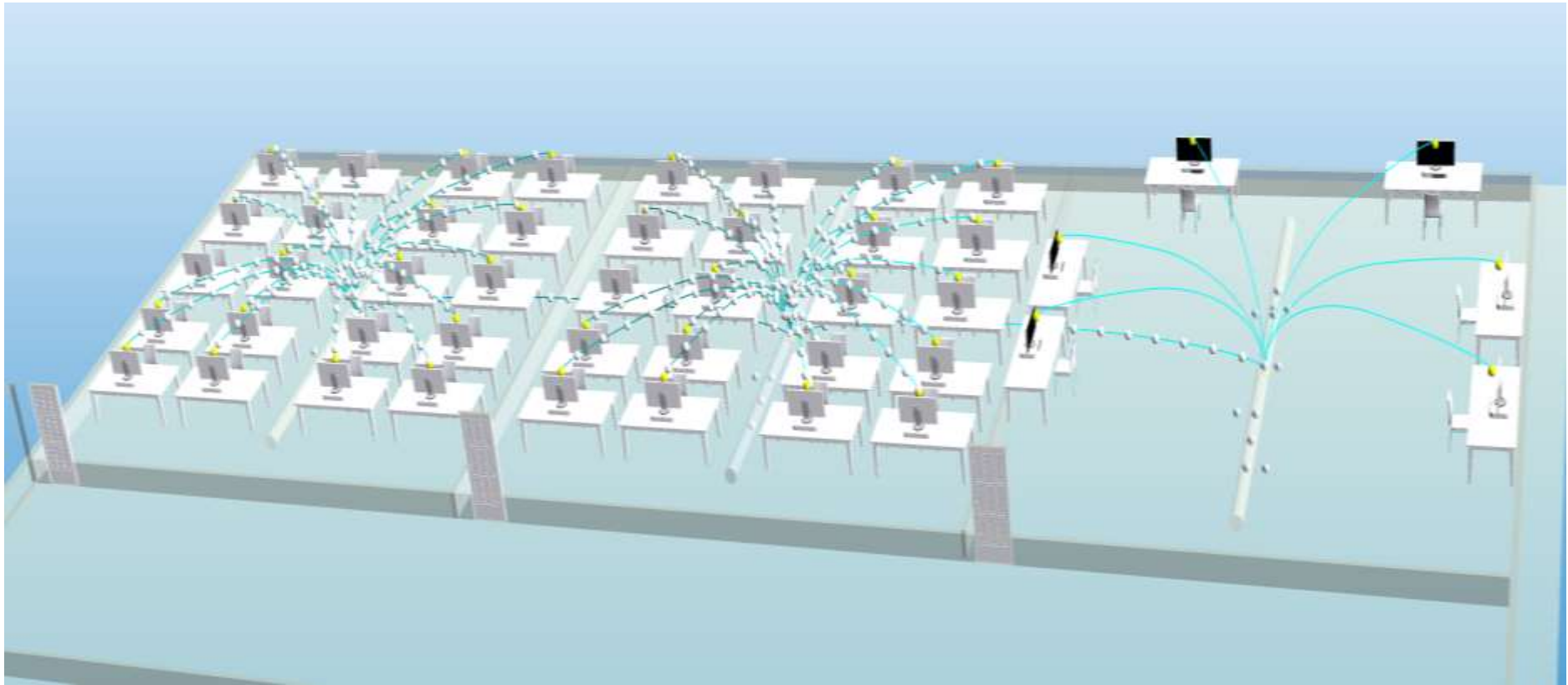
Durante todo el desarrollo de este trabajo se realizará un análisis de los componentes que se debe tener en cuenta para determinar si verdaderamente se cuenta con una red eficiente en dar soporte a los servicios que presta la misma, para luego de este análisis presentar un Diseño acorde a las necesidades de los usuarios. A continuación se comenzará con el levantamiento detallado, mismo que incurre en revisar topologías, medios de transmisión entre otros para ello se empezará mostrando la siguiente figura.



*Figura 4 Data Center*

Fuente: Autor

Descripción: en la figura anterior se muestra como llega el internet al data center de la carrera de Computación, el proveedor (CNT) llega hasta el router de la institución a través de fibra óptica, del enrutador pasa a los conmutadores a través de cable UTP categoría 6e, los mismos que se encuentran colocados en cascada para repartir el internet en todo el edificio de la carrera de computación.



*Figura 5* Laboratorios 101,102 y 103

Fuente: Autor

Descripción: Los conmutadores que se encuentran en forma de cascada son los encargados de repartir el internet a través de cable UTP categoría 6e a los laboratorios 101,102 y 103 que están en la planta baja del edificio de la carrera de Computación.

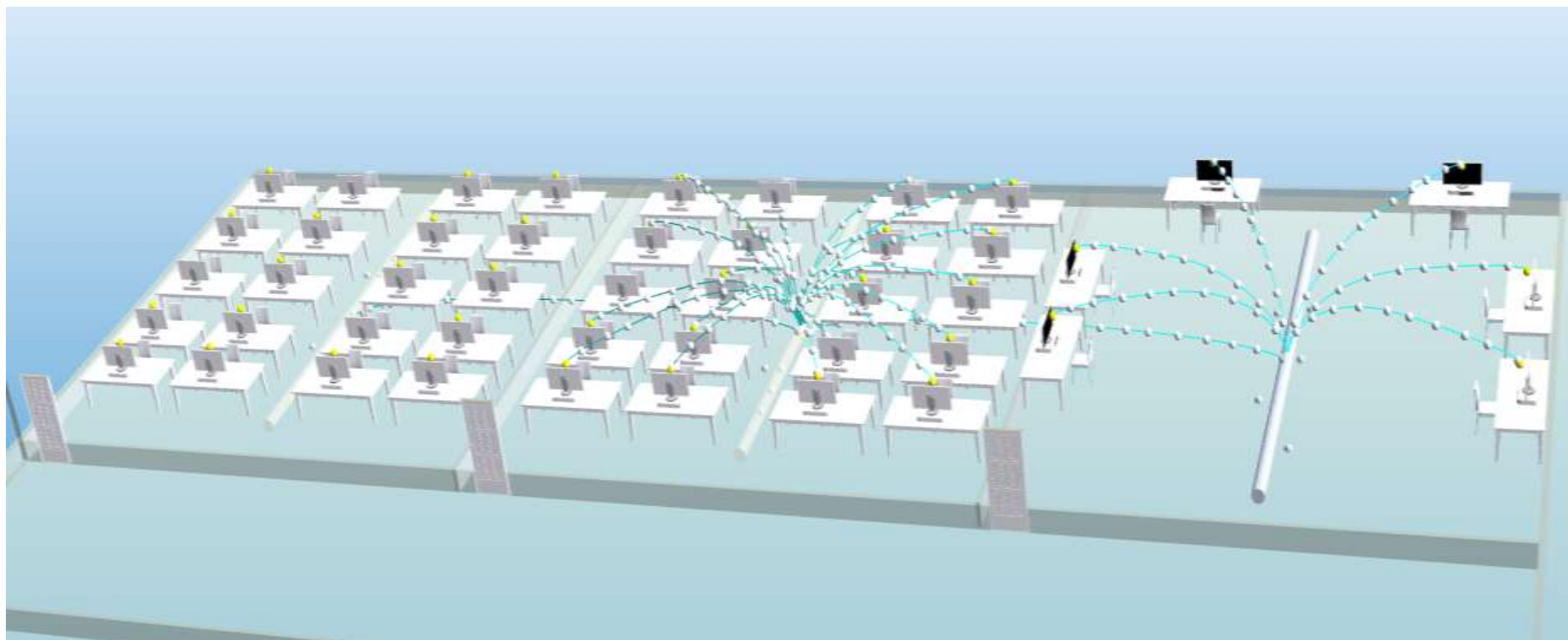
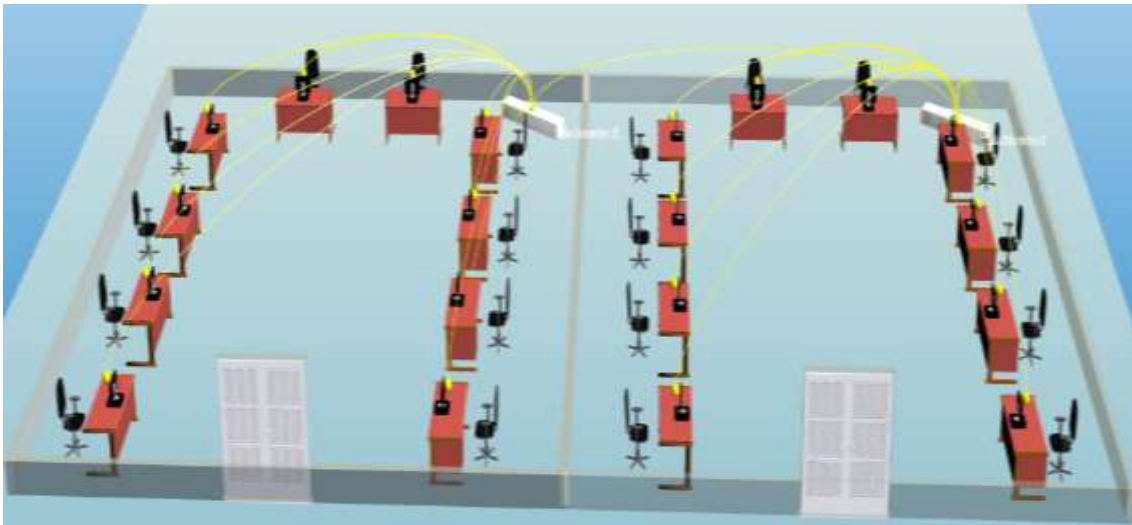


Figura 6 Laboratorios 101, 102 y 103

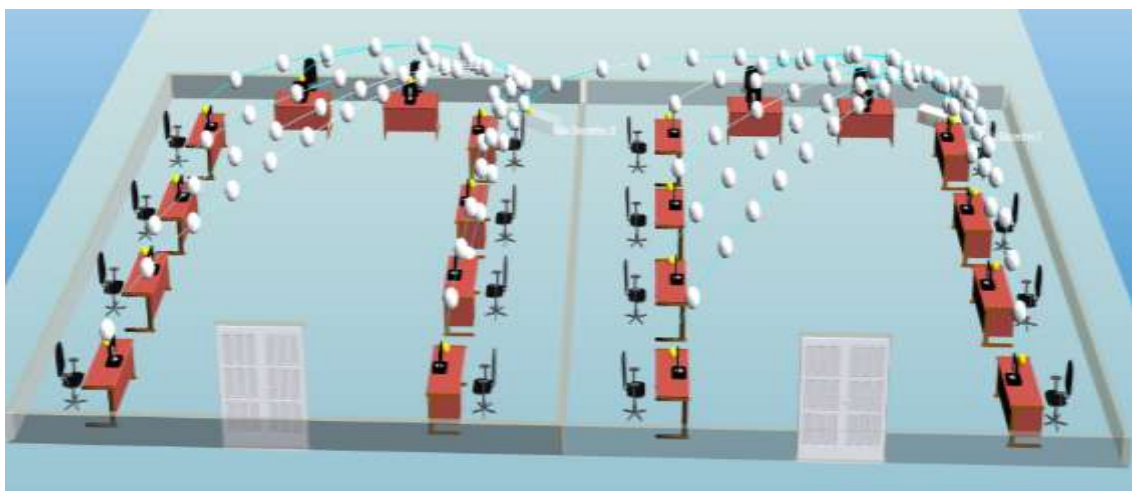
Fuente: Autor



*Figura 7* Sala de Docentes Tiempo Completo.

Fuente: Autor

Descripción: las figura 7 y 8 muestra cómo están distribuidos los cubículos de los docentes de tiempo completo cada uno de ellos posee un ordenador y acceso a internet por medio de cable estructurado categoría 6e y un conmutador por cada sala que están conectados al backbone del data center.



*Figura 8* Sala de Docentes Tiempo Completo.

Fuente: Autor

### **5.2.2. Topología de la Red (Edificio de Computación).**

La topología de la red LAN del edificio de la carrera de computación tiene una topología de estrella, Atom, M. (2011). Tipo de Topologías y Redes [Entrada de Blog]. Recuperado de <http://topologias4conalep.blogspot.com/p/topologia-en-estrella-y-estrella.html> acota que una red en estrella es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de éste. Dado su transmisión, una red en estrella activa tiene un nodo central activo que normalmente tiene los medios para prevenir problemas relacionados con el eco, se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta topología. El nodo central en estas sería el enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes.

#### **Ventajas**

- Tiene los medios para prevenir problemas.
- Si una PC se desconecta o se rompe el cable solo queda fuera de la red esa PC.
- Fácil de agregar, reconfigurar arquitectura PC.
- Fácil de prevenir daños o conflictos.
- Permite que todos los nodos se comuniquen entre sí de manera conveniente.
- El mantenimiento resulta más económico y fácil que la topología bus

#### **Desventajas**

- Si el nodo central falla, toda la red se desconecta.
- Es costosa, ya que requiere más cable que las topologías bus o anillo.
- El cable viaja por separado del hub a cada computadora.

En la topología estrella todas las estaciones están unidas, mediante medios bidireccionales, a un módulo o nodo central que efectúa funciones de comunicación.



*Figura 9* Topología Estrella Extendida.

Fuente: Autor

### **5.2.3. Medios de Transmisión**

Los medios de transmisión de la red de la carrera de computación en el backbone están constituidos de fibra óptica multimodo bajo los estándares ITU-T-G.651 que dan las características de un cable de fibra óptica multimodo de índice gradual de 50/125  $\mu\text{m}$  (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 1998)

El cableado estructurado actualmente se encuentra construida con cable UTP categoría 6e, el mismo se construyó bajo los estándares EIA/TIA 568A y 568B. Esta norma, regula todo lo concerniente a sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales en cuanto a redes LAN. (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, 2005)

Por otra parte el (IEEE) Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica establece al cableado de cobre en IEEE-802.3 y lo califica según su rendimiento de acuerdo la capacidad para transportar datos de ancho de banda.

**DENTRO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS, LOS MÁS UTILIZADOS EN EL CAMPO DE LAS COMUNICACIONES Y LA INTERCONEXIÓN DE ORDENADORES SON:**

- Par Trenzado
- Cable Coaxial
- Fibra Óptica

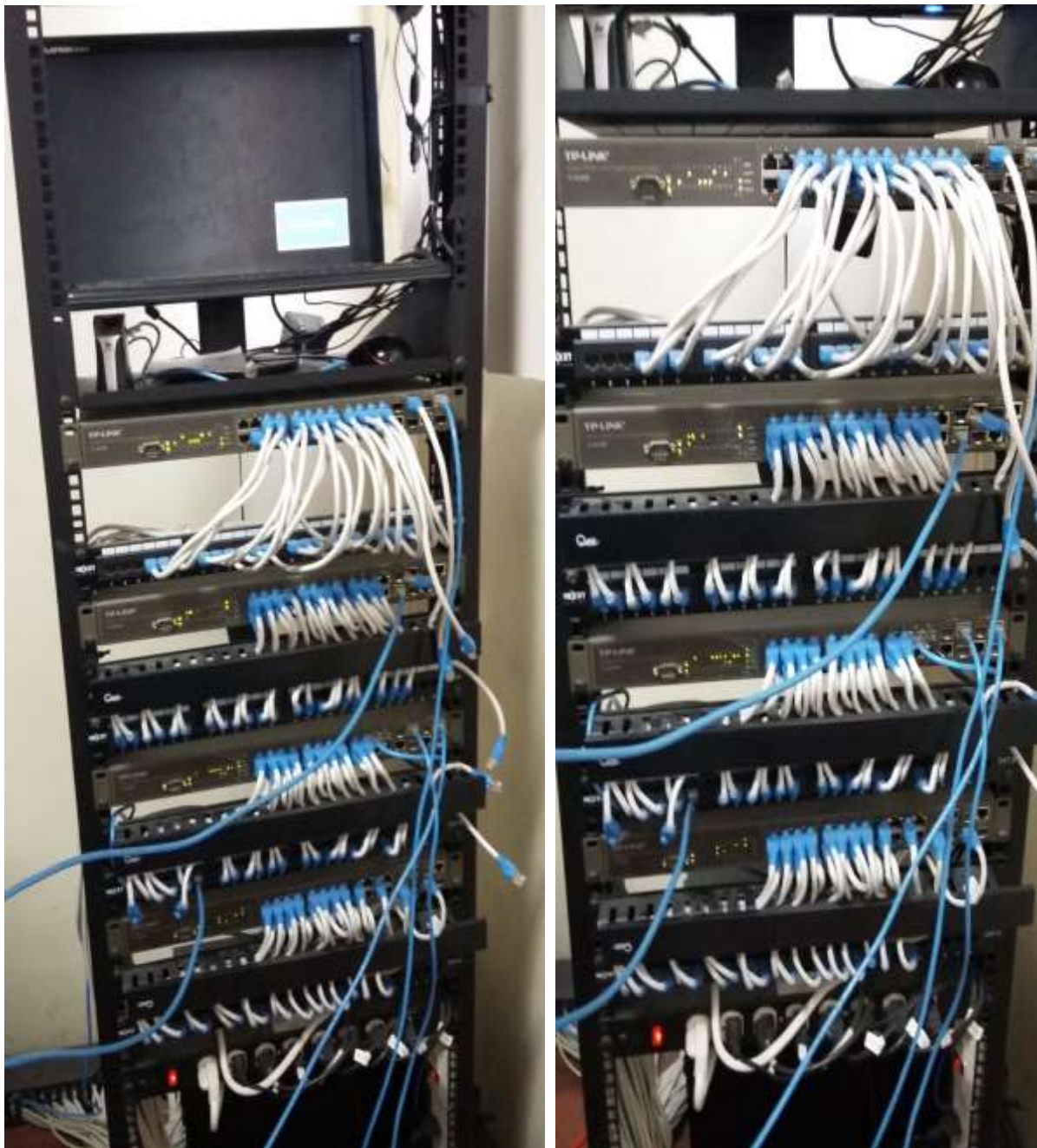
Medio de Transmisión	Razón de datos total	Ancho de Banda	Separación entre repetidores
Par Trenzado	4 Mbps	3 Mhz	2 a 10 km
Cable Coaxial	500 Mbps	350MHz	1 a 10 km
Fibra Óptica	2Gbps	2GHz	10 a 100 km

Figura 10 Ancho de Banda soportado.  
Fuente: Internet

#### 5.2.4. Equipos Tecnológicos

La Carrera de Computación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ESPAM MFL posee los siguientes equipos tecnológicos.

## SWICTHES DATA CENTER



*Figura 11* Swicth TPLINK

Fuente: Carrera de Computación

## ROUTERS DATA CENTER



*Figura 12* Routers

Fuente Carrera de Computación

## SWICTHES PRIMERA PLANTA ALTA



*Figura 13 Swicth*

Fuente: Carrera de Computación

### **5.2.5. Servicios de la Carrera de Computación**

La LAN permite el acceso a los servicios ofrecidos a través de la red de la ESPAM- MFL en equipos fijos como portátiles estos servicios son dirigidos hacia los estudiantes, docentes y empleados que en general suman más o menos 400 usuarios diarios, lo cual la red debe soportar. Actualmente la red brinda los siguientes servicios:

- Internet
- Matriculación
- Consulta de notas en línea
- Asistencia de estudiantes
- Sílabos y Planificación
- Correos
- Bibliotecas Virtuales

### **5.3. Estudio y determinación del tráfico best effort**

Para darle cumplimiento a este objetivo se realizará dicho estudio en todo el edificio de la carrera de computación de la ESPAM MFL, luego se determinará requerimientos específicos, en función a los servicios que brinde, dichos servicios se analizarán y se procederá a calcular el tráfico de datos necesario para brindar respuestas eficientes. En tal razón se determinará el tráfico best effort que necesita soportar la infraestructura de red en el edificio inteligente.

### **5.3.1. Best effort**

Vera, B. (2016). Mejoramiento de los enlaces de datos y de la infraestructura de red del campus de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. (Tesis de maestría, Pontificia Universidad del Ecuador) recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/browse?value=Vera+Vera%2C+Jos%C3%A9+Belisario&type=author>). Ratifica que “este modelo de servicio consiste en enviar información en cualquier tiempo. Todos los paquetes son tratados por igual sin importar la cantidad, sin establecer políticas ni métodos que garantice ningún retraso o fiabilidad usa un modelo de cola FIFO (primero en entrar primero en salir). El mecanismo de cola FIFO opera utilizando una técnica de almacenamiento y reenvió, almacena los paquetes cuando existe congestión en la red y los envía en cuanto tiene la posibilidad respetando el orden de llegada de los mismos.

Para la mejora del tráfico en general (best effort) una de las alternativas que con seguridad se procederá es a sobredimensionar capacidades, solicitando aumento de la capacidad de ancho de banda y capacidad de conmutación al proveedor “CNT”, en base a lo determinado con el análisis respectivo en la determinación de tráfico. Con esto se logrará un mejor servicio para los usuarios de la red, para ello es necesario determinar el ancho de banda requerido para cada servicio”.

### **5.3.2. Tráfico de internet.**

La ESPAM-MFL por ser una entidad educativa el mayor porcentaje de utilización de internet se lo realiza para actividades afines a la enseñanza sean estos investigativos, académicos entre otros, la mayor cantidad de usuarios están dados por estudiantes y

docentes. También se considerará el tráfico de internet dado por el uso del personal administrativo que lo utiliza por motivo de información y comunicación. A continuación se detalla el uso del internet en la siguiente representación gráfica, cabe señalar que la mayor parte de usuarios se concentran en el edificio de la carrera de Computación.

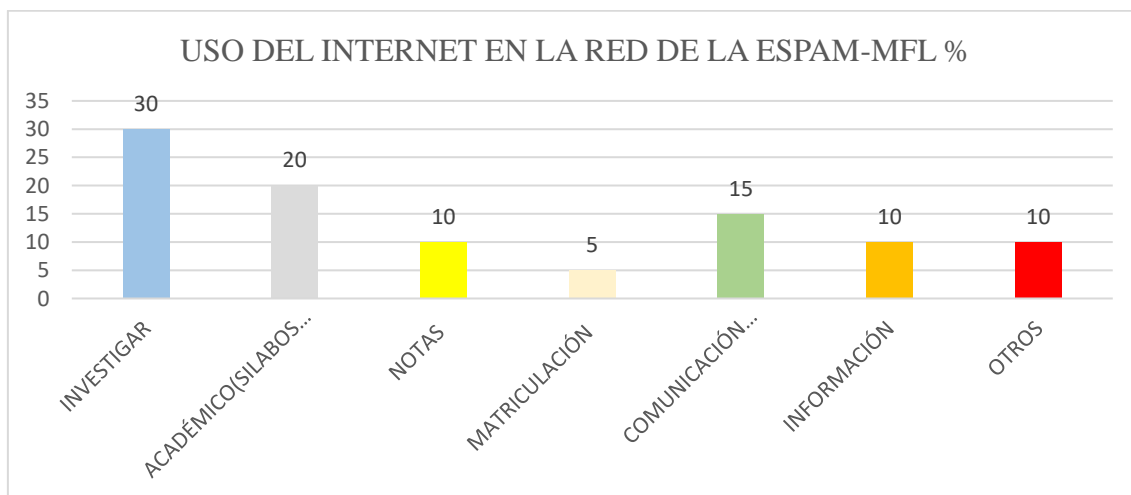


Figura 14 Uso del Internet en porcentaje por servicio

Fuente: Belisario Vera

Para llevar a cabo la determinación del tráfico de internet se recopilará los datos de las computadoras que se conectan a internet a través de la red alámbrica, para dicha conexión se procederá a realizar un conteo de dichos equipos que están ubicados en el edificio de la carrera de computación, luego se determinará la utilización de cada computador que se conecta a internet mediante un análisis establecido de la siguiente manera. La ESPAM-MFL para el cumplimiento diario de su objetivo de enseñanza en las carreras y programas tiene jornadas establecidas en las siguientes horas de 07H00 a 22H00. Por lo que las computadoras que estén conectadas durante todo este horario se les asignara el coeficiente total de utilización de internet en porcentaje; es decir el 100%. Las computadoras que se encuentran en las aulas del edificio de computación ya que en estas se dictan clases del Centro de Aprendizaje de Aplicaciones Informáticas en horarios matutino, vespertino y

los propios de Carrera que son de 17H00 a 22H00. Para establecer otras medidas dentro del análisis y determinación de tráfico de internet el autor tomará como guía parámetros comprendidos en la norma ETSI EG 202 057-4 establecidas por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, de los cual se recogerán los necesarios para el tráfico de internet. Mismas que presta las condiciones para cumplir el propósito deseado.

Perpetuando lo ejecutado para realizar el cálculo del tráfico de internet y respetando la norma ETSI EG 202 057-4 se procedió a determinar dicho tráfico en horas pico y no pico con una calidad alta, media y baja o aceptable en la red alámbrica.

Indicando que para determinar los Kb necesario en la calidad requerida se trabajó con los siguientes valores. Ejemplificando se muestra lo siguiente:

*Suma de Kb a transmitirse \* segundo, para calidad alta*

$$= 5Kbps + 200Kbps + 5Kbps = 210 Kbps$$

Web http	Bulk data	Email
----------	-----------	-------

Por lo expuesto y revisado para el cálculo del tráfico de internet, se pueden dar como entendidos los valores asignados para el web http y para el email, sin embargo es necesario indicar como se estableció los kbps para el bulk data ya que en los datos no asigna un valor estándar sino más bien establece rangos (0,666 – 666) Kbps. En función a esto se determinó un bulk data para tráfico de datos de internet de 3MB/15s en calidad alta luego se lo convirtió en kbps dando como resultado los 200 Kbps. (3MB/30 en calidad media, 3MB/60 en calidad baja)

El mismo procedimiento se lo realizo para el bulk data de calidad media y baja dando como resultado un bulk data para calidad media de 100 Kbps y 50 Kbps para calidad aceptable.

Tabla 1 Números de equipos por laboratorio  
*Equipos existentes en la carrera de Computación de la ESPAM MFL*

Carrera de Computación	
Equipos de Computo	
<b>Laboratorio 101</b>	20
<b>Laboratorio 102</b>	20
<b>Laboratorio 103</b>	6
<b>Laboratorio 201</b>	25
<b>Laboratorio 202</b>	20
<b>Laboratorio 203</b>	20
<b>Laboratorio 204</b>	20
<b>Laboratorio 205</b>	5
<b>Secretaría</b>	1
<b>UPS</b>	5
<b>Data Center</b>	2
<b>Dpto. Técnico</b>	2
<b>Dpto. de Audio y Video</b>	1
<b>Sala de Docentes Tiempo Completo 1</b>	10
<b>Sala de Docentes Tiempo Completo 2</b>	12
<b>Total</b>	169

El cálculo del tráfico de internet está dado por la fórmula de a continuación:

*Ancho de Banda = (KBPS CALCULADO DE ACUERDO A LA CALIDAD)POR EL*

*(NÚMERO DE COMPUTADORAS A CONECTARSE EN FORMA SIMULTANEA)*

Cálculo para Calidad alta en hora pico red de internet alámbrica.

$$\text{Ancho de Banda} = 210 \text{ Kbps} * 169$$

$$\text{Ancho de Banda} = 35.490 \text{ kbps}$$

$$\text{Ancho de Banda} = 34,66 \text{ Mbps}$$

Cálculo para Calidad media en hora pico red de internet alámbrica.

$$\text{Ancho de Banda} = 110 \text{ Kbps} * 169$$

$$\text{Ancho de Banda} = 18.590 \text{ kbps}$$

$$\text{Ancho de Banda} = 18,15 \text{ Mbps}$$

Cálculo para Calidad aceptable en hora pico red de internet alámbrica.

$$\text{Ancho de Banda} = 55 \text{ Kbps} * 169$$

$$\text{Ancho de Banda} = 9.295 \text{ kbps}$$

$$\text{Ancho de Banda} = 9,8 \text{ Mbps}$$

Ancho de Banda en horas no pico

$$\text{Ancho de Banda} = (\text{KBPS CALCULADO DE ACUERDO A LA CALIDAD}) \text{ POR EL} \\ (\text{RESULTADO DADO DEL CALCULO DE COMPUTADORAS O PORTATILES} \\ * \text{ COEFICIENTE DE USO.})$$

Cálculo para Calidad alta en horas no pico red de internet alámbrica.

$$\text{Ancho de Banda} = 210 \text{ Kbps} * 33$$

$$\text{Ancho de Banda} = 6.930 \text{ kbps}$$

$$\text{Ancho de Banda} = 6,77 \text{ Mbps}$$

Cálculo para Calidad media en horas no pico red de internet alámbrica.

$$\text{Ancho de Banda} = 110 \text{ Kbps} * 33$$

$$\text{Ancho de Banda} = 3.630 \text{ kbps}$$

$$\text{Ancho de Banda} = 3,54 \text{ Mbps}$$

Cálculo para Calidad aceptable en hora no pico red de internet alámbrica.

$$\text{Ancho de Banda} = 55 \text{ Kbps} * 33$$

$$\text{Ancho de Banda} = 1.815 \text{ kbp}$$

$$\text{Ancho de Banda} = 1,78 \text{ Mbps}$$

De acuerdo a los cálculos realizados el Edificio de la carrera de computación para el óptimo funcionamiento de los servicios en su red necesita 34,66 Mbps cuando estén todos los equipos conectados.

## **5.4. Diseño de infraestructura de Red Inalámbrica**

Para llevar a cabo este diseño primero hay que definir que estándar es el más adecuado y sobre todo que sea capaz de optimizar los servicios de la carrera de computación a través de la red inalámbrica, para aquello se conocerá los estándares que existen en el mercado.

### **5.4.1. Estándares Wi-Fi.**

Según la página (Test de Velocidad. (2016). Conoce cuáles son los estándares de WiFi que existen. Recuperado de <http://www.testdevelocidad.es/2016/08/11/conoce-cuales-todos-los-estandares-wi-fi-existen/>) considera que el Wi-Fi, o comúnmente escrito en español como wifi, es un tipo de conexión inalámbrica creado por la Wi-Fi Alliance, esta alianza es una organización sin ánimo de lucro, formada por empresas como 3Com, Cisco o Motorola. Los principales patrocinadores de esta alianza son las grandes empresas fabricantes de dispositivos que hacen uso del Wi-Fi, como Apple, Samsung, Sony, LG, Cisco, Broadcom, Intel, Qualcomm, Motorola, Microsoft, entre otros.

El primer estándar fue introducido en el año 1997, y desde entonces se ha visto como un sinnúmero de letras han ido acompañando al subtítulo de cada categoría. Últimamente oímos mucho “Wi-Fi n”, “Wi-Fi ac”... Pero, ¿qué significa cada letra y qué implica?, cada letra es uno de los diferentes estándares que ha recibido la certificación Wi-Fi a lo largo de su existencia. Cada una ha supuesto un avance con respecto a la anterior, con mejoras de velocidad o de alcance.

## **802.11**

Fue el primer estándar de transmisión de con la tecnología Wi-Fi, y fue introducido en 1997 bajo el nombre de 802.11. En teoría, admitía hasta 2 Mbit/s de velocidad máxima teórica, que en la práctica se quedaba en 1 Mbit/s, esto lo hacía demasiado lento para la mayoría de las aplicaciones. A pesar de esto, creó una base muy sólida para trabajar en lo que sería uno de los mejores estándares de la industria.

El nombre completo es IEEE 802.11, siendo IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Dentro de la familia del 802, formada por:

- IEEE 802.1, para conexiones LAN.
- IEEE 802.3, para conexiones Ethernet por LAN.
- IEEE 802.11, para conexiones inalámbricas por Wi-Fi.
- IEEE 802.15, para conexiones Bluetooth.

## **802.11a**

Fue desarrollado a la vez que el 802.11b. El 802.11a utilizaba señales de radio de 5 GHz, frente a los 2.4 GHz del 802.11b. La consecuencia de esto fue que fue muy poco popular porque el 801.11b podía dar cobertura a distancias de incluso cuatro veces mayores que el 802.11a. A pesar de que permitía una mayor velocidad de transferencia (hasta 54 Mbits/s), en hogares tuvo más popularidad el 802.11b, ya que, al utilizar una frecuencia menor, tenía mayor alcance.

## **802.11b**

En julio de 1999, el IEEE, basándose en el estándar original 802.11, creó el 802.11b, que permitía velocidades de hasta 11 Mbit/s, frente a los 2 Mbit/s del original. La ventaja es

que utilizaba la frecuencia de los 2.4 GHz, con lo que el alcance era mayor. A pesar de esto, su introducción no vino exenta de problemas, ya que la frecuencia de los 2.4 GHz no estaba regulada y generaba interferencias con aparatos inalámbricos y electrónicos, como los teléfonos o los microondas.

### **802.11g**

Publicado en el año 2003, el 802.11g combinaba lo mejor de sus dos predecesores: la velocidad de hasta 54 Mbit/s del 802.11a, y el alcance del 802.11b gracias a utilizar los 2.4 Ghz. Además, tenía la ventaja de ser retrocompatible con el 802.11b, lo cual aseguraba que los nuevos dispositivos que utilizaran el 802.11g pudieran conectarse a routers y puntos de acceso que emitieran en 802.11b.

### **802.11n**

La introducción del 802.11n en 2009 fue probablemente el cambio más importante en la historia del estándar. Supuso un punto de inflexión en la tecnología, ya que introdujo las redes MIMO. Estas redes MIMO hacen uso de varias antenas en un mismo router para enviar y recibir datos de manera simultánea, agilizando así la velocidad de la conexión. Además, se consiguió mejorar la cobertura, llegando a 120 metros en interior y 300 metros en exteriores. La velocidad máxima que soportaba este estándar también aumentó hasta los 600 Mbit/s, aunque es más común encontrar en la práctica velocidades de 150 Mbit/s o incluso 300 Mbit/s. Además, el 802.11n reintrodujo el uso de las bandas de 5 GHz, pudiendo los routers funcionar en ambas frecuencias.

### **802.11ac**

Es el más extendido en la actualidad en los routers que se venden, por ejemplo, para la fibra óptica en la actualidad, como el HGU de Movistar. Fue introducido en 2013 y utiliza

la tecnología 'beamforming', que focaliza las señales de radio para que lleguen más lejos y puedan atravesar paredes. Gracias a esto y a utilizar hasta cuatro antenas, se consigue una mayor penetración de la señal, y mayor velocidad, a pesar de utilizar la banda de los 5 GHz.

Beamforming es una manera de manejar la señal de radiofrecuencia a través de un Access Point que utiliza múltiples antenas para transmitir la misma señal. Funciona enviando múltiples señales y analizando el feedback (señales de vuelta) de los dispositivos clientes. Así, la infraestructura de la red inalámbrica puede ajustar estas señales enviadas y determinar cuál es el mejor camino que deberían tomar para alcanzar un dispositivo cliente.



*Figura 15 Beamforming*

Fuente: Internet

## **802.11ad**

(Mendoza, A. (2012). 802.11ad. Recuperado de <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/80211ad>) define el estándar 802.11ad, también conocida como WiGig 1.0, es una propuesta de especificación de la

familia 802.11 aplicable a las redes de área local inalámbricas (WLAN). 802.11ad representa una extensión o actualización de la norma 802.11a actual.

Las redes que utilizan 802.11ad operarán en la banda de 60-GHz (gigahertz) usando OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing). Las mejoras soportadas por la 802.11ad facilitarán la transmisión simultánea de video HD (alta definición) a múltiples clientes en entornos de grandes oficinas, así como la sincronización inalámbrica más rápida y copia de seguridad de archivos de gran tamaño. Las nuevas características que tendrá la 802.11ad, más allá de las propuestas para la 802.11ac (otra mejora a la 802.11a), incluyen:

- Soporte nativo 802.11a/b/g/n/ac.
- Conmutación sin problemas entre bandas de 2.4-, 5- y 60-GHz.
- Ancho de canal de hasta 2160 MHz (megahertz).
- Salida de hasta 7 Gbps (gigabits por segundo).
- Soporte integrado para conexiones cableadas.
- Rango de trabajo de 10 metros o más.
- Funcionalidad mejorada para dispositivos móviles.
- Funciones avanzadas de seguridad.
- Soporte para gestión de energía.

En la figura siguiente se muestra en forma de resumen las velocidades de los diferentes estándares, que han aparecido a través de los años. (IEEE, 2013)

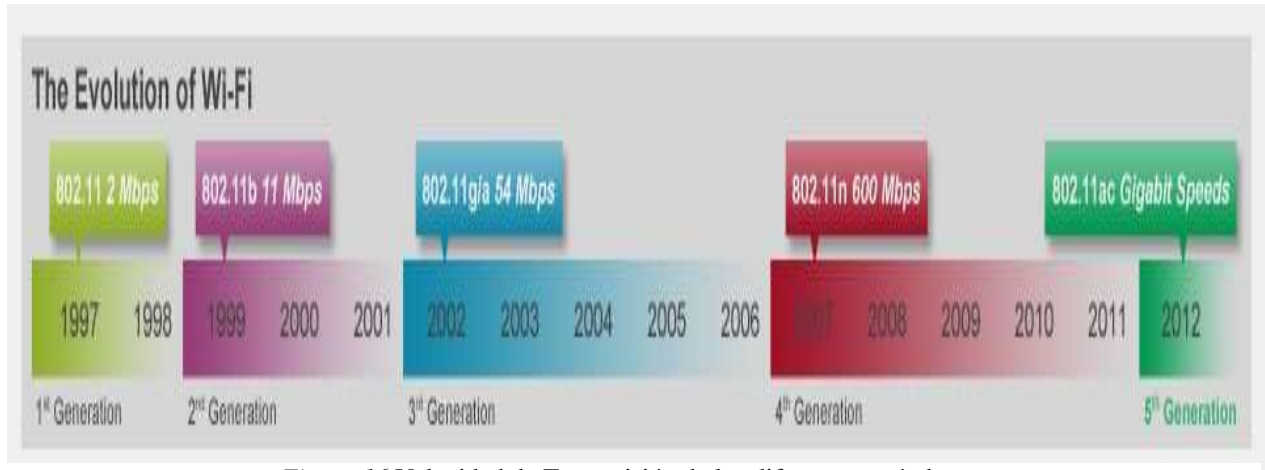


Figura 16 Velocidad de Transmisión de los diferentes estándares.

Fuente: Internet

#### 5.4.2. Equipos y características

Desafortunadamente, en un mundo de fabricantes de equipamiento que compiten entre sí y con una disponibilidad limitada de fondos, el tema del precio es el factor que generalmente recibe la mayor atención. El viejo dicho “tanto pagas, tanto obtienes” se cumple cuando se compra equipamiento de alta tecnología, pero no debe ser considerado como una verdad absoluta. Mientras que el precio es una parte importante de cualquier decisión de compra, es de vital importancia comprender precisamente qué es lo que puede obtener por su dinero, para que pueda hacer una elección que se ajuste a sus necesidades. Cuando se compare equipamiento inalámbrico para ser usado en la red, asegúrese de considerar estas variables:

- Interoperabilidad. ¿El equipamiento que está considerando funcionará con el de otros fabricantes? Si no es así, ¿es un factor importante para este segmento de su

red? Si el equipo en cuestión soporta un protocolo abierto (como el 802.11b/g), entonces probablemente va a funcionar con equipamiento de otras fuentes.

- **Rango.** El rango de un dispositivo depende de la antena conectada a él, el terreno que lo rodea, las características del dispositivo en el otro extremo del enlace, además de otros factores. En lugar de confiar en el valor del “rango” semi-ficticio provisto por el fabricante, es más útil conocer la potencia de transmisión del radio así como la ganancia de la antena (si está incluida la antena). Con esta información usted puede calcular el rango teórico como fue descrito en el capítulo tres.
- **Sensibilidad del radio.** ¿Cuán sensible es el dispositivo de radio a una tasa de transferencia dada? El fabricante debe proveer esta información, al menos a las velocidades más rápidas y más lentas. Esto puede utilizarse como una medida de la calidad del equipo, y le permite completar el cálculo del costo del enlace.
- **Rendimiento.** Los fabricantes sistemáticamente ponen la tasa de transferencia más alta posible como la “velocidad” de su equipo. Tenga en mente que el valor de la tasa de transferencia del radio (ej. 54Mbps) nunca es el verdadero rendimiento del dispositivo (ej. aproximadamente 22Mbps para 802.11g). Si la información del rendimiento no está disponible para el dispositivo que usted está evaluando, un buen truco es dividir la “velocidad” del dispositivo por dos, y restar el 20% más o menos. Si tiene alguna duda, realice la prueba de rendimiento en una unidad de evaluación antes de comprometerse a adquirir una gran cantidad de equipamiento que no especifica una tasa de rendimiento oficial.
- **Accesorios requeridos.** Para mantener el precio inicial bajo, los vendedores a menudo quitan accesorios que se requieren para un uso normal. ¿El precio incluye todos los adaptadores de potencia? (Las fuentes DC generalmente se incluyen;

pero los inyectores de potencia para Ethernet (POE) en general no. Del mismo modo, revise dos veces los voltajes de entrada, ya que el equipo normalmente viene con especificaciones de alimentación correspondiente a los estándares utilizados en los Estados Unidos. ¿Viene con los pigtails, adaptadores, cables, antenas, y las tarjetas de radio? Si piensa usarlo en exteriores, ¿incluye el dispositivo una caja impermeable?

- Disponibilidad. ¿Va a ser capaz de reemplazar los componentes que se rompan? ¿Puede ordenar esa parte en grandes cantidades? ¿Su proyecto va a requerir esas partes? ¿Cuál es el lapso de vida proyectado de este producto en particular, en términos de tiempo de funcionamiento en el campo y probabilidad de que el vendedor lo siga suministrando?
- Otros factores. Asegúrese de que se provean otras características importantes para satisfacer sus necesidades particulares. Por ejemplo, ¿incluye el dispositivo un conector para una antena externa? Si lo hace, ¿de qué tipo es? ¿Existen limitaciones en número de usuarios o en el rendimiento impuestas por software, y si las hay, cuál es el costo de extender esos límites? ¿Cuál es la forma física del dispositivo? ¿Cuánta potencia consume? ¿Soporta POE como fuente de potencia? ¿Provee encriptación, NAT, herramientas de monitoreo de ancho de banda, u otras características críticas para el diseño de la red?

Contestando estas preguntas primero, va a poder tomar decisiones de compra inteligentes cuando sea el momento de elegir el equipamiento de la red. Es casi imposible que usted pueda contestar todas las dudas posibles antes de comprar el equipo, pero si le da prioridad a estas preguntas y presiona al vendedor para que las conteste antes de comprometerse a comprar, hará un mejor uso de su presupuesto y

va a construir una red con componentes que se adecuen a sus necesidades. (Orozco, R. (2011). Análisis y Diseño de la red inalámbrica para Andec)

#### **5.4.3. Zona de calor o mapa de calor.**

(Mendoza, A. (2009). Cuatro consideraciones al preparar su red inalámbrica. Recuperado de <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/opinion/Cuatro-consideraciones-al-preparar-su-red-inalambrica-para-dispositivos-moviles>) establece que en la actualidad, empresas como ManageEngine y otras han desarrollado soluciones que ofrecen monitoreo activo de redes inalámbricas, brindan mapas de calor para identificar y medir la intensidad de la señal WiFi, administran las configuraciones y políticas de firewall, y solucionan problemas relacionados con el ancho de banda.

Para este caso de estudio se utilizó el HeatMapper que es una herramienta gratuita (disponible para Windows) con la que se puede **trazar mapas de cobertura** para ver qué zonas de nuestra oficina, o nuestra casa, tienen mejor cobertura o están sujetas a un mayor nivel de ruido o interferencia.

El funcionamiento de **Heatmapper** es muy simple. Si se tiene en cuenta que se va a pintar un mapa de cobertura, tendrá que realizar un *site-survey*, es decir, que tuvo que dar un paseo por las instalaciones tomando puntos de medida. Es **mejor si se cuenta con un plano** de las instalaciones en las que se va a realizar la prueba, ya que la aplicación pintará sobre éste el mapa de cobertura (representado como un mapa de calor, partiendo del color verde cuando existe buena cobertura y rojo cuando ésta es muy baja). Una vez dispuesto el plano tan solo se tendrá que marcar sobre el plano el punto de inicio (para tomar una medida) y avanzar hasta el siguiente (marcando la ruta) y así sucesivamente hasta completar el recorrido.



Figura 17 Mapa de calor

Fuente: Autor

como ya se contaba con el plano del edificio de la carrera de computación hallar la zona de calor para cada una de las plantas del mismo, es muy fácil con la ayuda de Heatmapper ya que solo hay que insertar la imagen del plano y trazar los puntos que va a dar cobertura el equipo inalámbrico, como se puede apreciar en la figura 17 la zona donde más fuerte

es la señal es la parte que se encuentra pintada con un color verde más oscuro y a medida que la distancia crece el color se va aclarando lo que significa que la señal se va debilitando ya sea por la potencia del equipo, obstáculos o ruido.

#### 5.4.4. Configuración de los equipos

Una vez establecidos lo que son requisitos, estándares y determinar los respectivos mapas de calor. Se procede a la configuración de los equipos inalámbricos, para este caso de estudio se hizo una simulación utilizando el Packet Tracer de Cisco, donde se procedió a configurar 9 Routers Linksys WRT300N que trabaja a una frecuencia de 2.4 GHz y con una velocidad de transferencia de 300 Mbps y así mismo con los ordenadores inalámbricos.

Como se muestra en la figura 18 el primer equipo inalámbrico que se va a configurar es el router que va a desempeñar el papel de router maestro al cual se lo nombrará Computación, tal como se muestra en la siguiente figura.



*Figura 18* Router  
Fuente: Autor

A continuación se procederá a darle su respectiva IP tanto a la red WAN como a la LAN y el nombre de la red inalámbrica a el equipo nombrado Computación, para esto se valdrá de una computadora y se conectara a través de cable el puerto FastEthernet del ordenador a cualquier puerto Ethernet del router (figura 19) para acceder al mismo a través del navegador.



*Figura 19* Configuración de equipos inalámbricos  
Fuente: Autor

Antes de proceder a ingresar la IP del router Maestro se deberá configurar la tarjeta de red del equipo portátil asegurando que la dirección IP de la misma este como DHCP, de tal manera que se establezca el DHCP por defecto como se puede apreciar en la figura(20)



Figura 20 Configuración de la Tarjeta de Red

Fuente: Autor

Por defecto la IP para acceder al router es la 192.168.0.1, tal como se muestra en la imagen que a su vez dicha IP sirve de puerta de enlace del computador que se va a utilizar para configurar el router maestro y los demás Routers que amplificaran la señal WiFi de la red, una vez tipiada la dirección correspondiente y al final un enter, aparecerá un cuadro de autenticación donde se pide ingresar el nombre de usuario y contraseña, para la mayoría de equipos inalámbricos dicho usuario es admin al igual que su contraseña, entonces en nombre de usuario que se escribe es admin, en la contraseña admin y dar clic en ok.

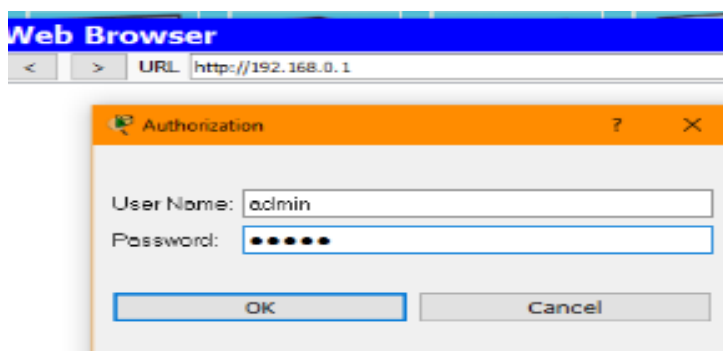


Figura 22 Acceso al Router

Fuente: Autor

Se mostrará la siguiente pantalla por defecto se sitúa en la pestaña setup y basic status, lo siguiente a realizar es el cambio de Automatic Configuration - DHCP a Static IP y proceder a colocar la IP de la WAN que es la que el proveedor de internet brinda, para este caso de estudio se va a utilizar una IP brindada por el Administrador del Data Center la cual es 172.25.0.2 mascara de subred 255.255.0.0 y puerta de enlace 172.25.0.1, así mismo se configurará la IP de la red LAN del equipo inalámbrico 10.10.10.1 con su respectiva mascara de subred 255.255.255.0, se dejaran 8 IP reservadas para los demás Routers, por eso se comenzara a asignar IP desde la 10.10.10.10, no olvidar de dar clic en save settings.(figura 22)

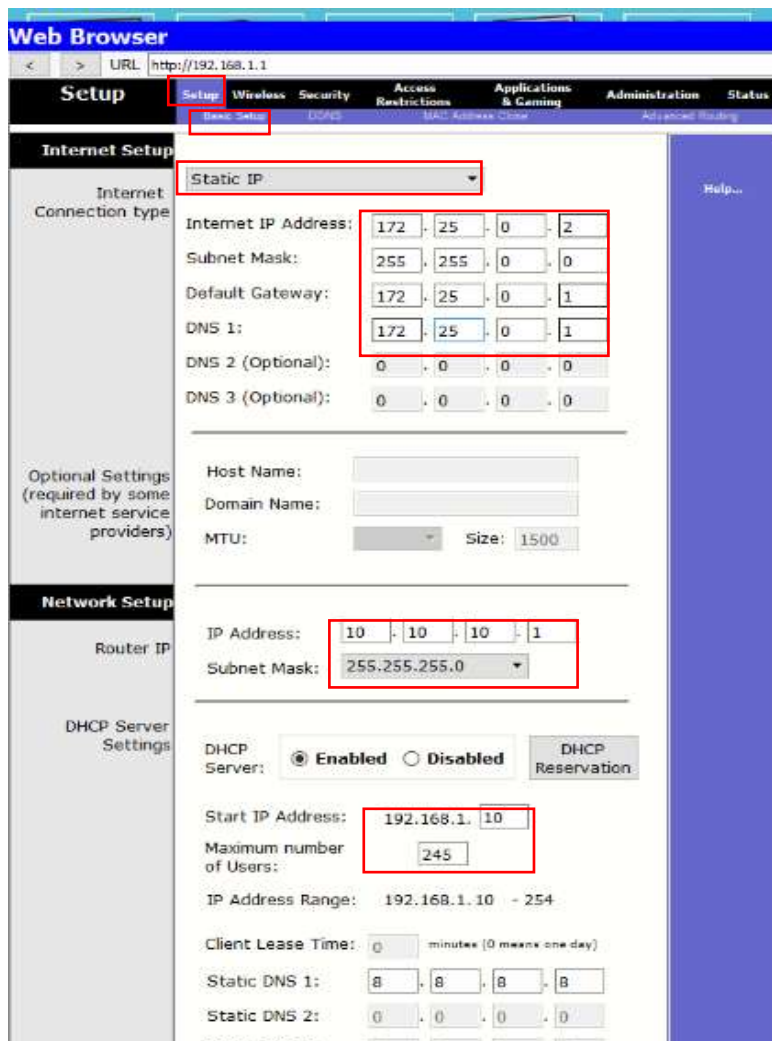


Figura 23 Pestaña principal de Router

Fuente: Autor

Una vez finalizada la configuración básica el siguiente paso es darle un nombre a nuestra red inalámbrica a la cual se nombrará Computación, tomar en cuenta que cuando se cambió la IP de la LAN del router no se podrá ingresar a la configuración del mismo con la IP que viene por defecto sino con la que se le acaba de asignar que es la 10.10.10.1(

Figura 23)

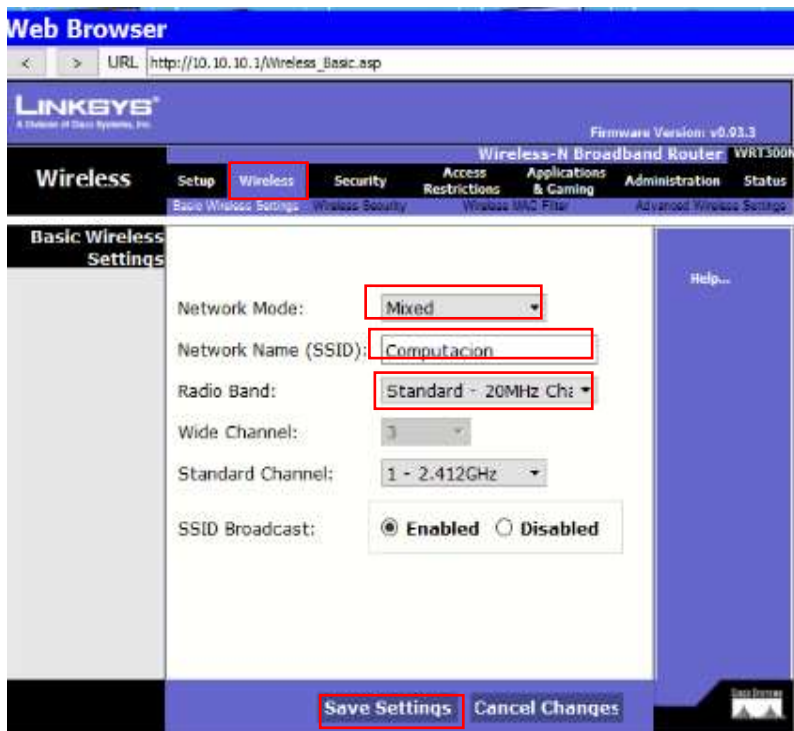


Figura 24 Configuración Inalámbrica del Router

Fuente: Autor

Para finalizar la configuración de este router es cambiar la contraseña para que al momento de ingresar a la configuración por medio de la IP no cualquiera pueda ingresar.



Figura 25 Cambiar de clave al acceso del Router

Fuente: Autor

Para la configuración de los demás Routers que van a servir de repetidores se procederá a configurarlos de la misma manera a través del computador ingresando en el url del navegador la dirección IP del router que viene por defecto 192.168.1.1, antes hacer la conexión por medio de cable UTP desde el Router maestro al que se va a configurar, de un lado se conecta en un puerto Ethernet y del otro lado también como son equipos de la misma capa se utilizará un cable cruzado por ejemplo (Figura 25).

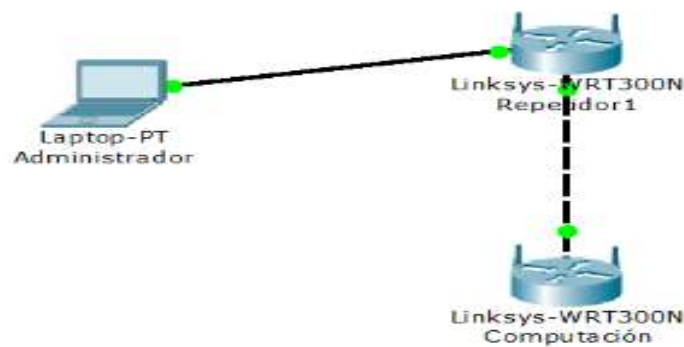


Figura 26 Configuración del siguiente equipo inalámbrico

Fuente: Autor

Una vez en la pantalla de configuración básica se le asigna una de las IP que se dejó reservada en este caso para el primer router repetidor será 10.10.10.2 máscara de subred 255.255.255.0 y se desactiva la opción de DHCP Server. (Figura 26)

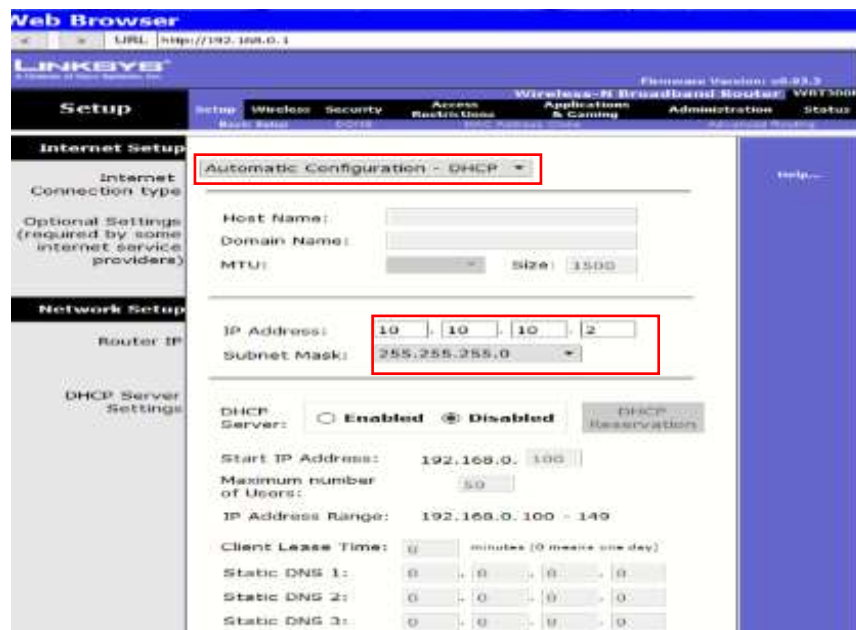


Figura 27 Pestaña Principal

Fuente: Autor

Se le da un nombre a la red y se cambia la contraseña de administración del equipo y así se hace con las configuraciones de los demás Routers que van a servir de repetidores, solo hay que ir aumentando en ultimo octeto de la dirección IP, como forma de ejemplo para el siguiente router será la IP 10.10.10.3 y así hasta finalizar con el ultimo que en este caso es 10.10.10.9. (Figura 27)

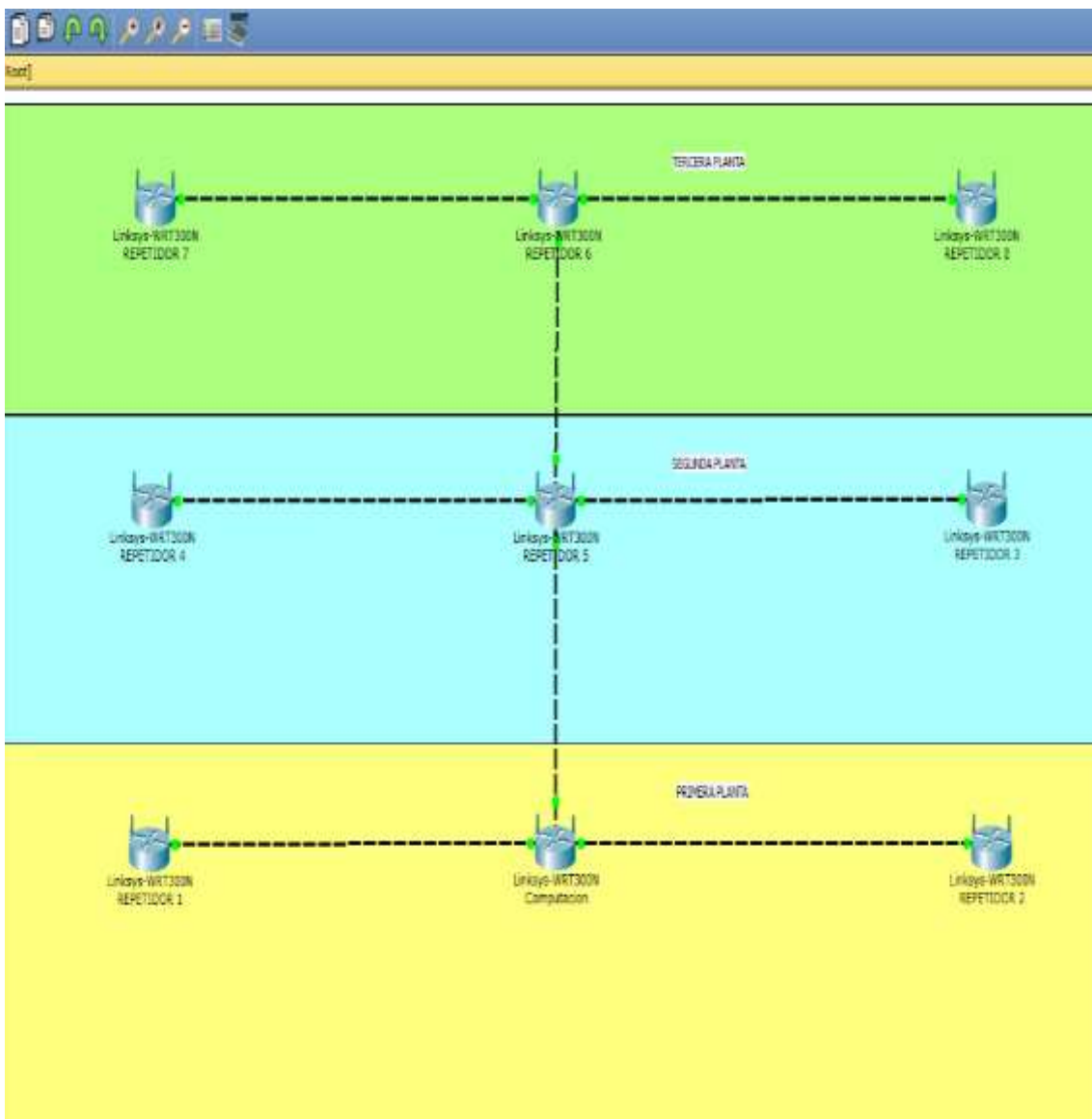


Figura 28 Diseño de la Red Inalámbrica

Fuente: Autor

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- ✚ Se realizó el levantamiento de información tecnológica y de la infraestructura de comunicaciones, y en base a esto se estableció los parámetros y requerimientos que debía cumplir la red inalámbrica.
- ✚ Se diseñó una infraestructura de red inalámbrica, que permitirá mejorar los servicios que ofrece la carrera de computación de la ESPAM MFL.
- ✚ Se eligió la tecnología inalámbrica de cuarta generación como lo es IEEE 802.11n a una frecuencia de 2.4 GHz, pero con la frecuencia de 5 GHz el estándar 802.11n puede dejar ver su auténtica capacidad y lograr las velocidades de transmisión de datos más altas. Cualquier persona que diseñe una WLAN totalmente nueva debería optar por la banda de 5 GHz.
- ✚ Para obtener la velocidad de transmisión de datos fue necesario considerar el índice de simultaneidad tomando en cuenta el horario de estudio de los estudiantes y el horario de trabajo del personal administrativo.
- ✚ La distancia propuesta por los distintos fabricantes de equipos inalámbricos no son reales con las especificaciones de los manuales, se realizó varias pruebas con diferentes marcas de equipos y se ratificó que las distancias y la velocidad de transmisión son inferiores a las ofertadas.
- ✚ La evolución en las comunicaciones inalámbricas está modificando rápidamente los métodos de trabajo en muchas empresas y establecimientos educativos. Ya que presenta múltiples ventajas en movilidad, facilidad de instalación, flexibilidad, reducción de costos, escalabilidad y comodidad.

- ✚ Con la implementación de la tecnología WLAN se abre un mundo de posibilidades de conexión sin la utilización de cableado clásico, proporcionando una flexibilidad y comodidad sin precedentes en la conectividad entre ordenadores y equipos móviles.
- ✚ La inversión realizada para la implementación de este caso de estudio es relativamente baja comparada con los beneficios que presenta la red inalámbrica y los grandes costos que conlleva implementar cable UTP.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- ✚ Para extender la vida útil de los equipos inalámbricos se recomienda que se apaguen cuando los tiempos de inactividad sean largos.
- ✚ Antes de realizar el diseño de una red inalámbrica se debe analizar y seleccionar cuál es el sistema de red local inalámbrica más conveniente a implementar, para así poder identificar con claridad factores como: ancho de banda y velocidad de transferencia necesarios, número de usuarios e intensidad de uso, limitaciones geográficas (cobertura, existencia de paredes y ventanales, ubicación y alimentación de puntos de acceso, entre otros).
- ✚ Utilizar equipos inalámbricos que oferten mayor cobertura y velocidad de transmisión, ya que las distancias y velocidades ofrecidas por las distintas marcas están lejos de ser reales al momento de implementarlas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Secretaria Nacional de la Administración Pública. Plan Nacional de Gobierno Electronico 2014-2017. Versión 1.0.
- [2] Asamblea Nacional. (18 de febrero 2015). Ley Orgánica de Telecomunicaciones. Quito, Pichincha, Ecuador.
- [3] Senplades. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017. Quito, Pichincha, Ecuador.
- [4] CEAACES. (2014). «Modelo institucional de pregrado posgrado,» Quito,Ecuador
- [5] Prats, J. y Albert, M. (2004) “Enseñar utilizando internet como recurso” Barcelona, España,
- [6] Alabau, A. y Riera, J. (1992). “Teleinformática y redes de computadoras” 2da edición, Escuela superior de ingenieros de telecomunicación Universidad Politécnica de Madrid,
- [7] Noel, J. y Gaumé, S. (2011) “Mantenimiento y reparación de un PC en red” 2da edición, ediciones ENI, Barcelona.
- [8] Suntaxi, G. y Miranda, D. (2012) “Estudio Técnico de Factibilidad para la Ampliación de Cobertura de la Red de Datos del Gobierno de la Provincia de Pichincha y Diseño Piloto en el Cantón Pedro Moncayo” Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Quito, Ecuador.
- [9] Unión Internacional de Telecomunicaciones, “ITU-T-G.651 Serie G: sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales 1998.

- [10] Huidobro, J. (2010). WLAN y Bluetooth. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos14/wi-fi/wi-fi.shtml>
- [11] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (2013).“Tecnologías de la Información y comunicaciones
- [12] Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones. (2005-10). “Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements; Part 4: Internet Access, ETSI EG 202 057-4 V1.1.1
- [13] Vásquez, C. (2014). D Paspuel “Optimización del ancho de banda de acceso a internet y control de tráfico de la Universidad Técnica del Norte aplicando calidad de servicio (QoS)
- [14] Commscope.( 2009). “Soluciones de Infraestructura de Redes para la Educación,
- [15] Cisco. (2013).“Módulos e interfaces de Cisco : Cisco CWDM GBIC/SFP - Mantenimiento y resolución de problemas de los módulos transceptores de pequeño factor de forma extraíble (SFP) de Cisco”.
- [16] Cisco. (2015). “Cisco S-Class 10GBASE SFP+ Modules Data Sheet”
- [17] Cisco. (2013) “Linksys WAP300N User Guide PDF”
- [18] Rivero, G. Gerald, C. (2006). “Análisis de tráfico de la red del servicio de la administración aduanera del estado Zulia.