PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

TEMA:

"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"

JOSÉ BELISARIO VERA VERA

Quito – 2016

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6

2. JUSTIFICACIÓN..... 7

3. ANTECEDENTES..... 9

4. OBJETIVOS..... 11

5. DESARROLLO CASO DE ESTUDIO..... 12

5.1. Mejora de los enlaces de datos y la infraestructura de red de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 12

5.1.1 Introducción..... 12

5.1.2 Descripción topográfica de la ESPAM-MFL 14

5.1.3 Levantamiento de la información de la red la ESPAM-MFL 17

5.1.3.1 Topologías de red de la ESPAM-MFL..... 20

5.1.3.2 Medios de transmisión de la red..... 23

5.1.3.3 Servicios de la red de la ESPAM-MFL..... 25

5.2. Estudio y determinación del tráfico best effort y tráfico con calidad de servicio. . 26

5.2.1 Best effort - Calidad de servicio. 26

5.2.1.1 Estudio y determinación del tráfico de internet. 27

5.2.1.2 Determinación del tráfico en aulas virtuales sílabos planificación, matriculación, notas en línea, asistencia de estudiantes. 38

5.2.1.3 Estudio y determinación de tráfico en Voz sobre IP (VoIP). 47

5.2.1.4 Determinación de tráfico en su totalidad para la red del campus de la ESPAM-MFL 51

5.3. Propuesta de infraestructura de red, dimensionamiento de enlaces y cobertura de red inalámbrica. 54

5.3.1 Backbone. 55

5.3.2 Red LAN Fija 68

5.3.3 Red WLAN 68

5.4 Esquema de Calidad de Servicio 72

6. Conclusiones 75

6.1 Conclusiones 75

6.2 Recomendaciones 757

Bibliografía 77

ANEXOS 81

TABLAS

Tabla 1. Distribución de áreas y departamentos de la ESPAM-MFL 15

Tabla 2. Distribución de áreas y departamentos de la ESPAM-MFL 16

Tabla 3. Distribución de áreas y departamentos de la ESPAM-MFL 17

Tabla 4. Resumen de categorías de cables con sus características 24

Tabla 5.Estándares 802.11 y características. 25

Tabla 6.Determinación Tráfico de Internet por edificios en la ESPAM-MFL..... 31

Tabla 7.Ancho de banda necesario en red fija y WIFI de acuerdo a calidad requerida . 36

Tabla 8.Determinación Tráfico de Servicios de red por edificios en la ESPAM-MFL . 42

Tabla 9.Ancho de banda necesario para servicios en red fija y wifi 46

Tabla 10.Promedio de teléfonos por edificio y total general..... 48

Tabla 11. Determinación de ancho de banda según edificio 52

Tabla 12.Determinación de ancho de banda según la red 53

Tabla 13. Determinación de ancho de banda total requerido en la red de la ESPAM-MFL 53

Tabla 14. Parámetros de la fibra óptica 56

Tabla 15. Distancia entre equipos fibra en anillo (PIRMER BACKBONE)..... 60

Tabla 16.Pérdidas en inserción de splitters 62

Tabla 17. Cálculo de potencia recibida fibra en anillo (PIRMER BACKBONE) 63

Tabla 18. Distancia entre equipos fibra en estrella (SEGUNDO BACKBONE)..... 64

Tabla 19. Cálculo de potencia recibida fibra en estrella (SEGUNDO BACKBONE).. 65

FIGURAS

Figura 1. Backbone - red actual del campus de la ESPAM-MFL 19

Figura 2. Topología estrella y estrella extendida..... 21

Figura 3. Topología anillo 22

Figura 4. Topologías inalámbricas 22

Figura 5. Uso de Internet en la ESPAM-MFL 28

Figura 6. Esquema global de una red PON 56

Figura 7. Arquitectura de una red GPON 57

Figura 8. Esquema: Doble Backbone del Campus de la ESPAM-MFL..... 58

Figura 9. Esquema planificación de elección y ubicación de splitters primer backbone 61

Figura 10. Esquema planificación de elección y ubicación de splitters segundo backbone 66

Figura 11. Esquema: Red LAN en los edificios de la ESPAM-MFL..... 67

Figura 12. 6800 Series 48-Port 10/100/1000 Interface Copper Module WS-X6848-TX-2T/2TXL..... 68

Figura 13. 6800 Series 24-Port Gigabit Ethernet Interface Module WS-X6824-SFP-2T/2TXL..... 68

Figura 14. Para conexiones de SW y AP emplearemos (C4KX-NM-8SFP+) 68

Figura 15. Esquema: QoS en la Red de la ESPAM-MFL 72

Figura 16. Implementación de DiffServ en los routers 73

1. INTRODUCCIÓN

En este caso de estudio se ejecutará una mejora para los enlaces de datos e infraestructura de red del campus de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), para esto se realizará un levantamiento de información de la infraestructura de esta red y el tráfico actual de la red, con la finalidad de analizar y determinar las mejoras a la misma y en función del estudio plasmarla una propuesta de una red de telecomunicaciones más óptimas en cuanto enlaces de datos e infraestructura con medios de transmisión y topologías de red que estén acordes a brindar una red más eficiente y sostenible. Y que en lo posible no esté sujeta a vulnerabilidades. Así como el mismo gobierno central del Ecuador lo establece en el plan de gobierno electrónico. El estado debe mejorar su gestión y la calidad en la prestación de sus servicios, para lo cual el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) se convierte en un factor clave. (Secretaría Nacional de la Administración Pública, 2014-2017)

La ESPAM-MFL por medio de su red se ofrece varios servicios que se detallan en el desarrollo del caso de estudio, otros aspectos a considerar son: números de usuarios, calidad de servicio, entre otros; además es importante tener en cuenta la escalabilidad y futuras proyecciones que se planteen en la ESPAM MFL. Este trabajo también contará con conceptos, definiciones en lo concerniente a temáticas de red, involucradas en el proceso de estudio. Mismas que complementan y sustentan los métodos y procedimientos a aplicar para llevar a cabo esta investigación. La propuesta de mejora de la red para la ESPAM MFL permitirá que se optimice mucho más el uso de la red, y por ende el servicio que se brinde por esta será mucho más rápido y eficiente.

2. JUSTIFICACIÓN

Al igual que otras tecnologías día a día los sistemas de telecomunicaciones son mejorables y cada vez más complementarios, dado gracias a la constante evolución de los mismos. Por ello es necesario estar expectante a las mejoras en función de optimizar los sistemas de redes de comunicación y adaptarlos para explotar al máximo los recursos que estos puedan brindar y aprovechar de múltiples servicios que en estas se puedan brindar, aplicando las normas y técnicas que están a disposición, para de esta manera tener redes que puedan ofrecer calidad de servicio, asociados principalmente a ancho de banda, retardos y pérdida de paquetes.

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 sus indicadores de acreditación la “Conectividad” y “Acceso a estudiantes”. (Ceaases, 2014)

En base a lo anteriormente expuesto y en vista de que la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López es una universidad que lucha 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 propondrá una mejora a la red actual, se definirán las características mínimas de los equipos, con el fin de que la red sea escalable y otros aspectos que permitan el cumplimiento del objetivo de la investigación.

Para la correcta ejecución del caso de estudio, además de la obtención de información necesaria se deberá contar con permisos otorgados por las autoridades de la ESPAM MFL, así como el trabajo coordinado con los encargados de la red para incluir puntalmente los requerimientos que se consideren importantes en el desarrollo del trabajo, con la cual se pretende poner en marcha los conocimientos adquiridos en la Maestría de Redes de Comunicación, también es meritorio emplear conceptos de QoS.

Con todo lo antes mencionado se puede garantizar que la ejecución de estas acciones permitirá mejorar la atención a la comunidad politécnica que día a día se preparan para servir a la sociedad utilizando los medios tecnológicos ofrecidos por la institución.

3. ANTECEDENTES

La llegada de la tecnología digital y con ella la informatización y el mundo de los ordenadores personales, así como la aportación de las telecomunicaciones a la difusión y transporte de información, ha supuesto unos cambios sustanciales en el proceso comunicativo. Gracias a la unión de las telecomunicaciones con la informática emerge el mundo de la telemática y con él, diversidad de procesos interactivos. (Bustillo, 2005)

Las Tecnologías de la información y la comunicación están compuestas por herramientas métodos y técnicas complementarias que permiten optimizar el manejo de la información por tal razón se debe aprovechar los recursos que nos ofrecen estas TIC. Entrando específicamente en el entorno de una red de comunicaciones surge la necesidad de compartir y administrar de una manera eficiente dicha red, no obstante se debe garantizar que los servicios proporcionados por la red cumplan eficientemente de tal forma que ofrezca a los usuarios una alta calidad de servicio con una alta disponibilidad.

Organizaciones e identidades de diferentes índoles al diario se encuentran en desafío por mejorar sus sistemas tecnológicos y que este sea lo mayormente sustentable y sostenible en el tiempo.

La ESPAM MFL cuenta con un campus extenso y un diseño muy particular que la hace diferente a otras universidades, por lo cual el desarrollo del presente trabajo amerita ser autentico y laborioso en establecer parámetros concretamente específicos en mejora de su tecnología de red. El caso de estudio propondrá una red mucho más eficiente a la actual con esquema de calidad de servicio y soluciones de alta disponibilidad.

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

Objetivo General

Mejorar los enlaces de datos y la infraestructura de red de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Objetivos Específicos

1. Efectuar el levantamiento de la información de la infraestructura de red y de dimensionamiento de enlaces de la red la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
2. Determinar el tráfico best effort y tráfico con calidad de servicio para la infraestructura de la red de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
3. Elaborar una propuesta de infraestructura de red, dimensionamiento de enlaces y cobertura de red inalámbrica. Con parámetros que garanticen un óptimo uso de los servicios de la red de la ESPAM – MFL.
4. Sintetizar una propuesta de esquema de calidad de servicio, para la red de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

5. Desarrollo Caso de Estudio

5.1. Mejora de los enlaces de datos y la infraestructura de red de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

En el desarrollo de este caso de estudio se revisará y mejorará los enlaces de datos e infraestructura que vendría a comprender, los equipos, medios de trasmisión y servicios de datos necesarios para que la red funcione sostenibleme nte.

5.1.1 Introducción

Los centros educativos en general y más aún los de enseñanza superior en su reto por ser cada día más innovadores y complementarios con lo que la globalización le exige y así como en nuestro país instancias de control en la mejora de la calidad educativa lo determina, se debe contar con tecnologías de punta en cuanto a las (TIC), en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por ello es necesario aplicar e integrar los sistemas de comunicación para que los estudiantes docentes y administrativos de estos centros educativos se aprovechen de los servicios que se puedan ofrecer en una red de comunicación y así optimizar procesos, contribuyendo a la mejora de la calidad de la educación superior.

En la sociedad del conocimiento, la ciencia y la tecnología van conquistando los distintos ámbitos que comprenden la vida. Transformará nuestro modo de pensar, de sentir, y de actuar como aspectos fundamentales de lo cognitivo, lo axiológico y lo motor, dimensiones esenciales del hombre. (Cardona, 2002)

Por ello la educación debe replantear sus objetivos, sus metas, sus pedagogías y sus didácticas si quiere cumplir con su misión en el siglo XXI, brindar satisfactores a las necesidades del hombre, como dice Bill Gates en lo que trae el futuro" Las mismas

fuerzas tecnológicas que harán tan necesario el aprendizaje, lo harán agradable y practico. Las corporaciones se están reinventando en torno de las oportunidades abiertas por la tecnología de la información, las escuelas también tendrán que hacerlo". (Cardona, 2002)

Y uno de los problemas relacionados con la infraestructura informática de los centros que no es de menor importancia ya que con ordenadores obsoletos, con malas comunicaciones a la red o con un mantenimiento inadecuado de las máquinas, lo que las hace inestables y lentas, es muy difícil y casi siempre desalentador el trabajar con este recurso de una manera ágil y satisfactoria. (J. Prats y M. Albert, 2004)

Con el objetivo de cumplir con las exigencias propuestas y estando en labor de mejorar el uso debido de las TIC, en este caso de la red de comunicación del campus de la ESPAM-MFL surge la necesidad de proponer una nueva red con infraestructura más robusta y con enlaces eficientes de tal forma que se pueda dar respuesta inmediata en los servicios ofrecidos por esta, dichos servicios competen a los de un entorno educativo y de gestión ,de esta forma se pretende cumplir a los desafíos que nos propone en el día a día el uso de estas tecnologías dentro de una sociedad globalizada como la actual y venidera.

Todo lo descrito, el creciente desarrollo y convergencia de las TIC proponen el uso de alternativas modernas para llevar a cabo el caso de estudio sobre la red de telecomunicaciones de la ESPAM-MFL. Por lo que es preciso emplear medios de transmisión y tecnologías de telecomunicaciones que permitan la escalabilidad y sostenibilidad.

5.1.2 Descripción topográfica de la ESPAM-MFL

El campus de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López está a 3km la ciudad de Calceta en la provincia de Manabí.

Se encuentra ubicada en el sitio El Limón del Cantón Bolívar, dentro de las siguientes coordenadas: Latitud 0º 49’ 10’’ sur; Longitud 80º 10’ 40’’ oeste; Altitud 15m.s.n.m. (I. Mendoza y L. Rodriguez, 2012)

La ESPAM–MFL está constituida en dos áreas (área agroindustrial y área agropecuaria) en las cuales se integran ocho carreras y los diversos estamentos, detallados en las tablas 1,2 y 3.

ESPAM – MFL	
ÁREAS Y DEPARTAMENTOS	
Área Agroindustrial	Edifico - Talleres Agroindustriales Planta alta • Oficina de coordinación U.D.I.V • Oficina de coordinación de taller de cárnicos Planta baja • Oficina de coordinación de taller de lácteos • Oficina de coordinación de taller de frutas y vegetales • Oficina de coordinación de taller de harinas y balanceado.
	Edificio - Carrera de Medio Ambiente Planta alta • Vicerrectorado académico • Dirección de Carrera de Medio Ambiente • Dirección de Carrera de Agroindustrias • Secretaria de Vicerrectorado • Cubículos para docentes • Coordinación de Evaluación Planta baja • Coordinación administrativa • Dirección de Carrera de Turismo • Cubículos para docentes. •
	Aulas de la Carrera de Medio Ambiente • Aulas por semestre • Auditorio de la Carrera de Medio Ambiente
	Aulas de la Carrera de Agroindustria • Aulas por semestre
	Edificio de Laboratorios Agroindustriales • Oficina Laboratorio de Bromatología y Química Ambiental • Oficina Laboratorio de Química General • Oficina Laboratorio de Microbiología • Cubículos para docentes
	Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión Planta alta • Salón de Eventos Manuel Félix López • Secretaria Vicerrectorado • Oficina Departamento de Cultura Planta Baja • Ofician de Radio Politécnica de Manabí • Departamento de Tecnología • Cooperativa ESPAM-MFL

Tabla 1. Distribución de áreas y departamentos de la ESPAM-MFL

Área Agroindustrial	Nivelación • Oficina Coordinación de Nivelación • Aulas de Nivelación • Hotel Higuerón
	Edifico – Carrera de Informática Planta Alta • Dirección de Carrera • Coordinación de CAI • Unidad de Producción de Software • Aulas de semestres de carrera Planta Baja • Aulas de semestres de carrera • Auditorio carrera de Informática
	Edificio- Biblioteca Planta alta • Coordinación de Investigación • Coordinación de Transporte • Coordinación de Idiomas • Gestión de Talento Humano Planta baja • Biblioteca • Coordinación Académica • Coordinación de Planificación • Coordinación de Audiovisuales • Secretaría de áreas
	Edificio- Posgrado • Coordinación de Posgrado • Aulas de Posgrado
Tabla 2. Distribución de áreas y departamentos de la ESPAM-MFL	

Área agropecuaria	Edifico – Carrera de Agrícola Planta alta • Rectorado Campus • Dirección de carrera de agrícola • Dirección de carreara de pecuaria • Cubículos para docentes Planta baja • Soporte técnico Informática • Dirección de administración de empresas • Cubículos para docentes • Aulas de la carrera de agrícola y administración de empresas
	Edificio – Laboratorios Agropecuarios Planta alta • Dirección de administración pública • Laboratorio de biotecnología • Laboratorio de suelos • Laboratorio de química Planta baja • Laboratorio microbiología • Laboratorio de biología molecular • Clínica veterinaria • Aulas de pecuaria y administración pública
	Otros • Hato bovino • Hato porcino • Incubadora

Tabla 3. Distribución de áreas y departamentos de la ESPAM-MFL

5.1.3 Levantamiento de la información de la red la ESPAM-MFL

A manera de resumen se describirá a primera instancia como está compuesta la red de la ESPAM-MFL de acuerdo a lo investigado e indagado al personal del departamento tecnológico.

En la actualidad la red de la ESPAM- MFL tiene no menos de dos años que se realizó la última mejora, la cual consistió en sustituir en muchos casos los enlaces con medios no guiados a medios guiados lo cual también permitió que dentro del core se tenga un equipamiento que soporte esta mejora. Respecto al internet es proporcionado por el

proveedor CNT a través de fibra óptica, el ancho de banda es de 80 Mbps, el centro de datos de la red se encuentra en el edificio de la carrera de informática.

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. Para los enlaces en donde aún no llega la fibra como por ejemplo hato bovino, hato porcino, incubadora aún se lo hace a través de medios no guiados antenas.

Se tienen AP en los edificios para también dar cobertura inalámbrica a los mismos, de la misma forma en las aulas de clases. El cableado está estructurado con UTP categoría 5 y 6.

Por lo brevemente descrito durante todo el desarrollo de este trabajo se realizaran 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 prestantes de la misma. Y luego del análisis se propondrá una mejora. A continuación se comenzará con el levantamiento detallado, mismo que incurre en revisar topologías, medios de transmisión entre otros para ellos empezaremos mostrando la siguiente gráfica.

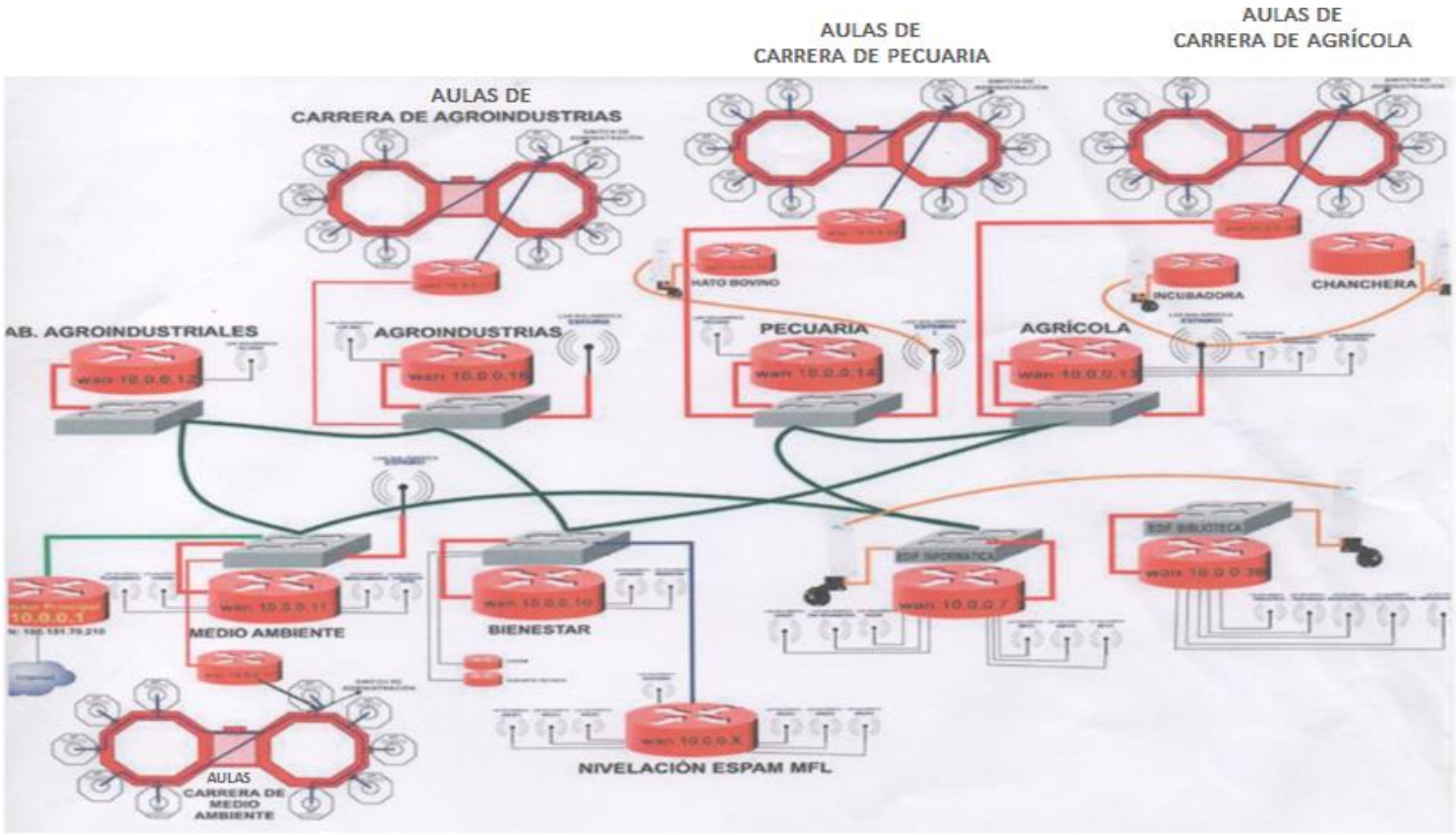


Figura 1. Backbone - red actual del campus de la ESPAM-MFL

Detalle de Gráfica:

- Enlace de color ver oscuro = fibra óptica
- Línea anaranjada enlace mediante medios no guiados
- Línea color azul cable UTP categoría 5 o 6
- Equipos de conexión que permiten la interconexión (router, switch, antenas, AP)

5.1.3.1 Topologías de red de la ESPAM-MFL

En lo que respecta a topología en la red LAN en los edificios se tiene una topología de estrella y estrella extendida, y en la fibra óptica (backbone) topología anillo.

Detallando en lo que respecta a las redes LAN comprendidas dentro de la topología estrella es necesario indicar que consisten en que las estaciones se conecten directamente a un nodo o punto central el cual viene a ser en este caso un router o un switch, dando como resultado que en esta topología la comunicación estrictamente se la realiza por medio del nodo central (router o switch). Sin embargo existen áreas o departamentos en la ESPAM-MFL en donde por su demografía se aplica topología estrella extendida, misma que basa su funcionamiento en la topología de estrella simple en donde todo tiene que llegar a un nodo central. En la figura Nº 2 se hace una representación de las topologías descritas.

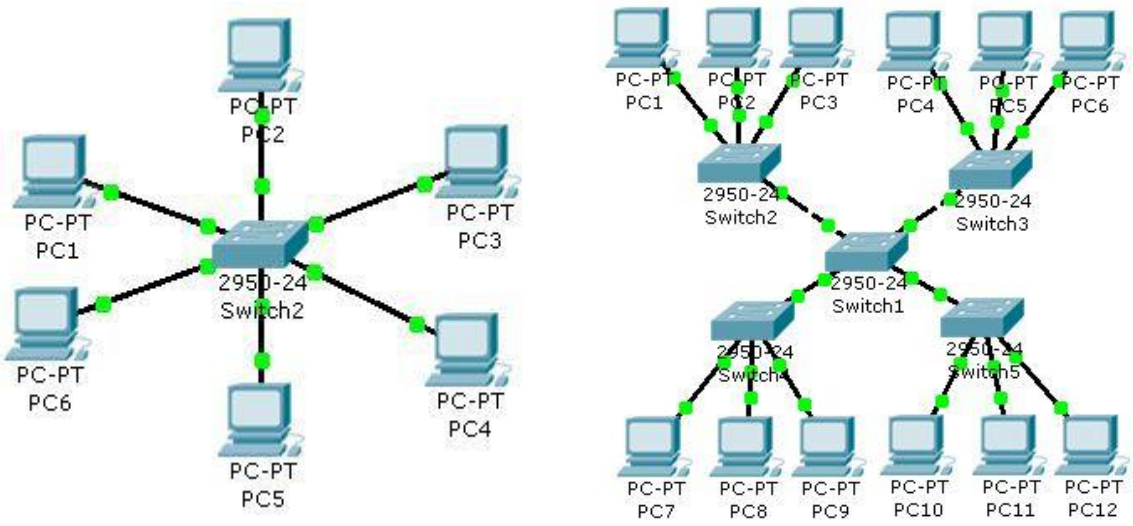


Figura 2. Topología estrella y estrella extendida

Fuente: Autor.

En la topología estrella todas las estaciones están unidas, mediante medios bidireccionales, a un módulo o nodo central que efectúa funciones de comunicación. (A. Alabau y J. Riera, 1992)

La red que une el circuito de las áreas y por ende los edificios en la red de la ESPAM-MFL se encuentra construida con topología anillo simple. En esta topología cada nodo está conectado al siguiente y el último está conectado al primero.

Esta topología se basa en un bucle cerrado en forma de anillo que crea enlaces de punto a punto, todas las tramas se transmiten por cada nodo que a funcionan como un repetidor. (J. Noel y S. Gaumé, 2011). En la figura Nº 3 se realiza la representación gráfica de la topología anillo.

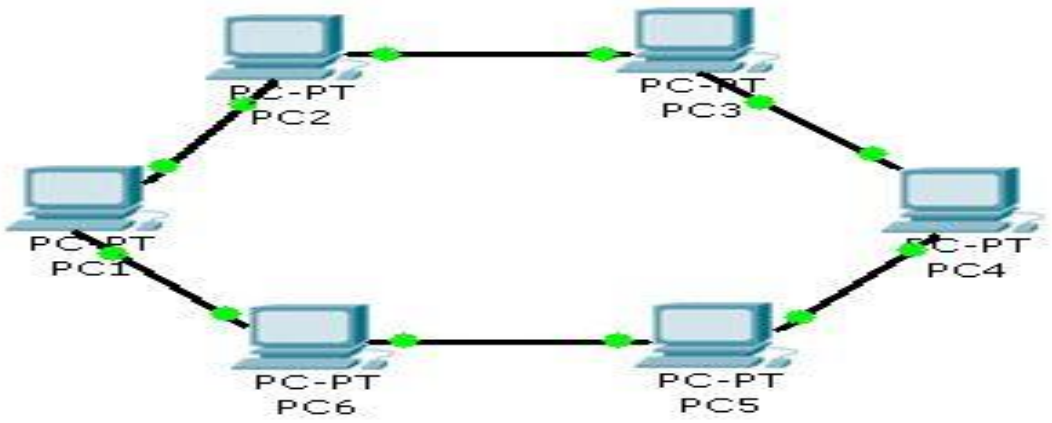


Figura 3. Topología anillo
Fuente: Autor

En lo que respecta a cobertura por enlaces medios no guiados relativamente son muy poco ya que en su mayoría la red de la ESPAM-MFL está constituida con fibra óptica. Es necesario indicar que en la actualidad en la universidad se tiene muchos inconvenientes en estos enlaces. Tenemos enlaces punto a punto y multipunto.

Un enlace punto a punto es un conjunto de servicios básicos independientes que no requiere de un punto de acceso central.

Un enlace punto-multipunto es un entorno donde se requiere un punto de acceso central que actúa como servidor**. (**G. Suntaxi y D. Miranda, 2012)

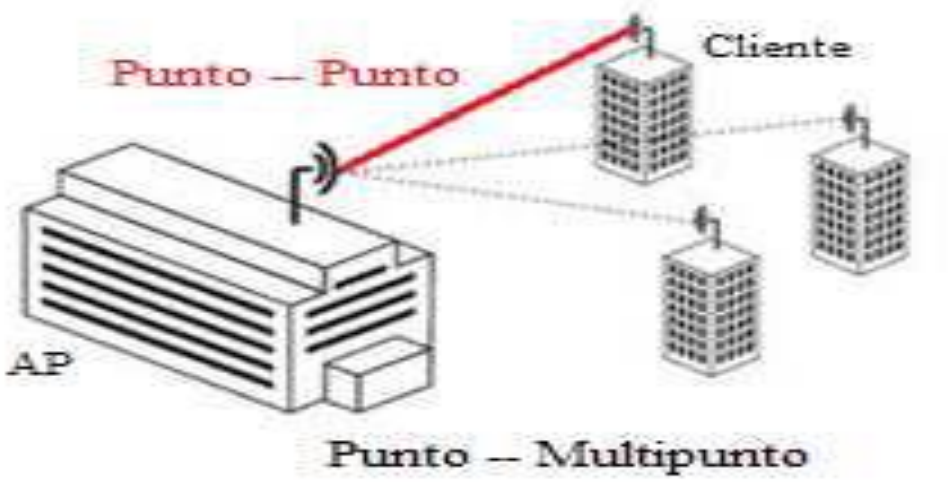


Figura 4. Topologías inalámbricas
Fuente: G. Suntaxi y D. Miranda

5.1.3.2 Medios de transmisión de la red

Los medios de transmisión de la red de la ESPAM-MFL 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 µm (Unión Internacional de Telecomunicaciones,1998)

La infraestructura alámbrica de la red de la ESPAM-MFL actualmente se encuentra construida con cable UTP categoría 5 y 6, el cableado estructurado se construyó bajo los estándares EIA/TIA 568A. Esta norma, regula todo lo concerniente a sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales en cuanto a redes LAN. (Buelvas, 2012)

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.

Estos medios de trasmisión son escalables y cuando se fabrica una categoría por encima de la anterior la velocidad de trasmisión será mucho mayor. Por lo que se puede determinar que en la actualidad mínimamente una infraestructura de red en cuanto a su implementación de cableado UTP debe ser categoría 6 dados a la evolución rápida de estos medios de transmisión. Tal como certifica los párrafos citado a continuación

El cableado estructurado ha ido evolucionando a lo largo de los años, desde su creación a mediados de los 80. Durante este período, las normas más generalizadas en el mercado eran: Categoría 5e de EIA/TIA (Clase D de ISO) Categoría 6 de EIA/TIA (Clase E de ISO) No obstante, debido a la creciente demanda de ancho de banda, se han creado nuevas normas durante los últimos años con el objetivo de ofrecer una solución con garantía de futuro que atienda las necesidades crecientes de LAN.

Por consiguiente, IEEE publicó en abril la norma 802.3an para 10GBase-T, para la que se había previsto el uso de la Categoría 6 aumentada, que se empezó a conocer como Categoría 6A o Clase Ea (ISO). El requisito de los sistemas era ofrecer velocidades de 10 Gb/s a una frecuencia de hasta 500 MHz. Este aumento en el rendimiento se consiguió mediante la combinación de un mayor rendimiento del sistema de cableado y mejores técnicas de codificación. (Excel Whitepaper)

A continuación se presenta en la tabla 4 un resumen de las características de los cables UTP desde la categoría 5e en adelante ya que para el desarrollo del caso de estudio se considerara alguna de estas ya que las anteriores son obsoletas.

Categoría Norma	Tipo	Frecuencia	Distancia	Redes LAN	Uso
Cat 5e/Clase D (ISO)	U/UTP, F/UTP	100 MHz	100 m	100 Mbps, 1 Gbps	LAN general
Cat 6/Clase E (ISO)	U/UTP, F/UTP	250 MHz	100 m	100 Mbps, 1 Gbps	LAN general
Cat 6A/Clase Ea (ISO)	U/UTP, U/FTP, F/FTP	500 MHz	100 m	100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps	LAN de alta velocidad
Cat 7/Clase F (ISO)	S/FTP	600 MHz	100 m	10 Gbps	LAN de alta velocidad (canal de fibra)
Cat 7A/Clase Fa (ISO)	S/FTP	1000-1200 MHz	100 m	10 Gbps	LAN de alta velocidad (canal de fibra)

Tabla 4. Resumen de categorías de cables con sus características

Las conexiones de las redes inalámbricas de la ESPAM-MFL se encuentran normalmente bajo el estándar IEEE 802.11. Ya que esta norma es la que regula la tecnología de redes LAN WIFI, estas redes por lo general cubren las áreas de las aulas de semestres, laboratorios, oficinas entre otros. A continuación se muestra en la tabla 5 los estándares 802.11 con algunas características importante a la hora de tomarlos en cuenta para el desarrollo de la propuesta de mejora de la red.

Una red inalámbrica está formada por puntos de acceso y clientes inalámbricos. Punto de acceso es un dispositivo transmisor/receptor inalámbrico que conecta entre sí los nodos de la red y actúa como puente entre ellos y la red cableada. Un cliente inalámbrico es cualquier dispositivo con una tarjeta adaptadora de red inalámbrica que se conecta a una red para compartir recursos (G. Suntaxi y D. Miranda,2012)

Estándar	Frecuencia	Canales	Velocidad	Longitud - Max
802.11ª	5 GHz	12	54 Mbps	
802.11b	2.4 GHz	14	11 Mbps	30
802.11g	2.4 GHz	14	54 Mbps	30
802.11b/g	2.4 GHz	14	22 Mbps	30
802.11n	2.4 - 5 GHz	14-12	300 Mbps	50
802.11ac	5 GHz	12	1300 Mbps	50

Tabla 5.Estándares 802.11 y características.

5.1.3.3 Servicios de la red de la ESPAM-MFL

Toda esta infraestructura 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 contemplan una plantilla de 2800 usuarios los cuales 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

5.2. Estudio y determinación del tráfico best effort y tráfico con calidad de servicio.

Para cumplir con este objetivo se realizará el estudio en las áreas y estamentos revisados y detallados en la tabla 1,2 y 3, luego se determinará requerimientos específicos para cada uno de estos, en función de los servicios que briden, se analizará los servicios de cada uno de ellos y se calculara el tráfico de datos necesario para brindar respuestas eficientes en estos servicios. En tal razón se determinará el tráfico best effort y tráfico con calidad de servicio que necesita soportar la infraestructura de red del Campus de la ESPAM-MFL. Para revisar los servicios requeridos de red por áreas edificios y departamento Ver anexo B.

5.2.1 Best effort - Calidad de servicio.

En el primero 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.

En el segundo lo definen ITU E.800: “Efecto global de las prestaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio”. IETF

RFC 2386: “Conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo”. (Romero,2009-2010)

Para la mejora del tráfico en general (best effort y QoS) unas 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 para ambos casos. Con esto se lograra un mejor servicio para los usuarios de la red, por ellos es necesario determinar el ancho de banda en cada estamento, y todo el campus en general, de acuerdo a los servicios necesitados por cada departamento.

5.2.1.1 Estudio y determinación del 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 y otros. Puesto que la mayor cantidad de usuarios están dados por estudiantes y docentes. No obstante también se considerara el tráfico de internet dado por el uso del personal administrativo que lo utiliza por motivo de información y comunicación. A continuación representación en gráfica estadística para ver detalle revisar Anexo c.

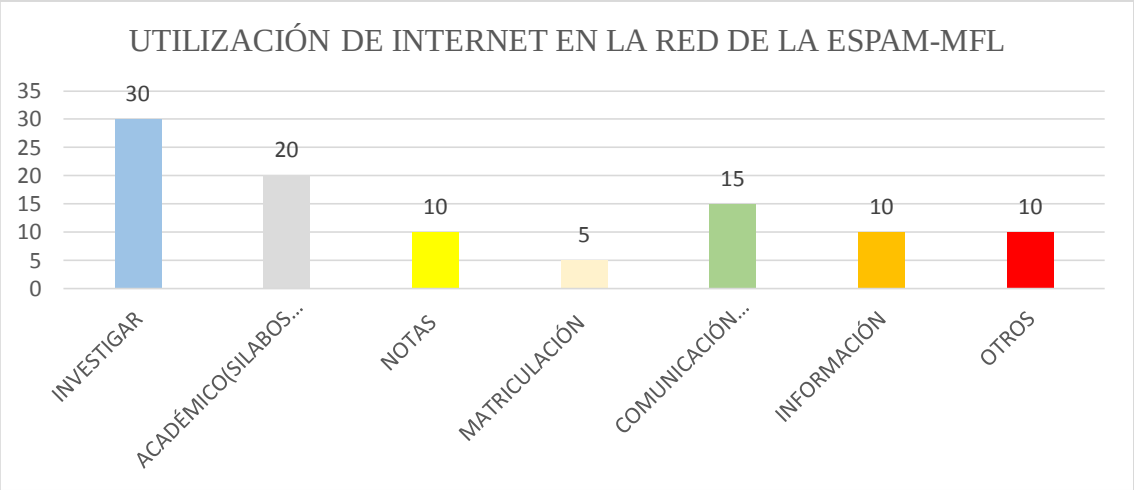


Figura 5. Uso de Internet en la ESPAM-MFL
Fuente: Autor

No obstante para complementar lo anterior referiendose al uso del internet y enmarcandonos de forma mas generalizada el autor invita al lector a revisar en la posterior cita, antecedentes de razones de uso de internet por área, elaborada por el INEC con datos de hasta el 2013 en donde se persuade que el uso de internet tiene gran demanda en niveles de educación y aprendizaje. (INEC, 2013)

Para llevar a cabo la determinación del tráfico de internet el investigador recopilará el dato de todas las computadoras que se conectan a internet a través de la red siendo la conexión alámbrica como inalámbrica. Para la conexión alámbrica se procederá a realizar un conteo de dichos equipos, para la inalámbrica se realizara un promedio basado en un muestreo dado por visitas ín situs por parte del autor.

Luego 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%. Citaré como ejemplo las

computadoras que se encuentran en las aulas del edificio de informática ya que en estas se dictan clases del Centro de Aplicaciones de Informática en horarios matutino, vespertino y los propios de Carrera que son de 17H00 a 22H00. Sin embargo para los demás departamentos u oficinas se lo determinará con el cálculo realizado en base a horarios propios de estas, tomando en consideración el coeficiente de utilización del 100%. 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 y citados en la figura del anexo D, 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, tanto en la red alámbrica como inalámbrica, en la tabla 4 se presenta un resumen de lo efectuado para mayor ilustración revisar anexo E.

Indicando que para determinar los Kb necesario en la calidad requerida se trabajó con valores de la figura del anexo d. 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 en los anexos mencionados 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 del anexo D 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. Los cuales sirvieron para los cálculos realizados en el anexo D. y resumidos en la tabla de a continuación.

ESPAM – MFL																				
CONECCIÒN DE EQUIPOS A INTERNET POR RED ALAMBRICA E INALAMBRICA																				
									A.B RED ALAMBRICA						A.B RED INALAMBRICA					
	RED ALAMBRICA	RED INALAMBRICA	Nº PC	Nº PORTATILES-PROMEDIO	HORAS USO	COEFICIENTE USO (100% las	PC*C.U	PORT*C.U	HORA PICO			HORA NO PICO			HORA PICO			HORA NO PICO		
									CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA
Edifico - Talleres Agroindustriales	X	X	8,00	12,00	40,00	2,67	4,27	6,40	1680,00	880,00	440,00	896,00	469,33	234,67	2520,00	1320,00	660,00	1344,00	704,00	352,00
Edificio - Carrera de Medio Ambiente	X	X	53,00	111,00	83,00	5,53	25,13	46,53	11130,00	5830,00	2915,00	5278,00	2764,67	1382,33	23310,00	12210,00	6105,00	9772,00	5118,67	2559,33
Edificio de Laboratorios Agroindustriales	X	X	60,00	157,00	44,00	2,93	47,20	9,47	12600,00	6600,00	3300,00	9912,00	5192,00	2596,00	18270,00	9570,00	4785,00	1988,00	1041,33	520,67
Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión	X	X	17,00	14,00	49,00	3,27	8,07	6,00	3570,00	1870,00	935,00	1694,00	887,33	443,67	2940,00	1540,00	770,00	1260,00	660,00	330,00
Nivelación	X	X	2,00	13,00	30,00	2,00	2,00	13,00	420,00	220,00	110,00	420,00	220,00	110,00	2730,00	1430,00	715,00	2730,00	1430,00	715,00
• Hotel Higuerón	X	X	2,00	15,00	10,00	0,67	1,33	10,00	420,00	220,00	110,00	280,00	146,67	73,33	3150,00	1650,00	825,00	2100,00	1100,00	550,00
Edifico – Carrera de Informática	X	X	175,00	75,00	63,00	4,20	161,07	66,53	36750,00	19250,00	9625,00	33824,00	17717,33	8858,67	15750,00	8250,00	4125,00	13972,00	7318,67	3659,33
Edificio-Biblioteca	X	X	75,00	72,00	72,00	4,80	40,00	38,40	15750,00	8250,00	4125,00	8400,00	4400,00	2200,00	15120,00	7920,00	3960,00	8064,00	4224,00	2112,00
Edificio-Posgrado	X	X	3,00	22,00	16,00	1,07	1,60	11,73	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	4620,00	2420,00	1210,00	2464,00	1290,67	645,33
Edifico – Carrera de Agrícola	X	X	59,00	110,00	62,00	2,93	91,73	135,73	12390,00	6490,00	3245,00	19264,00	10090,67	5045,33	23100,00	12100,00	6050,00	28504,00	14930,67	7465,33
Edificio – Laboratorios Agropecuarios	X	X	35,00	28,00	47,00	3,13	14,00	11,33	7350,00	3850,00	1925,00	2940,00	1540,00	770,00	5880,00	3080,00	1540,00	2380,00	1246,67	623,33
Otros	X	X	8,00	14,00	30,00	2,00	4,00	7,20	1680,00	880,00	440,00	840,00	440,00	220,00	2940,00	1540,00	770,00	1512,00	792,00	396,00

Tabla 6. Determinación de tráfico de internet por edificios en la ESPAM-MFL

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

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

$$(NÚMERO\ DE\ COMPUTADORAS\ \ A\ CONECTARSE\ EN\ FORMA\ SIMULTANEA)$$

Se tomara como referencia el edifico de la carrera de Medio Ambiente

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

$$Ancho\ de\ Banda = 210\ Kbps * 53$$

$$Ancho\ de\ Banda = 11130\ kbps$$

$$Ancho\ de\ Banda = 11.13\ \ Mbps$$

De aquí en adelante ancho de banda será sustituido por AB

Cálculo para Calidad alta en hora pico red inalámbrica.

$$AB = 210\ Kbps * 111$$

$$AB = 23310\ Kbps$$

$$AB = 23.31\ \ Mbps$$

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

$$AB = 110\ Kbps * 53$$

$$AB = 5830\ kbps$$

$$AB = 5{,}83\ \ Mbps$$

Cálculo para Calidad media en hora pico red inalámbrica.

$$AB = 110\ Kbps * 111$$

$$AB = 12210\ kbps$$

$$AB = 12.21\ \ Mbps$$

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

$$AB = 55\ Kbps * 53$$

$$AB = 2915\ kbps$$

$$AB = 2.915\ \ Mbps$$

Cálculo para Calidad aceptable en hora pico red inalámbrica.

$$AB = 55\ Kbps * 111$$

$$AB = 6105\ kbps$$

$$AB = 6.105\ Mbps$$

AB = Ancho de Banda en horas no pico

$$AB = (KBPS\ CALCULADO\ DE\ ACUERDO\ A\ LA\ CALIDAD) POR\ EL$$

$$(RESULTADO\ DADO\ DEL\ CALCULO\ DE\ COMPUTADORAS\ O\ PORTATILES$$

$$* COEFICIENTE\ DE\ USO.)$$

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

$$AB = 210\ Kbps * 25.13$$

$$AB = 5278\ kbps$$

$$AB = 5.28\ Mbps$$

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

$$AB = 210\ Kbps * 46.53$$

$$AB = 9972\ kbps$$

$$AB = 9.97\ Mbps$$

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

$$AB = 110\ Kbps * 25.13$$

$$AB = 2765\ kbps$$

$$AB = 2.77\ \ Mbps$$

Cálculo para Calidad media en horas no pico red inalámbrica.

$$AB = 110\ Kbps * 46.53$$

$$AB = 5119\ kbps$$

$$AB = 5.12\ \ Mbps$$

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

$$AB = 55\ Kbps * 25.13$$

$$AB = 1382\ kbp$$

$$AB = 1.38\ \ Mbps$$

Cálculo para Calidad aceptable en hora no pico red inalámbrica.

$$AB = 55\ Kbps * 46.53$$

$$AB = 2559\ kbps$$

$$AB = 2.56\ Mbps$$

Se podría seguir ejemplificando y como resultado obtendríamos el mismo que está establecido en la tabla Nº 6, tanto para el cálculo del tráfico en hora pico como no pico en ambas redes.

El autor resumirá en una tabla general Nº 7 todas las computadoras fijas como portátiles que se conectan al internet y luego resolverá realizar los cálculos respectivos con el objetivo de determinar el ancho de banda necesario en los tres niveles de calidad.

ESPAM –MFL			
DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN HORAS PICO **RED FIJA**			
PC	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
497,00	210	110	55
CALCULO			
	PC * C.ALT	PC * C.M	PC * C.ACEP
KBPS	104370	54670	27335
MBPS	104,37	54,67	27,335

ESPAM –MFL			
DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN HORAS PICO **RED WIFI**			
PORTATILES	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
643,00	210	110	55
CALCULO			
	PC * C.ALT	PC * C.M	PC * C.ACEP
KBPS	135030	70730	35365
MBPS	135,03	70,73	35,365

ESPAM –MFL			
DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN HORAS NO PICO **RED FIJA**			
C.U *PC	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
400,40	210	110	55
CALCULO			
	PC * C.ALT	PC * C.M	PC * C.ACEP
KBPS	84084	44044	22022
MBPS	84,084	44,044	22,022

ESPAM –MFL			
DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN HORAS NO PICO **RED WIFI**			
PORTATILES	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
362,33	210	110	55
CALCULO			
	PC * C.ALT	PC * C.M	PC * C.ACEP
KBPS	76090	39856,66667	19928,33333
MBPS	76,09	39,85666667	19,92833333

Tabla 7.Ancho de banda necesario en red fija y WIFI de acuerdo a calidad requerida

Total ancho de banda en MB requerido para HP en calidad alta en red fija más wifi = 104.37 + 135.03 = 239.40 Mbps

Total ancho de banda en MB requerido para HP en calidad media en red fija más wifi = 54,67 + 70.73 = 125.40 Mbps

Total ancho de banda en MB requerido para HP en calidad aceptable en red fija más wifi = 27.34 + 35.37 = 62.71 Mbps

Total ancho de banda en MB requerido para HNP en calidad alta en red fija más wifi = 84.08 + 76.09 = 160.17 Mbps

Total ancho de banda en MB requerido para HNP en calidad media en red fija más wifi = 44.04 + 39.86 = 83.90 Mbps

Total ancho de banda en MB requerido para HP en calidad aceptable en red fija más wifi = 22.02 + 19.93 = 41.95 Mbps

Continuando con la investigación para determinar el tráfico best effort de acuerdo a los servicios ofrecidos por la red el autor prosiguió con la biblioteca virtual. La ESPAM-MFL en misión de brindar este tipo de servicio que es vital dentro de las instituciones de educación superior como lo afirma la siguiente cita. Las bibliotecas no están exentas de este proceso; el desarrollo tecnológico ha revolucionado el trabajo propio de una biblioteca, sobre todo, como resultado de las demandas de los usuarios actuales, quienes exigen una respuesta rápida, directa y relevante a sus necesidades de información. Estos factores han determinado la aparición de las bibliotecas electrónicas, digitales y virtuales (M. Sanchez y J. Vega, 2002). Por tales razones y fructificando la explotación de las redes la ESPAM – MFL, ofrece bibliotecas virtuales pero según lo investigado por el autor estas se encuentran en servidores externos por lo que ya han sido consideradas y en tal razón su tráfico determinado junto con el de Internet.

5.2.1.2 Determinación del tráfico en aulas virtuales sílabos planificación, matriculación, notas en línea, asistencia de estudiantes.

Los servicios mencionados en este apartado generan un tráfico dirigido a los servidores de la ESPAM-MFL. En tal razón el autor de este trabajo decidió unirlos además de la característica que tienen en común son servicios prestados para actividades académicas, que sirven de sistematización y control.

La finalidad de llevar a cabo el cálculo de todos estos servicios en una sola sección es resumir ciertos procedimientos que al realizar la determinación del tráfico de forma individual se volverán repetitivos. Es decir se elaborara una sola matriz para todos ellos en la que se trabajará con datos de la norma "ETSI EG 202 057-4. Declarados en el anexo D, misma que se viene aplicando para determinar tráfico en este caso de estudio. Y en algunas ocasiones se procederá con parámetros propios de los servicios en estudio, investigados y determinados por el autor de acuerdo a requerimientos concretos de la red del Campus de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Sin embargo amerita detallar la manera en la que se realiza el cálculo de acuerdo a la conexión de los usuarios cuando accede a alguno de estos servicios de la red, por ello el autor establece un porcentaje total del 35 % que representaría la suma de número de usuarios concurrentes que se estarían conectando en cualquiera de los servicios de este apartado.

Servirán como datos bases los establecidos en los anexos, los del anexo b para determinar de acuerdo a las áreas y departamentos en cuales de estos se realizará la determinación del tráfico, anexo d para establecer parámetros de acuerdo a normas del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones y otros parámetros determinados

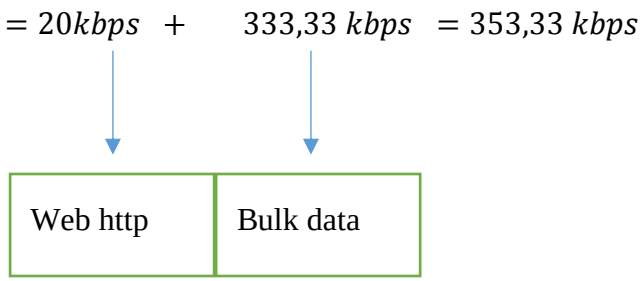
por el autor, del anexo e se tomaran los datos de los números de equipos a conectarse, pero de estos se calculara por el 35% que serían los usuarios concurrentes, los cuales lo realizan mayoritariamente de forma ocasional y en un lapso de tiempo muy corto a diferencia de las conexiones a internet en las cuales sienten la necesidad de estar conectados más perennemente.

No obstante es necesario indicar que cuando el usuario común se engancha a uno de estos servicios no es de su conocimiento que está generando otro tipo de tráfico adicional al de internet ya que para ellos es un acceso más realizado en el internet como lo demuestran los resultados representados en la figura Nº5 de este trabajo.

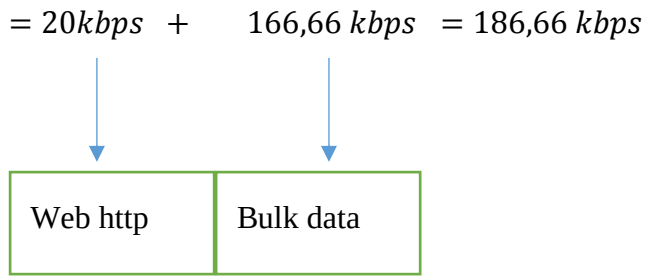
Retomando la explicación del procedimiento realizado para llevar a cabo esta tarea, en lo que respecta al web browsing se tomaran los mismos Kbps (5) establecidos para la determinación del tráfico de internet en los diversos tipos de calidades de conexión, se los multiplicará por cuatro dando como resultado 20 Kbps en el web browsing, para el bulk data se establecerá 5MB/15s en calidad alta, 5MB/30s en calidad media, 5MB/60s en calidad baja, dado que en estos servicios existen archivos en diversos formatos y por ende tamaño, debido a que los docentes cuelgan su material de enseñanza aprendizaje sus planificaciones, registran asistencia de los estudiantes. Así como también se dan los accesos por parte de los estudiantes al revisar dicho material para su auto preparación, seguimiento de la catedra recibida y por recibir. Además lo generado cuando necesitan saber de sus calificaciones y de igual forma cuando tienen que matricularse.

Calculando las sumas de Kbps necesario para realizar la determinación del tráfico en estos servicios de acuerdo a la calidad (alta, media y baja o aceptable) tanto en la red alámbrica como inalámbrica tenemos:

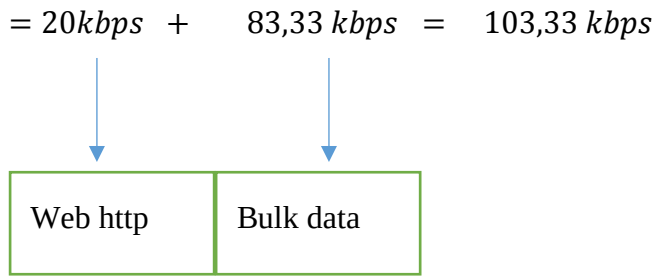
Ejemplo calidad alta.



Ejemplo calidad media.



Ejemplo calidad aceptable.



Al contar con todos estos datos el autor puede determinar el tráfico que genera el ingreso de los usuarios a estos servicios, calculando sobre el número total de usuarios que muy poco probable ingresen simultáneamente y a los que reconoceremos como determinación del tráfico en horas pico. Este dato es dado de los Kbps indicados anteriormente, dependiendo de la calidad (alta = 353,33 Kbps), que multiplica por el

número total de computadores (escritorio/portátiles) de los departamentos o estamentos que tienen el requerimiento de engancharse a dichos servicios.

Para determinar el tráfico en horas no pico se lo ejemplificara de la manera siguiente se lo basara en el resultado de la multiplicación del factor de usuarios (35%) concurrentes en ambas redes por el total de computadoras (escritorio/portátiles) y ese resultado por los Kbps dependiendo de la calidad en la que se determine.

A continuación se presenta la matriz en la tabla Nº8 que a la vez es un resumen del tráfico determinado para los servicios de este apartado, para mayor detalle revisar anexo F. Y luego se tomará como referencia el edificio de los laboratorios agroindustriales para ilustrar el procedimiento realizado.

CONEXIÓN DE EQUIPOS A SERVICIOS " aulas virtuales sílabos planificación, matriculación, notas en línea, asistencia de estudiantes " POR RED ALÁMBRICA E INALÁMBRICA																			
								A.B RED ALÁMBRICA						A.B RED INALÁMBRICA					
	RED ALÁMBRICA	RED INALÁMBRICA	Nº PC	Nº PORTÁTILES-PROMEDIO	35% PORCENTAJE DE U.C	CONCURRENCIA DE CONEXIÓN	CONCURRENCIA DE CON	HORA PICO			HORA NO PICO			HORA PICO			HORA NO PICO		
								CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA
Edificio - Carrera de Medio Ambiente	X	X	52,00	110,00	3,85	18,20	38,50	18373,16	9706,32	5373,16	6430,61	3397,21	1880,61	38866,30	20532,60	11366,30	13603,21	7186,41	3978,21
Edificio de Laboratorios Agroindustriales	X	X	54,00	79,00	1,40	18,90	27,65	19079,82	10079,64	5579,82	6677,94	3527,87	1952,94	27913,07	14746,14	8163,07	9769,57	5161,15	2857,07
Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión	X	X	5,00	4,00	0,70	1,75	1,40	1766,65	933,30	516,65	618,33	326,66	180,83	1413,32	746,64	413,32	494,66	261,32	144,66
Edifico – Carrera de Informática	X	X	173,00	73,00	2,10	60,55	25,55	61126,09	32292,18	17876,09	21394,13	11302,26	6256,63	25793,09	13626,18	7543,09	9027,58	4769,16	2640,08
Edificio-Biblioteca	X	X	62,00	65,00	1,40	21,70	22,75	21906,46	11572,92	6406,46	7667,26	4050,52	2242,26	22966,45	12132,90	6716,45	8038,26	4246,52	2350,76
Edifico – Carrera de Agrícola	X	X	59,00	110,00	2,80	20,65	38,50	20846,47	11012,94	6096,47	7296,26	3854,53	2133,76	38866,30	20532,60	11366,30	13603,21	7186,41	3978,21
Edificio – Laboratorios Agropecuarios	X	X	22,00	94,00	1,05	7,70	32,90	7773,26	4106,52	2273,26	2720,64	1437,28	795,64	33213,02	17546,04	9713,02	11624,56	6141,11	3399,56

Tabla 8.Determinación de tráfico por servicios de red en edificios de la ESPAM-MFL

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

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

$$(NÚMERO\ DE\ COMPUTADORAS\ \ A\ CONECTARSE\ EN\ FORMA\ SIMULTANEA)$$

Se tomara como referencia de laboratorios agroindustriales

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

$$Ancho\ de\ Banda = 353.33\ Kbps * 54$$

$$Ancho\ de\ Banda = 19079.82\ kbps$$

$$Ancho\ de\ Banda = 19.08\ Mbps$$

De aquí en adelante ancho de banda será sustituido por AB

Cálculo para Calidad alta en hora pico red inalámbrica.

$$AB = 353.33\ Kbps * 79$$

$$AB = 27913.07\ kbps$$

$$AB = 27.91 Mbps$$

Cálculo para Calidad media en hora pico red alámbrica.

$$AB = 186.66\ Kbps * 54$$

$$AB = 10079.64\ kbps$$

$$AB = 10.08\ Mbps$$

Cálculo para Calidad media en hora pico red inalámbrica.

$$AB = 186.66\ Kbps * 79$$

$$AB = 14746.14\ kbps$$

$$AB = 14.75\ Mbps$$

Cálculo para Calidad aceptable en hora pico red alámbrica.

$$AB = 103.33\ Kbps * 54$$

$$AB = 5579.82\ kbps$$

$$AB = 5.58\ \ Mbps$$

Cálculo para Calidad aceptable en hora pico red inalámbrica.

$$AB = 103.33\ Kbps * 79$$

$$AB = 8163.07\ kbps$$

$$AB = 8.16\ Mbps$$

AB = Ancho de Banda en horas no pico

$$AB = (KBPS\ CALCULADO\ DE\ ACUERDO\ A\ LA\ CALIDAD) POR\ EL$$

$$(RESULTADO\ DADO\ DEL\ CALCULO\ DE\ COMPUTADORAS\ O\ PORTATILES$$

$$* CONCURRENCIA\ DE\ USUARIOS)$$

Cálculo para Calidad alta en horas no pico red alámbrica.

$$AB = 353.33\ Kbps * 18.90$$

$$AB = 6677.94\ kbps$$

$$AB = 6.68\ Mbps$$

Cálculo para Calidad alta en horas no pico red inalámbrica.

$$AB = 353.33Kbps * 27.65$$

$$AB = 9769.57\ kbps$$

$$AB = 9.77\ Mbps$$

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

$$AB = 186.66\ Kbps * 18.90$$

$$AB = 3527.87\ kbps$$

$$AB = 3.52\ \ Mbps$$

Cálculo para Calidad media en horas no pico red inalámbrica.

$$AB = 186.66\ Kbps * 27.65$$

$$AB = 5161.15\ kbps$$

$$AB = 5.16\ \ Mbps$$

Cálculo para Calidad aceptable en hora no pico red alámbrica.

$$AB = 103.33\ Kbps * 18.90$$

$$AB = 1952.94\ kbps$$

$$AB = 1.95\ \ Mbps$$

Cálculo para Calidad aceptable en hora no pico red inalámbrica.

$$AB = 103.33\ Kbps * 27.65$$

$$AB = 2857.07\ kbps$$

$$AB = 2.86\ Mbps$$

En la tabla Nº 9 se presenta el ancho de banda requerido en los tres tipos de calidades, tanto en horas pico como en horas no pico.

ESPAM -MFL			
DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN HORAS PICO **RED WIFI**			
PORTÁTILES	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
535,00	353,33	186,66	103,33
CALCULO			
	PC * C.ALT	PC * C.M	PC * C.ACEP
KBPS	189031,55	99863,1	55281,55
MBPS	189,03155	99,8631	55,28155

ESPAM -MFL			
DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN HORAS PICO **RED FIJA**			
PC	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
427,00	353,33	186,66	103,33
CALCULO			
	PC * C.ALT	PC * C.M	PC * C.ACEP
KBPS	150871,91	79703,82	44121,91
MBPS	150,87191	79,70382	44,12191

ESPAM -MFL			
DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN HORAS NO PICO **RED FIJA**			
C.U *PC	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
149,45	353,33	186,66	103,33
CALCULO			
	PC * C.ALT	PC * C.M	PC * C.ACEP
KBPS	52805,1685	27896,337	15442,6685
MBPS	52,8051685	27,896337	15,4426685

ESPAM -MFL			
DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA EN HORAS NO PICO **RED WIFI**			
C.U*PORTATILES	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
187,25	353,33	186,66	103,33
CALCULO			
	PC * C.ALT	PC * C.M	PC * C.ACEP
KBPS	66161,0425	34952,085	19348,5425
MBPS	66,1610425	34,952085	19,3485425

Tabla 9.Ancho de banda necesario para servicios en red fija y wifi de acuerdo a calidad requerida

5.2.1.3 Estudio y determinación de tráfico en Voz sobre IP (VoIP).

La ESPAM-MFL a pesar de ser una universidad muy joven que cada día batalla por mejorar en todos los aspectos incluyendo en lo tecnológico no cuenta con servicios en donde se evidencie eficiente aplicación de QoS, como por ejemplo uno de los más comunes el servicio de telefonía IP. Sin embargo al investigar las razones por las cuales no se ha realizado una implementación de telefonía IP se obtuvo como resultado que existen factores que impiden darle la oportunidad a proyectos de este tipo, tales como; desconocimiento del beneficio de este arte por parte de las autoridades, además por causa de no contar con un presupuesto idóneo como para darles las prestaciones necesarias a proyectos como estos que a pesar de no ser los exageradamente costosos y que a la larga en el tiempo y el espacio llegan a ser muy convenientes incluyendo en el impacto coste beneficio quedan en segundo plano cuando existen necesidades más urgente como la de atención a proyectos del sector agropecuario ya que la ESPAM-MFL rige su creación y ejercicio al sector agropecuario agroindustrial. A todo esto el autor le suma la falta de un estudio exhaustivo que incluya un diseño de red multiservicio así como los beneficios que esta trae consigo para que este sea propuesto y bien argumentado ante las autoridades que toman decisiones en la institución.

Continuando con el desarrollo de este caso de estudio el autor realizará un cálculo y determinación de tráfico de telefonía IP asignando un promedio de ocho teléfonos por edificios más uno para el hato bovino, porcino e incubadora ya que son edificaciones que están relativamente cerca, pero que se encuentran fuera del área de las edificaciones administrativas y de docencia. En la tabla Nº 10 se detalla los edificios con el promedio de los teléfonos asignados a estos y el total general.

En voz sobre IP es necesario transformar la voz analógica en digital con la aplicación de unos códec de digitalización de audio, para luego trasmitirlo a través de la red y hacer uso del servicio VoIP. Poniendo en marcha la determinación de este tráfico es ineludible resaltar lo estipulado en la norma ETSI EG 202 057-4 que especifica claramente que la calidad depende de la calidad del códec utilizado. Asumiendo que el ancho de banda no será un inconveniente se trabajara con códec G.711 (64kbps).

El autor simulara un cálculo del tráfico con teléfonos IP cisco con el códec mencionado.

ESPAM – MFL	
EDIFICIOS/DEPARTAMENTALES	Nº PROMEDIO DE TELÉFONOS IP
Edifico - Talleres Agroindustriales	8
Edificio - Carrera de Medio Ambiente	8
Edificio de Laboratorios Agroindustriales	8
Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión	8
Nivelación	8
· Hotel Higuerón	8
Edifico – Carrera de Informática	8
Edificio- Biblioteca	8
Edificio- Posgrado	8
Edifico – Carrera de Agrícola	8
Edificio – Laboratorios Agropecuarios	8
Otros (Hato bovino, porcino e incubadora	3
TOTAL	91

Tabla 10. Promedio de teléfonos por edificio y total general

Según artículo publicado por CISCO para realizar un cálculo sobre el ancho de banda por llamada "VoIP", se usan las siguientes hipótesis de encabezados del protocolo: (CISCO, 2008)

40 bytes para encabezados IP (20 bytes)/Protocolo de datagrama de usuario (UDP) (8 bytes)/Protocolo de transporte en tiempo real (RTP) (12 bytes).

El Protocolo de tiempo real comprimido (cRTP) reduce los encabezados IP/UDP/RTP a 2 ó 4 bytes (cRTP no está disponible en Ethernet).

6 bytes para el Protocolo punto a punto de enlaces múltiples (MP) o para el encabezado de capa 2 (L2) del Foro de Frame Relay (FRF).12.

1 byte para el indicador de fin de trama en las tramas MP y Frame Relay.

18 bytes para los encabezados Ethernet L2, incluidos 4 bytes de Secuencia de verificación de tramas (FCS) o Verificación por redundancia cíclica (CRC).

Para la formula y desarrollo el autor se guía con este mismo artículo citado y con parámetros de los anexos **G y H**.

Fórmulas de cálculo de ancho de banda. : (CISCO, 2008)

Tamaño total del paquete = (encabezado L2: MP o FRF.12 o **Ethernet**) + (encabezado **IP**/UDP/RTP) + (**tamaño de carga útil de voz**)

PPS = (velocidad de bits del códec) / (tamaño de la carga útil de voz)

Ancho de banda = tamaño de paquete total * PPS

Resolviendo:

TAMAÑO TOTAL DEL PAQUETE:

$$TTP = 18\ bytes + 40\ bytes + 160\ bytes$$

$$TTP = 218\ bytes$$

$$TTP = \ 1744\ bits$$

PAQUETE A TRANSMITIRSE POR SEGUNDO:

$$PPS = 64\ kbps/1280\ \ bits$$

$$PPS = 64000\ bits\ /\ 1280\ bits$$

$$PPS = \ 50pps$$

ANCHO DE BANDA:

$$AB = 1744\ bits * 50\ pps$$

$$AB = 87200\ bps = \ 87.20\ kbps$$

$$AB = 10.9\ Kbps$$

El valor dado como resultado del ancho de banda (10.9 Kbps) sería el que ubicaremos como suma de Kilobyte a trasmitirse por segundo en la formula general con la que se ha venido desarrollando la determinación de tráfico: representada en este caso así.

Horas pico: Para este cálculo simularemos la conexión de todos los teléfonos de forma simultánea.

$$AB = (KBPS\ CALCULADO)\ POR\ EL\ \ (\ TOTAL\ DE\ TELEFONOS\ IP)$$

$$AB = (10.9\ Kbps\ ) *\ \ (\ 91)$$

$$AB = 991\ Kbps$$

$$AB = 0.99\ Mbps$$

Horas no pico:

Para determinar el ancho de banda necesario en horas no pico se establecerá un porcentaje de conexión que se calculará de la simulación del número total de los teléfonos IP en la ESPAM-MFL, este porcentaje será del 40%

$$AB = (KBPS\ CALCULADO)\ POR\ EL\ (\ 40\ \%\ DEL\ TOTAL\ DE\ TELEFONOS\ IP)$$

$$AB = (10.9\ Kbps\ ) *\ (\ 40.95)$$

$$AB = 446.36\ Kbps$$

$$AB = 0.45\ Mbps$$

5.2.1.4 Determinación de tráfico en su totalidad para la red del campus de la ESPAM-MFL

Con la finalidad de determinar el tráfico total, sumaremos todos los resultados de los servicios de red ya estudiados y calculados en secciones anteriores de este capítulo. Tráficos ocasionados por los distintos servicios de red de la ESPAM-MFL en los tres tipos de calidades.

Es necesario indicar que para el tráfico de telefonía IP se lo cálculo con una sola calidad estandarizada por el autor que es considerablemente buena. Por ello en la sumatoria total del AB necesario para la red en las tres calidades se le sigue guardando los Kbps para los tres tipos de calidades.

ESPAM – MFL														
ANCHO DE BANDA POR EDIFICIO REQUERIDO RED ALAMBRICA E INALAMBRICA														
			A.B RED ALAMBRICA						A.B RED INALAMBRICA					
	RED ALAMBRICA	RED INALAMBRICA	HORA PICO			HORA NO PICO			HORA PICO			HORA NO PICO		
			CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA
Edifico - Talleres Agroindustriales	X	X	1755,83	955,83	515,83	933,19	506,52	271,86	2595,83	1395,83	735,83	1381,19	741,19	389,19
Edificio - Carrera de Medio Ambiente	X	X	29578,99	15612,15	8363,99	11745,80	6199,08	3300,14	62252,13	32818,43	17547,13	23412,40	12342,27	6574,73
Edificio de Laboratorios Agroindustriales	X	X	31755,65	16755,47	8955,65	16627,13	8757,06	4586,13	46258,90	24391,97	13023,90	11794,76	6239,67	3414,93
Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión	X	X	5412,48	2879,13	1527,48	2349,52	1251,18	661,68	4429,15	2362,47	1259,15	1791,85	958,51	511,85
Nivelación	X	X	495,83	295,83	185,83	457,19	257,19	147,19	2805,83	1505,83	1190,83	2767,19	1467,19	752,19
Hotel Higuerón	X	X	495,83	295,83	185,83	317,19	183,86	110,52	3225,83	1725,83	900,83	2137,19	1137,19	587,19
Edifico – Carrera de Informática	X	X	97951,92	51618,01	27576,92	55255,32	29056,79	15152,49	41618,92	21952,01	11743,92	23036,77	12125,02	6336,60
Edificio- Biblioteca	X	X	37732,29	19898,75	10607,29	16104,45	8487,71	4479,45	38162,28	20128,73	10752,28	16139,45	8507,71	4499,95
Edificio- Posgrado	X	X	705,83	405,83	240,83	373,19	213,19	125,19	4695,83	2495,83	1285,83	2501,19	1327,86	682,52
Edifico – Carrera de Agrícola	X	X	33312,30	17578,77	9417,30	26597,45	13982,39	7216,29	62042,13	32708,43	17492,13	42144,40	22154,27	11480,73
Edificio – Laboratorios Agropecuarios	X	X	15199,09	8032,35	4274,09	5697,83	3014,47	1602,83	39168,85	20701,87	11328,85	14041,75	7424,97	4060,08
Otros	X	X	1755,83	955,83	515,83	877,19	477,19	257,19	3015,83	1615,83	845,83	1549,19	829,19	433,19

Tabla 11. Determinación de ancho de banda según edificio

DETERMINACIÓN DE ANCHO DE BANDA SEGÚN RED												
SERVICIOS DE RED	RED FIJA						RED WIFI					
	HORAS PICO			HORAS NO PICO			HORAS PICO			HORAS NO PICO		
	CAL. ALTA	CAL. MEDIA	CAL. BAJA	CAL. ALTA	CAL. MEDIA	CAL. BAJA	CAL. ALTA	CAL. MEDIA	CAL. BAJA	CAL. ALTA	CAL. MEDIA	CAL. BAJA
INTERNET	104370,00	54670,00	27335,00	84084,00	44044,00	22022,00	135030,00	70730,00	35365,00	76090,00	39856,66	19928,33
OTROS (" aulas virtuales sílabos planificación, matriculación, notas en línea, asistencia de estudiantes)	150871,91	79703,82	44121,91	52805,17	27896,34	15442,67	189031,55	99863,10	55281,55	66161,04	34952,09	19348,54
TELEFONÍA IP	991,00	991,00	991,00	446,36	446,36	446,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL KBps	256232,91	135364,82	72447,91	137335,53	72386,70	37911,03	324061,55	170593,10	90646,55	142251,04	74808,75	39276,87
TOTAL MBps	256,23	135,36	72,45	137,34	72,39	37,91	324,06	170,59	90,65	142,25	74,81	39,28

Tabla 12.Determinación de ancho de banda según la red

TOTAL	RESUMEN DETERMINACIÓN AB TOTAL (RED FIJA + WIFI)					
	HORAS PICO			HORAS NO PICO		
	CAL. ALTA	CAL. MEDIA	CAL. BAJA	CAL. ALTA	CAL. MEDIA	CAL. BAJA
TOTAL KBps	580294,46	305957,92	163094,46	279586,57	147195,44	77187,90
TOTAL MBps	580,29	305,96	163,09	279,59	147,20	77,19
TOTAL Mbps	4642,32	2447,68	1304,72	2236,72	1177,6	617,52

Tabla 13. Determinación de ancho de banda total requerido en la red de la ESPAM-MFL

5.3. Propuesta de infraestructura de red, dimensionamiento de enlaces y cobertura de red inalámbrica.

Esta propuesta es desarrollada luego del análisis realizado a la infraestructura de red en general (enlaces de datos y cobertura inalámbrica), así como del estudio de determinación del tráfico de los servicios que se dan a través de esta. Para dicha propuesta el autor se enfocara en plasmar los requerimientos para llevar a cabo la misión del objetivo general de este caso de estudio. Ya que en la actualidad la educación se encuentran con grandes desafíos de la infraestructura de redes para la educación en base a esto los educadores de hoy tienen una visión sobre hacia dónde quieren llevar a sus instituciones. Consiste en una clara imagen de aulas con alta tecnología, laboratorios de última generación y acceso a la información sin precedentes. Entonces lo importante no es a dónde se quieren dirigir sino cómo llegar allí, especialmente ante la presencia de otras preocupaciones tales como las limitaciones presupuestarias, administrativas y de los planes de estudio. A medida que las escuelas y universidades enfrentan estos desafíos y hacen una puesta a punto de sus prácticas y métodos de enseñanza a fin de que éstos cambien con el transcurso del tiempo, las tecnologías apropiadas, si se implementan de manera correcta, ayudarán a que los educadores proporcionen las habilidades que los estudiantes necesitan para lograr sus propósitos. En la actualidad, las escuelas, colegios y universidades en todo el mundo están implementando soluciones de infraestructura de redes poderosas a fin de generar mejores oportunidades de aprendizaje, elevar los estándares de aprendizaje, reducir costos y mejorar la seguridad. Al maximizar el rendimiento de sus redes y no sólo el de las PC individuales, estas instituciones están invirtiendo en sus infraestructuras de redes, implementando las

conexiones más rápidas de todos los tiempos y con la más alta capacidad para voz, video y datos simultáneos. (Commscope,2009)

5.3.1 Backbone.

Realizando una estructura desde lo principal se comenzará desde la red que une a las dos áreas, por ende a todos los edificios o estamentos, la cual debe soportar y conducir todo el tráfico en general por ello seguidamente toca analizar la mejora a aplicar en el backbone de la red del campus de la ESPAM-MFL, tomando en cuenta los anchos de banda necesitados para cada edificación que han sido bien determinados en el apartado de determinación de tráfico. Y de esta forma poder indicar los equipos, medios de transmisión y la topología que resultasen mejorar la infraestructura actual.

En tal razón el autor concluye que se debe elaborar una red que de soporte eficaz y eficientemente aun cuando todos los servicios estén siendo utilizados al mismo tiempo, que es lo que calculamos como tráfico en horas picos, claro está que este fenómeno es casi imposible que se dé, pero en misión de lo calculado y requerido se debe estar preparado para dar soporte cuando este caso lo requiera.

Luego de analizar varia alternativas como la de mantener la fibra multimodo y llegar con esta a cubrir los departamentos faltantes, es decir completar el backbone con esta fibra para minorar los costes e incluso se pretendió tirar una fibra multimodo área también en topología anillo para tener redundancia. Pero investigando el arte de las fibras el autor concluyo que esto no era posible debido a que la fibra multimodo en este caso no presta las condiciones para la capacidad requerida en la distancia deseada, ya que en casos particulares la fibra tendrá que recorrer distancia de hasta más de 1 Km y con un requerimiento de ancho de banda de 580.29 Mb (4642,32 Mbps) en calidad

alta/horas pico. Otro factor muy importante es que se pretende que la propuesta se sustentable y sostenible al menos durante los próximos 8 años

Variante Eth.	Velocidad	Medio	Distancia
100Base-Fx	100 Mbps	f.o. MM OM1 1300 nm	2 Km.
100Base-Lx	100 Mbps	f.o. SM 1310 nm	15 Km.
1000Base-Sx	1 Gbps	f.o. MM OM2 850 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. MM OM1/OM2 1300 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10 Km.
1000Base-Zx	1 Gbps	f.o. SM 1550 nm	80 Km.
10GBase-SR/SW	10 Gbps	F.O. MM OM3 850 nm	300 m.
10GBase-LR/LW	10 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10-25 Km.
10GBase-Er/Ew	10 Gbps	f.o. SM 1550 nm	40-80 Km.

Tabla 14. Parámetros de la fibra óptica
Fuente: E. Bizkaia

Establecido el análisis se concluyó trabajar con fibra monomodo (PON) misma que cubra todo el backbone lo cual permitirá que la red tenga una formidable capacidad de transmisión con eficiente QoS, con esta fibra no se tendrá problemas de escalabilidad en futuro cercano.

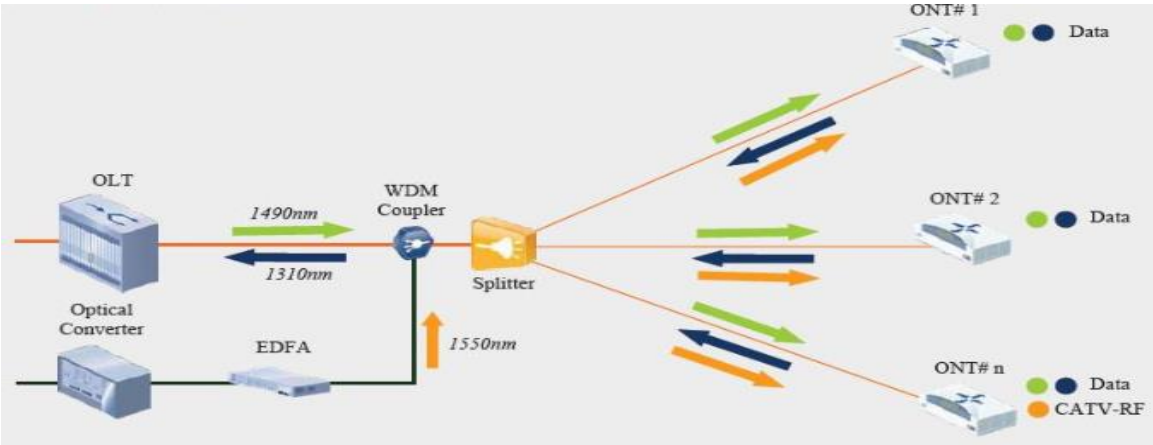


Figura 6. Esquema global de una red PON

M. Yaroslav y B. Vidal

Concretamente se hablara en fibra óptica de arquitectura GPON que trata de redes ópticas con capacidad de Gigabits. Con velocidades impresionantes como la denominada 10 Gbps PON o XG-PON, una tecnología que puede ofrecer velocidades enormes, como su nombre lo indica 10 Gbps. (M. Yaroslav y B. Vidal, 2011).

Las redes GPON están constituidas por tres elementos primordiales: [23]

- Terminal de Línea Óptico (Óptical Line Terminal). OLT
- Splitters Óptico (Divisor). ONT/ONU
- Terminal/Unidad de Red Óptico (Óptica Network Terminal/Optical Network Unit)

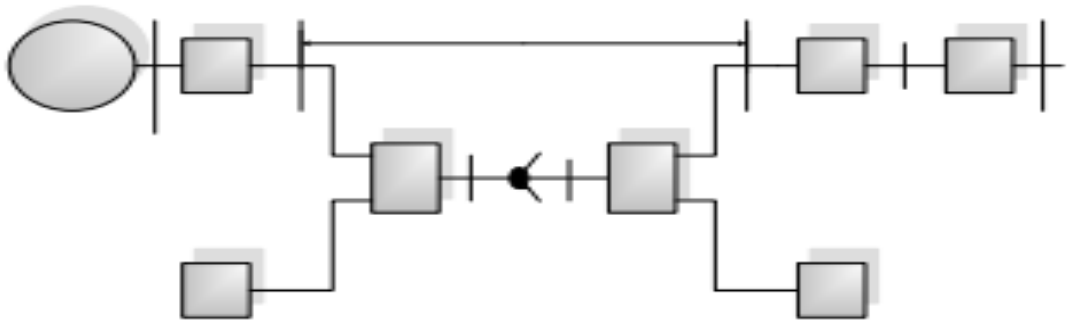


Figura 7. Arquitectura de una red GPON
Fuente: M. López, E. Moschim, F. Rudge

Dentro de esta arquitectura GPON existen variantes reconocidas por la ITU-T (Garcia,2012)

Serie G.984.x GPON

- G.984.2 Nivel físico
- G.984.3 Transmisión
- G.984.4 OMCI
- G.984.5 Ampliación de bandas WDM
- G.984.6 y G.984.7 GPON de largo alcance

Serie G.987.x XG-PON

- G.987.2 Nivel físico
- G.987.3 Transmisión
- G.987.4 Extensión de alcance

G.988 OMCI aplicable a XG-PON

Después de revisar y analizar estas series o estándares se determinó trabajar con los de la serie G.987.x porque esta soporta capacidades importantes como su variante lo describe XG-PON y específicamente tomaremos la serie G.987.2 misma que cuenta con velocidades de 9.95328 Gbit/s descendente, 2.48832 Gbit/s ascendente, la cual cumple e incluso sobrepasa los requerimientos del tráfico de red. En tal razón queda definido que esta es la fibra a aplicar en la propuesta.

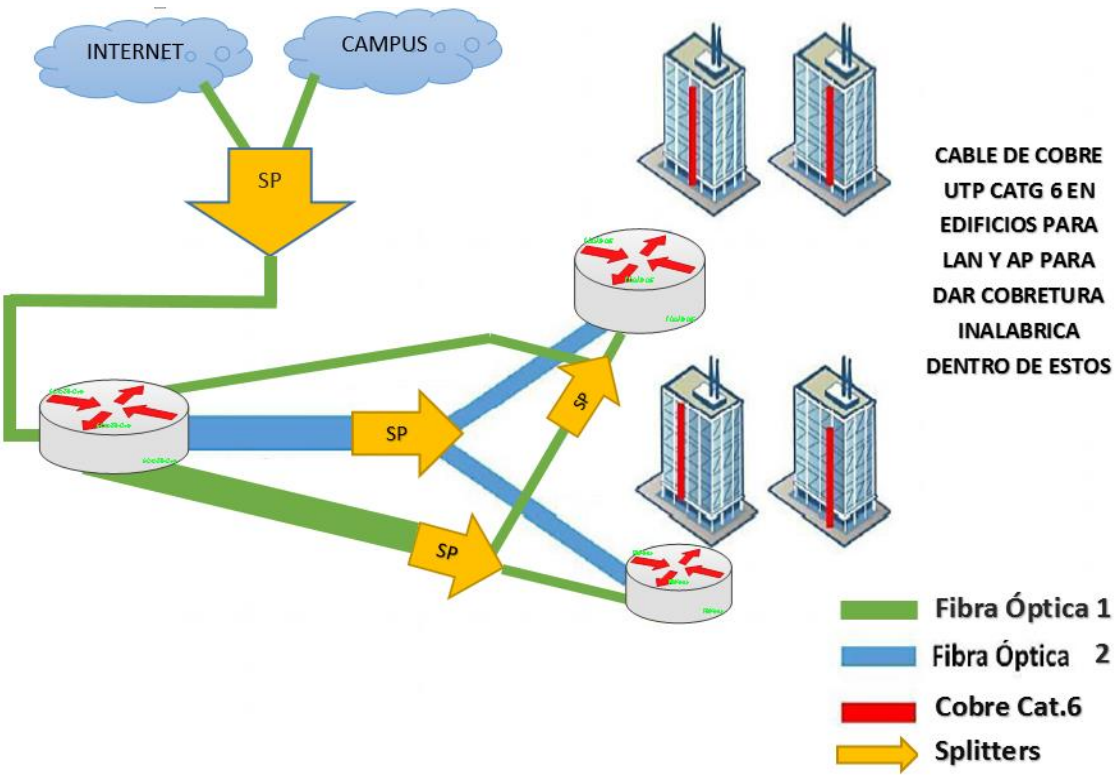


Figura 8. Esquema: Doble Backbone del Campus de la ESPAM-MFL – modificado por autor.

Cabe indicar que para la propuesta el autor plantea la topología anillo en el backbone por su robustez, también porque es muy empleada como base para otras topologías de arquitecturas LAN. Además por motivo de redundancia es necesario un segundo backbone mismo que estará en topología estrella.

En lo que respecta al cableado UTP llegando a un consenso se determina que se empleara un medio de transmisión UTP de categoría 6, se desaparecerá todo el cableado de categoría 5 que exista, el motivo de escoger esta variante ante otras que están por encima de esta en velocidad de transmisión, es porque este soportara normalmente con el requerimiento del tráfico en las LAN de los edificios, ya que ningún edificio sobrepasa los 100Mbps. Además es una categoría que en la actualidad se sigue empleando por sus buenos resultados.

Sin embargo en la red de acceso para enlaces que no pasen los 100 metros y que no es considerable aplicar la fibra pero que tienen que hacer un recorrido seguro que de igual requiera calidad de servicio se lo hará a través de cable UTP categoría 6A ejemplos en edificio de nivelación y el cableado hasta las aulas.

Con respecto a los equipos se utilizará equipos que soporten la nueva infraestructura de red por ello el autor elige los siguientes router marca cisco SFP-10G-ER-S para las conexiones que se dan mediante la fibra, para las conexiones de los edificios router ASR 1004 por su importante característica de funcionar con tarjetas que aumentan funciones tales como los módulos que admiten conexiones con switch a 10Gb con cable UTP empleando el módulo C4KX-NM-8SFP. (CISCO, 2013-2015).

También se presenta un detalle de la distancia que existe entre equipos (routers y splitters) aplicando topología anillo en backbone. Es necesario indicar los edificio en que tendremos un router perteneciente al backbone (R0 Informática, R1 Biblioteca, R2

Posgrado, R3 Hato porcino, R4 Agrícola, R5 Incubadora, R6 Pecuaria, R7 Hato bovino, R8 Hotel, R9 Bienestar, R10 Medio ambiente, R11 Talleres agroindustriales, R12 Laboratorios agroindustriales.). Luego de analizar varios parámetros se determinó la utilización de tres tipos de splitters los (de una entrada dos salidas), (una entrada cuatro salidas), (una entrada y ocho salidas).

DISTANCIA ENTRE EQUIPOS FIBRA EN ANILLO (PIRMER BACKBONE)				
EQUIPOS	D.METROS	D.METROS MAS 20%	TOTAL DISTANCIA(M)	KILOMETROS
ROUTER 0 - SPLITTER 2 (1:8)	10	2	12	0,0120
SPLITTER 2 - SPLITTER 3(1:4)	120	24	144	0,1440
SPLITTER 3 - SPLITTER 4 (1:2)	585	117	702	0,7020
SPLITTER 4 - SPLITTER 5(1:2)	208	41,6	249,6	0,2496
SPLITTER 5 (1:2) - ROUTER 0	698	139,6	837,6	0,8376
SPLITTER 2 - ROUTER 1	110	22	132	0,1320
SPLITTER 2 - ROUTER 2	105	21	126	0,1260
SPLITTER 2 - ROUTER 3	810	162	972	0,9720
SPLITTER 2 - ROUTER 4	905	181	1086	1,0860
SPLITTER 2 - ROUTER 5	950	190	1140	1,1400
SPLITTER 2 - ROUTER 6	886	177,2	1063,2	1,0632
SPLITTER 2 - ROUTER 7	752	150,4	902,4	0,9024
SPLITTER 3 - ROUTER 8	145	29	174	0,1740
SPLITTER 3 - ROUTER 9	210	42	252	0,2520
SPLITTER 3 - ROUTER 10	612	122,4	734,4	0,7344
SPLITTER 4 - ROUTER 11	185	37	222	0,2220
SPLITTER 5 - ROUTER 12	124	24,8	148,8	0,1488
TOTAL	7415	1483	8898	8,90

Tabla 15. Distancia entre equipos fibra en anillo (PIRMER BACKBONE)

La representación gráfica resultante del análisis para elaborar la tabla de distancia entre equipos de acuerdo a la arquitectura empleada se muestra a continuación.

Cuatro splitter en el primer backbone en arquitectura anillo. En esta conexión emplearíamos splitters de 1 entrada 8,4 y 2 salidas.

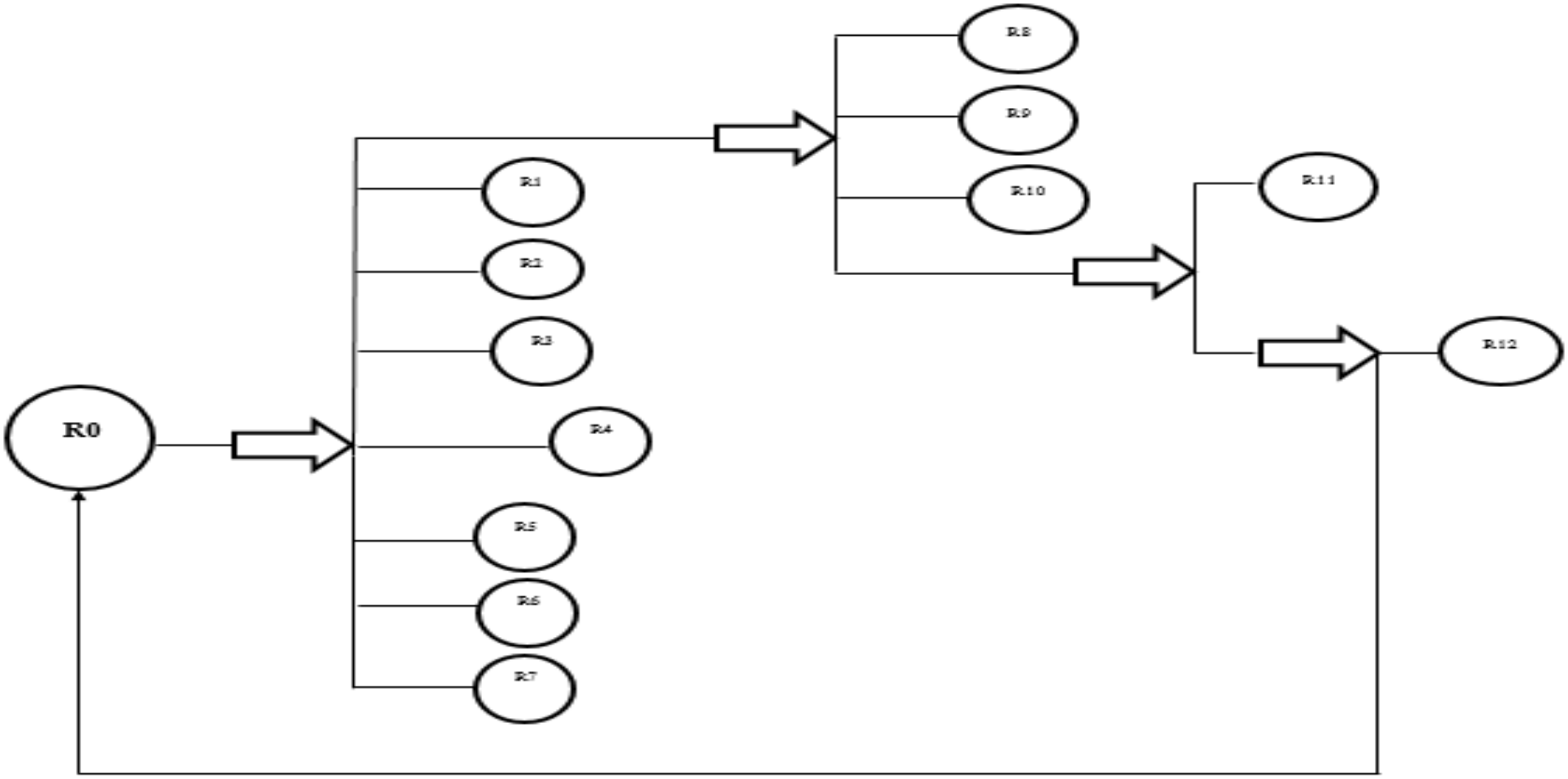
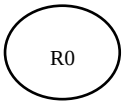


Figura 9. Esquema planificación de elección y ubicación de splitters primer backbone

Detalle de ilustraciones que representan equipamientos y medios de distribución de la red



= Router y número del mismo



= Splitters y número del mismo

= Fibra óptica

Teniendo establecido estos componentes y factores necesarios en la elaboración de la propuesta se estiman las perdidas en la red ocasionadas, por varias atenuaciones (por longitud de la fibra, conectores, entre otros). (R. Noboa, M. Loor. G. Vargas) Se analizaron y consideraron valores estimados en las citas así como técnicas a emplear para la asignación de splitters. Ya que un número elevado de estos o la simple mala esquematización ocasionan pérdidas muy graves de potencia.

Relación de Split	Pérdida de inserción (dB)
1:2	3,6
1:4	7,2
1:8	11
1:16	14
1:32	17,5

Tabla 16.Pérdidas en inserción de splitters
Fuente: M.Castelli, JP.Fosatti, M.Camacho, C.Chakelson

Parámetros y manera de representar en la fórmula:

- Potencia de Salida o enviada“ Transmisor” (dBm) = PS
- Atenuación del medio por Km “ Fibra” (dB) = ATK
- Atenuación por splitters (dB) = ATS

- Atenuación por conectores(dB)= ATC
- Atenuación por fusión (dB) = AF
- Potencia recibida (dBm) = PR

Desarrollo de la fórmula para llevar a cabo el cálculo.

$PR = PS$ – ATK – ATS – ATC – AF

Resolver de Router 0 a Router 1

$$PR = 3[dBm] - (0.144km)(0.5)[dB] - 1(11)[dB] - 1(0.1)[dB] - 1(0{,}5)$$

$$PR = 3[dBm] - 0.072[dB] - 11[dB] - 0.1[dB] - 0{,}5[dB]$$

$$PR = -8{,}67[dBm]$$

Los demás cálculos sobre los correspondientes routers están representados en la tabla

ROUTERS	Potencia enviada [dBm]	Atenuación por Km [dB]	Atenuación splitters [dB]	Atenuación por conectores [dB]	Atenuación por fusión [dB]	RESULTADO
R0	3,00	0,50	3,5 (1:2)- 7,2 (1:4)- 11(1,8)	0,50	0,10	POTENCIA RECIBIDA [dBm]
R1		0,072	11,00	0,50	0,10	-8,67
R2		0,069	11,00	0,50	0,10	-8,67
R3		0,49	11,00	0,50	0,10	-9,09
R4		0,55	11,00	0,50	0,10	-9,15
R5		0,58	11,00	0,50	0,10	-9,18
R6		0,54	11,00	0,50	0,10	-9,14
R7		0,46	11,00	0,50	0,10	-9,06
R8		0,17	14,40	0,50	0,10	-12,17
R9		0,20	14,40	0,50	0,10	-12,20
R10		1,59	14,40	0,50	0,10	-13,59
R11		0,66	10,80	0,50	0,10	-9,06
R12		1,05	14,40	0,50	0,10	-13,05

Tabla 17. Cálculo de potencia recibida fibra en anillo (PIRMER BACKBONE)

En la arquitectura estrella para el segundo backbone tendremos un solo splitters de características una entrada y 14 salidas. El procedimiento para realizar los cálculos es

igual al de la arquitectura del primer backbone los resultados varían por las distancias a recorrer de la fibra y por el sólo uso de un splitters.

DISTANCIA ENTRE EQUIPOS FIBRA EN ESTRELLA (SEGUNDO BACKBONE)				
EQUIPOS	D.METROS	D.METROS MAS 20%	TOTAL DISTANCIA(M)	KILÓMETROS
ROUTER 0 - SPLITTER 8 (1:14)	10	2	12	0,0120
SPLITTER 8 - ROUTER 1	110	22	132	0,1320
SPLITTER 8 - ROUTER 2	105	21	126	0,1260
SPLITTER 8 - ROUTER 3	810	162	972	0,9720
SPLITTER 8 - ROUTER 4	905	181	1086	1,0860
SPLITTER 8 - ROUTER 5	950	190	1140	1,1400
SPLITTER 8 - ROUTER 6	886	177,2	1063,2	1,0632
SPLITTER 8 - ROUTER 7	752	150,4	902,4	0,9024
SPLITTER 8 - ROUTER 8	190	38	228	0,2280
SPLITTER 8 - ROUTER 9	300	60	360	0,3600
SPLITTER 8 - ROUTER 10	812	162,4	974,4	0,9744
SPLITTER 8 - ROUTER 11	980	196	1176	1,1760
SPLITTER 8 - ROUTER 12	950	190	1140	1,1400
TOTAL	7760	1552	9312	9,31

Tabla 18. Distancia entre equipos fibra en estrella (SEGUNDO BACKBONE)

Desarrollo de la fórmula para llevar a cabo el cálculo.

$PR = PS$ – ATK – ATS – ATC – AF

Resolver de Router 0 a Router 1

$$PR = 2[dBm] - (0.144km)(0.5)[dB] - 1(16)[dB] - 1(0.1)[dB] - 1(0{,}5)$$

$$PR = 2[dBm] - 0.072[dB] - 16[dB] - 0.1[dB] - 0{,}5[dB]$$

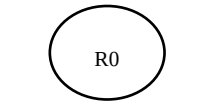
$$PR = -14{,}67[dBm]$$

Los demás calículos sobre los correspondientes routers están representados en la tabla 19

ROUTERS	Potencia enviada [dBm]	Atenuación por Km [dB]	Atenuación splitters [dB]	Atenuación por conectores [dB]	Atenuación por fusión [dB]	RESULTADO
R0	2,00	0,50	16 (1:14)	0,50	0,10	POTENCIA RECIBIDA [dBm]
R1		0,072	16,00	0,50	0,10	-14,67
R2		0,069	16,00	0,50	0,10	-14,67
R3		0,49	16,00	0,50	0,10	-15,09
R4		0,55	16,00	0,50	0,10	-15,15
R5		0,58	16,00	0,50	0,10	-15,18
R6		0,54	16,00	0,50	0,10	-15,14
R7		0,46	16,00	0,50	0,10	-15,06
R8		0,12	16,00	0,50	0,10	-14,72
R9		0,19	16,00	0,50	0,10	-14,79
R10		0,49	16,00	0,50	0,10	-15,09
R11		0,59	16,00	0,50	0,10	-15,19
R12		0,58	16,00	0,50	0,10	-15,18

Tabla 19. Cálculo de potencia recibida fibra en estrella (SEGUNDO BACKBONE)

Detalle de ilustraciones que representan equipamientos y medios de distribución de la red en la posterior gráfica.



= Router y número del mismo



= Splitters y número del mismo

= Fibra óptica

Un solo splitter en el segundo backbone quedaria en arquitectura estrella. En esta conexión el splitter que emplearíamos es de 1 entrada y 14 salidas.

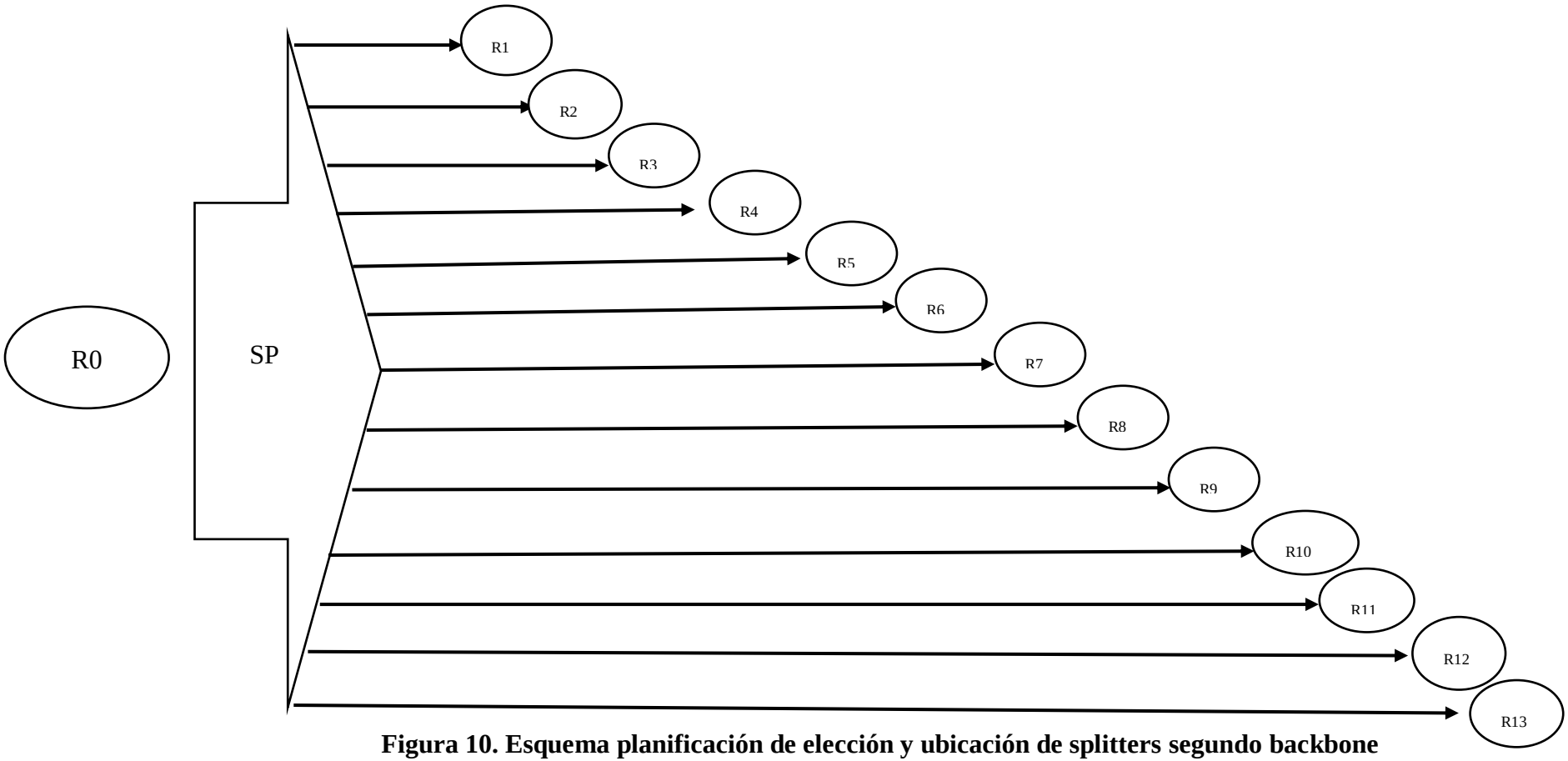


Figura 10. Esquema planificación de elección y ubicación de splitters segundo backbone

5.3.2 Red LAN.

Esta red cubrirá las necesidades de los servicios de red requerido en cada departamento aula u otros, en la parte interna de los edificios el medio de transmisión será los cable UTP categoría 6, en caso de enlaces externos no más de 100 metros utilizaremos cable categoría 6A blindado, así como las mayorías de conexiones a los AP. Todos estos juntos con el equipamiento de switch y routers ya designados en la sección anterior conducirán el tráfico de datos de las computadoras y de la misma manera estará preparada para teléfonos IP y por lo tanto para el tráfico de datos a transmitir por estos. Por lo general se utilizara topología estrella y estrella extendida. A continuación se presenta en la gráfica un esquema de la red LAN en los edificios

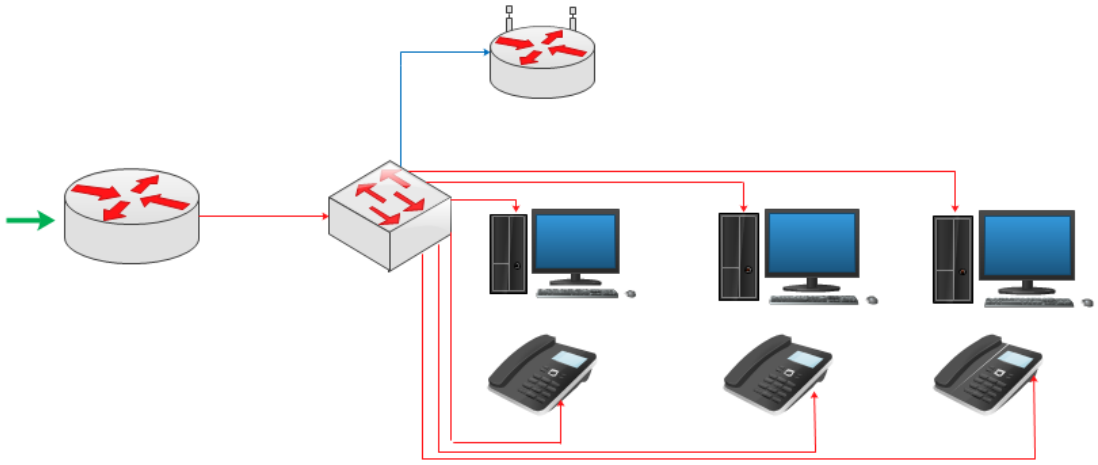


Figura 11. Esquema: Red LAN en los edificios de la ESPAM-MFL

Fuente: Autor

El nodo central o routers colocados en los edificios que forman backbone quedaron establecidos y asignados en el apartado 5.3.1.

5.3.3 Red LAN Fija

Para analizar la red LAN fija lo primero a realizar es revisar los servicios requeridos en esta, anexo B, y el tráfico ocasionado por la misma en cada uno de los edificios en sus respectivas calidades para esto la tabla Nº 11, y en función de ello escoger los equipos (SW) con las características idóneas según el requerimiento de tráfico y la convergida con los demás medios, sin dejar atrás que debemos planificar con tendencia hacia un futuro en que la demanda tecnológica es cada vez más exigida. En algunos casos los edificios no demandaran tanto derroche de recursos en tecnología de red pero en la propuesta se llevaran a cabo por lo antes descrito y en función de poder ofrecer una alta disponibilidad y calidad servicio en los servicios de la red. Determinando los switch a implementarse para las conexiones hasta las terminales se consideran los siguientes: los de la familia, Cisco Catalyst 6800 diseñado para los módulos de interfaz de medios para empresas de alto rendimiento y distribución.



Figura 12. 6800 Series 48-Port 10/100/1000 Interface Copper Module WS-X6848-TX-2T/2TXL



Figura 13. 6800 Series 24-Port Gigabit Ethernet Interface Module WS-X6824-SFP-2T/2TXL



Figura 14. Para conexiones de SW y AP emplearemos (C4KX-NM-8SFP+)

5.3.4 Red WLAN

Para la red WLAN entre otras alternativas se escogió la WIFI. Esta tiene su mayor demanda en los estudiantes y para dar cobertura a todos ellos en la actualidad se tiene un AP (linksys WAP 300N) (Cisco. "Linksys WAP300N User Guide PDF" 2013) **,** en cada aula el autor determina que de acuerdo al diseño y como están constituida la aulas (aulas octagonales separadas 5 metros entre si una por cada semestre su construcción de cemento rígido) y aprovechándose de que a la red WLAN se le realizo una mejora recientemente nos quedaríamos con esta arquitectura en las aulas más bien lo que se cambiará es el cableado que viaja desde el switch hasta cada AP, se remplazaría el cable UTP categoría 6 por uno 6a con revestimiento. Sin embargo para conexiones externas al aula es decir la parte del hall se colocara AP Cisco Aironet serie 3600 (Cisco. "Cisco Aironet 3600 Series Acces Point" ,2016). También para los edificios utilizaremos AP de mayores exigencias ya que aquí se presentan mayores falencias en la mayoría de los edificios los AP no cubren todo lo requerido por ello se escoge lo AP Cisco Aironet serie 3600. A continuación se detalla los edificios en que se ubicaran este Access point, con sus respectivas dimensiones. (Base * altura)

- Edificio Informática: 45* 28,90
- Edificio de Posgrado: 35,6 * 25,4
- Edificio de Biblioteca:50* 14,05
- Edificio de hato porcino: 14,80 * 6,04
- Edificio hato bovino: 14,80 * 6,04
- Edificio Agrícola: 30,05 * 18,10
- Edificio Incubadora: 60* 12.50
- Edificio de Pecuaria: 30,05 * 18,10
- Edifico Laboratorio Agroindustriales: 30,05 * 18,10

- Edificio Talleres Agroindustriales: 80* 16,34
- Edificio de Medio Ambiente 30,05 * 18,10
- Edificio de Bienestar 42* 20,60
- Edifico Hotel 100* 21.15

Realizaremos el cálculo para los enlaces WIFI tomando en cuenta los datos de los equipos y dimensiones de los edificios, así como el tráfico ocasionado y números de usuarios que se conectan en estos. No obstante se aclara que el tráfico considerado para estos es netamente los accionados en los estamentos de los edificios es decir que no se considera el de las aulas.

Se establecerá varios parámetros como la distancia de la cobertura con el AP que estamos trabajando misma que es igual a 15m, sobre esta distancia establecida determinaremos datos de velocidad y sensibilidad:

Parámetros y representación en formula:

- Sensibilidad de llegada [dBm] = SLL [dBm]
- Potencia [dBm] = P [dBm] = 23
- Atenuación de espacio libre [dB] = AEL [dB] = 20 log (4 πd /ƛ) = 20 log(4 π 15 /0.124378) = 20 log(60/0.124378)= 20 log(482,40π) = 20 (3,18055) = 63,61 [dB]
- Atenuación de paredes [dB] = APDS [dB] = (Cartón/Yeso)/Cristal/Bloque/ (3,6,4 respectivamente)
- Atenuación de puertas (metal/metal en pared de ladrillo [dB] = APTS [dB] = (6 y 12 respectivamente)
- Atenuación de ventanas [dB] = AV [dB] = 3

- Atenuación de cuerpo humano [dB]= ACH [dB] = 3

Se realizara un cálculo que servirá de guía para determinar los AP a ubicar en los distintos edificios, teniendo en cuenta la dimensión de los mismos. Se calculara en frecuencia 2,4 GHz con atenuaciones en el peor de los casos de acuerdo a las construcciones de los edificios de a ESPAM-MFL estos parámetros de atenuaciones se determinan de la siguiente manera (distancia de 15m, paredes de bloque 3, paredes de cristal 2, puertas de metal 1, ventana 1, personas que interfieran 2). Pero con potencia de [23 dBm].

Desarrollo de fórmula para sensibilidad:

$$SLL = P - AEL - APDS - APTSS - AV - ACH$$

Calculo de sensibilidad:

$$SLL = 23[dBm] - 63{,}61[dB] - 12[dB] - 12[dB] - 6[dB] - 3[dB] - 6[dB]$$

$$SLL = -79.61\ dBm$$

Determinando la sensibilidad y analizándola en el rango de frecuencia 2,4 GHz en el AP considerado para dar cobertura inalámbrica en los edificios se estima que en el peor de los casos a 15metros se llegara con 55.96 Mbps. Y con esto se dará cumplimiento muy satisfactorio a los usuarios de la WLAN.

5.4 Esquema de Calidad de Servicio

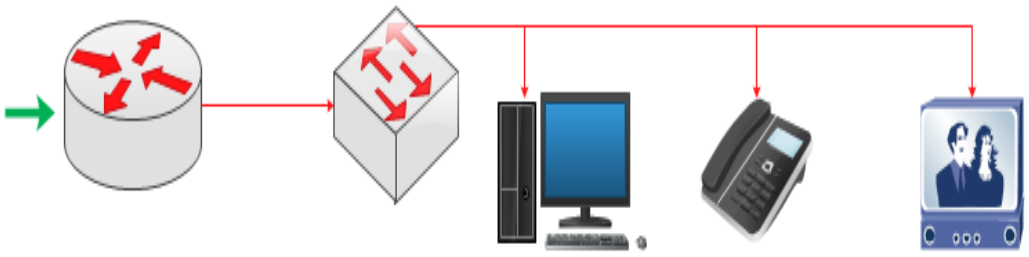


Figura 15. Esquema: QoS en la Red de la ESPAM-MFL

Fuente: Autor

La calidad de servicio (QoS) es el rendimiento de extremo a extremo de los servicios electrónicos tal como lo percibe el usuario final. Los parámetros de QoS son: el retardo, la variación del retardo y la pérdida de paquetes. Una red debe garantizar un cierto nivel de calidad de servicio para un nivel de tráfico que sigue un conjunto especificado de parámetros. La implementación de Políticas de Calidad de Servicio se puede enfocar en varios puntos según los requerimientos de la red. (G. Rivero, C. Geraldy, 2006).

Mediante un análisis establecido por el autor se determina que se llevará a cabo este objetivo sobre tres servicios que se desea garantizar la calidad del servicio siendo estos: voz, video y datos. No obstante los servicios de mayor interés en la propuesta son los de voz y video para los cuales entre otros se pueden crear políticas de QoS que prioricen el tráfico de los mismos.

Se propone el modelo de servicio diferenciado (DiffServ) clasificando el tráfico y marcado para un tratamiento diferenciado, para el marcado del tráfico se usaran valores DSCP entre más alto sea el valor el paquete tiene mayor prioridad (hasta 64 niveles) y para determinar este valor para cada una de las clases se establecerán las políticas

correspondiente. Para la identificación del tráfico que luego conlleva a la clasificación del mismo en este modelo se lo puede dar a través lista de control de acceso ya que ofrecen un mecanismo usado para clasificar el tráfico por separación de privilegios.



Figura 16. Implementación de DiffServ en los routers
Fuente: J Martínez

Otro aspecto a considerar es que la frontera de confianza estará lo más cercano al origen del tráfico en equipos terminales capa de acceso y distribución.

Para complementar la elección del modelo estuvieron en análisis los siguiente: modelo de QoS IntServ y DiffServ los cuales realizan diferentes procesos para priorizar flujos de tráfico, se escogió el modelo DiffServ ya que ofrece mayores ventajas respecto IntServ en lo referente a escalabilidad, flexibilidad y la distinción para diferentes clases de servicios por medio del marcado de paquetes y otras técnicas de control de tráfico, siendo esta la alternativa más apta para implementar un esquema adecuado de políticas de calidad de servicio QoS.(C. Vásquez , D Paspuel, 2014)

Con la buena implementación de políticas de QoS dentro de la infraestructura de red de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

robustecerá de mejor manera el uso de los servicios de red, porque si bien esta propuesta de mejora es ambiciosa en infraestructura de red pero sino se aplican parámetros técnicos de calidad de servicio seguramente tendremos un derroche de recurso que no justificarían la implementación de la propuesta final.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- La infraestructura de red de la ESPAM-MFL presentaba muchos problemas en los enlaces inalámbricos por medios no guiados debido a los arbustos en cantidad que demanda su entorno de un punto a otro, existe un inapropiado tendido del cable, además de tener en varias instalaciones aun cables UTP categoría 5. La demanda del tráfico es extenuante para la capacidad y la manera en que se maneja la red en la actualidad. Y la red WLAN es muy deficiente no da cobertura total en la mayoría de los edificios.
- La red de la ESPAM-MFL en su estado actual no soporta con el tráfico best effort y tráfico con calidad de servicio (tráfico total), al referirnos a horas pico, en una ninguna de las tres calidades establecidas y analizadas (alta, media, baja).
- El ITU-T-G987.2 es el estándar de fibra escogido para utilizarlo en la implementación de la propuesta. Porque cumple ampliamente con los requerimientos del backbone. Así como el número de splitters y el tipo fueron aplicados de la misma forma, considerando obtener la menor pérdida de potencia posible.
- La propuesta elaborada cumple de manera satisfactoria con el objetivo general, superando los requerimientos demandados por los servicios de la red. Se trabajó con normas y estándares tales como: (ETSI EG 202 057-4). Que permitieron realizar cálculos para la correcta toma de decisiones en la elección de medios de transmisión y demás componentes de red.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda implementar la propuesta de red elaborada, con esta daremos cumplimientos a los requerimientos exigidos por la misma, a lo que demanda el mundo tecnológico y organizaciones que velan por la mejora de la calidad de la educación superior.
- Antes de realizar cualquier mejora en la red se deben realizar todos los estudios para el caso logrando así un mayor tiempo de operatividad de la misma.
- Se debe prestar mayor interés a diversificar los servicios de red, es decir contar con una red convergente en la ESPAM-MFL.

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,

[5] Bustillo,V. (2005). "Nuevas tecnologías de la información: Herramientas para la educación" Universidad de Salamanca.

[6] Cardona, G (2002). "Tendencias educativas para el siglo xxi educacion virtual , online y @learning elemenos para la discusion" .

[7] Prats, J. y Albert, M. (2004) "Enseñar utilizando internet como recurso" Barcelona, España,

[8] Mendoza, I. y Rodriguez, L.(Marzo, 2012). "Evaluación post - implementación de un sistema de riego por aspersión en el cultivo de cacao (*theobroma cacao* l.*) En* la ESPAM – MFL"

[9] Alabau, A. y Riera, J. (1992). "Teleinformática y redes de computadoras" 2da edición, Escuela superior de ingenieros de telecomunicación Universidad Politécnica de Madrid,

[10] Noel, J. y Gaumé, S. (2011) "Mantenimiento y reparación de un PC en red" 2da edición, ediciones ENI, Barcelona.

[11] 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.

[12] Unión Internacional de Telecomunicaciones, "ITU-T-G.651 Serie G: sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales 1998.

[13] J. Buelvas. "Estándares de la fibra óptica y del cable utp". Noviembre 2012

[14] Excel Whitepaper. Informe Tècnico, categoria 6,6a y categoria 7a (clase Fa de ISO):comparativaExcel_Whitepaper_Category6-6A-and-7A-A-Comparison-ES.pdf.

[15] M. Romero. "Calidad de Servicio (QoS) en redes" Programa de doctorado Informática Industrial 2009-2010. Departamento de Tecnología Electrónica – Universidad de Sevilla

[16] Instituto Nacional de Estadisticas y Censos, (2013)."Tecnologías de la Información y comuniciones

[17] 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

[18] Sanchez M. y Vega J. (2002). "Bibliotecas electrónicas, digitales y virtuales: tres entidades por definir".

[19] Cisco. (19 Mayo 2008). Systems Inc. Voz sobre IP - Consumo de ancho de banda por llamada, pdf

[20] Commscope.(2009). "Soluciones de Infraestructura de Redes para la Educación,

[21] Bizkaia, E.(marzo 2016). “Fundamentos de las Fibras Ópticas” Dpto. Electrónica IEFPS Tartanga.

[22] Yaroslav, M. y Vidal, B. (2011). “Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH”.

[23] López, M. Moschim, E. Rudge, F. “Estudio comparativo de redes GPON Y EPON”

[24] Garcia, A. (2012). “GPON Introducción y Conceptos Generales ”.

[25] 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”.

[26] Cisco. (2015). “Cisco S-Class 10GBASE SFP+ Modules Data Sheet”

[27] Cisco. (s.f). “ASR 1004 Router Overview and Installation”

[28] Cisco. (s.f). “Catalyst 4500-X Series Fixed 10 Gigabit Ethernet Aggregation Switch Data Sheet”

[29] Noboa, R. Loor, M. Vargas, G. (s.f). Diseño de una red óptica pasiva de aceso para urbanización ubicada en la via San Borondon. ESPOL.

[30] Castelli, M. Fosatti, JP. Camacho, M. Chakelson, C. (s.f). “Memoria de trabajos de difusión científica y técnica, ISSN 1510-7450

[31] Cisco. (2013) “Linksys WAP300N User Guide PDF”

[32] Cisco. (Actualizado 28 de enero 2016). “Cisco Aironet 3600 Series Acces Point”

[33] Rivero, G. Geraldy, C. (2006). “Análisis de tráfico de la red del servicio de la administración aduanera del estado Zulia.

[34] Martìnez, J. (s.f) “Calidad de servicio (QoS)” Pontificia Universidad Javeriana, diapositivas -Cali.

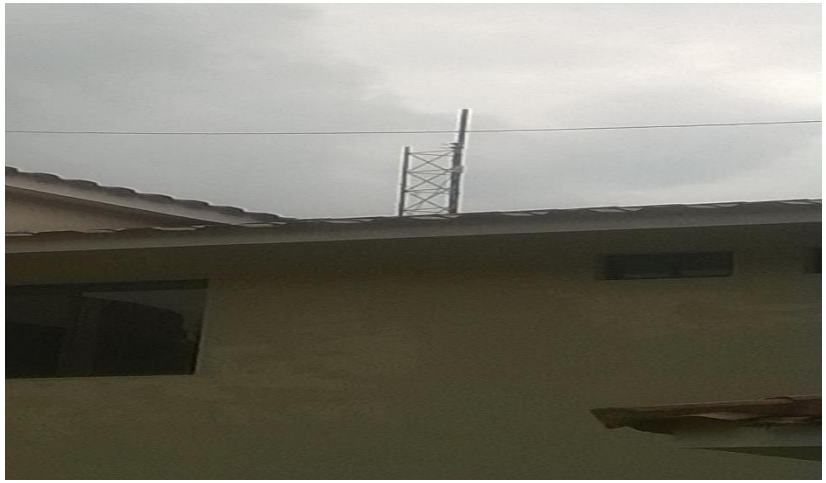
[35] Vásquez, C. (2014). D Paspuel “Optimización del ancho de banda de acceso a internet y control de tráfico de la Universidad Técnica del Norte aplicando calidad de servicio (QoS)

ANEXOS

ANEXO A: FOTOS DE ENLACES CON MEDIOS NO GUIADOS EN ESPAM-MFL



Antena en Hato bovino y Hato porcino



Antena en edificio- Agrícola



Antenas en edificio de Pecuaria



Antenas en edificio de Incubadora de Pollitos

Anexo B servicios de la red en áreas y departamentos

ESPAM – MFL											
ÁREAS Y DEPARTAMENTOS		Matriculación	Consulta de notas	Asistencia de estudiantes	Sílabos y Planificación	Bibliotecas Virtuales	Correos	Internet	Red alámbrica	Red inalámbrica	Aula virtual
Área Agroindustrial	Edifico - Talleres Agroindustriales						x	x	x	x	
	Planta alta						x	x	x	x	
	Oficina de coordinación U.D.I.V						x	x	x	x	
	Oficina de coordinación de taller de cárnicos						x	x	x	x	
	Planta baja						x	x	x	x	
	Oficina de coordinación de taller de lácteos						x	x	x	x	
	Oficina de coordinación de taller de frutas y vegetales						x	x	x	x	
	Oficina de coordinación de taller de harinas y balanceado.						x	x	x	x	
	Edificio - Carrera de Medio Ambiente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Planta alta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

	Vicerrectorado académico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dirección de Carrera de Medio Ambiente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dirección de Carrera de Agroindustrias	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Secretaria de Vicerrectorado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cubículos para docentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Coordinación de Evaluación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Planta baja	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Coordinación Administrativa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dirección de Carrera de Turismo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cubículos para docentes.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Aulas de la Carrera de Medio Ambiente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Aulas por semestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Auditorio de la Carrera de Medio Ambiente						x	x	x	x	
	Aulas de la Carrera de Agroindustria	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

	▯ Aulas por semestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Edificio de Laboratorios Agroindustriales	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Planta alta						x	x	x	x	
	▯ Oficina Laboratorio de Bromatología y Química Ambiental						x	x	x	x	
	Planta baja						x	x	x	x	
	▯ Oficina Laboratorio de Química General						x	x	x	x	
	▯ Oficina Laboratorio de Microbiología						x	x	x	x	
	Aulas CAI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	▯ Cubículos para docentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión						x	x	x	x	
	Planta alta						x	x	x	x	
	▯ Salón de Eventos Manuel Félix López						x	x	x	x	
	▯ Secretaria Vicerrectorado						x	x	x	x	

	Oficina Departamento de Cultura						x	x	x	x	
	Planta Baja						x	x	x	x	
	Ofician de Radio Politécnica de Manabí						x	x	x	x	
	Departamento de Tecnología	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	FEPAM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cooperativa ESPAM-MFL						x	x	x	x	
	Nivelación						x	x	x	x	
Área Agroindustrial	Oficina Coordinación de Nivelación						x	x	x	x	
	Aulas de Nivelación						x	x	x	x	
	Hotel Higuerón						x	x	x	x	
	Edifico – Carrera de Informática	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Planta Alta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dirección de Carrera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Coordinación de CAI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Unidad de Producción de Software	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

	Aulas de semestres de carrera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Planta Baja	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Aulas de semestres de carrera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Auditorio carrera de Informática						x	x	x	x	
	Edificio- Biblioteca	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Planta alta						x	x	x	x	
	Coordinación de Investigación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Coordinación de Transporte						x	x	x	x	
	Coordinación de Idiomas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Gestión de Talento Humano						x	x	x	x	
	Planta baja						x	x	x	x	
	Biblioteca						x	x	x	x	
	Coordinación Académica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Coordinación de Planificación						x	x	x	x	
	Coordinación de Audiovisuales						x	x	x	x	
	Secretaria de áreas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Edificio- Posgrado						x	x	x	x	
	Coordinación					x	x	x	x	x	

	de Posgrado										
	Edifico – Carrera de Agrícola	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Área agropecuaria	Planta alta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Rectorado Campus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dirección de carrera de agrícola	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dirección de carreara de pecuaria	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cubículos para docentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Planta baja	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Soporte técnico Informática	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dirección de administración de empresas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cubículos para docentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Aulas de la carrera de agrícola y administración de empresas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Edificio – Laboratorios Agropecuarios	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Planta alta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Dirección de administración	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

	pública										
	Laboratorio de biotecnología						x	x	x	x	
	Laboratorio de suelos						x	x	x	x	
	Laboratorio de química						x	x	x	x	
	Planta baja						x	x	x	x	
	Laboratorio microbiología						x	x	x	x	
	Laboratorio de biología molecular						x	x	x	x	
	Clínica veterinaria						x	x	x	x	
	Aulas de pecuaria y administración pública	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Otros						x	x	x	x	
	Hato bovino						x	x	x	x	
	Hato porcino						x	x	x	x	
	Laboratorio de reproducción						x	x	x	x	
	Incubadora de Pollitos						x	x	x	x	

Anexo C

DATOS OBTENIDOS DE UNA MUESTRA EN ENCUESTA REALIZADA A DOCENTES ESTUDIANTES Y ADMINISTRATIVOS

SERVICIOS A TRAVES DE LA RED				
INTERNET				
UTILIZACIÓN DE INTERNET	USUARIO TIPO	TRÀFICO TIPO	PORCENTAJE %	OBSERVACIÓN
INVESTIGAR	DOCENTE - ESTUDIANTE	NAVEGACIÓN WEB	30	DIARIO
ACADÉMICO(SILABOS, PLANIFICACÓN, ASISTENCIA ESTUDIANTES,CALIFICACIÓN)	DOCENTE-ESTUDIANTES	SUBIDA DE ARCHIVO - REGISTRO EN LINEA	20	OCACIONAL/DIARIO
NOTAS	ESTUDIANTE	DESCARGA DE ARCHIVOS	10	EN OCASIONES
MATRICULACIÓN	ESTUDIANTE	REGISTRO EN LINEA	5	EN OCASIONES
COMUNICACIÓN GENERAL	DOCENTE-ESTUDIANTES-ADMINISTRATIVO	CORREO ELECTRONICO	15	DIARIO
INFORMACIÓN	DOCENTE-ESTUDIANTES-ADMINISTRATIVO	NAVEGACIÒN WEB	10	DIARIO
OTROS	DOCENTE-ESTUDIANTES-ADMINISTRATIVO	TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS	10	DIARIO

ANEXO D: PARÁMETROS DE NORMA ETSI EG 202 057-4 "INSTITUTO EUROPEO DE NORMAS DE TELECOMUNICACIONES"

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical amount of data	Key performance parameters and target values		
				One-way delay (Note)	Delay variation	Information loss
Data	Web-browsing - HTML	Primarily one-way	~10 KB	Preferred < 2 s /page Acceptable < 4 s /page	N.A.	Zero
Data	Bulk data transfer/retrieval	Primarily one-way	10 KB-10 MB	Preferred < 15 s Acceptable < 60 s	N.A.	Zero
Data	Transaction services - high priority e.g. e-commerce, ATM	Two-way	< 10 KB	Preferred < 2 s Acceptable < 4 s	N.A.	Zero
Data	Command/control	Two-way	~ 1 KB	< 250 ms	N.A.	Zero
Data	Still image	One-way	< 100 KB	Preferred < 15 s Acceptable < 60 s	N.A.	Zero
Data	Interactive games	Two-way	< 1 KB	< 200 ms	N.A.	Zero
Data	Telnet	Two-way (asymmetric)	< 1 KB	< 200 ms	N.A.	Zero
Data	E-mail (server access)	Primarily one-way	< 10 KB	Preferred < 2 s Acceptable < 4 s	N.A.	Zero
Data	E-mail (server to server transfer)	Primarily one-way	< 10 KB	Can be several minutes	N.A.	Zero
Data	Fax ("real-time")	Primarily one-way	~ 10 KB	< 30 s/page	N.A.	$< 10^{-6}$ BER
Data	Fax (store & forward)	Primarily one-way	~ 10 KB	Can be several minutes	N.A.	$< 10^{-6}$ BER
Data	Low priority transactions	Primarily one-way	< 10 KB	< 30 s	N.A.	Zero
Data	Usenet	Primarily one-way	Can be 1 MB or more	Can be several minutes	N.A.	Zero
NOTE: In some cases, it may be more appropriate to consider these values as response times.						

INTERNET

Web browsing	Kbps calidad alta = 5	Kbps calidad aceptable = 2,5
Bulk Data	Kbps calidad alta = 0,666-666	Kbps calidad aceptable = 0,166-166,6
Web browsing	Kbps calidad alta = 5	Kbps calidad aceptable = 2,5

ANEXO E: DETALLE DE CÁLCULO PARA DETERMINAR TRÁFICO DE INTERNET EN ESPAM-MFL

ESPAM – MFL																					
CONECCIÒN DE EQUIPOS A INTERNET POR RED ALAMBRICA E INALAMBRICA																					
									A.B RED ALAMBRICA						A.B RED INALAMBRICA					
	RED ALAMBRICA	RED INALAMBRICA	Nº PC	Nº PORTATILES-PROMEDIO	HORAS USO	COEFICIENTE USO (100% las que cumplen 15 H. Demas proporcional)	PC*C.U	PORT*C.U	HORA PICO			HORA NO PICO			HORA PICO			HORA NO PICO		
									CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA
Edifico - Talleres Agroindustriales	X	X	8,00	12,00	40,00	2,67	4,27	6,40	1680,00	880,00	440,00	896,00	469,33	234,67	2520,00	1320,00	660,00	1344,00	704,00	352,00
Planta alta	X	X	3,00	4,00	16,00	1,07	1,60	2,13	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	840,00	440,00	220,00	448,00	234,67	117,33
Oficina de coordinación U.D.I.V	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Oficina de coordinación de taller de cárnicos	X	X	1,00	2,00	8,00	0,53	0,53	1,07	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Planta baja	X	X	5,00	8,00	24,00	1,60	2,67	4,27	1050,00	550,00	275,00	560,00	293,33	146,67	1680,00	880,00	440,00	896,00	469,33	234,67
Oficina de coordinación de taller de lácteos	X	X	2,00	3,00	8,00	0,53	1,07	1,60	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00
Oficina de coordinación de taller de frutas y vegetales	X	X	1,00	3,00	8,00	0,53	0,53	1,60	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00
Oficina de coordinación de taller de harinas y balanceado.	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Edificio - Carrera de Medio Ambiente	X	X	53,00	111,00	83,00	5,33	24,93	46,33	10920,00	5720,00	2860,00	5236,00	2742,67	1371,33	23100,00	12100,00	6050,00	9730,00	5096,67	2548,33
Planta alta	X	X	25,00	15,00	52,00	3,47	13,73	7,93	5250,00	2750,00	1375,00	2884,00	1510,67	755,33	3150,00	1650,00	825,00	1666,00	872,67	436,33
Vicerrectorado académico	X	X	1,00	2,00	9,00	0,60	0,60	1,20	210,00	110,00	55,00	126,00	66,00	33,00	420,00	220,00	110,00	252,00	132,00	66,00
Dirección de Carrera de Medio Ambiente	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67

Dirección de Carrera de Agroindustrias	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Secretaria de Vicerrectorado	X	X	1,00	1,00	9,00	0,60	0,60	0,60	210,00	110,00	55,00	126,00	66,00	33,00	210,00	110,00	55,00	126,00	66,00	33,00
Cubículos para docentes	X	X	12,00	6,00	6,00	0,40	4,80	2,40	2520,00	1320,00	660,00	1008,00	528,00	264,00	1260,00	660,00	330,00	504,00	264,00	132,00
Coordinación de Evaluación	X	X	7,00	2,00	12,00	0,80	5,60	1,60	1470,00	770,00	385,00	1176,00	616,00	308,00	420,00	220,00	110,00	336,00	176,00	88,00
Planta baja	X	X	27,00	15,00	22,00	1,87	11,20	38,40	5670,00	2970,00	1485,00	2352,00	1232,00	616,00	19950,00	10450,00	5225,00	8064,00	4224,00	2112,00
Coordinación Administrativa	X	X	1,00	1,00	8,00	0,53	0,53	0,53	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33
Dirección de Carrera de Turismo	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Cubículos para docentes.	X	X	24,00	12,00	6,00	0,40	9,60	4,80	5040,00	2640,00	1320,00	2016,00	1056,00	528,00	2520,00	1320,00	660,00	1008,00	528,00	264,00
Aulas Carrera de Medio Ambiente por semestre	X	X		80,00	6,00	0,40	0,00	32,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16800,00	8800,00	4400,00	6720,00	3520,00	1760,00
Auditorio de la Carrera de Medio Ambiente	X	X	1,00	1,00	3,00	0,20	0,20	0,20	210,00	110,00	55,00	42,00	22,00	11,00	210,00	110,00	55,00	42,00	22,00	11,00
Edificio de Laboratorios Agroindustriales	X	X	60,00	157,00	44,00	2,93	47,20	9,47	12600,00	6600,00	3300,00	9912,00	5192,00	2596,00	18270,00	9570,00	4785,00	1988,00	1041,33	520,67
Planta Alta	X	X	45,00	7,00	22,00	1,47	40,80	4,93	9450,00	4950,00	2475,00	8568,00	4488,00	2244,00	1470,00	770,00	385,00	1036,00	542,67	271,33
Oficina Laboratorio de Bromatología y Q. A	X	X	3,00	4,00	8,00	0,53	1,60	2,13	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	840,00	440,00	220,00	448,00	234,67	117,33
Aulas laboratorios CAI	X	X	42,00	3,00	14,00	0,93	39,20	2,80	8820,00	4620,00	2310,00	8232,00	4312,00	2156,00	630,00	330,00	165,00	588,00	308,00	154,00
Planta Baja	X	X	15,00	80,00	22,00	1,47	6,40	4,53	3150,00	1650,00	825,00	1344,00	704,00	352,00	16800,00	8800,00	4400,00	952,00	498,67	249,33
Oficina Laboratorio de Química General	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Oficina Laboratorio de Microbiología	X	X	1,00	2,00	8,00	0,53	0,53	1,07	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Cubículos para docentes	X	X	12,00	6,00	6,00	0,40	4,80	2,40	2520,00	1320,00	660,00	1008,00	528,00	264,00	1260,00	660,00	330,00	504,00	264,00	132,00
Aulas de la Carrera de Agroindustria	X	X		70,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14700,00	7700,00	3850,00	0,00	0,00	0,00

Aulas por semestre	X	X		70,00	6,00	0,40	0,00	28,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14700,00	7700,00	3850,00	5880,00	3080,00	1540,00
Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión	X	X	17,00	14,00	49,00	3,27	8,07	6,00	3570,00	1870,00	935,00	1694,00	887,33	443,67	2940,00	1540,00	770,00	1260,00	660,00	330,00
Planta alta	X	X	6,00	6,00	19,00	1,27	2,33	2,00	1260,00	660,00	330,00	490,00	256,67	128,33	1260,00	660,00	330,00	420,00	220,00	110,00
Salón de Eventos Manuel Félix López	X	X	1,00	2,00	3,00	0,20	0,20	0,40	210,00	110,00	55,00	42,00	22,00	11,00	420,00	220,00	110,00	84,00	44,00	22,00
Vicerrectorado de Bienestar y Extencion	X	X	1,00	1,00		0,00	0,00	0,00	210,00	110,00	55,00	0,00	0,00	0,00	210,00	110,00	55,00	0,00	0,00	0,00
Secretaria Vicerrectorado	X	X	1,00	1,00	8,00	0,53	0,53	0,53	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33
Oficina Departamento de Cultura	X	X	3,00	2,00	8,00	0,53	1,60	1,07	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Planta Baja	X	X	11,00	8,00	30,00	2,00	5,73	4,00	2310,00	1210,00	605,00	1204,00	630,67	315,33	1680,00	880,00	440,00	840,00	440,00	220,00
Ofician de Radio Politécnica de Manabí	X	X	3,00	2,00	8,00	0,53	1,60	1,07	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Departamento de Tecnología	X	X	4,00	2,00	8,00	0,53	2,13	1,07	840,00	440,00	220,00	448,00	234,67	117,33	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
FEPAM	X	X	1,00	2,00	6,00	0,40	0,40	0,80	210,00	110,00	55,00	84,00	44,00	22,00	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00
Cooperativa ESPAM-MFL	X	X	3,00	2,00	8,00	0,53	1,60	1,07	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Nivelación	X	X	2,00	13,00	30,00	2,00	2,00	13,00	420,00	220,00	110,00	420,00	220,00	110,00	2730,00	1430,00	715,00	2730,00	1430,00	715,00
Oficina Coordinación de Nivelación	X	X	2,00	3,00	15,00	1,00	2,00	3,00	420,00	220,00	110,00	420,00	220,00	110,00	630,00	330,00	165,00	630,00	330,00	165,00
Aulas de Nivelación	X	X		10,00	15,00	1,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2100,00	1100,00	550,00	2100,00	1100,00	550,00
Hotel Higuerón	X	X	2,00	15,00	10,00	0,67	1,33	10,00	420,00	220,00	110,00	280,00	146,67	73,33	3150,00	1650,00	825,00	2100,00	1100,00	550,00
Edifico – Carrera de Informática	X	X	175,00	75,00	63,00	4,20	161,07	66,53	36750,00	19250,00	9625,00	33824,00	17717,33	8858,67	15750,00	8250,00	4125,00	13972,00	7318,67	3659,33
Planta Alta	X	X	86,00	37,00	39,00	2,60	80,87	33,73	18060,00	9460,00	4730,00	16982,00	8895,33	4447,67	7770,00	4070,00	2035,00	7084,00	3710,67	1855,33

Dirección de Carrera	X	X	3,00	2,00	8,00	0,53	1,60	1,07	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Coordinación de CAI	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Unidad de Producción de Software	X	X	6,00	3,00	8,00	0,53	3,20	1,60	1260,00	660,00	330,00	672,00	352,00	176,00	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00
Aulas de semestres de carrera	X	X	75,00	30,00	15,00	1,00	75,00	30,00	15750,00	8250,00	4125,00	15750,00	8250,00	4125,00	6300,00	3300,00	1650,00	6300,00	3300,00	1650,00
Planta Baja	X	X	89,00	38,00	24,00	1,60	80,20	32,80	18690,00	9790,00	4895,00	16842,00	8822,00	4411,00	7980,00	4180,00	2090,00	6888,00	3608,00	1804,00
Aulas de semestres de carrera	X	X	75,00	30,00	15,00	1,00	75,00	30,00	15750,00	8250,00	4125,00	15750,00	8250,00	4125,00	6300,00	3300,00	1650,00	6300,00	3300,00	1650,00
Auditorio carrera de Informática	X	X	2,00	2,00	3,00	0,20	0,40	0,40	420,00	220,00	110,00	84,00	44,00	22,00	420,00	220,00	110,00	84,00	44,00	22,00
Cubículo para docentes	X	X	12,00	6,00	6,00	0,40	4,80	2,40	2520,00	1320,00	660,00	1008,00	528,00	264,00	1260,00	660,00	330,00	504,00	264,00	132,00
Edificio- Biblioteca	X	X	75,00	72,00	72,00	4,80	40,00	38,40	15750,00	8250,00	4125,00	8400,00	4400,00	2200,00	15120,00	7920,00	3960,00	8064,00	4224,00	2112,00
Planta alta	X	X	16,00	14,00	32,00	2,13	8,53	7,47	3360,00	1760,00	880,00	1792,00	938,67	469,33	2940,00	1540,00	770,00	1568,00	821,33	410,67
Coordinación de Investigación	X	X	5,00	4,00	8,00	0,53	2,67	2,13	1050,00	550,00	275,00	560,00	293,33	146,67	840,00	440,00	220,00	448,00	234,67	117,33
Coordinación de Transporte	X	X	2,00	1,00	8,00	0,53	1,07	0,53	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33
Coordinación de Idiomas	X	X	3,00	7,00	8,00	0,53	1,60	3,73	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	1470,00	770,00	385,00	784,00	410,67	205,33
Gestión de Talento Humano	X	X	6,00	2,00	8,00	0,53	3,20	1,07	1260,00	660,00	330,00	672,00	352,00	176,00	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Planta baja	X	X	59,00	58,00	40,00	2,67	31,47	30,93	12390,00	6490,00	3245,00	6608,00	3461,33	1730,67	12180,00	6380,00	3190,00	6496,00	3402,67	1701,33
Biblioteca	X	X	50,00	50,00	8,00	0,53	26,67	26,67	10500,00	5500,00	2750,00	5600,00	2933,33	1466,67	10500,00	5500,00	2750,00	5600,00	2933,33	1466,67
Coordinación Académica	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Coordinación de Planificación	X	X	3,00	2,00	8,00	0,53	1,60	1,07	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Coordinación de Audiovisuales	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Secretaria de áreas	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Edificio- Posgrado	X	X	3,00	22,00	16,00	1,07	1,60	11,73	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	4620,00	2420,00	1210,00	2464,00	1290,67	645,33

Coordinación de Posgrado	X	X	3,00	2,00	8,00	0,53	1,60	1,07	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Aulas de Posgrado	X	X		20,00	8,00	0,53	0,00	10,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4200,00	2200,00	1100,00	2240,00	1173,33	586,67
Edificio – Carrera de Agrícola	X	X	59,00	110,00	62,00	2,93	91,73	135,73	12390,00	6490,00	3245,00	19264,00	10090,67	5045,33	23100,00	12100,00	6050,00	28504,00	14930,67	7465,33
Planta alta	X	X	36,00	23,00	28,00	1,87	67,20	42,93	7560,00	3960,00	1980,00	14112,00	7392,00	3696,00	4830,00	2530,00	1265,00	9016,00	4722,67	2361,33
Rectorado Campus	X	X	2,00	2,00	6,00	0,40	0,80	0,80	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00
Dirección de carrera de agrícola	X	X	2,00	3,00	8,00	0,53	1,07	1,60	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00
Dirección de carreara de pecuaria	X	X	2,00	3,00	8,00	0,53	1,07	1,60	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00
Cubículos para docentes	X	X	30,00	15,00	6,00	0,40	12,00	6,00	6300,00	3300,00	1650,00	2520,00	1320,00	660,00	3150,00	1650,00	825,00	1260,00	660,00	330,00
Planta baja	X	X	23,00	87,00	34,00	1,07	24,53	92,80	4830,00	2530,00	1265,00	5152,00	2698,67	1349,33	18270,00	9570,00	4785,00	19488,00	10208,00	5104,00
Soporte técnico Informática	X	X	1,00	2,00	8,00	0,53	0,53	1,07	210,00	110,00	55,00	112,00	58,67	29,33	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Dirección de administración de empresas	X	X	2,00	3,00	8,00	0,53	1,07	1,60	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00
Cubículos para docentes	X	X	20,00	12,00	6,00	0,40	8,00	4,80	4200,00	2200,00	1100,00	1680,00	880,00	440,00	2520,00	1320,00	660,00	1008,00	528,00	264,00
Aulas de la carrera de agrícola y administración de empresas	X	X		70,00	12,00	0,80	0,00	56,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14700,00	7700,00	3850,00	11760,00	6160,00	3080,00
Edificio – Laboratorios Agropecuarios	X	X	35,00	28,00	47,00	3,13	14,00	11,33	7350,00	3850,00	1925,00	2940,00	1540,00	770,00	5880,00	3080,00	1540,00	2380,00	1246,67	623,33
Planta alta	X	X	8,00	8,00	21,00	1,40	2,80	2,80	1680,00	880,00	440,00	588,00	308,00	154,00	1680,00	880,00	440,00	588,00	308,00	154,00
Dirección de administración pública	X	X	2,00	2,00	8,00	0,53	1,07	1,07	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67
Laboratorio de biotecnología	X	X	2,00	2,00	4,00	0,27	0,53	0,53	420,00	220,00	110,00	112,00	58,67	29,33	420,00	220,00	110,00	112,00	58,67	29,33
Laboratorio de suelos	X	X	2,00	2,00	4,00	0,27	0,53	0,53	420,00	220,00	110,00	112,00	58,67	29,33	420,00	220,00	110,00	112,00	58,67	29,33
Laboratorio de química	X	X	2,00	2,00	5,00	0,33	0,67	0,67	420,00	220,00	110,00	140,00	73,33	36,67	420,00	220,00	110,00	140,00	73,33	36,67
Planta baja	X	X	27,00	20,00	26,00	1,73	11,20	8,53	5670,00	2970,00	1485,00	2352,00	1232,00	616,00	4200,00	2200,00	1100,00	1792,00	938,67	469,33

Laboratorio microbiología	X	X	3,00	4,00	8,00	0,53	1,60	2,13	630,00	330,00	165,00	336,00	176,00	88,00	840,00	440,00	220,00	448,00	234,67	117,33
Laboratorio de biología molecular	X	X	2,00	2,00	6,00	0,40	0,80	0,80	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00
Clínica veterinaria	X	X	2,00	2,00	6,00	0,40	0,80	0,80	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00
Cubículos para docentes	X	X	20,00	12,00	6,00	0,40	8,00	4,80	4200,00	2200,00	1100,00	1680,00	880,00	440,00	2520,00	1320,00	660,00	1008,00	528,00	264,00
Aulas de pecuaria y administración pública				80,00	12,00	0,80	0,00	64,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16800,00	8800,00	4400,00	13440,00	7040,00	3520,00
Otros	X	X	8,00	14,00	30,00	2,00	4,00	7,20	1680,00	880,00	440,00	840,00	440,00	220,00	2940,00	1540,00	770,00	1512,00	792,00	396,00
Hato bovino	X	X	2,00	4,00	8,00	0,53	1,07	2,13	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	840,00	440,00	220,00	448,00	234,67	117,33
Hato porcino	X	X	2,00	4,00	8,00	0,53	1,07	2,13	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	840,00	440,00	220,00	448,00	234,67	117,33
Laboratorio de reproducción	X	X	2,00	2,00	6,00	0,40	0,80	0,80	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00	420,00	220,00	110,00	168,00	88,00	44,00
Incubadora de Pollitos	X	X	2,00	4,00	8,00	0,53	1,07	2,13	420,00	220,00	110,00	224,00	117,33	58,67	840,00	440,00	220,00	448,00	234,67	117,33

ANEXO F: DETALLE DE CÁLCULO PARA DETERMINAR TRÀFICO EN OTROS SERVICIO DE RED EN ESPAM-MFL

ESPAM – MFL

CONECCIÒN DE EQUIPOS A SERVICIOS " aulas virtuales sílabos planificación, matriculación, notas en línea, asistencia de estudiantes " POR RED ALAMBRICA E INALAMBRICA

								A.B RED ALAMBRICA						A.B RED INALAMBRICA					
	RED ALAMBRICA	RED INALAMBRICA	Nº PC	Nº PORTATILES - PROMEDIO	35% PORCENTAJE DE U.C	CONCURRENCIA DE CONEXIÓN FIJA	CONCURRENCIA DE CONEXIÓN WIFI	HORA PICO			HORA NO PICO			HORA PICO			HORA NO PICO		
								CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD BAJA
Edificio - Carrera de Medio Ambiente	X	X	52,00	110,00	3,85	18,20	38,50	18373,16	9706,32	5373,16	6430,61	3397,21	1880,61	38866,30	20532,60	11366,30	13603,21	7186,41	3978,21
Planta alta	X	X	25,00	15,00	2,10	8,75	5,25	8833,25	4666,50	2583,25	3091,64	1633,28	904,14	5299,95	2799,90	1549,95	1854,98	979,97	542,48
Vicerrectorado académico	X	X	1,00	2,00	0,35	0,35	0,70	353,33	186,66	103,33	123,67	65,33	36,17	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Dirección de Carrera de Medio Ambiente	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Dirección de Carrera de Agroindustrias	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Secretaria de Vicerrectorado	X	X	1,00	1,00	0,35	0,35	0,35	353,33	186,66	103,33	123,67	65,33	36,17	353,33	186,66	103,33	123,67	65,33	36,17
Cubículos para docentes	X	X	12,00	6,00	0,35	4,20	2,10	4239,96	2239,92	1239,96	1483,99	783,97	433,99	2119,98	1119,96	619,98	741,99	391,99	216,99

Coordinación de Evaluación	X	X	7,00	2,00	0,35	2,45	0,70	2473,31	1306,62	723,31	865,66	457,32	253,16	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Planta baja	X	X	27,00	15,00	1,05	9,45	33,25	9539,91	5039,82	2789,91	3338,97	1763,94	976,47	33566,35	17732,70	9816,35	11748,22	6206,45	3435,72
Coordinación Administrativa	X	X	1,00	1,00	0,35	0,35	0,35	353,33	186,66	103,33	123,67	65,33	36,17	353,33	186,66	103,33	123,67	65,33	36,17
Dirección de Carrera de Turismo	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Cubículos para docentes.	X	X	24,00	12,00	0,35	8,40	4,20	8479,92	4479,84	2479,92	2967,97	1567,94	867,97	4239,96	2239,92	1239,96	1483,99	783,97	433,99
Aulas de la Carrera de Medio Ambiente	X	X			0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aulas por semestre	X	X	0,00	80,00	0,35	0,00	28,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28266,40	14932,80	8266,40	9893,24	5226,48	2893,24
Edificio de Laboratorios Agroindustriales	X	X	54,00	79,00	1,40	18,90	27,65	19079,82	10079,64	5579,82	6677,94	3527,87	1952,94	27913,07	14746,14	8163,07	9769,57	5161,15	2857,07
Planta Alta	X	X	42,00	3,00	0,35	14,70	1,05	14839,86	7839,72	4339,86	5193,95	2743,90	1518,95	1059,99	559,98	309,99	371,00	195,99	108,50
Aulas laboratorios CAI	X	X	42,00	3,00	0,35	14,70	1,05	14839,86	7839,72	4339,86	5193,95	2743,90	1518,95	1059,99	559,98	309,99	371,00	195,99	108,50
Planta Baja	X	X	12,00	76,00	0,70	4,20	26,60	4239,96	2239,92	1239,96	1483,99	783,97	433,99	26853,08	14186,16	7853,08	9398,58	4965,16	2748,58
Cubículos para docentes	X	X	12,00	6,00	0,35	4,20	2,10	4239,96	2239,92	1239,96	1483,99	783,97	433,99	2119,98	1119,96	619,98	741,99	391,99	216,99
Aulas de la Carrera de Agroindustria	X	X	0,00	70,00	0,35	0,00	24,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24733,10	13066,20	7233,10	8656,59	4573,17	2531,59
Aulas por semestre	X	X	0,00	70,00	0,35	0,00	24,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24733,10	13066,20	7233,10	8656,59	4573,17	2531,59
Edificio – Vicerrectorado de Bienestar y Extensión	X	X	5,00	4,00	0,70	1,75	1,40	1766,65	933,30	516,65	618,33	326,66	180,83	1413,32	746,64	413,32	494,66	261,32	144,66
Departamento de Tecnología	X	X	4,00	2,00	0,35	1,40	0,70	1413,32	746,64	413,32	494,66	261,32	144,66	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
FEPAM	X	X	1,00	2,00	0,35	0,35	0,70	353,33	186,66	103,33	123,67	65,33	36,17	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33

Edifico – Carrera de Informática	X	X	173,00	73,00	2,10	60,55	25,55	61126,09	32292,18	17876,09	21394,13	11302,26	6256,63	25793,09	13626,18	7543,09	9027,58	4769,16	2640,08
Planta Alta	X	X	86,00	37,00	1,40	30,10	12,95	30386,38	16052,76	8886,38	10635,23	5618,47	3110,23	13073,21	6906,42	3823,21	4575,62	2417,25	1338,12
Dirección de Carrera	X	X	3,00	2,00	0,35	1,05	0,70	1059,99	559,98	309,99	371,00	195,99	108,50	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Coordinación de CAI	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Unidad de Producción de Software	X	X	6,00	3,00	0,35	2,10	1,05	2119,98	1119,96	619,98	741,99	391,99	216,99	1059,99	559,98	309,99	371,00	195,99	108,50
Aulas de semestres de carrera	X	X	75,00	30,00	0,35	26,25	10,50	26499,75	13999,50	7749,75	9274,91	4899,83	2712,41	10599,90	5599,80	3099,90	3709,97	1959,93	1084,97
Planta Baja	X	X	87,00	36,00	0,70	30,45	12,60	30739,71	16239,42	8989,71	10758,90	5683,80	3146,40	12719,88	6719,76	3719,88	4451,96	2351,92	1301,96
Aulas de semestres de carrera	X	X	75,00	30,00	0,35	26,25	10,50	26499,75	13999,50	7749,75	9274,91	4899,83	2712,41	10599,90	5599,80	3099,90	3709,97	1959,93	1084,97
Cubículo para docentes	X	X	12,00	6,00	0,35	4,20	2,10	4239,96	2239,92	1239,96	1483,99	783,97	433,99	2119,98	1119,96	619,98	741,99	391,99	216,99
Edificio- Biblioteca	X	X	62,00	65,00	1,40	21,70	22,75	21906,46	11572,92	6406,46	7667,26	4050,52	2242,26	22966,45	12132,90	6716,45	8038,26	4246,52	2350,76
Planta alta	X	X	8,00	11,00	0,35	2,80	3,85	2826,64	1493,28	826,64	989,32	522,65	289,32	3886,63	2053,26	1136,63	1360,32	718,64	397,82
Coordinación de Investigación	X	X	5,00	4,00	0,35	1,75	1,40	1766,65	933,30	516,65	618,33	326,66	180,83	1413,32	746,64	413,32	494,66	261,32	144,66
Coordinación de Idiomas	X	X	3,00	7,00	0,35	1,05	2,45	1059,99	559,98	309,99	371,00	195,99	108,50	2473,31	1306,62	723,31	865,66	457,32	253,16
Planta baja	X	X	54,00	54,00	1,05	18,90	18,90	19079,82	10079,64	5579,82	6677,94	3527,87	1952,94	19079,82	10079,64	5579,82	6677,94	3527,87	1952,94
Biblioteca	X	X	50,00	50,00	0,35	17,50	17,50	17666,50	9333,00	5166,50	6183,28	3266,55	1808,28	17666,50	9333,00	5166,50	6183,28	3266,55	1808,28
Coordinación Académica	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Secretaria de áreas	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Edifico – Carrera de Agrícola	X	X	59,00	110,00	2,80	20,65	38,50	20846,47	11012,94	6096,47	7296,26	3854,53	2133,76	38866,30	20532,60	11366,30	13603,21	7186,41	3978,21
Planta alta	X	X	36,00	23,00	1,40	12,60	8,05	12719,88	6719,76	3719,88	4451,96	2351,92	1301,96	8126,59	4293,18	2376,59	2844,31	1502,61	831,81
Rectorado Campus	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33

Dirección de carrera de agrícola	X	X	2,00	3,00	0,35	0,70	1,05	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	1059,99	559,98	309,99	371,00	195,99	108,50
Dirección de carreara de pecuaria	X	X	2,00	3,00	0,35	0,70	1,05	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	1059,99	559,98	309,99	371,00	195,99	108,50
Cubículos para docentes	X	X	30,00	15,00	0,35	10,50	5,25	10599,90	5599,80	3099,90	3709,97	1959,93	1084,97	5299,95	2799,90	1549,95	1854,98	979,97	542,48
Planta baja	X	X	23,00	87,00	1,40	8,05	30,45	8126,59	4293,18	2376,59	2844,31	1502,61	831,81	30739,71	16239,42	8989,71	10758,90	5683,80	3146,40
Soporte técnico Informática	X	X	1,00	2,00	0,35	0,35	0,70	353,33	186,66	103,33	123,67	65,33	36,17	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Dirección de administración de empresas	X	X	2,00	3,00	0,35	0,70	1,05	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	1059,99	559,98	309,99	371,00	195,99	108,50
Cubículos para docentes	X	X	20,00	12,00	0,35	7,00	4,20	7066,60	3733,20	2066,60	2473,31	1306,62	723,31	4239,96	2239,92	1239,96	1483,99	783,97	433,99
Aulas de la carrera de agrícola y administración de empresas	X	X		70,00	0,35	0,00	24,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24733,10	13066,20	7233,10	8656,59	4573,17	2531,59
Edificio – Laboratorios Agropecuarios	X	X	22,00	94,00	1,05	7,70	32,90	7773,26	4106,52	2273,26	2720,64	1437,28	795,64	33213,02	17546,04	9713,02	11624,56	6141,11	3399,56
Planta alta	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Dirección de administración pública	X	X	2,00	2,00	0,35	0,70	0,70	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33	706,66	373,32	206,66	247,33	130,66	72,33
Planta baja	X	X	20,00	92,00	0,70	7,00	32,20	7066,60	3733,20	2066,60	2473,31	1306,62	723,31	32506,36	17172,72	9506,36	11377,23	6010,45	3327,23
Cubículos para docentes	X	X	20,00	12,00	0,35	7,00	4,20	7066,60	3733,20	2066,60	2473,31	1306,62	723,31	4239,96	2239,92	1239,96	1483,99	783,97	433,99
Aulas de pecuaria y administración pública				80,00	0,35	0,00	28,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28266,40	14932,80	8266,40	9893,24	5226,48	2893,24

Anexo G: Tabla resume de códec (http://www.voipforo.com/codec/codecs.php)

Nombre	Estandarizado	Descripción	Bit rate (kb/s)	Sampling rate (kHz)	Frame size (ms)	Observaciones	MOS (Mean Opinion Score)
G.711 *	ITU-T	Pulse code modulation (PCM)	64	8	Muestreada	Tiene dos versiones u-law (US, Japan) y a-law (Europa) para muestrear la señal	4.1
G.711.1 *	ITU-T	Pulse code modulation (PCM)	80-96Kbps	8	Muestreada	Mejora del codec G.711 para abarcar la banda de 50 Hz a 7 Khz. Mas info	
G.721	ITU-T	Adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	32	8	Muestreada	Obsoleta. S e ha transformado en la G.726.	
G.722	ITU-T	7 kHz audio-coding within 64 kbit/s	64	16	Muestreada	Divide los 16 Khz en dos bandas cada una usando ADPCM	
G.722.1	ITU-T	Codificación a 24 y 32 kbit/s para sistemas sin manos con baja perdida de paquetes	24/32	16	20		
G.722.2 AMR-WB	ITU-T	Adaptive Multi-Rate Wideband Codec (AMR-WB)	23.85/ 23.05/ 19.85/ 18.25/ 15.85/ 14.25/ 12.65/ 8.85/ 6.6	16	20	Se usa principalmente para compresíon de voz en tecnología movil de tercera generación. Mas info	
G.723	ITU-T	Extensión de la norma	24/40	8	Muestreada	Obsoleta por G.726. Es totalmente diferente de	

		G.721 a 24 y 40 kbit/s para aplicaciones en circuitos digitales.				G.723.1.	
G.723.1	ITU-T	Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s	5.6/6.3	8	30	Parte de H.324 video conferencing. Codifica la señal usando linear predictive analysis-by-synthesis coding. Para el codificador de high rate utiliza Multipulse Maximum Likelihood Quantization (MP-MLQ) y para el de low-rate usa Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction (ACELP).	3.8-3.9
G.726	ITU-T	40, 32, 24, 16 kbit/s adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	16/24/32/40	8	Muestreada	ADPCM; reemplaza a G.721 y G.723.	3.85
G.727	ITU-T	5-, 4-, 3- and 2-bit/sample embedded adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	var.		Muestreada	ADPCM. Relacionada con G.726.	
G.728	ITU-T	Coding of speech at 16 kbit/s using low-delay code excited linear prediction	16	8	2.5	CELP.	3.61
G.729 **	ITU-T	Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP)	8	8	10	Bajo retardo (15 ms)	3.92
G.729.1	ITU-T	Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction	8/12/14/16/ 18/20/22/24/ 26/28/30/32	8	10	Ancho de banda desde 50Hz a 7 Khz Mas info	

		(CS-ACELP)					
GSM 06.10	ETSI	RegularPulse Excitation LongTerm Predictor (RPE-LTP)	13	8	22.5	Usado por la tecnología celular GSM	
LPC10	Gobierno de USA	Linear-predictive codec	2.4	8	22.5	10 coeficientes.La voz suena un poco "robotica"	
Speex			8, 16, 32	2.15-24.6 (NB) 4-44.2 (WB)	30 (NB) 34 (WB)		
iLBC			8	13.3	30		
DoD CELP	American Department of Defense (DoD) Gobierno de USA		4.8		30		
EVRC	3GPP2	Enhanced Variable Rate CODEC	9.6/4.8/1.2	8	20	Se usa en redes CDMA	
DVI	Interactive Multimedia Association (IMA)	DVI4 uses an adaptive delta pulse code modulation (ADPCM)	32	Variable	Muestreada		
L16		Uncompressed audio data samples	128	Variable	Muestreada		
SILK	Skype	Uncompressed audio data samples	De 6 a 40 kbit/s	Variable	20	El codec Harmony está basado en SILK	

Anexo H: Tabla de cálculo para los tamaños de carga útil de voz predeterminada en gateways H.323 del software Cisco IOS® o Cisco CallManager. http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73295_bwidth_consume.html

Información de códec				Cálculos de ancho de banda					
Velocidad de bits y códec (kbps)	Ejemplo de tamaño del códec (bytes)	Ejemplo de intervalo del códec (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Tamaño de la carga útil de voz (bytes)	Tamaño de la carga útil de voz (ms)	Paquetes por segundo (PPS)	Ancho de banda MP o FRF.12 (kbps)	Ancho de banda c/cRTP MP o FRF.12 (kbps)	Ancho de banda Ethernet (kbps)
G.711 (64 kbps)	80 bytes	10 ms	4,1	160 bytes	20 ms	50	82,8 kbps	67,6 kbps	87,2 kbps
G.729 (8 kbps)	10 bytes	10 ms	3,92	20 bytes	20 ms	50	26,8 kbps	11,6 kbps	31,2 kbps
G.723.1 (6.3 kbps)	24 bytes	30 ms	3,9	24 bytes	30 ms	34	18,9 kbps	8,8 kbps	21,9 kbps
G.723.1 (5.3 kbps)	20 bytes	30 ms	3,8	20 bytes	30 ms	34	17,9 kbps	7,7 kbps	20,8 kbps
G.726 (32 kbps)	20 bytes	5 ms	3,85	80 bytes	20 ms	50	50,8 kbps	35,6 kbps	55,2 kbps
G.726 (24 kbps)	15 bytes	5 ms		60 bytes	20 ms	50	42,8 kbps	27,6 kbps	47,2 kbps
G.728 (16 kbps)	10 bytes	5 ms	3,61	60 bytes	30 ms	34	28,5 kbps	18,4 kbps	31,5 kbps