PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITUCIÓN ESPECIAL

TEMA:

"DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE RED INALÁMBRICA PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR"

Santiago Vinueza

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, Santiago Fernando Vinueza Vinueza, portador de la cédula de ciudadanía No. 1709771883, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información a través de las citas correspondientes. La investigación no contiene plagio y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

_____

[***Santiago Fernando Vinueza Vinueza***]

Contenido

AUTORÍA....2

1. Introducción....4
2. Justificación....6
3. Antecedentes....6
4. Objetivos....7
5. Desarrollo Caso de Estudio....8
6. Conclusiones y Recomendaciones....77

Bibliografía:....78

1. Introducción

En la actualidad el ámbito de las telecomunicaciones es uno de los sectores más importantes a considerar para el crecimiento de un país, ya que ayudan a contribuir en el desarrollo económico, social, educativo y productivo; lo cual permite una mejora en la calidad de vida de las personas.

En el campo educativo las telecomunicaciones son una herramienta imprescindible, ya que permiten la difusión y visualización del conocimiento mediante la utilización de los últimos avances en tecnología, entre ellas las redes de comunicación inalámbricas que permiten más flexibilidad con respecto a la tecnología cableada, la comunicación entre las redes inalámbricas se realiza a nivel físico y su medio de transmisión es el aire.

Una red de área local inalámbrica, también conocida como WLAN (del inglés wireless local área network), según Hidalgo (2014:17) "es un sistema de comunicación inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes de área local cableadas o como extensión de éstas". Con esta apreciación se da a conocer que las tecnologías de radiofrecuencia permiten mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Estas redes van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufactura, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central.

Orozco & Arreaga (2009) menciona:

> "Las redes de área local inalámbrica utilizan ondas de radio para llevar la información de un punto a otro sin necesidad de un medio físico guiado. Al hablar de ondas de radio nos referimos normalmente a portadoras de radio, sobre las que va la información, ya que realizan la función de llevar la energía a un receptor remoto. Los datos a transmitir se superponen a la portadora de radio y de este modo pueden ser extraídos exactamente en el receptor final". (p. 45)

Al respecto Navarro (2015) señala que una red local inalámbrica el sistema está compuesto por un conjunto de Basic Service Set (BSS), es decir, un grupo de estaciones (STA) en la misma área geográfica en grado de comunicar

recíprocamente bajo el control de una única función de coordinación. Estas BSS están interconectadas con un sistema de distribución (DS: Distribution System) que conecta los diversos puntos de acceso (AP: Access Point). Todo el tráfico generado/recibido por las estaciones es transferido a través de estos puntos de acceso. Una de las principales ventajas del uso de la red inalámbrica es la movilidad, ya que permite a los usuarios de una red el acceso a la información en tiempo real desde cualquier punto que se encuentre dentro de la empresa. Otra de las ventajas según el autor a destacar por el uso de la red inalámbrica es la flexibilidad que éste tipo de red permite, pues ésta puede ser instalada en lugares en los cuales sea difícil la instalación de cables u otro tipo de periféricos y la escalabilidad es también una de las características a destacar en las redes inalámbricas ya que se pueden ser configuradas con una gran variedad de topologías permitiendo la incorporación de nuevos usuarios a la red de comunicación. (pp.45-65)

Las redes inalámbricas (wireless) permiten que las personas se puedan comunicar sin la necesidad de cables y con la libertad de desplazarse sin perder la conectividad y acceso a la información.

Actualmente la red inalámbrica de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador, presenta varios inconvenientes relacionados con el acceso y la cobertura de la red, por lo que, se requiere disponer de una red inalámbrica que permita un acceso fácil, rápido y seguro.

El presente trabajo de investigación realiza un estudio para el diseño de una propuesta de red inalámbrica factible en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador, para lo cual, es necesario en primera instancia, conocer la situación actual y realizar una evaluación de la estructura de la red inalámbrica de la Facultad de Ciencias Económicas.

Posteriormente, se realizará el análisis del tráfico y cobertura de la red inalámbrica que permitirá definir la selección de los equipos y tecnologías a utilizar en la implementación de la red.

Finalmente, con la información obtenida se realizará una propuesta de inversión factible para la implementación de la red inalámbrica en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador.

2. Justificación

En la actualidad la utilización de la tecnología inalámbrica ha tomado una gran importancia debido a que permite la comunicación entre diferentes equipos sin la necesidad de utilizar cables. Esta tecnología permite a los usuarios acceder a información sin necesidad de estar conectados físicamente y además de encontrase en cualquier lugar.

Una de las principales ventajas de utilizar este tipo de tecnología es la considerable reducción de los costos, ya que se reduce el cableado y las conexiones físicas.

La tecnología inalámbrica ha ido evolucionando considerablemente debido a la mejora en sus prestaciones y a las nuevas aplicaciones en las que se puede utilizar.

Actualmente, es muy importante para los usuarios el uso de la tecnología inalámbrica para el desarrollo de sus actividades diarias, ya que a través de ella se puede transmitir datos, voz y video, en este sentido, siendo la Universidad Central del Ecuador un referente en las instituciones de educación superior del país y siendo la misión de su Facultad de Ciencias Económicas la de formar profesionales competentes en Economía, Finanzas y Estadística, para impulsar el desarrollo de la sociedad; es de vital importancia que su personal administrativo, docente y estudiantil puedan acceder de forma fácil, rápida y segura a la red inalámbrica.

3. Antecedentes

La Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador (2016). Recuperado el 06/03/2016 de http://www.uce.edu.ec/web/ciencias-economicas a través de sus correspondientes dependencias tiene como objetivos

> “la planificación, regulación, control y en general, la gestión estratégica de los recursos tecnológicos orientados para el uso de la información y la generación del conocimiento en los procesos académicos, de investigación y administrativos de las carreras de

> Economía, Estadística y Finanzas, así como garantizar el óptimo funcionamiento de la infraestructura tecnológica instalada y sus servicios en esta unidad académica" (p.23).

Dentro de las prioridades de esta unidad, la planificación e implementación de soluciones tecnológicas que optimicen los procesos académicos, de investigación y administrativos de la Facultad, está también brindar la asesoría técnica en los procesos de adquisición de infraestructura tecnológica y la administración de la infraestructura tecnológica de la intranet de esta unidad académica.

En esta planificación, se encuentra como solución a las dificultades de conectividad de las diferentes áreas administrativas y académicas, el diseño de la red Inalámbrica para la Facultad de Economía de la Universidad Central del Ecuador", en una primera etapa, y en una segunda etapa la implementación de esta posible solución tecnológica.

Bajo estas consideraciones se va a realizar los estudios para la actualización de equipamiento activo que mantenga los estándares de una topología en estrella con interfaces a 10Gbps hacia la capa de distribución y 1 Gbps hacia los switches de acceso para la nueva infraestructura de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador.

4. Objetivos

Objetivo General:

Diseñar una propuesta de red inalámbrica para la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar la estructura de la red inalámbrica de la Facultad de Ciencias Económicas.

2. Analizar el tráfico de la red inalámbrica de la Facultad de Ciencias Económicas.

3. Realizar un estudio de cobertura de la red inalámbrica de la Facultad de Ciencias Económicas.

4. Presentar y definir los equipos y tecnologías a utilizar en la implementación de la red, que podría incluir los utilizados actualmente.

5. Desarrollo Caso de Estudio

5.1. Fundamentos teóricos

Según Hidalgo, Jairo (2014) *Diseño de una red Wi-fi para proporcionar servicios de una ciudad digital para Tulcán.* La transmisión de la información entre ordenadores es un aspecto vital en nuestra época, ya que se ha convertido en un conjunto de instrumentos esenciales en el desarrollo de las diferentes actividades del hombre, ya sea para la comunicación entre usuarios, la transmisión, manipulación y recepción de archivos, hasta el manejo remoto de sistemas. A medida que avanza el tiempo se buscan nuevas formas de comunicación entre ordenadores que resulten más rápidos, a un bajo costo y con la menor cantidad de fallos en su performance. Por lo que la comunicación entre estos dispositivos electrónicos está dando cada día pasos gigantescos, que nos llevan a formas diferentes de comunicación entre ellas la inalámbrica, las comunicaciones satelitales que utilizan la atmosfera como medio de trasmisión para recibir o enviar señales electromagnéticas. (pp. 38-96)

La transmisión de la información entre ordenadores es un espacio vital en nuestra época, así lo afirma Blázquez, F. (2001). *Sociedad de la información y educación.* Junta de Extremadura Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología. Recuperado del cual manifiesta que "…la información se ha convertido en un conjunto de instrumentos esenciales en el desarrollo de las diferentes actividades del hombre, ya sea para la comunicación entre usuarios, la transmisión, manipulación y recepción de archivos, hasta el manejo remoto de sistema" (p. 73). Con esta apreciación se da a conocer que a medida que avanza el tiempo se buscan nuevas formas de comunicación entre ordenadores que resulten más rápidos, a un bajo costo y con menor cantidad de fallos en su performance. De esta manera la comunicación entre estos dispositivos electrónicos está dando cada día pasos gigantescos, que nos llevan a formas diferentes de comunicación entre ellas la inalámbrica, las comunicaciones satelitales que utilizan la atmósfera como medio de transmisión para recibir o enviar señales electromagnéticas.

5.1.1 Sistemas de Comunicación

Según Hidalgo, Jairo (2014) Diseño de una red Wi-fi para proporcionar servicios de una ciudad digital para Tulcán. Los sistemas de comunicación tienen como fin trasmitir información desde una fuente a un destino por medio de un canal de trasmisión. La señal que se transfiere por el canal de comunicación se recibe en el receptor como un componente de múltiples ecos o de forma directa, estas señales arriban con fases, amplitudes, y tiempos de llegada indistintos entre sí, lo que afecta la señal resultante en el receptor debido a la propagación

multitrayectoria. Como consecuencia existirán desvanecimientos del canal debido a los obstáculos, distancias y reflexión entre otros elementos. (pp. 38-96)

Los sistemas de comunicación tienen como fin transmitir información desde una fuente a un destino por medio de un canal de transmisión. Halsall, Fred. (2001) *comunicación de Datos, redes de computadoras y sistemas Abiertos,* Pretince Hall, México manifiesta:

> "La señal que se transfiere por el canal de comunicación se recibe en el receptor como un componente de múltiples ecos o de forma directa, estas señales arriban con fases, amplitudes, y tiempos de llegada indistintos entre sí, lo que afecta la señal resultante en el receptor debido a la propagación multitrayectoria. Como consecuencia existirán desvanecimientos del canal debido a los obstáculos, distancias y reflexión entre otros elementos". (pág. 45)

Los problemas de señal que surgen en los distintos canales se imponen deliberadamente, limitando el entendimiento. Por consiguiente, es deseable hacer un análisis de canales para conseguir la mayor velocidad de datos posibles.

5.1.2. Canal Inalámbrico

Según Hidalgo (2014) *Diseño de una red WIFI para proporcionar los servicios de una ciudad digital para Tulcán.* Recuperado el 08/03/2014 de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661 señala:

> El diseño depende de las propiedades del canal, el cual es parte del sistema de comunicaciones que no es posible alterar. El medio de trasmisión del canal inalámbrico es el espectro radioeléctrico, el mismo que es parte del espectro electromagnético y está dividido en canales limitados en frecuencias de radio que ocupan bandas de frecuencia disjunta. (p.39)

En la figura 1, muestra la división del espectro electromagnético y los servicios de comunicaciones típicos asignados.

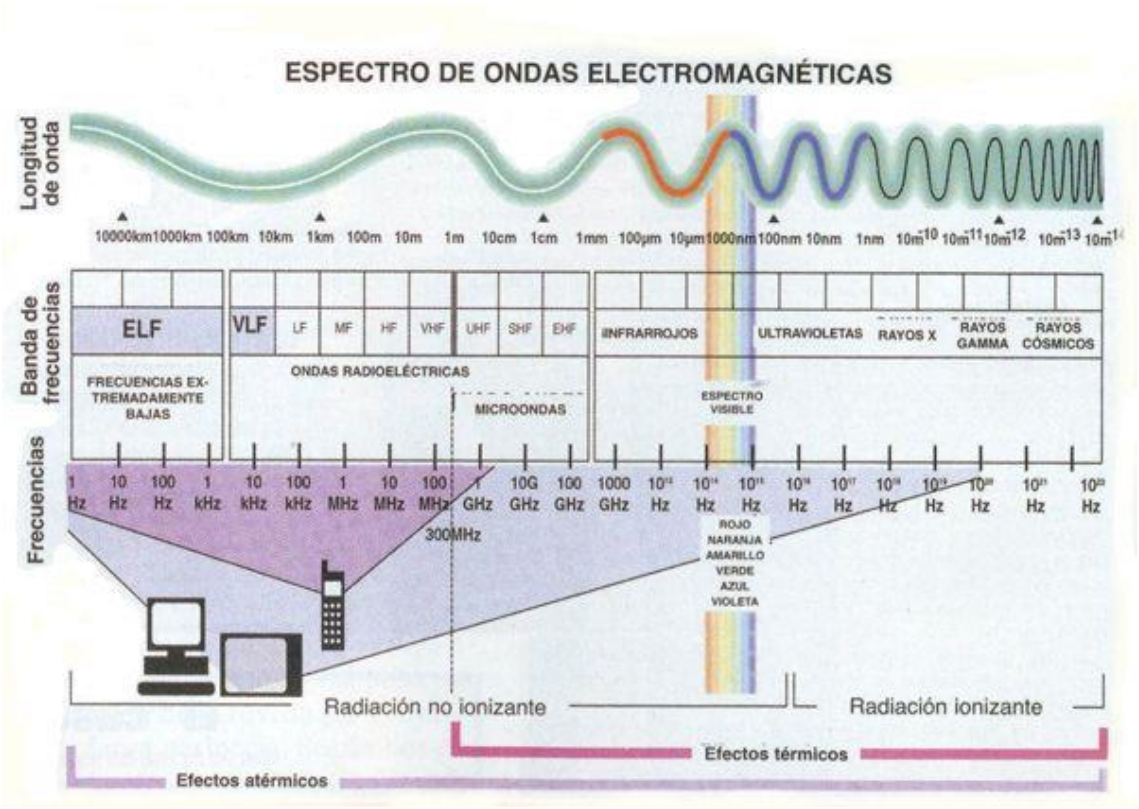


Figura 1. *Espectro de ondas Electromagnéticas,* (Brito, 2011, pp.15)

5.1.3. Medios Inalámbricos

Según Hidalgo (2014) *Diseño de una red WIFI para proporcionar los servicios de una ciudad digital para Tulcán.* Recuperado el 08/03/2014 de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661 señala:

> "Las señales inalámbricas como ondas electromagnéticas viajan a través del espacio; por cuanto ningún medio físico es necesario para las señales inalámbricas que viajan en el vacío del espacio como lo hacen a través del aire en un edificio o en un campus universitario; la capacidad de las ondas de radio de atravesar paredes y abarcar grandes distancias convierten a la tecnología inalámbrica en una forma versátil de construir una red". (p.40).

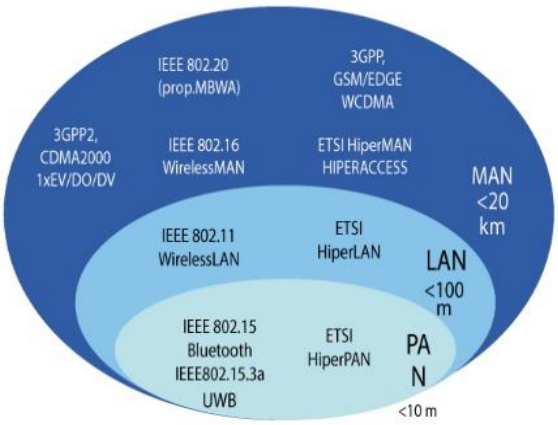


Figura 2. Tecnologías inalámbricas por área, (Hidalgo,2014,pp.40)

5.1.4. Estándares y protocolos de las redes inalámbricas

5.1.4.1.1. IEEE 802.11

Según Hidalgo (2014) *Diseño de una red WIFI para proporcionar los servicios de una ciudad digital para Tulcán.* Recuperado el 08/03/2014 de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661 señala:

> "El estándar 802.11 fue creado para sustituir a la capa física y MAC de Ethernet 802.3, (Technologies, 2002) por consiguiente Wi-Fi y Ethernet son redes iguales que se diferencian en el modo en que el ordenador o terminal accede a la red; Ethernet mediante cable, y Wi-Fi mediante ondas electromagnéticas a través de la atmosfera. La expresión Wi-Fi (abreviatura de "Wireless Fidelity") es utilizada como denominación genérica para los productos que incorporan cualquier variante de tecnología inalámbrica 802.11, que **permite la creación inalámbrica conocidas como WLAN** ("Wireless Local Área Network"). La **especificación IEEE 802.11 publicado en 1997 especifica dos** velocidades de trasmisión teóricas de 1 y 2 mega bit por segundo (Mbit/s) que se trasmite por señales infrarrojas (IR) en la banda ISM (Industrial Scientific and Medical) a 2,4 GHz sigue siendo parte del estándar; 802.11 el mismo que es el dominante en el desarrollo de las redes inalámbricas y de aceptación universal y que permite una trasmisión de datos a una velocidad de hasta 11Mbps". (p.41)

5.1.4.2. Características de los principales grupos de estándares.

Tabla 1. *Características Principales de los Estándares 802.1, (Hidalgo,2014, pp.42)*

802.11a	**El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 Ghz y utiliza 52 subportadoras orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) con una velocidad máxima de 54 Mbit/s, lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbit/s. Dado que la banda de 2.4 Ghz tiene gran uso (pues es la misma banda usada por los teléfonos inalámbricos y los hornos de microondas, entre otros aparatos), el utilizar la banda de 5 GHz representa una ventaja del estándar 802.11a, dado que se presentan menos interferencias.**
80211b	Tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbit/s y utiliza el mismo método de acceso CSMA/CA definido en el estándar original. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2.4 GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5.9 Mbit/s sobre TCP y 7.1 Mbit/s sobre UDP.
802.11e	Con el estándar 802.11e, la tecnología IEEE 802.11 soporta tráfico en tiempo real en todo tipo de entornos y situaciones. Las aplicaciones en tiempo real son ahora una realidad por las garantías de Calidad de Servicio (QoS) proporcionado por el 802.11e. El objetivo del nuevo estándar 802.11e es introducir nuevos mecanismos a nivel de capa MAC para soportar los servicios que requieren garantías de Calidad de Servicio. Para cumplir con su objetivo IEEE 802.11e.
802.11g	En junio de 2003, se ratificó un tercer estándar de modulación: 802.11g. Este utiliza la banda de 2.4 Ghz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, o cerca de 24.7 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802. 11a.
802.11n	Se constituye el estándar IEEE 802.11 con la finalidad de mejorar significativamente el rendimiento de la red; la velocidad real de transmisión podría llegar a los 300 Mbps (lo que significa que las velocidades teóricas de transmisión serían aún mayores), y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b. El estándar 802.11n incorpora dos tecnologías entre ellas MIMO (multiple-Input Multiple-Ouput) la cual utiliza múltiples antenas trasmisoras y receptoras para mejorar el desempeño del sistema, de igual manera (Channel Bonding) unión de interfaces de red, la cual utiliza dos canales separados que no se solapan para trasmitir datos, logrando incrementar la cantidad de datos que pueden ser trasmitidos

802.11 ac	Se constituye en un estándar de nueva generación que se estima que alcance velocidades inalámbricas tres veces más rápido que el estándar 802.11n y entregando una transferencia combinada de datos inalámbricos de hasta 1.75Gbps; con velocidades inalámbricas de 1300Mbps sobre la banda de 5GHz y 450Mbps en la banda de frecuencia de 2.4Ghz.

5.1.4.3. **Componentes básicos de la arquitectura WLAN IEEE 802.11**

Según Hidalgo (2014) *Diseño de una red WIFI para proporcionar los servicios de una ciudad digital para Tulcán.* Recuperado el 08/03/2014 de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661 señala: **4 elementos principales** que componen la infraestructura de una red inalámbrica los cuales son: Estación o dispositivos inalámbricos (STA, Station). Corresponde a cualquier dispositivo que esté contenido en el estándar IEEE802.11: **Medio inalámbrico** (WM, Wireless Medium). Es el medio utilizado por las estaciones (STA) para enviar y recibir tramas a nivel de capa física (PHY). Entre las más populares basadas en radio frecuencia**. Puntos de Acceso** (AP, Access Point). Se comporta como un punto central de comunicaciones trasmisor/receptor (transceptor) para los usuarios de la red inalámbrica; los cuales pueden enlazar redes cableadas e inalámbricas. Un punto de acceso puede soportar varias decenas de usuarios y está en capacidad de dar cobertura de 50 a más de 100mts en interiores y en exteriores de acuerdo a las capacidades y características técnicas de los equipos y el fabricante; un AP (Access Point) puede actuar como repetidor inalámbrico o de igual manera como punto de la extensión de la red inalámbrica proporcionando administración seguridad, monitorización y manejabilidad. **Antenas.** Se constituye en un sistema conductor metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas. Se utiliza como interfaz entre el trasmisor y el espacio libre o viceversa; de acuerdo a la cobertura las antenas se clasifican en direccionales y omnidireccionales. Las antenas direccionales irradian la energía de RF principalmente en una dirección; mientras tanto las antenas omnidireccionales, irradian la energía uniformemente en todas las direcciones horizontales, la cual abarca 3600. Las antenas transfieren la energía eficazmente la cual depende de una polarización, alineación e impedancia correcta de la antena; conseguir la coincidencia de impedencia implica igualar eléctricamente la línea de trasmisión con la antena, lo que se traduce en que la línea de trasmisión transfiere toda la potencia a la antena y no irradia energía propia. **Sistema de Distribución** (DS, Distribution System). Es el sistema que permite interconectar varios BSS (conjunto de servicios básicos, Basic Service Set) e integrarlos para crear un conjunto de servicios extendidos (ESS, Extended Service Set). El sistema distribuido puede estar cableado o ser inalámbrico (LAN o WAN). La arquitectura WLAN IEEE 802.11 está especificada independientemente de las características físicas del DS, generalmente solo se denomina red de backbone, y está formado por las conexiones Ethernet que une los distintos AP. (pp.42-43).

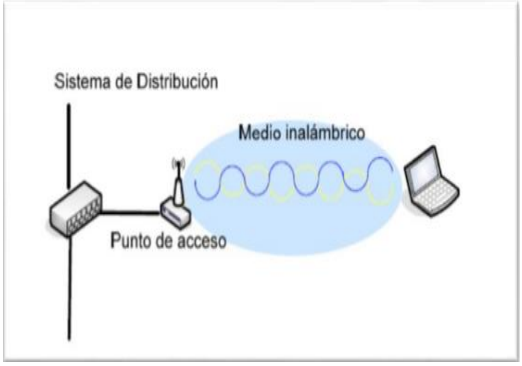


Figura 3. *Componentes de una infraestructura inalámbrica WLAN IEEE 802.11, (*Hidalgo, 2014, pp.44)

5.1.4.4. **Arquitectura Física de una red Inalámbrica**

Según Hidalgo (2014: 44). Señala 4 tipos de arquitecturas inalámbricas: la primera de ellas "Arquitectura Punto a Punto" Es una de las arquitecturas más simples la cual conecta un punto individual con otro punto individual.

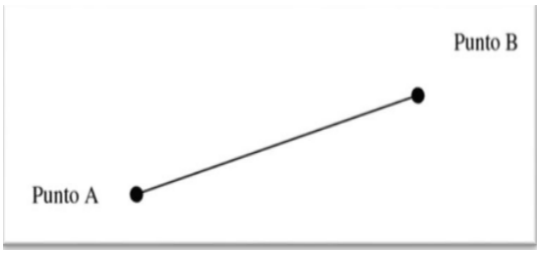


Figura 4. *Arquitectura Punto a Punto,* (Hidalgo, 2014, pp. 44)

El mismo autor indica algunas ventajas:

a) Uso de antenas direccionales: las antenas direccionales enfocan y radian la señal en una sola dirección lo que permite maximizar la potencia de la señal y minimizar la recepción del ruido.
b) Determinación de una sola Línea de Visión (LOS, Line of Sight por sus siglas en inglés): otros tipos de arquitectura requieren varias LOS lo que complica el proceso.
c) Inspección del Sitio (Site Survey): existen dos tipos de inspecciones, la física y la de radio frecuencia (RF). Este tipo de arquitectura requiere que se ejecuten únicamente una inspección física en cada uno de los puntos y es más fácil y rápido ejecutar una inspección de RF en una red punto a punto que en una que requiera más puntos a instalar. (ibídem. P 44)

- Arquitectura Punto Multipunto

Según Hidalgo. Esta arquitectura es la forma más barata de proveer conectividad desde un nodo a muchos sitios de usuarios. Al equipo inalámbrico en el nodo se le conoce como Punto de Acceso (Access Point, o AP para abreviar). Al equipo en cada usuario final se le conoce generalmente como equipo cliente o CPE

(costumer Premises Equipment). La arquitectura punto multipunto es utilizada cuando se requiere proveer conectividad entre edificios en un mismo sector; otro uso cuando se requiere dar acceso a Internet a varios usuarios. (p.45).

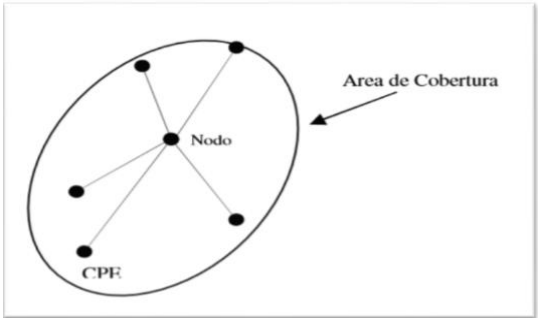


Figura 5. *Red punto multipunto con sectorización*, (Hidalgo, 2014, pp.45)

Según Hidalgo (2014) *Diseño de una red WIFI para proporcionar los servicios de una ciudad digital para Tulcán.* Recuperado el 08/03/2014 de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661 señala:

> "Las ventajas del multipunto con sectorización: costo bajo para varios usuarios: un solo equipo debe comprarse al colocar a un usuario nuevo, solamente el equipo del cliente a diferencia con la arquitectura punto a punto requiere de dos equipos por cada usuario nuevo instalado. Escalable: una red punto multipunto es fácilmente escalable para servir a más usuarios, cada vez que un nuevo AP se agrega al nodo, muchos más usuarios pueden ser agregados al nodo. Abierto para probar nuevas tecnologías; una red multipunto sectorizada permite probar fácilmente nuevas tecnologías de hardware o software; puede aislarse un solo sector para la prueba sin dejar desconectados a los demás usuarios si esta falla". (P.45).

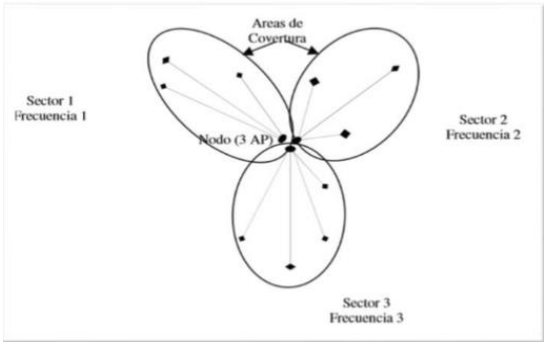


Figura 6. *Red punto multipunto con sectorización*, (Hidalgo, 2014, pp.46)

Según Hidalgo (2014: 46) señala: "Arquitectura Celular. Cuando varias redes punto multipunto se conectan al mismo sistema de distribución (llamado backbone) y diseñadas para poder reutilizar las mismas frecuencias en diferentes áreas, el resultado una red celular. La red backbone puede ser cableada o inalámbrica; la

figura Muestra un diagrama de una red celular que incluye tres redes punto multipunto”

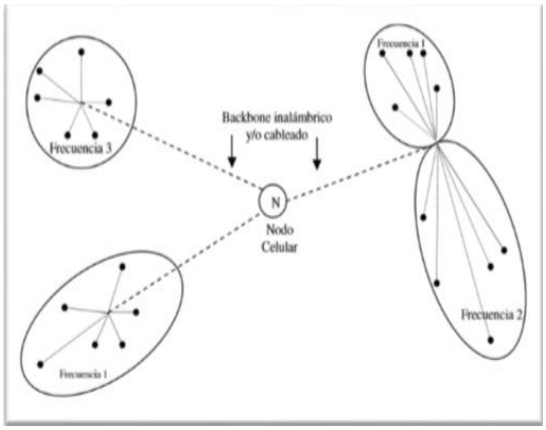


Figura 7. *Arquitectura celular*, (Hidalgo, 2014, pp.47)

El mismo autor señala las ventajas

a) Expande la cobertura geográfica. Incrementa la capacidad de la red. Permite concentrar los recursos en un solo nodo (servidor de correos, servidor de archivos, firewall, etc. Todo ubicado solamente en el nodo celular.
b) Provee redundancia a ciertos usuarios con cobertura de dos redes pertenecientes al mismo nodo.

La Arquitectura Mesh

Es una arquitectura multipunto a multipunto con una o más puntos de interconexión a internet. En una red Mesh cada nodo puede conectarse con otro nodo que esté encendido y dentro de un rango de alcance inalámbrico. Redes de este tipo regularmente se desarrollan en áreas donde muchos usuarios se encuentran situados relativamente cerca uno de otro, digamos, de una cuadra a 2 Km de separación o cuando existen muchas obstrucciones situadas a pocas distancias. Cada red Mesh realiza dos funciones: como repetidor/ruteador inalámbrico y como nodo final cliente. Los paquetes pueden viajar a través de muchos nodos intermedios para alcanzar al nodo final. Si uno o más de los nodos intermedios está apagado o deshabilitado, el paquete es re-enrutado dinámicamente a través de los otros nodos intermedios. (Ibídem p.47).

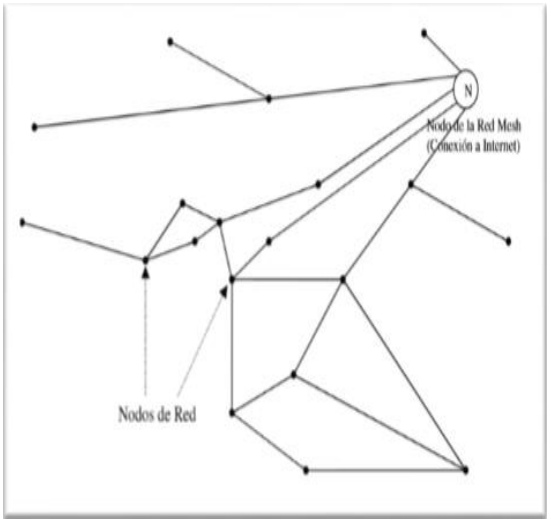


Figura 8. *Arquitectura Mesh*, (Hidalgo, 2014, pp.48)

5.2 Diagnóstico de la estructura de la red actual de la Facultad de Economía

La Universidad Central del Ecuador cuenta con un servicio de red inalámbrica desde el año 2009, teniendo una cobertura actual del 30% del campus, actualmente han dejado de funcionar varios puntos de acceso inalámbrico. Debido al crecimiento de la infraestructura física y el rediseño de las áreas verdes en la actualidad la cobertura es del 20 % de la totalidad del campus. Con respecto a la unidad académica de estudio en mención su edificio no cuenta

con cobertura de red inalámbrica interna y en el perímetro de la infraestructura física es deficiente. A continuación, se presenta el diseño de la infraestructura de la red y de los Access Point dentro del Campus:

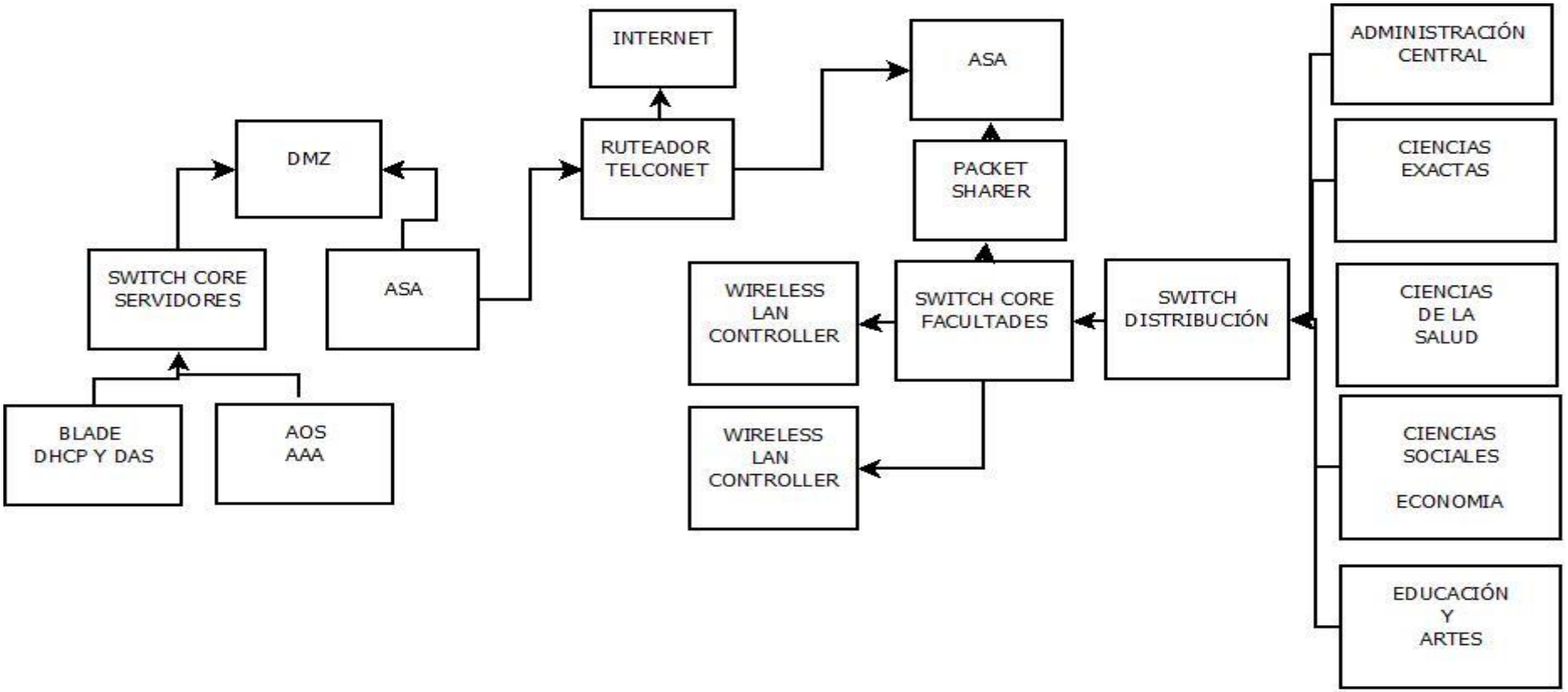


Figura 9. *Topología Red Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza, 2016, pp.17)

La Universidad accede a un ISP comercial, a través de un ruteador que se conecta a un conjunto de servidores que administran bases de datos relacionadas, en las cuales están montados varios de los servicios financieros, administrativos y académicos de la entidad. Se cuenta con una zona "desmilitarizada", la misma que nos permite aislar parte de la infraestructura al acceso público, para resguardar a los equipos que están en mantenimiento o tienen accesos de uso exclusivo dentro de la administración, en este segmento se encuentran un conjunto de Switch Core que nos permiten una gran velocidad en la conmutación de paquetes, es el núcleo de la estructura, de la cual se derivan las comunicaciones y servicios tanto de forma inalámbrica como cableada a las diferentes unidades de la institución, entiéndase como facultades, direcciones, departamentos áreas de tránsito, de recreación, y demás por medio de infraestructura activa de distribución.

El equipamiento Wireless Actualmente se encuentra establecido por 84 Access Point y 2 controladoras cuyos modelos y software se muestra a continuación:

TABLA 2. *Equipamiento Wireless Universidad Central del Ecuador*, (Vinueza, 2016, pp.18)

EQUIPO	MODELO	SOFTWARE
WLC	CISCO 4404	7.0.240.0
AP INTERNOS	CISCO AIRONET 1242	1.2.4(23C) JA7
AP EXTERNOS	CISCO AIRONET 1310	1.2.4(23C) JA7

Con la infraestructura actual la cobertura en los campus Matriz, Medicina, centro experimental la Tola, es parcial y debido a la concurrencia de usuarios la saturación es alta.

En la actualidad existen varios SSIDs creados en los cuales se diferencian estudiantes, docentes y wifi los cuales no satisfacen la demanda de las áreas verdes y de transito de los diferentes edificios de la Universidad. Y su influencia en las áreas académicas y aulas del campus es deficiente y por ende en lugar del caso de estudio.

TABLA 3. *SSID´s Universidad Central del Ecuador*, (Vinueza, 2016, pp.18)

SSID	SEGURIDAD CAPA 2	SEGURIDAD CAPA 3
MANAGEMENT	NINGUNA	WEB AUTENTIFICATION
ESTUDIANTE_UCE_1	NINGUNA	WEB AUTENTIFICATION
ESTUDIANTE_UCE_2	NINGUNA	WEB AUTENTIFICATION
ESTUDIANTE_UCE_3	NINGUNA	WEB AUTENTIFICATION
ESTUDIANTE_UCE_4	NINGUNA	WEB AUTENTIFICATION
DOCENTES_UCE	(WPA+WPA2) +PSK+TKIP	WEB AUTENTIFICATION+RADIUS
WIFI_UCE	(WPA+WPA2) +PSK+TKIP	WEB AUTENTIFICATION+RADIUS

Los diferentes usuarios de las diferentes redes Wireless no tienen restricciones ni perfiles que limiten los accesos de navegación y de sus contenidos en los diferentes edificios y de manera especial en la facultad de ciencias económicas.

5.2.1 En el repositorio de la Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 26/08/2016 de http://www.uce.edu.ec/archive_noticias?artID=182230 manifiesta: “La Universidad Central del Ecuador es la universidad más antigua y la segunda más grande del país de acuerdo al número de estudiantes”. Señala además que sus orígenes se remontan a la unión de las Universidades: Seminario de San Luis y San Gregorio Magno fundada en 1651 por los Jesuitas y la Santo Tomás de Aquino, fundada en 1681 por los Dominicos. Sobre la base de la Real Universidad Pública Santo Tomás se fundó la Universidad Central de Quito, para en el año 1836, mediante decreto del presidente Vicente Rocafuerte se cambie la palabra Quito, por Ecuador, y surge ya de forma definitiva la Universidad Central del Ecuador (UCE). (p.12).

En la actualidad la Universidad Central del Ecuador es de tipo pública, laica, fiscal y gratuita; y cuenta con 17 facultades, las cuales en sus diferentes escuelas ofertan las cuarenta diferentes carreras de pre-grado, como también los ciclos de estudio de post-grado. Entre sus facultades se destaca la Facultad de Ciencias Económicas, que oferta las siguientes carreras de pre-grado: Economía, Ingeniería Estadística e Ingeniería en Finanzas.

La Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador tiene como misión y visión:

Misión:

“Formar profesionales competentes en Economía, Finanzas y Estadística, para impulsar el desarrollo de la sociedad.”

Visión:

“Ser reconocidos en el país por la excelencia académica, capacidad de investigación, compromiso con la sociedad y referente en el diseño de políticas económico sociales.” (Universidad Central del Ecuador, 2015).

La Facultad de Ciencias Económicas está ubicada a la parte central del campus Universitario de la Universidad Central del Ecuador. Está conformada físicamente por 2 edificaciones conocidas como:

• Edificio Administrativo.

El edificio consta de cinco plantas, aquí funcionan diferentes dependencias administrativas de la Facultad, además de laboratorios de cómputo y algunas aulas de clase.

Planta Baja

En esta planta se encuentran ubicados el Departamento Financiero, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Finanzas, el Archivo General y oficinas de personal de la Facultad.En esta planta se tiene cielo falso y además está ubicado el SDF-40-01 en el Archivo General.

Primer Piso

En este piso se encuentran localizadas las áreas de Coordinación Académica, Consejo Directivo, Dirección de Escuela de Estadística y Finanzas, Dirección de Escuela de Economía, Secretario Abogado, Decanato y Vicedecanato.

Segundo Piso

En esta planta se encuentran ubicados la oficina de Tesis, oficinas de Investigadores, una Sala de Sesiones, y cinco aulas de uso múltiple.

Tercer Piso

En este piso se encuentra localizada la Sala A, Sala B, Sala de Internet, y seis aulas de uso múltiple.

Cuarto Piso

En este piso se encuentra localizado el Centro de Cómputo, es el lugar de donde se conectan al CIU, por lo que aquí se encuentra el MDF-78. Consta de Cuarto de Servidores, oficina Administrativa, Aula Virtual, Aula de Audio Visuales, Aula A y Aula B. Además, se encuentra el SDF-78-02.

• Edificio de Aulas.

El edificio consta de tres plantas: subsuelo, planta baja y primer piso. Aquí funcionan diferentes dependencias administrativas de la Facultad, la Biblioteca, asociaciones de escuela y algunas aulas de clase. La distribución específica de este edificio se encuentra en el plano adjunto del mismo. El edificio es de hormigón armado, con dos accesos de gradas a la planta alta.

5.2.2 Infraestructura de la red inalámbrica de la facultad

Actualmente la Universidad Central del Ecuador, en la Facultad de Economía trabaja con una red cableada administrada desde la unidad de tecnologías de centro de formación profesional.

En la infraestructura actual se manejan switches de varias marcas, la capa de distribución no soporta interfaces a 10Gbps y no mantienen un estándar en conexiones existe una mediana infraestructura para el área administrativa y laboratorios, esta es una conexión cableada y en el sistema inalámbrico es prácticamente inexistente.

Esta realidad se da por los escasos recursos que se derivan al área tecnológica de cada unidad académica de la universidad y en especial a esta facultad, por lo que la misma tiene limitaciones en la infraestructura tecnológica de conectividad.

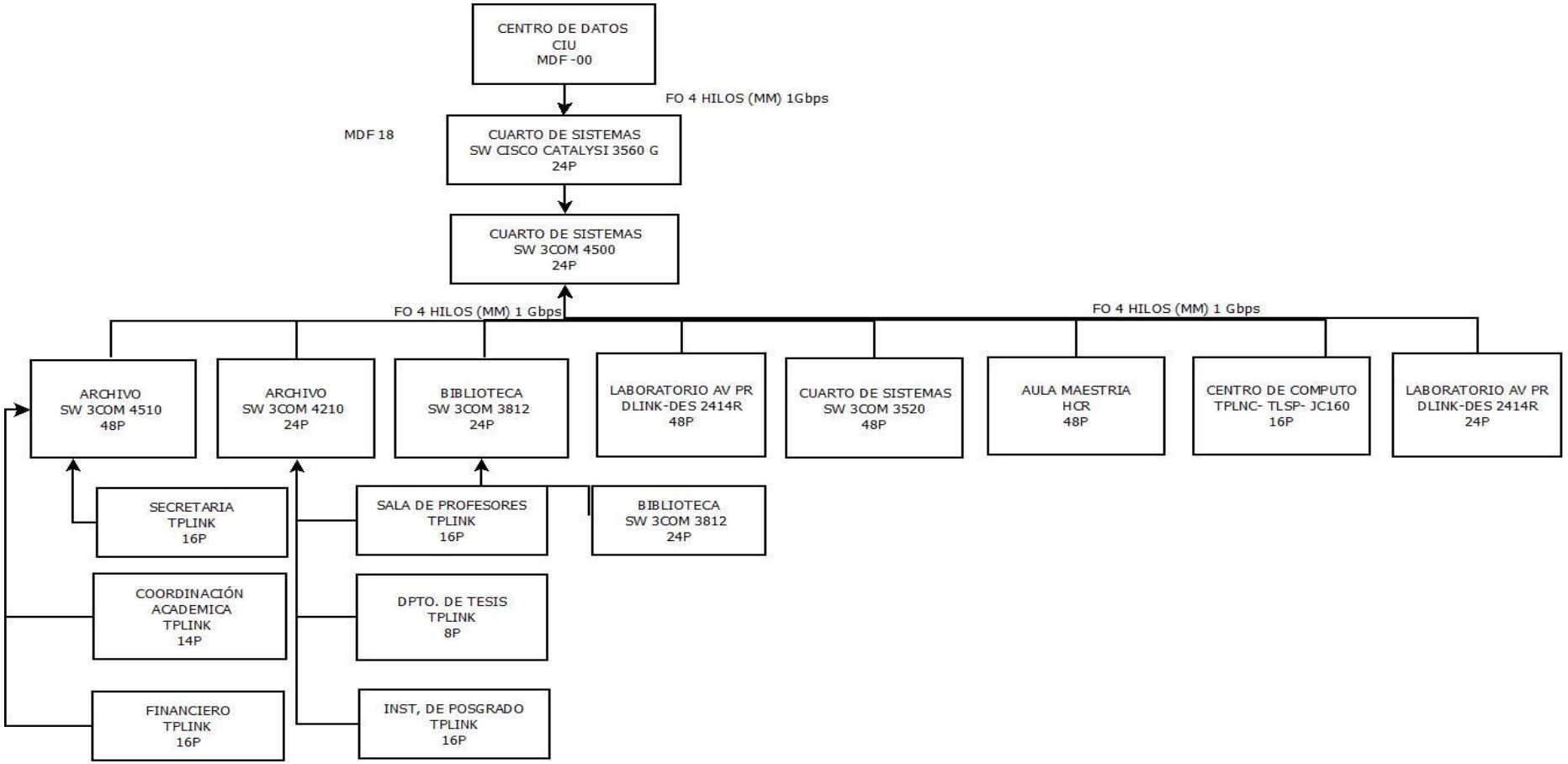


Figura 10. *Diagrama de conexión interna Facultad de Economía, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza, 2016, pp.21)

La Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador, tiene un acceso dedicado al sistema de telecomunicaciones general del campus matriz, esta unidad académica cuenta con una serie de elementos activos en cascada que distribuyen la conectividad a los diferentes elementos que se encuentran en los ambientes administrativos, financieros y académicos de la misma.

5.2.3 Equipos que usa actualmente

5.2.3.1. BACK BONE CAMPUS

A continuación, se da una explicación de cómo se encuentra la conexión del enlace de fibra óptica entre la Facultad de Ciencias Económicas y el CIU:

- En la Facultad de Economía se encuentra instalada una fibra óptica aérea Multimodo (MM) 4 hilos y con una cubierta para exteriores. De los 4 hilos de la fibra, solo funcionan 2.
- En el distribuidor del CIU se utilizó un panel de fibra de 2U con capacidad de 48 conectores ST, con bandeja, tapa frontal y anillos internos para separación y manejo de fibras, con el propósito de proteger las conexiones de fibra y entradas laterales, incluye un módulo de 6 conectores tipo ST Multimodo de aquí se conecta con un cordón de conexión SC-SC al equipo activo que es 1 switch CISCO Catalyst 3750 (Ver Figura 13) de 18 puertos de módulos SFP, en el SW3 los hilos principales.



Figura 10. Cisco, *Catalyst 3750X-48T-S Switch*, (2015)

- El distribuidor de la Facultad de Economía es un rack cerrado de piso de 24 unidades, en el que está instalado un panel de fibra de 2 unidades con capacidad de 48 conectores ST, con bandeja, tapa frontal y anillos internos, para la separación y manejo de fibras, con el propósito de proteger las conexiones de fibra y entradas laterales, incluye un módulo de 6 conectores tipo ST Multimodo del cual saldrán las conexiones al switch CISCO Catalyst 3560G. El equipo activo se conecta usando un cordón de conexión LC-ST de 62.5um MM 2M hacia el módulo de fibra SFP TRANCERVER 1000Base FX. (Ver Figura 14).



Figura 11. Cisco, *Trancerver 1000 Base FX*, (2015)

- El switch Cisco 3560G Catalyst es de 24 puertos de Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX, Ethernet 1000Base-T y cuatro puertos SFP con propósito de conexiones en Gigabit, en fibra, con características de capa 2 y 3 y diseñados para correr aplicaciones en tiempo real como voz y video. (Ver Figura 15).



Figura 12. Cisco, *Switch Cisco 3560G Catalyst, (2015)*

5.2.3.2. Cuadro de Distribución de la actual Red.

Tabla 4. *Distribución Centro de Cómputo CISCO, CIU, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza, 2016, pp. 23)

Distribuidor:		**MDF-00 CIU**		
Ubicación del distribuidor:		**Piso subsuelo – Centro de Cómputo CIU Área de Capacitación CISCO**		
Id de patch panel: PP – 2		**Tipo de patch panel: PP-FO 24P – 48P 2U**		
Puerto del panel	**Id del cable**	**Id del canal**	**Ubicación del área de trabajo**	**Planta**
7		00-107	Enlace MDF-00 a MDF-40, puertos 00-107 al 40-01A-101	S1
8		00-108	Enlace MDF-00 a MDF-40, puertos 00-108 al 40-01A-102	S1
9		00-109	Enlace MDF-00 a MDF-EC1, puertos 00-109 al 40-01A-103 (No funciona)	S1
10		00-110	Enlace MDF-00 a MDF-EC1, puertos 00-110 al 40-01A-104 (No funciona)	S1

Tabla 5. *Distribución Centro de Cómputo, Edificio Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador* (Vinueza,2016, pp.24)

Distribuidor: ADMINISTRATIVO		**MDF-40 ECONOMÍA – EDIFICIO**		
Ubicación del distribuidor:		**Planta Baja - Edificio Administrativo Centro de Cómputo Facultad de Economía**		
Id de patch panel: PP – 1		**Tipo de patch panel: PP - FO 6P - 48P 2U**		
Puerto del panel	**Id del cable**	**Id del canal**	**Ubicación del área de trabajo**	**Planta**
1		40-01A-101	Enlace MDF-40 a MDF-00, puertos 40-01A-101 al 00-107	P4
2		40-01A-102	Enlace MDF-40 a MDF-00, puertos 40-01A-102 al 00-108	P4
3		40-01A-103	No utilizado	P4
4		40-01A-104	No utilizado	P4
5		40-01A-105	No utilizado	P4
6		40-01A-106	No utilizado	P4

5.2.3.3. BACK BONE CAMPUS INTERNO

El backbone de fibra óptica enlaza el distribuidor principal de la red (MDF-78) de la Facultad de Economía ubicado en el cuarto piso del edificio Administrativo de Economía, con el distribuidor principal ubicado en el CIU (MDF-00) y a su vez con el distribuidor principal de la Facultad: (MDF-79) ubicado en la planta alta del edificio de Aulas; esta conexión nos permite acceder a los recursos que provee el CIU, como son: acceso internet de alta velocidad (1Gbps) y servicios de correo para los usuarios.

El subsistema de backbone está compuesto de paneles de fibra óptica, cable de fibra óptica y patch cords de fibra óptica que enlaza los distribuidores de los dos edificios y que proporciona el medio para la conexión a los equipos activos (switches). Para los edificios Administrativo y Aulas, el cable de backbone de fibra óptica es un cable de 2 fibras multimodo, para instalación exterior aérea. Este cable está instalado con anclajes sobre la terraza del edificio de Aulas.

El cable de fibra óptica es terminado con conectores ST multimodo en sus extremos y están conectados dos hilos de fibra óptica a los puertos acopladores en los paneles de fibra entre los distribuidores MDF-41 y MDF-40.

Los paneles de fibra óptica del distribuidor del edificio Administrativo de la Facultad de Economía, son paneles de montaje en rack que pueden tener entre 6 y 24 puertos de fibra mediante la instalación de módulos acopladores de 6 puertos. Incluye una bandeja con tapa frontal para organización y protección del cable de fibra óptica y patch cord que recibe. Actualmente el panel MDF-40 ocupa 2U de rack, tiene instalado 6 conectores ST de los cuales solo 2 están ocupados para conexión de fibra.

Los patch cords para conexión a los equipos activos son cordones de conexión de fibra óptica, multimodo (62.5/125) con conectores LC-ST preconectorizados en fábrica y de 2m de longitud.

Para el montaje de los paneles de fibra y equipos activos se tienen instalados: un rack abierto de 5U de montaje en pared, en el edificio de Aulas (MDF-79) y un rack cerrado de 24U de piso en el edificio Administrativo de la Facultad de Economía.

En el edificio Administrativo se usó la bandeja de fibra y módulos MM existentes para la recepción de la fibra óptica. De este panel de fibra, salen las conexiones al switch CISCO Catalyst 3560G Series. El equipo activo se conecta usando un cordón de conexión ST-LC hacia el módulo de fibra SFP 1000Base SX instalado en el switch.

El panel de fibra óptica del distribuidor del edificio de Aulas de la Facultad de Economía, se encuentra montado en un rack abierto que solo puede tener 6 puertos de fibra con conectores ST. Desde este panel de fibra se realiza la conexión al switch 3Com 3812.

Los patch cords para conexión a los equipos activos son cordones de conexión de fibra óptica, multimodo (62.5/125) con conectores LC-ST preconectorizados en fábrica y de 2m de longitud.

Tabla 6. *Distribución Centro de Cómputo, Edificio Administrativo, Cuarto Piso, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza, 2016, pp.25)

Distribuidor:		**MDF-78 CENTRO DE COMPUTO**		
Ubicación del distribuidor:		**Centro de Cómputo Facultad de Economía**		
Modelo de Switch: 3Com 4500G				
Puerto	**Id del cable**	**Id del patch panel**	**Ubicación del área de trabajo**	**Planta**
1		02A- 121	Trunking 4210/48 puerto 49	P4
2		02A- 122	Trunking 4210/24 puerto 25	P4
3		02A- 123	Trunking 3812 biblioteca puerto 12	P4
4			Trunking 3250 SALA INT puerto 49	P4
5			Trunking 3250 USO MULT puerto 49	P4
6			Cascada Sw Dlink puerto 1	P4
23			Cascada Sw Dlink puerto 1	P4

Tabla 7. *Distribución Centro de Cómputo, Edificio Administrativo, Archivo y Biblioteca, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza,2016, pp.26)

Distribuidor:			**SDF78-01 ECONOMIA – ARCHIVO**	
Ubicación del distribuidor:			**Planta Baja - Edificio Administrativo Archivo Facultad de Economía**	
Modelo de Switch:		3Com 4210 52 Port		
Puerto	**Id del cable**	**Id del patch panel**	**Ubicación del área de trabajo**	**Planta**
49		221	Trunking 4500G puerto 1	PB

Distribuidor:			**SDF40-02 ECONOMÍA – ARCHIVO**	
Ubicación del distribuidor:			**Planta Baja - Edificio Administrativo Archivo Facultad de Economía**	
Modelo de Switch:		3Com 4210 24 Port		
Puerto	**Id del cable**	**Id del patch panel**	**Ubicación del área de trabajo**	**Planta**
20		A -21	Cascada NEXXT puerto 1	PB
25		222	Trunking 4500G puerto 2	PB

Distribuidor:			**MDF-41 BIBLIOTECA**	
Ubicación del distribuidor:			**Biblioteca Facultad de Economía**	
Modelo de Switch:		**3812**		
Puerto	**Id del cable**	**Id del patch panel**	**Ubicación del área de trabajo**	**Planta**
3		A - 11	Cascada Switch Advantek puerto 9	P1
11			Hub puerto 1	P1
12		223	Trunking 4500G puerto 3	P1

5.2.3.4. RED INTERNA

El presente documento destaca las conexiones de cableado existentes de la red interna de la Facultad de Ciencias Económicas que se detalla a continuación:

5.2.3.4.1. Distribución Principal

El distribuidor principal (MDF-78) está ubicado en el Centro de Cómputo, en el cuarto piso del edificio Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas, aquí se centraliza toda la red en un rack existente de tipo cerrado de piso de 24 U. En este distribuidor se conectan todos los elementos de conexión, organizadores horizontales de cable y paneles UTP de 24 puertos RJ45 Cat 5e, secuencia 568A y 568B para la red de datos.

5.2.3.4.2. Cables de Conexión

Los patch cords de conexión son de categoría 5e-100MHz, de 45-60cm de longitud, con conectores RJ45 y boot de protección en cada extremo. El tipo de cable del patch cord es UTP multifilar de 4 pares. Todos estos cordones de conexión son ensamblados localmente para cumplir con el estándar EIA/TIA 568A o 568B.

5.2.3.4.3. Equipos

Los equipos activos que prestan servicio a la red y que ya dispone el edificio Administrativo son: un switch 3com 4500G administrable y escalable capa 3 de 24 puertos 10/100/1000 y 2 puertos dual Gigabit, a este se conectaran todas las salidas de datos, Access Point y demás dependencias de la Facultad.

Además, se cuenta con un equipo CISCO Catalyst 3560 Series administrable y escalable capa 3 de 24 puertos 10/100/1000 y 4 puertos dual Gigabit, este equipo es el que se conecta hacia el CIU y a su vez se conecta con el 3Com 4500G.

La Facultad de Ciencias Económicas también cuenta con dos switches 3Com3250 administrable y escalable capa 3 de 48 puertos 10/100 y dos puertos dual Gigabit. Estos equipos son los que dan el servicio de red a las salas de cómputo.

5.2.3.4.3. Conexiones Eléctricas

La instalación eléctrica de los equipos de conectividad y cómputo está diseñada de tal manera que se conecta al UPS con el propósito de proteger los equipos activos en el rack, switch y Access Point de sobretensiones.

5.2.3.4.3. Cuadros de distribución de Red

Tabla 8. *Distribución Switches, Centro de Cómputo, Edificio Administrativo, Cuarto Piso, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza,2016, pp. 27)

Distribuidor:	**SDF-78-03 ECONOMÍA – CENTRO DE COMPUTO**					
Ubicación del distribuidor:	**Cuarto Piso Edificio Administrativo** **Centro de Cómputo** **Facultad de Economía**					
Id de patch panel:	**PP – 1**	**Tipo de patch panel: PP - UTP 24P UTP CAT 5e**				
	PP - 2	**Tipo de patch panel: PP - UTP 24P UTP CAT 5e**				
	PP - 3	**Tipo de patch panel: PP - UTP 24P UTP CAT 6**				
Id Switch:	**3com 4500G 24P: 01** **3com 3250 52P: 02** **3com 3250 52P: 03** **CISCO Catalyst 3560G 28P: 04**					
Puerto panel	**Puerto Switch**	**Id del canal**	**Ubicación del área de trabajo**	**Usuario**	**VLAN**	**Planta**
1-1	25	01A-201	AULA USO MULTIPLE	PC-201	LAB	P4

Tabla 9. *Distribución Switches, Area Financiera, Edificio Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza,2016, pp.28)

Distribuidor:			**SDF40-02 ECONOMÍA – ARCHIVO**			
Ubicación del distribuidor:			**Planta Baja Edificio Administrativo** **Archivo** **Facultad de Economía**			
Id de patch panel:	**PP – 1**	**Tipo de patch panel: PP - UTP 48P UTP CAT 5e**				
	PP - 2	**Tipo de patch panel: PP - UTP 48P UTP CAT 5e**				
	PP - 3	**Tipo de patch panel: PP - FO 6P - 24P**				
	PP - 4	**Tipo de patch panel: PP - FO 6P - 24P**				
	PP - 6	**Tipo de patch panel: PP - UTP 48P UTP CAT 5e**				
	PP - 7	**Tipo de patch panel: PP - UTP 24P UTP CAT 5e**				
Id Switch:	**3com 4210 52P: 01**					
	3com 4210 26P: 02					
Puerto panel	**Puerto Switch**	**Id del canal**	**Ubicación del área de trabajo**	**Usuario**	**VLAN**	**Planta**
1-1		A-01				PB
1-2	01-1	A-02	Sec. Finanzas	P. Auxiliar	ADM	PB
1-3	01-2	A-03	Sec. Finanzas	Finanzas	ADM	PB
1-4	01-3	A-04	Sec. Finanzas	P. Auxiliar	ADM	PB
1-5	01-30	A-05	DEPFINANCIERO	FABIANPUGA	FIN	PB
1-6		A-06				PB
1-7	01-4	A-07	DEPFINANCIERO	Simón Realpe	ADM	PB
1-8	01-5	A-08	SECECONOMIA	P. Auxiliar	ADM	PB
1-9	01-6	A-09	SECECONOMIA	NANCITAPIA	ADM	PB
1-10	01-7	A-10	SECECONOMIA	FERNANDA HERRERA	ADM	PB
1-11	01-31	A-11	DEPFINANCIERO	JUANTELLO	FIN	PB

5.2.4 Análisis del tráfico

Con la finalidad de estimar el ancho de banda requerido para la red inalámbrica se tomó en cuenta aplicaciones como las que señala Hidalgo, Hidalgo (2014) *Diseño de una red WIFI para proporcionar los servicios de una ciudad digital para Tulcán.* Recuperado el 08/03/2014 de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661 “http, e-mail, chat, audio, etc.”. Las herramientas mencionadas permitirán establecer el ancho de la banda. Sin embargo, esto dependerá exclusivamente de la calidad y cantidad de información que contienen las páginas.

Para establecer el cálculo del ancho de banda se consideraron los siguientes criterios para cuantificar el tráfico de la red. Según Carballar, (2012) en *Influencia del tamaño de paquetes sobre la pérdida de paquetes en un enlace UDP/IP/IEEE 802.11 a.* Recuperado el 26/03/2016 dehttps://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=G6EGV9PEIKOw8wfe44b4Cw&gws_rd=ssl#q=%28Carballar%2C+2004+criterios+para+cuantificar+el+tr%C3%A1fico+wifi se puede establecer los siguientes criterios:

Acceso a Páginas Web	Tienen un tamaño aproximado de 307 Kbytes páginas como Facebook, entre otras.
Correo Electrónico	El tamaño aproximado en el intercambio de correos es aproximadamente de 50 Kbytes y si es incluido gráfico se considera un promedio de 500 Kbytes para un correo electrónico. (Flores, 2009)
Aplicaciones en Tiempo real	Como realizar llamadas de voz mediante programas como Skype, Messenger, para este tipo de aplicaciones se recomienda un ancho de banda mínimo de 16 Kbps no compartido para su correcto funcionamiento. (Flores, 2009)

Figura 13. *Estimación del ancho de banda para Acceso a Internet, (Carballar, J, 2012, pp.08)*

En la actualidad la Facultad de Ciencias Económicas cuenta con: 05 Autoridades, 100 Docentes, 30 Administrativos, 15 compañeros de Personal de Apoyo, 5000 Señores y Señoritas estudiantes.

Debido al daño de los 04 Access Point's que se encuentran en la actualidad, podemos considerar que no existe tráfico de datos en una red inalámbrica interna de la unidad académica en cuestión. Por lo que los usuarios no pueden compartir y acceder a la información de una manera inalámbrica, esto quiere decir que un usuario no puede enviar ni receptar información de acuerdo a la sugerencia presentada en la tabla anterior de 807 Kilobytes Por lo que es indispensable repotenciar y crear nuevos puntos de acceso en una primera fase.

$$AB = G * C$$

Tabla 10. Ancho de Banda Ideal a Contratar, *Edificio Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador* (Vinueza,2016, pp.29)

DEFINICIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR
Ancho de banda	AB	1.31 Gbps
Ancho de Banda Garantizado	G	256 Kbps
Concurrencia Usuarios	C	5150
Usuarios totales	N	5150

Tabla 10. Ancho de Banda a Contratar del 75% de usuarios*, Edificio Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador* (Vinueza,2016, pp.30)

DEFINICIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR
Ancho de banda	AB	0,98Gbps
Ancho de Banda Garantizado	G	256 Kbps
Concurrencia Usuarios	C	3862
Usuarios totales	N	5150

Tabla 11. Ancho de Banda a Contratar del 50% de usuarios*, Edificio Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza,2016, pp.30)

DEFINICIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR
Ancho de banda	AB	0,65 Gbps
Ancho de Banda Garantizado	G	256 Kbps
Concurrencia Usuarios	C	2575
Usuarios totales	N	5150

Tabla 12. Ancho de Banda a Contratar del 25% de usuarios*, Edificio Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza,2016, pp.30)

DEFINICIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR
Ancho de banda	AB	0,3294 Gbps
Ancho de Banda Garantizado	G	256 Kbps
Concurrencia Usuarios	C	1287
Usuarios totales	N	5150

5.2.5 Análisis de cobertura

En la actualidad la cobertura de la red inalámbrica es inexistente, ya que la red no funciona adecuadamente por deficiente mantenimiento de sus elementos activos y por la falta de funcionamiento de los mismos por daños irreversibles. Para la nueva propuesta se plantea tener en cuenta que la conectividad de los Access Point´s, a este conjunto de switches debe cubrir a la mayor cantidad de usuarios posibles, dentro de una base inicial de 1Gbps para cada Facultad dentro del Campus Universitario, este se presenta posible dentro de nuestra unidad académica hasta el tercer cuartil del universo tomado en cuenta como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 13. Ancho de Banda del Tercer Cuartil de usuarios*, Edificio Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central del Ecuador,* (Vinueza,2016, pp.30)

DEFINICIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR
Ancho de banda	AB	0,98Gbps

Ancho de Banda Garantizado	G	256 Kbps
Concurrencia Usuarios	C	3862
Usuarios totales	N	5150

En esta tabla, se visualiza que, para 3862 usuarios concurrentes, con un ancho de banda garantizado de 256Kbps, se saturaría la máxima velocidad asignada de 1Gbps, en esta nueva etapa tecnológica de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador.

5.3 Propuesta de la red wifi para la Facultad de Economía

La Universidad Central del Ecuador, proveerá a cada una de sus diferentes unidades académicas el servicio de conectividad por medio de un enlace de fibra óptica a 10 Gbps. La Facultad de Ciencias Económicas instalara un conjunto de Switches necesarios para conectar los Access Point's. Tanto Access Point's como switches tendrán una conexión interna de 1 Gbps, por cable UTP, siempre que esta no sobrepase las distancias permitidas en los estándares internacionales.

Tabla 14. Dispositivos Conexión Externa e interna Campus Principal (Vinueza,2016, pp.31)

	DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**
1	SWITCH	SWITCH-CORE /DISTRIBUCIÓN	2
2	SWITCH	SWITCH - ACCESO TIPO 1	17
3	SWITCH	SWITCH - ACCESO TIPO 2	22
4	SWITCH	SWITCH - ACCESO TIPO 3	47
5	SWITCH	WIRELESS – CONTROLADORA WIRELESS (PRINCIPAL)	1
6	SWITCH	WIRELESS – CONTROLADORA WIRELESS (REDUNDANCIA)	1
7	SWITCH	WIRELESS ACCESS POINT´S PARA INTERIORES CON ANTENAS EXTERNAS	10
8	SWITCH	WIRELESS ACCESS POINT´S PARA INTERIORES	34

- Networking

Consideraciones de diseño Para equipamiento activo.

Para la elaboración del presente diseño se debe tomar en cuenta los requerimientos planteados por la Universidad Central del Ecuador y las diferentes unidades académicas entre estas la Facultad de Ciencias Económicas.

Switching

- Backbone de fibra a 10 Gbps 17 enlace Uplinks.
- Backbone de tipo estrella a 1Gbps para interconexión de switches en modo redundante.
- Equipos de acceso de Access Point PoE.

Equipos de Core

Se plantea el uso de Switches de Core y agregación con un alto performance y disponibilidad que puede tener alta escalabilidad recibiendo los 17 enlaces de 10 Gbps desde los equipos de distribución intermedios ubicados en cada facultad y en nuestro caso de estudio en la Facultad de Ciencias Económicas.

Debe contar con valores de performance mayores o iguales a 1,6Tbps. Se puede utilizar equipos de 24 puertos con puertos no bloqueados de doble funcionalidad, de 1Gbps o 10 Gbps de pendiendo la necesidad de cada unidad académica.

A este equipo llegaran los enlaces de Backbone de 10 Gbps de cada una de las 17 facultades consideradas y de manera en especial de la Facultad de Ciencias Económicas.

Switches de acceso de segundo nivel

Para trabajar con la capa de acceso en la facultad se plantea el uso de tres modelos de acuerdo a la necesidad de cada localidad:

Acceso Tipo 1

Estos switches recibirán los enlaces del backbone de 10 Gbps, 24 puertos de 10/100/1000 PoE para dar conectividad a los Access Point cercanos.

Acceso Tipo 2

Estos switches recibirán los enlaces del backbone de 1 Gbps, 24 puertos de 10/100/1000 PoE para dar conectividad a los Access Point cercanos.

Acceso Tipo 3

Estos switches recibirán los enlaces del backbone de 1 Gbps, 8 puertos de 10/100/1000 PoE para dar conectividad a los Access Point cercanos.

Controladora Inalámbrica

Se plantea el uso de una controladora con licencias para el 100% de los dispositivos y un equipo redundante de las mismas características de hardware. Este equipo deberá tener capacidad para configuraciones de equipos MESH, con un mínimo de 10 Gbps y un crecimiento de hasta 6000 Access Point para todo el campus universitario ya que en el futuro se considerará implementaciones en las diferentes unidades académicas de la Universidad Central del Ecuador.

Access Point’s

Se debe considerar La ubicación de estos equipos en áreas externas en las que se encuentran áreas verdes, áreas entre y dentro de los edificios.

Para el cubrimiento de áreas externas se considerará dos tipos según sea el caso:

Wireless externo Tipo 1, con antenas externas para cubrir áreas extensas abiertas y ubicadas sobre los edificios altos del campus.

Wireless externo Tipo 2, con antenas internas para cubrir áreas cerradas dentro y entre edificios.

Para todos los Access Point se deberán agregar adaptadores de poder si fuese necesario para su adecuado funcionamiento.

Se debe considerar La ubicación Access Point's en áreas internas en las que se encuentran aulas, laboratorios, auditorios, bibliotecas entre otros.

Para el cubrimiento de áreas internas se considerará dos tipos según sea el caso:

Wireless interno Tipo 1, con antenas internas por seguridad ya que estarían ubicadas en aulas de clase, pasillos, sala de reuniones, laboratorios entre otros.

Wireless interno Tipo 2, ideales para una alta densidad de usuarios como auditorios y bibliotecas.

5.3.1 Definición de los servicios a implementar

5.3.1.1. Servicio de datos asincrónicos

Este servicio permite a las entidades LLC vecinas intercambiar MSDU (unidades de datos de servicio MAC, MAC Service Data Units), utilizando los servicios proporcionados por la capa física para transportarlos a otras entidades pares MAC, donde es entregada al LLC vecino. El transporte de MSDUs es no orientado a conexión y utiliza el concepto de mejor esfuerzo; es decir que hará lo posible por entregar los paquetes, pero no garantiza que estos lleguen a su destino exitosamente.

El trasporte por difusión (broadcast) o multidifusión (multicast) es parte del servicio de datos asincrónicos proporcionados por las sub capa MAC. A causa de esta característica del medio inalámbrico, la difusión y la multidifusión de MSDUs podría experimentar una reducción en la calidad de servicio en comparación con la unidifusión (unicast) de MSDUs. Todas las estaciones soportan el servicio de datos asincrónicos.

5.3.1.2. Servicios de Seguridad.

La IEEE 802.11 provee seguridad a través de la autenticación y encriptación en la topología ad-hoc o modo de servicio extendido de la red, la autenticación puede ser un sistema abierto o una llave compartida. Una estación de la red que recibe una demanda puede conceder la autenticación a cualquier requerimiento o sólo a esas estaciones en una lista definida.

Es un sistema de clave compartida, únicamente aquellas estaciones en una lista definida que posee una clave encriptada reciben autenticación.

La IEEE 802.11 especifica una capacidad de encriptación opcional llamada Wired Equivalent Privacy, Privacidad Equivalente Alambrada (WEP), establece una seguridad conmensurable a las redes alambradas WEP emplea el algoritmo RC4, la cual encripta las trasmisiones que van por el aire.

5.3.1.3. Calidad de Servicio

La Calidad de Servicio (QoS) es considerada como el rendimiento de extremo a extremo de los servicios de telecomunicaciones tal como lo percibe el usuario final. Generalmente, el término se refiere a las condiciones dentro de la red que permitirá la entrega de servicios de baja redundancia con mínima degradación. Entre los parámetros de QoS tenemos:

- Control de velocidad de transmisión, específicamente la velocidad mínima.
- Control de retardo total o latencia.
- Control de la variación de retardo, conocido como jitter.
- Control de la pérdida de paquetes o tasa de bits errados.

Una red debe garantizar que puede ofrecer un cierto nivel de calidad de servicio para un nivel de tráfico que sigue un conjunto especificado de parámetros.
La Facultad de Ciencias Económicas, de la Universidad Central del Ecuador a través de la dirección de tecnologías de este centro de educación superior, brinda a la comunidad los servicios de acceso a internet limitado, acceso a la red de investigación mundial tal como DIGITALIA, SCOPUS, EBSCO HOST, URKUND, entre otras, y acceso a los sistemas académicos y

5.3.2 Dimensionamiento de la capacidad del sistema

Para el dimensionamiento del sistema se utilizó el software Ekahou, el mismo que presenta un alto rendimiento para la planeación y administración de redes. Este presenta la cobertura y el rendimiento de los diferentes elementos activos de la red, en los siguientes grafos se determina que entra más intenso es el color verde mejor será la cobertura del dispositivo, mientras tanto que en el color amarillo su cobertura disminuirá.

Recordemos que entre los diferentes elementos para diseñar y administrar una red wifi, la cobertura es indispensable, cabe recordar que si la intensidad de la señal es baja la conexión es poco fiable, y de bajo caudal de datos, teniendo como consecuencia una deficiente cobertura.

En los diagramas de diferentes coloraciones visualizaremos el posicionamiento de los diferentes Access Point´s con su respectiva influencia, en cada una de las diferentes plantas de sus respectivos bloques, y conjuntamente presentamos las respectivas tablas con los diferentes elementos activos y su correspondiente normativa, facilitándonos el diseño y en el futuro la administración de la red de esta unidad académica.

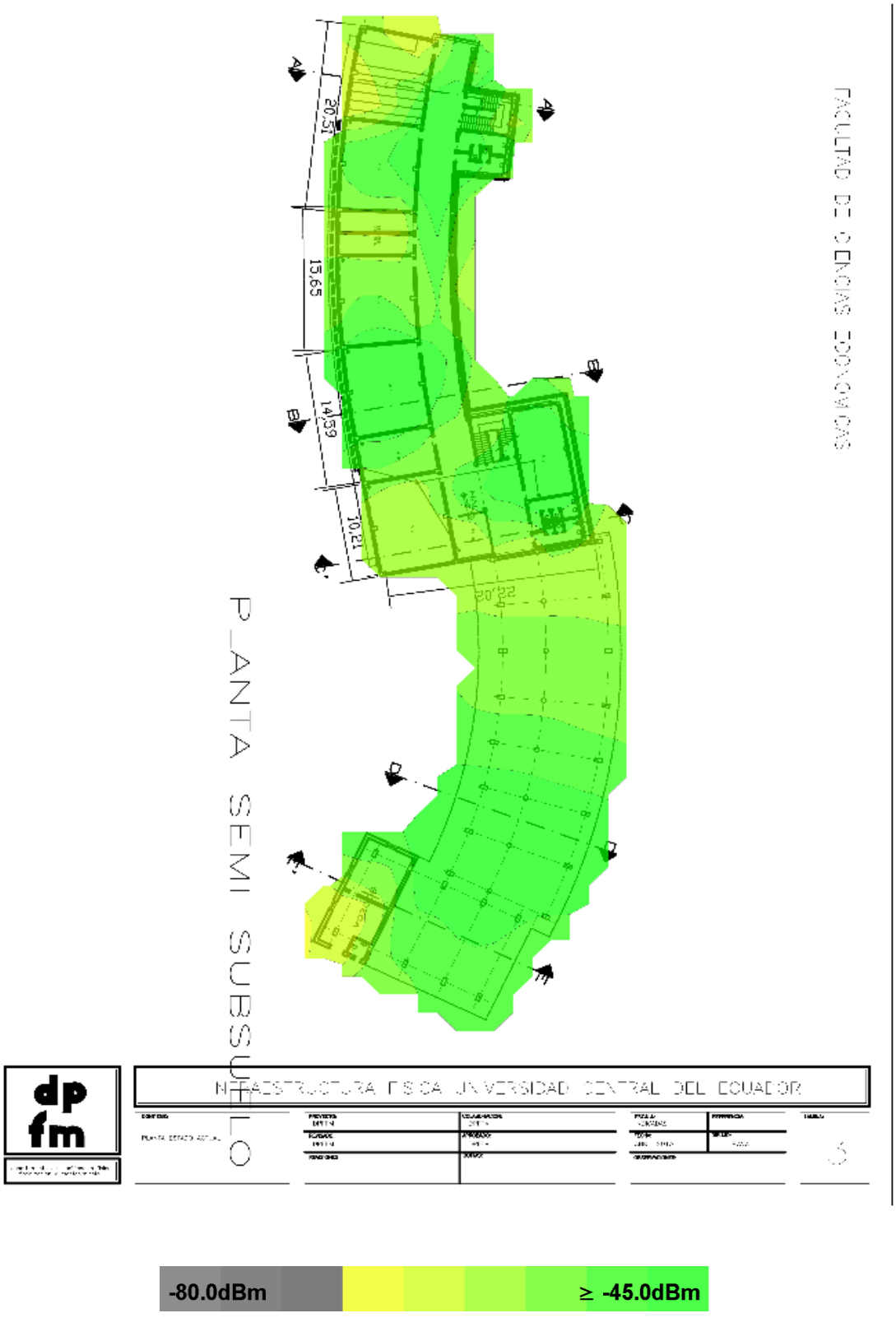


Figura 14. Intensidad de la señal del Semi Subsuelo 1 Bloque A, (Vinueza,2016, pp.35)

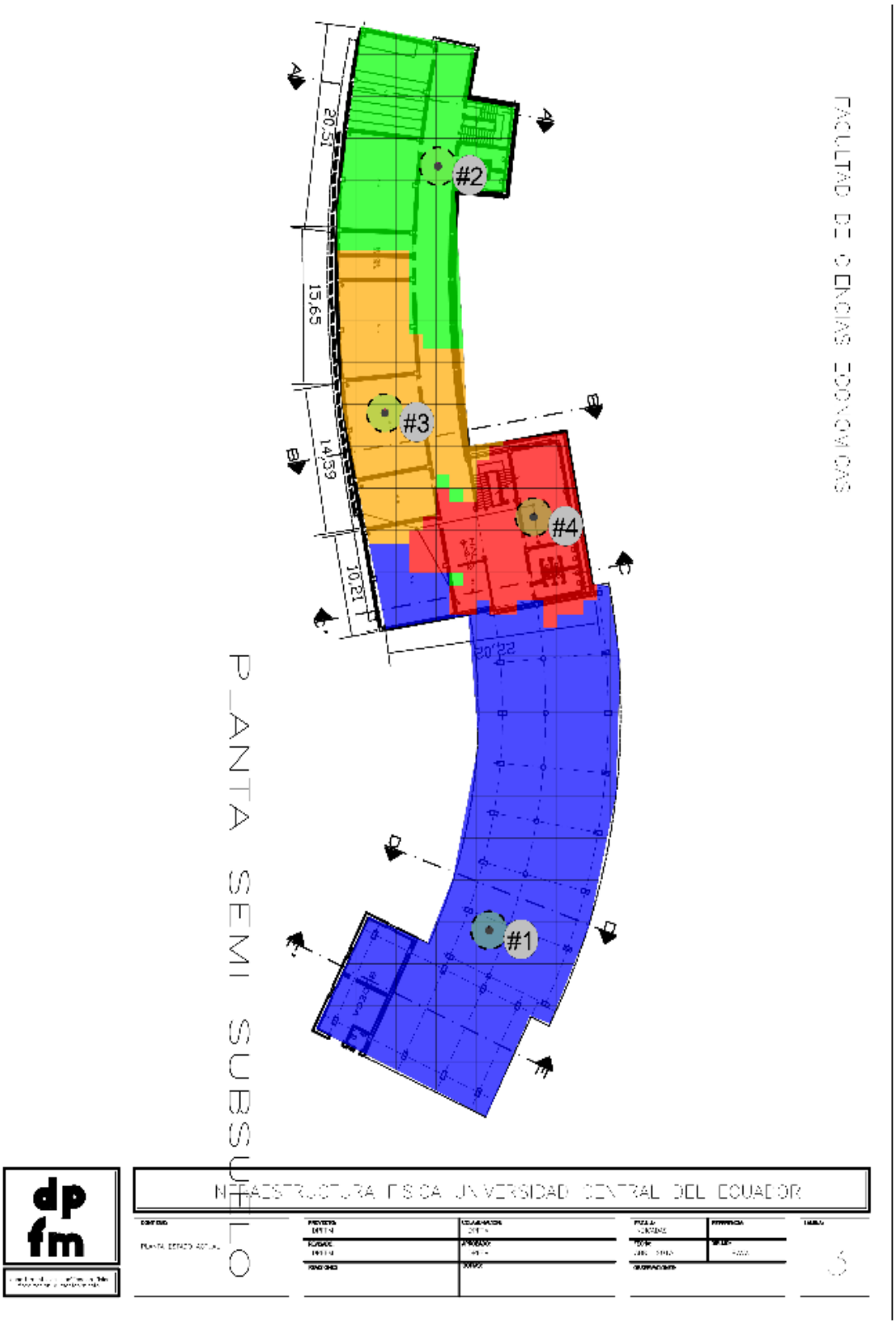


Figura 15., Mapa de conectividad del Semi Subsuelo 1, Bloque A, (Vinueza,2016, pp.36)

Tabla14. Access Point Semi Subsuelo 1, Bloque A, (Vinueza,2016, pp.37)

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (4)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (1)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (2)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (3)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz



Figura 16., Intensidad de la señal de la Planta Baja, Bloque A, (

Vinueza,2016, pp.38)

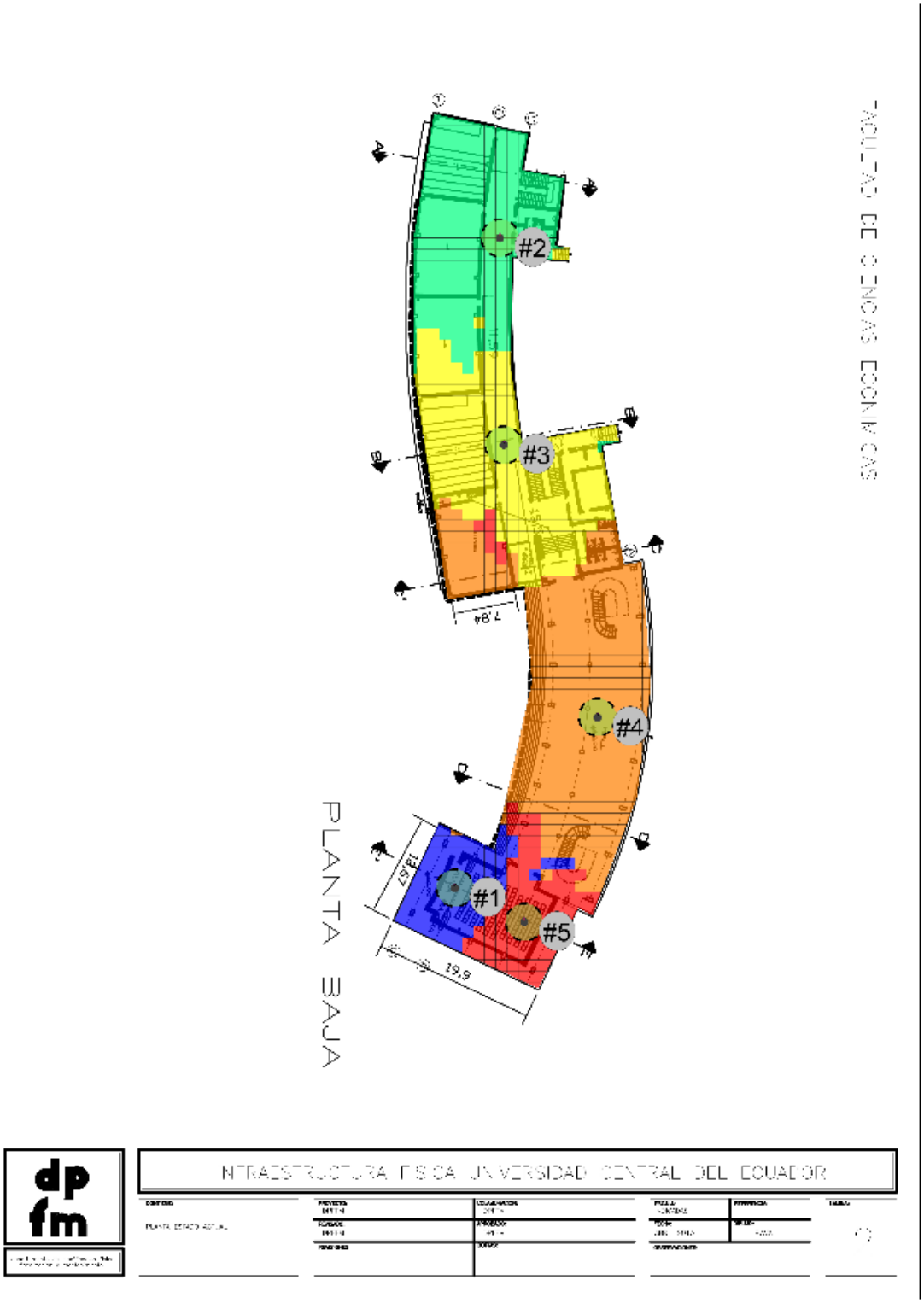


Figura 17. Mapa de conectividad de la Planta Baja, Bloque A,

(Vinueza, 2016, pp.39)

Tabla15., Access Point Planta Baja, Bloque A,

(Vinueza, 2016, pp.40)

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (8)			
	802.11n	1	25 Mw	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 Mw	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (5)			
	802.11n	1	25 Mw	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 Mw	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (6)			
	802.11n	1	25 Mw	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 Mw	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (7)			
	802.11n	1	25 Mw	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 Mw	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (9)			
	802.11n	1	25 Mw	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 Mw	Cisco AP1702I 5GHz

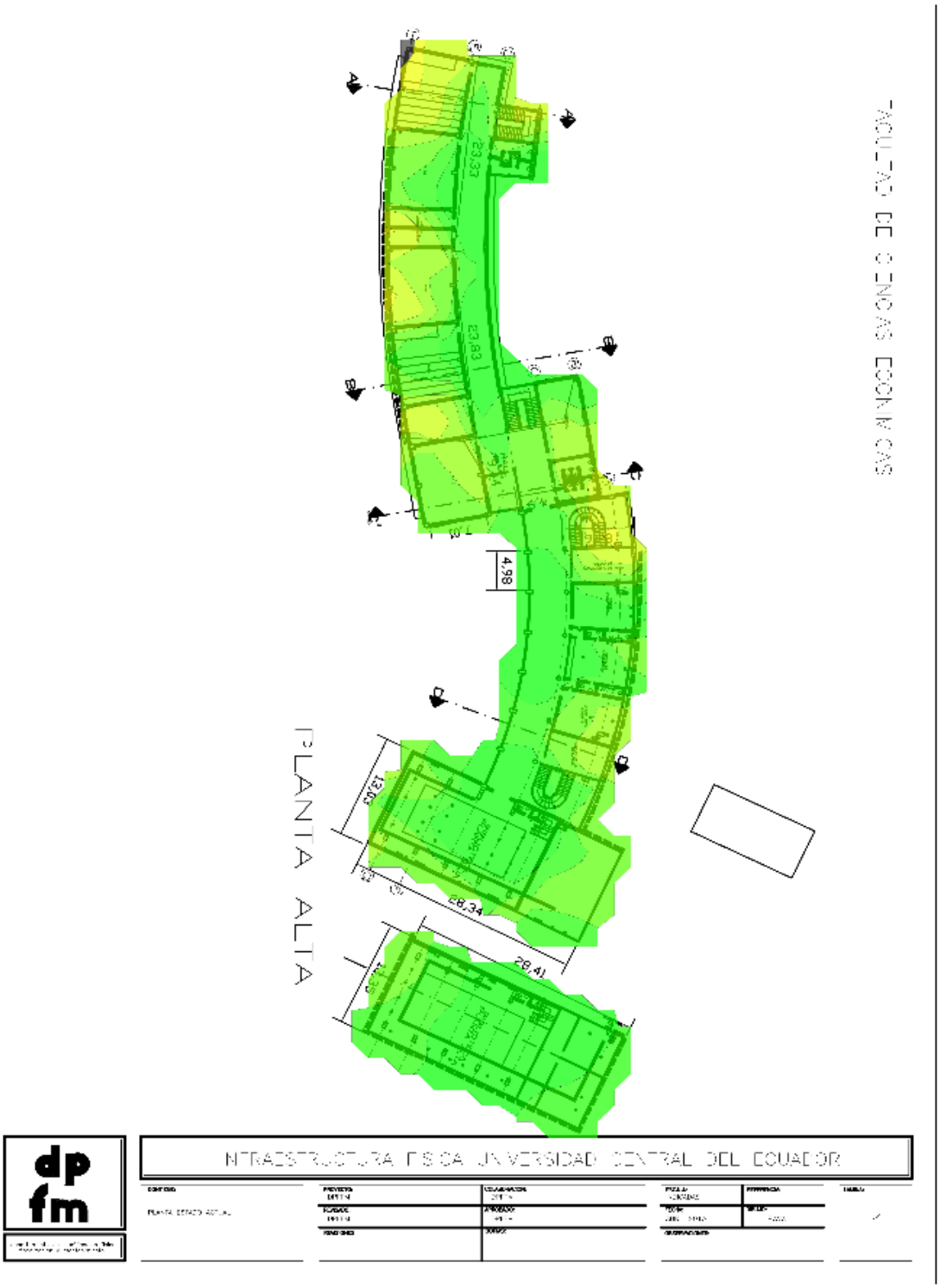


Figura 18., Intensidad de la señal de la Planta Alta, Bloque A,

(Vinueza, 2016, pp.41)

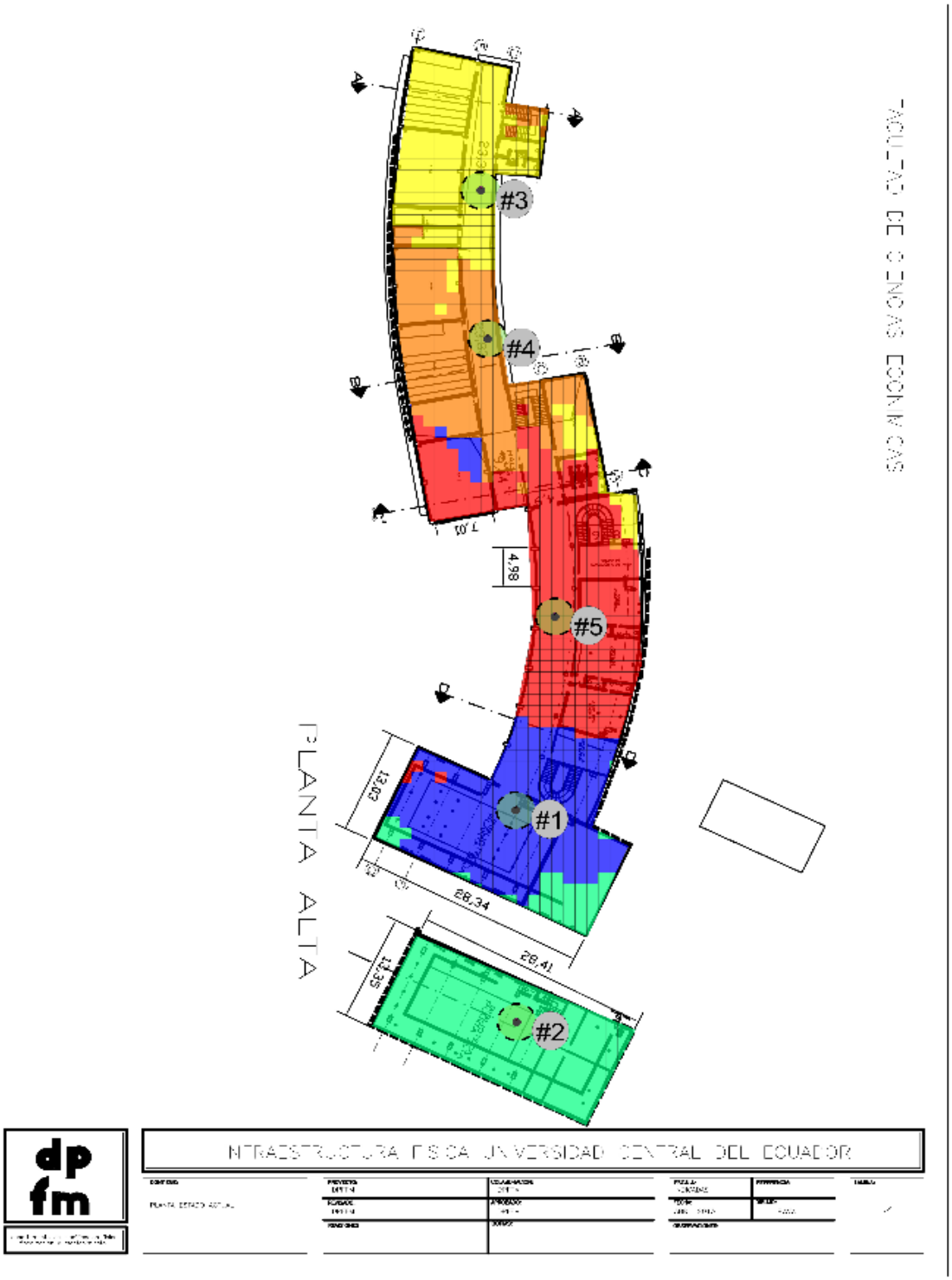


Figura 19. Mapa de conectividad de la Planta Alta, Bloque A, (Vinueza, 2016, pp.42)

Tabla 16. Access Point Planta Alta, Bloque A,

(Vinueza, 2016, pp.43)

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (14)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (10)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (13)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (12)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (11)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz



Figura 20., Intensidad de la señal de la Planta Baja Bloque B,

(Vinueza, 2016, pp.44)

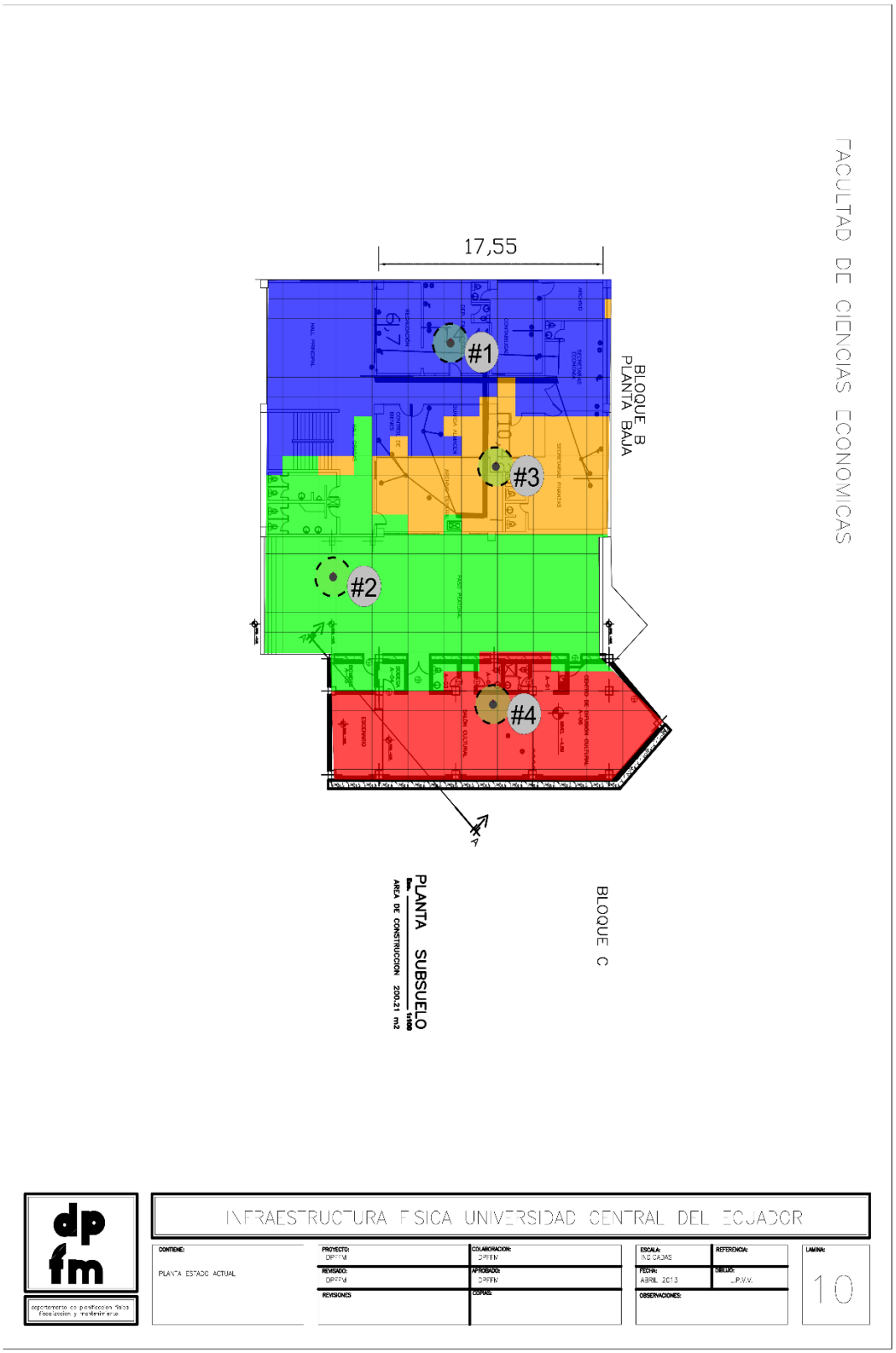


Figura 21. Mapa de conectividad de la Planta Baja Bloque B, (Vinueza, Santiago, 2016, pp.45)

Tabla 17. Access Point de la Planta Baja Bloque B,

(Vinueza, 2016, pp.46)

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (1)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (4)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (2)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (3)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz



Figura 22. Intensidad de la señal Primer Piso Bloque B y Planta Baja Bloque C, (Vinueza, 2016, pp.47)

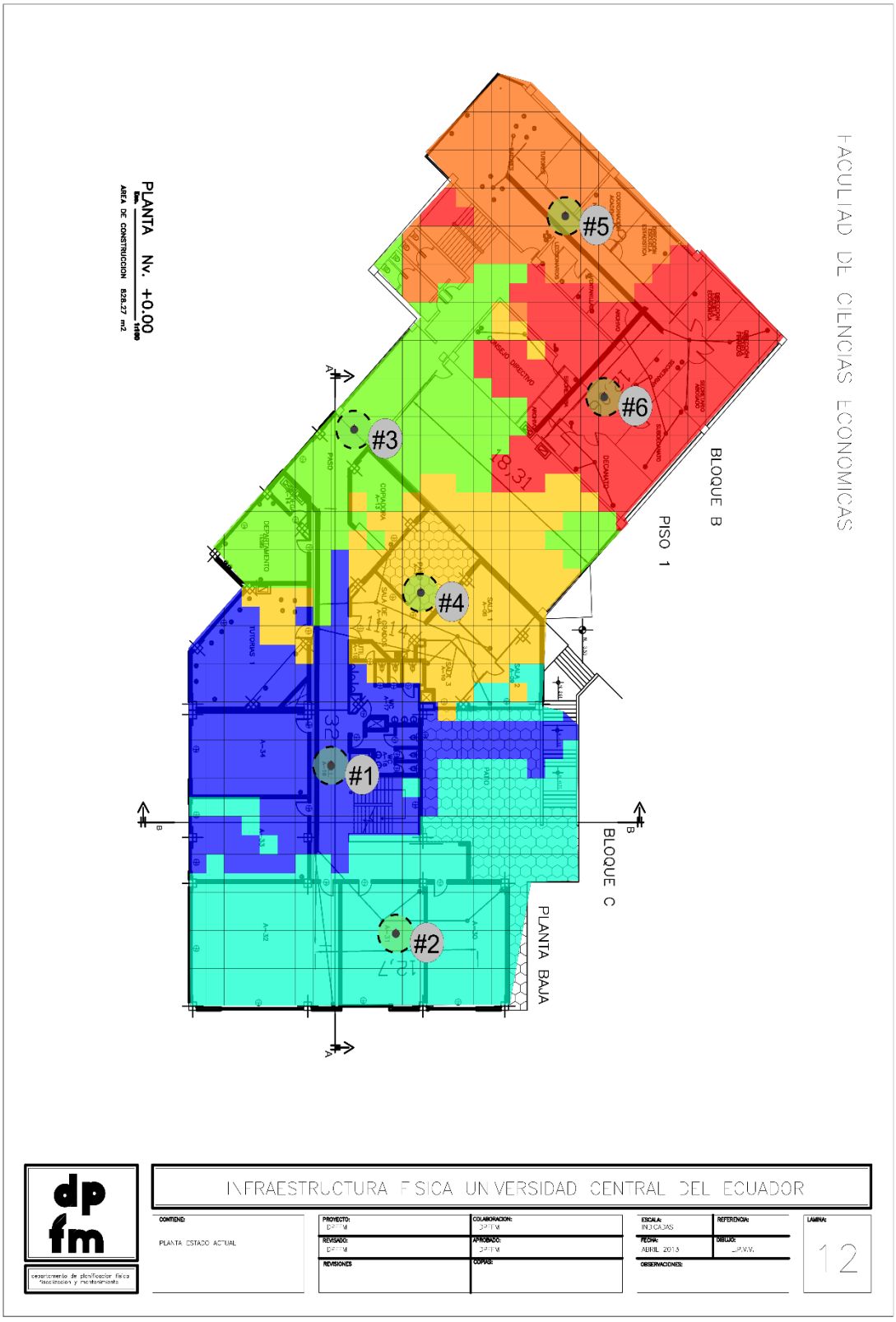


Figura 23. Mapa de Conectividad Primer Piso Bloque B y Planta Baja Bloque C, (Vinueza, 2016, pp.48)

Tabla 17. Access Point Primer Piso Bloque B y Planta Baja Bloque C,

(Vinueza, 2016, pp.49)

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (9)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (10)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (7)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (8)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (5)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
6	Cisco AP1702I (6)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz



Figura 24. Intensidad de la señal Segundo Piso Bloque B,

(Vinueza, 2016, pp.50)

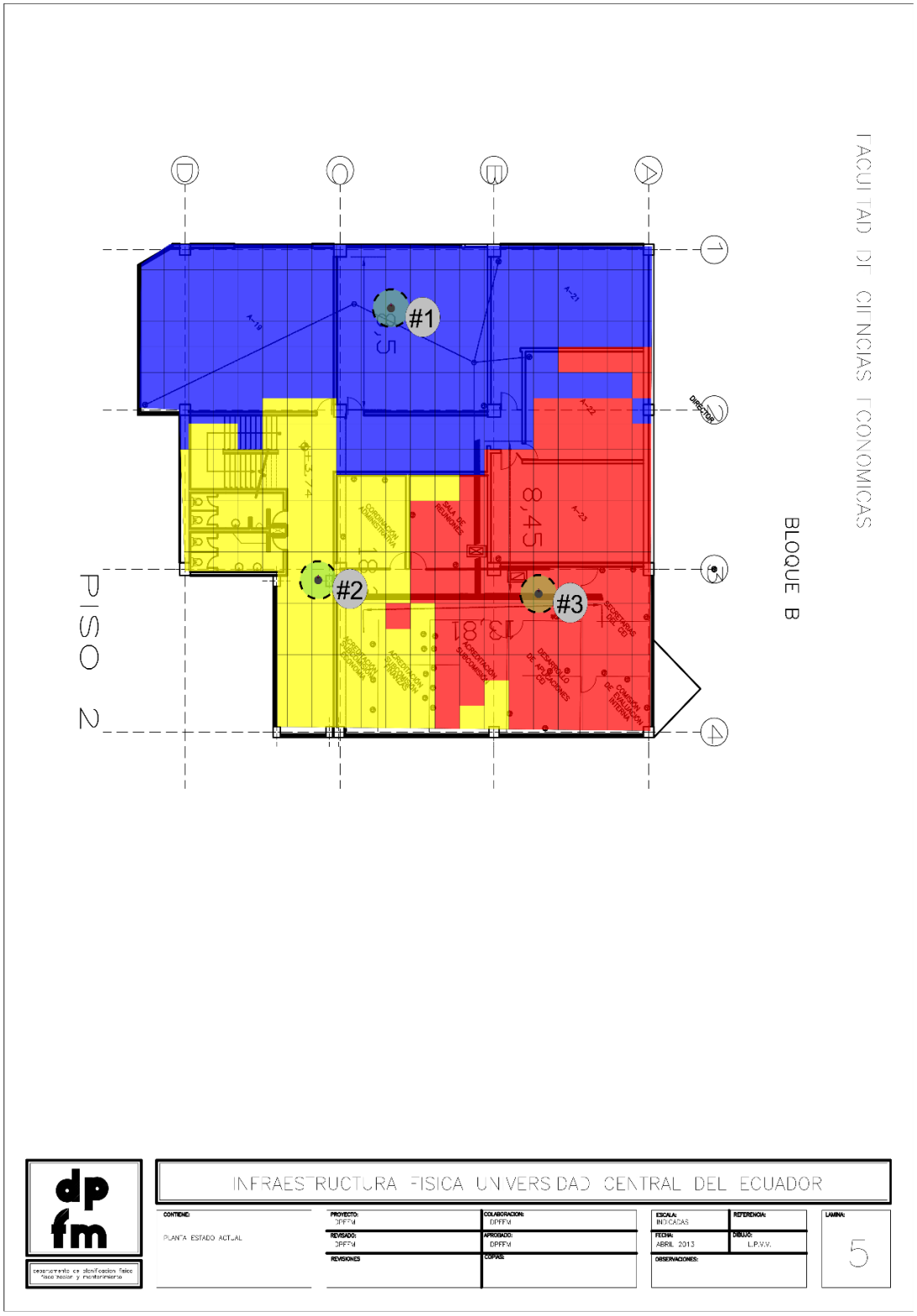


Figura 25. Mapa de Conectividad Segundo Piso Bloque B,

(Vinueza, 2016, pp.51)

Tabla 18. Access Point Segundo Piso Bloque B, (Vinueza,2016, pp.52)

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (11)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (13)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (12)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

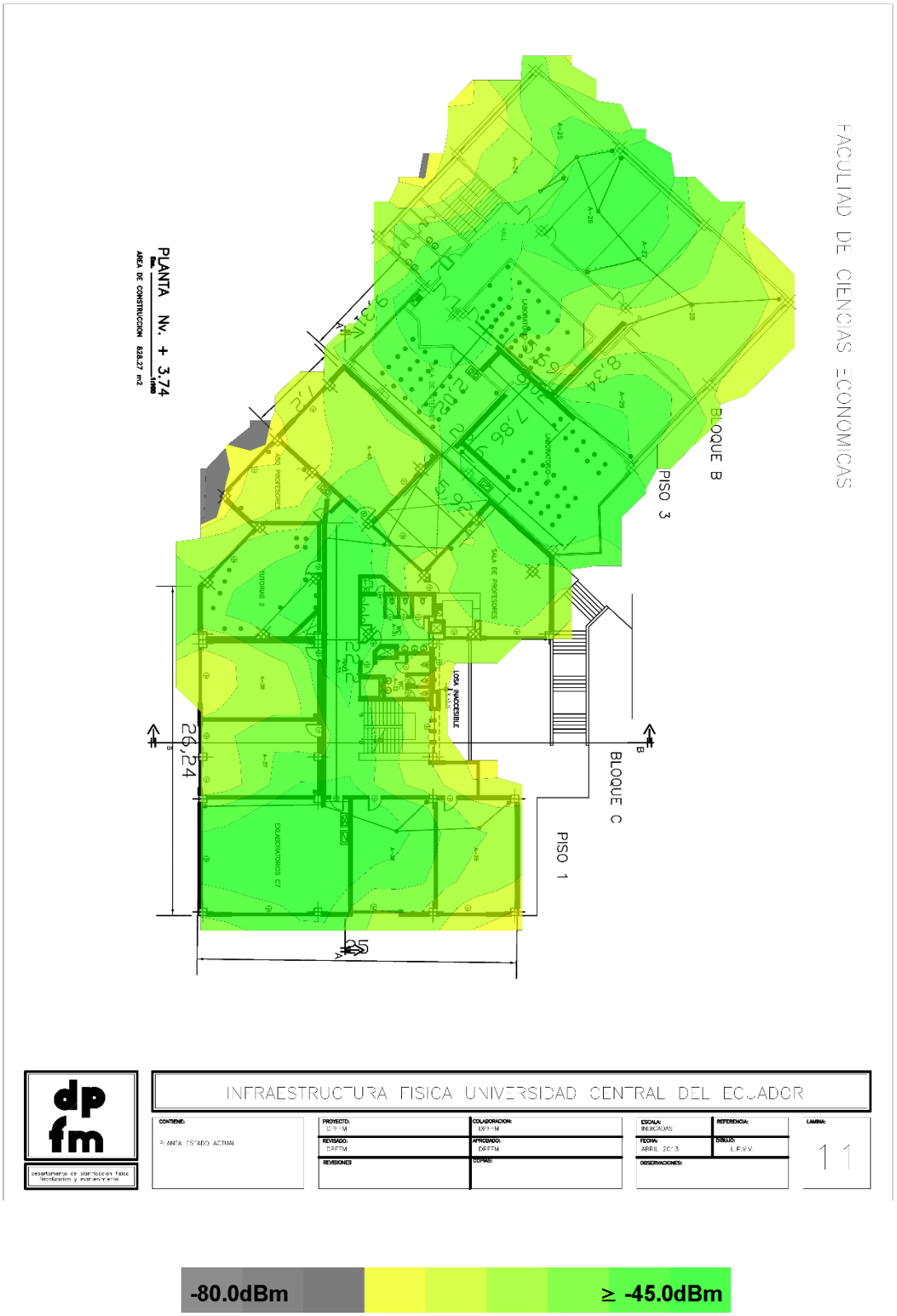


Figura 25. Intensidad de la señal Tercer Piso Bloque B y Primer Piso Bloque C, (Vinueza, 2016, pp.53)



Figura 26. Mapa de Conectividad Tercer Piso Bloque B, (Vinueza, 2016, pp.54)

Tabla 19. Access Point Tercer Piso Bloque B,

(Vinueza,2016, pp.55)

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (9)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (10)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (7)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (8)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (5)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

5.3.2.1 Topologías de red

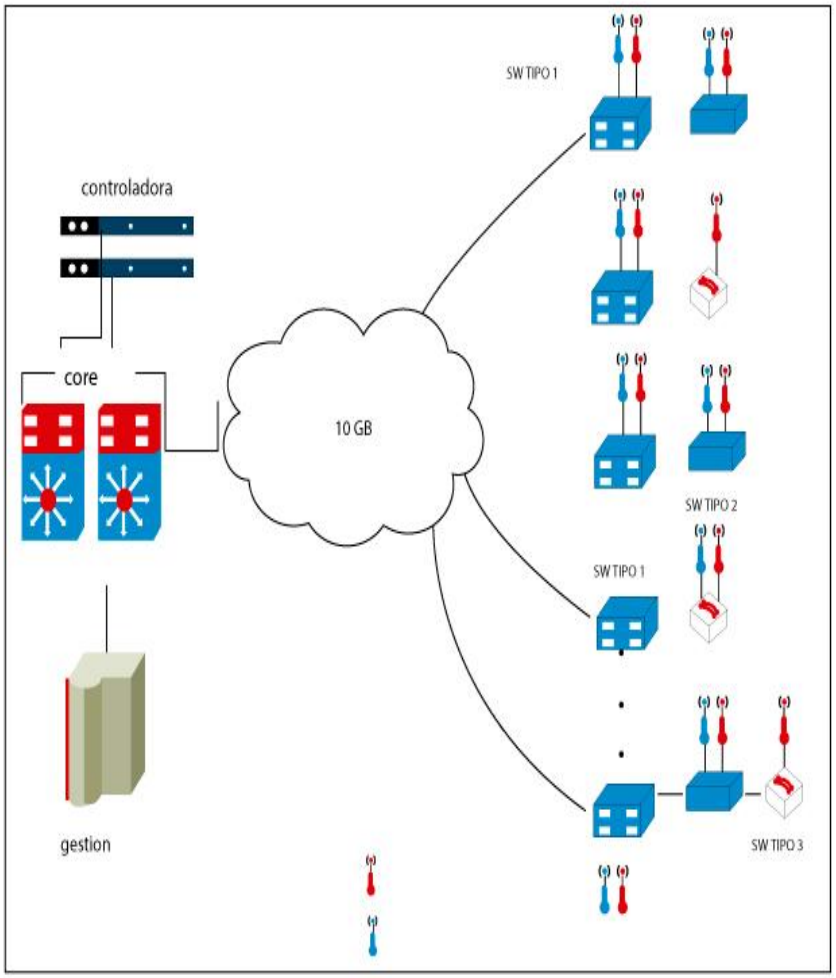


Figura 26. Topología (Vinueza,2016, pp.56)

En la nueva propuesta, el Switch principal de la Facultad de Ciencia Económicas de la Universidad Central del Ecuador, estará conectado por medio de fibra óptica a la Dirección de Tecnologías de la Universidad a una velocidad de 10 Gbps y así cada una de las 17 unidades Académicas del Alma Mater en una topología tipo estrella.

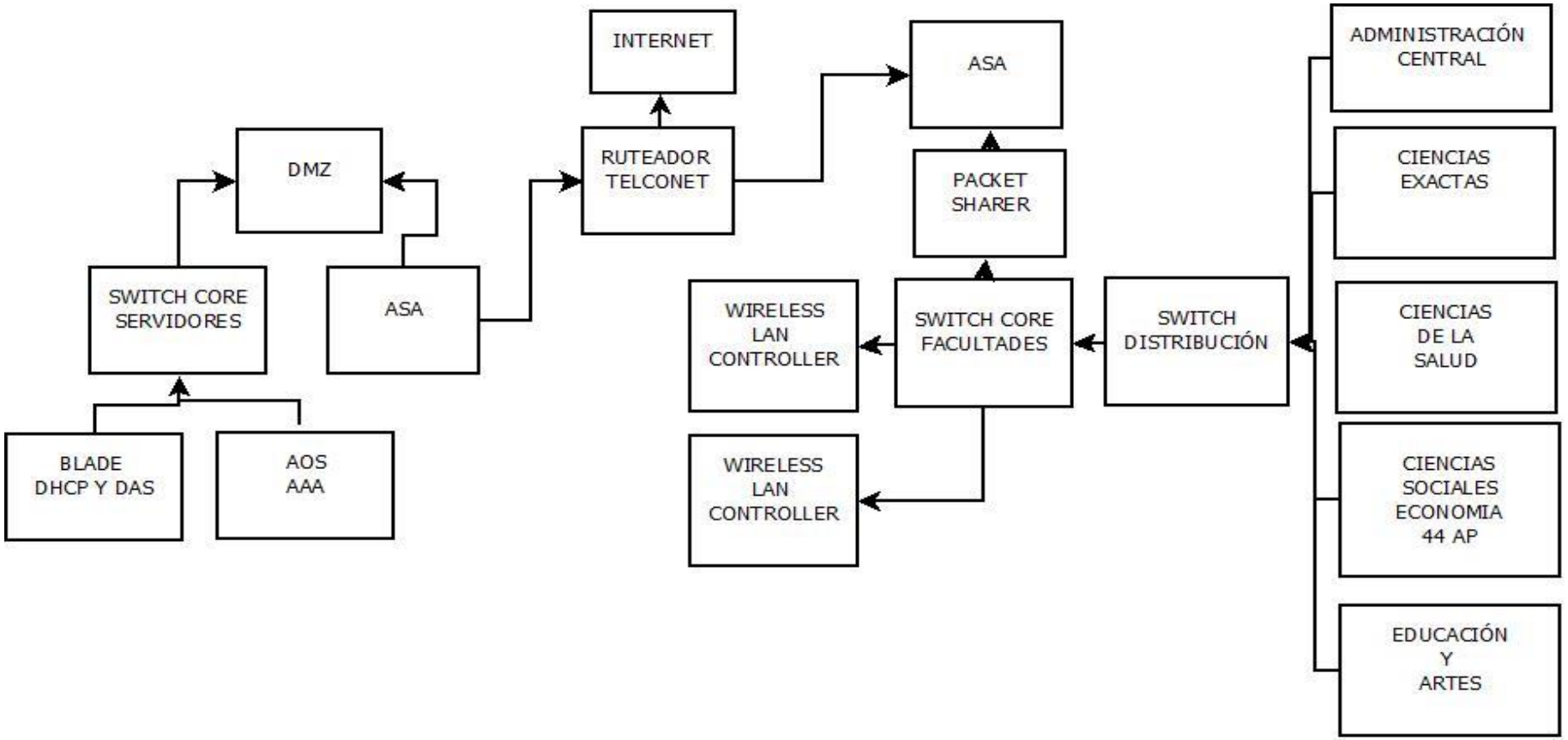


Figura 27. Acceso Campus Matriz Nueva propuesta Facultad de Ciencias Económicas (Vinueza, 2016, pp.57)

En cada unidad académica existirán un conjunto de Access Point´s, que se conectaran en Switches independientes, los mismos que estarán interconectados con la infraestructura de cada facultad a 1Gbps, y esta se conectara a la estructura principal de la Universidad, teniéndose como consecuencia que todo el tráfico de cada facultad viajara por ese enlace. En el caso de estudio nuestro los 44 Access Point´s y la red cableada existente podrán utilizar este enlace de comunicación.

5.3.2.2 Equipos recomendados a usarse

- **Switch Core: Cisco WS-C4500X-24X-IPB**

Los conmutadores de la serie Cisco Catalyst ofrecen un acceso alámbrico e inalámbrico seguro, escalable y de alto rendimiento para el campus interactivo.

La convergencia de datos, voz, vídeo y movilidad está dando lugar a servicios interactivos (como IPTV, vídeo IP y Telepresencia) en la red de campus que ayudan a los clientes a aumentar la productividad al tiempo que reducen costes de operatividad. Los conmutadores Catalyst garantizan que estos servicios se suministran con el rendimiento, la disponibilidad, calidad de servicio y seguridad máximos, y pueden coexistir con aplicaciones de misión crítica en la red de campus.

Tabla 20. Cisco, Catalyst 4500-X - WS-C4500X-24X-ES, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Conmutador - 24 puertos - Gestionado
Tipo incluido	Montaje en rack
Subtipo	10 Gigabit Ethernet
Puertos	24 x 10 Gigabit SFP+
Admite carcasa Jumbo	9216 bytes
Protocolo de gestión remota	RMON 1, RMON 2
Características	Conmutación Layer 2, soporte VLAN, soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), flujo de aire de delante a atrás, ventiladores intercambiables en caliente redundantes
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ae, IEEE 802.1s
Procesador	: 1.5 GHz
Memoria RAM	4 GB - DDR2 SDRAM
Memoria Flash	2 GB (máx.)
Expansión / Conectividad	
Interfaces	40 x 10Gb Ethernet - SFP/SFP+
	1 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 – gestión
	1 x USB - Type A
	1 x consola - RJ-45
Ranuras de expansión	1 (total) / 1 (libre) x Tarjeta de memoria SD
	1 (total) / 1 (libre) x Ranura de expansión
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación eléctrica - conexión en caliente
Cantidad instalada	0 (instalados) / 2 (máx.)
Redundancia de alimentación	Sí
Consumo eléctrico en funcionamiento	330 vatios
Diverso	
MTBF (tiempo medio entre errores)	209,330 horas
Cumplimiento de normas	CISPR 22 clase A, BSMI CNS 13438 Class A, CISPR 24, EN 61000-3-2, equipo de TI de clase A según el VCCI, EN 61000-3-3, EN55024, EN55022 clase A, AS/NZS 60950-1, ICES-003 clase A, RoHS, FCC CFR47 Part 15, EN300-386, UL 60950-1, AS/NZS, CSA C22.2 No. 60950-1 Second Edition, EN 60950-1 Second Edition, IEC 60950-1 Second Edition
Software / Requisitos del sistema	
Software incluido	Cisco IOS Enterprise Services
Garantía del fabricante	
Servicio y mantenimiento	Garantía limitada de por vida
Detalles de Servicio y Mantenimiento	Garantía limitada - sustitución de piezas con antelación - de por vida - tiempo de respuesta: 10 días
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	0 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	40 °C
Temperatura mínima de almacenamiento	-40 °C
Temperatura máxima de almacenamiento	70 °C

- **Switch nivel 1: Cisco WS-C2960X-24PD-L**

Tabla 21. Cisco, WS-C2960X-24PD-L, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Conmutador - 24 puertos - Gestionado - apilable
Tipo incluido	Sobremesa, montaje en rack - 1U
Subtipo	Gigabit Ethernet
Puertos	24 x 10/100/1000 (PoE+) + 2 x 10 Gigabit SFP+
Alimentación por Ethernet (PoE)	PoE+
Presupuesto PoE	370 W
Rendimiento	Capacidad de conmutación: 216 Gbps
	Rendimiento de reenvío (tamaño de paquete de 64 bytes): 95.2 Mpps
Capacidad	Interfaces virtuales (VLAN): 1023
Admite carcasa Jumbo	9216 bytes
Unidades máximas en una pila	8
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, SNMP 2, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, SSH, CLI
Método de autentificación	Kerberos, Secure Shell (SSH), RADIUS, TACACS+
Características	Conmutación Layer 2, soporte de DHCP, alimentación mediante Ethernet (PoE), negociación automática, soporte ARP, concentración de enlaces, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), soporte IPv6, admite Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), admite Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), soporte de Dynamic Trunking Protocol (DTP), soporte de Port Aggregation Protocol (PAgP), soporte de Trivial File Transfer Protocol (TFTP), soporte de Access Control List (ACL), soporte RADIUS, compatibilidad con Jumbo Frames, rastreador MLD, Dynamic ARP Inspection (DAI), PoE+, tecnología Cisco EnergyWise, Unicast Reverse Path Forwarding (URPF), Uni-Directional Link Detection (UDLD), Rapid Per-VLAN Spanning Tree Plus (PVRST+), compatible con IPv4, Shaped Round Robin (SRR), Protocolo de control de adición de enlaces (LACP), Remote Switch Port Analyzer (RSPAN), NetFlow, compatibilidad con Hot Standby Router Protocol (HSRP), Energy Efficient Ethernet
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ae, IEEE 802.1ae, IEEE 802.3at, IEEE 802.3az, IEEE 802.1AX
Procesador	1 x ARM: 600 MHz
Memoria RAM	512 MB
Memoria Flash	128 MB
Indicadores de estado	Estado puerto, actividad de enlace, velocidad de transmisión del puerto, modo puerto duplex, sistema
Expansión / Conectividad	
Interfaces	24 x 1000Base-T 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 - RJ-45 - PoE+ - 30 W
	1 x consola consola - RJ-45 - RJ-45 – gestión
	1 x mini-USB consola - mini USB tipo B - Type B – gestión
	1 x USB - Type A
	1 x 1000Base-TX 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 - RJ-45 – gestión
	2 x SFP+ - SFP+
Ranuras de expansión	1 (total) / 1 (libre) x Ranura de módulo de apilado
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación eléctrica
Redundancia de alimentación	Opcional

- **Switch nivel 2: Cisco WS-C2960X-24PS-L**

Tabla 22. Cisco, Catalyst 2960X-24PS-L - WS-C2960X-24PS-L, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Conmutador - 24 puertos - Gestionado - apilable
Tipo incluido	Sobremesa, montaje en rack - 1U
Subtipo	Gigabit Ethernet
Puertos	24 x 10/100/1000 (PoE+) + 4 x Gigabit SFP
Alimentación por Ethernet (PoE)	PoE+
Presupuesto PoE	370 W
Rendimiento	Capacidad de conmutación: 216 Gbps
	Rendimiento de reenvío (tamaño de paquete de 64 bytes): 71.4 Mpps
Capacidad	Interfaces virtuales (VLAN): 1023
Admite carcasa Jumbo	9216 bytes
Unidades máximas en una pila	8
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, TFTP, SSH, CLI
Método de autentificación	Kerberos, Secure Shell (SSH), RADIUS, TACACS+
Características	Conmutación Layer 2, soporte de DHCP, alimentación mediante Ethernet (PoE), negociación automática, soporte ARP, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), snooping IGMP, Intrusion Detection System (IDS), soporte IPv6, admite Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), admite Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), soporte de Dynamic Trunking Protocol (DTP), soporte de Port Aggregation Protocol (PAgP), soporte de Trivial File Transfer Protocol (TFTP), soporte de Access Control List (ACL), soporte RADIUS, soporte SSH, compatibilidad con Jumbo Frames, rastreador MLD, Dynamic ARP Inspection (DAI), PoE+, tecnología Cisco EnergyWise, Unicast Reverse Path Forwarding (URPF), Uni-Directional Link Detection (UDLD), Rapid Per-VLAN Spanning Tree Plus (PVRST+), compatible con IPv4, Shaped Round Robin (SRR), Protocolo de control de adición de enlaces (LACP), MAC Address Notification, Remote Switch Port Analyzer (RSPAN), NetFlow, compatibilidad con Hot Standby Router Protocol (HSRP), Energy Efficient Ethernet, Multicast VLAN Registration (MVR), Class of Service (CoS), Cisco FlexStack Plus
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ae, IEEE 802.1s, IEEE 802.1ae, IEEE 802.1ab (LLDP), IEEE 802.3at, IEEE 802.3az, IEEE 802.1AX
Procesador	: 600 MHz
Memoria RAM	512 MB
Memoria Flash	128 MB
Indicadores de estado	Estado puerto, actividad de enlace, velocidad de transmisión del puerto, modo puerto duplex, sistema, RPS (suministro de energía redundante), PoE
Expansión / Conectividad	
Interfaces	24 x 1000Base-T 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 - RJ-45 - PoE+ - 30 W
	1 x consola consola - RJ-45 - RJ-45
	1 x mini-USB consola - mini USB tipo B - Type B - gestión
	2 x USB - Type A
	1 x 1000Base-TX 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 - RJ-45 - gestión
	4 x SFP (mini-GBIC) - SFP - subida
Ranuras de expansión	1 (total) / 1 (libre) x Ranura de módulo de apilado
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación eléctrica
Redundancia de alimentación	Opcional
Voltaje necesario	CA 120/230 V (50/60 Hz)
Características	Conector de sistema de alimentación redundante (RPS)

- **Switch nivel 3: Cisco WS-C3560CG-8PC-S**

Tabla 23. Cisco, Catalyst 2960X-24PS-L - WS-C2960X-24PS-L, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Conmutador - 8 puertos - Gestionado
Tipo incluido	Sobremesa - 1U
Subtipo	Gigabit Ethernet
Puertos	8 x 10/100/1000 + 2 x SFP compartido
Rendimiento	Rendimiento de reenvío (tamaño de paquete de 64 bytes): 13.2 Mpps
	Velocidad de reenvío: 10 Gbps
Capacidad	Interfaces virtuales (VLAN): 255
Admite carcasa Jumbo	9018 bytes
Protocolo de direccionamiento	OSPF, RIP-1, RIP-2, BGP, OSPFv2, OSPF for IPv6
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, SNMP 2, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, CLI
Método de autentificación	Kerberos, Secure Shell (SSH), RADIUS, TACACS+
Características	Soporte de DHCP, negociación automática, soporte BOOTP, soporte ARP, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), snooping IGMP, soporte para Syslog, soporte DiffServ, Broadcast Storm Control, soporte IPv6, Multicast Storm Control, Unicast Storm Control, admite Spanning Tree Protocol (STP), snooping DHCP, soporte de Dynamic Trunking Protocol (DTP), soporte de Port Aggregation Protocol (PAgP), soporte de Trivial File Transfer Protocol (TFTP), soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), Dynamic ARP Inspection (DAI), STP Root Guard, Uni-Directional Link Detection (UDLD), sin ventilador, relé DHCP, Remote Switch Port Analyzer (RSPAN)
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, IEEE 802.1ae, IEEE 802.1ab (LLDP), IEEE 802.3at
Memoria RAM	128 MB
Memoria Flash	64 MB
Expansión / Conectividad	
Interfaces	10 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 - PoE
	1 x USB - Type A
	1 x consola - mini USB tipo B - gestión
	1 x RS-232 - RJ-45 - gestión
	2 x SFP (mini-GBIC)
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación eléctrica
Voltaje necesario	CA 120/230 V (50/60 Hz)
Diverso	
MTBF (tiempo medio entre errores)	488,549 horas
Cumplimiento de normas	GOST, CISPR 24, EN55022, equipo de TI de clase A según el VCCI, EN55024, CISPR 22, CCC, RoHS, UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1, CSA C22.2 No. 60950-1, GB 4943
Software / Requisitos del sistema	
Software incluido	Cisco IOS IP Base
Medidas y peso	
Anchura	26.9 cm
Profundidad	21.3 cm
Altura	4.4 cm
Peso	1.35 kg

- **Controladora: C1-AIR-CT8510-K9**

Tabla 24. Cisco, Flex 7500 Series High Availability Wireless Controller - AIR-CT7510-HA-K9, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Dispositivo de gestión de la red
Altura (unidades de bastidor)	1U
Anchura	44 cm
Profundidad	71.1 cm
Altura	4.3 cm
Peso	15.9 kg
Conexión de redes	
Factor de forma	Montable en bastidor
Tecnología de conectividad	Cableado
Protocolo de interconexión de datos	10 Gigabit Ethernet
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, HTTPS, SSH
Características	Alta disponibilidad, Wireless Intrusion Detection System (WIDS)
Algoritmo de cifrado	DES, Triple DES, MD5, AES, WEP de 128 bits, WEP de 40 bits, IKE, SSL, TLS, SHA-1, WEP de 104 bits, WPA, WPA2, PKI, DTLS
Método de autentificación	RADIUS, certificados X.509
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.1Q, IEEE 802.11i, IEEE 802.1AX
Expansión / Conectividad	
Interfaces	2 x red
	1 x administración
	4 x USB - Type A
	1 x 1000Base-T (administración) - RJ-45
	2 x vídeo
Diverso	
Cumplimiento de normas	VCCI, EN 60950, EN55022, ICES-003, EN55024, UL 60950-1, FCC Part 15.107, FCC Part 15.109
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación eléctrica
Cantidad instalada	2
Cantidad máxima soportada	2
Voltaje necesario	CA 120/230 V
Garantía del fabricante	
Servicio y mantenimiento	Garantía de 90 días
Detalles de Servicio y Mantenimiento	Garantía limitada - 90 días
	Garantía limitada - repuesto - 10 días
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	10 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	35 °C
Ámbito de humedad de funcionamiento	20 - 80%

- **Wireless externas tipo 1: AIR-CAP1532E-A-K9**

Tabla 25. Cisco, Aironet 1552E Access Point - AIR-CAP1552E-E-K9, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Punto de acceso inalámbrico
Diseño resistente	Exteriores
Anchura	30.5 cm
Profundidad	19.8 cm
Altura	16.3 cm
Peso	7.8 kg
Conexión de redes	
Factor de forma	Externo
Tecnología de conectividad	Inalámbrico
Velocidad de transferencia de datos	300 Mbps
Protocolo de interconexión de datos	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Red / Protocolo de transporte	L2TP, IPSec
Banda de frecuencia	2.4 GHz, 5 GHz
Características	Auto-sensor por dispositivo, filtrado de dirección MAC, soporte DFS, pasarela VPN, tecnología MIMO, Quality of Service (QoS), modo de puente inalámbrico, tecnología CleanAir, tecnología ClientLink
Algoritmo de cifrado	LEAP, AES, TLS, PEAP, TTLS, TKIP, WPA, WPA2
Método de autentificación	Certificados X.509, Extensible Authentication Protocol (EAP)
Cumplimiento de normas	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.3af, IEEE 802.11g, IEEE 802.1x, IEEE 802.11i, Wi-Fi CERTIFIED, IEEE 802.11n
Expansión / Conectividad	
Ranuras de expansión	1 (total) / 1 (libre) x SFP (mini-GBIC)
Interfaces	1 x 1000Base-T - RJ-45
	3 x antena
Diverso	
Cumplimiento de normas	ICES-003, EN 300.328, EN 301.489.1, EN 301.489.17, FCC Part 15.247, RSS-210, RSS-102, EN 61000-4-4, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-5, NEMA Type 4X, FCC Part 15.107, FCC Part 15.109, AS/NZS 4268, EN 301.893, FCC Part 15.407, IP67
Alimentación	
Admite Power Over Ethernet (PoE)	PoE
Garantía del fabricante	
Servicio y mantenimiento	Garantía de 90 días
Detalles de Servicio y Mantenimiento	Garantía limitada - 90 días
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	-40 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	55 °C

- **Wireless externas tipo 2: AIR-CAP1532I-A-K9**

Tabla 26. Cisco, Aironet 1532I - AIR-CAP1532I-E-K9, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Punto de acceso inalámbrico
Diseño resistente	Exteriores
Anchura	23 cm
Profundidad	17 cm
Altura	10 cm
Peso	2.3 kg
Conexión de redes	
Factor de forma	Externo
Tecnología de conectividad	Inalámbrico
Velocidad de transferencia de datos	300 Mbps
Formato código de línea	CCK
Protocolo de interconexión de datos	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Red / Protocolo de transporte	L2TP, IPSec
Banda de frecuencia	2.4 GHz, 5 GHz
Características	Filtrado de dirección MAC, soporte DFS, pasarela VPN, botón de reinicio, Tecnología 2T3R MIMO, tecnología 3T3R MIMO, tecnología Cisco BandSelect, tecnología Cisco VideoStream
Algoritmo de cifrado	LEAP, AES, TLS, PEAP, TTLS, TKIP, WPA, WPA2
Método de autentificación	Certificados X.509
Cumplimiento de normas	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, X.509, IEEE 802.11i, Wi-Fi CERTIFIED, IEEE 802.11n
Antena	
Antena	Interna integrada
Expansión / Conectividad	
Interfaces	**1 x 1000Base-T - RJ-45**
	1 x 1000Base-T - RJ-45 (WAN)
	1 x administración - RJ-45
Diverso	
Cumplimiento de normas	MIL-STD 810F, ANSI C62.41, EN 60950, ICES-003, IEC 60950, UL 60950, IEC 60529 IP67, EN 300.328, EN 301.489.1, EN 301.489.17, FCC Part 15.247, OET 65 C, RSS-210, RSS-102, EN 61000-4-4, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-5, FCC Part 15.107, FCC Part 15.109, AS/NZS 4268, EN 301.893, FCC Part 15.407, ARIB STD-T66, ARIB STD-T71, CAN/CSA C22.2 No. 60950
Alimentación	
Admite Power Over Ethernet (PoE)	PoE
Consumo eléctrico en funcionamiento	30 vatios
Garantía del fabricante	
Servicio y mantenimiento	**1 año de garantía**
Detalles de Servicio y Mantenimiento	**Garantía limitada - 1 año**
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	-30 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	65 °C

- **Wireless internas tipo 1: AIR-CAP1702IA-K9**

Tabla 27. Cisco, Aironet 1602i Standalone Access Point - AIR-SAP1602I-E-K9, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Punto de acceso inalámbrico
Diseño resistente	Interiores
Anchura	22.1 cm
Profundidad	22.1 cm
Altura	4.7 cm
Peso	1.04 kg
Localización	Bélgica, Bahráin, Líbano, Arabia Saudí, Bulgaria, República Checa, Estonia, Lituania, Vietnam, Islandia, Rumanía, Tailandia, Luxemburgo, Hungría, Chipre, Irak, Jamaica, Argelia, Liechtenstein, Gibraltar, Malta, Mónaco, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, Letonia, Austria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, España, Suecia, Suiza, Reino Unido, Grecia, Turquía, Irlanda
Procesador / Memoria / Almacenamiento	
Memoria RAM	256 MB
Memoria Flash	32 MB
Conexión de redes	
Factor de forma	Externo
Tecnología de conectividad	Inalámbrico
Velocidad de transferencia de datos	300 Mbps
Protocolo de interconexión de datos	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Banda de frecuencia	2.4 GHz, 5 GHz
Indicadores de estado	Error, estado
Características	Soporte DFS, tecnología MIMO, soporte Wi-Fi Multimedia (WMM), detección de punto de acceso no autorizado, tecnología ClientLink 2.0, tecnología CleanAir Express, tecnología Cisco BandSelect, tecnología Cisco VideoStream
Algoritmo de cifrado	AES, TLS, PEAP, TTLS, TKIP, WPA, WPA2
Método de autentificación	MS-CHAP v.2, EAP-FAST
Cumplimiento de normas	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.3af, IEEE 802.11d, IEEE 802.11g, IEEE 802.1x, IEEE 802.11i, IEEE 802.11h, IEEE 802.11n, IEEE 802.3at
Antena	
Antena	Internal
Nivel de ganancia	4 dBi
Expansión / Conectividad	
Interfaces	1 x 1000Base-T - RJ-45
	1 x administración - RJ-45
Diverso	
Cumplimiento de normas	VCCI, ICES-003, EN 300.328, EN 301.489.1, EN 301.489.17, FCC Part 15.247, OET 65 C, RSS-210, RSS-102, UL 2043, UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1, FCC Part 15.107, FCC Part 15.109, AS/NZS 4268, EN 301.893, FCC Part 15.407, EN 60601-1-2, ARIB STD-T66, ARIB STD-T71, ARIB STD-T33, CAN/CSA C22.2 No. 60950-1, EMI
Alimentación	
Admite Power Over Ethernet (PoE)	PoE
Garantía del fabricante	
Servicio y mantenimiento	Garantía limitada de por vida

- **Wireless internas tipo 2: AIR-CAP2702E-A-K9**

Tabla 28. Cisco, Aironet 2702e Controller-based - AIR-CAP2702E-E-K9, (2016)

General	
Tipo de dispositivo	Punto de acceso inalámbrico
Diseño resistente	Interiores
Anchura	22.1 cm
Profundidad	22.1 cm
Altura	5.1 cm
Peso	1 kg
Procesador / Memoria / Almacenamiento	
Memoria RAM	512 MB
Memoria Flash	64 MB
Conexión de redes	
Factor de forma	Externo
Tecnología de conectividad	Inalámbrico
Velocidad de transferencia de datos	450 Mbps
Formato código de línea	CCK
Protocolo de interconexión de datos	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac
Banda de frecuencia	2.4 GHz, 5 GHz
Indicadores de estado	Estado
Características	Auto-sensor por dispositivo, alimentación mediante Ethernet (PoE), soporte DFS, soporte Wi-Fi Multimedia (WMM), tecnología CleanAir, Maximum Ratio Combining (MRC), tecnología ClientLink 2.0, tecnología 3T4R MIMO
Algoritmo de cifrado	AES, TLS, PEAP, TTLS, TKIP, WPA, WPA2
Método de autentificación	MS-CHAP v.2, Extensible Authentication Protocol (EAP), EAP-FAST
Cumplimiento de normas	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.3af, IEEE 802.11d, IEEE 802.11g, IEEE 802.1x, IEEE 802.11i, Wi-Fi CERTIFIED, IEEE 802.11h, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac
Expansión / Conectividad	
Interfaces	2 x 1000Base-T - RJ-45
	1 x administración - RJ-45
Diverso	
Cumplimiento de normas	VCCI, ICES-003, EN 300.328, FCC Part 15.247, RSS-210, RSS-102, UL 2043, UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1, FCC Part 15.107, FCC Part 15.109, EN 300.489.1, EN 301.893, FCC Part 15.407, EN 60601-1-2, ARIB STD-T66, ARIB STD-T71, EN50155, CAN/CSA C22.2 No. 60950-1, EMI
Alimentación	
Admite Power Over Ethernet (PoE)	PoE
Consumo eléctrico en funcionamiento	15 vatios
Garantía del fabricante	
Servicio y mantenimiento	Garantía limitada de por vida
Detalles de Servicio y Mantenimiento	Garantía limitada - sustitución de piezas con antelación - de por vida - tiempo de respuesta: 10 días
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	-20 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	50 °C
Ámbito de humedad de funcionamiento	10 al 90 % (sin condensación)

5.3.2.3 Diseño arquitectónico del posicionamiento de los equipos.

En el diseño arquitectónico de la Facultad de ciencias Económicas, de la Universidad Central del Ecuador, se visualiza la posición de los diferentes Access Point´s, que estarán ubicados en las diferentes plantas de los bloques A, B y C de esta unidad académica.

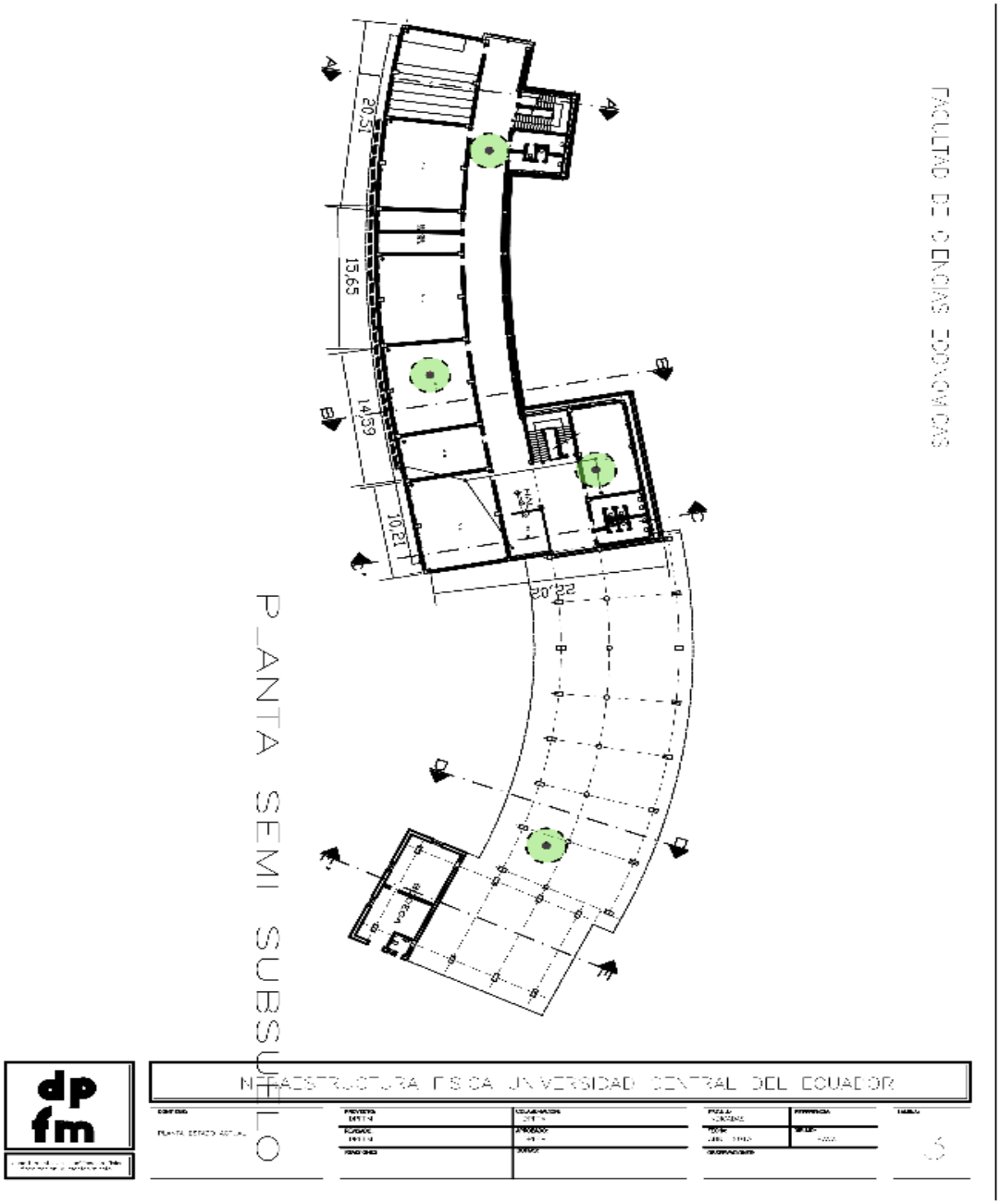


Figura 41. Diseño Arquitectónico Semi Subsuelo 1 Bloque A

(Vinueza, Santiago, 2016)

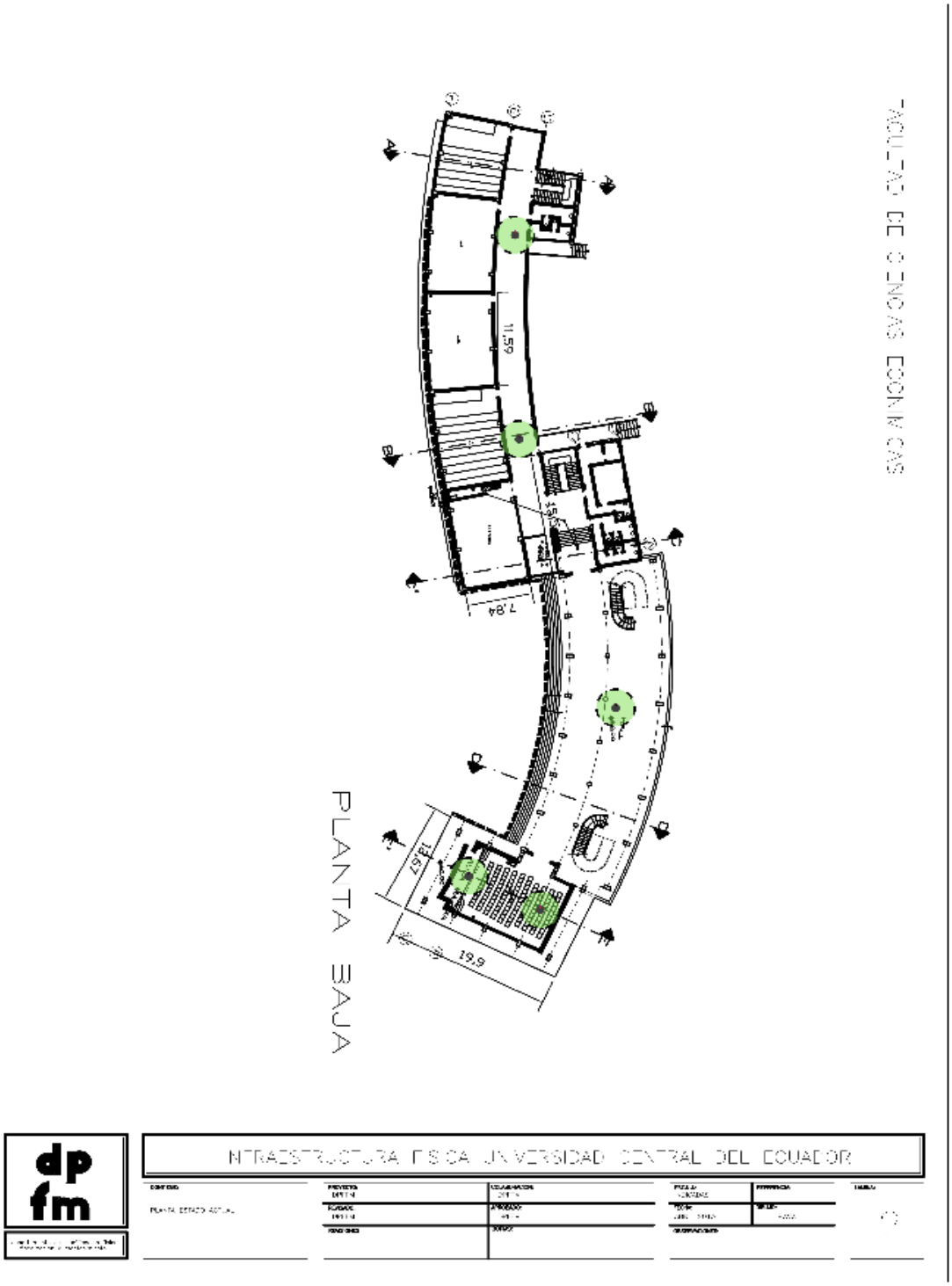


Figura 34. Diseño Arquitectónico Planta Baja Bloque A

(Vinueza, Santiago, 2016)

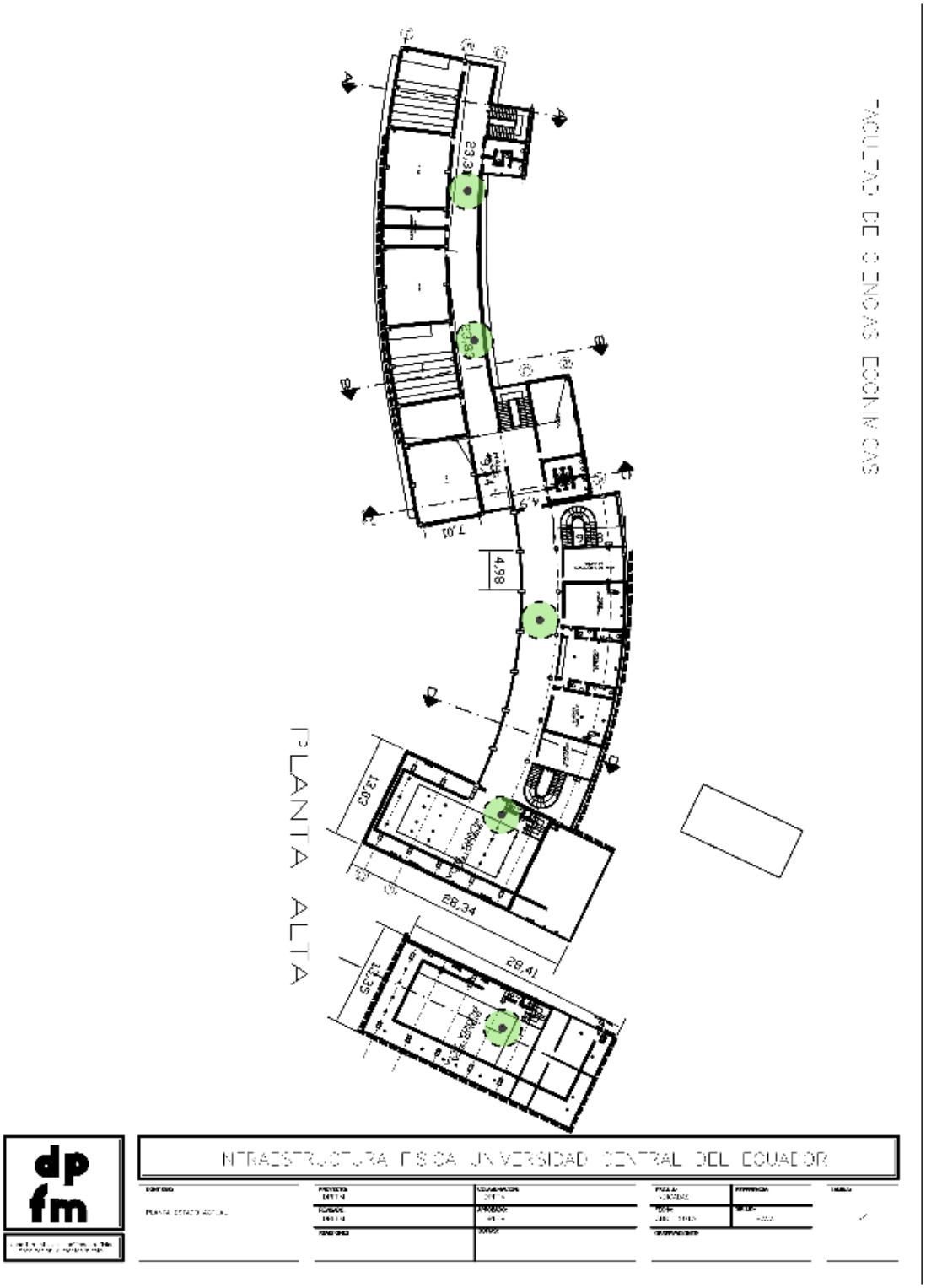


Figura 35. Diseño Arquitectónico Planta Alta Bloque A

(Vinueza, Santiago, 2016)

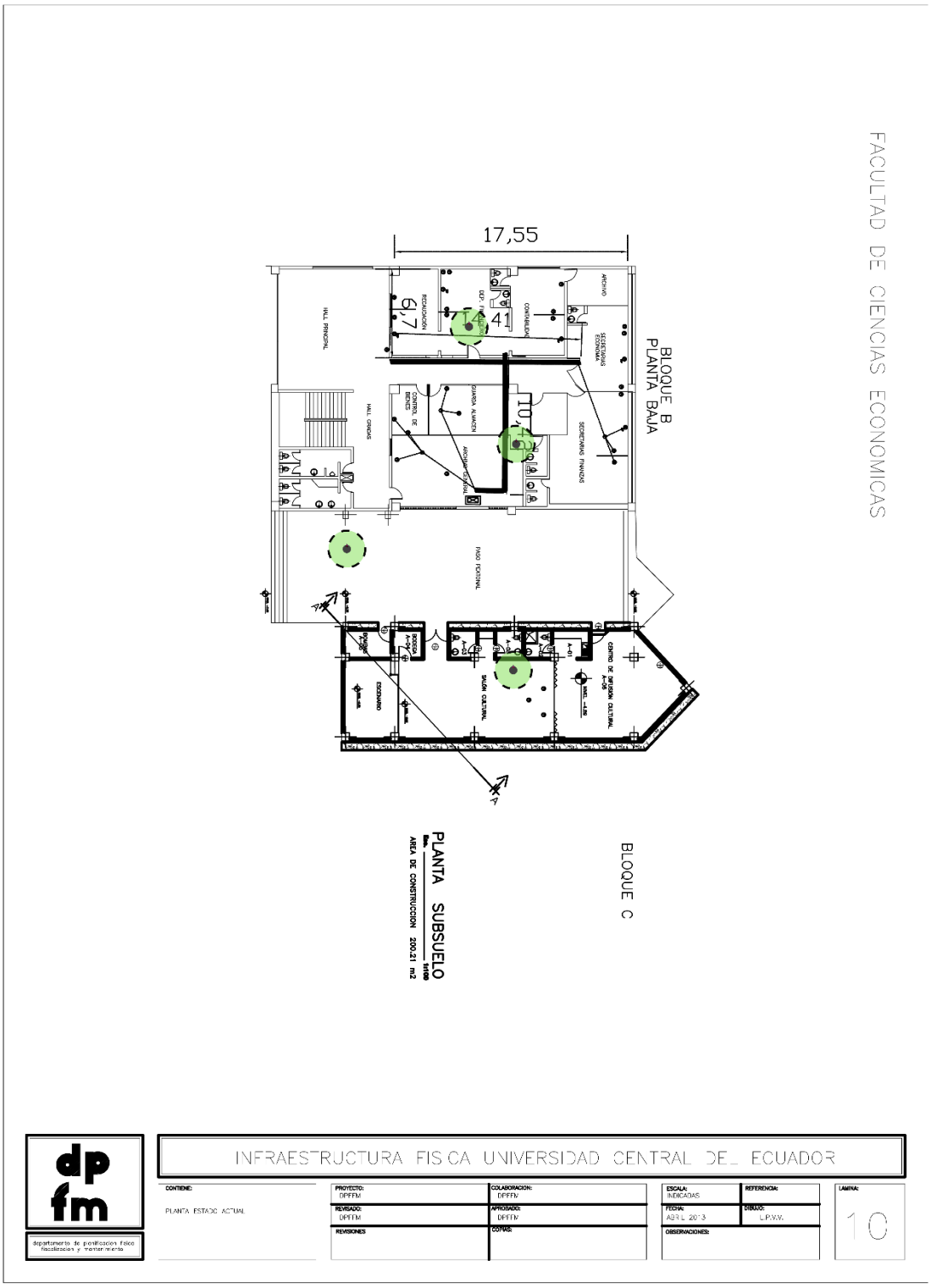


Figura 36. Diseño Arquitectónico Planta Baja Bloque B

(Vinueza, Santiago, 2016)

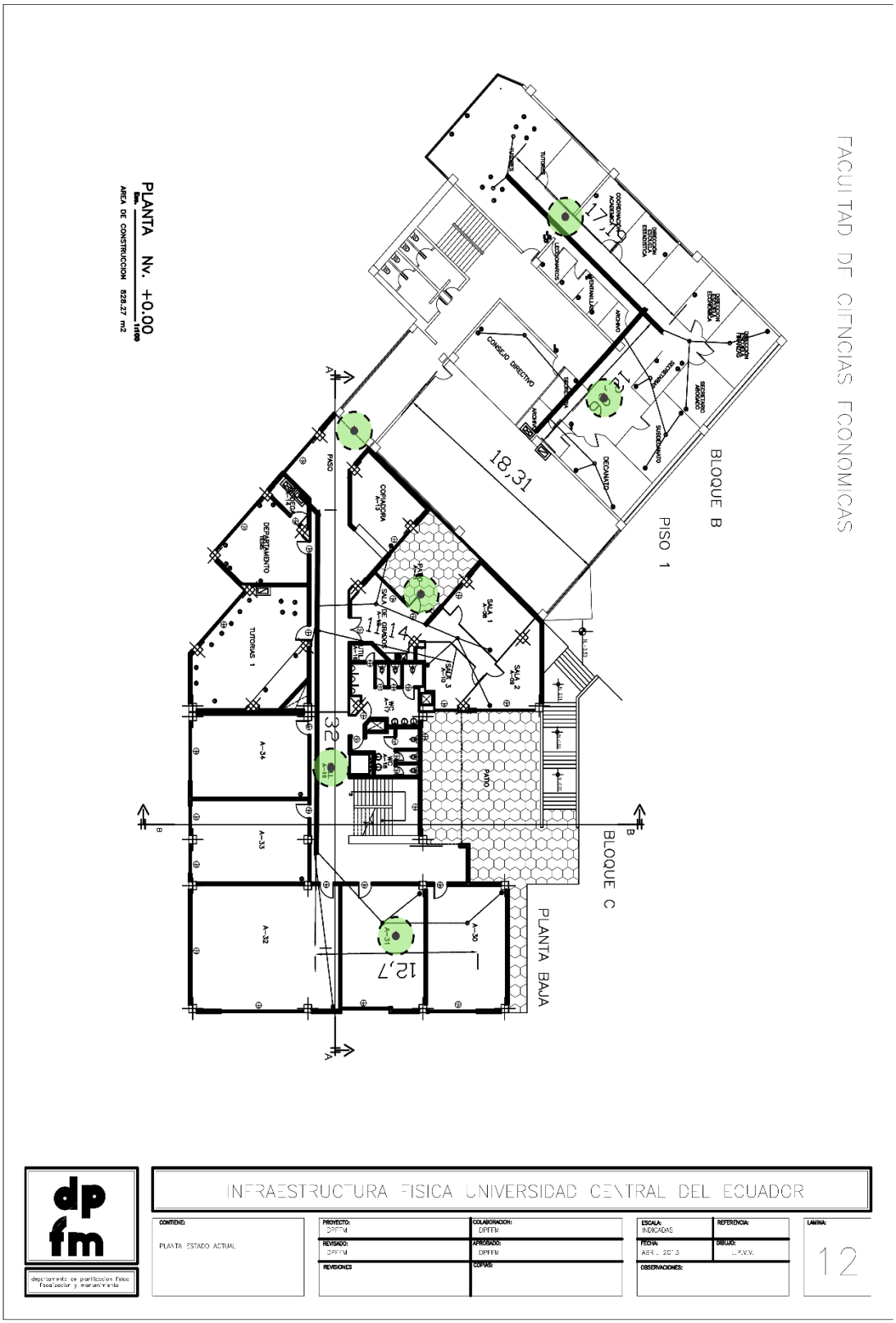


Figura 37. Diseño Arquitectónico Planta Baja Bloque C y Primer Piso Bloque B (Vinueza, Santiago, 2016)

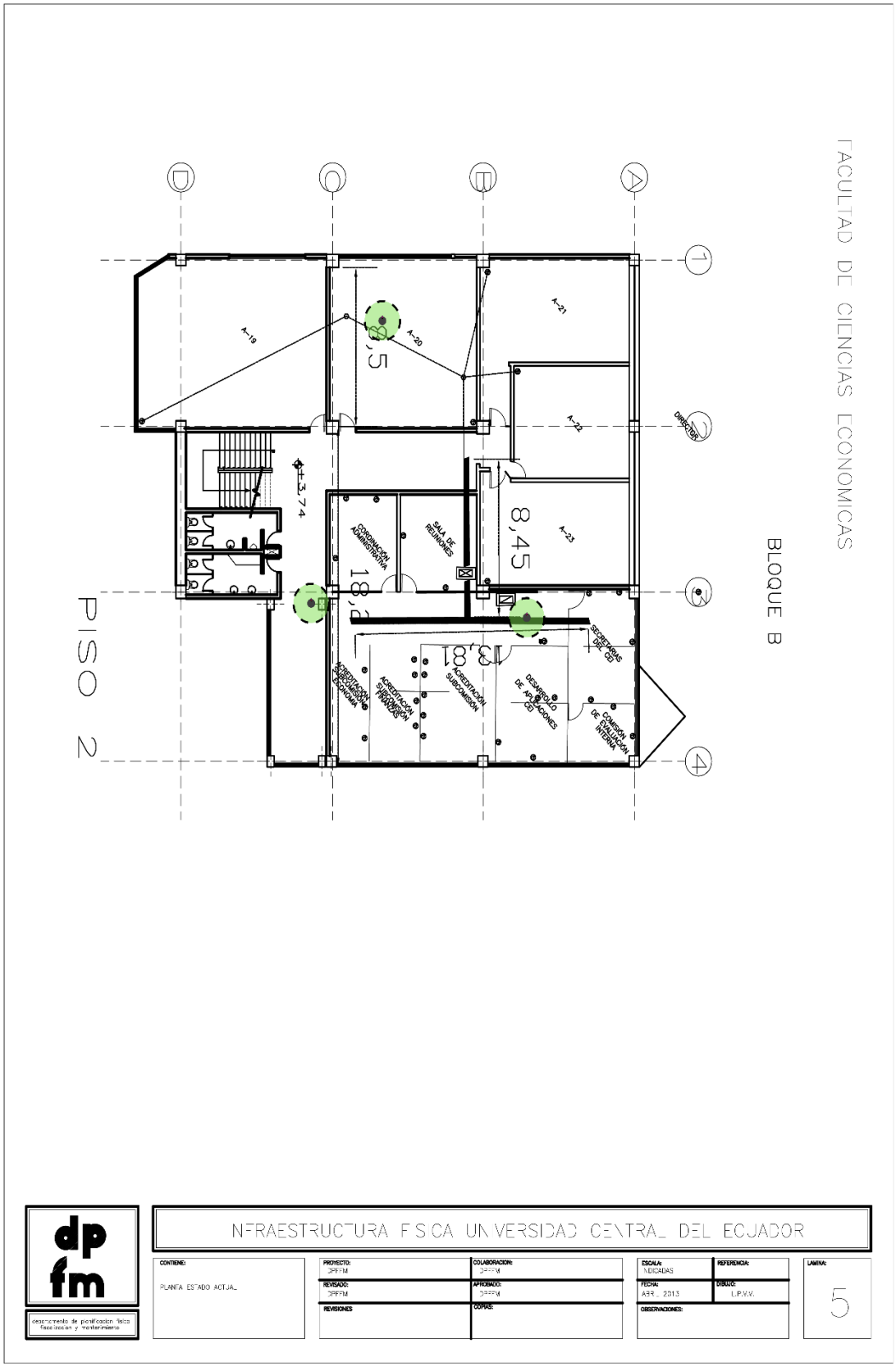


Figura 38. Diseño Arquitectónico Segundo Piso Bloque B

(Vinueza, Santiago, 2016)

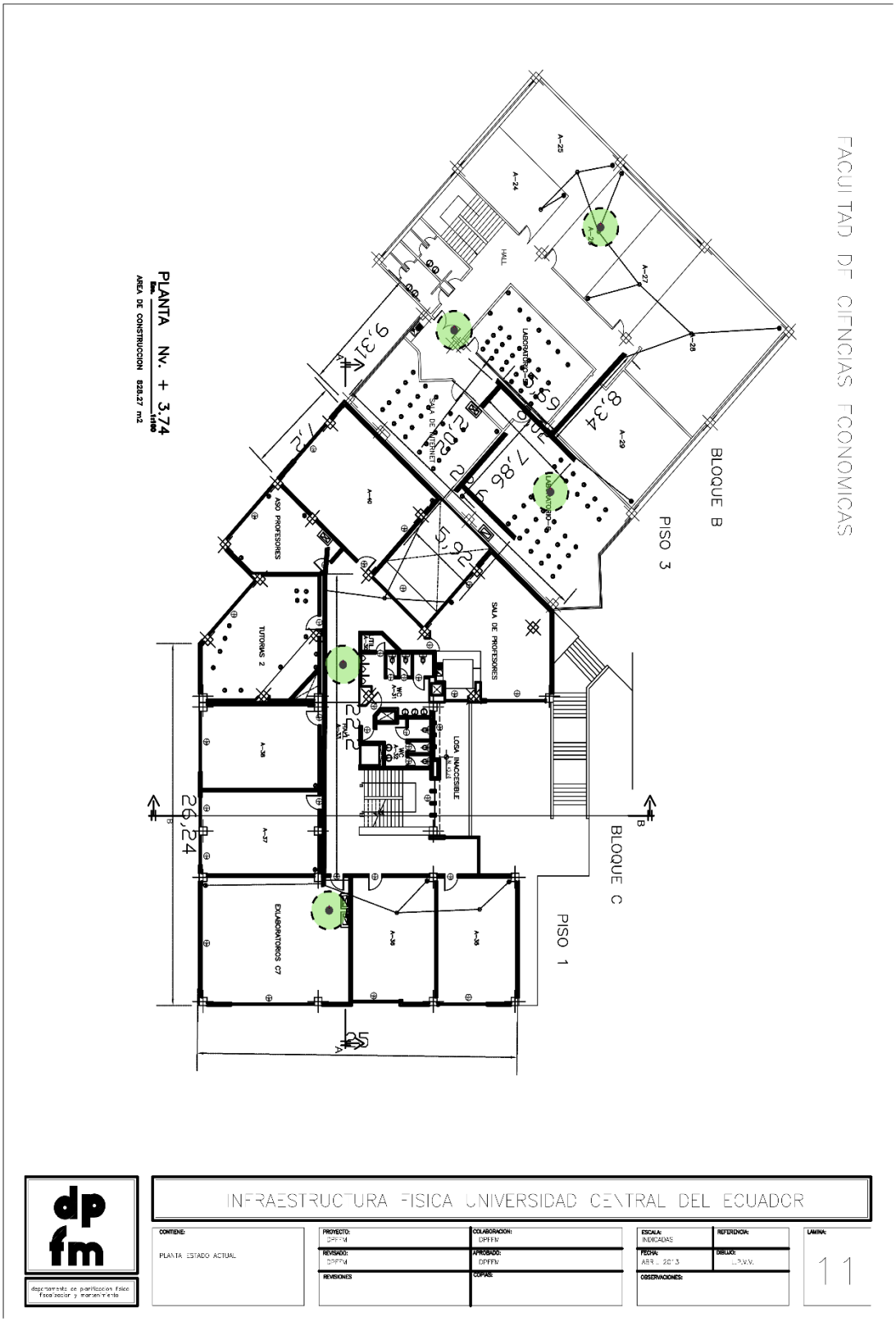


Figura 39., Diseño Arquitectónico Primer Piso Bloque C y Tercer Piso Bloque B (Vinueza, Santiago, 2016)

5.3.2.4 Análisis financiero para la implementación

El aspecto económico es un pilar fundamental para la implementación de la red inalámbrica de esta unidad académica, de acuerdo con el estudio de caso realizado, en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador, esta necesita una inversión estimada de $1480000 dólares americanos para dar la cobertura al campus matriz, la Tola y campus sur.

Este proyecto este enmarcado en las normativas regulatorias de las entidades públicas, por lo que la entidad regulatoria del proceso de adquisición es la secretaria nacional de compras públicas del Ecuador, SERCOP, la misma que determinara el método a utilizar para la contratación de este proyecto. Que estará dividido en tres etapas, de acuerdo a los campus existentes, en la etapa correspondiente a la Facultad de Ciencias Económicas la inversión aproximada será de $100000 dólares americanos, ya que esta facultad pertenece al campo matriz.

Este proyecto es de carácter social, con énfasis en la educación, por lo que por definición y de acuerdo al criterio de expertos el TIR y el VAN es CERO ya que no existe una tasa de retorno de la inversión y un valor neto actuarial.

La inversión estará enmarcada en:

PROYECTO UCE	
EQUIPOS	$476.000,0
SERVICIOS, EQUIPAMIENTO FIBRA ÓPTICA, UTP Y WIRELESS	$674.900,0
RECURSOS HUMANOS	$61.500,0
GASTOS ADMINISTRATIVOS	$90.000,0
IMPUESTOS	$177.600,0
TOTAL	$1.480.000,0

PROYECTO FACULTA DE ECONOMÍA	
EQUIPOS	$46.000,0
SERVICIOS, EQUIPAMIENTO	$20.000,0
RECURSOS HUMANOS	$16.000,0
GASTOS ADMINISTRATIVOS	$6.000,0
IMPUESTOS	$12.000,0
TOTAL	$100.000,0

6. Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES

- La Conectividad entre las unidades académicas, administrativas y financieras de la Universidad Central del Ecuador es insuficiente, ya que su estructura tecnológica no cuenta con el adecuado performance, para dar una mejor cobertura a los usuarios de esta entidad de Educación Superior.
- La topología estrella utilizada, ha permitido manejar un núcleo central que agilita la transferencia de la información, a pesar de las limitaciones de los elementos activos existentes.
- La infraestructura tecnológica, de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador, es deficiente en los elementos activos de la red, en su conectividad y en el ancho de banda que presta a los diferentes usuarios de esta unidad académica.
- Los Access Point´s existentes en la Facultad de Ciencias Económica, no cubren la demanda de los usuarios internos y externos, ya que los mismos, tienen un deficiente funcionamiento en su estructura física y de conectividad.
- Con la nueva estructura de los elementos activos, se cubrirá hasta el tercer cuartil del universo, de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador.
- Es importante recalcar que en la actualidad las instituciones educativas de nivel superior de manera especial, tienden a crecer en forma dinámica por lo que la movilidad es un factor importante en los servicios, la implementación de sistemas de comunicación con tecnología inalámbrica mantiene un alto beneficio a las tareas administrativas y académicas del ser humano, este tipo de tecnologías es el presente y futuro en las comunicaciones.
- Las redes inalámbricas pueden interactuar perfectamente con las redes Ethernet, permitiendo de esta manera aprovechar las ventajas de las redes cableadas junto con la funcionalidad y movilidad de las redes sin cables.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la Universidad Central del Ecuador implemente el proyecto “DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE RED INALÁMBRICA PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR”.
- Mejorar la infraestructura del núcleo central a través del fortalecimiento del Switch Core, para mejorar la calidad y cobertura de los servicios, prestados por la red inalámbrica de la Universidad Central del Ecuador.
- Elevar los niveles de seguridad a través de programas y equipos para la transmisión y recepción de la información, que se maneja en todo el sistema, de manera especial en la red inalámbrica de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador.

- Se proceda a mejorar el performance de los elementos activos de la red wireless, para minimizar las interferencias, retardo total o latencia, jitter y perdida de paquetes de la red Wireless de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador.

Bibliografía:

Ariganello, E. (2011). Guía de estudio para la certificación CCNA 640-802. En E. Ariganello, Guía de estudio para la certificación CCNA 640-802 (pág. 184). México D.F.: Alfaomega, 2nd Edición.

Buettrich, S. (10 de 2007). Sharing Internet Knowledge. Obtenido de Sharing Internet Knowledge: http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/06_es_calculo-de-radioenlace_guia_v02.pdf

Brito, F.2011 *Diseño de una propuesta de modificaciones regulatorias para la introducción de operadores móviles virtuales en el Ecuador. Recuperado el 05/03/2016 de* http://radioaficionado.files.wordpress.com/2008/07/espectro.jpg

Carballar, J, 2012, *Estimación del ancho de banda para Acceso a Internet. Recuperado el 11/03/2016 de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3973315.pdf*

Carballar, J. A. (2004). Como construir una red inalámbrica.

Madrid: RA-MA S.A 2 ed., Pág. 130.

Cisco, Catalyst 3750X-48T-S Switch, 2015. Recuperado el 08/03/2016 de http://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-3750x-48t-s-switch/model.html

Cisco, Trancerver 1000 Base FX, 2015. Recuperado el 08/03/2016 de http://www.fiberise.com/glc-ge-100fx

Cisco, Switch Cisco 3560G Catalyst, 2015.Recuperado el 08/03/2016 de http://www.ciscomanual.net/cisco-3560-getting-started-guides/

Cisco, Catalyst 4500-X - WS-C4500X-24X-ES, 2016, Recuperado el 25/03/2016 de http://www.router-switch.com/Price-cisco-switches-cisco-switch-catalyst-4500_c20?gclid=Cj0KEQjwxI24BRDqqN3f-97N6egBEiQAGv37hCni3UuoS6lyhw0g6MUVSb-QBEOiqJWz-OQzqn8QTrkaAp_y8P8HAQ

Cisco, Catalyst 2960X-24PD-L - WS-C2960X-24PD-L, 2016. Recuperado el 25/03/2016 de http://www.router-switch.com/ws-c2960x-24pd-l-p-5272.html?gclid=Cj0KEQjwxI24BRDqqN3f-97N6egBEiQAGv37hDSEVzrNSZsKtihpnFrET5_Z9cuEftVZyeNLKjH-ho0aAmT98P8HAQ

Cisco, Catalyst 2960X-24PS-L - WS-C2960X-24PS-L, 2016, Recuperado el 25/03/2016 de http://www.router-switch.com/Price-cisco-switches-cisco-switch-catalyst-6500_c18?gclid=Cj0KEQjwxI24BRDqqN3f-97N6egBEiQAGv37hEmzzTLCCM79UIbfUlP2O9MC3-KL-_U0k5VsMr6jQ14aAjr98P8HAQ

Cisco, Catalyst 2960X-24PS-L - WS-C2960X-24PS-L, 2016, Recuperado el 25/03/2016 de http://www.router-switch.com/tag/cisco+3560x?gclid=Cj0KEQjwxI24BRDqqN3f-97N6egBEiQAGv37hKLi_cvHAHtXGSBLIFIpffsEi2vayULoiIyK1rHpYd0aAkSL8P8HAQ

Cisco, Flex 7500 Series High Availability Wireless Controller - AIR-CT7510-HA-K9, 2016, Recuperado el 25/03/2016 de http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/flex-7500-series-wireless-controllers/data_sheet_c78-650053.html

Cisco Aironet 1552E Access Point - AIR-CAP1552E-E-K9, 2016, Recuperado el 25/03/2016 de http://www.router-switch.com/Price-cisco-wireless-ap_c5?gclid=Cj0KEQjwxI24BRDqqN3f-97N6egBEiQAGv37hAaq2XfOu7s6VggMZDv2f61bObqXgz6iV883sCdDr8AaAnCu8P8HAQ

Cisco, Aironet 1532I - AIR-CAP1532I-E-K9, 2016, Recuperado el 25/03/2016 de http://www.router-switch.com/Price-cisco-wireless-ap_c5?gclid=Cj0KEQjwxI24BRDqqN3f-97N6egBEiQAGv37hL2cPF9ZcBl_j5jxYnsBT1BeuKlW4vuvOy_eN8-KisQaAqQy8P8HAQ

Cisco, Aironet 1602i Standalone Access Point - AIR-SAP1602I-E-K9, 2016, Recuperado el 25/03/2016 de http://www.router-switch.com/Price-cisco-wireless-ap-cisco-1600-access-point_c113

Cisco, Aironet 2702e Controller-based - AIR-CAP2702E-E-K9, 2016, Recuperado el 25/03/2016 de http://www.router-switch.com/Price-cisco-wireless-ap-cisco-2700-access-point_c145

FEHER, Camilo, Wireless Digital Communications, Prentice Hall PTR 1995.

Hidalgo, *J.2014 Diseño de una red Wi-fi para proporcionar servicios de una ciudad digital para Tulcán. Recuperado el05/03/2016 de* http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661

Hidalgo, Jairo DISEÑO DE UNA RED Wi-Fi PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE UNA CIUDAD DIGITAL PARA TULCÁN http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661

Navarro, S. (2015). Biblioteca de Ingeniería de la Universidad de Sevilla. Recuperado el 6 de 12 de 2015, de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11306/fichero/TEORIA%252F06+-+Capitulo+1.pdf

NUECHTERLEIN, Jonathan E and Philip J. Weiser, Digital Crossroads American Telecommunications Policy in the Internet Age, Inglaterra, The MIT Press Cambridge, 2005

Orozco, R., & Arreaga, N. (2009). *Análisis y Diseño de la Red Inalámbrica para Andec.* Guayaquil.

Technologies, A. (01 de 04 de 2002). Basic Concepts Of IEE 802.11 Wireless Lan. Basic Concepts Of IEE 802.11 Wireless Lan, Nota de aplicación 1380-2, Pag3. USA, USA: Agilent Technologies.

TowerCoverage.com. (s.f.). Obtenido de TowerCoverage.com: http://www.cplus.org/rmw/rmonline.html

Universidad Central del Ecuador. (2015). Recuperado el 4 de 12 de 2015, de http://www.uce.edu.ec/web/ciencias-economicas

Vinueza, S. 2016, *Diseño de una propuesta de red inalámbrica para la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Central del Ecuador*

Wikipedia. (2015). *Wikipedia*. Recuperado el 1 de 12 de 2015, de https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_área_local_inalámbrica