



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS INFORMÁTICA
F.A.F.I.**

***“EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA
PRUEBA PRÁCTICA INGENIERÍA EN SISTEMAS”***

Tema:

**ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS Y
EQUIPAMIENTOS PARA FORTALECER LAS REDES
INALÁMBRICAS DE LA UTB**

Autor:

TANIA STEFANIA MOREJON MOSQUERA

Tutor:

ING. CARLOS SOTO

LOS RÍOS - BABAHOYO - ECUADOR

RESUMEN

A medida que los beneficios de la tecnología inalámbrica llevan a las organizaciones a emplear sus propias redes inalámbricas, el tema de la seguridad se ha vuelto cada vez más importante. Las redes inalámbricas plantean sus propios desafíos de seguridad distintivos para aquellas organizaciones que adoptan la tecnología. La presente investigación no es una revisión de las diversas medidas tecnológicas de seguridad inalámbrica; este documento es el enfoque de un aporte de la política de seguridad inalámbrica cuyo cometido es robustecer las comunicaciones a través del espectro, enfatizando sobre la debilidad de los modelos de seguridad inalámbrica actuales y establecer un marco para la creación de una política de seguridad inalámbrica efectiva para organizaciones sensibles.

Por ello se logra describir el aporte de la investigación para la Universidad Técnica de Babahoyo en base al mecanismo de transmisión de voz, datos y video con la debida regulación y fiel cumplimiento del estándar 802.11 en sus alcances definidos por la cobertura, calidad de servicio, calidad de experiencia del usuario y por las pruebas de calor y penetración realizadas en ambiente vitalizados para la infraestructura, sistema de distribución y modo ad hoc; las mismas que forman parte de la brecha delgada entre el aprovisionamiento de tecnología y la implantación de normas que administren los dispositivos de conexión inalámbricas con fiel cumplimiento al análisis costo beneficio de una red estandarizada.

Palabras Clave: WiFi, Cobertura, Calidad de Servicio, Políticas de Seguridad.

ABSTRACT

As the benefits of wireless technology drive organizations to employ their own wireless networks, the issue of security has become increasingly important. Wireless networks pose their own distinctive security challenges for those organizations that adopt the technology. This research is not a review of the various wireless security technology measures; This document is the approach of a wireless security policy contribution whose mission is to strengthen communications through the spectrum, emphasizing the weakness of current wireless security models and establishing a framework for the creation of an effective wireless security policy. for sensitive organizations.

For this reason, it is possible to describe the contribution of the research for the Technical University of Babahoyo based on the voice, data and video transmission mechanism with due regulation and faithful compliance with the 802.11 standard in its scope defined by coverage, quality of service, quality of user experience and for the heat and penetration tests carried out in vitalized environments for the infrastructure, distribution system and ad hoc mode; the same ones that are part of the narrow gap between the provision of technology and the implementation of standards that manage wireless connection devices with faithful compliance with the cost-benefit analysis of a standardized network.

Keywords: WiFi, Coverage, Quality of Service, Security Policies.

INTRODUCCIÓN

La movilidad se convierte en un requisito en la mayoría de las universidades, especialmente después del progreso que se promovió en las nuevas tecnologías. Además, la universidad debe estar totalmente conectada a Internet a través de sus instalaciones de red disponibles en el campus. El factor principal que se debe considerar es la seguridad de la red universitaria. La seguridad de la red actual en la Universidad Técnica de Babahoyo aún es débil para ser implementada; los estudiantes no obstante pueden atravesar las computadoras del personal y de los miembros de la facultad tratando de piratear la información confidencial. Esta investigación aborda los desafíos de seguridad interna y externa en la Universidad de Babahoyo orientada a las redes inalámbricas implementadas.

La seguridad distribuida está diseñada para proporcionar una comunicación de datos más segura entre los profesores, el personal y los estudiantes. Se ilustra con aplicaciones una descripción de la técnica utilizada para proteger y mantener las PC en funcionamiento.

Si bien es cierto, varias áreas de atención al público dedicadas a los estudiantes, docentes y demás población universitaria en general, se beneficiarían considerablemente de dispositivos livianos y autónomos que puedan cubrir discretamente en el campus las funciones básicas del monitoreo y propagación de señal inalámbrica e informar variables relevantes para la salud a una interconexión de dispositivo en las cercanías. Este dispositivo de interconexión debe poder enlazar a puntos de acceso en diferentes ubicaciones dentro de las facultades y demás edificios que conforman el campus. De esta manera, las mediciones relevantes para la calidad de servicio en función de las políticas idealizadas servirán para el diagnóstico del estado actual de las comunicaciones. En este escenario, la integridad y privacidad de los datos personales es de suma importancia. Por todo en esta investigación, se aborda las políticas y equipamientos para fortalecer las redes de inalámbricas de la UTB así también de hará una

breve comparativa de las tecnologías candidatas, IEEE 802.15.1 e IEEE 802.15.4, desde el punto de vista de la resistencia a los ataques de interferencia y denegación de servicio.

DESARROLLO

El futuro de las comunicaciones en tecnologías que permitan obtener las velocidades que desafíen las leyes de la física en la actualidad se denominan Quinta Generación de la cual de desprenden las comunicaciones inalámbricas que desencadenan por la mayor demanda de capacidad inalámbrica.

El investigador de la Universidad de Seúl, Ph.D Li Zhao Zhang afirma en su investigación sobre SDN y NFV que con la red definida por software (SDN), la capa de datos se puede separar de la capa de control y obviamente el desarrollo de estudios relevantes sobre virtualización de funciones de red (NFV) y computación en la nube tiene el potencial de ofrecer un acceso a la red más rápido y confiable para el creciente tráfico de datos (Zhao Y. L., 2019).

Bajo tales circunstancias, Malcon Elsayed profesor de Propagación de Señales para la Universidad de California indica que la red móvil definida por software (SDMN) se presenta como una solución prometedora para satisfacer las demandas de datos inalámbricos. Este documento proporciona una encuesta de SDMN y sus problemas de seguridad relacionados. Dado que SDMN integra computación en la nube, SDN y NFV, y trabaja para mejorar las funciones, el rendimiento, la flexibilidad, la eficiencia energética y la escalabilidad de la red, es un componente importante de las redes de telecomunicaciones de próxima generación. Sin embargo, el concepto SDMN también plantea nuevas preocupaciones de seguridad (Elsayed M. , 2019).

PREANALISIS

Para el pre-análisis de redes geodésicas, se han creado diferentes softwares, que tienen como objetivo realizar una simulación para conocer *a priori* la precisión arrojada por una red en función de su geometría y la posible metodología de observación. De este modo se pretende poder actuar convenientemente para optimizar en la mayor medida posible su diseño, basándose en estos datos (Master Ignacio Burgos Escribano, 2012).

Dentro de la gran gama de programas usados para el pre-análisis se encuentran: Microsearch GeoLab, Leica Geo Office, y Columbus. Leica ofrece la opción de visualización mediante Google Earth, es decir, que la ubicación de los vértices en el diseño sería más oportuna, sin tener que migrar de un programa a otro, aunque presenta algunos errores para su ejecución al conectarse los dos programas. Por otro lado, el programa Columbus permite su descarga de manera gratuita para su versión demo 3.8.X.Y, además de ofrecer pequeños videos de ayuda, con ejemplos (BEST- FIT Computing, 2019).

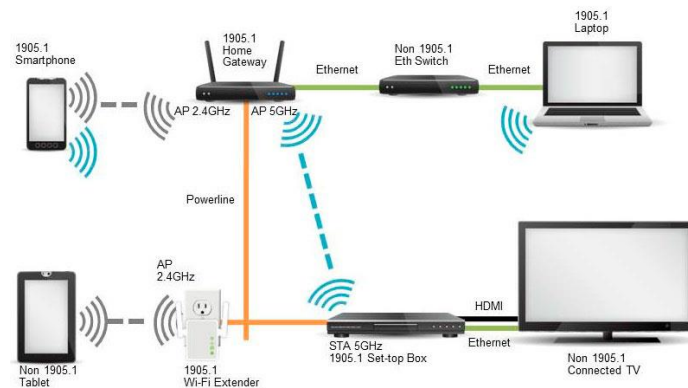


Ilustración 1 SDN y NFV sobre redes inalámbricas

Fuente: IEEE, Tecnología, Malcon Elsayed 2019

Mao Q Hu a través de su estudio sobre las potencialidades e intimidaciones de las redes inalámbricas manifiesta que actualmente exploramos amenazas de seguridad relevantes y sus contramedidas correspondientes con respecto a la capa de datos, la capa de control, la capa de aplicación y los protocolos de comunicación. También adoptamos el método

STRIDE para clasificar varias amenazas de seguridad para revelarlas mejor en el contexto de SDMN. Esta encuesta concluye con una lista de desafíos de seguridad abiertos en SDMN.

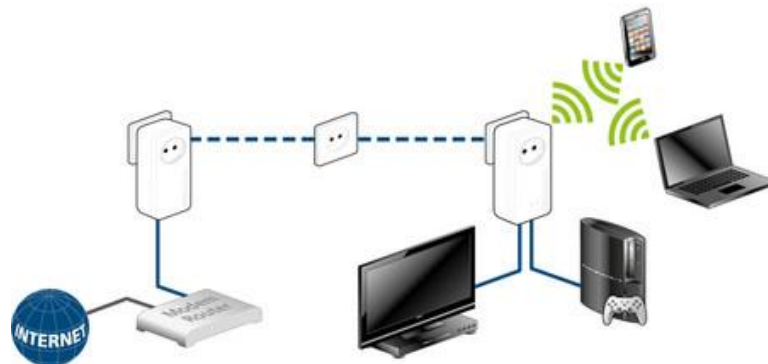


Ilustración 2 Amenazas y Distribución de Señales en Enrutadores de Circuito Eléctrico
Fuente: IEEE, Tecnología, Mao Q. Hu, 2019

Con el fin de definir las estrategias, políticas y equipamiento de los operadores de redes Wireless para construir una red de valor en la era de las comunicaciones digitales esta investigación aplica los principios del ecosistema de la industria móvil a través de un estudio de caso; el mismo que se basa en un marco analítico de tales principios, propuesto por Zhang C Patras docente de la Universidad de Seúl en colaboración con la Universidad de Colorado en Estado Unidos de Norteamérica, quien define el ecosistema de Wireless y Móviles en general e identifica sus factores de éxito y problemas (Patras, 2019).

Los resultados indican que un ecosistema completo, donde los operadores de redes móviles o inalámbricas colaboran estrechamente con proveedores de servicios de valor agregado, proveedores de contenido/aplicaciones, fabricantes de equipos y dispositivos y otras organizaciones involucradas, en este caso la Universidad Técnica de Babahoyo puede promover sustancialmente el desarrollo de servicios de datos móviles al interior del campus. Por lo tanto, los operadores de redes inalámbricas deben desempeñar un papel central en el ecosistema gestionando toda la cadena de valor y estableciendo mecanismos adecuados para compartir el valor.

Sin embargo, al hacerlo, pueden surgir problemas debido a problemas regulatorios y asimetría de información. Hamalaines Sanack docente de la Universidad de la India define

que los activos comunes de alto valor en un sistema de gestión centralizado y los esquemas de selección de socios estratégicos y las innovaciones continuas son un factor de importantes factores de éxito ya que ello afecta y se encuentra directamente ligado al costo beneficio del presupuesto que destine el director de tecnología y los directivos de la Universidad dentro de sus principales prioridades (Hämäläinen, 2017).

ANALISIS PARA LA IMPLEMENTACION DE POLITICAS Y EQUIPAMIENTOS PARA FORTALECER LAS REDES INALÁMBRICAS DE LA UTB.

La flexibilidad y movilidad que proveen las redes inalámbricas han provocado que su utilización se hayan expandido en todos los espacios y escenarios posibles desde el ambiente laboral, social, académico y doméstico; y para ello se establece la nueva sociedad contemporánea, este modelo persigue mejorar el estilo y calidad de vida de los seres humanos, más sin embargo, existen múltiples factores que vuelven inestables y caóticas a las redes inalámbricas al interior de la Universidad Técnica de Babahoyo.

En la siguiente ilustración Gacanin Ligata ilustra como se observan todas las comunicaciones dependientes de un único dispositivo el cual deberá resolver todas las peticiones de los usuarios en función de la lista de protocolos que forman parte de los servicios de valor agregado sobre un SSID cuyo nivel de acceso se ve comprometido por la presencia de elementos adverso en el espectro radioeléctrico (Gacanin, 2017).

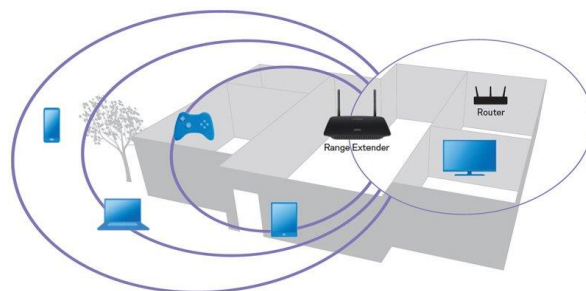


Ilustración 3 Redes inalámbricas con elementos adversos

Fuente: IEEE, Tecnología, Gacanin Ligata, 2019

CONDICIONES DE USO

El funcionamiento de una red inalámbrica es muy similar al funcionamiento de una red de telefonía celular la misma que está compuesta de equipos activos conocidos como equipos de usuarios “Pc o Computador, Laptop, Tablet, Phablet” o cualquier otro dispositivo que permita navegar de forma inalámbrica. En este contexto Thang Pahchenco hace su introducción a cerca de la detección de las condiciones de uso de las redes de comunicación a través de radio espectro con frecuencias de transmisión en 2.4GHZ y 5GHZ de velocidad; siendo este último aspecto un factor dirimente en la escalabilidad y sostenibilidad de la red (Thang, 2019).

La principal causa que incide en las condiciones de uso de una red inalámbrica se sitúa en la frecuencia en la que el dispositivo se encuentra transmitiendo, Rusell Norving investigador de inteligencia artificial para la Universidad de Quebec define que 2.4GHZ prevea de un rango de transmisión de hasta 50 metros a la redonda con una desventaja o limitante frente a las redes de mayor frecuencia; la limitante se basa en la no explotación máxima de los anchos de banda, es decir a mayor distancia poco ancho de banda y a menos distancia mayor ancho de banda a favor de los usuarios (Russell, 2017).

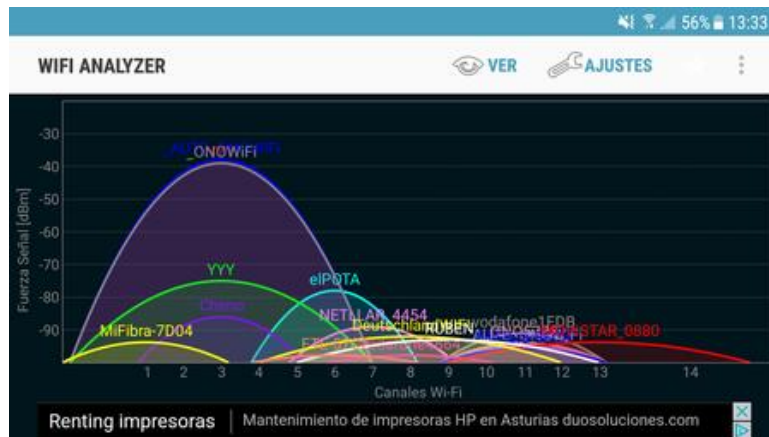


Ilustración 4 Saturación de los anchos de banda en función de la frecuencia de transmisión
 Fuente: IEEE, Tecnología, Rusell Norving, 2019

De acuerdo con el pensamiento de Liu Bing Yi, desarrollador de software para ambientes inalámbricos de la Universidad de China, el comportamiento de las frecuencias de 2.4Ghz & 5Ghz provocan un ambiente de saturación o solapamiento de canal cada vez que la demanda de ancho de banda se incrementa en un 100% lo que provoca a su vez la aparición de latencia y ruido en el medio de transmisión haciendo que la probabilidad del sistema se encuentre ocupado sea del 100% (Liu, 2020)

EQUIPOS Y CONDICIONES DE ACCESO

La industria de las tecnologías introduce en el mercado adquisitivo numerosas soluciones de comunicación, entre ellas Router, Firewall, Siwtches, Proxys, Controladoras de Sistemas WiFi y demás equipamiento que es necesario y requerido para la idealización, diseño e implementación de soluciones de redes inalámbricas; y al mismo tiempo Hu Fao Hang describe como a través de soluciones de bajo costo se puede obtener mejores o iguales resultados que una implementación de tipo carrier class (Hu, 2019).

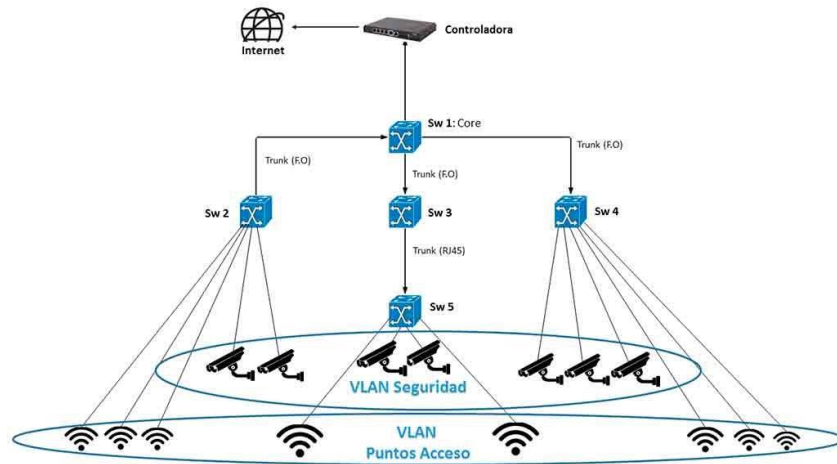


Ilustración 5 Red WiFi con Controladora

Fuente: IEEE, Tecnología, Hu Fao Hang 2019

Kodialam Agarwal indica que toda red inalámbrica que posea en su infraestructura la capacidad de administrar todos los puntos de acceso desde un único sitio y que este a su vez pueda administrar los niveles de acceso y separarlos por capa cumplen con el objetivo primordial de garantizar la seguridad de la información sensible que se encuentra alojada en los dispositivos de los usuarios (Agarwal, 2019).

Tabla 1
Equipamiento redes inalámbricas

DISPOSITIVO	CAPACIDAD	ALTERNATIVA	CAPACIDAD
Controladora	500 usuarios hasta Ilimitados	PFSense Open Source	Usuarios Ilimitados
Router	Ancho de Banda Gigabit	Quagga Open Source, Mikrotik	Ancho de Banda Gigabit
Switch	Ancho de Banda Gigabit	Switch	Ancho de Banda Gigabit
AP -WiFi	Ancho de Banda Gigabit	AP -WiFi	Ancho de Banda Gigabit
Cableado Estructurado	Ancho de Banda Gigabit	Cableado Estructurado	Ancho de Banda Gigabit
Security UTM	500 usuarios hasta Ilimitados	Radius y Kerberos Open Source	Usuarios Ilimitados

En la tabla anterior se define un ecosistema tecnológico que permite establecer un sistema de comunicaciones a través de una red de comunicación inalámbrica en la cual impera la presencia de los equipos necesarios para la administración e implementación; sin embargo en la misma tabla se describe la alternativa basada en open source para establecer la misma red inalámbrica únicamente administrada por soluciones de bajo costo que también permiten alcanzar los niveles esperados en el aprovisionamiento de una red segura.

MONITOREO Y CONTROL

Lin Wolf profesor de la Universidad de Stanford menciona en su reciente investigación sobre el monitoreo y control de redes inalámbricas que el mejor modelo de control es el que el diseñador o integrador idealiza desde el comienzo del proyecto siendo este factor de mayor relevancia debido a los alcances que se plantean en el despliegue de la ingeniería; un ejemplo de ello es la fusión entre el open source a través de monitores de red y la integración de equipos de computo y de networking los mismo que una vez centralizados dan paso al SDN y a la evolución de las comunicaciones potenciando en un 100% los recursos existentes.

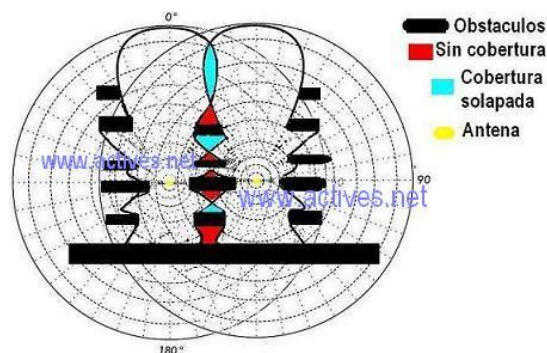


Ilustración 6 Monitoreo de la red inalámbrica en base a su cobertura
Fuente: IEEE, Tecnología, Lin Wolf, 2019

CONEXIÓN Y PUNTOS DE ACCESO

De acuerdo con el aporte de Xie J Yu profesor de Networking para la Universidad de China en colaboración con Liu J Wang de la Universidad de Michigan, las conexiones y punto de acceso para las redes inalámbricas se deben establecer en modalidad de celdas a similitud y comportamiento de las redes celulares de tal forma que se logre garantizar el correcto desempeño y cobertura de la Red de Datos sin importar que tan alto sea el índice de movilidad de los usuarios al interior de un Campus Universitario (Xie, 2019).

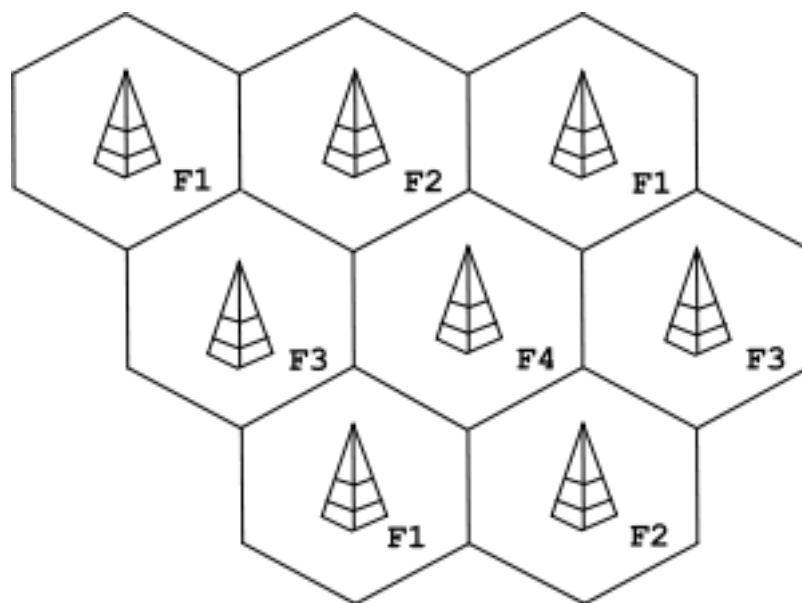


Ilustración 7 Configuración de Comunicación basada en celdas wifi
Fuente: IEEE, Tecnología, Xie J Yu, 2019

Kosmidesa, Peter Adamopouloua quien se desempeña como investigador de señales inalámbricas para la Universidad de Hawái define que otra metodología idónea para lograr un mejorado desempeño de conectividad desde y los usuarios con los puntos de acceso es a base de establecer equipamiento que permita propagar señales inalámbricas en forma dual; es decir en la banda 2.4Ghz y en la banda 5Ghz. Siendo esta última la opción por defecto para los equipos y dispositivos móviles de ultima generación (Kosmidesa, 2017).

RED ABIERTA

Zappone, A., Sanguinetti docente de procesos distribuidos en la Universidad de Belgrado manifiesta en su investigación de balanceo de carga masiva sobre red móviles que toda red inalámbrica cuyas fronteras se encuentren directamente conectadas con el internet y que a su vez sus conexiones y pasarelas internas hacia los usuarios de la red estén abiertas para garantizar una mejorada experiencia en el proceso de conexión de los usuarios, deberá implementar de forma transparente la encriptación de los canales así también de las comunicaciones entre los usuarios a través de un algoritmo que logre definir la idea primordial del integrador (Zappone, 2018).

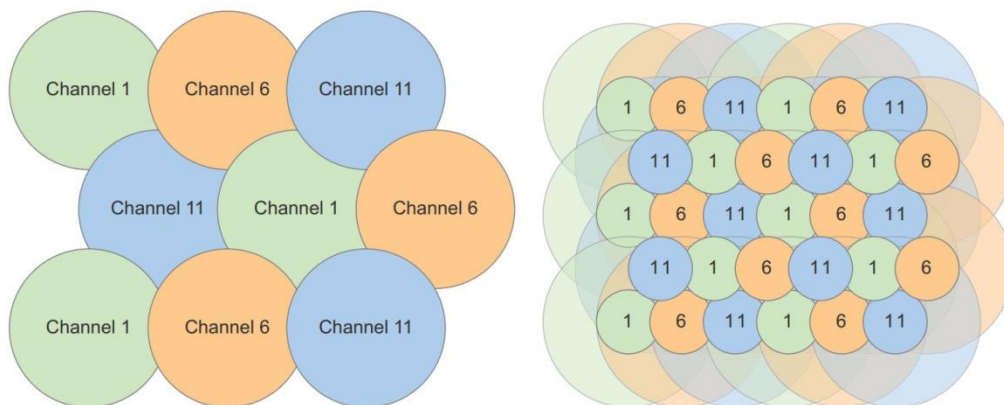


Ilustración 8 Canales encriptados en redes abiertas

Fuente: System and Computers, Technology, Zappone, A., Sanguinetti, 2019

POLÍTICAS

La presente propuesta se basa en los principios de la seguridad en el uso de los recursos de la red de datos la misma que consta de las siguientes regulaciones:

- El acceso a la infraestructura de la red incluye la infraestructura de propagación de señales inalámbricas la misma que se limita a usuarios autorizados al interior de la Universidad Técnica de Babahoyo.
- La seguridad física de la red inalámbrica debe ser sostenida con la finalidad de evitar el hurto de los bins de la institución y de forma perpetrada el acceso a puertos o configuraciones que comprometan la integridad de la información de los usuarios.

- El diseño de la red inalámbrica debe considerar conexiones tipo punto a punto y multipunto y deben estar controladas por un servidor de control de usuarios basado en radius y kerberos.
- Los puntos de acceso deben estar autenticados a nivel de capas de usuarios, capa de aplicación y capa de red.
- Se debe implementar un modelo de seguridad basado en IDS e IPS en ambiente open source.
- La cobertura de la red inalámbrica debe estar construida y configurada en celdas para garantizar un correcto desplazamiento de los usuarios por el campus universitario.
- La topología de red debe ser en estrella y en su proceso de evolución en base al crecimiento de los usuarios y dispositivos debe permitir hacer Mesh.
- Los sistemas detectores de intrusos deben ser integrados al router principal de la Universidad.
- La red debe estar diseñada en tres capas:
 - Capa de Core
 - Capa de Distribución
 - Capa de Acceso
- La red inalámbrica de la Universidad Técnica de Babahoyo debe contener Temporal Key Integrity Protocol para administrar y resolver los problemas más comunes en la asociación de usuarios tipo WEP.
- El administrador de red debe incluir entre sus actividades la creación y administración de la bitácora en la cual se registren todas las novedades y se realice el seguimiento de todas acciones de la red.
- La autenticación de los dispositivos debe estar asociados a la lista de empleados, docentes, alumnos y obreros de la UTB.

ANALISIS COSTO BENEFICIO

En esta fase se describe el cuadro costo-beneficio sobre el análisis para la implementación de políticas y equipamientos para fortalecer las redes inalámbricas de la Universidad Técnica de Babahoyo.

Tabla 2
Análisis Costo Beneficio Equipos Carrier Class

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	COSTO
1	Controladora de red Inalámbrica	500 a 10.000 usuarios	USD \$15.700,00
1	Firewall	10.000 usuarios	USD \$3.400,00
1	Servidor Radius	10.000 usuarios	USD \$5.200,00
1	Acces Point	250 usuarios	USD \$139,00
1	Switch	Conexión Gigabit por fibra óptica Administrables	USD \$2.260,00
Valor Total			USD \$26.699,00

Tabla 3
Costo Beneficio alternativa Open Source

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	COSTO
1	Controladora de red Inalámbrica Pfsense Open Source	Usuarios Ilimitados	USD \$00,00
1	Firewall Pfsense Open Source	Usuarios Ilimitados	USD \$00,00
1	Servidor Radius Mikrotik	10.000 usuarios	USD \$2.200,00
1	Acces Point	250 usuarios	USD \$139,00
1	Switch	Conexión Gigabit no Administrables	USD \$134,00
Valor Total			USD \$2.473,00

A través de ambos cuadro de costo beneficio se determina que la alternativa basada en open source se ajusta a las cualidades y capacidades tecnologicas que la Universidad Tècnica de Babahoyo requiere en la actualidad; este concepto se ajusta a un escenario de redes

inalámbricas definidas por software la cual permite reducir los costos y obtener el desempeño y rendimiento deseado para el presente proyecto de investigación.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para la presente investigación se aplica el método deductivo debido al enfoque que permite emplear el razonamiento en base a los eventos específicos partiendo desde el plano general del problema de investigación apoyándose en la experiencia previa; por ello se diseña una red inalámbrica que propone los niveles de seguridad para las administración, control, monitoreo, identificación de amenazas, intrusión de software maliciosos y demás factores que tornan vulnerable a los sistemas de comunicación inalámbrico.

Procura buscar fuentes fidedignas de información a la hora de realizar tu revisión bibliográfica, estas fuentes podrás conseguirlas en libros y en internet accediendo a Google Académico, también se recomiendan otros sitios web.

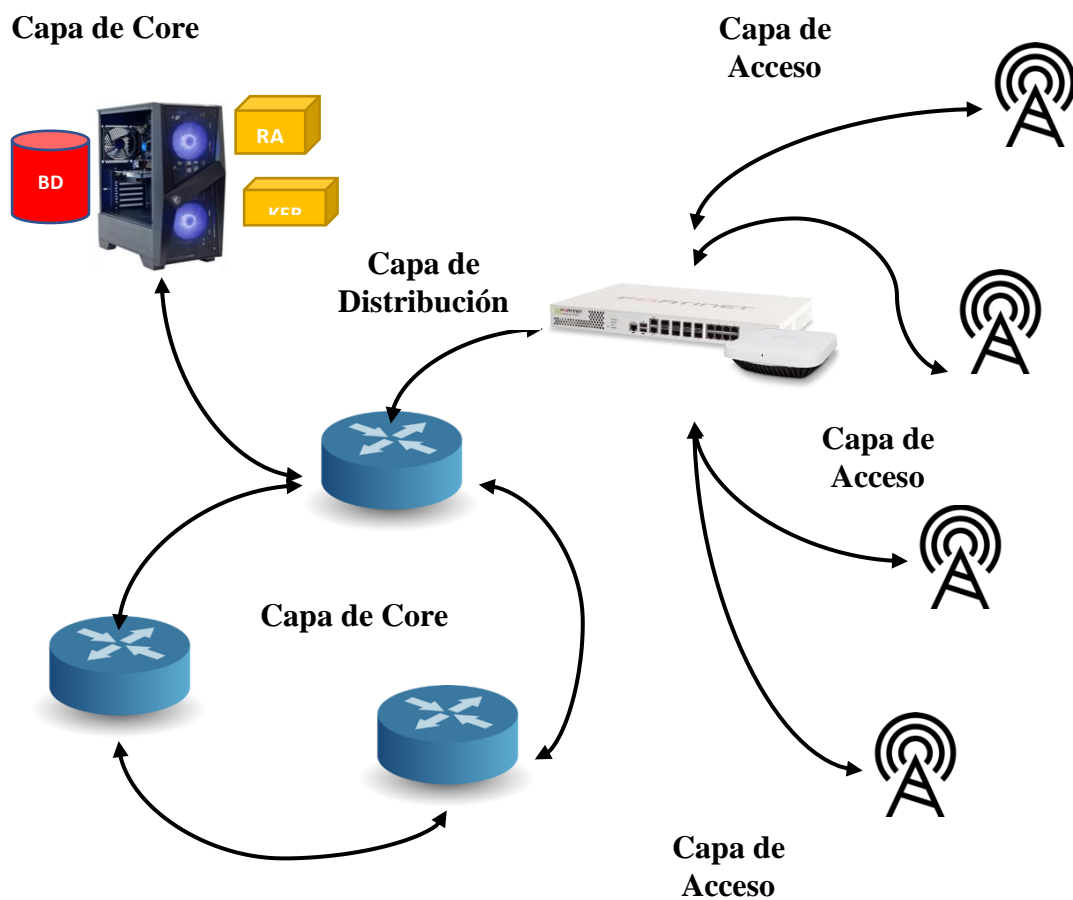


Ilustración 9 Topología de Red basada en SDN
 Fuente: La Autora

TECNICAS DE INVESTIGACION

1. Pregúntale a los maestros y a la bibliotecaria qué fuentes de información recomiendan para tu proyecto. ...
2. Separa los hechos de la ficción. ...
3. Búsqueda inteligente. ...
4. Mantenerse concentrado. ...
5. Citar correctamente.

CONCLUSIONES

Se concluye en la presente investigación que la Universidad Técnica de Babahoyo, debe implementar un sistema de comunicación inalámbricas basado en Open Source con las siguientes consideraciones.

- El sistema de comunicaciones inalámbricas de la UTB debe estar enmarcado en un ambiente controlado multiplataforma en el cual se destaque la interconexión y administración de dispositivos activos y móviles a través de redes definidas por software.
- Las políticas para la regulación de las redes inalámbricas de la UTB deben estar consensuadas y aprobadas a través del Órgano Colegiado Superior a fin de establecerse como una doctrina que debe ser cumplida a carta cabal.
- El equipamiento sugerido en función del análisis costo beneficio debe ser orientado a la optimización y reutilización del hardware existente en toda la UTB; de esta forma se logrará obtener excelentes resultados de comunicación inalámbricas.
- El fortalecimiento de las redes inalámbricas de la UTB se basa en la adopción de e implementación de nuevas técnicas y tecnologías de bajo costo las mismas que permiten reinventar el uso y comportamiento de los equipos activos actualmente desplegados en todos los campus de la UTB.
- El análisis de costo-beneficio que se aplicó en la presente investigación conlleva al mejoramiento e implementación de las buenas prácticas informáticas en un ambiente de austeridad.

Bibliografía

- Zhao, Y. L. (2019). A survey of networking applications applying the software defined networking concept based on machine learning. *IEEE Access*, 95397–95417.
- Elsayed, M. E.-K. (2019). AI-enabled future wireless networks: challenges, opportunities, and open issues. *IEEE Veh. Technol*, 70–77.
- Zhao, Y. L. (2019). A survey of networking applications applying the software defined networking concept based on machine learning. . *IEEE Access*, 95397–95417 .
- Elsayed, M. (2019). AI-enabled future wireless networks: challenges, opportunities, and open issues. *IEEE Veh. Technol.*, 70–77.
- Patras, Z. C. (2019). Deep learning in mobile and wireless networking. *IEEE Commun*, 2224–2287.
- Hämäläinen, S. S. (2017). Networks (SON): Network Management Automation for Operational Efficiency. *Wiley, Hoboken*, 18-32.
- Gacanin, H. L. (2017). Wi-fi self-organizing networks: challenges and use cases. *IEEE Commun*, 55.
- Thang, V. P. (2019). Multistage system-based machine learning techniques for intrusion detection in WiFi network. *Comput. Netw. Commun*, 28.
- Russell, S. N. (2017). Artificial Intelligence (a Modern Approach). *rentice Hall, Hoboken*, 37.
- Liu, Y. B. (2020). When machine learning meets big: a wireless communication perspective. *IEEE Veh. Technol*, 63-72.
- Hu, F. H. (2019). A survey on software-defined network and openflow: from concept to implementation. *IEEE Commun.*, 16.
- Agarwal, S. K. (2019). Lakshman, T.: Traffic engineering in software defined networks. *IEEE INFOCOM*, 23.

- Xie, J. Y. (2019). A survey of machine learning techniques applied to software defined networking (SDN): research issues and challenges. . *IEEE Commun. Surv. Tutor*, 21.
- Kosmidesa, P. A. (2017). On Intelligent Base Station Activation for Next Generation Wireless Networks, the 6th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks. *Elsevier, Amsterdam*, 21-23.
- Zappone, A. S. (2018). User association and load balancing for massive MIMO through deep learning. In: Proceedings of IEEE Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers. *Systems, and Computers*, 1262–1266.