

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN



TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

TEMA:

“PLAN DE MEJORA CONTINÚA BASADO EN EL ESTUDIO DE LA RED LOCAL
INALÁMBRICA (WLAN) ACTUAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL
NORTE”

AUTOR: KARINA MARIBEL COLLAGUAZO ZAMBRANO

DIRECTOR: ING. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA

IBARRA-ECUADOR

2017

PLAN DE MEJORA CONTINÚA BASADO EN EL ESTUDIO DE LA RED LOCAL INALÁMBRICA (WLAN) ACTUAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Karina Maribel Collaguazo Zambrano

Universidad Técnica del Norte
Avenida 17 de Julio 5-21 Barrio el Olivo

kmcollaguazoz@utn.edu.ec

Resumen. *El presente proyecto tiene como objetivo principal dar solución a los diferentes problemas de conectividad (cobertura, ancho de banda) y movilidad que enfrentan los usuarios de la red inalámbrica Universidad Técnica del Norte, mediante la implementación de un modelo cíclico de plan de mejora continua que permite optimizar los recursos de la red tanto lógica como físicamente abarcando todos y cada uno de las inmediaciones de la casona universitaria.*

Fue necesario determinar los factores que provocaban la deficiencia de la red Inalámbrica que era necesario para comenzar a elaborar el plan de mejora continua. Teniendo como problemas principales la conectividad, movilidad y la demanda de usuarios en las diferentes áreas de la casona universitaria.

Se desarrolló un diseño nuevo para la red inalámbrica donde se resolvió los problemas que anteriormente fueron mencionados, cuya propuesta fue expuesta y aceptada por el DDTI. Comenzando con la adquisición de nuevos equipos (Wireless Lan Controller y Access Point), que ayudara en la gestión y administración de la red inalámbrica. El Wireless Lan Controller trabajara como Core principal para la administración Wireless, y su equipo antecesor queda definido como su backup o respaldo. También se implementó el Cisco Prime Infrastructure de la marca cisco que facilitará las tareas de monitoreo, control y registro de los equipos que forman parte de la red inalámbrica de Universidad Técnica del Norte.

Se implementó y se configuro todos los equipos de acuerdo al diseño propuesto, continuando así con las receptivas pruebas de funcionamientos tales como: densidad de usuarios, zonas de cobertura, etc. Cuyos resultados fueron muy buenos en comparación con el diseño anterior, mejorando la accesibilidad y la conectividad para los usuarios en las diferentes partes lugares de la casona universitaria.

Finalmente, se estableció normas y políticas de ejecución del plan de mejora tanto para el administrador y el usuario. Este apartado es de suma importancia ya que facilitará la labor del personal técnico al aplicar un plan de

mantenimiento, y/o a su vez la solución rápida de un evento negativo presentado con la ejecución del plan correctivo.

1. Introducción

El avance tecnológico de las redes de datos y en especial de tecnología inalámbrica en los últimos años ha tenido mejoras y una gran acogida, ya que los usuarios prefieren tener portabilidad y movilidad sin necesidad de una conexión física.

En la actualidad en la red local inalámbrica de la UTN los estudiantes tienen la necesidad de acceder al internet para adquirir información, con el aumento de los mismos en cada una de las facultades, uno de los problemas de los Access Point es la cantidad de usuarios que pueden mantener conectividad, limitando el número de dispositivos que requieren acceso a la red inalámbrica, de igual manera la cobertura de estos no es la suficiente para dar servicio en todos los lugares.

La Universidad si cuenta con la administración de la red que cumple con las necesidades, pero no con los elementos que proporcionan el acceso a estudiantes y docentes. El incremento del número de usuarios en los últimos años ha hecho que la capacidad de los equipos de acceso a la red inalámbrica que se encuentran actualmente instalados no satisfaga la demanda, debido a que cada dispositivo tiene un número limitado de usuarios.

1.1 Objetivo General

Diseñar un plan de mejora de la Red Local Inalámbrica actual de la Universidad Técnica del Norte mediante el análisis del requerimiento de usuarios y capacidad de los equipos que permita mejorar el acceso al servicio.

1.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información mediante una investigación, con la cual se sustente el proyecto en el área de redes locales

inalámbricas y el estándar IEEE 802.1x para brindar el servicio de acceso a la red de la UTN.

- Determinar la situación actual de la distribución de la red inalámbrica realizando un análisis que permita establecer los requerimientos actuales y futuros de la UTN.

- Desarrollar el diseño del plan de mejoras para establecer la reubicación del equipamiento actual e implementación de nuevos equipos con mayor capacidad de soporte de usuarios de red.

- Ejecutar pruebas de comprobación para el correcto funcionamiento del diseño de la Red Local Inalámbrica de la Universidad Técnica del Norte.

- Realizar el análisis Costo- Beneficio que permita determinar la rentabilidad del proyecto considerando las herramientas de hardware y software.

1.3 Alcance

Este proyecto se enfoca en desarrollar un plan de mejora para la red inalámbrica de la Universidad Técnica del Norte, con el fin de brindar una mayor disponibilidad de la red y mejoramiento del acceso a la misma, de los usuarios de la institución, mediante el estudio del estándar IEEE 802.11 que se aplicará para este objetivo

Actualmente en la Universidad Técnica del Norte existe una deficiencia en el acceso a la red ya que los equipos que posee no cubren con la capacidad de albergar el número de usuarios que solicitan acceso a la red local inalámbrica, con lo cual se ve la necesidad de analizar la cantidad de los Puntos de Acceso (AP's) y la ubicación que tienen el campus de la casona universitaria.

Se desarrollará un plan de mejora de la Red Local Inalámbrica de acuerdo al análisis del número de usuarios, determinando la cantidad de equipos necesarios para cubrir el requerimiento de dispositivos que accedan a la red de la UTN. Se realizará el análisis de frecuencia, canales y puntos de red con el fin de establecer la ubicación adecuada de cada uno de los AP's en el exterior e interior de las dependencias universitarias.

Con este proyecto se pretende tener dos diferentes SSID (Docentes y Estudiantes), donde la primera red tendrá la misma característica que posee actualmente como es el filtrado de las MAC de cada dispositivo, y la segunda permitirá realizar la autenticación por medio de un Servidor Radius, el mismo que será implementado como otro proyecto de tesis complementario. Las configuraciones de los equipos para la gestión del número de usuarios por AP se harán mediante el uso del Wireless Lan Controller Cisco 5508 para la gestión del balanceo de carga con respecto del ancho de banda el cual se segmenta con el equipo Exinda.

Finalmente realizar un Análisis Costo-Beneficio considerando las diferentes herramientas y software utilizados para el diseño del plan de mejora de la Red Local inalámbrica en la Universidad Técnica del Norte. Teniendo en cuenta los indicadores y parámetros importantes como:

ROI, garantizar el acceso a la red, condiciones ambientales y mantenimiento.

1.4 Justificación

La Universidad Técnica del Norte por muchos años ha logrado formar estudiantes y profesionales con una gran capacidad intelectual y a su vez con valores de ética profesional, es por ellos que se desea el mejoramiento de la red de la UTN para así continuar o mejorar el desenvolvimiento académico de todos los estudiantes que forman parte de esta gran institución.

El presente proyecto pretende mejorar y garantizar una buena conexión inalámbrica en el interior y exterior de cada una de las facultades para las personas que concurren a estos lugares como son: autoridades, docentes, estudiantes y personal administrativo para que puedan beneficiarse con el uso de la red para así mejorar el desenvolvimiento académico y aprovechar los recursos que pueden brindar el acceso a la red de datos global como es el internet.

Para la realización del proyecto se tomó en cuenta varios de los indicadores de la acreditación universitaria. Por lo que se pretende obtener un beneficio social, cultural y académico que será importante para el desarrollo de los estudiantes para así promover la investigación en las diferentes áreas.

2. Teoría

2.1 Red de área Local Inalámbrica (WLAN)

Son sistemas de comunicación de datos inalámbricos que se utiliza con mayor frecuencia como una manera alternativa da la LAN cableada que cubren distancias entre los 10 o 100 metros. Una de sus características principales el uso de tecnología de radio frecuencia que permite al usuario mayor movilidad. Es por eso que es una de las redes más usadas en diferentes instituciones o incluso en los propios hogares, de igual manera por coste, fácil instalación y su configuración flexible. La principal filosofía del diseño de las WLAN es la de proporcionar conectividad y acceso a las tradicionales redes cableadas, como que fuera una de las extensiones, pero con la flexibilidad y movilidad que ofrece una comunicación inalámbrica. En la figura se observa un sistema de red cableada a la que se le ha añadido un sistema de WLAN. La mayoría de los terminales móviles tienen un acceso similar a los ordenadores que están conectados físicamente, mediante cable a través de puntos de acceso y mediante sus tarjetas WLAN. (Miranda, 2014)

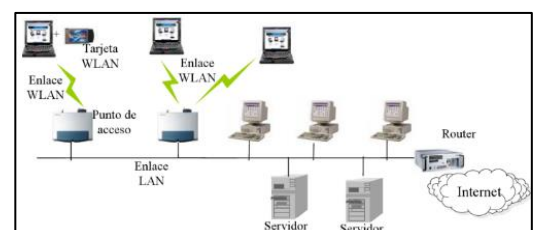


Figura 1. Estructura LAN con enlaces WLAN

Fuente: Sallent. (2003). Obtenido de: *Principios de Comunicación móviles.*

2.2 IEEE 802.11 Redes Inalámbricas

El estándar IEEE 802.11 define el uso de dos niveles inferiores de la arquitectura OSI que son la capa física y la de enlace de datos, es donde se especifica las diferentes normas de funcionamientos o conectividad de una WLAN o Redes de área local inalámbricas. Este estándar tiene una frecuencia de radio que fue desarrollado por el IEEE, que los diferentes sistemas operativos los soportan, al igual que laptops, celulares y diferentes aparatos de última tecnología que puedan conectarse a las redes inalámbricas.

- **Estándar IEEE 802.11a.-** La característica principal es la velocidad que puede alcanzar es de 54 Mbps, ya que utiliza OFDM con 52 subportadoras. Este estándar opera en la banda de 5 GHz, posee 12 canales no solapados, 8 para redes inalámbricas y 4 para conexiones a punto. Equipos que poseen los estándares 802.11b ni 802.11g son incompatibles, al menos que dispongan equipos que pueden incrementar ambos estándares.
- **Estándar IEEE 802.11b.-** Este estándar es uno de los más usados por diferentes dispositivos, la velocidad de transmisión llega hasta 11 Mbps ya que utiliza la modulación DSSS en la capa de enlace y CCK en la capa física. La capa de frecuencia donde opera es de 2.4 GHz. Posee algunos problemas ya que utiliza una frecuencia de regulación, ya que podría causar interferencia con hornos de microondas, celulares y a otros aparatos que funcionan en la misma frecuencia. (Gomez, 2011)
- **Estándar IEEE 802.11e.-** En este estándar soporta el tráfico en tiempo real en los diferentes entornos y situaciones. El objetivo principal es introducir nuevos mecanismos a nivel de la capa MAC para soportar servicio en tiempo real para evitar el retardo en transmisión en las aplicaciones de VoIP y el streaming multimedia para poder garantizar el QoS.
- **Estándar IEEE 802.11g.-** Garantiza la compatibilidad con dispositivos que utilicen IEEE 802.11b y la IEEE 802.11a cuya velocidad llega hasta 54 Mbps. La banda de frecuencia en la que trabaja es de 2.4 GHz con modulaciones DSSS y OFDM y con esquema CCK.
- **Estándar IEEE 802.11h.-** Es compatible con el estándar 802.11a ya que hace cumplir los reglamentos europeos para WLAN que emplea la banda de frecuencia 5 GHz donde se requiere que los productos tengan el control de la potencia de transmisión y selección de frecuencia dinámica. (Pellejero, 2015)

2.3 WLC (Wireless LAN Controller)

Es un equipo que ofrece una solución única en la hora de configurar, gestionar y apoyar las redes inalámbricas corporativas, sin importar su ubicación ni el tamaño del equipo. Un WLC ofrece una interfaz gráfica para el administrador donde se presenta una buena cantidad de información, incluyendo una vista frontal del controlador donde se puede observar el estado de cada puerto físico y entre mucha más información. Algunas funciones importantes que poseen son (CISCO, 2015):

- **Puertos de Servicio:** se utiliza para administración o de consola.
- **Interfaz de gestión:** esta interfaz se utiliza para administración de la banda y proporcionar conectividad de dispositivos de red.
- **Puertos del sistema de distribución:** se usa para conectar el WLC a un conmutador de red.
- **Interfaz AP-manager:** son puertos que se utilizan para controlar y gestionar todos los dispositivos de la Capa 3.
- **Interfaz virtual:** puertos que ayudan a las funciones administrativas de movilidad.
- **Interfaz de servicio puertos:** comunicación del puerto de servicio con el cual debe tener una dirección IP que pertenezca a una subred diferente a la interfaz de AP-gerente.
- **Interfaces dinámicas:** son las interfaces VLAN que son creadas por los administradores para la comunicación entre varias VLANs.

2.4 Ventajas y Desventajas del Uso de Redes Inalámbricas

La utilización de las redes inalámbricas puede tener algunos beneficios para los usuarios, pero a su vez podrá presentarse algunos problemas. Es por eso que a continuación se estudia las ventajas principales que ofrece las redes inalámbricas.

Ventajas

- **Flexibilidad:** en un área de cobertura de la red inalámbrica, los nodos o puntos de acceso pueden comunicarse sin encontrarse conectados directamente no medio de un cable.
- **Requiere de muy poca planificación:** ya que en las redes cableadas deben de estar planificadas con anticipación ya que la distribución física se la hace cuando el edificio se encuentra en construcción, en cambio con las redes inalámbricas la única preocupación es que las oficinas o edificio se encuentren dentro del área de cobertura de la red.
- **Robustez:** esto se refiere a los eventos inesperados como pueden ser ya propios de la naturaleza o por equivocación del usuario, en la mayoría de estos casos cuando la red es inalámbrica puede tener algunos inconvenientes o quedar la red inutilizada, lo que en las redes inalámbricas pueden aguantar cualquier tipo de evento inesperado. (Varela, 2002)

Ventajas

- **Interferencias:** casi siempre suelen producirse por teléfonos inalámbricos, otras redes inalámbricas e incluso equipo conectados a la misma red que operan en la misma frecuencia.
- **Velocidad:** las velocidades en redes cableadas pueden llegar hasta los 100 Mbps, mientras que en redes inalámbricas solo alcanzan hasta los 54 Mbps.
- **Seguridad:** en las redes inalámbricas no es totalmente segura ya que el medio de transmisión es el aire y este puede ser interceptado por personas maliciosas. (Sánchez, 2004)

3.Fases del Proyecto

3.1 Levantamiento de Información

Se realizó el levantamiento de información para tener una idea del estado de la red, el número de dispositivos inalámbricos que posee y de igual manera el número de usuarios que acceden al mismo mediante estos datos se realizó un estudio para mejorar y evitar algún tipo de conflicto o malestar para los usuarios de las redes inalámbricas.

La Universidad Técnica del Norte cuenta con varios campus universitarios distribuidos en diferentes puntos de la Ciudad de Ibarra, como son:

- Colegio Universitario
- La Pradera
- Hospital Viejo
- El estadio
- 17 de Julio.

En cada campus cuenta con su propia red inalámbrica que fueron diseñadas mediante un estudio previo, con excepción del campus 17 de Julio ya que el diseño que presenta solo ha ido evolucionando por lo que el estudio se

realiza la administración dentro de este campus.

El campus 17 de Julio posee 53 APs para la red inalámbrica entre internos y exteriores que se encuentran distribuidos en las diferentes dependencias. Cuya cantidad de acuerdo al modelo son:

- El modelo AIR CAP1602E-A-K9 se tiene 5.
- El modelo AIR LAP1262N-A-K9 se tiene 37.
- El modelo AIR CAP 1310G se tiene 16

3.2 Determinación de Requerimientos

- **Redundancia en la gestión Centralizada de los APs.-** El estudio de la situación actual muestra que existe un solo equipo para la administración de los Access Point de la red inalámbrica, evidenciando que no existe equipo que realice una redundancia. Se propone adquirir otro equipo, para que pueda ser configurado y poder mantener una redundancia que resulta ser importante para la administración de la red inalámbrica del campus Universitario. De igual manera es necesario un equipo que permita la monitorización de los equipos y Access Point Cisco, y así obtener información diaria de cada dispositivo que se encuentre dentro de la red inalámbrica.
- **Rediseño de la ubicación de los APs.-** El estudio realizado con la cantidad de Access Point distribuidos en las diferentes dependencias. Se evidencia que la cantidad de Access Point no es la suficiente para cubrir la densidad de usuarios de la red inalámbrica de la Casona Universitaria. Es necesario la adquisición de nuevos Access Point y distribuir de manera que la señal emitida cubra las diferentes áreas. Por lo que se recomienda colocar tres Access Point en cada piso de las diferentes dependencias principalmente en los sectores de aulas, ya que se consideran como zonas que contiene un alto nivel de usuarios. En otros casos solo se colocarán de uno a dos Access Point de acuerdo al sector.
- **Redistribución de SSID sobre los APs.-** Mediante el estudio previo se evidencio que la distribución de SSID requiere algunos cambios, que permita tener acceso a los usuarios de acuerdo a la dependencia en la que necesiten acceder a la red inalámbrica. Como, por ejemplo, en los edificios donde exista aula para estudiantes es necesario que puedan obtener acceso los estudiantes y docentes. Existen edificios donde hay personal administrativo y en otros lugares donde se realizan eventos de todo tipo, por lo que se requiere diferentes SSID para cada uno respectivamente. Es por eso necesario una distribución adecuada en cada una de las edificaciones teniendo en cuenta las actividades y el tipo de usuario que necesitan el acceso a la red inalámbrica.
- **Gestión de throughput por SSID.-** Mediante el estudio del ancho de banda se evidencio que la distribución es la adecuada para la red inalámbrica, ya que no existe el desperdicio del recurso logrando la optimización del mismo. Con el paso de los años el ancho de banda se ira incrementado ayudando a mejorar la navegación para los usuarios de dichas redes.
- **Distribución de Canales de frecuencia.** - Con el estudio de la red inalámbrica también se evidencio la distribución de los canales que es emitido por cada uno de los Access Point tanto indoor como los outdoor. Lo cual ayudo a evidenciar que la

distribución es correcta y adecuada, ya que no existe solapamiento de canales o interferencia de los mismo. Con un nuevo diseño donde se aumente Access Points es necesario una distribución que permita evitar cualquier problema que afecte a la red inalámbrica y especialmente a los usuarios de la misma. Las configuraciones para los canales de cada Access Point se la realizan en la directamente en el Wireless LAN Controller.

3.3 Establecimiento de Normas de uso y control de la red inalámbrica

En esta fase se determina las diferentes políticas que ayude a mantener un orden y de igual manera a los usuarios mantener un uso correcto de la red inalámbrica evitando cualquier desperdicio de recurso.

3.4 Elaboración del Plan de mejora continua

El plan de mejora continua es una herramienta que ayuda a optimizar un servicio de acuerdo a las necesidades de una empresa. Las palabras mejora continua, se las entiende como “mejora mañana lo que puedes mejorar hoy, pero mejora todos los días”. Los resultados se ven reflejados con el pasar del tiempo por los que son procesos progresivos que no permiten retroceder por lo que cumple su principal objetivo que es la calidad total.

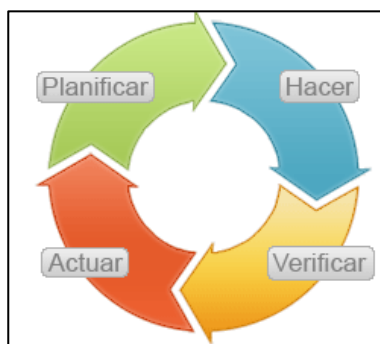


Figura 2. Círculo del Deming

Fuente: Emilio Pérez (2010). Obtenido: *Reflexiones para implementar un sistema de gestión de calidad (ISO 9001: 2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria.*

- **Planificar.-** Los requerimientos establecidos anteriormente permitieron observar el verdadero estado de la red inalámbrica, declarando uno de los principales problemas la cobertura lo que demuestra que los usuarios no tienen la libertad para movilizarse por toda la casona universitaria sin perder el acceso a la red. Para poder solucionar este problema se propone la reubicación de los APs y el aumento de nuevos APs para obtener un diseño que cumpla con todos los requerimientos anteriormente enlistados.
- **Hacer.** - Planteada la propuesta para el diseño se procede a obtener los equipos necesarios tomando en cuenta los requerimientos y la necesidad en cada

uno de las dependencias universitarias. Y a reubicar los APs antiguos en lugares que no existan mucha concurrencia de usuarios, ya que sus características son algo limitadas pero que tranquilamente se los puedo utilizar sin tener problema alguno. Y de igual manera la configuración de WLC, CPI y los Access Points.

- **Verificar.** - Para obtener resultados de la implementación del diseño y verificar los resultados, se procede a realizar varias pruebas que ayuden a verificar que todo el diseño se ejecutó en su totalidad y obteniendo buenos datos.
- **Actuar.** - Anteriormente no se contaba con normativas para la red inalámbrica, lo que llevo a ser primordial para el nuevo diseño establecerlas tanto para los administradores, los cuales brindan un control y mantenimiento que evite el desperdicio del recurso. Como para los usuarios brindando normas que permiten mejorar el acceso a la red de acuerdo al privilegio que tenga (Docentes, administrativos y estudiantes). Logrando mejorar la calidad y el acceso dentro del campus universitario.

3.5 Análisis Costo-Beneficio

La Universidad Técnica del Norte es una institución sin fines de lucro, no se puede realizar un cálculo de costo beneficio que nos brinde un valor para saber si dicho proyecto es fiable. Pero se tomó como referencia el costo de una Institución pagada para sacar el valor que resultado referente.

Es por eso que al ser una institución no pagada este valor sería el beneficio para cada estudiante, docente y administrativo adquiriendo este servicio de manera gratuita. Ya que el uso de las redes inalámbricas en la actualidad se considera como herramienta primordial que ayuda tanto a los estudiantes y docente, logrando así mejorar la calidad de aprendizaje para los estudiantes, para los investigadores. A su vez permitiendo que la Universidad Técnica del Norte siga siendo una de las mejores del Norte del País, tanto en educación y en la administración de la misma.

Conclusiones

- La recopilación de información realizada en el presente documento permitió definir los parámetros básicos y condiciones necesarias que implico para el establecimiento del plan de mejora continua para la red inalámbrica; y que adicionalmente; se adaptó a las condiciones de infraestructura que la Universidad Técnica del Norte tiene.
- La metodología implementada permite mantener un orden jerárquico en la ejecución de sus procesos, lo que facilita la labor del personal responsable, ya que la variedad de parámetros técnicos en los que se debe abordar permite determinar y solucionar cualquier problema presentado.

- Al adquirir un nuevo equipo (WLC) de altas prestaciones se configuro para obtener redundancia de red, siendo una de las mejoras más importantes dentro de este diseño implementado.
- La implementación del diseño del plan de mejora presentado tiene resultados positivos como: usuarios con total conectividad a la red y movilidad dentro del campus universitario 17 de Julio, detección y solución rápida a inconvenientes presentados en hardware o software de la red Wireless, asignación y dimensionamiento de ancho de banda requerido para cada equipo gracias a la inclusión de proyectos de investigación anteriores presentados en la Universidad Técnica del Norte y que se encuentran en vigencia.
- La Universidad Técnica del Norte al ser una entidad pública sin fines de lucro, el costo económico e inversión realizados en la implementación del proyecto presentado en este documento no se verá reflejado en la retribución de un beneficio económico sino más bien en varios beneficios de servicio como: usuarios con redundancia en el servicio de la red inalámbrica para desarrollar sus actividades, tareas e investigación; políticas de ejecución para solucionar problemas de conexión presentados en el menor tiempo posible; manejo de hardware para redundancia; desarrollo de proyectos de investigación dentro del campus y demanda de la red Wireless.

Recomendaciones

- Siendo el acceso a internet un recurso muy necesario para los usuarios de la Universidad Técnica del Norte, es recomendable ejecutar el plan de mejora continua que permitirá al administrador de red mantener un buen servicio de conectividad en toda la institución evitando inconvenientes con los usuarios finales.
- Se recomienda aplicar las políticas establecidas en este proyecto, ya que esto ayudará al administrador tener un formato, control y gestión de todas las configuraciones de los equipos de la red inalámbrica, que permitirá un mayor entendimiento para futuros administradores.
- Es recomendable la socialización de las políticas de los usuarios para crear conciencia en el uso de la red inalámbrica, de esta manera evitar la saturación de la red, lo cual ayudaría a mantener un buen servicio de conectividad y movilidad dentro del campus universitario.
- Para mantener el correcto funcionamiento de la red inalámbrica es necesario realizar un mantenimiento preventivo por lo menos cada seis meses, el cual muestre el estado actual tanto del hardware como software de cada uno de los equipos Wireless.

- Todo problema debe ser solucionado de manera inmediata ya que la red inalámbrica es un recurso necesario para todos los usuarios de la Universidad Técnica del Norte, por lo que se recomienda usar el plan de mantenimiento correctivo con el que se pretende sirva de ayuda en casos simples de solucionar.

Referencias Bibliográficas

- Arraño Scharager, H., & Azurdia Meza, C. (2014). OFDM: HOY Y EN EL FUTURO DE LAS COMUNICACIONES. XV CONGRESO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES SENACITEL, 5.
- Balado, E. S. (2005). Estrategia para la implementación de nuevas tecnologías en PYMES. Barcelona: Ideas Propias .
- Balandra, J. S. (2014). Introducción a la Ingeniería de Telecomunicaciones. Lima: Grupo IDAT.
- Carlos, V. (2014). Sistemas Informáticos y redes locales. Madrid: Paraninfo.
- Cisco. (2012). Cisco Prime Infraestructura 1.2. Cisco Prime Infraestructura 1.2, 7.
- Cisco. (2015). Instalación y Administración de hardware y software. USERSHOP.
- CISCO. (2015). Wireless LAN Controller . CISCO Wireless LAN Controller , 16.
- Cruz Alfredo, M. V. (2008). Ampliación de red inalámbrica de la Universidad Lucerna. Universidad Lucerna, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Mexico. D.F.
- Emilio Pérez Villa, F. N. (2010). Reflexiones para implementar un sistema de gestión de calidad (ISO 9001: 2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria. Bogotá: U. Cooperativa de Colombia.
- EXINDA. (2012). The Exinda 4061. Exinda Networks, 5.
- Gallego, J. C. (2014). FPB- Instalacion y mantenimiento de Redes para Transmisión de datos. Madrid: Editex S. A.
- Gallego, J. C. (s.f.). FPB-Instalación y mantenimiento de redes para transmision de datos. Editex.
- Gómez, J. A. (2011). Identificación de elementos y espacios (Redes locales). Madrid: Editex.
- Gomez, J. A. (2011). Servicio de Red. Mexico: Editex.
- Gonzalez. (17 de Septiembre de 2013). Redes Telemáticas. Obtenido de <http://redestelematicas.com/historia-de-internet-nacimiento-y-evolucion/>

Google. (Abril de 2014). Sites Google. Obtenido de <https://sites.google.com/site/redesbasico150/topologias-de-red/topologias-logicas>

Hacker Friendly. (2008). Redes Inalámbricas en los países en desarrollo. Berlin: Creative Commons.



Hucaby, D. (2014). CCNA Wireless 640-722. Indianapolis: Cisco Press.

Huidobro Moya, M. T. (2010). Manual de Domotica. Madrid, España: Creaciones Copyright.

IEEE. (2015). IEEE. Obtenido de

<http://ewh.ieee.org/sb/peru/lsu/contenido/ieee/estandares.php>

José Miguel Lopez, F. C. (2014). Tecnologías de la información y la Comunicación. Gerona: Grupo Planeta Alvi.

JULIÁ, S. (Agosto de 2015). Gadae Netweb. Obtenido de <http://www.gadae.com/blog/tipos-de-redes-informaticas-topologia/>

Karina Maribel Collaguazo Zambrano

Nació en Antonio Ante – Ecuador el 1 de Septiembre del 1991. Realizó sus estudios primarios en la Escuela “Fe y Alegría”, los estudios secundarios en el Colegio Nacional “Ibarra”. Actualmente es estudiante de Ingeniería Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte. En el 2009 recibió una capacitación de Electrónica Básica, posteriormente el curso de Programación en JAVA en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte.

IMPROVEMENT PLAN CONTINUES BASED ON THE STUDY OF THE CURRENT WIRELESS LOCAL NETWORK (WLAN) OF THE NORTH TECHNICAL UNIVERSITY

Karina Maribel Collaguazo Zambrano

Universidad Técnica del Norte
Avenida 17 de Julio 5-21 Barrio el Olivo

kmcollaguazoz@utn.edu.ec

Abstract. *The objective of this project is solve different problems connectivity (coverage, bandwidth) and mobility that the users have in the Technical of the North University connectivity (coverage, bandwidth) and mobility through the implementation of a cyclical model of continuous improvement plan that optimizes network resources both logically and physically covering all the places of the university.*

It was necessary to determine the factors that caused the deficiency of the wireless network that it was necessary to elaborate the plan of continuous improvement. The main problems are the connectivity, mobility and the demand of users in the different areas of the university.

The new design was developed for the wireless network where the problems were solved by me, whose proposal was exposed and accepted by the DDTI. The University bought new equipment (Wireless Lan Controller and Access Point), which will help in the management and administration of the wireless network. The Wireless Lan Controller will work as the main Core for Wireless administration, and its predecessor equipment is defined as its backup or backup. The Cisco Prime Infrastructure of the cisco brand was also implemented, which will facilitate the tasks of monitoring, control and registration of the equipment of the wireless network of Technical of the North University.

All the equipment was implemented and configured according to the proposed design, we prove the operations such as: density of users, coverage areas, etc. The results were very good compared to the last design, improving accessibility and connectivity for users in different parts of the university.

Finally, rules and policies for implementing the improvement plan were established for both the administrator and the user. This section is important because it will facilitate the work of the technical people when applying a maintenance plan, and / or give the quick solution of a negative event presented with the execution of the corrective plan.

4.Introduction

The technological advancement of data networks and especially wireless technology in recent years has had improvements and a great reception, since users prefer to have portability and mobility without the need for a physical connection.

Currently in the UTN wireless local network students have the need to access the Internet to acquire information, with the increase of them in each of the faculties, one of the problems of the Access Point is the number of users that they can maintain connectivity, limiting the number of devices that require access to the wireless network, likewise the coverage of these is not enough to provide service in all places.

The University does have the administration of the network that meets the needs, but not with the elements that provide access to students and teachers. The increase in the number of users in recent years has meant that the capacity of the access equipment to the wireless network that is currently installed does not satisfy the demand, because each device has a limited number of users.

4.1 General Objective

Design a plan to improve the current Wireless Local Network of the Universidad Técnica del Norte through the analysis of the users' requirement and the capacity of the equipment that allows improving access to the service.

4.2 Specific Objective

- Compile information through research, which supports the project in the area of wireless local networks and the IEEE 802.1x standard to provide the service of access to the network of the UTN.

- Determine the current situation of the distribution of the wireless network performing an analysis that allows to establish the current and future requirements of the UTN

- Develop the design of the improvement plan to establish the relocation of the current equipment and implementation of new equipment with greater support capacity of network users.

- Execute verification tests for the correct functioning of the design of the Wireless Local Network of the Universidad Técnica del Norte.

- Carry out the cost-benefit analysis that allows determining the profitability of the project considering the hardware and software tools.

4.3 Scope

This project focuses on developing an improvement plan for the wireless network of the Technical University of the North, in order to provide greater availability of the network and improve access to it, by users of the institution, through the study of the IEEE 802.11 standard that will be applied for this purpose.

Currently in the Universidad Técnica del Norte there is a deficiency in access to the network since the equipment it has does not cover the capacity to host the number of users requesting access to the wireless local network, which shows the need to analyze the number of Access Points (AP's) and the location of the campus of the university.

An improvement plan of the Wireless Local Network will be developed according to the analysis of the number of users, determining the amount of equipment necessary to cover the requirement of devices that access the UTN network. The analysis of frequency, channels and network points will be carried out in order to establish the appropriate location of each of the AP's in the exterior and interior of the university dependencies.

With this project it is intended to have two different SSID (Teachers and Students), where the first network will have the same characteristic that it currently has as it is the filtering of the MACs of each device, and the second one will allow the authentication through a Radius Server, the same one that will be implemented as another complementary thesis project. The configurations of the equipment for the management of the number of users per AP will be made by using the Wireless Lan Controller Cisco 5508 for the management of the load balancing with respect to the bandwidth which is segmented with the Exinda equipment.

Finally, perform a Cost-Benefit Analysis considering the different tools and software used to design the improvement plan of the Wireless Local Network at the Universidad Técnica del Norte. Taking into account the indicators and important parameters such as: ROI, guarantee access to the network, environmental conditions and maintenance.

4.4 Justification

The Technical University of the North for many years has managed to train students and professionals with a great intellectual capacity and in turn with values of professional ethics, it is for them that the improvement of the UTN network is desired in order to continue or improve the academic development of all the students that are part of this great institution.

This project aims to improve and ensure a good wireless connection inside and outside each of the faculties for people who come to these places such as: authorities, teachers, students and administrative staff so that they can benefit from the use of the network to improve academic development and take advantage of the resources that can provide access to the global data network such as the internet.

Several of the indicators of university accreditation were taken into account to carry out the project. So it is intended to obtain a social, cultural and academic benefit that will be important for the development of students to promote research in different areas.

4.5 Wireless Local Area Network (WLAN)

They are wireless data communication systems that are most often used as an alternative way of wired LAN that cover distances between 10 or 100 meters. One of its main features is the use of radio frequency technology that allows the user greater mobility. That is why it is one of the most used networks in different institutions or even in the homes themselves, in the same way for cost, easy installation and flexible configuration. The main design philosophy of WLANs is to provide connectivity and access to traditional wired networks, such as being one of the extensions, but with the flexibility and mobility that wireless communication offers. The figure shows a wired network system to which a WLAN system has been added. Most mobile terminals have similar access to computers that are physically connected, via cable through access points and through their WLAN cards. (Miranda, 2014)

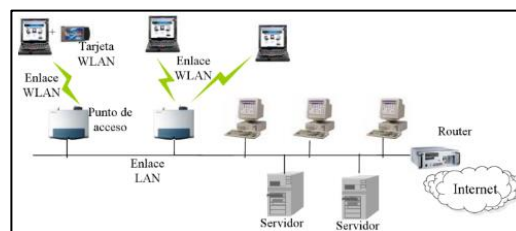


Figura 1. LAN structure with WLAN links

Fuente: Sallent. (2003). Obtenido de: *Principios de Comunicación móviles.*

4.6 IEEE 802.11 Wireless networks

The IEEE 802.11 standard defines the use of two lower levels of the OSI architecture, which are the physical layer and the data link layer, where the different standards of

operation or connectivity of a WLAN or wireless local area networks are specified. This standard has a radio frequency that was developed by the IEEE, which different operating systems support, as well as laptops, cell phones and different devices of the latest technology that can connect to wireless networks.

- **IEEE 802.11a Standard.-** The main feature is the speed it can reach is 54 Mbps, since it uses OFDM with 52 subcarriers. This standard operates in the 5 GHz band, has 12 non-overlapping channels, 8 for wireless networks and 4 for point connections. Computers that have the 802.11b or 802.11g standards are incompatible, unless they have equipment that can increase both standards.
- **IEEE 802.11b Standard.-** This standard is one of the most used by different devices, the transmission speed reaches up to 11 Mbps since it uses DSSS modulation in the link layer and CCK in the physical layer. The frequency layer where it operates is 2.4 GHz. It has some problems since it uses a frequency of regulation, since it could cause interference with microwave ovens, cell phones and other devices that work on the same frequency. (Gomez, 2011)
- **IEEE 802.11e Standard.-** In this standard it supports real-time traffic in different environments and situations. The main objective is to introduce new mechanisms at the MAC layer level to support real-time service to avoid transmission delay in VoIP applications and multimedia streaming in order to guarantee QoS.
- **IEEE 802.11g Standard.-** It guarantees compatibility with devices that use IEEE 802.11b and IEEE 802.11a whose speed reaches up to 54 Mbps. The frequency band in which it works is 2.4 GHz with DSSS and OFDM modulations and with CCK scheme.
- **IEEE 802.11h.-** It is compatible with the 802.11a standard because it enforces the European regulations for WLAN that uses the 5 GHz frequency band where the products are required to control the transmission power and dynamic frequency selection. (Pellejero, 2015)

4.7 WLC (Wireless LAN Controller)

It is a team that offers a unique solution when configuring, managing and supporting corporate wireless networks, regardless of their location or the size of the equipment. A WLC offers a graphical interface for the administrator where a good amount of information is presented, including a front view of the controller where the status of each physical port can be observed and much more information. Some important functions that they possess are (CISCO, 2015):

- **Service Ports:** used for administration or console

- **Management interface:** this interface is used to manage the band and provide connectivity of network devices. Puertos del sistema de distribución: se usa para conectar el WLC a un conmutador de red.
- **AP-manager interface:** these are ports used to control and manage all Layer 3 devices. Interfaz virtual: puertos que ayudan a las funciones administrativas de movilidad.
- **Port service interface:** communication of the service port with which it must have an IP address belonging to a different subnet to the AP-manager interface.
- **Dynamic interfaces:** these are the VLAN interfaces that are created by administrators for communication between several VLANs.

4.8 Advantages and Disadvantages of the Use of Wireless Networks

The use of wireless networks may have some benefits for users, but in turn may present some problems. That is why the main advantages offered by wireless networks are studied below.

Advantage

- **Flexibility:** in a coverage area of the wireless network, the nodes or access points can communicate without being directly connected, not half of a cable.
- **It requires very little planning:** since the wired networks must be planned in advance since the physical distribution is done when the building is under construction, instead with wireless networks the only concern is that the offices or building are within the coverage area of the network.
- **Robustness:** this refers to unexpected events such as those that may be inherent to nature or due to the user's mistake, in most of these cases when the network is wireless, it may have some drawbacks or the network may become unusable, which in networks Wireless can withstand any type of unexpected event. (Varela, 2002)

Advantage

- **Interferences:** they are almost always produced by wireless phones, other wireless networks and even equipment connected to the same network that operate on the same frequency.
- **Speed:** the speeds in wired networks can reach up to 100 Mbps, while in wireless networks they only reach up to 54 Mbps
- **Security:** in wireless networks it is not totally safe since the means of transmission is air and this can be intercepted by malicious people (Sánchez, 2004)

5. Project Phases

5.1 Levantamiento de Información

The information was collected to get an idea of the state of the network, the number of wireless devices it has and in the same way the number of users accessing it through these data was conducted a study to improve and avoid some type of conflict or discomfort for users of wireless networks.

The Technical University of the North has several university campuses distributed in different points of the City of Ibarra, such as:

- College
- The Pradera
- Old Hospital
- The stadium
- 17 de Julio.

In each campus has its own wireless network that were designed by a previous study, with the exception of the campus July 17 because the design presented has only been evolving so the study will be based mainly on this campus, due to the following reasons:

- It is an old network not so suitable for existing users.
- The wireless network controller only performs administration within this campus

The campus July 17 has 53 APs for the wireless network between internal and external that are distributed in the different units. Whose quantity according to the model are:

- Model AIR CAP1602E-A-K9 has 5.
- Model AIR LAP1262N-A-K9 has 37.
- Model AIR CAP 1310G has 16

5.2 Determination of Requirements

- **Redundancy in the centralized management of the PAs.** - The study of the current situation shows that there is only one team for the administration of the Access Points of the wireless network, evidencing that there is no equipment that performs a redundancy. It is proposed to acquire another equipment, so that it can be configured and maintain a redundancy that turns out to be important for the administration of the wireless network of the University campus. In the same way, it is necessary a team that allows the monitoring of the equipment and Cisco Access Point, and thus obtain daily information of each device that is inside the wireless network.
- **Redesign of the location of the PAs.** - The study carried out with the amount of Access Point distributed in the different dependencies. It is evident that the amount of Access Point is not

enough to cover the density of users of the wireless network of the Casona Universitaria. It is necessary to acquire new Access Point and distribute so that the signal issued covers the different areas. Therefore it is recommended to place three Access Points in each floor of the different dependencies mainly in the classroom sectors, since they are considered as areas that contain a high level of users. In other cases, only one to two Access Points will be placed according to the sector.

- **Redistribution of SSID on the PAs.** - Through the previous study it was evidenced that the distribution of SSID requires some changes, which allows having access to the users according to the dependency in which they need to access the wireless network. As, for example, in buildings where there is a classroom for students, it is necessary for students and teachers to gain access. There are buildings where there are administrative staff and other places where events of all kinds are held, so different SSIDs are required for each one respectively. It is therefore necessary an adequate distribution in each of the buildings taking into account the activities and the type of user who need access to the wireless network.
- **Management of throughput by SSID.** - By means of the study of the bandwidth it was evidenced that the distribution is the suitable one for the wireless network, since there is no waste of the resource achieving the optimization of the same one. Over the years, the bandwidth will increase, helping to improve navigation for the users of these networks.
- **Distribution of frequency channels.** - With the study of the wireless network the distribution of the channels that is issued by each of the Access Points both indoor and outdoor is also evident. Which helped to show that the distribution is correct and adequate, since there is no overlap of channels or interference of them. With a new design where Access Points is increased, a distribution is necessary to avoid any problem that affects the wireless network and especially the users of it. The settings for the channels of each Access Point are made directly in the Wireless LAN Controller.

5.3 Establishment of rules for the use and control of the wireless network

In this phase, the different policies that help maintain order are determined, and in the same way, users maintain a correct use of the wireless network, avoiding any waste of resources.

5.4 Preparation of the Continuous Improvement Plan

The continuous improvement plan is a tool that helps to optimize a service according to the needs of a company. The words continuous improvement, they are understood as

"improve tomorrow what you can improve today, but improve every day". The results are reflected with the passage of time by those that are progressive processes that do not allow to go back so it fulfills its main objective, which is total quality.

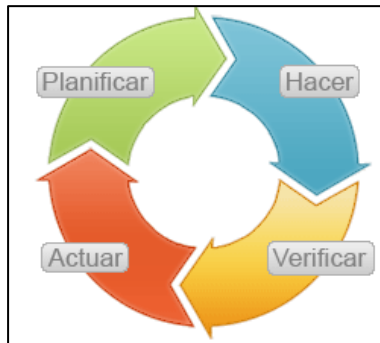


Figura 2. Círculo del Deming

Fuente: Emilio Pérez (2010). Obtenido: *Reflexiones para implementar un sistema de gestión de calidad (ISO 9001: 2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria.*

- **Planning.**- The requirements established above allowed observing the true state of the wireless network, declaring one of the main problems coverage, which shows that users do not have the freedom to move around the university house without losing access to the network . In order to solve this problem we propose the relocation of the APs and the increase of new APs to obtain a design that meets all the requirements previously listed.
- **Do.** - When the proposal for the design is presented, the necessary equipment is obtained, taking into account the requirements and the need in each one of the university dependencies. And to relocate the old APs in places that do not have a lot of users, since their features are somewhat limited but I can use them without any problems. And in the same way the configuration of WLC, CPI and Access Points.
- **Check.** - To obtain results of the design implementation and verify the results, several tests are carried out to help verify that the entire design was executed in its entirety and obtaining good data.
- **Act.** - Previously, there were no regulations for the wireless network, which made it essential for the new design to establish them for the administrators, who provide control and maintenance that avoids wasting the resource. As for users, providing standards that allow access to the network to be improved according to the privilege it has (teachers, administrators and students). Achieving better quality and access within the university campus.

5.5 Cost-Benefit Analysis

Universidad Técnica del Norte is a non-profit institution, you can not perform a cost-benefit calculation that gives us a value to know if this project is reliable. But reference was made to the cost of an Institution paid to extract the value that resulted in reference.

That is why being an unpaid institution this value would be the benefit for each student, teacher and administrative acquiring this service for free. Since the use of wireless networks is currently considered as a primary tool that helps both students and teachers, thus improving the quality of learning for students, for researchers. At the same time, allowing the Technical University of the North to remain one of the best in the North of the country, both in education and in the administration of the same.

Conclusions

- The compilation of information made in this document allowed to define the basic parameters and necessary conditions that I imply for the establishment of the continuous improvement plan for the wireless network; and that additionally; It was adapted to the infrastructure conditions that UTN.
- The implemented methodology allows maintaining a hierarchical order in the execution of its processes, which facilitates the work of the responsible personnel, since the variety of technical parameters in which it must be addressed allows to determine and solve any problem presented.
- When acquiring a new high-performance equipment (WLC), it was configured to obtain network redundancy, being one of the most important improvements within this implemented design.
- The implementation of the design of the improvement plan presented has positive results as: users with total connectivity to the network and mobility within the university campus July 17, detection and quick solution to problems presented in hardware or software of the Wireless network, assignment and sizing of bandwidth required for each team thanks to the inclusion of previous research projects presented at the Technical University of the North and that are in force.
- The Technical University of the North being a non-profit public entity, the economic cost and investment made in the implementation of the project presented in this document will not be reflected in the payment of an economic benefit but rather in several service benefits as: users with redundancy in the wireless network service to develop their activities, tasks and research; execution policies to solve connection problems

presented in the shortest possible time; hardware management for redundancy; development of research projects within the campus and demand of the Wireless network.

Recommendations

- Since access to the Internet is a very necessary resource for users of the Universidad Técnica del Norte, it is advisable to execute the continuous improvement plan that will allow the network administrator to maintain a good connectivity service throughout the institution avoiding inconveniences with the end users.
- It is recommended to apply the policies established in this project, as this will help the administrator to have a format, control and management of all the configurations of the wireless network equipment, which will allow a greater understanding for future administrators.
- It is advisable to socialize the policies of the users to create awareness in the use of the wireless network, in this way to avoid the saturation of the network, which would help to maintain a good service of connectivity and mobility within the university campus.
- To maintain the correct functioning of the wireless network, it is necessary to perform preventive maintenance at least every six months, which shows the current status of both the hardware and software of each of the Wireless devices.
All problems must be solved immediately since the wireless network is a necessary resource for all users of the Technical University of the North, so it is recommended to use the corrective maintenance plan with which it is intended to help in cases Simple to solve.

Bibliographic references

- Arraño Scharager, H., & Azurdia Meza, C. (2014). OFDM: TODAY AND IN THE FUTURE OF COMMUNICATIONS. XV INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION CONGRESS SENACITEL, 5.
- Balado, E. S. (2005). Strategy for the implementation of our technologies in SMEs. Barcelona: Own Ideas.
- Balandra, J. S. (2014). Introduction to Telecommunications Engineering. Lima: IDAT Group.
- Carlos, V. (2014). Computer systems and local networks. Madrid: Auditorium.
- Cisco. (2012). Cisco Prime Infrastructure 1.2. Cisco Prime Infrastructure 1.2, 7.
- Cisco. (2015). Installation and Administration of hardware and software. USERSHOP.
- CISCO. (2015). Wireless LAN Controller. CISCO Wireless LAN Controller, 16.
- Cruz Alfredo, M. V. (2008). Extension of wireless network of Lucerna University. Lucerna University, Higher School of Mechanical and Electrical Engineering, Mexico. D.F.
- Emilio Pérez Villa, F. N. (2010). Reflections to implement a quality management system (ISO 9001: 2000) in cooperatives and solidarity economy companies. Bogotá: U. Cooperativa de Colombia.
- EXINDA. (2012). The Exinda 4061. Exinda Networks, 5.
- Gallego, J. C. (2014). FPB- Installation and maintenance of networks for data transmission. Madrid: Editex S.A.
- Gallego, J. C. (s.f.). FPB-Installation and maintenance of networks for data transmission. Editex.
- Gómez, J. A. (2011). Identification of elements and spaces (local networks). Madrid: Editex.
- Gomez, J. A. (2011). Network Service. Mexico: Editex.
- Gonzalez. (September 17, 2013). Telematic Networks. Retrieved from <http://redestelematicas.com/historia-de-internet-nacimiento-y-evolucion/>
- Google. (April 2014). Google Sites. Retrieved from <https://sites.google.com/site/redesbasico150/topologias-de-red/logologias-logicas>
- Friendly Hacker (2008). Wireless networks in developing countries. Berlin: Creative Commons.
- Hucaby, D. (2014). CCNA Wireless 640-722. Indianapolis: Cisco Press.
- Huidobro Moya, M. T. (2010). Domotica Manual. Madrid, Spain: Creations Copyright.
- IEEE. (2015). IEEE. Retrieved from <http://ewh.ieee.org/sb/peru/lisu/contenido/ieee/estandar es.php>
- José Miguel Lopez, F. C. (2014). Technology of the information and communication. Gerona: Grupo Planeta Alvi.
- JULIÁ, S. (August 2015). Gadae Netweb Retrieved from <http://www.gadae.com/blog/tipos-de-redes-informaticas-topologia/>

Karina Maribel Collaguazo Zambrano



She was born in Antonio Ante - Ecuador on September 1, 1991. She completed her primary studies at the "Fe y Alegría" School, secondary studies at the National School "Ibarra". She is currently a student of Electronic Engineering and Communication Networks at the Universidad Técnica del Norte. In 2009 he received a Basic Electronics training, then the Programming course in JAVA at the facilities of the Universidad Técnica del Norte.