

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA SAN
MARINO DE LA CIUDAD DE QUITO**

**AUTOR:
MOISES WILMER PRUNA PRUNA**

**TUTOR:
LENIN WLADIMIR AUCATOMA GUAMÁN**

Quito, febrero del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Moises Wilmer Pruna Pruna con documentos de identificación N° 1721430740, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA SAN MARINO DE LA CIUDAD DE QUITO”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Moises Wilmer Pruna Pruna

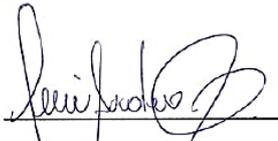
C.I. 1721430740

Quito, febrero 2020

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo Lenin Wladimir Aucatoma Guamán declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, “DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA SAN MARINO” realizado por Moises Wilmer Pruna Pruna, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, febrero 2020



Lenin Wladimir Aucatoma Guamán

CI: 1717985830

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este proyecto técnico a Dios por ser quien me bendijo con la mejor mamá del mundo y poner a cada una de las personas en mi camino que de alguna manera aportaron para que se cumpla una meta más en mi vida.

En segundo lugar, a mi madre por todo el amor y apoyo incondicional que me ha brindado, por luchar a pesar de las adversidades y nunca rendirse, por estar en los momentos más difíciles dándome palabras de aliento para poder seguir avanzando con mis metas y proyectos. A mi hermano quien desde el cielo sé que me guía, me cuida y es gratificante poder cumplir una promesa más que le realice antes de su partida. A mi hijo el cual es uno de los pilares que me hace cada día seguir adelante, esforzándome para que tenga un ejemplo y también llegue a ser un hombre de bien.

En tercer lugar, a mis abuelitos quienes me cuidaron, me guiaron y también me apoyaron desde mi infancia hasta el día de hoy.

En cuarto lugar, a mi familia que aun que no compartamos un buen vinculo se que se alegran y motivan con cada meta que logramos, en especial a mi tío Faby que más que un tío ha sido como un hermano.

En quinto lugar, a mis amigos/as a los que todavía me acompañan y a los que no de igual manera, cada persona llega a nuestras vidas por un propósito ya sea bueno o malo, pero nos ayuda a crecer como persona, por eso en especial a Josselyn Dueñas quien llego a mi vida en los momentos más cruciales brindándome una amistad sincera, demostrándome que la vida es mejor si la sonríes y que mejor es afrontar los problemas con una buena actitud.

Moises Wilmer Pruna Pruna

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme una educación de calidad gracias a los profesionales que la conforman, impartiendo sus conocimientos a plenitud. A la Unidad Educativa San Marino quienes me recibieron para poder llevar este proyecto a cabo, en especial a la señora rectora Fabiola Panchi quien me ha brindado su confianza para seguir con mis proyectos en beneficio de la educación.

Agradezco al Ing. Lenin Aucatoma por ser parte de este proceso y por la oportunidad que tuve de recibir sus conocimientos, son pocos los profesores que te preparan para la vida por eso muchas gracias.

Moises Wilmer Pruna Pruna

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	ii
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO 1.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivo Específicos	2
CAPÍTULO 2.....	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1 DISEÑO DE 3 CAPAS	3
2.2 DISEÑO JERÁRQUICO	3
2.3 CALIDAD DE SERVICIO	3
2.4 METODOLOGÍA PPDIOO	3
2.5 DIRECCIONAMIENTO IPV4	3
2.6 DIRECCIONAMIENTO IPV6	4
2.7 SITE SURVEY.....	4
2.8 LISTAS DE CONTROL DE ACCESO ACL	4
2.9 CABLEADO ESTRUCTURADO	4
CAPÍTULO 3.....	5
LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE Y DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS	5
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN DE LA UNIDAD EDUCATIVA.....	5

3.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE USUARIOS DE LA RED	5
3.3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED WLAN	6
3.4 MAPAS DE CALOR	6
3.5 WIFI OVERVIEW 360	8
3.6 TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED LAN.....	8
3.6.1 Red actual	8
3.6.2 Cantidad de Access point.....	9
3.6.3 Identificación de Racks.....	10
3.6.4 Cantidad de equipos.....	10
3.7 DIRECCIONAMIENTO IPV4	11
3.8 TRÁFICO DE LA RED LAN	11
3.9 TRÁFICO DE LA RED WLAN	13
3.10 SEGURIDAD	14
3.11 APLICACIONES	14
3.12 DISEÑO DE RED DE CAMPUS	14
3.12.1 Metodología	14
3.13 PREPARAR Y PLANIFICAR.....	15
3.14 DISEÑO LÓGICO	16
3.15 NÚCLEO COLAPSADO.....	16
3.16 PARTE LÓGICA WLAN	17
3.16.1 Dimensionamientos de usuarios WLAN	17
3.16.2 Número de Access Point.....	17
3.16.3 Vlan´s en la red WLAN	19
3.17 PARTE FÍSICA WLAN.....	19
3.17.1 Selección de equipos para la red WLAN.....	19
3.17.2 Ubicación de Equipos para la red WLAN	20
3.18 PARTE LÓGICA DE LA RED LAN	21
3.18.1 Dimensionamiento de usuarios de la red LAN.....	21
3.18.2 Red LAN de área local virtual	22
3.19 PARTE FÍSICA DE LA RED LAN.....	23
3.19.1 Equipo núcleo colapsado	24
3.19.2 Equipo de acceso	25
3.20 DIRECCIONAMIENTO IPV4 LAN Y WLAN	25
3.21 TOPOLOGÍA DE LA RED	26
3.22 DISEÑO DE CABLEADO ESTRUCTURADO	26

3.23 BACKBONE VERTICAL	27
3.24 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	28
3.25 CUARTO DE EQUIPOS	29
3.26 ÁREA DE TRABAJO	30
3.27 DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPO ACTIVO EN CUARTO DE TELECOMUNICACIONES Y DE EQUIPOS	30
3.28 EQUIPAMIENTO	30
3.28.1 Equipamiento del cuarto de telecomunicaciones.....	30
3.28.2 Equipamiento del cuarto de equipos en el bloque de administración.....	31
3.28.3 Equipamiento del cuarto de equipos en el bloque de básica-bachillerato	31
3.28.4 Equipamiento de rack de pared para laboratorios de informática	32
3.29 BACKBONE VERTICAL	33
3.29.1 Extensión del cableado backbone vertical	33
3.29.2 Extensión de la bandeja perforada backbone vertical.....	34
3.30 BACKBONE HORIZONTAL	34
3.30.1 Extensión del cableado backbone horizontal.....	34
3.30.2 Extensión de la tubería conduit para backbone horizontal	36
3.31 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS EN EL SOFTWARE PACKET TRACER	37
3.31.1 Simulación packet tracer.....	37
3.31.2 Configuración básica y administración remota.....	38
3.31.3 Configuración del protocolo VTP	38
3.31.4 Configuración de VLAN's.....	39
3.31.5 Asignación dinámica de IP's con el protocolo DHCP.....	40
3.31.6 Seguridad para la red.....	40
3.31.7 Servidores FTP	41
3.31.8 Ethernet Channel.....	42
3.31.9 Modo acceso.....	42
CAPÍTULO 4.....	44
SIMULACIÓN DE LA RED DE CAMPUS Y ANÁLISIS DE COSTOS	44
4.1 SIMULACIÓN DE DESEMPEÑO DE LA RED LAN Y WLAN EN EL SOFTWARE RIVERBED MODELER	44
4.2 DELAY DE RED ACTUAL COMPARADA CON LA RED DISEÑADA ...	45
4.3 THROUGHPUT GENERADO POR LA RED	46

4.4 COMPARACIÓN TRÁFICO GENERADO POR UN USUARIO USANDO UNA APLICACIÓN HTTP Y VERIFICANDO LAS PÉRDIDAS DE PAQUETES CON ESTE PROTOCOLO.....	47
4.5 QOS DETERMINADA PARA LA RED DISEÑADA	48
4.6 ANÁLISIS DE COSTOS	49
4.6.1 Inversión	49
4.6.2 Inversión total	51
4.6.3 Análisis de ingresos y egresos	51
4.6.4 VAN.....	52
4.6.5 Periodo de recuperación.....	53
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1. Áreas de la Unidad Educativa San Marino.....	5
Figura 3. 2. Intensidad de señal inalámbrica bloque de administración.	6
Figura 3. 3. Intensidad de señal bloque aulas.	7
Figura 3. 4. Verificación de canales de la red SAN MARINO bloque administración.	8
Figura 3. 5. Red actual de la Unidad Educativa San Marino.	9
Figura 3. 6. Dispositivo AP para el acceso a la red Lab. Informática.	10
Figura 3. 7 Captura de tráfico en la red WLAN SAN MARINO	12
Figura 3. 8. Captura de tráfico en la red WLAN SAN MARINO.	13
Figura 3. 9. Fases de la metodología PPDIOO.	15
Figura 3. 10 Equipos activos Access point	20
Figura 3. 11. Diagrama de Gartner en la infraestructura de acceso y cableado	23
Figura 3. 12. Topología de la red diseñada en la Unidad Educativa San Marino	26
Figura 3. 13. Esquema del cuarto de telecomunicaciones.	29
Figura 3. 14. Diagrama acerca del cuarto de telecomunicación y equipos.	30
Figura 3. 15. Topología realizada en el software packet tracer.....	37
Figura 3. 16. Configuración inicial del SW3.	38
Figura 3. 17. Configuración del protocolo VTP para el SW3.....	38
Figura 3. 18. Configuración de ID para las VLAN's.....	39
Figura 3. 19. Direccionamiento de VLAN's.....	39
Figura 3. 20. Asignación de IP mediante protocolo DHCP.	40
Figura 3. 21. Configuración de ACL's.	40
Figura 3. 22. Configuración de port-Security en switch capa 2.....	41
Figura 3. 23. Servidor FTP.	42
Figura 3. 24. Configuración de característica de Ethernet Channel.....	42
Figura 3. 25. Configuración del SW2 VLAN's en modo acceso.....	43
Figura 4. 26. Topología de la red LAN.....	44
Figura 4. 27. Dalay de la red LAN.....	45
Figura 4. 28. Dalay de la red WLAN.....	46
Figura 4. 29. Throughput de la red WLAN.....	47
Figura 4. 30. Perdida de paquetes en la red usando el protocolo HTTP.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1. Colores característicos de la intensidad de la señal en los Access point.....	7
Tabla 3. 2. Access Point.....	10
Tabla 3. 3. Puertos del router principal.....	11
Tabla 3. 4. Direccionamiento de la institución.....	11
Tabla 3. 5. Usuarios de la red WLAN de la institución.....	17
Tabla 3. 6. Ancho de banda que utiliza por cada aplicación.....	18
Tabla 3. 7. Identificación de Vlan´s.....	19
Tabla 3. 8. Access point dispuestos para la institución distribuido por bloques.....	21
Tabla 3. 9. Dimensionamiento por áreas de la de la red LAN.....	22
Tabla 3. 10. Proyección de puntos de datos en la red.....	22
Tabla 3. 11. Vlan´s para la red LAN.....	23
Tabla 3. 12. Dispositivo activo de núcleo colapsado.....	24
Tabla 3. 13. Direccionamiento IPV4 para la Unidad Educativa San Marino.....	26
Tabla 3. 14. Características del backbone vertical.....	27
Tabla 3. 15. Tipo de fibra óptica.....	28
Tabla 3. 16. Tamaños característicos de los cuartos de telecomunicaciones.....	28
Tabla 3. 17. Equipamiento detallado del cuarto de telecomunicaciones.....	31
Tabla 3. 18. Equipamiento detallado del cuarto de equipos administración.....	31
Tabla 3. 19. Equipamiento detallado del cuarto de equipos Segunda planta básica- bachillerato.....	32
Tabla 3. 20. Equipamiento detallado del cuarto de equipos Tercera planta básica- bachillerato.....	32
Tabla 3. 21. Equipamiento detallado del cuarto de equipos rack laboratorio 2.....	32
Tabla 3. 22. Equipamiento detallado del cuarto de equipos rack laboratorio 3.....	33
Tabla 3. 23. Extensión en metros del enlace óptico.....	33
Tabla 3. 24. Recorrido en metros de la bandeja metálica perforada.....	34
Tabla 3. 25 Longitud de metros del cableado de cobre.....	35
Tabla 3. 26 Ejemplo de mediciones de un espacio de administración en la Institución.....	35
Tabla 3. 27 Tubería Conduit 3/4.....	36
Tabla 3. 28. Cantidad en metros de la tubería interna para el despliegue del cableado.....	37
Tabla 4. 29. Valor de inversión de los dispositivos activos y pasivos.....	50
Tabla 4. 30. Inversión para la mano de obra para los Ingenieros y técnicos especializados..	51
Tabla 4. 31. Costo total de inversión por parte de la Unidad Educativa.....	51
Tabla 4. 32. Información de estimación de ingresos y egresos.....	52
Tabla 4. 33 Flujo de ingresos y egresos anuales.....	52

RESUMEN

Hoy en día para las unidades educativas mantener una red bien estructurada y elaborada de manera profesional, no es un privilegio sino una necesidad. Adicionalmente El presente proyecto responde al “Diseño de la Red de Campus para la Unidad Educativa San Marino”, un establecimiento ubicado en el sur de Quito con una trayectoria de 13 años al servicio de la educación en niveles de inicial, primaria, secundaria y bachillerato. El plan inicia con el levantamiento de información para saber el estado actual de la red y los equipos utilizados por los usuarios para determinar los requerimientos de implementación en el diseño de una manera técnica y profesional. Una vez recopilada la información de la unidad educativa se realizan los cálculos pertinentes para la arquitectura presentando la distribución física y lógica del diseño de red basándose en los estándares vigentes de cableado estructurado y Wifi, que especifican los requerimientos mínimos que se deben cumplir para dicho diseño. Se realizan pruebas en el ambiente de simulación en Cisco Packet Tracer para verificar la correcta conectividad de los equipos implementados, satisfaciendo las necesidades de navegación y comunicación de los usuarios. Teniendo un resultado exitoso en todas las pruebas y análisis se determina que es un diseño de red adaptable, segura, escalable y que ayuda a optimizar tiempos y recursos en la logística de comunicación de la Unidad Educativa San Marino.

ABSTRACT

Nowadays, for educational units, maintaining a well-structured and professionally developed network is not a privilege but a necessity. In addition, this project responds to the "Design of the Campus Network for the San Marino Educational Unit", an establishment located in the south of Quito with a 13-year career serving education at initial, primary, secondary and secondary levels. baccalaureate. The plan begins with the gathering of information to know the current state of the network and the equipment used by users to determine the requirements for implementation in the design in a technical and professional manner. Once the information of the educational unit has been collected, the pertinent calculations for the architecture will be carried out, presenting the physical and logical distribution of the design of red specified in the same structured cabling and Wi-Fi, that specifies the specific requirements that must be met for said design. Perform tests in the simulation environment in Cisco Packet Tracer to verify the correct connectivity of the implemented equipment, satisfying the navigation and communication needs of the users. Having a successful result in all tests and analyzes, it is determined that it is an adaptable, secure, scalable network design and that helps optimize time and resources in the communication logistics of the San Marino Educational Unit.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad dentro del establecimiento esta implementada una red de servicio básico de internet, la cual no cumple de una manera eficiente con los requerimientos para poder llevar a cabo una buena comunicación tecnológica entre docentes, estudiantes y parte administrativa.

Para emprender la implementación de una red profesional que ayude con las mejoras de la logística de comunicación, se ha optado por iniciar con el diseño de la red de campus para el cual se ha considerado el siguiente esquema capitular:

Capítulo 1: En este capítulo se detalla los objetivos generales y específicos a los que se desea llegar, de igual manera se indicará la problemática con su respectiva justificación y solución.

Capítulo 2: En este capítulo se analiza y se levantará información de la situación actual de la infraestructura de red, equipamiento, requerimiento y aplicaciones necesarias de la Unidad Educativa San Marino.

Capítulo 3: Con los datos obtenidos se diseña la red de campus LAN y WLAN para establecer una correcta ejecución de la calidad de servicio como Datos a los usuarios, voz, video e Internet. La red inalámbrica ayuda a mejorar la movilidad y optimizar recursos llegando así a tener un servicio eficaz para la comunidad de la Unidad Educativa San Marino.

Capítulo 4: Se simula la red para verificar si la calidad de servicio como datos a los usuarios, voz, video e Internet de la red no está presentando problemas y está cumpliendo con los requisitos propuestos que sea, eficaz, eficiente y escalable para que los usuarios mantengan una excelente experiencia al momento de mantener la comunicación.

Capítulo 5: Se analiza el presupuesto económico que tendría que asumir la Unidad Educativa San Marino para futura implementación del diseño red de camp

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad Educativa San Marino es un establecimiento en constante desarrollo y no posee una adecuada gestión informática y tecnológica para el servicio que brinda en la educación inicial primaria y secundaria, el sitio en el que está ubicada tiene dos estructuras de dos plantas cada una, divididas para la cantidad de estudiantes y personal docente y administrativo con los que cuenta dicha institución en la actualidad. En este sentido se determinó que dicho establecimiento no cumple con provisión de servicios de red adecuada para satisfacer las necesidades de todo su personal, es decir que no cuenta con redes de área local que estén conectadas entre sí y que utilicen tecnología actualizada que ayude a cumplir las labores que cada usuario realiza dentro del colegio. En la Unidad Educativa tampoco existe una arquitectura de red con procedimientos y principios, por lo cual las gestiones académicas que realizan dentro del establecimiento respecto a la tecnología y comunicación no son eficientes.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Unidad Educativa San Marino ubicada al sur de Quito además de formar estudiantes con excelencia académica, posee niños, niñas y jóvenes con formación humanística y tecnológica que ayude al crecimiento personal y profesional.

La educación inicial, primaria y secundaria del establecimiento responde a cumplir o satisfacer necesidades específicas respecto al conocimiento, métodos de aprendizaje y bases de las competencias profesionales de acuerdo con las expectativas del estudiante. Con el fin de satisfacer las necesidades digitales de la Unidad Educativa y mejorar el acceso a tecnologías de vanguardia, se desarrollará un diseño de red con arquitectura jerárquica empresarial de Cisco, es decir que contará con escalabilidad y flexibilidad en la red, dado que, al ser un campus con un crecimiento exponencial, requerirá de modificaciones de acuerdo con las insuficiencias que surjan.

Existen un sin número de ventajas en la implementación de esta red de campus en la institución tales como: Administración y uso sencillo, Aumento de la productividad

gracias a un acceso a red seguro e independiente de la ubicación, Implementación rentable, diseño flexible y tolerante a fallos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una red de campus para la Unidad Educativa San Marino, para la ampliación de la cobertura y mejorar la calidad de servicio de datos a los usuarios, voz, video e Internet.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Analizar la situación actual de la infraestructura de Red para la identificación de las condiciones iniciales de la red de diseño.
- Diseñar los segmentos de la red de campus de la Unidad Educativa San Marino, para la mejora de los servicios de datos a los usuarios, voz, video e Internet.
- Simular la red propuesta para el análisis de la calidad de servicio de datos a los usuarios, voz, video e internet.
- Analizar la factibilidad económica para una futura implementación de la red de campus propuesta

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 DISEÑO DE 3 CAPAS

Para diseños de redes a gran escala, se necesita una capa de distribución exclusiva para servicios que requieran compartir conectividad con los dispositivos de la capa de acceso.(Cisco, 2014)

2.2 DISEÑO JERÁRQUICO

Sirve para desglosar en grupos modulares o capas los diferentes componentes de la red. Este desglose del diseño en capas permite a cada capa implementar funciones específicas, además que es usado como apoyo en el diseño, implementación y mantenimiento de redes escalables y confiables. (Cisco, 2014)

2.3 CALIDAD DE SERVICIO

Es la capacidad de una red para ofrecer un buen servicio además de cumplir con todas las exigencias que el usuario final requiera, cumpliendo con algunas tecnologías que garantizan un correcto funcionamiento de los distintos servicios de una red. (Escalera Fariñas, Infante Abreu, Ampuero, & Rosete Suárez, 2015)

2.4 METODOLOGÍA PPDIOO

Es una metodología utilizada para buscar soluciones mediante diferentes métodos, permitiendo hacer frente a diferentes problemas de distintos orígenes, como beneficio es incrementar disponibilidad, velocidad de acceso, fiabilidad y disminución de costo total al propietario. (Callisaya, 2014)

2.5 DIRECCIONAMIENTO IPV4

El concepto de direccionamiento IPV4 detalla que cuenta con numero binarios con un total de 32 bits y se dividen en tres tipos de direcciones IPV4 como son públicas, privada y especiales o reservadas, están compuestas de dos partes la primera es una ID de red que representa la zona de red donde están los quipos y el ID de host que identifica un equipo un router.(Lacnic, 2018)

2.6 DIRECCIONAMIENTO IPV6

En el diseño de redes es indispensable un buen plan de direccionamiento más aun trabajar con IPV6 debido a que el tamaño cambia de 32 bits a 128 bits además posee un ventaja de mayor privacidad y autenticación, se clasifican en tres tipos de direcciones IPV6 unicast, multicas, anycast, la primera es el tipo de direcciones generales, la segunda son similares a las direcciones multicas de IPV4 y la última se enfoca en un tipo de direcciones que se asignan a grupos específicos. (Rediris, 2011)

2.7 SITE SURVEY

El site survey como meta principal es un estudio de las ondas de radio frecuencia para implementar una red inalámbrica, con la cual se tendrá un panorama para la identificación de áreas a dar cobertura, lugares donde la señal sufre interferencia, análisis de posibles zonas donde ubicar Access Point tomando en cuenta la accesibilidad para la instalación, además se encarga de detectar interferencia que pueden degradar la señal inalámbrica. (Redes de confianza, 2018)

2.8 LISTAS DE CONTROL DE ACCESO ACL

Se enfoca en la seguridad informática dando permisos o privilegios de acceso para cualquier elemento de una red, a su vez permite controlar el flujo de tráfico en los dispositivos configurables.(Elvira Mifsud, 2012)

2.9 CABLEADO ESTRUCTURADO

De manera general al referirse al sistema de cableado estructurado hace referencia a tendido del cableado en interiores ya sea en edición comerciales con el fin de conectar una serie de equipos activos teniendo un propósito de que sea universal en fabricantes estándares entre otros.(Martínez-Rioja, 2016)

CAPÍTULO 3

LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE Y DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS

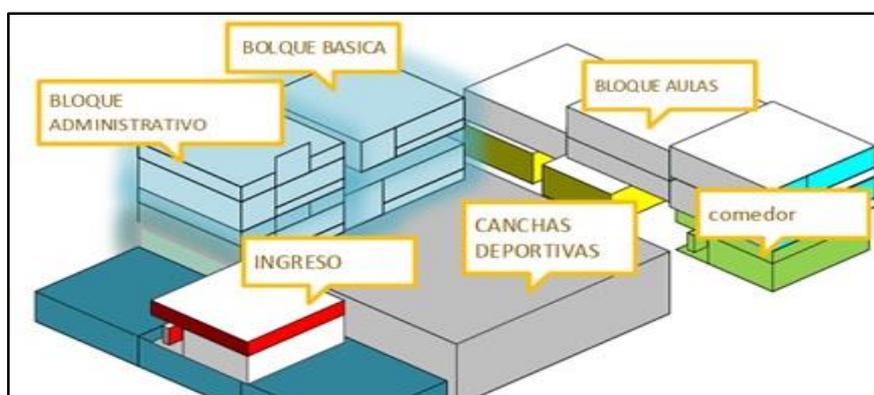
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN DE LA UNIDAD EDUCATIVA

La Unidad Educativa San Marino, es una institución educativa adventista, que permite la formación de estudiantes en los niveles de educación inicial, básica superior, bachillerato, se ubica en la Av. Mariscal Sucre y Tabiázo, Quito, en la locación de Santa Barbara Baja (barrio), delimitación geográfica se presenta en el Anexo 1.

- Planta Administración y aulas Dirección, Aula de Manualidades, Sala de Reuniones, Laboratorios, Rectorado, Contabilidad, Sala de Música, Consejería estudiantil, Primera y segunda Planta.

En la Figura 3.1 se muestra el bloque de administración, bloque de básica, bloque de aulas, comedor y la cancha deportiva multiuso.

Figura 3. 1. Áreas de la Unidad Educativa San Marino.



Áreas y distribución de bloques de la Unidad Educativa San Marino. Elaborado por: Pruna Moises

3.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE USUARIOS DE LA RED

Se determina el número de estudiantes que perteneces a la unidad educativa mediante el listado de los alumnos correspondiente al Anexo 2 mediante el cual se determina un total de 191 estudiantes. Adicionalmente se muestra con detalle la información de usuarios administrativos en el Anexo 3, comprendido entre administrativos, docentes y personal de apoyo, no cuentan con puntos de acceso a la red en las diferentes oficinas,

solo se puede confirmar el uso de Access Point para la conexión de computadoras tanto en el área administrativa, como en el uso de computadoras en el área de informática.

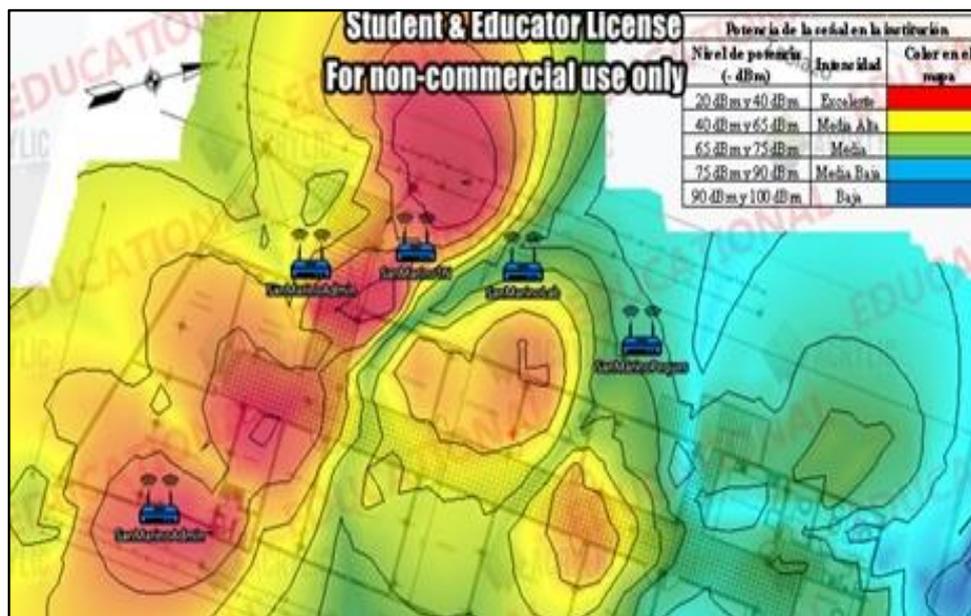
3.3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED WLAN

El estudio técnico de la red WLAN se lo hace mediante un SITE SURVEY de la red.

3.4 MAPAS DE CALOR

Mediante los mapas de calor se puede identificar los puntos donde la señal de los dispositivos es muy baja inferior a los 100 dBm, en este punto se establece que no tiene una señal inalámbrica. Adicionalmente en la Figura 3.2 se muestra el escaneo mediante el software Acrylic Heatmaps obteniendo la intensidad de la señal, los dispositivos de acceso a la red inalámbrica su ubicación dentro del plano diseñado y proximidad uno con el otro.

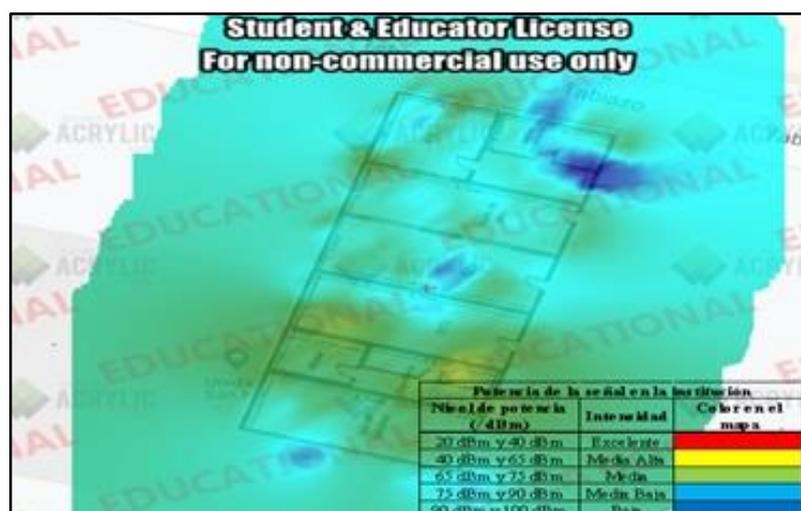
Figura 3. 2. Intensidad de señal inalámbrica bloque de administración.



Site Survey Administración. Elaborado por: Moises Pruna.

Se puede verificar en la Figura 3.3 los mapas de calor de la potencia de la señal de los Access point de los bloques de aulas de básica-bachillerato, teniendo presente que en estos bloques no se encuentra instalada ningún AP, el color predominante es el color azul que se identifica como baja potencia alguna para conexión a la red.

Figura 3. 3. Intensidad de señal bloque aulas.



Site Survey Bloque de Aulas. Elaborado por: Moises Pruna.

En la Tabla 3.1 se especifica los valores de intensidad según los departamentos en los cuales la mayor intensidad de señal va desde los -20 dBm, mejor señal que tiene como objetivo dar servicio de red inalámbrica a la parte administrativa de la institución.

En el caso contrario se observa un valor de intensidad de señal de -100 dBm el cual se presenta señal en niveles muy bajos, haciendo que el servicio de red sea intermitente, existe pérdida de información o simplemente no sea posible la conexión de dispositivos a la red.

Tabla 3. 1. Colores característicos de la intensidad de la señal en los Access point.

Potencia de la señal en la institución		
Nivel de potencia (- dBm)	Intensidad	Color en el mapa
20 dBm y 40 dBm	Excelente	Red
40 dBm y 65 dBm	Medio Alta	Yellow
65 dBm y 75 dBm	Medio	Green
75 dBm y 90 dBm	Medio Baja	Blue
90 dBm y 100 dBm	Baja	Dark Blue

Intensidad de la señal. Elaborado por: Pruna Moises.

Se identifican la intensidad de la señal que se presenta en cada bloque de la institución, en la planta de administración el color predominante es el amarillo pero que esta intensidad se presenta solo en el espacio de administración, en el corredor la señal va de media a baja y el color predominante para los bloques de aulas es de color azul.

3.5 WIFI OVERVIEW 360

Se verifica en el departamento de administración que es el área donde están ubicados los Access point se muestra que la red SAN MARINO está en el canal 3, no existe un mayor solapamiento en la red debido a la mínima cantidad de Access point, pero al aumentar la cantidad esto sería un problema en la red WLAN con un solapamiento en dicho canal.

En la Figura 3.4 se muestra como se sobreponen la intensidad de la señal de la red SAN MARINO, el software Wifi Overview 360 muestra la señal de dos Access point con una potencia de -47 dBm y de -67 dBm, el mismo dependiera de la ubicación del host en el cual se realizo el analisis. Adicionalmente no existe un mayor solapameinto en canales por lo cual para adquirir equipos se recomienda que se adquiriera Access point que tengan un censado de canal automatico en la cual ayudara a que trabajen en canales libres con una mejor experiencia al usuario al acceder a la red, en el Anexo 4 se observan mas detalles de la red inalambrica.

Figura 3. 4. Verificación de canales de la red SAN MARINO bloque administración.



Intensidad de la señal. Elaborado por: Pruna Moises.

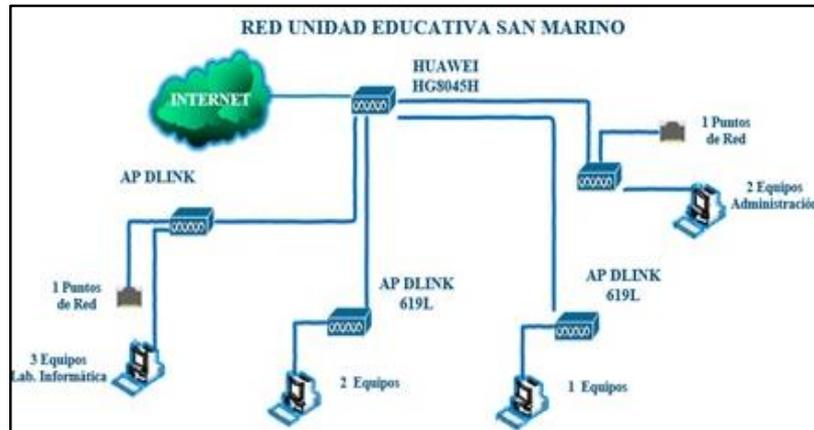
3.6 TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED LAN

3.6.1 Red actual

En el apartado de capa física analizamos los medios de transmisión para el uso de la red se verifica que la institución maneja para la red LAN un cableado de tipo UTP categoría 5e en la mayoría de conexiones, con una topología de su red en forma de

árbol puesto que se presenta desde la conexión del ISP un solo cable de fibra óptica que distribuye sus demás derivaciones que se puede verificar en la Figura 3.5.

Figura 3. 5. Red actual de la Unidad Educativa San Marino.



Situación actual de la red SAN MARINO. Elaborado por: Pruna Moises

Los dispositivos que manejan la institución son computadores de escritorio y pocas computadoras personales aproximadamente 31 dispositivos entre el laboratorio de informática y el personal administrativo que se puede ver a detalle en el Anexo 5.

Se maneja un total de 50 Mbps con un servicio simétrico por parte del proveedor Netlife para toda la institución mediante un modem de la marca HUAWEI HG8045H entregado por la empresa que se encarga de proveer el servicio de internet.

Con la verificación y la inspección de la infraestructura de red actual de la institución se determinó que además de los medios de transmisión no existe un espacio determinado para el departamento de soporte técnico ni personal capacitado en esa área, comprobando así que no hubo un diseño que siga algún tipo de metodología para la implementación de la red actual. Además, que se determina que se deben instalar más puntos de datos a la red LAN y en puntos estratégicos más Access point para cubrir toda la institución y sin problemas de atenuación o con poca cobertura inalámbrica.

3.6.2 Cantidad de Access point

En la red actual existen 4 Access point de la marca D LINK, que se encuentran en uso pero que no se encuentran en puntos estratégicos para dar un correcto servicio a la red

a toda la institución, adicionalmente cuenta con un modem de la marca Huawei que cumple la función de proveedor de servicio, las principales especificaciones del modem se verifican en las siguiente direcciones web (HUAWEI, 2020), Además en la Tabla 3.2. se detalla el nombre del equipo con su serie.

Tabla 3. 2. Access Point.

TIPO DE AP	
Característica	DLINK DIR 619L
Interfaz Ethernet:	10/100BaseT

Cara Access Point HUAWEI HG8045H principal del ISP. Elaborado por: Pruna Moises

3.6.3 Identificación de Racks

En la Institución no se encuentra ubicado un espacio para el uso y administración de equipos de telecomunicaciones, no presenta instalación de racks en ningún espacio.

Adicionalmente el servicio de internet se lo realiza mediante una conexión directa a los Access point, puesto que no se tiene una infraestructura tecnológica para la disposición de la implementación de Switch y racks se verifican en la Figura 3.6

Figura 3. 6. Dispositivo AP para el acceso a la red Lab. Informática.



AP encargado de dar conexión a internet al laboratorio de informática. Elaborado por: Pruna Moises

3.6.4 Cantidad de equipos

En capa 3 como router principal se utiliza un dispositivo AP HUAWEI HG8045H (Modem) de 6 puertos cada uno con su conexión específica que se detalla en la tabla 3.3, el router se encuentra ubicado fuera del edificio de administración, puesto que da servicio de red WLAN para el patio interior de la institución.

Tabla 3. 3. Puertos del router principal.

ROUTER PRINCIPAL ISP MODELO AP HUAWEI HG8045H		
NUMERO DE PUERTOS	ESPECIFICACIÓN O ÁREA	OBSERVACIONES
1	Alimentación	Cable de Fuente de Poder
2	ISP	FO ISP
3	Puerto Ethernet	Dirigido a AP Administracion
4	Puerto Ethernet	Dirigido al AP pasillo
5	Puerto Ethernet	Dirigido al AP Externo
6	Puerto Ethernet	Dirigido AP Lab. Informatica

Numeración de puertos del AP principal del ISP. Elaborado por: Pruna Moises

De los puertos numerados en el puerto 3 se despliega un cable UTP categoría 5e que brinda servicio en forma de árbol partiendo del AP ubicado en laboratorio de informática, y el edificio de las aulas dispuesto para las aulas de la institución no se encuentra ninguna conexión para el uso de la red de la institución.

3.7 DIRECCIONAMIENTO IPV4

Para el uso de la red de internet en los diferentes puntos de acceso de la institución se asignan direcciones dinámicas con una IP privada de Gateway 192.168.0.XX clase C, con lo cual se toman 254 host disponibles para la asignación de direcciones para cada uno de los hosts que se conecten a la red, se verifica en la tabla 3.4

Tabla 3. 4. Direccionamiento de la institución.

TABLA DE DIRECCIONAMIENTO	
ADMINISTRACION	DETALLE
DIRECCION IP	192.168.0.XX
MASCARA	255.255.255.0
GATEWAY	192.168.0.1
DNS	8,8,8,8

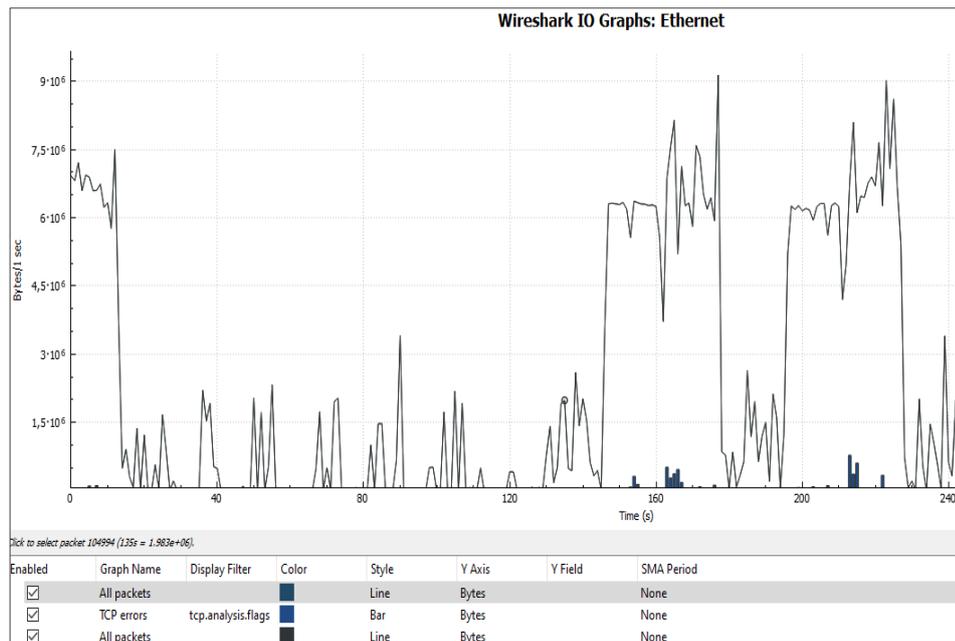
Direccionamiento IP de la institución. Elaborado por: Pruna Moises

3.8 TRÁFICO DE LA RED LAN

Se realizó el monitoreo del tráfico de la red “SAN MARINO” mediante el software Wireshark, durante 5 días a partir de 11 de noviembre de 2019 a 15 de noviembre de 2019 el cual nos presenta entre sus diferentes utilidades la opción de Wireshark I/O Graphs que muestran un esquemático de los paquetes que se transmiten a través de la red inalámbrica.

Para este proceso se debe tomar en cuenta que la red está dispuesta en Estrella extendida, lo conforman varios Access point de la marca DLINK, puesto que no tiene una infraestructura tecnológica con un enlace a dispositivos de distribución en este caso un Switch, se procede a realizar el análisis de tráfico por cada interface del Modem principal AP HUAWEI HG8045H, se verifica en la figura 3.7

Figura 3. 7 Captura de tráfico en la red WLAN SAN MARINO



Análisis de tráfico de la red LAN. Elaborado por: Pruna Moises.

Se debe tomar en cuenta que se realiza el análisis de tráfico de la red LAN en una hora considerada como critica en la cual hay mayor influencia de usuarios en la red y que usen el servicio de internet, por lo que se estableció la hora de análisis en la hora de ingreso del personal administrativo a la hora de 9:30 A.M., en el cual refleja ancho de banda de la salida (WAN) debido a que alumnos docentes generan más tráfico por descargar de archivos, pruebas en línea o navegación por parte del personal administrativo con un resultado de un total de 9 Mbps.

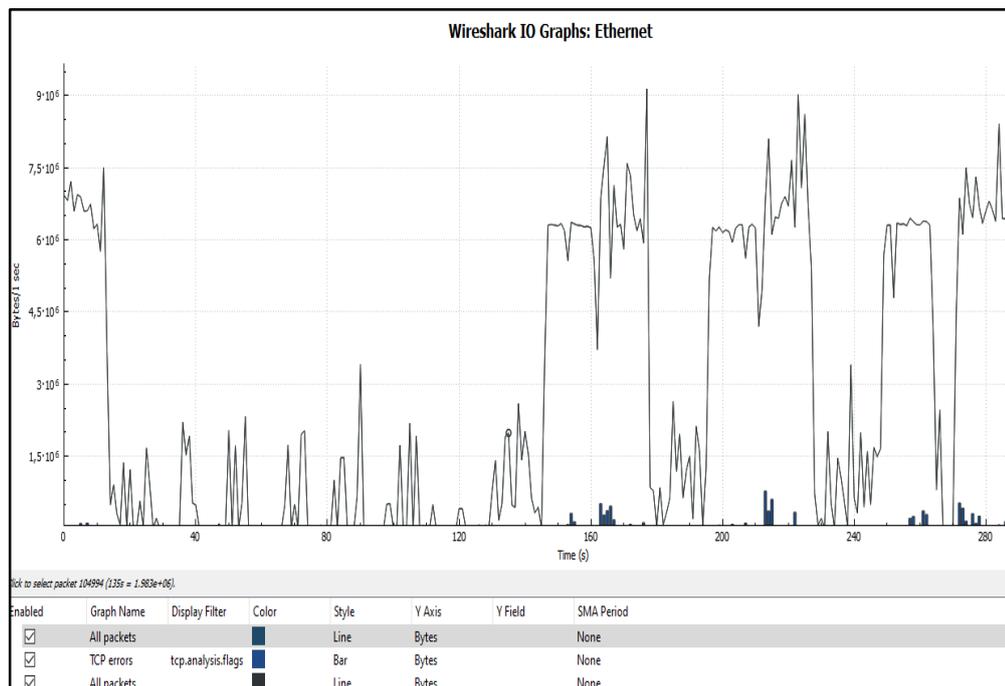
Se verifica que el consumo de 9 Mbps es solo de una interfaz que se encuentra en ese momento en uso, pero que no se toma las demás interfaces por no contar con un dispositivo de distribución se debe toma el valor de cada interface, es decir tomando en cuenta que al momento de realizar el análisis de tráfico están conectadas 12 host

entre personal administrativo y el laboratorio de informática, el valor real sería de 84 Mbps que garantizaran una calidad de servicio para cada enlace desde el modem del ISP, y la institución al contar con un servicio de 50 Mbps podría generar latencia al usar los servicios de la red. Adicionalmente, en el Anexo 6 se detalla la captura de los valores en el rango de los 5 días en que la institución cumple labores administrativas y educativas de manera normal.

3.9 TRÁFICO DE LA RED WLAN

Para el análisis del tráfico de la red WLAN se establece una conexión en la red SAN MARINO, en el cual mediante el monitoreo indica que la hora con mayor influencia a la red es las 10:30 A.M. que es una hora pico ya que se conectan varios usuarios a la red inalámbrica, dando como resultado un aproximado de consumo de ancho de banda de 2,5 Mbps como pico de consumo de los recursos de la red, este valor es solo un solo AP de los 5 que existen en la institución, se verifica en la figura 3.8

Figura 3. 8. Captura de tráfico en la red WLAN SAN MARINO.



Análisis de tráfico de la red WLAN. Elaborado por: Pruna Moises

3.10 SEGURIDAD

En la unidad educativa no tiene incorporado un dispositivo para controlar la seguridad como un firewall, además no posee listas de control de acceso para la restricción de paquetes.

3.11 APLICACIONES

La institución no cuenta con aplicaciones que ayuden a la administración y control de equipos. Adicionalmente carece de algún tipo de servidor para el uso de correo electrónico institucional, tampoco presenta un servidor FTP para la transferencia de archivos.

Al pasar por las diferentes capas registrando cada falacia se verifica que la infraestructura tecnológica, no es la necesaria para cubrir los requerimientos de la institución, es necesario cubrir aspectos como son seguridad, cobertura de red WLAN, implementar dispositivos para administrar la red acorde a las sugerencias de la encargada del soporte técnico en la institución.

3.12 DISEÑO DE RED DE CAMPUS

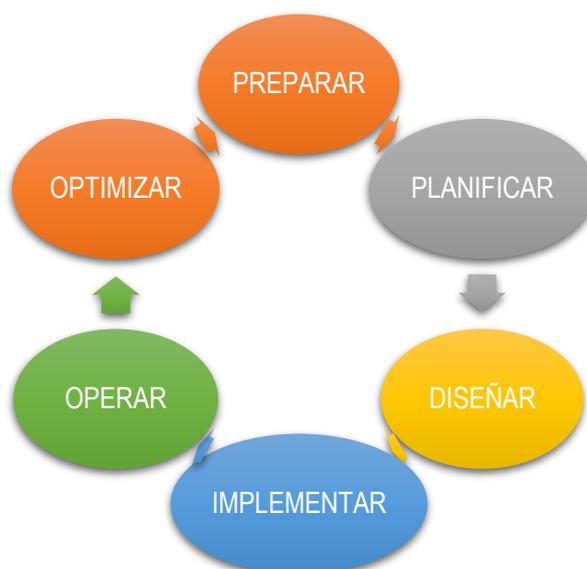
3.12.1 Metodología

Para el apartado del diseño se establece seguir una metodología que establece pasos para proponer una red con diferentes cualidades tanto en escalabilidad, y tolerante a fallos, con este diseño se permite definir la infraestructura tecnológica que cumpla con los requerimientos que se vieron expuestos en el anterior capítulo de levantamiento de información.

Adicionalmente en este tipo de proyectos en particular se lleva a cabo la metodología PPDIOO la cual cumple todos los objetivos para tener un trabajo ordenado, detallado, documentado y a tiempo.

Se detalla en la figura 3.9 se muestra las fases de la metodología escogida para el diseño de la red de campus de la institución San Marino, tomando en cuenta que cada fase se complementa con la anterior, el trabajo final garantizara un proyecto viable y de calidad.

Figura 3. 9. Fases de la metodología PPDIIO.



Fases de metodología PPDIIO. Elaborado por: Pruna Moises.

Al tratarse este proyecto solamente de diseño de la red de Campus, mas no la implementación, se realiza solamente los procesos de: Preparar, Planificar, Diseñar.

3.13 PREPARAR Y PLANIFICAR

Mediante recolección de información en el apartado de levantamiento de información de la institución se da a resaltar las necesidades y problemática, se logra identificar los problemas presentes en la red LAN y WLAN, como son la falta de planeación para la distribución de la infraestructura tecnológica, la carencia de equipos de dispuestos para la gestión de la red, la infraestructura para la movilización del cableado en su mayor parte está deteriorado o en mal estado dando a resaltar los cables fuera de su guía.

Por lo que se propone el uso de una infraestructura tecnológica nueva con equipos activos que sean administrables para la correcta gestión y protección de la red, se propone la instalación de fibra óptica para el cableado de backbone vertical que otorga un largo tiempo de uso de la red garantizando varias ventajas sobre el cableado Categoría 5e instalado en la institución como son las características de mayor tiempo de vida, mayor velocidad y mayor distancia para su distribución dentro de la institución.

Mediante las fases el modelo jerárquico empresarial a seguir se propone diferentes características, equipos, y seguridades para la red a ser diseñada, satisfaciendo las necesidades presentes y cumpliendo con los requerimientos que presentan los usuarios de la red en el caso de estudiantes y docentes usaran servicios como son el uso de internet, correo electrónico, video conferencia, el uso de redes sociales, un servidor para la transferencia de archivos, así los estudiantes y docentes complementaran sus actividades académicas, dando la oportunidad a los estudiantes no solo conocer las nuevas tecnologías en el ámbito de redes, sino ser parte y usar una infraestructura tecnológica apropiada.

3.14 DISEÑO LÓGICO

Establecidas las necesidades de la institución y requerimientos de los usuarios de la red se diseña una red funcional que cumpla con todas las exigencias y garantice características como seguridad, confiabilidad, escalabilidad, disponibilidad.

La red se desplegará desde una de las plantas dispuestas para las aulas en donde se presenta un espacio que cumpla con la normativa para implementar un cuarto de telecomunicaciones, el cableado y cables de energía se distribuye mediante bandejas metálicas perforadas o canaletas metálicas para mayor tiempo de vida del cableado, se dará servicio a los bloques de administración y educación básica, cubrirá áreas como auditorios, comedor e incluso patios exteriores.

3.15 NÚCLEO COLAPSADO

Para reducir costos en adquirir equipamiento se diseña la red con la característica de núcleo colapsado uniendo las dos capas de núcleo y distribución en una sola con un equipo de alta gama que garantiza las funcionalidades optima en la red, además un equipo con la tecnología necesaria y garantizando el acceso a la red.

Para el backbone vertical que conecta la capa de core con el acceso se busca garantizar una red redundante con características de EtherChannel en la parte lógica y con la separación de hilos de fibra óptica en la parte física.

Se establece el uso de un Switch de 24 puertos en el núcleo y distribución, que cumpla con las características de seguridad, heredabilidad, característica de EtherChannel,

gestión y administración de VLAN's, y finalmente la característica de Stack que garantiza su escalabilidad si la institución aumentara su infraestructura tecnológica.

Para el acceso a la red está dispuesto el uso de Switch con 48 puertos, que garantice la administrar y gestionar VLAN's, con características como seguridad, heredabilidad, gestión y administración de VLAN's.

3.16 PARTE LÓGICA WLAN

3.16.1 Dimensionamientos de usuarios WLAN

Se determina el número de host para la red inalámbrica que depende del número de estos usuarios con la necesidad del uso de la red WLAN, la aglomeración de dispositivos tanto de la institución como invitados que estén dentro de la misma, para el dimensionamiento de los usuarios se toma el caso crítico en el cual todos los usuarios que estén dentro de los predios de la institución y se toma en cuenta que cada usuario puede manejar hasta 3 dispositivos al mismo tiempo. En la siguiente tabla 3.5 se especifica la cantidad de usuarios que podrán conectarse a la red inalámbrica.

Tabla 3. 5. Usuarios de la red WLAN de la institución.

USUARIOS EN LA RED WLAN		
PERSONAL	NÚMERO DE USUARIOS	TOTAL DE USUARIOS
DOCENTES	31	93
ESTUDIANTES	191	573
PERSONAL ADMINISTRATIVO	10	30
INVITADOS	50	150
PROTECCION TERCERA PLANTA 6 AULAS 35 C/U	210	630
TOTAL	492	1476

Usuarios WLAN de la institución. Elaborado por: Pruna Moises

3.16.2 Número de Access Point

En el cálculo del número de dispositivos de acceso a la red se toma en cuenta varias características como el ancho de banda que consume de la red en un estimado el usuario puede tener una sesión para navegar en el internet, mirar videos, descargar archivos a su dispositivo, recibir notificaciones de las redes sociales, e incluso realizar llamadas en aplicación usando los recursos de la red, esto genera un total de 15 Mbps, si el usuario realizara todas estas actividades desde un dispositivo, se verifica en la tabla 3.6

Tabla 3. 6. Ancho de banda que utiliza por cada aplicación.

Uso General	Velocidad mínima
Navegación de la Internet	1,5
Llamadas por VoIP	0,5
Descarga de archivos	11
Medios sociales	1
Video HD Skype	1,5
Total	15,5

Aplicaciones principales en una red. Fuente:(Commission, 2018)

A continuación, la variable usuarios de la ecuación 3.1, se tomará con respecto a la tabla 3.5 el cual detalla el total de 1476 usuarios posibles en la red, además la Unidad Educativa San Marino se encuentra trabajando en la infraestructura civil en el terminado de la tercera planta por lo cual se tiene 6 aulas más adicionales.

Número de usuarios = 1476

Para finalizar tomamos una constante para la velocidad de propagación que establece un valor de 450 Mbps valor característico de cada AP, según la tecnología con la que se trabaje en la red inalámbrica.

Para el porcentaje de utilización se establece que el 85% de usuarios totales estarán conectados al mismo tiempo a la red, puesto que se hace un estimado y se incluye la proyección de que un usuario tenga en funcionamiento tres dispositivos como puede ser un Smart phone, reloj inteligente, una laptop.

$$\text{Numero de APs} = \frac{\text{Ancho de Banda} \times \# \text{ de Usuarios} \times \% \text{ Utilización}}{\text{Velocidad de Propagación}} \quad \text{Ec. (3. 1)}$$

$$\text{Numero de Access point} = \frac{16 \times 1476 \times 0.90}{450}$$

Número de Access Point = 48 Access point. aproximadamente.

Se precisa 48 dispositivos de acceso, en cada curso se implementa un Access point por aula, esto garantiza la disponibilidad y cobertura completa para cada área en la institución, al igual se diseña que en los departamentos administrativos se implementes Access point teniendo en cuenta que en el área de aglomeración se implementara 2

Access point para cumplir con los requerimientos y soportar el alto número de usuarios que quieren ingresar a la red.

Para completar la cobertura se establece la implementación de Access point en los pasillos dividimos en 3 partes iguales, puesto que como característica del Access point LINK EAP 245 es cumplir un rango de cobertura y al ubicar a una distancia equitativa cumplirá con cubrir los pasillos de la institución.

3.16.3 Vlan's en la red WLAN

Se establece el diseño de la red WLAN con 3 tres tipos de VLAN's las cuales se identifican, en la tabla 3.7 se precisa cada subred que será administrada por una VLAN a la cual se les asigna un identificativo como lo son la VLAN para administrativos, alumnos e invitados con el número de usuarios estimado que manejaran cada una de ellas.

Tabla 3. 7. Identificación de Vlan's.

ID. VLAN'S WLAN		
VLAN	ID	HOST TOTALES
10	WLAN ADMINISTRATIVOS	123
20	WLAN ALUMNOS	1203
30	WLAN INVITADOS	150

Vlan's de la red WLAN. Elaborado por: Pruna Moises

3.17 PARTE FÍSICA WLAN

Se diseña la parte física de la red WLAN de la institución mediante tablas que muestran las características de cada dispositivo, y se establece la ubicación de cada dispositivo de acceso distribuidos por los diferentes departamentos y aulas, además en los pasillos se diseña para que los dispositivos inalámbricos ingresen a la red con una cobertura garantizada y con disponibilidad para cada usuario.

3.17.1 Selección de equipos para la red WLAN

Se establece tablas comparativas para la selección del equipo para el acceso a la red inalámbrica como se muestra en la figura 3.8 en la cual se muestran las principales características de los Access point, la cual ayuda con la elección del dispositivo que

cumpla con los requerimientos de la institución, que se administre y se pueda gestionar desde el cuarto principal de telecomunicaciones.

En la Figura 3.10 se muestra el equipo activo para la red inalámbrica, las características específicas y en detalle se encuentran en el siguiente sitio web (Tp-link, 2018) para el AP de la marca TP Link y para el ap de la marca Ubiquiti Unifi en el sitio web siguiente (Networks, 2018), se establece el uso del AP TP LINK EAP 245, con la observación de que establece roaming para los usuarios tenga una amplia disponibilidad y un software que gestiona y controla los dispositivos de acceso que se encuentran en la red, además que el costo para adquirir el equipo es menor y de fácil adquisición en el Ecuador.

Figura 3. 10 Equipos activos Access point

Equipo	Marca	Serie
Access Point	TP LINK	EAP 245
Access Point	Ubiquiti UniFi	802.11 ac HD-LR

Características de APs para la institución. Fuente:(Tp-link, 2018), (Networks, 2018)

3.17.2 Ubicación de Equipos para la red WLAN

Se diseña la red inalámbrica mediante la ubicación de los dispositivos de acceso en puntos estratégicos de la institución, la aglomeración de usuarios será cubierta por dos dispositivos para el acceso a la red inalámbrica, se establece que cada dispositivo de acceso debe ser gestionable con la opción de permitir o no a los usuarios usar los recursos de la red.

En la tabla 3.8 se detalla la ubicación de los dispositivos de acceso a la red inalámbrica distribuidos por cada departamento, el número de dispositivos que corresponde a cada departamento para cubrir todas las áreas de la institución.

Tabla 3. 8. Access point dispuestos para la institución distribuido por bloques.

AP	Eap 245
Departamentos	
Aulas	27
Administrativo	13
Exterior	8
Total	48

Distribución de Access point para la institución. Elaborado por: Pruna Moises

En el Anexo 7 se muestra la ubicación de los dispositivos de acceso a la red, en los lugares estratégicos para cumplir los requerimientos de los usuarios de la institución, se muestra que en los respectivos planos separados por bloques.

3.18 PARTE LÓGICA DE LA RED LAN

3.18.1 Dimensionamiento de usuarios de la red LAN

Para garantizar la escalabilidad en la red, el diseño cuenta con un dimensionamiento correcto basado en un crecimiento del usuario de un 40% este valor se tomó en base a la tasa del crecimiento poblacional realizado para los últimos 5 años en la institución, además el diseño ya cuenta con la proyección de la tercera planta en la Unidad Educativa.

- Datos de la unidad educativa

$$P_0 = 95 \text{ alumnos (alumnos año 2014)}$$

$$P_t = 500 \text{ alumnos (alumnos año 2019)}$$

$$t = 5 \text{ años}$$

$$r = \text{tasa de crecimiento de la población total}$$

- Resolución

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \quad \text{Ecuación crecimiento poblacional} \quad \text{Ec. (3. 2)}$$

$$500 = 95 (1 + r)^5 \quad \text{Sustituyendo valores}$$

$$(1 + r)^5 = 500 / 95$$

$$1 + r = (500/95)^{1/5} \quad \text{Despejar r (tasa de crecimiento población)}$$

$$r = 0.4$$

$$r = 40\%$$

Para un correcto diseño y distribución de los puntos de datos en la Institución se estableció que en cada aula existan dos puntos de datos y en sala de reuniones o laboratorios existan una mayor cantidad como se detalla en el Anexo 8.

Se detalla en la Tabla 3.9 la cantidad de puntos de datos en la institución teniendo en cuenta la cantidad de switch para el acceso a la red, además en el Anexo 9 se observa la ubicación de los puntos de red para dar una accesibilidad sencilla a profesores o personal administrativo para el acceso a la red

Tabla 3. 9. Dimensionamiento por áreas de la de la red LAN.

Áreas	Host total	Puertos SW	Puertos Libres	Cantidad de Switch
Administración y Prekinder	75	96	21	2 SW -48P
Básica y Bachillerato	169	240	71	5 SW -48P
TOTAL	244	336	92	

Cantidad de puntos de datos. Elaborado por: Pruna Moises

En la tabla 3.10 se observa una proyección de crecimiento del 40% el cual garantiza la escalabilidad física de la red teniendo un total de 7 dispositivos de acceso para un total 337 host final en la red diseñada para la unidad educativa.

Tabla 3. 10. Proyección de puntos de datos en la red.

Departamentos	Host total Diseño	Proyección de crecimiento 40%
Administración	241	336
Básica		

40% de crecimiento de la red diseñada. Elaborado por: Pruna Moises

3.18.2 Red LAN de área local virtual

El diseño de la red LAN cuenta con 3 vlan's las dos primeras separan la parte de docentes con alumnos y la última vlan se enfoca para la administración de equipos en la red

En la tabla 3.11 se precisa cada subred que será administrada por una VLAN a la cual se les asigna un identificativo el ID, además se observa que consta la cantidad de host pertenecientes a cada vlan.

Tabla 3. 11. Vlan´s para la red LAN.

ID. VLAN'S LAN		
VLAN	ID	HOST TOTALES
40	DOCENTES	80
50	ALUMNOS	256
60	VLAN ADMINISTRATIVA	20

Diseño de subredes de la red LAN. Elaborado por: Pruna Moises

3.19 PARTE FÍSICA DE LA RED LAN

Para el proceso de la selección de equipos activos en la red de la unidad educativa San Marino se procedió a realizar dos tipos de selección que nos den una idea clara de la decisión del equipamiento, el primer proceso es el análisis mediante el diagrama de Gartner y el segundo es un desarrollo de una comparación entre las características de dos marcas basadas en el diagrama de Gartner.

En la figura 3.11 detalla como los productos tienen un índice de consumo elevado en el mercado tomando en cuenta los diferentes dispositivos que se desean adquirir, el diagrama de Garner detalla por marcas las tendencias del mercado para la adquisición de nuevas tecnologías, se observa los equipos activos de las marcas Cisco y Aruba, poseen una mayor puntuación y reconocimiento como líderes en infraestructura de acceso a redes inalámbricas o cableadas. Estas empresas ofrecen una gama de productos como el beneficio de adaptarse a cualquier cambio que se presente a la evolución de la tecnología.

Figura 3. 11. Diagrama de Gartner en la infraestructura de acceso y cableado

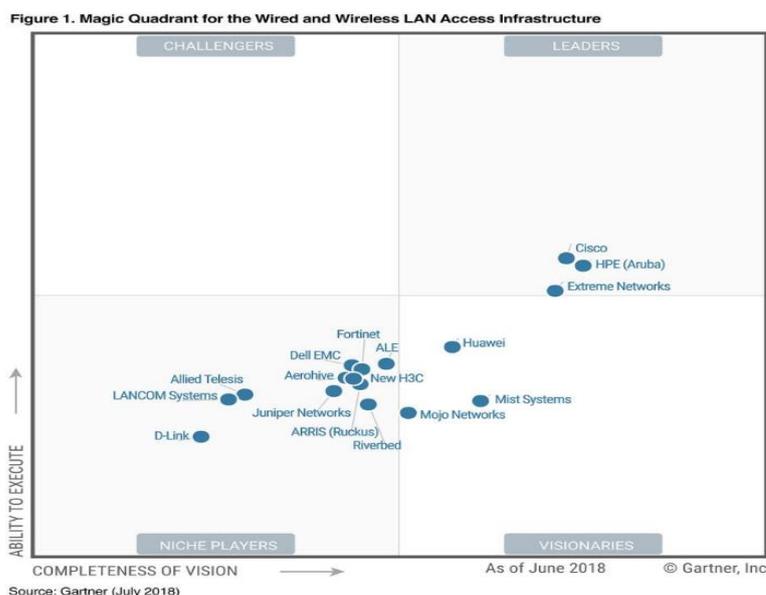


Diagrama de Gartner para el equipamiento activo del diseño de la red. Fuente:(DTechData, 2018)

3.19.1 Equipo núcleo colapsado

La selección del equipo de Core-Distribución en la red de la Institución se enfocó en un análisis comparativo de dos marcas importantes a nivel mundial teniendo en cuenta que el equipo a seleccionar será un switch de capa 3.

En la tabla 3.12 se detalla las dos marcas a comparar para que cumpla la función de núcleo y distribución en la red de Campus. Adicionalmente en el siguiente enlace web se encuentra las características para el dispositivo de la marca cisco (QuickSpecs, 2019) y para la marca Aruba (Guide, 2013) con lo cual lleva a tener una idea clara de los beneficios de cada equipo activo.

Tabla 3. 12. Dispositivo activo de núcleo colapsado

Equipo	Marca	Serie
Switch multicapa	Cisco	3850-24XS-S
Switch multicapa	Aruba	3810M16 SFP+

Características de la marca Cisco y Aruba. Fuente:(QuickSpecs, 2019), (Guide, 2013)

El resultado del análisis de parámetros característicos se decidió trabajar con la marca Cisco para la parte de Core debido a los beneficios en seguridad integrada que posee, además el mismo posee 24 puertos de fibra óptica SFP+ lo que en la marca Aruba nos ofrece una cantidad menor.

Cisco posee la tecnología EtherChannel el mismo es una agrupación múltiple ayudando a disminuir los cuellos de botella en la red, cumple la función de sumar la velocidad nominal del puerto físico y como resultado obtener un enlace troncal de alta velocidad, además posee PoE es una alimentación inteligente con el fin de disminuir lo robusto de un sistema de energía, en la parte económica el dispositivo de la marca Cisco con un precio de \$ 5790, que es accesible para poseer 24 puertos SFP+ con una diferencia de alrededor de \$ 1500 dólares respecto a la marca Aruba con un precio de \$ 7245 con menor cantidad de puertos.

EL Switch 3850 posee una serie de ventajas como Stack Power permitiendo que las fuentes de alimentación del switch alimenten a otro switch, con el fin de asegurar el funcionamiento correcto de la red en el caso de que existan problemas de energía y un

beneficio es que soporta apilamiento Stackwise-480 permitiendo tener otros switch unidos a él y trabajar como un solo dispositivo Core-Distribución.

3.19.2 Equipo de acceso

Para el equipo de acceso de igual forma se decidió que la infraestructura de networking trabaje con la marca Cisco de la serie Small Business SG300-52P por los beneficios que proporciona una que posee 50 puertos Gigabit Ethernet (10/100/1000) para el backbone horizontal y 2 puertos SFP para el backbone vertical en comparación con la marca ARUBA, además posee características de seguridad, administrable y redes virtuales de área local.

Posee la característica de control de tráfico en la red con funciones de calidad de servicio y compatibilidad de IPV6, el precio del dispositivo activo de la marca Cisco es bueno en comparación con las otras dos marcas teniendo en cuenta la cantidad de puertos y las características y beneficios que brinda

En el anexo 10 se detallan todas las características de los dispositivos de acceso que se realizaron la comparación.

3.20 DIRECCIONAMIENTO IPV4 LAN Y WLAN

El Direccionamiento IPV4 para la Unidad Educativa San Marino es perteneciente a la clase B la misma se caracteriza para medianas empresas con lo cual se garantizará la escalabilidad en el direccionamiento, el rango de direcciones publicas va 172.16.0.0 a 172.31.255.255, además cuenta con las 5 vlan´s para la parte de la red LAN y WLAN y la última vlan se caracteriza para administrar de la red y de equipos.

Se detalla todo el direccionamiento IPV4 en la tabla 3.13 la misma posee la cantidad de host con su respectiva vlan y su acrónimo, además posee un rango de direcciones disponibles para la asignación en la red.

Tabla 3. 13. Direccionamiento IPV4 para la Unidad Educativa San Marino.

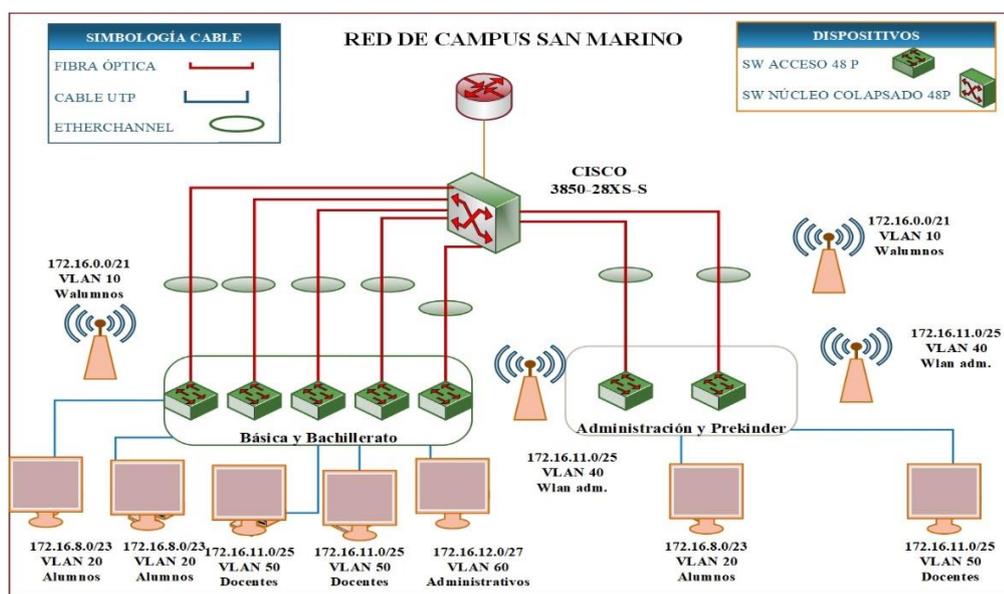
DIRECCIONAMIENTO IPV4 UNIDAD EDUCATIVA SAN MARINO							
VLAN	ACRÓNIMO	HOST	DIRECCIÓN DE RED	MASCARA DE RED	1ERA IP DISPONIBLE	ULTIMA IP DISPONIBLE	BROADCAST
Vlan 10	walumnos	1203	172.16.0.0	255.255.248.0	172.16.0.1	172.16.7.254	172.16.7.255
Vlan 20	alumnos	256	172.16.8.0	255.255.254.0	172.16.8.1	172.16.9.254	172.16.9.255
Vlan 30	winvitados	150	172.16.10.0	255.255.255.0	172.16.10.1	172.16.10.254	172.16.10.255
Vlan 40	wadministrativos	123	172.16.11.0	255.255.255.128	172.16.11.1	172.16.11.126	172.16.11.255
Vlan 50	docentes	80	172.16.11.128	255.255.255.128	172.16.11.129	172.16.11.254	172.16.11.255
Vlan 60	admin	20	172.16.12.0	255.255.255.224	172.16.12.1	172.16.12.30	172.16.12.255

Direccionamiento IPV4. Elaborado por: Pruna Moises

3.21 TOPOLOGÍA DE LA RED

En la figura 3.12 se detalla toda la distribución de equipos de la red en la Unidad Educativa el cual cuenta con 7 dispositivos de acceso de la marca Cisco de la serie Small Business SG300-52P, dando servicio a toda la usuaria en la red como docentes, personal administrativo y estudiantes, cuenta con 48 puertos ethernet, para el dispositivo de Core - distribución se encuentra un switch capa 3 de la marca Cisco 3850 el cual es el eje principal en la red.

Figura 3. 12. Topología de la red diseñada en la Unidad Educativa San Marino



Topología lógica y física. Elaborado por: Pruna Moises

3.22 DISEÑO DE CABLEADO ESTRUCTURADO

El diseño para la Unidad Educativa San Marino es basado en el estándar TIA/EIA-568 la cual no ayudara a tener una idea clara del tipo de cableado, cuarto de telecomunicaciones y equipos, además de los espacios de trabajo.

3.23 BACKBONE VERTICAL

Para la conexión entre el Core-distribución y el acceso se realiza un análisis del medio el cual proporcione mayor beneficio por lo cual se procede a un análisis en base a las características del cable UTP y la Fibra óptica.

En la tabla 3.14 se detalla las características de cable UTP y la Fibra Óptica en la cual en base a un análisis se determinó trabajar con el medio óptico para el backbone vertical

Tabla 3. 14. Características del backbone vertical.

Características	UTP	Fibra Óptica
Tecnología Probada	si	si
Distancia	100 m/ 65 MHz	2 km en multimodo y 100 km en monomodo
Inmunidad electromagnética	Limitada	Alta
Canal full dúplex	si	si
Seguridad	Baja	Alta
Ancho de banda	250 KHz	GHz
Velocidad	100 Mbps	1-10 Gbps

Comparación de características del cableado UTP Y FO. Fuente: (Solvetic, 2017)

En base a la comparación de los dos tipos de cableado se escogió trabajar para el diseño con fibra óptica debido a sus ventajas en comparación con el cable UTP.

El backbone vertical de la Institución supera los 100 metros característicos para trabajar con cable UTP por lo cual se decidió utilizar la fibra óptica además permite trabajar a altas velocidades ayudando a la trasmisión de información rápida brindando una buena experiencia al usuario y como beneficio final es inmune a la interferencia electromagnética y nos permitirá trabajar con cableado eléctrico cercano al cableado de telecomunicaciones.

Se detalla las características del tipo de fibra óptica en la tabla 3.15 la misma enfoca en una comparación para la selección de la mejor opción en el diseño de la red de Campus.

Tabla 3. 15. Tipo de fibra óptica.

	Fibra Multimodo	Fibra Monomodo
Velocidad transmisión	10 Gbps	50 Gbps
Longitud máxima segmento	2 km	> 100 Km
Inmunidad interferencias	Máxima	Máxima
Flexibilidad	Alta	Alta
Dificultad de instalación	Alta	Muy alta
Costo	Alta	Muy alto

Comparación de características de la FO. Fuente:(Castaño Ribes, 2013)

En base al análisis del tipo de fibra óptica se llegó a la conclusión de trabajar con la fibra multimodo debido a que la Unidad Educativa no posee distancias que superen los 2 km, además en costo del equipamiento óptico es más económico en comparación con la fibra monomodo.

3.24 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES

El diseño del cuarto de telecomunicaciones se escogió en el bloque de básica y bachillerato en la primera planta debido a que existe un espacio sin utilizar, el cuarto de telecomunicaciones debe poseer la capacidad de albergar a todos los equipos de telecomunicaciones.

Se observa en la tabla 3.16 una guía acerca de dimensiones del cuarto de telecomunicaciones en base al área de servicio la cual nos ayudara en el diseño del mismo.

Tabla 3. 16. Tamaños característicos de los cuartos de telecomunicaciones

Área de Servicio	Tamaño mínimo del Cuarto
500 m ²	3X 2.2
800 m ²	3X 2.8
1000 m ²	3X 3.4

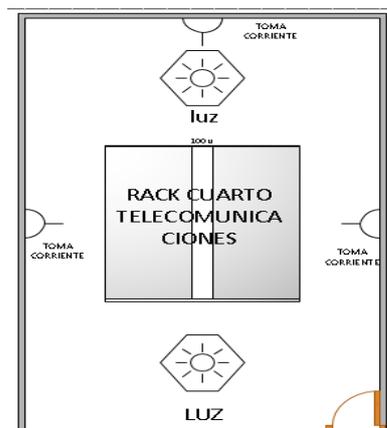
Dimensiones del cuarto de telecomunicaciones en base a la normativa EIA/TIA 568-569 (Incontec internacional, 2016)

El diseño del cuarto de telecomunicaciones es base a la normativa EIA/TIA 568-569 con los siguientes detalles:

- El diseño cuenta con 3 tomas corriente AC de 110 V y 15 A cada uno debe tener circuitos independientes solo para la parte de telecomunicaciones
- La altura mínima del piso hacia el techo es de 2.6 metros
- La puerta se abrirá hacia afuera
- Las condiciones ambientales se deben tener en cuenta que ya sea switch router necesitan un nivel de calor y humedad entre 18 – 24 grados centígrados
- La pintura del cuarto de telecomunicaciones debe ser de color claro, además se sugiere que hagan un sistema de puesta a tierra para todo el equipamiento de activo de telecomunicaciones y equipos electrónicos.

En la Figura 3.13 se observa la distribución del cuarto de telecomunicaciones el cual nos ayudara a tener una idea clara del diseño con sus respectivas dimensión 2 m para la parte horizontal y 5 m para la parte vertical.

Figura 3. 13. Esquema del cuarto de telecomunicaciones.



Cuarto de telecomunicaciones Unidad Educativa. Elaborado por: Pruna Moises

3.25 CUARTO DE EQUIPOS

El cuarto de equipos sigue la dimensión del cuarto de telecomunicaciones, en la Unidad Educativa San marino en el bloque de administración se ubicó un cuarto de equipos, de igual forma en el segundo y tercer piso.

En la figura 3.14 se observa la distribución del cuarto de telecomunicación y cuarto de equipos teniendo 3 cuartos de equipos y 2 espacios de Rack de pare para los laboratorios de informática ubicación en la tercera planta, en el anexo 11 se detalla la ubicación de los mismos en los planos de la Institución.

Figura 3. 14. Diagrama acerca del cuarto de telecomunicación y equipos.



Distribución de cuartos de telecomunicaciones. Elaborado por: Pruna Moises

3.26 ÁREA DE TRABAJO

En el área de trabajo para el personal administrativo, docentes se ubica puntos de datos (wallplates) los mismo son dobles o simples y están a una altura de 45 cm con respecto al piso en base a la normativa EIA/TIA 568-569, además los Access point están ubicados uno por cada aula o pasillo en la institución como se detalla en el anexo 12.

3.27 DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPO ACTIVO EN CUARTO DE TELECOMUNICACIONES Y DE EQUIPOS

El diseño del cableado estructurado se propone debido a las dimensiones de la Institución Educativa que se emplee una backbone de fibra óptica desde el cuarto de telecomunicaciones hacia el cuarto de equipos en la cual cada espacio contara con un rack de 24 U respectivamente con esto garantizamos que no supere los 100 metros en cableado de cobre con el fin de evitar superar la longitud característica de enlace con cobre.

El cuarto de telecomunicaciones contendrá el rack principal de 42 unidades el cual brindará conectividad al bloque de administración y básica-bachillerato, el cuarto de equipos se encargará de dar conectividad hacia los puntos de trabajo.

3.28 EQUIPAMIENTO

3.28.1 Equipamiento del cuarto de telecomunicaciones

En la tabla 3.17 se detalla el área donde se encuentra ubicado con su respectivo equipamiento cantidad y marca en la cual se tendrá una idea clara de lo que contiene el rack principal de la Unidad Educativa San Marino.

Tabla 3. 17. Equipamiento detallado del cuarto de telecomunicaciones.

EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE DATOS DE LA INSTITUCIÓN					
N.	Área	Descripción	Cantidad	Marca	Puertos
1	Cuarto de telecomunicaciones San Marino	ROUTER Proveedor de servicio	1		
		Switch capa 3	1	Cisco 3850-24XS-S	24
		Switch Small Business	1	Cisco SG300-52P	48
		ODF F.O	1		24
		Patch panel	2	BEAUCOUP	24
		Organizador horizontal	2	CONNECTION	24
		Organizador vertical	1	CONNECTION	
		Tapa reserva	1	BEAUCOUP	
		Regleta multitoma horizontal	1	BEAUCOUP	8

Equipo activo y pasivo del rack de 42 U. Elaborado por: Pruna Moises

3.28.2 Equipamiento del cuarto de equipos en el bloque de administración

El bloque de administración cuenta con un cuarto de equipos, se tomó un espacio libre que era considerado como bodega y nos permite dar conectividad a cada área de trabajo, cuenta con un rack de 24 U el mismo cuenta con el equipamiento respectivo.

Se observa en la tabla 3.18 todo el equipamiento activo y pasivo que contiene el bloque de administración el cual garantiza un correcto funcionamiento y conectividad.

Tabla 3. 18. Equipamiento detallado del cuarto de equipos administración.

EQUIPAMIENTO DEL CUARTO DE EQUIPOS DE LA INSTITUCIÓN					
N.	Área	Descripción	Cantidad	Marca	Puertos
2	Cuarto de equipos administración	Switch Small Business	1	Cisco SG300-52P	48
		ODF F.O	1		12
		Patch panel	2	BEAUCOUP	24
		Organizador horizontal	2	CONNECTION	24
		Organizador vertical	1	CONNECTION	
		Tapa reserva	1	BEAUCOUP	
		Regleta multitoma horizontal	1	BEAUCOUP	8

Equipo activo y pasivo del rack de 24 U. Elaborado por: Pruna Moises

3.28.3 Equipamiento del cuarto de equipos en el bloque de básica-bachillerato

En el bloque de básica y bachillerato cuenta con 2 espacios libres como bodegas en la cual se encuentra al inicio de cada planta, por ende, son espacios designados para la ubicación del cuarto de quipos para segunda y tercera planta, posee un rack de 24 unidades de rack el mismo contendrá todo el equipo activo y pasivo.

En la tabla 3.19 y 3.20 se observa todo el equipamiento de cuarto de equipos de la segunda y tercera planta.

Tabla 3. 19. Equipamiento detallado del cuarto de equipos Segunda planta básica-bachillerato.

EQUIPAMIENTO DEL CUARTO DE EQUIPOS DE LA INSTITUCIÓN					
N.	Área	Descripción	Cantidad	Marca	Puertos
3	Cuarto de equipos de Segunda planta	Switch Small Business	1	Cisco SG300-52P	48
		ODF F.O	1		12
		Patch panel	2	BEAUCOUP	24
		Organizador horizontal	2	CONNECTION	24
		Organizador vertical	1	CONNECTION	
		Tapa reserva	1	BEAUCOUP	
		Regleta multitoma horizontal	1	BEAUCOUP	8

Equipo activo y pasivo del rack de 24 U. Elaborado por: Pruna Moises

Tabla 3. 20. Equipamiento detallado del cuarto de equipos Tercera planta básica-bachillerato.

EQUIPAMIENTO DEL CUARTO DE EQUIPOS DE LA INSTITUCIÓN					
N.	Área	Descripción	Cantidad	Marca	Puertos
4	Cuarto de equipos tercera planta	Switch Small Business	1	Cisco SG300-52P	48
		ODF F.O	1		12
		Patch panel	2	BEAUCOUP	24
		Organizador horizontal	2	CONNECTION	24
		Organizador vertical	1	CONNECTION	
		Tapa reserva	1	BEAUCOUP	
		Regleta multitoma horizontal	1	BEAUCOUP	8

Equipo activo y pasivo del rack de 24 U. Elaborado por: Pruna Moises

3.28.4 Equipamiento de rack de pared para laboratorios de informática

Para los laboratorios de informática se ubican rack de pared de 24 unidades de rack el cual brindara conectividad a 30 computadoras por laboratorio, además cuenta con todo el equipamiento para dar comunicación a la institución en el caso que la unidad educativa desee expandirse en cantidad de computadoras para cada laboratorio.

En la tabla 3.21 y 3.22 se detalla todo el equipo activo y pasivo que cuenta el dentro del rack con similares características para el laboratorio 2 y 3.

Tabla 3. 21. Equipamiento detallado del cuarto de equipos rack laboratorio 2.

EQUIPAMIENTO DEL CUARTO DE EQUIPOS DE LA INSTITUCIÓN					
N.	Área	Descripción	Cantidad	Marca	Puertos
5	cuarto de equipos rack de pared laboratorio informática	Switch Small Business	1	Cisco SG300-52P	48
		ODF F.O	1		12
		Patch panel	2	BEAUCOUP	24
		Organizador horizontal	2	CONNECTION	24
		Organizador vertical	1	CONNECTION	
		Tapa reserva	1	BEAUCOUP	
		Regleta multitoma horizontal	1	BEAUCOUP	8

Equipo activo y pasivo del rack de 24 U. Elaborado por: Pruna Moises

Tabla 3. 22. Equipamiento detallado del cuarto de equipos rack laboratorio 3.

EQUIPAMIENTO DEL CUARTO DE EQUIPOS DE LA INSTITUCIÓN					
N.	Área	Descripción	Cantidad	Marca	Puertos
6	cuarto de equipos rack de pared laboratorio informática	Switch Small Business	1	Cisco SG300-52P	48
		ODF F.O	1		12
		Patch panel	2	BEAUCOUP	24
		Organizador horizontal	2	CONNECTION	24
		Organizador vertical	1	CONNECTION	
		Tapa reserva	1	BEAUCOUP	
		Regleta multitoma horizontal	1	BEAUCOUP	8

Equipo activo y pasivo del rack de 24 U. Elaborado por: Pruna Moises

3.29 BACKBONE VERTICAL

3.29.1 Extensión del cableado backbone vertical

Para el recorrido del cableado vertical se realiza por un medio óptico de tipo multimodo OM3 de 12 hilos teniendo 6 hilos de reserva para garantizar la escalabilidad en la red, la fibra óptica ira sobre bandejas perforadas metálicas de 30x10 cm.

Con el recorrido establecido para el backbone vertical se obtiene la extensión del recorrido desde el cuarto de telecomunicaciones hacia el cuarto de equipos o rack de pared, mediante los planos de la institución se obtiene las distancias.

En la tabla 3.23 se detalla cada una de las longitudes entre el cuarto de telecomunicaciones y cuarto de equipos, la misma posee alturas de la infraestructura civil, entre otras constantes con el fin de obtener el valor en metros de cada enlace óptico en metros.

Tabla 3. 23. Extensión en metros del enlace óptico.

TOTAL DEL CABLE RECORRIDO								
FIBRA ÓPTICA								
Área	Altura	Constantes					Longitud F.O	Total en metros
		Grosos de Pared	Bandeja perforada	Reserva Rack 3 m C/U	Salida de cables desde el rack de equipos	Salida de cables desde el rack principal		
C. Equipos administración - C. telecomunicaciones	2,1314	0,15	0,1	6	1	1	14,350	22,731
Primera planta - C. telecomunicaciones	3,055	0,15	0,1	6	1	1	3,000	12,305
Segunda Planta- C. telecomunicaciones	3,055	0,15	0,1	6	1	1	9,110	18,415
Tercera planta - C. telecomunicaciones	3,055	0,15	0,1	6	1	1	18,161	27,466
Rack pared Informática 1 - C. telecomunicaciones	3,055	0,15	0,1	6	1	1	36,161	45,466
Rack informática 2 - C. telecomunicaciones	3,055	0,15	0,1	6	1	1	42,160	51,465
Total	17,4064	0,9	0,6	36	6	6	122,942	177,849

Enlace óptico entre cuarto de telecomunicación y equipos. Elaborado por: Pruna Moises

- Altura: se refiere a la altura que posee la Institución la cual varía en función de cada área o bloque.
- Grosor de pared: En base a los planos menciona que el grosor de pared es

- de aproximadamente 0.15 m.
- Bandeja perforada: esta constante hace referencia a que la distancia de separación entre la pared y la bandeja perforada es de 0.1 m
- Reserva de rack: la reserva de cableado es de 3 m para cada rack, por ende, en el enlace óptico hay comunicaciones entre el cuarto de telecomunicaciones y de equipos con 2 racks en total lo cual hace referencia a 6 m.
- Salida de cables: el rack se encuentra en el centro del espacio designado en la cual para llegar hacia la bandeja perforada necesita de 1 m ya sea en el cuarto de equipos como en el cuarto de telecomunicaciones.

3.29.2 Extensión de la bandeja perforada backbone vertical

Para la obtención del recorrido de la bandeja perforada se obtuvo mediante los planos de la institución con sus respectivas medidas el cual nos guiaron, en el Anexo 13 se detalla el recorrido de la bandeja perforada metálica con dimensiones 0.3 x 0.1 m y serán colgadas a 30 cm del techo.

En la tabla 3.24 se detalla el recorrido de la bandeja perforada por los pasillos y la cantidad de accesorios ya sea tipo T o un ángulo de inclinación.

Tabla 3. 24. Recorrido en metros de la bandeja metálica perforada.

TOTAL RECORRIDO BANDEJA PERFORADA			
ÁREA	BANDEJA PERFORADA 0,3 X 0,1 m	ACCESORIO	
		T	45"
Bloque de administración	53,230	2	7
Primera Planta	57,610	2	1
Segunda Planta	57,610	2	1
Tercera Planta	57,610	2	1
Total	226,060	8	10

Bandeja perforada y accesorios. Elaborado por: Pruna Moises

3.30 BACKBONE HORIZONTAL

3.30.1 Extensión del cableado backbone horizontal

Para el recorrido del cableado horizontal se realiza por un medio de cobre categoría 6 A para dar comunicación entre el cuarto de telecomunicaciones con cada área de trabajo, para el despliegue del cableado se lo realiza por medio de tubería Conduit.

Con el recorrido establecido para el backbone horizontal se obtiene la extensión del cableado estos datos se obtuvieron por medio de los planos de la institución con lo cual se obtiene medidas reales para un valor total de cableado de cobre.

En la tabla 3.25 se detalla un resumen de cada una de las longitud de cableado que se necesita por departamentos por lo cual se necesita aproximadamente 15 bobinas de cable categoría 6 A para la comunicación a toda la institución educativa, para la obtención de esta tabla se realizó mediante una medición del recorrido por cada aula o espacio administrativo de la Unidad San Marino la misma se detalla en el Anexo 14 la cual posee un detalle específico de la obtención de la cantidad en metros.

Tabla 3. 25 Longitud de metros del cableado de cobre

TOTAL DEL CABLE RECORRIDO		
CABLE CAT 6A		
DEPARTAMENTOS	CABLE CAT 6A	
	LONGITUD	RJ-45
ADMINISTRACIÓN Y PREKÍNDER	1713,328	128
BÁSICA Y BACHILLERATO	3063,505	272
TOTAL (m)	4776,8332	400
ROLLOS 303 METROS	15,76512607	

Cableado categoría 6 A. Elaborado por: Pruna Moises

Para el ejemplo de la obtención de la longitud del cableado se toma el espacio administrativo para tener claro la forma en que se obtiene la cantidad de cable de cobre categoría 6 A en (m) como se detalla en la tabla 3.26

Tabla 3. 26 Ejemplo de mediciones de un espacio de administración en la Institución

TOTAL DEL CABLE RECORRIDO									
CABLE CAT 6A									
ADMINISTRACIÓN Y PREKÍNDER	ALTURA	Constantes					CABLE CAT 6A	TUBERÍA	Total del cableado
		Pared	Bandeja perforada	Reserva Rack	Salida del cable desde el rack	Altura Punto de red	Longitud bandeja perforada	Longitud interna	
Rectorado	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	29,790	1,5	37,221

Rectorado. Elaborado por: Pruna Moises

- Altura: el recorrido hacia el punto de red posee una altura la cual se estima es de 2.1314 m, esta altura variara depende de la ubicación.

- Pared: el grosor de pared la cual debe traspasar el cable categoría 6 A es de 0.15 m para ingresar hacia el área de trabajo.
- Bandeja perforada: es el espacio que posee entre la pared y la bandeja metálica perforada
- Reserva de rack: es la reserva que se deja en el rack para una manipulación cuando se necesite realizar alguna reparación.
- Salida de cables: el rack se encuentra en el centro del espacio designado en la cual para llegar hacia la bandeja perforada necesita de 1 m ya sea en el cuarto de equipos como en el cuarto de telecomunicaciones.
- Altura punto de red: es un valor principal debido a que es la constante que se resta con la altura de la edificación para obtener la altura real.
- Longitud de bandeja perforada: es el recorrido que realiza entre el cuarto de telecomunicaciones hacia el cuarto de equipos de administración.
- Longitud interna: este valor es el recorrido horizontal que realiza el cable por medio de la tubería Conduit en la parte interna hasta llegar al punto de red

3.30.2 Extensión de la tubería conduit para backbone horizontal

Para la obtención del recorrido de la tubería Conduit se obtuvo mediante los planos de la institución con sus respectivas medidas el cual nos guiaron para una cantidad exacta, en el anexo 15 se detalla el recorrido de la tubería por la parte interna. Adicionalmente, en la tabla 3.27 se detalla las características de la tubería a usar para el despliegue en la parte interna de la Unidad Educativa.

Tabla 3. 27 Tubería Conduit 3/4

Tipo	Tubo
Material	Acero Galvanizado
Características	Tubo de 3/4 tipo EMT conduit, material de acero galvanizado diseñado para proteger los conductores eléctricos contra el deterioro, además es conducción de baja o media tensión en instalaciones eléctricas ocultas o visibles en áreas industriales o subterráneas.
Peso	1.8 Kg
Advertencia de uso	Utilice accesorios de seguridad para realizar el trabajo.
Propiedades	Alta resistencia, capacidad de aislamiento eléctrico, bajo nivel de corrosión.
Tipo de uso	General
Recomendaciones de uso	No se necesita pegamento al momento de colocar los accesorios.

Tubería. Elaborado por: Pruna Moises

En la tabla 3.28 se detalla el recorrido de la bandeja perforada interno de la tubería con sus respectivos accesorios como cajetines.

Tabla 3. 28. Cantidad en metros de la tubería interna para el despliegue del cableado.

TOTAL DE TUBERÍA		
TUBERÍA 3/4		
DEPARTAMENTOS	CABLE CAT 6A	
	LONGITUD	ACCESORIO CAJETÍN
ADMINISTRACIÓN Y PREKÍNDER	309,710	66
BÁSICA Y BACHILLERATO	871,080	136
TOTAL	1180,7896	202

Tubería Conduit. Elaborado por: Pruna Moises

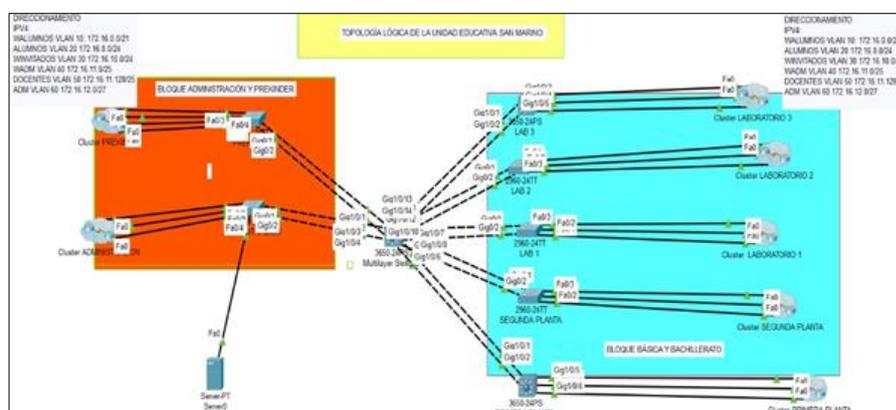
3.31 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS EN EL SOFTWARE PACKET TRACER

3.31.1 Simulación packet tracer

Se procede a realizar la simulación de la red de campus en el software Packet Tracer mediante el cual se podrá verificar todas las configuraciones de equipos.

En el proceso se detallan las seguridades, la implementación del servidor DHCP para el direccionamiento y asignación de IP para poder usar los recursos de la red, configuración de servidores de correo, HTTP, FTP, que permiten realizar un enfoque de cómo se comportara la red al ser implementada con un detalle de la conectividad de los dispositivos de la red LAN y WLAN. Al finalizar con la selección de equipos su disposición dentro de la institución se realiza un bosquejo de la distribución de equipos como se observa en la figura 3.15

Figura 3. 15. Topología realizada en el software packet tracer.



Simulación red de Campus. Elaborado por: Pruna Moises

3.31.2 Configuración básica y administración remota

Se realiza la configuración inicial para los dispositivos administrables como se observa en la figura 3.16 tanto la configuración de nombre del dispositivo, información para el ingreso, contraseñas con la característica de encripta para mayor seguridad, implementación de SSH para el ingreso de forma remota desde un terminal para poder realizar la configuración del dispositivo sin necesidad de estar presente físicamente.

Figura 3. 16. Configuración inicial del SW3.

```
SW3_CTELECOMUNICACIONES#sh run
Building configuration...

Current configuration : 7023 bytes
!
version 16.3.2
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
service password-encryption
!
hostname SW3_CTELECOMUNICACIONES
```

Configuración inicial para el dispositivo de núcleo colapsado. Elaborado por: Pruna Moises

3.31.3 Configuración del protocolo VTP

Se realiza la implementación del protocolo VTP como se detalla en la figura 3.17 con el cual al establecer que el dispositivo de núcleo colapsado o SW3 como servidor brinda las configuraciones a los dispositivos conectados en sus interfaces y que sean configurados como clientes VTP, cabe mencionar que se tiene 7 clientes VTP para la parte administrativa, las 3 plantas primero, segundo, tercero y los 3 laboratorios de informática.

Figura 3. 17. Configuración del protocolo VTP para el SW3.

```
SW3_CTELECOMUNICACIONES#sh vtp status
VTP Version capable      : 1 to 2
VTP version running     : 2
VTP Domain Name         : UESANMARINO.com
VTP Pruning Mode        : Disabled
VTP Traps Generation    : Disabled
Device ID               : 0001.64E1.3110
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 3-1-93 00:00:00
Local updater ID is 172.16.0.1 on interface V110 (lowest numbered
VLAN interface found)

Feature VLAN :
-----
VTP Operating Mode      : Server
Maximum VLANs supported locally : 1005
Number of existing VLANs : 11
Configuration Revision  : 24
MDS digest              : 0xA6 0x38 0x1A 0x93 0x08 0xE3
0x5F 0x07
```

Configuración protocolo VTP con dominio UESANMARINO.com. Elaborado por: Pruna Moises

3.31.4 Configuración de VLAN's

Se establece el uso de VLAN's las cuales hay 5 vlan's y 1 vlan para la administración de equipos las mismas sirven para la división de la red en subredes y poder administrar las mismas mediante la asignación de IP's y nombres identificativos para gestionar las mismas mediante la configuración para el acceso o negación hacia el uso de recursos de la red, además que brindan un control para los usuarios que se conecten a cada dispositivo de acceso, la configuración se detalle en la figura 3.18.

Figura 3. 18. Configuración de ID para las VLAN's.

VLAN Name	Status	Ports
1 default Gig1/0/17, Gig1/0/18 Gig1/0/21, Gig1/0/22 Gig1/1/1, Gig1/1/2	active	Gig1/0/15, Gig1/0/16, Gig1/0/19, Gig1/0/20, Gig1/0/23, Gig1/0/24, Gig1/1/3, Gig1/1/4
10 walumnos	active	
20 alumnos	active	
30 winvitados	active	
40 wadministrativos	active	
50 docentes	active	
60 admin	active	

Configuración para la identificación de cada VLAN. Elaborado por: Pruna Moises

Se complementa el ítem anterior con la figura 3.19 la asignación de IP para las VLAN's, se estableció cada dirección debe ser configurada con la primera dirección validad para esa subred y con cada mascara que divide cada sub red en grupos específicos determinados en el direccionamiento de la red.

Figura 3. 19. Direccionamiento de VLAN's.

```
interface Vlan10
  mac-address 00d0.5882.1601
  ip address 172.16.0.1 255.255.248.0
  ip access-group ACCESOIPV4 in
  !
interface Vlan20
  mac-address 00d0.5882.1602
  ip address 172.16.8.1 255.255.254.0
  ip access-group ACCESOIPV4 in
  !
interface Vlan30
  mac-address 00d0.5882.1603
  ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
  ip access-group ACCESOIPV4 in
  !
interface Vlan40
  mac-address 00d0.5882.1604
  ip address 172.16.11.1 255.255.255.128
  ip access-group ACCESOIPV4 in
  !
interface Vlan50
  mac-address 00d0.5882.1605
  ip address 172.16.11.129 255.255.255.128
  ip access-group ACCESOIPV4 in
  !
interface Vlan60
  mac-address 00d0.5882.1606
  ip address 172.16.12.1 255.255.255.224
```

Configuración de IP's para cada VLAN. Elaborado por: Pruna Moises

3.31.5 Asignación dinámica de IP's con el protocolo DHCP

Se implementa el protocolo DHCP con 6 pool de direcciones como se observa la figura 3.20 para la institución con la característica de configura de excluir direcciones de Gateway de cada subred, direcciones de dispositivos configurados con direcciones estáticas como lo son para cámaras IP, teléfonos IP o impresoras en red, además las direcciones de servidores para que no exista duplicado de direcciones.

Figura 3. 20. Asignación de IP mediante protocolo DHCP.

```
ip dhcp excluded-address 172.16.0.1 172.16.0.50
ip dhcp excluded-address 172.16.8.1 172.16.8.10
ip dhcp excluded-address 172.16.10.1 172.16.10.50
ip dhcp excluded-address 172.16.11.1 172.16.11.50
ip dhcp excluded-address 172.16.11.129 172.16.11.140
!
ip dhcp pool walumnos
network 172.16.0.0 255.255.248.0
default-router 172.16.0.1
dns-server 8.8.8.8
ip dhcp pool alumnos
network 172.16.8.0 255.255.254.0
default-router 172.16.8.1
dns-server 8.8.8.8
ip dhcp pool winvitados
network 172.16.10.0 255.255.255.0
default-router 172.16.10.1
dns-server 8.8.8.8
ip dhcp pool wadministrativos
network 172.16.11.0 255.255.255.128
default-router 172.16.11.1
dns-server 8.8.8.8
ip dhcp pool docentes
network 172.16.11.128 255.255.255.128
default-router 172.16.11.129
dns-server 8.8.8.8
```

Configuración del protocolo DHCP para la red SAN MARINO. Elaborado por: Pruna Moises

3.31.6 Seguridad para la red

Se determina diferentes reglas de acceso para las diferentes subredes que se crean, la asignación de reglas con permiso o denegación de los servicios limita a las subredes y los usuarios conectados a esa subred el uso de todos los recursos de la red, evitando el alto consumo de los recursos de la red.

Se deniega servicios como el uso de protocolo SMTP, FTP, para las subredes que no tengan la necesidad del uso de estos recursos como es en la subred de invitado, en la figura 3.21 se observa la configuración de las ACL's.

Figura 3. 21. Configuración de ACL's.

```

ip access-list extended ACCESOIPV4
deny ip 172.16.0.0 0.0.7.255 172.16.11.0 0.0.0.127
deny ip 172.16.0.0 0.0.7.255 172.16.11.128 0.0.0.127
deny ip 172.16.8.0 0.0.1.255 172.16.11.0 0.0.0.127
deny ip 172.16.8.0 0.0.1.255 172.16.11.128 0.0.0.127
deny ip 172.16.10.0 0.0.0.255 172.16.11.0 0.0.0.127
deny ip 172.16.10.0 0.0.0.255 172.16.11.128 0.0.0.127
deny ip 172.16.11.0 0.0.0.127 172.16.0.0 0.0.7.255
deny ip 172.16.11.0 0.0.0.127 172.16.8.0 0.0.1.255
deny ip 172.16.11.0 0.0.0.127 172.16.10.0 0.0.0.255
deny ip 172.16.11.128 0.0.0.127 172.16.0.0 0.0.7.255
deny ip 172.16.11.128 0.0.0.127 172.16.8.0 0.0.1.255
deny ip 172.16.11.128 0.0.0.127 172.16.10.0 0.0.0.255
permit tcp 172.16.0.0 0.0.7.255 any eq www
permit tcp 172.16.0.0 0.0.7.255 any eq domain
permit tcp 172.16.8.0 0.0.1.255 any eq www
permit tcp 172.16.8.0 0.0.1.255 any eq domain
permit tcp 172.16.10.0 0.0.0.255 any eq www
permit tcp 172.16.10.0 0.0.0.255 any eq domain
permit tcp 172.16.11.0 0.0.0.127 any eq www
permit tcp 172.16.11.0 0.0.0.127 any eq 443
permit tcp 172.16.11.0 0.0.0.127 any eq domain
permit tcp 172.16.11.0 0.0.0.127 any eq 20
permit tcp 172.16.11.0 0.0.0.127 any eq ftp
permit tcp 172.16.11.0 0.0.0.127 any eq smtp
permit tcp 172.16.11.128 0.0.0.127 any eq www
permit tcp 172.16.11.128 0.0.0.127 any eq 443
permit tcp 172.16.11.128 0.0.0.127 any eq domain
permit tcp 172.16.11.128 0.0.0.127 any eq 20
permit tcp 172.16.11.128 0.0.0.127 any eq ftp
permit tcp 172.16.11.128 0.0.0.127 any eq smtp
permit ip any any

```

Configuración de ACLs de la red SAN MARINO. Elaborado por: Pruna Moises

En la figura 3.22 observa la configuración de port-security para los switch Cisco con el fin de garantizar la seguridad en la red y en los switch se configuro en cada dispositivo puertos de seguridad en capa 2 y mediante una configuración permite tener una limitación de direcciones MAC, el diseño solo permite tener una dirección Mac retenida para que pueda comunicarse, caso contrario sea otra dirección el puerto se deshabilitara, con el fin de garantizar que no acceda a la red ningún usuario malicioso o algún empleado para generar algún conflicto en la red.

Figura 3. 22. Configuración de port-Security en switch capa 2.

```

:
:
ip domain-name UESANMARINO.com
:
username administrador secret 5 $1$mERr$QsSMsTn9Kf8jPWhPS1qAJ1
:
:
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
:
interface Port-channell
switchport mode trunk
:
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 20
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security mac-address sticky
switchport port-security mac-address sticky 0060.4785.AA17

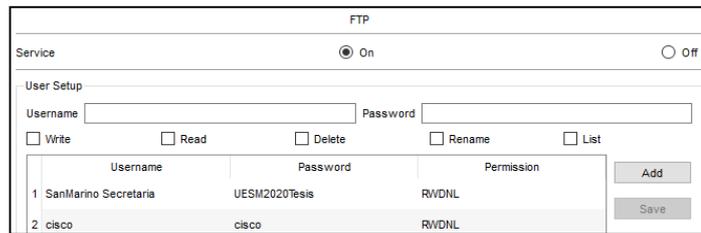
```

Seguridad capa 2 Switch. Elaborado por: Pruna Moises

3.31.7 Servidores FTP

Se observa en la figura 3.23 el uso de los servidores FTP para habilitar la característica de transferencias de archivos en la red.

Figura 3. 23. Servidor FTP.



Habilitación del protocolo FTP de la red SAN MARINO. Elaborado por: Pruna Moises

3.31.8 Ethernet Channel

Se observa en la figura 3.24 la configuración de característica de ethernet channel y posee 7 puertos port-channel para cada switch como son la parte administrativa, básica, bachillerato y los laboratorios de informática como recurso para mejorar la disponibilidad de la red mediante un enlace redundante entre los dispositivos de núcleo, distribución y acceso de la red y aumentando el ancho de banda.

Figura 3. 24. Configuración de característica de Ethernet Channel.

```
SW3_CTELECOMUNICACIONES#sh etherchannel summary
Flags: D - down          P - in port-channel
       I - stand-alone  s - suspended
       H - Hot-standby (LACP only)
       R - Layer3       S - Layer2
       U - in use       f - failed to allocate aggregator
       u - unsuitable for bundling
       w - waiting to be aggregated
       d - default port

Number of channel-groups in use: 7
Number of aggregators:          7

Group  Port-channel  Protocol    Ports
-----+-----+-----+-----
1      Po1 (SU)        LACP        Gig1/0/1 (P) Gig1/0/2 (P)
2      Po2 (SU)        LACP        Gig1/0/3 (P) Gig1/0/4 (P)
3      Po3 (SU)        LACP        Gig1/0/5 (P) Gig1/0/6 (P)
4      Po4 (SU)        LACP        Gig1/0/7 (P) Gig1/0/8 (P)
5      Po5 (SU)        LACP        Gig1/0/9 (P) Gig1/0/10 (P)
6      Po6 (SU)        LACP        Gig1/0/11 (P) Gig1/0/12 (P)
7      Po7 (SU)        LACP        Gig1/0/13 (P) Gig1/0/14 (P)
```

Configuración de Ethernet Channel de la red SAN MARINO. Elaborado por: Pruna Moises

3.31.9 Modo acceso

Para los dispositivos de acceso a la red se configura cada Vlan como modo acceso se detalla en la figura 3.25 según la interfaz que pertenezca, esta característica asegura que cada usuario que se conecta a la red se asigne a una subred correspondiente.

Figura 3. 25. Configuración del SW2 VLAN's en modo acceso.

```
hostname SW2_ADMINISTRACION
!  
!  
!  
!  
!  
spanning-tree mode pvst  
spanning-tree extend system-id  
!  
interface Port-channel2  
switchport mode trunk  
!  
interface FastEthernet0/1  
switchport access vlan 20  
switchport mode access  
!  
interface FastEthernet0/2  
switchport access vlan 30  
switchport mode access
```

Configuración de modo acceso para las vlan's en el SW2. Elaborado por: Pruna Moises

CAPÍTULO 4

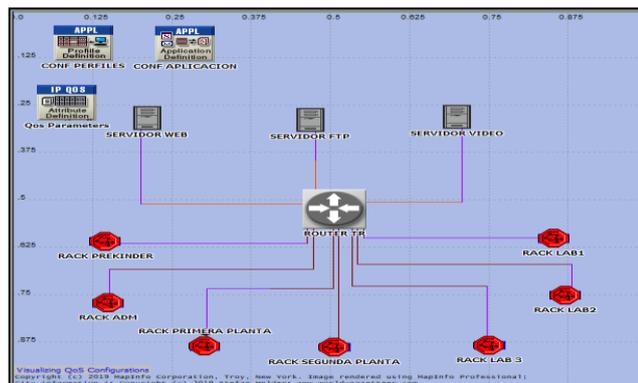
SIMULACIÓN DE LA RED DE CAMPUS Y ANÁLISIS DE COSTOS

4.1 SIMULACIÓN DE DESEMPEÑO DE LA RED LAN Y WLAN EN EL SOFTWARE RIVERBED MODELER

Se usa el software OPNET MODELER debido a que presenta características didácticas de cómo se comportaría la red diseñada y compararla con la red actual en un entorno virtual, con la opción de configurar parámetros como son tipos de medios de transmisión, velocidad en capa física, protocolos de comunicación como http, ftp, características de QoS con diferentes especificaciones de la mismas como son FIFO o CQ, además que tiene la opción de crear perfiles de configuración para dar características propias a cada usuario ya sea en la red LAN o en la WLAN dando más especificaciones a la simulación y así obteniendo datos aproximadamente parecidos a los reales en uso de la red diseñada.

Se determina una topología para la red diseñada SAN MARINO 2019 que se muestra en la figura 4.26 en la cual visibilizamos los dispositivos que componen la red LAN Y WLAN, con especificaciones se presenta un router principal que simula al SW3 de núcleo colapsado, subredes por cada rack que se va a desplegar en toda la institución cada una de ellas cuenta con SW2 para la distribución de los dispositivos y un AP para el acceso a los dispositivos móviles que forman parte de la infraestructura tecnológica.

Figura 4. 26. Topología de la red LAN.

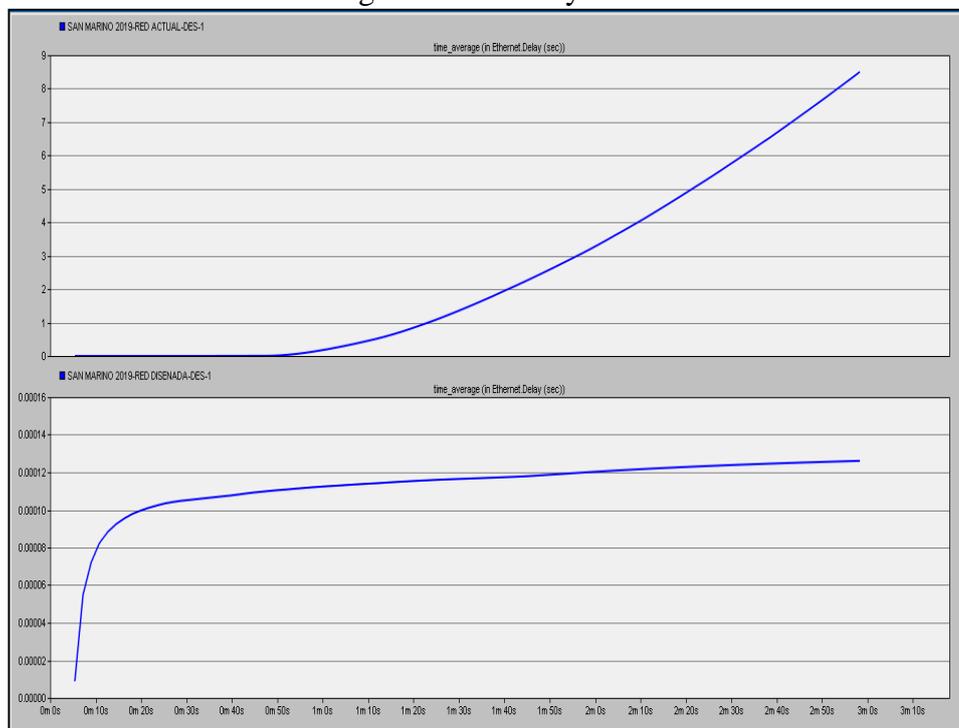


Simulación de la red diseñada en el software OPNET: Pruna Moises.

4.2 DELAY DE RED ACTUAL COMPARADA CON LA RED DISEÑADA

Se comprueba los retardos de la red LAN de la red actual con la red diseñada para lo cual se establece la configuración de perfiles que hagan uso de los recursos de la red como son el uso de servicios WEB, FTP y video conferencia con estas características la red actual presenta un retardo de 8000 ms. Esto indica una mala experiencia para el usuario en cuanto a disponibilidad de la red puesto que esto ocasionara mal experiencia para el uso de los servicios de la red, en cuanto a la red diseñada se produce un retardo de 0.12 ms. Que es un retardo muy bajo configurada la red en el mismo escenario usando los servicios anteriormente mencionado, se observa en la figura 4.27

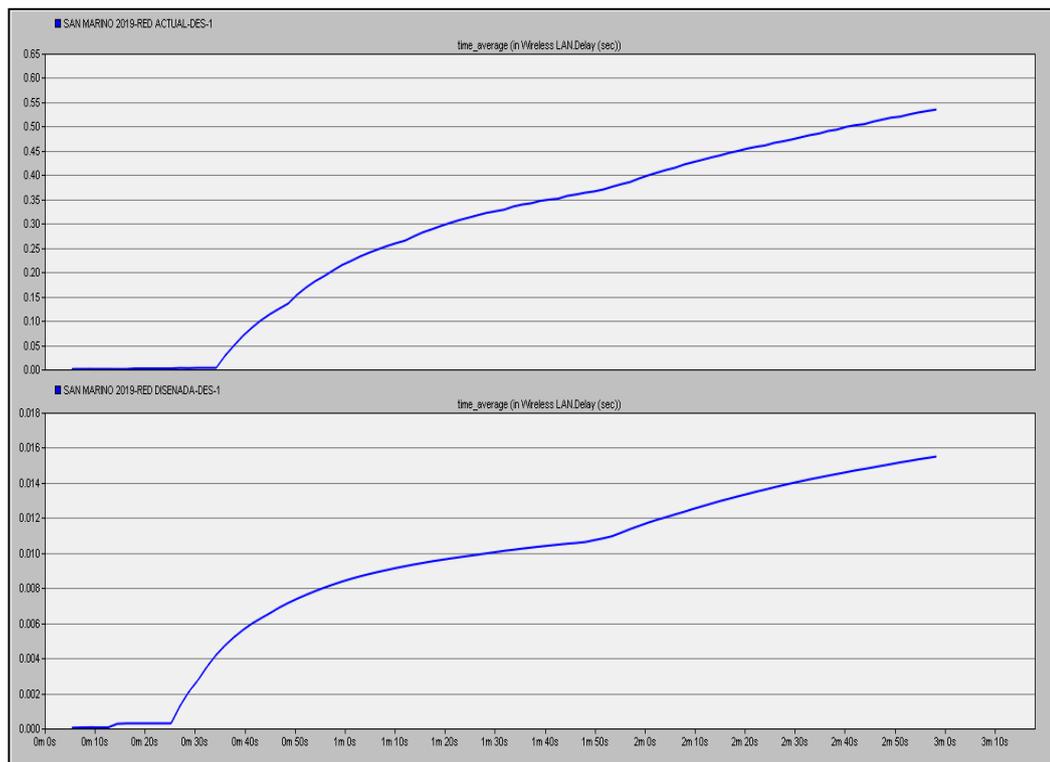
Figura 4. 27. Dalay de la red LAN.



Simulación de la red diseñada en el software OPNET: Pruna Moises.

En la figura 4.28 se muestra como en la red WLAN diseñada a comparación de la red actual presenta un bajo retardo con 0.015 seg. A comparación de la red actual que presenta un aproximado de 0.60 seg. Mostrando una mejora en la red diseñada para el uso de la red WLAN configurando los diferentes servicios como son FTP, HTTP, Video.

Figura 4. 28. Dalay de la red WLAN.



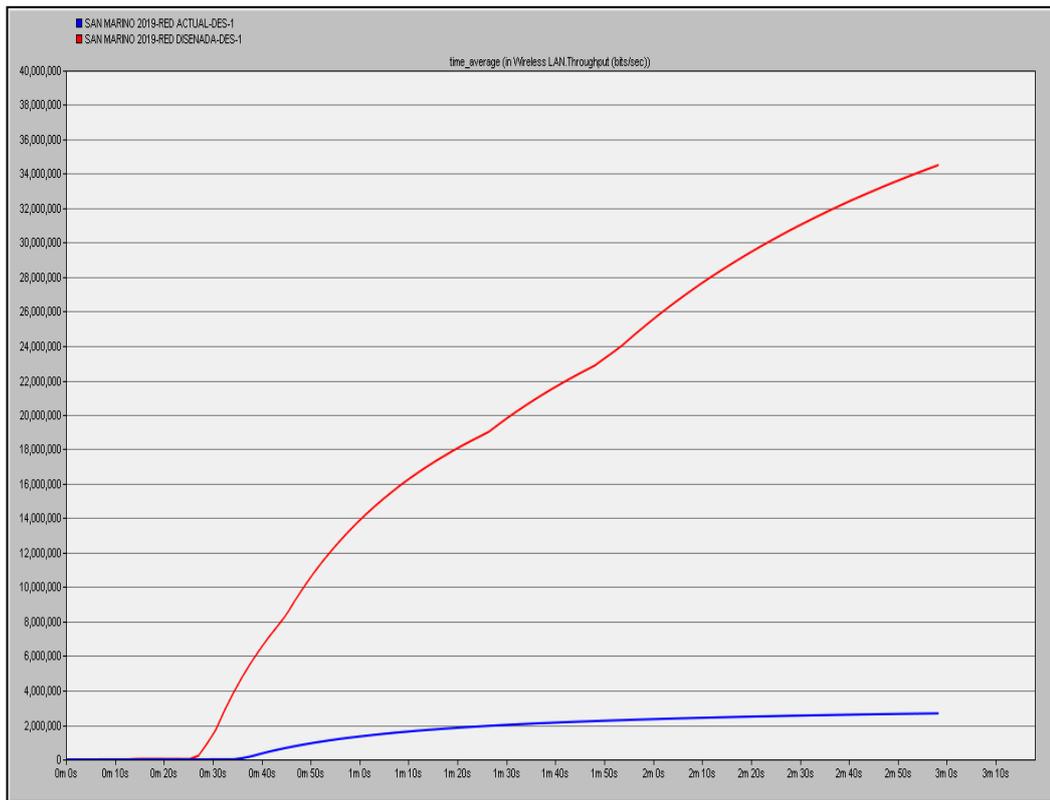
Red WLAN retardo en la red actual y diseñada Elaborado por: Pruna Moises.

4.3 THROUGHPUT GENERADO POR LA RED

En este apartado se verifica como en la red diseñada se presenta mayor throughput a comparación de la red actual puesto que las características de la red diseñada determinan una mayor tasa de éxito para los datos que se quiere transferir por la red.

Se observa en la figura 4.29 la tasa promedio de archivos con éxito en la red actual no supera los 3 Mbps, y la red diseñada presentara un éxito de transferencia de archivos de aproximadamente 35 Mbps. Tomando en cuenta que en la red diseñada se establece el uso de los recursos de la red inalámbrica con un aproximado de 15 dispositivos conectados a los dispositivos de acceso a la red inalámbrica.

Figura 4. 29. Throughput de la red WLAN.



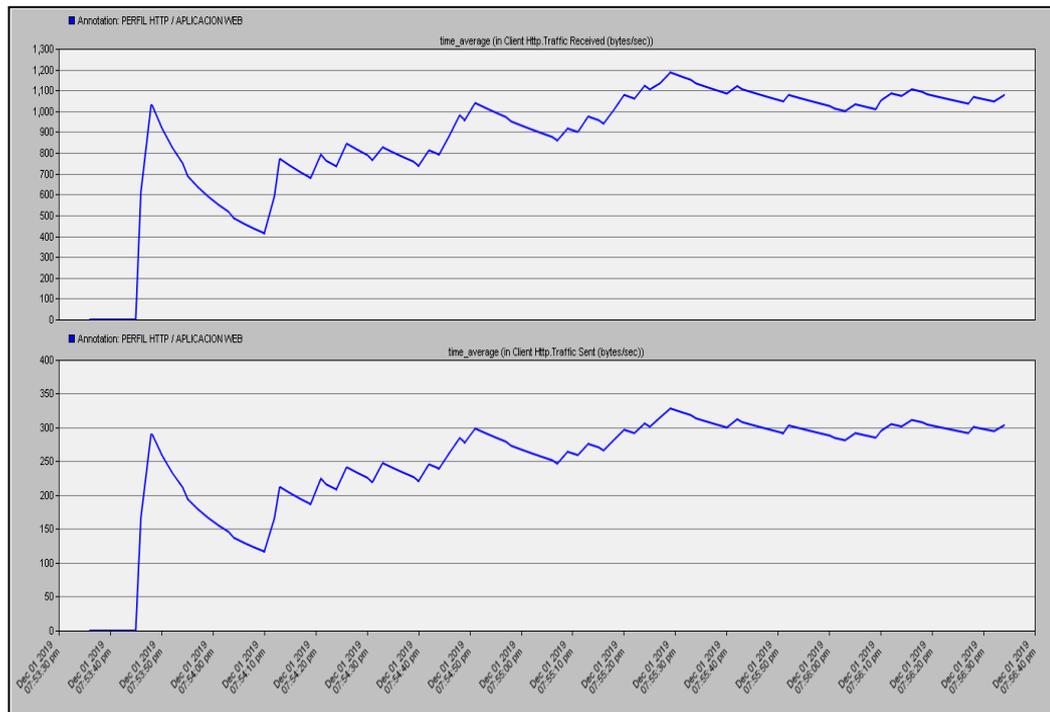
Throughput de la red WLAN Elaborado por: Pruna Moises.

4.4 COMPARACIÓN TRÁFICO GENERADO POR UN USUARIO USANDO UNA APLICACIÓN HTTP Y VERIFICANDO LAS PÉRDIDAS DE PAQUETES CON ESTE PROTOCOLO

En la figura 4.30 se verifica la tasa de archivos enviados y recibidos con el servicio HTTP por un usuario de la red ubicado en el rack PREKINDER en la subred ALUMNOS, mostrando la pérdida de paquetes que se genera al usar este protocolo, determinando un perfil de configuración que use los recursos de la red, al igual que los anteriores casos.

Se determina la comparación del comportamiento de la red diseñada con un tráfico enviado y recibido, con una tasa de 150 Bytes para el tráfico enviado y un total de 500 Bytes de tráfico recibido como respuesta a los requerimientos del usuario.

Figura 4. 30. Perdida de paquetes en la red usando el protocolo HTTP.



Perdida de paquetes de la red LAN usando el protocolo http verificando los paquetes recibidos sobre las peticiones que se realizan al usar este servicio. Elaborado por: Pruna Moises.

4.5 QOS DETERMINADA PARA LA RED DISEÑADA

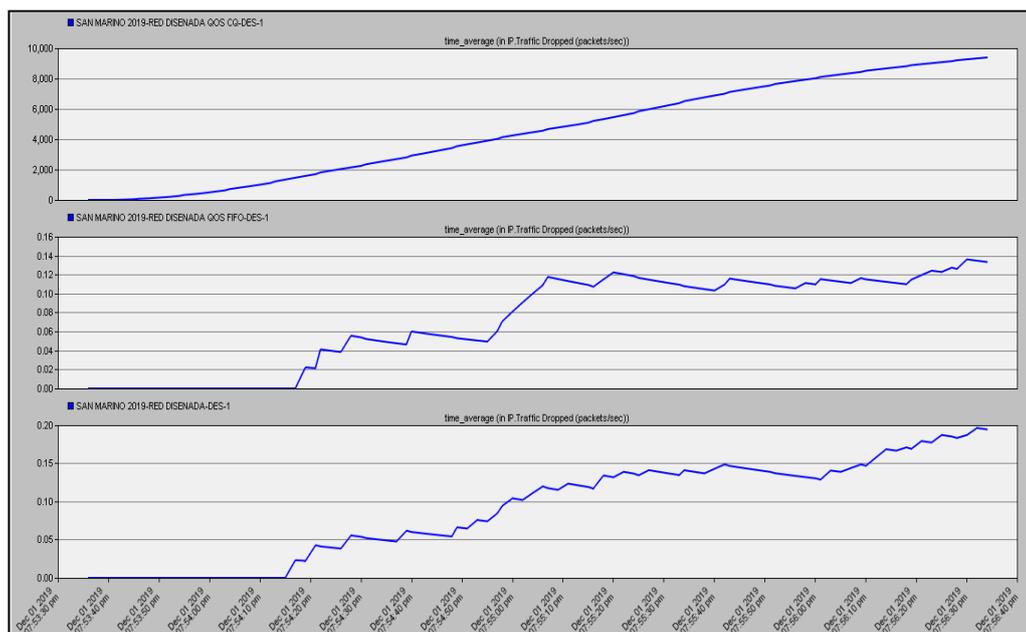
Se determina como mejor propuesta el uso de un tipo de calidad de servicio para cuando exista la necesidad de dar precedencia a los paquetes de archivos con más alta prioridad, contando con la posibilidad de la red se sobre cargue y presente deficiencias o perdidas de paquetes por mucho tráfico en el mismo instante de tiempo, la red diseñada podrá manejar este tipo de sobrecarga con la opción de descarte de paquetes lo cual dará un tipo de seguridad para los paquetes de mayor prioridad. Las aplicaciones con mayor sensibilidad o latencia deberán presentar una mayor prioridad en el marcaje de sus paquetes para que estos no solo no presenten latencia sino sean íntegros y lleguen a su destino con alta calidad de servicio.

En la red diseñada se da a comparación de dos tipos de QoS para el manejo de paquetes como son el FIFO y el Custom Queuing (CQ), por cada interfaz añadida a los dispositivos que sean administrables y con la opción de configuración de esta característica.

En la figura 4.31 se observa como la red descarta un numero de 0.14 paquetes por segundo aplicando calidad de servicio FIFO (First In, First Out) y Custom Queuing

(CQ) un descarte de 10000 paquetes por segundo y la red diseñada sin presentar ningún tipo de calidad de servicio un descarte de 0.20 paquetes por segundo. Dando como resultado que CQ prioriza el descarte de paquetes con prioridad baja para no sobrecargar la red y dar prioridad a los paquetes de mayor importancia y con un marcaje de prioridad alta.

Figura 4. 31. Red diseñada con QoS para el marcaje de archivos.



Descarte de paquetes configurado dos tipos de QoS y la red diseñada Elaborada por: Pruna Moises.

4.6 ANÁLISIS DE COSTOS

En base al diseño obtenido en el capítulo 3 se obtiene una idea clara de todo el equipo activo y pasivo para la implementación de la nueva red de campus para la Unidad Educativa San Marino con el fin de obtener una idea de la factibilidad del proyecto.

4.6.1 Inversión

En base al diseño realizado se llegó a tener un estimado del costo total del proyecto para los equipos activos y la materia, en la tabla 4.29 mediante cotizaciones online las cuales se detallan en los anexos 17- 41 teniendo un valor de \$43.571,90 incluido IVA lo cual nos lleva a tener una idea clara de un presupuesto para una futura compra de equipos.

Tabla 4. 29. Valor de inversión de los dispositivos activos y pasivos

LISTA DE DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS PARA IMPLEMENTAR EL DISEÑO DE CABLEADO ESTRUCTURADO					
N.	DISPOSITIVOS ACTIVOS	LONGITUD	CANTIDAD	P. UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
1	Switch capa 3 SFP 3850-24XS-S		1	5965,63	5965,63
2	Access Point AP TP Link EAP 245		48	89,99	4319,52
3	Small Business SG300-52P		7	1363,41	9543,87
4	Transceiver de 1 Gb GLC-SX-MM		7	199,00	1393,00
5	ODF 24 puertos		1	119,99	119,99
6	ODF 12 puertos		7	150,00	1050,00
7	Patch Panel 24 Puertos CAT 6A 2 UR		14	39,50	553,00
8	Organizador Horizontal 2 UR		15	17,99	269,85
9	Organizador vertical 2 UR		15	50,79	761,85
10	Tapa de reserva 2 UR		8	2,80	22,40
11	Patchcords de fibras multimodo LC LC 3 m		8	8,00	64,00
12	Patch cords de cobre 6 A		336	5,50	1848,00
13	Paquete de amarras 20 cm de longtud		150	3,20	480,00
14	Bobina de fibra óptica multimodo OM3		1	850,33	850,33
15	Multitoma 8 Conexiones horizontal 2 UR		8	32,03	256,24
16	Bobina de cable SFTP CAT 6 A		15	340,00	5100,00
17	Conector RJ-45 CAT 6A Fu 10 conectores		400	2,15	860,00
18	Face plate simple CAT 6A plastico		2	2,40	4,80
19	Face plate doble CAT 6A plastico		99	2,55	252,45
20	Rack de piso 42 UR		1	655,99	655,99
21	Rack de 24 UR		7	512,33	3586,31
22	Bandeja metálica perforada de 30X10	226,06	75,35	20,00	1507,07
23	Derivación en T de bandeja metálica perforada		8	16,00	128,00
24	Derivacion en 45 grados de bandeja metalica perforada		10	16,00	160,00
25	Tubería 3/4 conduit 3m c/u		1180	3,10	3658,00
26	Cajetines acero galvanizado		202	0,80	161,60
TOTAL PRECIOS CON IVA					43571,90

Tabla de inversión de equipo activo. Elaborado por: Pruna Moises

La mano de obra se tomó en cuenta debe haber un ingeniero especialista en diseño de redes el cual se encargue de la configuración de equipos y pruebas de conectividad con alrededor de 105 horas para realizar todo este proceso y para la implementación en el lapso de 2 meses con tres técnicos todo esto se detalla en la tabla 4.30.

Para el precio de la hora para cada cargo ya sea del Ingeniero especialista en telecomunicaciones como los técnicos se basó en el anexo 42 tabla de salarios mínimos y sectoriales 2019 Ecuador.

Tabla 4. 30. Inversión para la mano de obra para los Ingenieros y técnicos especializados

COSTO POR IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO DE CABLEADO ESTRUCTURADO					
N.	DISPOSITIVOS ACTIVOS	PERSONAL	CANTIDAD (horas)	P. UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
1	Diseño y configuración de los equipos LAN y WLAN	1	80	25	2000,00
2	Pruebas de Conectividad y Supervisión		25	25	625,00
3	Técnicos e implementación	3	960	6	5760,00
4	Capacitación al personal de monitoreo		15	6	90,00
TOTAL PRESIÓN INCLUYE IVA					8475,00

Inversión de la mano de obra. Elaborado por: Pruna Moises

4.6.2 Inversión total

En la tabla 4.31 se detalla la inversión total que la Unidad Educativa tendría que hacer es el valor de \$ 52.046,90 con toda la adquisición del equipo activo, pasivo y el costo de la implementación por parte de los ingenieros y técnicos especializados.

Tabla 4. 31. Costo total de inversión por parte de la Unidad Educativa.

COSTO TOTAL POR IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO DE CABLEADO ESTRUCTURADO		
N.	Descripción	TOTAL (USD)
1	Costo por equipos y materiales del cableado estructurado	43571,90
2	Costo por implementación	8475,00
TOTAL PRESIÓN INCLUYE IVA		52046,90

Inversión total. Elaborado por: Pruna Moises

4.6.3 Análisis de ingresos y egresos

En la tabla 4.32 se observa el análisis de ingresos y egresos de la Unidad Educativa debido a que esta información es estrictamente confidencial no se pudo acceder por lo cual se trabajó con un valor estimado en base a la cantidad de alumnos, docentes, administrativos y gastos varios que la institución posee con el fin de obtener un valor aproximado.

Para el ingreso se tomó un valor extra por alumno que se deberá llegar a un acuerdo común entre todo el alumnado para que los alumnos tengan la posibilidad de tener aulas con acceso a internet inalámbrico y nuevos centros de cómputo con computadoras individuales y con acceso a internet dando una buena experiencia al usuario

Tabla 4. 32. Información de estimación de ingresos y egresos.

TABLA DE INGRESOS Y EGRESOS					
N.	Ingresos	PERSONAL	Pensión		TOTAL (USD)
1	Numero de alumnos	275	90		24750,00
2	Extra por alumnos	275	5		1375,00
N.	Egresos	PERSONAL	CANTIDAD	P. UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
4	Salarios profesores	31	160 horas	575	17825,00
5	Salarios personal administrativo	3	160 horas	550	1650,00
6	Salarios personas de aseo	1	160 horas	450	450,00
8	Otros(Agua,Luz,telefono,internet etc)	1	1	500	500,00
TOTAL EGRESOS					20425,00
FLUJO MENSUAL					4325,00

Flujo mensual de la Unidad Educativa. Elaborado por: Pruna Moises

4.6.4 VAN

El análisis económico contiene un enfoque de criterio de inversión con el fin de obtener un conocimiento de cuanto se gana o se pierde al implementar el proyecto mediante esta inversión

VAN > 0 el proyecto es rentable y genera beneficios, VAN = 0 proyecto rentable y VAN < 0 proyecto no rentable.

Tabla 4. 33 Flujo de ingresos y egresos anuales

FLUJO DE INGRESOS Y EGRESOS DE LA UNIDAD SAN MARINO		
N.	Descripción	TOTAL (USD)
1	Ingresos Aproximados	26125,00
2	Egresos Aproximados	20425,00
3	Flujo de caja mensual aproximado	5700,00
FLUJO DE CAJA ANUAL APROXIMADO		57000,00

La ecuación para determinar el VAN (Valor actual neto) se detalla a continuación con sus respectivas constantes.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Ec. (4. 3)

En donde:

Io: Inversión Inicial

Ft: Flujo de caja en cada periodo de tiempo

n: Numero de periodos de tiempo

k: Tasa de descuento

Se logra conocer mediante información publicada mensualmente por el banco central del Ecuador, la tasa de interés de descuento del 9.44% anual para lo que se refiera a inversión pública.

$$VAN = -52.046.90 + \frac{57.000.00}{1 + 0.0944}$$

$$VAN = 32607.69$$

El valor del VAN determina un valor mayor a cero, por lo que se verifica que el proyecto es factible.

4.6.5 Periodo de recuperación

Se enfoca en un valor en meses o años en la cual se recupera la inversión del proyecto

La siguiente formula determina como calcular el PRC

$$PCR = \frac{Io}{Fm} \quad \text{Ec. (4. 4)}$$

Fm: Flujo de caja mensual

Io: Inversión Inicial

$$PCR = \frac{52.046,92}{5.700,00}$$

$$PCR = 9.1 \text{ meses}$$

CONCLUSIONES

El levantamiento de línea base nos permitió determinar que la institución no posee un diseño jerárquico y posee una red plana el cual conlleva a tener una red sin seguridad y carece de alguna segmentación (VLAN) lo que conlleva a tener problemas en la red LAN y WLAN.

El diseño de la nueva red de campus se basó en una metodología PPDIIOO del ciclo de vida de la red con un diseño jerárquico de núcleo colapsado permitiendo escalabilidad lógica con un correcto direccionamiento IPv4 en base a un crecimiento poblacional de la red y garantizando tolerancia a fallos por medio de configuración de EtherChannel y la suma de velocidades del puerto físico, el cableado estructurado es en base normativa EIA/TIA 568-569 con el fin de reducción de costos y fácil mantenimiento.

El diseño de la red inalámbrica se fundamentó en base a mapas de calor por medio del software Acrylic Wi-Fi Heatmaps para toda la institución obteniendo lugares donde carece la señal inalámbrica como el bloque de básica y bachillerato con el fin de garantizar a cada usuario final una señal óptima.

El desempeño de la red LAN Y WLAN se determinó mediante el software Opnet para sustentar el comportamiento adecuado con una alta demanda de tráfico configurando perfiles de servicios WEB, descarga de archivos y aplicaciones de video teniendo un delay de 0.12 ms garantizando un funcionamiento idóneo en comparación con el delay actual de 8000 ms.

Mediante el estudio económico del proyecto se determinó que es viable y rentable con un corto plazo de recuperación de la capital inversión de 9 meses y con un valor actual neto positivo garantizando que el proyecto es factible su realización

RECOMENDACIONES

Se sugiere la implementación de un sistema de seguridad para la red de frontera en base a firewalls que permitan filtrar los paquetes indeseados que ingresan y salen de la red en la institución

Se recomienda implementar un sistema de aterrizaje para todos los equipos electrónicos de la institución con el fin de garantizar el funcionamiento y vida útil de los equipos y evitar pérdidas de información por daño en los equipos.

REFERENCIAS

- Callisaya, E. (2014). *METODOLOGIAS PARA EL DISEÑO DE REDES Contenido*. Retrieved from http://www.academia.edu/8893403/METODOLOGIAS_PARA_EL_DISEÑO_DE_REDES_Contentido
- Castaño Ribes, R. J. (2013). *Redes Locales. Redes Locales*, 23.
- Cisco. (2014). Campus, resumen de diseño. *Cisco*, 3–10. Retrieved from https://www.cisco.com/c/dam/r/es/la/internet-of-everything-ioe/assets/pdfs/en-05_campus-wireless_wp_cte_es-xl_42333.pdf
- Commission, F. C. (2018). *Guía de Velocidades de Banda Ancha | Federal Communications Commission*. Retrieved November 19, 2019, from <https://www.fcc.gov/consumers/guides/guia-de-velocidades-de-banda-ancha>
- DTechData. (2018). HPE (Aruba) reconocido por Gartner como líder en Infraestructura de Acceso de LAN Inalámbrica y por Cable. | Tech Data. Retrieved November 19, 2019, from Cuadrante de Gartner website: <https://blogs.arubanetworks.com/spectrum/hpe-aruba-recognized-by-gartner-as-a-leader-in-wired-and-wireless-lan-access-infrastructure/>
- Elvira Mifsud. (2012). *MONOGRÁFICO: Listas de control de acceso (ACL) - Conclusión | Observatorio Tecnológico*. Retrieved November 11, 2019, from <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/software/servidores/1065-listas-de-control-de-acceso-acl?start=1>
- Escalera Fariñas, K., Infante Abreu, A., Ampuero, M., & Rosete Suárez, A. (2015). Técnicas para el tratamiento de restricciones en el problema de conformación de equipos de proyectos de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 9, 110–1025.
- Guide, S. (2013). *Cisco Catalyst 3850 Switch*. (April), 1–28.
- HUAWEI. (2020). *HG8045H Datasheet 03(5dBi).pdf - HG8045H Datasheet 03(5dBi) - "Huawei."* Retrieved January 21, 2020, from <https://support.huawei.com/enterprise/es/doc/EDOC1100008687?section=k001>
- Incontec internacional. (2016). *Objetivos de la Normalización*. Retrieved November 20, 2019, from www.simon.com/ally
- Lacnic. (2018). *Direcciones IPv4*. Retrieved November 11, 2019, from <https://www.lacnic.net/545/1/lacnic/2-direcciones-ipv4>
- Martínez-Rioja, R. (2016). *El cableado estructurado de una red de área local - ADR Formación*. Retrieved November 11, 2019, from ADR Formación website: https://www.adrformacion.com/knowledge/administracion-de-sistemas/el_cableado_estructurado_de_una_red_de_area_local.html
- Networks, U. (2018). *Guía de inicio rápido*. Retrieved from www.ubnt.com/download/unifi
- QuickSpecs. (2019). *Aruba 3810M Switch Series (Resumen de especificaciones/c04843019.pdf)*. Retrieved November 19, 2019, from

https://h20195.www2.hp.com/v2/GetDocument.aspx?docname=c04843019&doctype=quickspecs&doclang=EN_US&searchquery=&cc=pr&lc=es

Redes de confianza. (2018). ¿Qué es un Site Survey? Retrieved November 11, 2019, from <https://www.rcti.com.mx/index.php/blog/item/6-site-survey>

Rediris. (2011). *RedIRIS - Direccionamiento IPv6*.

Solvetic. (2017). Características cable de red CAT 6, 5e o Fibra - Solvetic. Retrieved November 19, 2019, from <https://www.solvetic.com/page/recopilaciones/s/tecnologia/caracteristicas-cable-red-cat-6-5e-fibra>

Telecom, S. F. (2017). Comparativa UTP STP COAXIAL Y FIBRA OPTICA. Retrieved November 20, 2019, from <https://silexfiber.com/comparativa-utp-stp-coaxial-y-fibra-optica/>

Tp-link. (2018). *Business Class Wi-Fi Solution EAP245 EAP115-Wall EAP110-Outdoor EAP225-Outdoor EAP330 EAP320 EAP225 V3 EAP115 EAP110 EAP225-Wall*.

ANEXOS

Anexo 1 : : Delimitación geográfica



Elaborado por: Pruna Moisés.

Anexo 2 : Estudiantes de la Unidad Educativa San Marino se encuentran divididos de la siguiente manera:

Total de Estudiantes	
PK	6
1 EBG	7
2 EBG	10
3 EBG	13
4 EBG	6
5 EBG	6
6 EBG	6
7 EBG	10
8 EBG	19
9 EBG	16
10 EBG	13
1 BGU	21
2 BGU	29
3 BGU	29
TOTAL	191

Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 3: Departamentos y cantidad de equipos en la Unidad Educativa

DEPARTAMENTOS	EQUIPOS
RECTORADO	1 TELEFONO CON EXTENSIÓN
	1 PORTATIL
VICERECTORADO	1 PORTATIL
INSPECCIÓN GENERAL	1 ORDEDADOR
	1 BIOMÉTRICO
	1 AMPLIFICADOR DE SEÑAL
SECRETARÍA	3 ORDENADORES
	2 COPIADORAS
	1 TELEFONO
	1 CITOFRONO
	1 TELEFONO CON EXTENSIÓN
CONSEJERIA ESUDIANTEL	1 ORDENADOR
BIBLIOTECA	3 ORDENADORES
CENTRO DE COMPUTO	10 ORDENADORES
AUDIOVISUALES	1 ORDENADOR
SALA DE PROFESORES	6 ORDENADORES
SALA DE MÚSICA	1 ORDENADOR
TOTAL	31 HOST

Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 4: Condiciones y características en la red de la Unidad Educativa.

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RED WLAN			
	<p>La imagen muestra información de la red inalámbrica SAN MARINO, la intensidad de la señal, la dirección IP que se asignó al dispositivo, además que muestra la MAC del dispositivo entre otros.</p>		<p>La imagen muestra información de la red inalámbrica SAN MARINO, los canales en cuales se transmite la señal mostrando cuales de los canales disponibles entre otros.</p>

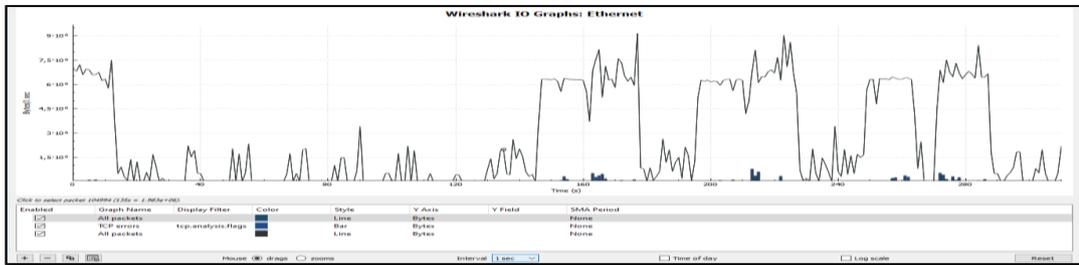
Elaborado por: Pruna Moisés.

Anexo 5: Los usuarios totales de la Unidad Educativa San Marino se encuentran divididos de la siguiente manera

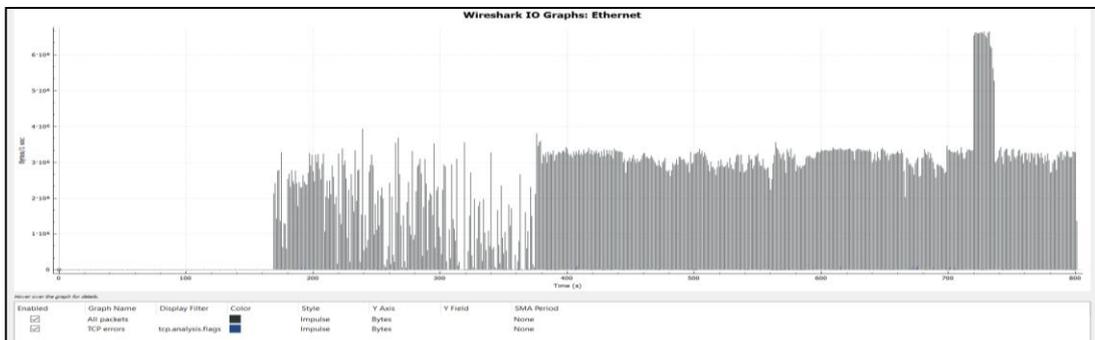
PERSONAL	NÚMERO DE USUARIOS
DOCENTES	31
ESTUDIANTES	191
INVITADOS	200
TOTAL	422

Elaborado por: Pruna Moises.

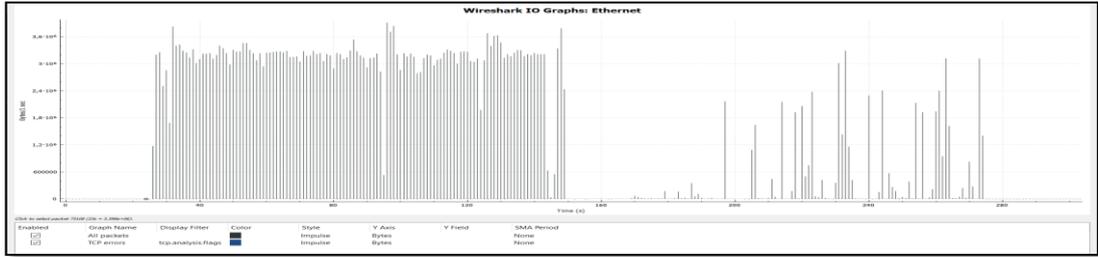
Anexo 6: Tome de tráfico de la red por 5 días del mes de noviembre 2019



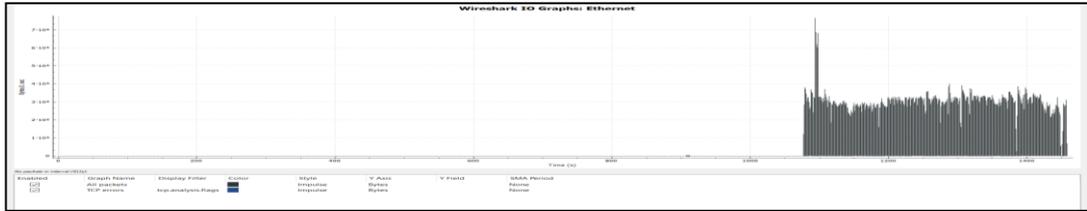
Lunes 9 Mbytes /segundo. Elaborado por: Pruna Moises.



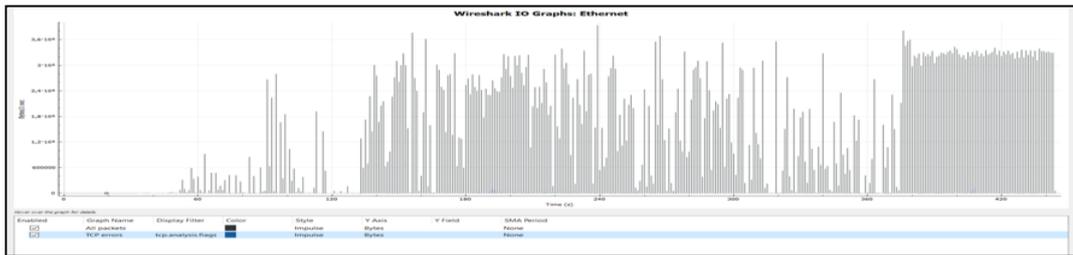
Martes 7 Mbytes /segundo Elaborado por: Pruna Moises.



Miércoles 6 Mbytes /segundo. Elaborado por: Pruna Moises.

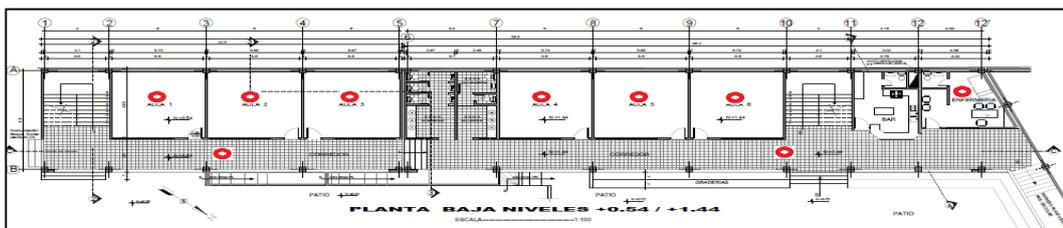
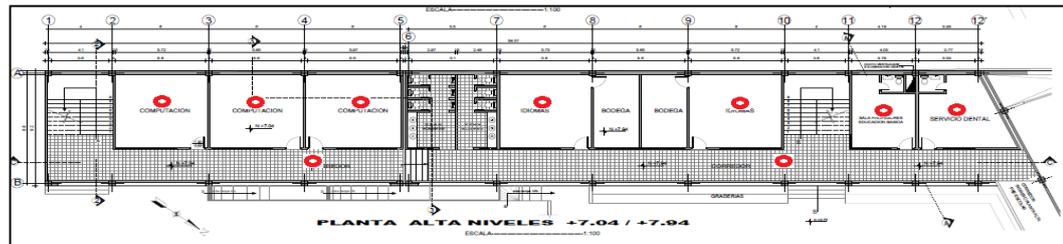


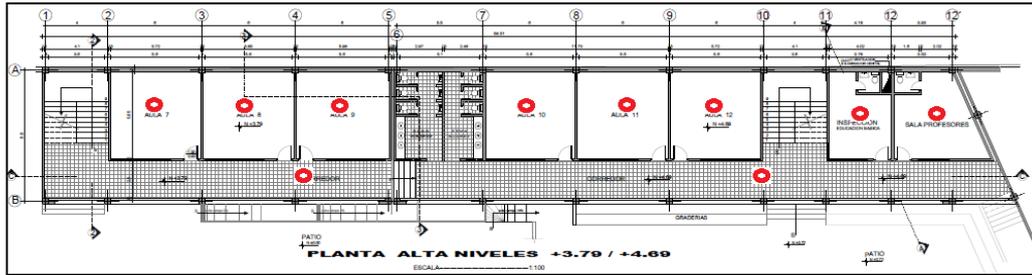
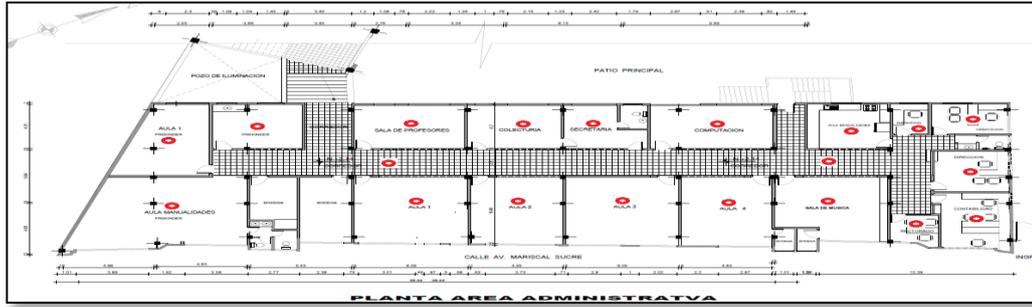
Jueves 8 Mbytes /segundo. Elaborado por: Pruna Moises.



Viernes 9 Mbytes /segundo. Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 7: Ubicación de Access point en la institución SAN MARINO





Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 8: Localización de puntos de datos en la Unidad Educativa

BLOQUE ADMINISTRACIÓN Y AULAS PREKINDER			
Puntos de Red			
Departamentos	Área	Puntos de Red	
		Unitario	Doble
Administración y Prekínder	Rectorado		1
	Contabilidad		2
	Dirección	1	2
	Orientación		1
	Inspección		1
	Aula manualidades		2
	Computación		8
	Secretaría	1	2
	Colecturía		1
	Sala de profesores		2
	Aula 2 Prekínder		1
	Aula 1 Prekínder		1
	Aula manualidades Prekínder		2
	Bodega		0
	Bodega		0
	Aula 1		1
	Aula 2		1
Aula 3		1	
Aula 4		1	
Sala de música		1	
Puntos de Acceso	Pasillo Administración		
	Ubicación en espacio Administrativo		
Total Hosts		2	31

BLOQUE BÁSICA Y BACHILLERATO			
Puntos de Red			
Departamentos	Área	Puntos de Red	
		Unitario	Doble
Básica y Bachillerato	Aula 1		1
	Aula 2		1
	Aula 3		1
	Aula 4		1
	Aula 5		1
	Aula 6		1
	Enfermería		1
	Aula 7		1
	Aula 8		1
	Aula 9		1
	Aula 10		1
	Aula 11		1
	Aula 12		1
	Inspección Educación Básica		1
	Sala Profesores		2
	Computación		15
	Computación		15
	Idiomas		4
	Bodega		0
Bodega		0	
Sala profesores Educación básica		2	
Servicio dental		1	
Puntos de acceso	Aulas		
	Exterior		
Total hosts		0	68

Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 9 : Cantidad de Host de la red LAN

BLOQUE ADMINISTRACIÓN Y AULAS PREKÍNDER				
Puntos de Red				
Departamentos	Área	Host	Puntos de Red	
			Unitario	Doble
Administración y Prekínder	Rectorado	2		1
	Contabilidad	4		2
	Dirección	3	1	2
	Orientación	2		1
	Inspección	2		1
	Aula manualidades	4		2
	Computación	16		8
	Secretaría	3	1	2
	Colecturía	2		1
	Sala de profesores	4		2
	Aula 2 Prekínder	2		1
	Aula 1 Prekínder	2		1
	Aula manualidades Prekínder	4		2
	Bodega	0		0
	Bodega	0		0
	Aula 1	2		1
	Aula 2	2		1
	Aula 3	2		1
	Aula 4	2		1
Sala de música	2		1	
Puntos de Acceso	Pasillo Administración	2		
	Ubicación en espacio Administrativo	13		
Total Hosts		75	2	31

Elaborado por: Pruna Moises.

BLOQUE BÁSICA Y BACHILLERATO				
Puntos de Red				
Departamentos	Área	Host diseño	Puntos de Red	
			Unitario	Doble
Basica y Bachillerato	Aula 1	2		1
	Aula 2	2		1
	Aula 3	2		1
	Aula 4	2		1
	Aula 5	2		1
	Aula 6	2		1
	Enfermería	2		1
	Aula 7	2		1
	Aula 8	2		1
	Aula 9	2		1
	Aula 10	2		1
	Aula 11	2		1
	Aula 12	2		1
	Inspección Educación Básica	2		1
	Sala Profesores	4		2
	Computación	30		15
	Computación	30		15
	Computación	30		15
	Idiomas	8		4
	Bodega	0		0
	Bodega	0		0
	Sala profesores Educación básica	4		2
	Servicio dental	2		1
Puntos de acceso	Aulas	27		
	Exterior	6		
Total hosts		169	0	68

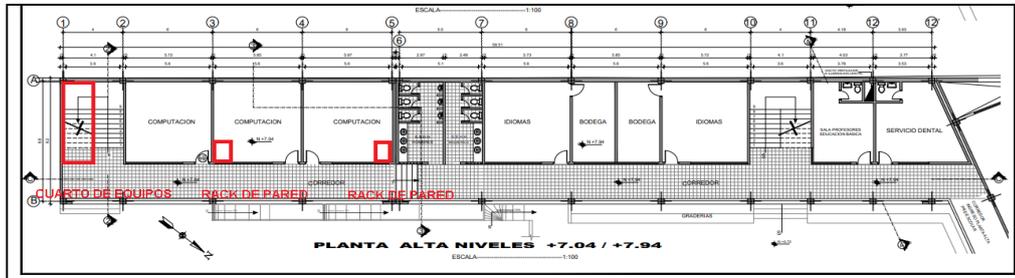
Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 10: Dispositivo de acceso de la red

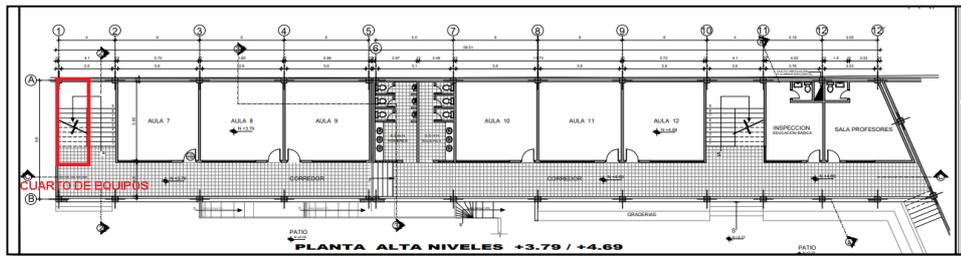
Marca	Cisco	HP	Aruba
Modelo	Small Business SG300-52P	HP 2530 j9772	2930-48G (j1262)
VLAN	256	si	si
Memoria flash	16 MB	128MB	256 MB
Características	Commutación Layer 3, conmutación Layer 2, soporte de DHCP, soporte BOOTP, soporte VLAN, snooping	Calidad de servicio (QoS) soporte Administración basada en web MIB, soporte Bidireccional	VLAN, SFlow, IPv6, Mac Address, RMON, QoS, ACL, DHCP, CLI, SNMP
Normas/ Estándares	IEEE	IEEE	IEEE
Voltaje nominal	CA 120/230 V	110 V AC 220v	100 - 127 / 200 - 240 VCA, valor nominal
Frecuencia	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Puertos Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet (10/100/1000)	Ethernet 10/100/1000	Ethernet 10/100/1001
Cantidad	50	48	48
Puertos SFP	SFP Gigabit 10/100/1000	SFP	SFP
Cantidad	2	4	4
Algoritmos de seguridad	Si todos sus puertos	Si	Si
POE	Si todos sus puertos	Si todos sus puertos	Si todos sus puertos
Soporta IGMP	snooping IGMP		si
Precio	\$1,099.95	\$829.47	\$988.98

Características de los dispositivos capa 2 para el acceso a la red en la Unidad Educativa. Fuente: <https://www.cyberpuerta.mx/Computo-Hardware/Redes/Switches/Switch-Cisco-Gigabit-Ethernet-SG220-50-48-Puertos-10-100-1000Mbps-2-Puertos-SFP-100-Gbit-s-8192-Entradas-Gestionado.html>, <https://intercompras.com/p/switch-cisco-sg220-puertos-gigabit-98232>

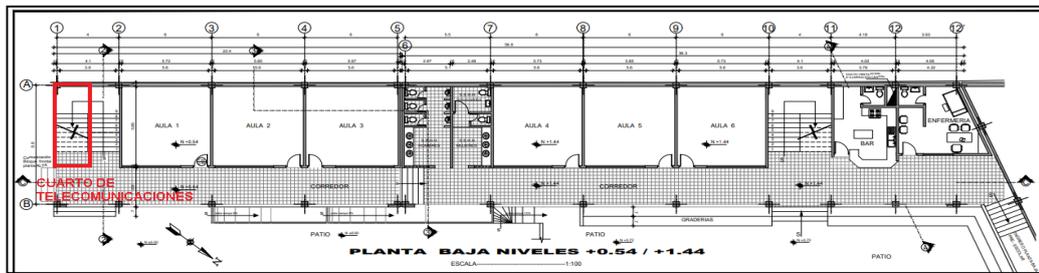
Anexo 11: Ubicación del cuarto de telecomunicaciones y de equipos



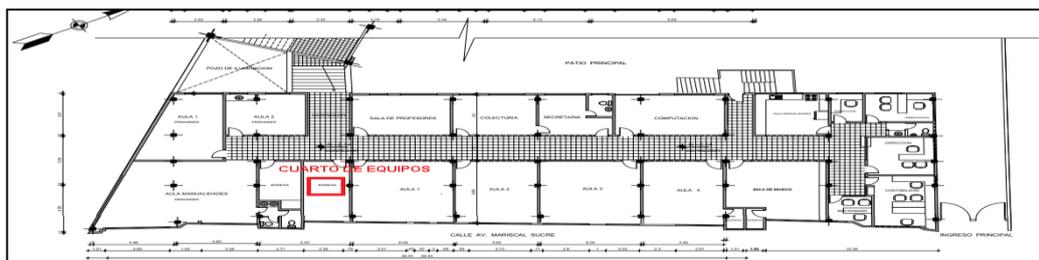
Tercera planta. Elaborado por: Pruna Moises.



Segunda planta. Elaborado por: Pruna Moises.



Primera planta. Elaborado por: Pruna Moises.



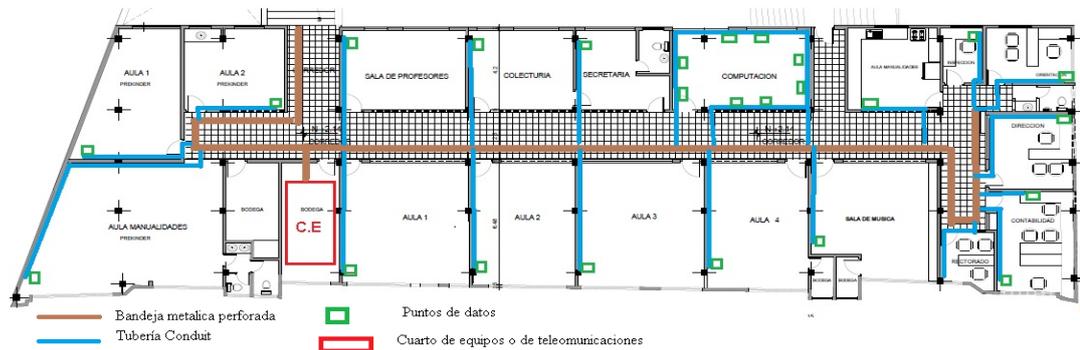
Bloque de Administración. Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 12: Cantidad de puntos de red Doble o simples

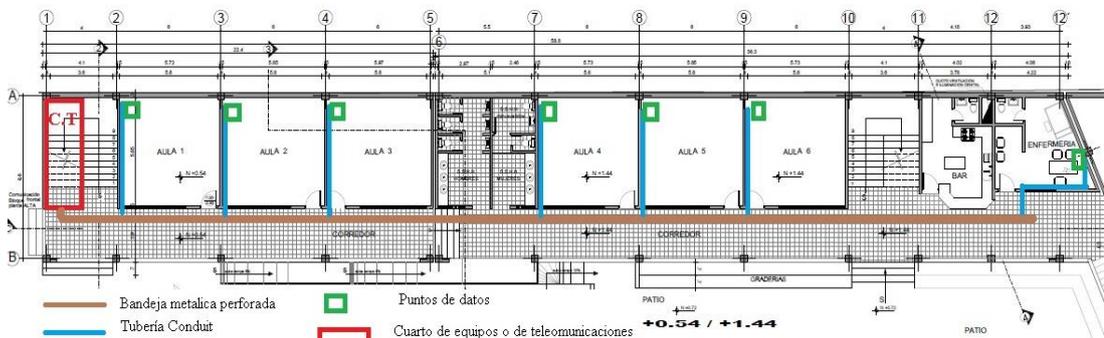
CAJETINES TOTAL		
Cantidad de cajetines por departamento		
Departamentos	Unitario	Doble
Administración y Prekínder	2	31
Básica y Bachillerato	0	68
TOTAL	2	99

Elaborado por: Pruna Moises.

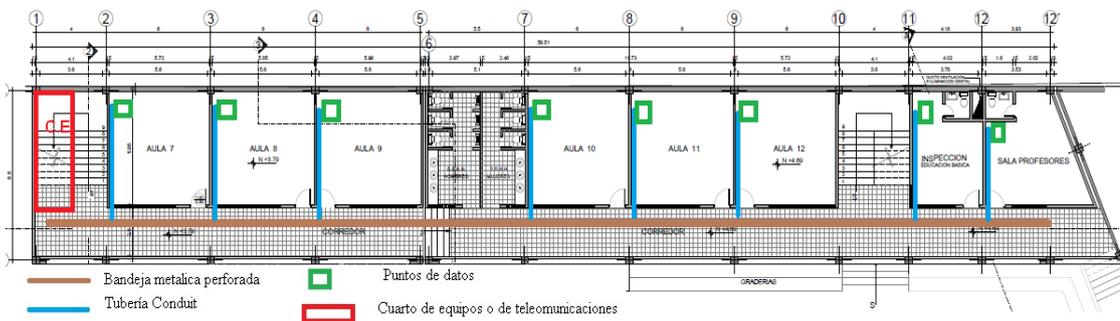
Anexo 13: Extensión bandeja perforada color café



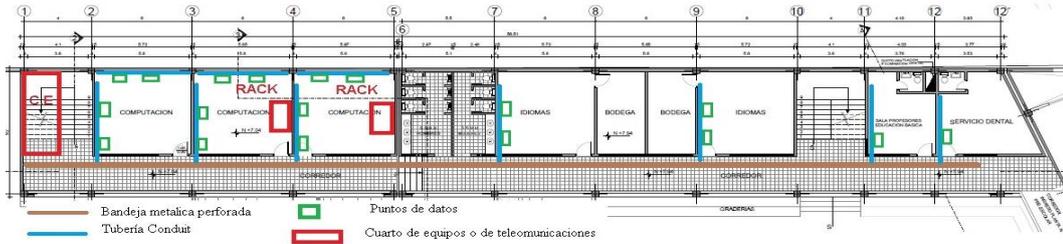
Bloque de Administración. Elaborado por: Pruna Moises.



Primera Planta. Elaborado por: Pruna Moises.



Segunda Planta. Elaborado por: Pruna Moises.



Tercera planta. Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 14 Recorrido por cada aula del cableado categoría 6 A

TOTAL DEL CABLE RECORRIDO											
CABLE CAT 6A											
ÁREA ADMINISTRACIÓN Y PREKINDER	ALTURA	Constantes Internas					CABLE CAT 6A Longitud bandeja perforada	TUBERÍA			Total del cableado
		Grosos de Pared	Bandeja perforada	Reserva Rack	Salida del cable desde el rack	Altura Punto de red		Longitud interna	Accesorio Cajetín	RJ-45	
Rectorado	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	29,790	1,5	2	2	37,221
Rectorado	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	29,790	1,5	0	2	37,221
Contabilidad 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	32,790	1,8	2	2	40,521
Contabilidad 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	32,790	1,8	0	2	40,521
Contabilidad 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	32,790	1,5	2	2	40,221
Contabilidad 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	32,790	1,5	0	2	40,221
Dirección 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	35,490	4	2	2	45,421
Dirección 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	35,490	4	0	2	45,421
Dirección 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	35,490	3	2	2	44,421
Dirección 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	35,490	3	0	2	44,421
Dirección 3	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	35,490	1,5	2	2	42,921
Orientación	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	38,330	2,5	2	2	46,761
Orientación	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	38,330	2,5	0	2	46,761
Inspección	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	38,330	3	2	2	47,261
Inspección	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	38,330	3	0	2	47,261
Aula manualidades 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	28,920	3	2	2	37,851
Aula manualidades 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	28,920	3	0	2	37,851
Aula manualidades 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	28,920	4	2	2	38,851
Aula manualidades 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	28,920	4	0	2	38,851
Computación 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	3	2	2	28,521
Computación 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	3	0	2	28,521
Computación 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	3	2	2	28,521
Computación 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	3	0	2	28,521
Computación 3	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	5	2	2	30,521
Computación 3	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	5	0	2	30,521
Computación 4	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	5	2	2	30,521
Computación 4	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	5	0	2	30,521
Computación 5	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	3,5	2	2	29,021
Computación 5	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	3,5	0	2	29,021
Computación 6	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	3,5	2	2	29,021
Computación 6	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	3,5	0	2	29,021
Computación 7	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	2	2	2	27,521
Computación 7	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	2	0	2	27,521
Computación 8	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	19,590	2	2	2	27,521
Computación 8	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	23,920	2	0	2	31,851
Secretaria 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	9,204	3	2	2	18,135
Secretaria 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	9,204	3	0	2	18,135
Secretaria 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	9,204	4	2	2	19,135
Secretaria 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	9,204	4	0	2	19,135
Secretaria 3	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	9,204	5	2	2	20,135
Colecturía	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	6,090	4	0	2	16,021
Colecturía	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	6,090	4	2	2	16,021
Sala de profesores 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	2,000	3	0	2	10,931
Sala de profesores 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	2,000	3	2	2	10,931
Sala de profesores 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	2,000	4	0	2	11,931
Sala de profesores 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	2,000	4	2	2	11,931
Aula 2 Prekínder	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	4,800	3	0	2	13,731
Aula 2 Prekínder	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	4,800	3	2	2	13,731
Aula 1 Prekínder	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	5,300	3,5	0	2	14,731
Aula 1 Prekínder	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	5,300	3,5	2	2	14,731
Manualidades Prekínder 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	3,300	4,5	0	2	13,731
Manualidades Prekínder 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	3,300	4,5	2	2	13,731
Manualidades Prekínder 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	3,300	5	0	2	14,231
Manualidades Prekínder 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	3,300	5	2	2	14,231
Aula 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	1,000	2,5	0	2	9,431
Aula 1	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	1,000	2,5	2	2	9,431
Aula 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	6,090	2,5	0	2	14,521
Aula 2	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	6,090	2,5	2	2	14,521
Aula 3	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	11,040	2,5	0	2	19,471
Aula 3	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	11,040	2,5	2	2	19,471
Aula 4	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	17,090	2,5	0	2	25,521
Aula 4	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	17,090	2,5	2	2	25,521
Sala de música	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	21,920	2,5	0	2	30,351
Sala de música	2,1314	0,15	0,1	3	1	0,45	21,920	2,5	2	2	30,351
Total	136,41	9,6	6,4	192	64	28,80	1168,840	202,1	66	128	1713,328

Elaborado por: Pruna Moises

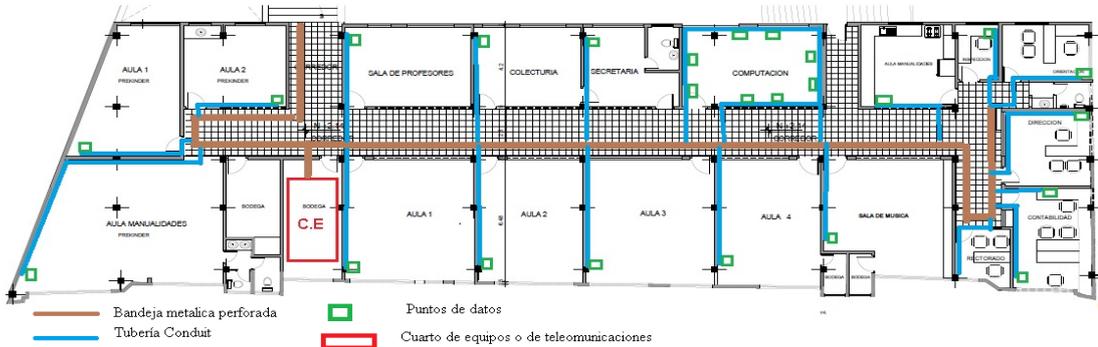
TOTAL DEL CABLE RECORRIDO												
FIBRA ÓPTICA Y CABLE CAT 6A BÁSICA												
ÁREA BÁSICA Y BACHILLERATO	ALTURA	Constantes Internas					CABLE CAT 6A		TUBERÍA		RJ-45	Total del cableado
		Grosos de Pared	Bandeja perforada	Reserva Rack	Salida del cable desde el rack	Altura Punto de red	Longitud bandeja perforada	Longitud interna	Accesorio Cajetín			
Aula 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	2,500	5,7	2	2	15,055	
Aula 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	2,500	5,7	0	2	15,055	
Aula 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	8,220	5,7	2	2	20,775	
Aula 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	8,220	5,7	0	2	20,775	
Aula 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	14,070	5,7	2	2	26,625	
Aula 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	14,070	5,7	0	2	26,625	
Aula 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	25,540	5,7	2	2	38,095	
Aula 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	25,540	5,7	0	2	38,095	
Aula 5	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	31,540	5,7	2	2	44,095	
Aula 5	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	31,540	5,7	0	2	44,095	
Aula 6	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	37,540	5,7	2	2	50,095	
Aula 6	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	37,540	5,7	0	2	50,095	
Enfermería	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	51,720	5,7	2	2	64,275	
Enfermería	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	51,720	5,7	0	2	64,275	
Aula 7	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	2,500	5,7	2	2	15,055	
Aula 7	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	2,500	5,7	0	2	15,055	
Aula 8	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	8,220	5,7	2	2	20,775	
Aula 8	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	8,220	5,7	0	2	20,775	
Aula 9	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	14,070	5,7	2	2	26,625	
Aula 9	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	14,070	5,7	0	2	26,625	
Aula 10	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	25,540	5,7	2	2	38,095	
Aula 10	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	25,540	5,7	0	2	38,095	
Aula 11	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	31,540	5,7	2	2	44,095	
Aula 11	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	31,540	5,7	0	2	44,095	
Aula 12	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	37,540	5,7	2	2	50,095	
Aula 12	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	37,540	5,7	0	2	50,095	
Inspección Educación Básica	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	45,500	5,7	2	2	58,055	
Inspección Educación Básica	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	45,500	5,7	0	2	58,055	
Sala Profesores	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	49,680	5,7	2	2	62,235	
Sala Profesores	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	49,680	5,7	0	2	62,235	
Sala Profesores	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	49,680	4	2	2	60,535	
Sala Profesores	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	49,680	4	0	2	60,535	

Computación A 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	2	2	9,855
Computación A 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	0	2	11,355
Computación A 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	2	2	12,855
Computación A 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	0	2	9,855
Computación A 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	2	2	11,355
Computación A 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	0	2	12,855
Computación A 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	2	2	9,855
Computación A 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	0	2	11,355
Computación A 5	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	2	2	12,855
Computación A 5	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	0	2	9,855
Computación A 6	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	2	2	11,355
Computación A 6	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	0	2	12,855
Computación A 7	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	2	2	9,855
Computación A 7	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	0	2	11,355
Computación A 8	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	2	2	12,855
Computación A 8	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	0	2	9,855
Computación A 9	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	2	2	11,355
Computación A 9	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	0	2	12,855
Computación A 10	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	2	2	9,855
Computación A 10	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	0	2	11,355
Computación A 11	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	2	2	12,855
Computación A 11	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	0	2	9,855
Computación A 12	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	2	2	11,355
Computación A 12	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	0	2	12,855
Computación A 13	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	2	2	9,855
Computación A 13	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	0	2	11,355
Computación A 14	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	2	2	12,855
Computación A 14	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	1,5	0	2	9,855
Computación A 15	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	3	2	2	11,355
Computación A 15	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,500	4,5	0	2	12,855
Computación B 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación B 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación B 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación B 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación B 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación B 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Computación B 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación B 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación B 5	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación B 5	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación B 6	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación B 6	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Computación B 7	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación B 7	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación B 8	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación B 8	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación B 9	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación B 9	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Computación B 10	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación B 10	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación B 11	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación B 11	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación B 12	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación B 12	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Computación B 13	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación B 13	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación B 14	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación B 14	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación B 15	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación B 15	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855

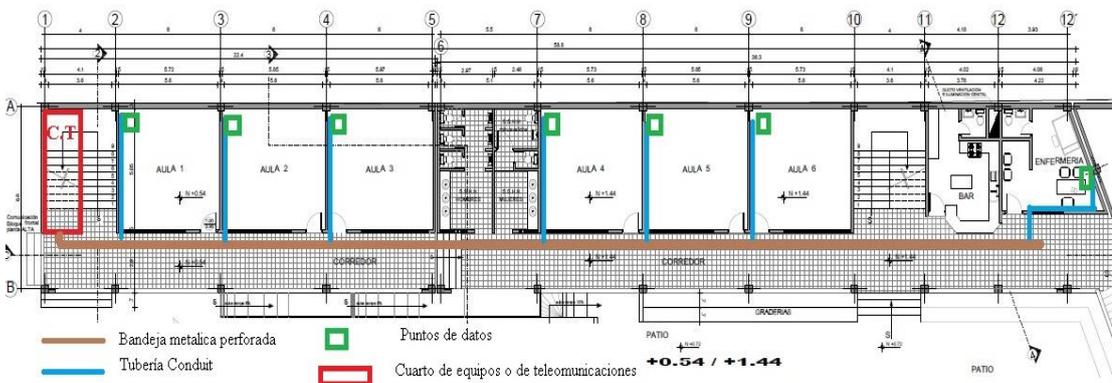
Computación C 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación C 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación C 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación C 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación C 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación C 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Computación C 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación C 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación C 5	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación C 5	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación C 6	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación C 6	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Computación C 7	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación C 7	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación C 8	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación C 8	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación C 9	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación C 9	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Computación C 10	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación C 10	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación C 11	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación C 11	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación C 12	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación C 12	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Computación C 13	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	2	2	9,855
Computación C 13	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	0	2	12,855
Computación C 14	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	2	2	15,855
Computación C 14	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	1,50	1,5	0	2	9,855
Computación C 15	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	3,00	3	2	2	12,855
Computación C 15	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	4,50	4,5	0	2	15,855
Idiomas 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	25,54	5,7	2	2	38,095
Idiomas 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	25,54	5,7	0	2	38,095
Idiomas 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	25,54	3,7	2	2	36,095
Idiomas 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	25,54	3,7	0	2	36,095
Idiomas 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	37,54	5,7	2	2	50,095
Idiomas 3	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	37,54	5,7	0	2	50,095
Idiomas 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	37,54	3,7	2	2	48,095
Idiomas 4	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	37,54	3,7	0	2	48,095
Sala profesores básica 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	45,50	5,7	2	2	58,055
Sala profesores Educación 1	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	45,50	5,7	0	2	58,055
Sala profesores Educación 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	45,50	3,7	2	2	56,055
Sala profesores Educación 2	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	45,50	3,7	0	2	56,055
Servicio dental	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	49,68	5,7	2	2	62,235
Servicio dental	3,055	0,15	0,1	3	1	0,45	49,68	5,7	0	2	62,235
Total hosts	415,48	20,4	13,6	408	136	61,20	1629,480	516,8	136	272	3063,505

Elaborado por: Pruna Moisés

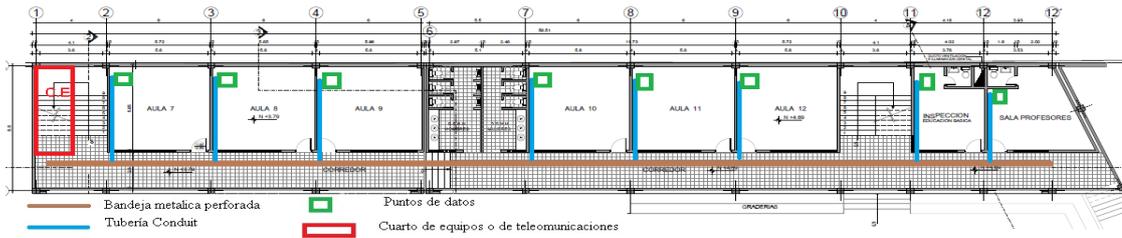
Anexo 15: Extensión de la tubería Conduit color azul



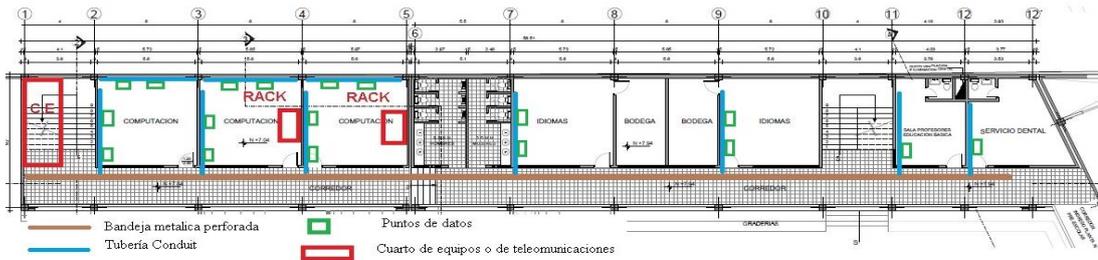
Bloque de Administración. Elaborado por: Pruna Moises.



Primera Planta. Elaborado por: Pruna Moises.

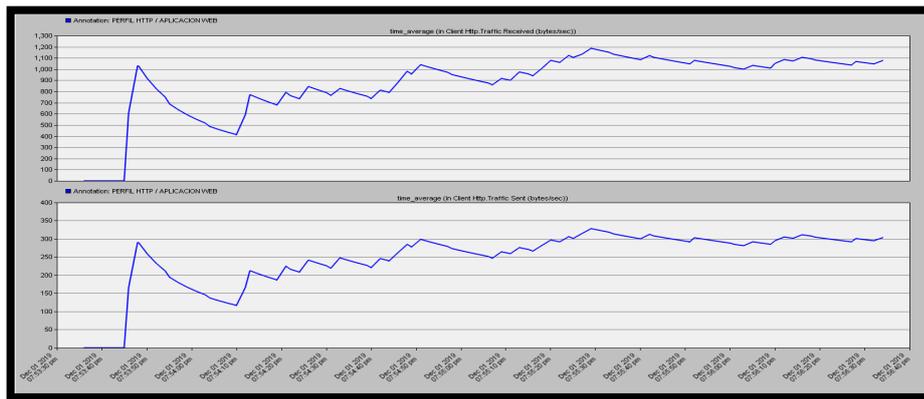


Segunda Planta. Elaborado por: Pruna Moises.



Tercera planta. Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 16: Perfil de uso HTTP con paquetes enviados y recibidos de la red diseñada.



Tráfico generado por una aplicación HTTP en la red diseñada Elaborado por: Pruna Moises.

Anexo 17: Switch capa 3 SFP 3850-24XS-S

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://www.amazon.com/-/es/Cisco-3850-24-puertos-Switch-WS-c3850/dp/B01K1TCV36/ref=sr_1_3?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=3850-24XS-S&qid=1575066636&s=electronics&sr=1-3-catcorr

1&keywords=3850-24XS-S&qid=1575066636&s=electronics&sr=1-3-catcorr

Anexo 18: Access Point AP TP Link EAP 245

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423332233-tp-link-eap245-access-point-techo-ac1750-wireless-dual-band-_JM?quantity=1#position=4&type=item&tracking_id=f0c4dc29-2602-4782-b86b-ddadf2a9bdf2

Anexo 19: Switch Small Business SG300-52P

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://www.amazon.com/-/es/Cisco-52-port-Gigabit-Managed-Switch/dp/B00BHZJMB0/ref=sr_1_4?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=Small+Business+SG300-52P&qid=1575068038&sr=8-4

Anexo 20: Transceiver de 1 Gb GLC-SX-MM

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423220978-tranceiver-modulo-de-fibra-cisco-lc-sfp-glc-sx-mm-gigabit-10-_JM#position=1&type=item&tracking_id=eb4dbe3a-84ca-42f2-ab25-163a05aad5f9

Anexo 21: ODF 24 puertos

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422607534-odf-distribuidor-de-fibra-nexxt-24-puertos-mm-sc-pared-_JM?quantity=1#position=2&type=item&tracking_id=95675adc-6b0a-4b04-a055-f6a9d04039e6

Anexo 22: ODF 12 puertos

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422173444-odf-deslizable-lc-duplex-12-ptos-sm-rack-pigtailadapttubi-_JM?quantity=1#position=4&type=item&tracking_id=afd842a8-1f11-42be-8822-b7450f1b1b40

Anexo 23: Patch Panel 24 Puertos CAT 6A 2 UR

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422829205-patch-panel-cat-6a-24-puertos-modular-nexxt-blindado-rack-_JM?quantity=1#position=3&type=item&tracking_id=d377cedc-4c62-4bbd-bdf6-90abb47c82ae

Anexo 24: Organizador Horizontal 2 UR

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423203198-organizador-pvc-horizontal-40x75-para-rack-19-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=6d7dfe17-861a-4093-bb1e-8f0ff4bb07d8

Anexo 25: Organizador vertical 2 UR

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423034899-organizador-con-canaleta-i-1159z-8080-vertical-rack-abierto-_JM?quantity=1#position=2&type=item&tracking_id=dc222bd9-4fd3-4d6f-a5fe-a63b6ccdade9

Anexo 26: Tapa de reserva 2 UR

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423101818-panel-de-insercion-nexxt-ciego-negro-para-odf-o-nap-_JM?quantity=1#position=4&type=item&tracking_id=d4feaf4b-b8eb-4759-bc6e-f6eaf0719c85

Anexo 27: Patchcords de fibras multimodo LC 3 m

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423159776-fibras-opticas-patchcords-dx-mm-om3-sclfc-3m-2mm-_JM?quantity=1#position=7&type=item&tracking_id=a0b3cad6-6ece-4140-bfeb-a5e28db9d24b

Anexo 28: Patch cords de cobre 6 A

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423075095-patch-cord-nexxt-utp-rj45-cat-6a-3ft-lszh-_JM?quantity=1#position=3&type=item&tracking_id=397ee8cc-5dbc-44a9-bb0d-0705382fc614

Anexo 29: Paquete de amarras 20 cm de longitud

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422019672-amarras-plasticas-20cm-negra-100-unidades-p-0308-_JM?quantity=1#position=5&type=item&tracking_id=f3eef09d-f157-45c5-b37c-2a5e7219b7d9

Anexo 30: Bobina de fibra óptica multimodo OM3

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://www.amazon.com/-/es/CableWholesale-12-FIBRA-Distribuci%C3%B3n-multimodo-1000-foot/dp/B00BKT3KGQ/ref=sr_1_103?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=multimode+fiber+12&qid=1575172411&sr=8-103

Anexo 31: Multitoma 8 Conexiones horizontal 2 UR

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422123593-multitoma-horizontal-i-1135-8-tomas-beaucoup-19-cctv-ra-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=f9306595-15e5-4ee6-b3b1-f4811c607ac3

Anexo 32: Cable SFTP

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422829515-cable-bobina-rollo-cat-6a-utp-sftp-blindado-nexxt-lszh-305-_JM?quantity=1#position=15&type=item&tracking_id=71c8e5be-a10f-46ea-bf3a-9beb1a49266f

Anexo 33: Conector RJ-45 CAT 6A Fu 10 conectores

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-421894926-10-conectores-rj-45-cat-6a-categoria-6a-blindados-sftp-_JM?quantity=1#position=3&type=item&tracking_id=77456c4e-aee5-4a79-93f5-207a009c44f8

Anexo 34: Face plate simple CAT 6A Plastico

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423023071-face-plate-simple-angulado-blanco-leviton-para-jack-rj-45-_JM#position=4&type=item&tracking_id=df8450d3-392d-4a0b-9b3f-67e70fcf6f6e

Anexo 35: Face plate doble CAT 6A plástico

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423337483-face-plate-doble-angulado-blanco-leviton-para-jack-rj-45-_JM#position=6&type=item&tracking_id=a557d44c-e75f-4b03-b451-8e0bcc7e1eb8

Anexo 36: Rack de piso 42 UR

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422809118-rack-cerrado-de-piso-42ur-comunicaciones-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=6f89a24c-2162-4a02-88c1-b6f27597db2e

Anexo 37: Rack de 24 UR

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-423319994-gabinete-rack-pared-24u-extended-quest-americano-oferta-_JM#position=1&type=item&tracking_id=a7053ff7-7690-40c5-b407-b5105f4529ac

Anexo 38: Bandeja metálica perforada de 30X10

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422875128-bandeja-porta-cables-galvanizada-de-20x10-y-de-30x10-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=89d4c378-b860-41a3-8bc6-368236dc4e71

Anexo 39: Derivación en T de bandeja metálica perforada

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422136387-accesorio-de-canaleta-metalica-_JM#position=1&type=item&tracking_id=562023ac-a51d-4196-bde2-b6472332b80b

Anexo 40: Tubería 3/4 conduit 3m c/u

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422671165-tuberia-emt-conduit-metalica-de-media-12-34-por-mayor-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=72cd3661-47d4-4434-a808-44dda1fbf0e4

Anexo 41: Cajetines metálico acero galvanizado

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-422739823-cajetines-metalicos-_JM?quantity=1#position=15&type=item&tracking_id=ad08b910-5654-4310-a2d6-59592db90e28

Anexo 42: salarios mínimos y sectoriales 2019 Ecuador.

Presupuesto para los técnicos que realicen la Instalación	
ESPECIALISTAS / SENIOR DE TELECOMUNICACIONES DE TELEFONÍA MÓVIL	1132,86
SUPERVISOR DE TELEFONÍA MÓVIL	923,18
Estructura ocupacional D2 (Electrónico)	422

Elaborado por: Pruna Moisés. Fuente: <http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/tabla-sectorial-2019-ministerio-del-trabajo/>