

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

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

**TEMA:
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN Y WLAN PARA LA
EMPRESA TESQUIMSA C.A.**

**AUTOR:
FRANCISCO LENIN LANDETA AVELLANEDA**

**TUTOR:
JHONNY JAVIER BARRERA JARAMILLO**

Quito, junio del 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Francisco Lenin Landeta Avellaneda, con documento de identificación N° 1719874883, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que soy el autor del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN Y WLAN PARA LA EMPRESA TESQUIMSA C.A.”, 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 formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Francisco Lenin Landeta Avellaneda
C.I 1719874883

Quito, junio de 2018

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DE DOCENTE TUTOR

Yo, Jhonny Barrera Jaramillo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN Y WLAN PARA LA EMPRESA TESQUIMSA C.A.”, realizado por Francisco Lenin Landeta Avellaneda, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, junio del 2018



.....

Jhonny Javier Barrera Jaramillo

C.I. 1400378475

ÍNDICE GENERAL

Cesión de derechos de autor	i
Declaratoria de coautoría de docente tutor	ii
Índice general.....	iii
Índice de figuras.....	v
Índice de tablas	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción	x
CAPÍTULO 1	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco Conceptual.....	3
1.4.1 Redes de Área Local	3
1.4.2 Cableado Estructurado	5
1.4.3 Redes Inalámbricas WLAN	6
1.4.4 VoIP	8
CAPÍTULO 2	10
ESTUDIO INICIAL	10
2.1 Línea de Negocio de la Empresa	10
2.1.1 Descripción General de la Empresa.....	10
2.2 Levantamiento de la Información	11
2.2.1 Infraestructura.....	11
2.2.2 Características de la Red de Datos.....	11
2.2.3 Problemas detectados en la infraestructura y equipamiento.....	16

2.2.4	Requerimientos	18
CAPÍTULO 3	.....	20
DISEÑO DE LA RED LAN Y WLAN	.....	20
3.1	Diseño de la Red LAN	20
3.1.1	Metodología	20
3.1.2	Diseño Físico	20
3.1.3	Diseño Lógico	24
3.2	Comparación y selección de los equipos	26
3.2.1	Selección de Equipos	26
3.2.2	Comparación entre dispositivos	27
3.3	Red WLAN	29
3.3.1	Metodología	29
3.3.2	Diseño de la red WLAN	29
3.3.3	Diseño de Prototipo de VoIP	35
CAPÍTULO 4	.....	37
IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS	.....	37
4.1	Implementación de cableado	37
4.2	Implementación del cuarto de equipos	38
4.3	Implementación de la wlan	40
4.4	Configuración de equipos	41
4.4.1	Núcleo – Router Mikrotik 3011	41
4.4.2	Switches Cisco 2960	42
4.4.3	Configuración de APs	43
4.4.4	Configuración VoIP – Elastix	43
4.5	Pruebas	44
4.5.1	Pruebas en la red LAN	44
4.5.2	Pruebas de la red Inalámbrica	47
	CONCLUSIONES	49
	RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	.....	51
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Configuración de cableado 568a y 568b	5
Figura 1.2 Mapa de Calor	8
Figura 2.1 Fachada de la Empresa Tesquimsa C.A.	10
Figura 2.2 Equipos – área de producción.....	14
Figura 2.3 Topología Física de Tesquimsa.....	15
Figura 3.1 Planos Planta Inferior	22
Figura 3.2 Planos Planta Superior.....	23
Figura 3.3 Topología Física Tesquimsa.....	25
Figura 3.4 Designación de puertos para su respectiva VLAN.....	26
Figura 3.5 Ubicación planta baja.	32
Figura 3.6 Mapa de Calor planta alta.....	32
Figura 3.7 Diseño Inalámbrico de la red.....	34
Figura 4.1 Puntos de Red.	37
Figura 4.2 Desmontaje de Rack	37
Figura 4.3 Ponchado de Patch Panels.	38
Figura 4.4 Núcleo y Equipos ISP.....	38
Figura 4.5 Cableado de Rack.....	39
Figura 4.6 Protección y ordenamiento de cableado.	39
Figura 4.7 Montaje del cableado para el switch 2.	40
Figura 4.8 AP UAP AC LR	41
Figura 4.9 VLANs	41
Figura 4.10 Dispositivo TSQ_1	42
Figura 4.11 Configuración de SSID.....	43

Figura 4.12 Creación de Extensiones.....	44
Figura 4.13 Softphone Subgerencia.....	44
Figura 4.14 Asignación DHCP	45
Figura 4.15 Dirección en estación en trabajo.....	45
Figura 4.16 Ping hacia la red.	45
Figura 4.17 Monitoreo de Tráfico.....	46
Figura 4.18 Prueba de saturación Ipref.....	47
Figura 4.19 Asignación de DHCP inalámbrico.	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Comparación de estándares 802.11	7
Tabla 2.1 Distribución de Departamentos.	11
Tabla 2.2 Equipos Activos.....	12
Tabla 2.3 Distribución departamental de usuarios de la red.....	13
Tabla 2.4 Número de Puntos de Red.	13
Tabla 3.1 Distribución de puntos de red planta baja.....	22
Tabla 3.2 Distribución de puntos de red planta alta.....	23
Tabla 3.3 Direccionamiento IP	24
Tabla 3.4 Comparación entre equipos capa 3.	27
Tabla 3.5 Comparación entre equipos capa 2.	28
Tabla 3.6 Planeación de SSID	30
Tabla 3.7 Comparación de equipos inalámbricos.	33
Tabla 3.8 Direccionamiento para el segmento Inalámbrico.	34

RESUMEN

El presente proyecto de titulación, tiene como objetivo diseñar e implementar la red LAN y WLAN para optimizar los procesos de comunicación y transmisión de la información de la empresa TESQUIMSA C.A. que se generan como resultado de su accionar productivo y administrativo.

Inicialmente se identificarán los problemas existentes en la empresa en cuanto a su infraestructura tecnológica, así como los requerimientos actuales de su red LAN y WLAN para garantizar sus operaciones de manera eficiente y funcional.

Posteriormente se realizará el levantamiento de información sobre la infraestructura tecnológica actualmente instalada, a partir de esto se caracterizan cada uno de los equipos activos y pasivos para diseñar una solución de networking que sea capaz de cubrir las necesidades de la empresa. El diseño propuesto de la red se debe ajustar al presupuesto destinado para ello y debe considerar además las intenciones de crecimiento de la empresa.

Otro de los elementos a desarrollar es el diseño de la red inalámbrica, que permitirá brindar movilidad a los usuarios y mejorar el acceso a la información y otros servicios de red. Posteriormente, se instalarán y configurarán todos los componentes de la red para proveer una solución convergente, capaz de sostener el desarrollo y crecimiento de TESQUIMSA.

Finalmente se realizarán varias pruebas con el fin de comprobar la funcionalidad del proyecto y asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados junto con el alcance del proyecto.

ABSTRACT

The present project has as objective design and implement the LAN and WLAN network to optimize the processes of communication and transmission of the information for the Tesquimsa C.A. that are generates as a result of its productive and administrative action.

Initially the existing problems in the business will be identified in its technological infrastructure as well as the current requirements of its LAN and WLAN network to guarantee its operations in an efficient and functional manner.

Later it will be performed the lifting of the information about the technological infrastructure currently installed, from this each of active and passive devices are characterized to design a network solution that is capable of meeting the needs of the company. The proposed design of the network must also consider the intentions of growth of the business.

Another of the elements to develop is the design of the Wireless network that will provide mobility to users and improve access to information and other network services. Then each of elements that make up the network will be installed and configured together to provide a convergent solution capable to support the development and growth of Tesquimsa C.A.

Finally, several tests will be performed in order to verify the functionality of the project and ensure the fulfillment of the proposed objectives joint the scope of the project.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de titulación fue desarrollado para la empresa TESQUIMSA C.A., la misma que debido al importante crecimiento que experimentó durante los últimos años, requiere de una solución de networking orientada a optimizar los servicios de red para mejorar el desempeño de sus procesos, integridad para sus datos, facilidad de uso y reducción de tiempos de respuesta.

Con la optimización de su red LAN y WLAN, la empresa dispondrá de un control centralizado de la información, permitiendo además la incorporación y la gestión de nuevos recursos internos y externos fundamentales para el crecimiento de cada empresa.

El presente documento se desarrolla en 4 capítulos: en el primer capítulo se caracterizan los antecedentes, objetivos y necesidades de la empresa TESQUIMSA, conjuntamente con el marco teórico referencial que sirvió de guía para contextualizar el alcance del proyecto. Se realiza en el segundo capítulo un análisis de la red existente, partiendo de las líneas de negocio a las cuales se dedica la empresa para determinar los diversos problemas de orden tecnológico existentes en la actualidad, todo esto con el objetivo de definir los requerimientos puntuales a ser resueltos durante este proyecto. Se identificará elementos del cableado, dispositivos activos, diseño lógico, procesos y servicios, lo cual ofrecerá un punto de partida para el diseño de una nueva red.

En el tercer capítulo, se define el diseño lógico y físico de la red LAN y WLAN necesario para optimizar los problemas y cubrir las necesidades observadas en el capítulo 2. En conjunto para el proyecto, se realizó un análisis comparativo de los dispositivos de varios fabricantes a fin de seleccionar aquellos que se ajusten a la solución integral que se desea implementar.

En el cuarto capítulo se documentará la instalación de la solución, y se realizarán pruebas de conectividad en todo el sistema. Por último, se expondrán las conclusiones para cada uno de los resultados obtenidos, como también las recomendaciones y los anexos respectivos.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento del Problema

La empresa TESQUIMSA C.A. se ha dedicado desde sus inicios a la elaboración de productos químicos para limpieza y otros usos, logrando posicionarse sólidamente en el mercado hasta convertirse en uno de los principales proveedores de importantes compañías del medio como son: La Favorita, FV, La Fabril, entre otras.

Debido a su constante desarrollo, tanto empresarial como institucional y considerando su creciente línea de negocio, la red LAN que tiene implementada actualmente ya no brinda todas las prestaciones que exige la empresa. Se han presentado serios problemas de conectividad debido en gran parte a no poseer un diseño técnico de su red, lo cual no ha permitido una adecuada transmisión de la información. Otro aspecto que ha coadyuvado al problema indicado se debe a que durante los últimos años la cantidad de empleados ha crecido significativamente y lógicamente con ello sus requerimientos de conectividad se han extendido de forma muy amplia, obligando a que se incorporen soluciones improvisadas, sin la debida planificación y sin una visión de crecimiento a futuro.

En la actualidad los servicios de red que posee la empresa están provistos por equipos básicos o de bajas prestaciones, haciendo que la respuesta de la red sea intermitente y sin los recursos necesarios para realizar alguna operación de administración, ni mucho menos oportunidades de escalabilidad. Por otra parte, los dispositivos integrados en la red, operan sin la supervisión de personal calificado por lo que, al presentarse algún problema de conectividad o saturación, es una práctica habitual apagar y volver a encender los equipos. Adicionalmente, se ha detectado que no se han implementado componentes de seguridad tales como el control de privilegios de usuarios, manejo de contraseñas para los distintos servicios, permisos de instalación de software, etc, haciendo que la red sea vulnerable y existan altos riesgos en la integridad de la información.

Por otra parte, la red inalámbrica existente, presenta un diseño improvisado, que utiliza dispositivos básicos, razón por la cual este servicio es insuficiente e intermitente, no

existen controles de acceso a la misma, haciendo que la cantidad de dispositivos sea excesiva y la red colapse frecuentemente. Este deficiente desempeño de la red inalámbrica está afectando directamente al personal de ventas, que tiene muchos problemas con los recursos compartidos tales como impresoras y el servicio de internet en general.

Otro problema detectado es la gran cantidad de cableado desplegado de anteriores instalaciones que requiere un reordenamiento e identificación, para posteriormente retirar su excedente.

1.2 Justificación

Considerando el importante crecimiento que está experimentando la empresa TESQUIMSA.CA, se hace necesaria la renovación y reorganización de su infraestructura tecnológica con el fin de permitir la incorporación de nuevas tecnologías, las cuales coadyuvarán significativamente a la mejora de sus procesos de comunicación y transmisión de la información.

Esta integración permitirá la inclusión de nuevos servicios con el fin de proyectar a la empresa hacia un mercado mucho más competitivo que sin duda marcará una pauta para desarrollar nuevos procesos administrativos y productivos, así como mejorar los existentes.

Con la implementación de la nueva red LAN y sus respectivos componentes, se espera que la transmisión de datos desde y hacia los servidores de la empresa tenga el menor número de pérdidas permitiendo entre otras cosas que la comunicación sea mucho más ágil, así como confiable. Por otra parte, el esquema de direccionamiento que se aplicará, estará acorde al número de usuarios que conforman actualmente cada departamento. Adicionalmente se estimará una proyección de crecimiento más organizado y planificado, brindando además estrategias de seguridad de la información para los empleados.

El diseño de la red LAN brindará escalabilidad a la empresa gracias a la segmentación de la red que se hará por áreas para de esta forma asegurar la integración de nuevos usuarios en caso de ser necesario.

Por otra parte, la implementación de una red inalámbrica basada en estándares permitirá al personal acceder a la información de la empresa de forma más versátil, brindando movilidad y ubicuidad.

1.3 Objetivos: general y específicos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar la red LAN y WLAN para optimizar los procesos de comunicación y transmisión de la información de la empresa TESQUIMSA C.A. que se generan como resultado de su accionar productivo y administrativo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar la problemática y los requerimientos técnicos de la empresa TESQUIMSA.CA a través de una investigación de campo.
- Diseñar la red LAN y WLAN definiendo los equipos de comunicación activos y pasivos de la red y aplicando un esquema coherente de direccionamiento IP.
- Realizar un análisis comparativo acerca de las diferentes alternativas de los dispositivos existentes en el mercado analizando entre otros las prestaciones de los dispositivos, los costos, el soporte técnico a fin de determinar la mejor opción de equipamiento.
- Implementar el sistema de cableado estructurado y la configuración de los equipos para segmentar la red LAN para los diferentes departamentos de la empresa.
- Diseñar e implementar un prototipo de telefonía de VoIP entre los departamentos de Gerencia y el Administrativo.
- Realizar las pruebas de conectividad y desempeño para validar la solución propuesta, usando varias herramientas informáticas y analizadores de tráfico.

1.4 Marco Conceptual

1.4.1 Redes de Área Local

Cuando el equipamiento y dispositivos se disponen dentro de una zona o área geográfica reducida se aplica el término LAN a una red de datos. Los dispositivos

dentro de una red de área local pueden variar entre varios metros o incluso kilómetros, aunque manteniéndose dentro de la misma organización. (González, 2014)

La red LAN posee características importantes para la transmisión de información, la capacidad de gestionar datos se encuentra comprendida entre 1Mbps y 1Gbps. Por otra parte, se puede definir fácilmente una topología física para la distribución de recursos haciéndola más eficiente, las topologías físicas más implementadas son de estrella y de árbol por su modularidad y flexibilidad.

La tecnología Ethernet es la más difundida para redes LAN con 10/100/1000 Mb/s y su implementación es sencilla debido el costo de tarjetas de red y cableado, además que puede adaptarse de mejor manera a cambios. (Ecured, s.f.)

1.4.1.1 *Diseño de una Red LAN jerárquica*

En el diseño de una red se debe considerar maximizar el rendimiento, escalabilidad de equipamiento y disponibilidad de servicios para aplicar el modelo jerárquico de tres capas. Para las pequeñas y medianas empresas muchas veces el crecimiento no es necesario, con lo cual el modelo jerárquico de tres capas se puede reducir en dos manteniendo sus características y reduciendo costos, además esto facilita y simplifica su implementación. (CISCO, 2014)

- Capa de Acceso: mantiene la conectividad para los usuarios y grupos de trabajo.
- Capa de Distribución: abastece de servicios y conectividad basándose en políticas conectando la capa de acceso y de núcleo.
- Capa de Núcleo: mantiene servicios de direccionamiento y transporte de información entre concentradores (switch) dentro del campus empresarial.
- Núcleo Colapsado: También llamado “núcleo contraído”, concentra las propiedades de distribución y núcleo que se encuentran en un mismo componente. Elegir el diseño de núcleo contraído reduce el costo de la red, manteniendo los beneficios de tres niveles.

1.4.2 Cableado Estructurado

1.4.2.1 Estándares de Cableado Estructurado

El conjunto de especificaciones en cableado estructurado aporta para el diseño y despliegue de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales a fin de crear sistemas que logren la interconexión de dispositivos y aplicaciones. (Joskowicz I. J., 2013)

- Norma 568 A

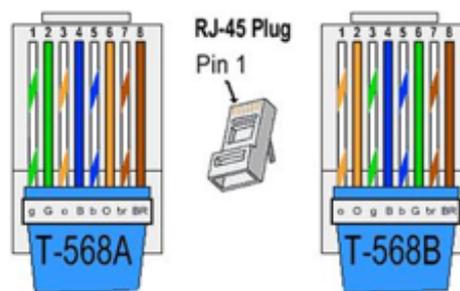
Esta norma marca recomendaciones para la transmisión de datos:

- La topología en estrella es utilizada en cableado horizontal.
- Medios reconocidos para transmisión con cable UTP de 10 ohm, STP de 150 ohm y FO de 62.5/125 um.
- Distribución de conectores y rendimiento de transmisión. Esta norma define un sistema de cableado que pueda soportar diferentes aplicaciones de usuario y se pueda adaptar a distintas marcas de equipos.

- Norma 568 B

Es una de las más usadas en cableado horizontal y estandariza armarios, rutas y distribución de cableado, cuarto de equipos, además tiene su propia asignación de cableado para sus conectores. (Joskowicz I. J., 2013)

Figura 1.1 Configuración de cableado 568a y 568b



Ordenamiento para RJ45 - 568a y 658b. Disponible en:

<https://www.todoexpertos.com/preguntas/71b5twvw3oct77b5/estandar-568a-y568b-de-los-conectores-rj45>

1.4.2.2 *Cuarto de Equipos*

Es el área geográfica donde se despliegan y ubican los equipos de telecomunicaciones, esta sala puede integrar equipamiento de telefonía, servidores, seguridad, etc. En este cuarto solo se permiten equipos de comunicaciones considerando:

- a) Escalabilidad. Se recomienda anticipar el aumento de equipamiento en estos es fundamental para su dimensionamiento y una futura expansión de este espacio.
- b) Considerar la calidad de las instalaciones a fin de no tener filtraciones de agua y mantener condiciones de seguridad.
- c) Acceso al equipamiento instalado.
- d) Para la elección del espacio se tiene que considerar 0,07 m² por cada 10 m² de espacio útil. (Joskowicz I. J., 2013)

1.4.2.3 *Salas de Telecomunicaciones*

Las salas de telecomunicaciones son utilizadas para realizar la conexión entre el backbone y el cableado horizontal. En estas se implementan puntos de interconexión para el cableado, equipamiento de telecomunicaciones comúnmente llamados equipos de activos. (Joskowicz D. J., 2013)

1.4.2.4 *Canalizaciones verticales*

Estas sirven para comunicar las salas de telecomunicaciones con las salas de equipos de varios pisos. En la mayoría de edificaciones se encuentran canalizaciones verticales en cada piso a partir de la sala de equipos. (Joskowicz I. J., 2013)

1.4.2.5 *Canalizaciones horizontales*

Las canalizaciones verticales requieren canalizaciones horizontales para soportar el despliegue de cableado hacia la zona de trabajo a través de escalerillas o bandejas horizontales ubicadas sobre piso falso o cielo raso. (Joskowicz I. J., 2013)

1.4.3 *Redes Inalámbricas WLAN*

Las redes inalámbricas de área local se diseñan con topologías en malla para servicio de conectividad como el que proporcionaría un punto de acceso tradicional. Para proporcionar conectividad física, los medios inalámbricos de la red deben operar bajo

un mismo espectro electromagnético. El protocolo que cubre las redes inalámbricas es el 802.11 el cual trabaja a 2,4 GHz y 5 GHz y con un ancho de banda de 20MHz y 40 MHz. Cada estándar introduce cambios significativos para la operación de los sistemas inalámbricos, 802.11 a/b/g/n/ac son los más difundidos siendo “n” y “ac” los de mejores prestaciones y alcance para el diseño de nuevas redes WLAN. (Varios Autores, 2013)

Se muestra una comparación entre los diferentes estándares utilizados por la norma 802.11:

Tabla 1.1 Comparación de estándares 802.11

Estándar	Frecuencia	Ancho de Banda	Modulación	Promedio Máximo de Transferencia	Rango	Potencia de Transmisión
802.11	2.4 GHz	20 MHz	BPSK, 256 QAM	2 Mbps	20 m	100 mW
a	2.4 GHz	22 MHz	BPSK, 256 QAM	54 Mbps	35 m	100 mW
b	2.4 GHz	21 MHz	BPSK, 256 QAM	11 Mbps	35 m	100 mW
g	2.4 GHz	23 MHz	BPSK, 256 QAM	54 Mbps	70 m	100 mW
n	2.4 GHz, 5 GHz	24 MHz, 40 MHz	BPSK, 256 QAM	600 Mbps	70 m	100 mW
ac	2.4 GHz, 5 GHz	20,40,80,160 MHz	BPSK, 256 QAM	6.93 Gbps	35 m	160 mW

Comparación de estándares, (Francisco Landeta, 2018).

1.4.3.1 *Diseño de una red WLAN*

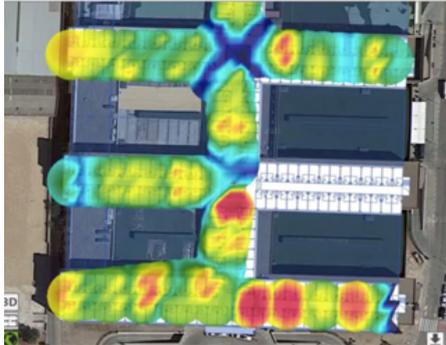
Las redes WLAN requieren un trabajo de planeamiento mayor en comparación a una LAN, el rendimiento óptimo de una red inalámbrica debe cumplir con cobertura, velocidad, roaming transparente, redundancia y autenticación. Otra parte a considerar son los dispositivos como repetidores, APs, hubs y switches que se van a desplegar para este efecto.

El diseño adecuado de una red inalámbrica se compone de 5 fases:

- a) **Toma de datos:** en esta fase se debe recopilar la información que permita conocer las necesidades que se deben cubrir con la red inalámbrica.
- b) **Site Survey:** El objetivo del site survey es predecir y adquirir información de RF, a partir de esto el ingeniero puede diseñar una red capaz de proveer de cobertura en las diferentes áreas de trabajo. Adicionalmente proporciona información de las redes circundantes (microondas, teléfonos inalámbricos) que pueden interferir y degradar la red WLAN. La señal puede ser ilustrada

con mapas de calor que proporciona una idea de la cobertura de la señal sobre el área especificada. (RCTI, 2017)

Figura 1.2 Mapa de Calor



Ejemplo de mapa de calor, disponible en: <https://www.acrylicwifi.com/blog/como-realizar-site-survey-wifi/>

- c) **Diseño preliminar:** se ubican los dispositivos de acceso con la parametrización por medio de los planos adecuando su ubicación para llenar las necesidades del cliente y maximizar parámetros de la red. La herramienta más utilizada son mapas de calor y software de simulación. (Elitesat, 2017)

- d) **Diseño final:** luego de la fase anterior se debe llevar a cabo un nuevo Site Survey para determinar si los requerimientos del cliente son cubiertos. (Elitesat, 2017)

1.4.4 Telefonía VoIP

La telefonía IP se la realiza por medio de Internet a través de redes, sustituyendo las redes analógicas tradicionales. El protocolo IP originalmente fue para redes de información y datos, por su despliegue fue adaptada para redes de voz cambiando su paquetización de información para que pueda ser implementada en computadoras personales, teléfonos inteligentes y dispositivos con acceso a Internet. (3CX, 2017)

La telefonía IP facilita las comunicaciones desde y hacia la red pública, mejora sistemas y procesos internos además que posibilita la ubicación de coordinadores y empleados de una empresa:

- Una de las ventajas de esta tecnología es que se puede transmitir más de una llamada por el mismo medio con facilidad.
- Las compañías de comunicación proveen de diferentes funcionalidades como transferencia de llamadas, buzón de voz o remarcado, con cargo extra dependiendo del servicio.
- La telefonía IP posibilita la integración de diferentes tecnologías de voz, facilitando video conferencias, mensajes instantáneos, etc. (3CX, 2017)

1.4.4.1 ELASTIX

La creación de Elastix fue pensada como la mejor manera de incorporar una solución alternativa a las comunicaciones, a través de software de código abierto y proporcionando una alternativa a las comunicaciones empresariales.

Las comunicaciones tradiciones han sido la base para las empresas en el siglo pasado, centralizando requisitos y necesidades particulares de cada empresa. Las nuevas centrales telefónicas se enfocan en el crecimiento de las empresas, Elastix mantiene el servicio de telefonía y aumenta el performance de la red haciéndola más eficiente y productiva, entre sus features tenemos (IssabelTech, 2018):

- VoIP PBX
- Fax
- Mensajería Instantánea
- Correo electrónico
- Colaboración

CAPÍTULO 2

ESTUDIO INICIAL

2.1 Línea de Negocio de la Empresa

TESQUIMSA C.A. es una empresa comercial y de servicios con muchos años de experiencia en el desarrollo, producción y venta de productos químicos. Desde siempre ha estado comprometida con el desarrollo del país, y por tanto se ha preocupado de la mejora continua de sus productos y servicios a la comunidad.

La empresa posee dos líneas de negocio bien definidas, la primera es de tipo industrial, en la cual se promocionan una amplia gama de químicos utilizados en tratamiento de aguas residuales, lavados químicos y calderos. La segunda línea abarca especialmente la comercialización de productos de consumo masivo tales como detergentes, jabones, desengrasantes, entre otros. Adicionalmente la empresa ofrece servicios complementarios relacionados con mantenimientos químico-industriales que son fundamentales para la gran mayoría de empresas industriales del país.

2.1.1 Descripción General de la Empresa.

La empresa Tesquimsa se encuentra en el norte de la ciudad de Quito, en el barrio de Carcelén en las calles Bartolomé Sánchez N 72-165 y Antonio Basantes (Panamericana Norte Km. 6 1/2)

Figura 2.1 Fachada de la Empresa Tesquimsa C.A.



Fachada frontal del edificio, (Francisco Landeta, 2018)

2.2 Levantamiento de la Información

2.2.1 Infraestructura Tecnológica

Actualmente, Tesquimsa funciona en tres plantas, dos plantas utilizadas para las oficinas y una tercera planta para el área de producción. La empresa posee 1145,15m² de construcción para sus oficinas y 600m² para la producción de químicos y se encuentra estructurada en departamentos de la siguiente manera:

Tabla 2.1 Distribución de Departamentos.

Departamento	Número de Empleados
Administrativo	11
Talento Humano	2
Ventas	22
Producción	11
Investigación y Desarrollo	1
Compras	1
Gerencia de Ventas	1
Gerente General	1
Subgerencia	2
Total de Empleados	52

Distribución departamental de empleados, Talento Humano - Tesquimsa

2.2.2 Características de la Red de Datos

La red LAN se encuentra desplegada únicamente en la primera planta, con un total de 16 puntos de red que se encuentran dispuestos principalmente en el piso y paredes, con un cableado categoría 5e. Como parte del equipamiento se disponen de dos servidores, los cuales están dedicados principalmente al manejo de la información contable. La red posee una topología física en estrella que utiliza a un router Dlink 657 para las funciones de núcleo central y existen además dos switches de acceso de 24 puertos cada uno. Adicionalmente, la empresa dispone de una red inalámbrica incipiente provista por dos dispositivos de acceso, uno de ellos es el mismo router Dlink 657 y un extensor de señal ubicado en el cielo falso del área administrativa.

2.2.2.1 Equipos de Activos

La empresa utiliza un router Dlink 657 como router central, el cual gestiona todo el tráfico de la red LAN y también de la red inalámbrica. Los dispositivos de acceso (switches) se encuentran distribuidos en diferentes áreas dentro de la empresa las mismas que se muestran a continuación en la Tabla 2.2 y las características del dispositivo router en el Anexo1.

Tabla 2.2 Equipos Activos

Ubicación	Equipo	Marca	Modelo
Archivo	Router	D-Link	DIR657
Archivo	Switch	Encore	ENHGS-224
Producción	Switch	D-link	Dgs-1024d
Cielo Falso 1er Piso	Extensor de Señal	D-link	DIR 615

Dispositivos encontrados en Tesquimsa, (Francisco Landeta, 2018)

2.2.2.2 Servidores

Como ya se indicó, la empresa cuenta con dos servidores ubicados en el área de archivo. Los servidores tienen como Sistema Operativo Windows 8, y se usan para almacenar datos de contabilidad que son generados por la aplicación EXIMIA (Véase Anexo 1).

2.2.2.3 Estaciones de Trabajo

Aun cuando el número de equipos fijos en la empresa es de 15, en determinados momentos del día, se ha detectado más del doble de conexiones debido principalmente a que existe una alta rotación de equipos móviles que usan principalmente la red inalámbrica, la misma que fue diseñada inicialmente para proveer de conectividad principalmente a los equipos de trabajo para el área de marketing y ventas, pero actualmente ya no da abasto para todos los requerimientos de los empleados. La cantidad de estaciones fijas se resumen en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Usuarios por departamentos.

Departamento	Estaciones de Trabajo
Administrativo	5
Talento Humano	1
Marketing y Ventas	3
Investigación y Desarrollo	1
Compras	1
Gerencia de Ventas	1
Gerente General	1
Subgerencia	2

Número de empleados que utilizan la red, Recursos Humanos – Tesquimsa C.A.

2.2.2.4 Cableado y Equipos Pasivos

- Cableado

El cableado en cada piso no supera los 100m, el cableado instalado es UTP categoría 5e y el tendido se lo realiza a través de manguera plástica.

Se tiene 17 puntos fijos de conexión, que se encuentran instalados en paredes y pisos, los cuales ya después de varios años de uso requieren un mantenimiento o incluso en algunos casos ya deben ser reemplazados (tabla 2.6).

Tabla 2.4 Número de Puntos de Red.

Departamento	Puntos de Red	Longitud
Ventas	2	27m
Compras	2	23m
Administrativo	7	19m, 20m, 2x23m, 2x26m, 29m
Recepción	1	18m
Gerencia	1	12,14m
Sala de Reuniones	2	10, 12m
Talento Humano	1	17m

Distancia y cantidad de puntos de red, (Francisco Landeta, 2018)

- **Cableado Vertical**

El cableado vertical es inexistente debido a que no se tiene conexión hacia la planta superior.

- **Cuarto de Equipos**

Los dispositivos se encuentran distribuidos en varios lugares dentro de la empresa lo que dificulta una administración adecuada de la red y evidencia un crecimiento sin la respectiva planificación. Los dispositivos se encuentran ubicados en dos puntos: en el área de archivo y en el área de producción.

La mayoría de los equipos se encuentra concentrados en un rack de pared ubicado en la parte posterior de las oficinas del área de producción, la misma que presenta mucho deterioro debido a problemas de humedad y no existen condiciones de seguridad haciendo que los equipos puedan ser manipulado por cualquier empleado.

Figura 2.2 Equipos – área de producción.



Dispositivos ubicados en el área de producción, (Francisco Landeta, 2018)

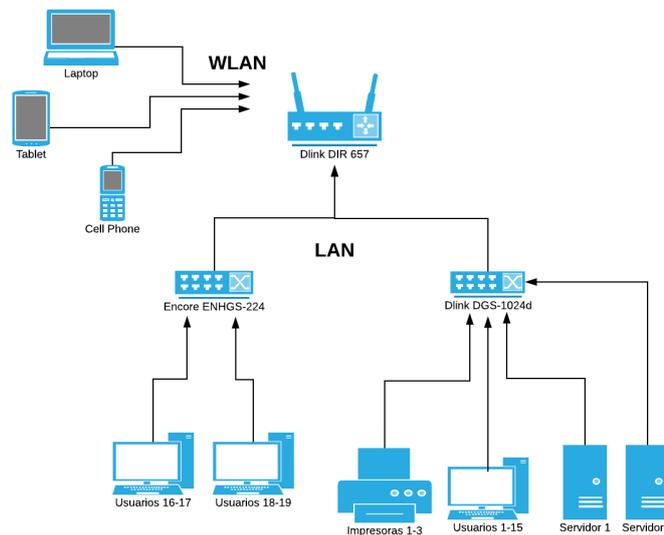
Se encuentra también una central telefónica analógica la cual se encuentra fuera de funcionamiento. El cableado instalado en la empresa no se realizó bajo ninguna norma de cableado estructurado y se encuentra además expuesto a condiciones ambientales lo que ha causado su rápido deterioro, siendo necesario su reemplazo para evitar fallas de conectividad.

Otro de los puntos donde se disponen equipos de networking, es un rack ubicado en el área de archivo, mismo que se encuentra deteriorado por la falta de limpieza y mantenimiento y por el uso diario. Este rack se encuentra compartido con otros equipos de la empresa Telconet para proveer servicios de internet. También existe una central telefónica analógica para las comunicaciones en toda la empresa. En el Anexo 1 se dispone de una mayor explicación sobre estos equipos.

2.2.2.5 Topología Física

Con el paso del tiempo, la red LAN de Tesquimsa ha ido creciendo en concordancia con las necesidades tecnológicas que han ido apareciendo en la empresa. Sin embargo, este crecimiento ha sido discrecional y por tanto no presenta un diseño técnico, ni ordenado, obligando en la mayoría de los casos a ubicar los dispositivos donde se podía, en lugar de donde realmente debían estar. La topología física de la red LAN es de tipo estrella extendida (Figura 2.3).

Figura 2.3 Topología Física de Tesquimsa.



Topología en estrella de Tesquimsa, (Francisco Landeta, 2018)

Como puede apreciarse, el ruteador Dlink se utiliza para gestionar el tráfico LAN y además para proveer el servicio de conexión inalámbrica principalmente al área de ventas, lo cual provoca una continua congestión y por ende el servicio inalámbrico y de cobertura es intermitente.

2.2.2.6 Topología Lógica

El router Dlink 657 usado como equipo central de comunicaciones, provee del servicio DHCP con un esquema de direccionamiento de fábrica; es decir utiliza la red 192.168.10.0/24 para proporcionar conectividad y servicio a todos los empleados. Dentro de la planificación para el direccionamiento no existen direcciones reservadas, y en el caso de los servidores la asignación de direcciones se realiza de manera dinámica lo cual constituye una falla de seguridad y de diseño muy grave.

Así mismo, los equipos que se conectan a la red inalámbrica deben compartir el mismo rango de direcciones que la red LAN ya que no posee una adecuada segmentación, provocando en muchas ocasiones problemas de saturación del ancho de banda, debido al volumen de usuarios que se conectan de forma simultánea y en particular por las características propias del dispositivo, que presenta un rendimiento insuficiente.

2.2.2.7 Servicio de Internet

El servicio de internet está provisto por la empresa TELCONET, con un enlace de fibra óptica que abastece a la empresa con 3Mbps. Este ancho de banda ha demostrado ser insuficiente debido a la cantidad de personal que se conecta a internet y las aplicaciones online que se usan tales como office 365 que requieren acceso hacia la nube.

2.2.3 Problemas detectados en la infraestructura y equipamiento.

2.2.3.1 Cableado y Red LAN

- El cableado instalado en la empresa se encuentra deteriorado por ausencia de ductos o tubería para su protección en gran parte de la instalación.
- El despliegue del cableado no se encuentra dentro de ninguna norma de cableado estructurado, en varios lugares se detectó que el cableado se encuentra expuesto a condiciones climáticas que han ocasionado su deterioro.
- Por otro lado, existe una importante cantidad de cables sin uso que se heredaron de instalaciones anteriores.
- Otro problema detectado, es que el cableado no se encuentra identificado, y en muchas ocasiones se comparten mangueras y ductos con cableado eléctrico.

- Se requiere un diario de ingeniería que pueda proporcionar información detallada del equipamiento y de los sistemas implementados a fin de servir de guía para futuros mantenimientos.

2.2.3.2 *Dispositivos Activos*

- El núcleo de la red está conformado por el ruteador Dlink 657 cuyas especificaciones no satisfacen las necesidades de una red empresarial y su volumen de tráfico. Actualmente presenta un funcionamiento intermitente, debido a la gran cantidad de usuarios.
- Los equipos activos usados actualmente ya poseen varios años y su ubicación en la red no ha favorecido a la seguridad y cuidado de los mismos. El mantenimiento de estos equipos ha sido insuficiente y no existe un registro de los trabajos realizados en los mismos.
- Los switches existentes son básicos y no administrables y por tanto no es posible optimizar su operación para gestionar de mejor forma el tráfico en la red. En el caso de repotenciar la red, estos equipos no cumplen los nuevos requerimientos de la empresa.
- Los switches de acceso tienen algunos puertos dañados y el número de usuarios ha provocado que se saturen sus puertos dejándolos sin una capacidad física de expandir más usuarios.
- Los dispositivos requieren ser reubicados y deben ser concentrados en un cuarto de equipos que mantenga condiciones de seguridad, por otra parte, se requiere la instalación de equipos UPS para precautelar la inversión en equipos de networking y servidores.
- Existen equipos que utilizan direcciones estáticas, pero no se encuentran excluidos del pool de direcciones DHCP, por lo que suelen presentarse problemas de direcciones duplicadas en la red.

2.2.3.3 *Red Inalámbrica*

- La red inalámbrica no posee un diseño que contemple el crecimiento de servicios que ha tenido Tesquimsa a nivel del personal y de los equipos que se han incorporado.
- La red inalámbrica comparte el mismo rango de direcciones IP con la red cableada, por lo cual no es factible administrar de forma eficiente las

conexiones de los usuarios. Para resolver problemas de conectividad es una práctica común el reinicio del equipo ruteador de manera física.

- Para mejorar el servicio de internet se incorporó un dispositivo extensor de señal, sin embargo, el ruteador inalámbrico no siempre logra superar la cantidad de tráfico que esto genera y la señal pierde potencia y termina muy lejos de un umbral de servicio estable y necesario para el desarrollo diario de las actividades cada empleado.

2.2.3.4 Telefonía IP

Desde hace un par de años existe la idea de cambiar el servicio de telefonía analógica a un sistema de telefonía IP, pero esto no ha sido posible debido a que el cableado existente no fue instalado bajo ninguna normativa. Otro aspecto que dificultó la implementación de esta tecnología, es que el equipamiento no cumple con los requerimientos de procesamiento de una red de VOIP, y por tanto ello afectaría directamente al desempeño de la red en conjunto.

2.2.4 Requerimientos

Actualmente la empresa Tesquimsa está experimentando un importante crecimiento en su infraestructura física debido a la ampliación de sus oficinas. Para garantizar la comunicación de los nuevos puestos de trabajo se ha pensado en instalar suficientes puntos de red fijos, que guarden las normativas del caso y que permitan un adecuado crecimiento. De igual forma, se prevé configurar una nueva red inalámbrica que tenga la capacidad de manejar mayor número de usuarios y pueda ser utilizada con eficiencia en la sala de capacitaciones.

Esta red proporcionará movilidad a los empleados a esto se suma la implementación de un prototipo de VOIP. Para cubrir los requerimientos de red se considera las siguientes observaciones:

- El cableado existente requiere ser reemplazado bajo normas de cableado estructurado, con el fin de mantener un fácil crecimiento, maximizar el rendimiento y reducir problemas de conectividad.

- Se necesita un diseño lógico totalmente nuevo, que posea un mejor manejo de usuarios para control y administración de la red, agrupando lógicamente activos, recursos y aplicaciones. Todo esto con base a nuevas políticas de acceso y privilegios, que puedan llevar al mejoramiento de procesos y mayor rendimiento.
- Se requiere la segmentación de red, esta proporcionara un manejo de seguridad más centralizado, con esto se quiere proteger a la red de una manera dinámica facilitando cambios en infraestructura y servicios de red.
- Como complemento se necesita una nueva red inalámbrica la cual posea una mayor capacidad de usuarios y que brinde calidad de servicio a sus usuarios. Esta red debe tener una cobertura capaz de proveer movilidad a empleados.
- La empresa en su ampliación de oficinas se provee que tenga una sala de capacitación para 40 personas las cuales podrán tener conexión a internet vía inalámbrica complementario para a las capacitaciones.
- Se requiere la instalación de UPS para los equipos de networking y servidores con los que cuenta la empresa, a fin de salvaguardar no solo la información sino también la inversión en equipos tecnológicos.
- La implementación de un sistema de telefonía IP a fin de optimizar las comunicaciones entre los miembros de la empresa.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED LAN Y WLAN

3.1 Diseño de la Red LAN

3.1.1 Metodología

Tomando en cuenta el equipamiento existente y las características de la red actual, analizadas en el capítulo 2, se ha considerado como el método de diseño de núcleo colapsado debido principalmente al costo y facilidad de despliegue que ofrecería el diseño propuesto. Este modelo de núcleo colapsado mantiene las características de un modelo jerárquico de tres capas propuesto por Cisco, mientras que disminuye el número de equipos, costo final y de mantenimiento de la red.

Este modelo permitirá que toda la gestión de información para la empresa se concentra en el núcleo, teniendo un mejor control y administración de la red. En el núcleo se concentrarán los servicios de conectividad tales como VLAN, DHCP, Firewall y NAT. La segmentación de la red es fundamental, ya que con la implementación de VLANs cada departamento podrá tener QoS y mejor manejo de sus recursos. Para el acceso se cuenta con dos switches que proveen conectividad a los usuarios y facilitan la administración.

3.1.2 Diseño Físico

3.1.2.1 *Cableado Estructurado*

El diseño del cableado a implementar se realizará bajo los estándares TIA EIA - 568a, TIA EIA - 568b y TIA EIA - 569c que son los especificados para edificaciones comerciales. Bajo esta decisión se optó por cable de categoría 6, debido a sus características técnicas que permite entre otras cosas un bandwidth de hasta 250 MHz por par, llegando a velocidades de hasta 10 Gbps, lo cual lo hace idóneo para la implementación de tecnologías emergentes que podrían incorporarse en un futuro en la empresa. Por otra parte, fue un requerimiento del equipo de tecnologías de Tesquimsa C.A. usar un cableado de esta categoría ya que su costo se ajusta al presupuesto inicial para la implementación de esta solución.

3.1.2.2 *MDF Cuarto de Equipos*

El cuarto MDF, se instalará en el área de archivo, el cual cuenta con cielo falso y cumple con las condiciones de seguridad, así como de temperatura manteniéndose a 17°C promedio con lo cual no se requiere implementar un sistema de aire acondicionado. En este lugar se encuentra instalado un bastidor en el que se concentrará los dispositivos, el rack posee 19U con el cual se podrá instalar organizadores para cable, regletas multitomas, patch panels, etc. Para la red se dispone de dos UPS los cuales serán colocados para protección de los dispositivos.

3.1.2.3 *HCC Cableado Horizontal*

El cableado HCC se distribuye a partir de las distintas áreas de trabajo, hacia la nueva concentración de equipos en el área de archivo con una longitud entre los 22 y 27 metros con lo cual se implementará bajo la norma TIA/EIA-568a en el primer y segundo piso.

El cableado categoría 6 se desplegará por el cielo falso en el primero y segundo piso a través de manguera lisa en los dos casos. En la implementación del cableado, cada punto de red no supera los 30 metros de longitud hacia el cuarto de equipos, siendo la longitud total de cableado para el primer piso de 349 metros y 312 metros para el segundo piso por lo que se requiere dos bobinas de cable de 350 metros para toda la instalación.

- Cableado - Primer Piso

El cableado horizontal cuenta con cajas, faceplates y conectores para conexión entre la sala de equipos y el área de trabajo. Fueron diseñados 17 puntos y están ubicados en paredes, a una altura de 30 cm sobre el suelo como establece la norma TIA/EIA-568a (Figura 3.1).

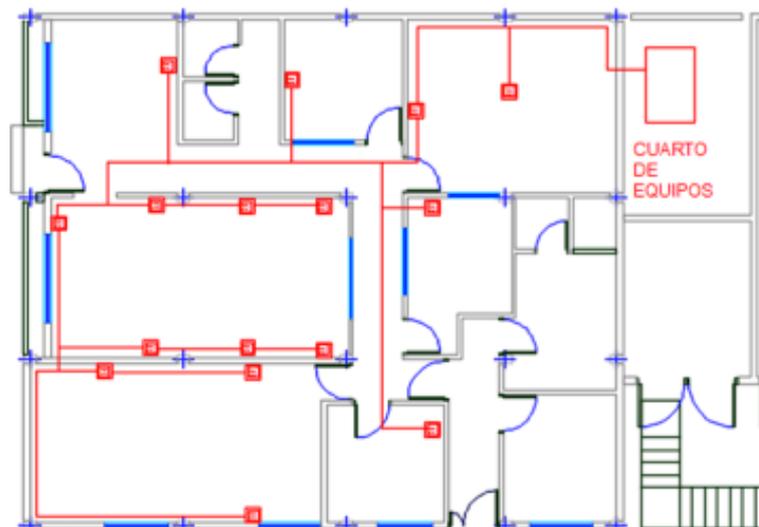
A continuación, se detalla la longitud del cableado para cada área:

Tabla 3.1 Puntos de red para la planta baja.

Departamento	Puntos de Red	Longitud
Ventas	2	2x27m
Compras	2	2x23m
Administrativo	7	19m, 20m, 2x23m, 2x26m, 29m
Recepción	1	18m
Gerencias	1	12, 14m
Sala de Reuniones	2	10, 12m
Talento Humano	1	17m

Puntos de red planta baja, (Francisco Landeta, 2018).

Figura 3.1 Planos Planta Inferior



Planos de distribución de planta baja de la Empresa Tesquimsa., (Francisco Landeta, 2018).

- Cableado - Segundo Piso

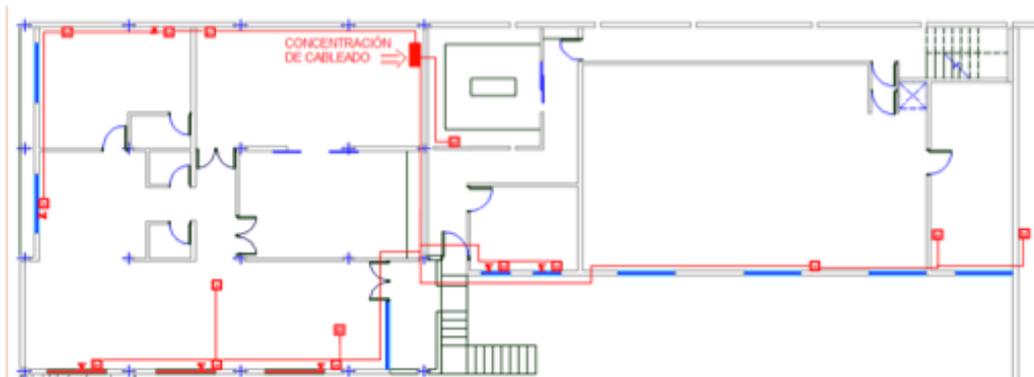
En el segundo piso se encuentran los departamentos de marketing, jefatura de producción, control de calidad, capacitación y subgerencia para lo cual se instalará 14 puntos cableados distribuidos a lo largo de la segunda planta (Figura 3.2).

Tabla 3.2 Puntos de red para la planta alta.

Departamento	Puntos de Red	Longitud
Marketing	1	27m
Subgerencia	2	2x21m
Capacitación	1	14m
Ventas	3	20m, 22m, 24m
Jefatura de Producción	2	2x18m
Laboratorio	1	10m
Producción	2	30m, 35m
Red Inalámbrica	2	25m, 27m

Puntos de red segundo piso, (Francisco Landeta, 2018).

Figura 3.2 Planos Planta Superior



Planos de distribución de la segunda planta, (Francisco Landeta, 2018).

- Cableado Vertical

Para la interconexión entre plantas, se ha considerado el diseño de un backbone IC por el cual se interconecten la sala principal de equipos MDF con la sala de telecomunicaciones del segundo piso. La implementación se la realiza por tubería de 3 pulgadas hacia el área de archivo donde se encuentra el cuarto de equipos. El

diagrama esquemático proporciona la identificación de área de trabajo, cuarto principal de equipos, backbone, etc, mayor información en el Anexo 3.

3.1.2.4 *Identificación*

Para la identificación del cableado estructurado se utiliza la norma TIA/EIA-606a, con lo cual se manejará un esquema de identificación jerárquico identificando cada punto de acceso a la red como se muestra en el Anexo 3.

3.1.3 *Diseño Lógico*

3.1.3.1 *Enlace a WAN o Internet*

Gracias a una reunión mantenida con la Gerencia de la empresa, se ha dispuesto la contratación de los servicios de internet usando una última milla de fibra óptica (Fiber to the Building) con el ISP Telconet, En la zona de demarcación se dispondrá de un router frontera de marca HP MSR900 con capacidad de dos enlaces WAN y 4 puertos fastethernet que proveerá un enlace estático con la red 192.168.0.1/24, junto con direcciones DNS primaria 200.93.216.2 y secundaria 200.93.216.5 para poder conectar al internet.

3.1.3.2 *Enlaces LAN*

El número de usuarios de la red LAN es de 17 para el primer piso y 14 para el segundo, cada usuario se integra en políticas de seguridad y de control de ancho de banda los cuales están definidos para diferentes VLANs de cada departamento, además que se considera un 20% de crecimiento. Los diferentes departamentos comparten una VLAN por tener iguales privilegios y esto ayuda a simplificar el direccionamiento. Se proporcionará DHCP para las VLANs de departamentos y direccionamiento estático para los servidores.

Tabla 3.3 Direccionamiento IP

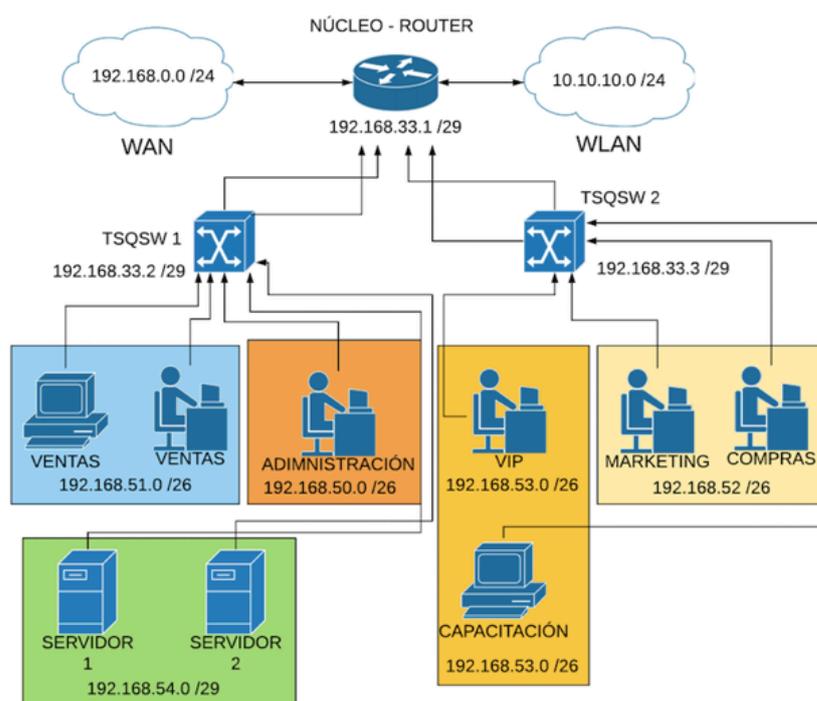
VLANs	Host Min	Host Max	Dirección	Mascara	
ADMIN	12	64	192.168.50.0	/26	255.255.255.192
VENTAS	8	64	192.168.51.0	/26	255.255.255.192
MARKET	7	64	192.168.52.0	/26	255.255.255.192
VIP	7	64	192.168.53.0	/26	255.255.255.192
Servers	4	6	192.168.54.0	/29	255.255.255.248

Resumen de direccionamiento de la red Tesquimsa. (Francisco Landeta, 2018).

3.1.3.3 Topología

La topología física escogida es de tipo árbol extendido, la misma que permitirá implementar concentradores secundarios más fácilmente a fin de expandir la red en caso de ser necesario y a nivel jerárquico permitirá mantener la estructura de la red. Además, se ha pensado en integrar características de seguridad a nivel de acceso para mejorar el control, manteniendo la característica BYOD para los dispositivos del personal de Tesquimsa.

Figura 3.3 Topología Física Tesquimsa



Topología de red, (Francisco Landeta, 2018)

Como se observa en la Figura 3.3, la infraestructura de la red LAN está diseñada para la distribución en dos switches de 24 puertos, la distribución y asignación prevista se detalla en el Anexo3. A fin de proveer seguridad a nivel de acceso, la implementación de port security ayudando a la administración de dispositivos que se conectan dentro de la red.

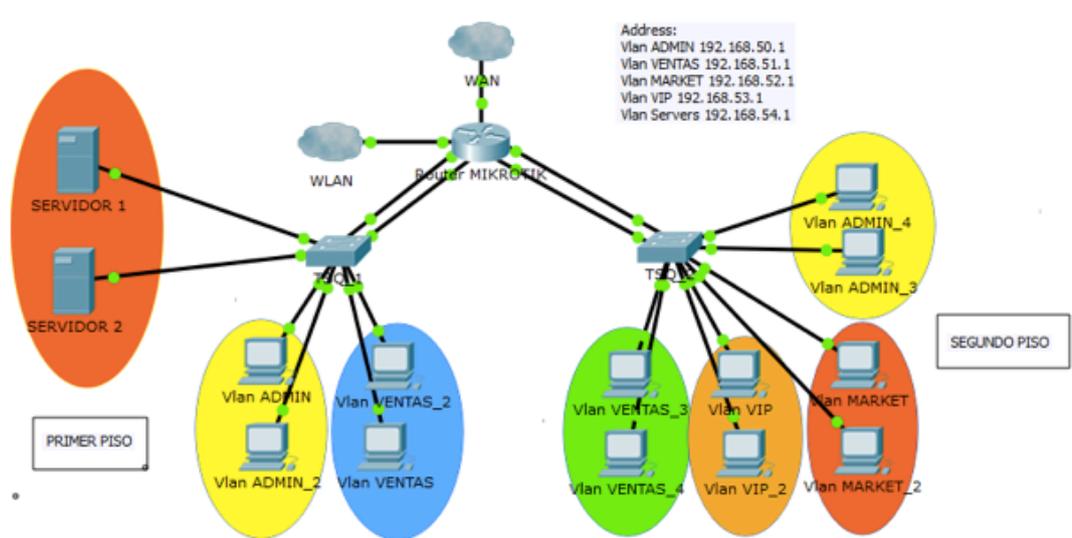
3.1.3.4 Simulación

Se eligió el software Packet Tracer de Cisco para la simulación de la red previo a su instalación. Se implementaron estaciones de trabajo con las cuales se verificará la adquisición de DHCP, y se realizó pruebas de conectividad por medio de ICMP. La

segmentación de red debe mantener la comunicación entre usuarios de la misma VLAN y en el caso de la VLAN de administración deberá tener conectividad con los servidores (Figura 3.4).

Por medio de la simulación se pudo verificar la conectividad entre las VLANs del primer y segundo piso. Con esto se pudo comprobar que el diseño de red alámbrica se cumple requerimientos básicos de la red empresarial.

Figura 3.4 Designación de puertos para su respectiva VLAN



Simulación en Packet Tracer de la red de Tesquimsa, (Francisco Landeta 2018)

3.2 Comparación y selección de los equipos

3.2.1 Selección de Equipos

Los dispositivos que se presentan a continuación pueden cubrir los requerimientos de acuerdo al diseño antes visto. Se tomarán en cuenta equipos de fabricantes reconocidos en el mercado que brinden soporte técnico y garantía Algunos de los puntos a considerar para la elección son:

- El equipo deberá tener un precio medio y soporte técnico en el país.
- La velocidad de puertos, para estimar la capacidad de procesamiento y del ancho de banda de los puertos de los equipos activos.
- Debe proveer todos los recursos para la gestión interna como son DHCP, NAT, VLANs, etc.

- Los nuevos dispositivos deben integrar características para mejorar la seguridad a nivel de capa 2 para implementar políticas de seguridad y acceso a la información.
- El equipamiento debe manejar los estándares adecuados para brindar un mejor servicio y conectividad para los dispositivos de los empleados de Tesquimsa.

3.2.2 Comparación entre dispositivos

3.2.2.1 Equipos Capa 3

Para la comparación y selección de los equipos necesarios, se procedió a revisar las características técnicas de dispositivos en el mercado teniendo en cuenta soporte y costo como se muestra en el Anexo 2, resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 3.4 Comparación entre equipos capa 3.

Especificación	Router Cisco C881-k9	Mikrotik RB3011UiAS-RM	Linksys Lrt224
Puerto WAN	FE 10/100	GE 10/100/1000	GE 10/100/1000
ADSL	ADSL2/2	Hasta 4 líneas ADLS	2 Puertos
Puertos LAN	4	10	6
Velocidad	FE 10/100	GE 10/100/1000	GE 10/100/1000
802.11	2,4GHz 802.11n	No	No
VPN	With license	SI	SI
Routing Protocols	RiPv1,v2,BGP,OSPF, EIGRP	RiPv1,v2,BGP,OSPF	RiPv2 y RiPv1
IPV6	SI	SI	si
PoE	2 Ports Integrated	1 Port Integrated	No
VLAN	128	128	5
Firewall	SI	SI	SI
QoS	CBWRED	QoS Simple y Quee Tree	No
USB	No	3.0 type A	No
Precio	631	330	220

Características de los equipos capa 3, (Francisco Landeta, 2018)

Con esta información, se ha tomado la decisión de utilizar el router Mikrotik RB3011UiAS-RM el cual posee un precio medio, y posee una amplia gama de características que se pueden aprovechar en el proyecto.

3.2.2.2 Equipos de Capa 2

Para la distribución se requieren dos switches, con los cuales se podrá abastecer la demanda de los puntos existentes y de los proyectados en el nuevo diseño. La siguiente tabla muestra la comparativa entre equipos comerciales:

Tabla 3.5 Comparación entre equipos capa 2.

Especificación	Encore ENHGS-224	Cisco 2960	Tplink Tl-sf1024	D-link Dgs-1024d
Numero de Puertos	24+2	24+2	24	24
Velocidad de Interfaces	GE	FE	FE	GE
VLANs	SI	SI	NO	NO
Rate Limit	10/100/1000	10/100	10/100	10/100/1000
QoS	SI	SI	NO	NO
LACP	SI	SI	NO	NO
Plug and Play	SI	SI	SI	SI
Rackeable	SI	SI	SI	SI
Administrable	SI	SI	NO	NO
Precio	210	280	65	199

Características de los equipos capa 2, (Francisco Landeta, 2018)

A partir de esta comparación, se observa que en el mercado existen varios modelos, pero la mayoría de ellos tiene gran similitud y pocas características extras. Para el proyecto la mejor opción es la adquisición de dos switches cisco catalyst de la serie 2960, mismos que soportan varias aplicaciones incluyendo volumen de tráfico y soporte futuro para VOIP.

3.3 Red WLAN

3.3.1 Metodología

La metodología que se emplea para el diseño de la red WLAN consta de 5 pasos, los cuales se describen a continuación:

- Toma de datos
- Revisión de instalaciones
- Site Survey
- Diseño preliminar
- Diseño final

3.3.2 Diseño de la red WLAN

3.3.2.1 Toma de datos:

En esta fase se recopila la información necesaria para planificar la red inalámbrica y su proceder a su diseño. Los parámetros considerados permitirán optimizar la WIFI para brindar mejor movilidad, flexibilidad, expansión y así como capacidad de respuesta mejorada. Las características previstas listadas a continuación:

- Estándar y Ancho de Banda

A partir de la comparación de estándares de la tabla 1, los estándares elegidos para la implementación son el 802.11n y 802.11ac mismos que otorgarán velocidades comprendidas entre los 600 Mb/s y 1,3 Gb/s. Ambos estándares trabajarán a frecuencias de 2,4 GHz y 5 GHz, permitiendo con esto una mayor cobertura y compatibilidad con los equipos de la empresa.

- Tipo de Aplicaciones que va a soportar la red.

La empresa utiliza entre otros los siguientes servicios: Microsoft Office 365, correo electrónico, web, etc, lo cual evidencia que la red inalámbrica debe soportar principalmente aplicaciones online que operan sobre la nube. El acceso a los servidores se encuentra restringido vía inalámbrica.

- Número Máximo de Usuarios

Tesquimsa tiene 20 usuarios inalámbricos fijos, 10 usuarios rotativos y se prevé manejar entre 30 y 40 usuarios más en la sala de capacitaciones.

- **Planeación y administración de las direcciones lógicas.**

Para la planta inferior se requiere un solo SSID para el área de ventas, mientras que en la planta superior se segmentará en tres SSID. La creación de múltiples SSID es factible debido a que la empresa no tiene procesos sensibles al retardo de paquetes y es una práctica para reducir gastos a fin de comprar menor número de APs. Se prevé un identificador para el personal administrativo, otro identificador para el área de capacitación y un identificador para gerencia con lo cual cada uno tendrá un ancho de banda diferenciado proporcionando calidad de servicio.

Tabla 3.6 Planeación de SSID

Planta	SSID	Departamentos
1era Planta	Tesquimsa	Administración, Compras, Talento Humano.
2da Planta	Gerencia TSQ.	Gerencia
	Tesquimsa Unifi.	Marketing, Administración, Ventas,
	Tesquimsa CAP.	Capacitación

Despliegue de SSID para los diferentes departamentos, (Francisco Landeta, 2018)

- **Revisión de Instalaciones**

La empresa Tesquimsa tiene una construcción en estructura metálica y paredes de bloque. En el primer piso se cuenta con piso flotante y cielo falso, mientras en la segunda planta se encuentra cielo falso y pisos de cerámica, cada oficina cuenta con puertas de madera. Todos estos materiales provocan cierta atenuación a la señal inalámbrica por lo que la ubicación de los APs debe ser estratégica para cubrir la mayor área de uso posible.

3.3.2.2 SITE SURVEY

Para la encuesta de sitio del primer piso se utilizó el software Acrylic y el software de los dispositivos Ubiquiti para contrastar resultado, con los cuales se obtuvo datos entre los cuales podemos mencionar: redes adyacentes, canales a utilizarse, estándares, tipos de APs, etc.

- Redes, APs y BSSIDs

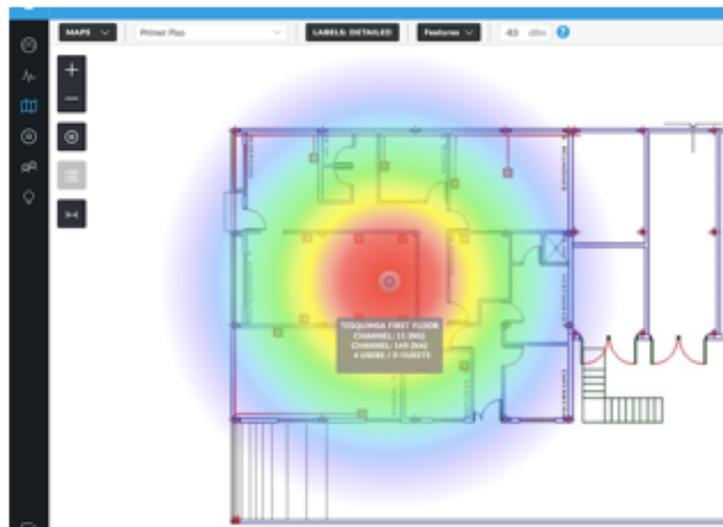
El número de BSSIDs puede exceder el número de accesos físicos debido a que un mismo punto de red puede ofrecer varias redes con diferentes direcciones MAC. Las redes encontradas son 16 provenientes de 15 dispositivos inalámbricos como se observa en el Anexo 3.

Para elegir el canal a utilizar se realizó un estudio de los canales utilizados por redes adyacentes a fin de elegir un canal que no se encuentre saturado, este estudio se encuentra disponible en el Anexo 3. El canal elegido es el número 11 debido a que no existe gran cantidad de redes en los canales adyacentes.

- Mapas de Calor

El mapa de calor proporciona una idea muy cercana a la realidad de la cobertura del AP. Por medio del software controlador de los APs ubiquiti, se obtuvo una aproximación real del área de cobertura. Este software permite dibujar el entorno donde estará la señal inalámbrica y la atenuación producida por los diferentes materiales como bloque, vidrio o madera. Para determinar la cantidad de APs se ubicó el AP de cada piso en diferentes lugares para observar la mejor cobertura. Se realizaron varias simulaciones y estas se muestran en el Anexo 8.

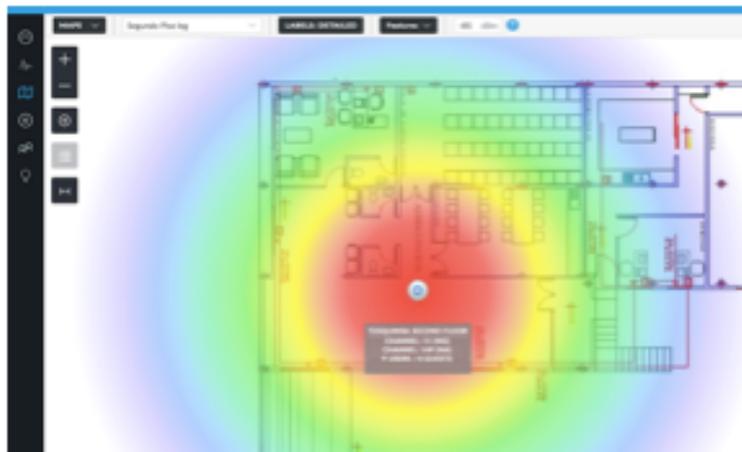
Figura 3.5 Ubicación planta baja.



Mejor ubicación del AP en el primer piso, (Francisco Landeta, 2018)

Con estas mediciones obtenemos un mapa de cobertura muy apegado a la realidad de la potencia de la señal de la red inalámbrica y la calidad de servicio que puede proporcionar.

Figura 3.6 Mapa de Calor planta alta.



Mejor ubicación del AP en el segundo piso, (Francisco Landeta, 2018)

3.3.2.3 Comparación de equipos en el mercado.

Para la adquisición de los equipos a utilizar se procedió a comparar los productos de algunos fabricantes considerando entre otros elementos: las prestaciones, los precios y el soporte técnico existente en el país.

Tabla 3.7 Comparación de equipos inalámbricos.

Característica	UAP unifi	Linksys LAPN300	UAP-AC LR
Dimensiones	200 x 200 x 36.5 mm	243 x236.98 x 43.69 mm	∅175.7 x 43.2 mm
2.4 GHz	300 Mbps	300 Mbps	450 Mbps
5 GHz	No	No	1300 Mbps
Modo PoE	No	Si	No
Múltiples SSID	1per radio	6	8 per radio
Puertos	FE 10/100	GE 10/100/1000	GE 10/100/1000
Estándares IEEE	802.11 b, g, n	802.11 b, g, n	802.11 b, g, n, ac
Seguridad	WEP, WPA-PSK, WPA Enterprise	WPA2, WPA, WEP	WEP, WPA- PSK, WPA Enterprise
Precio	\$ 99	\$ 189.99	\$ 164.99

Comparación de características técnicas de APs, (Francisco Landeta, 2018)

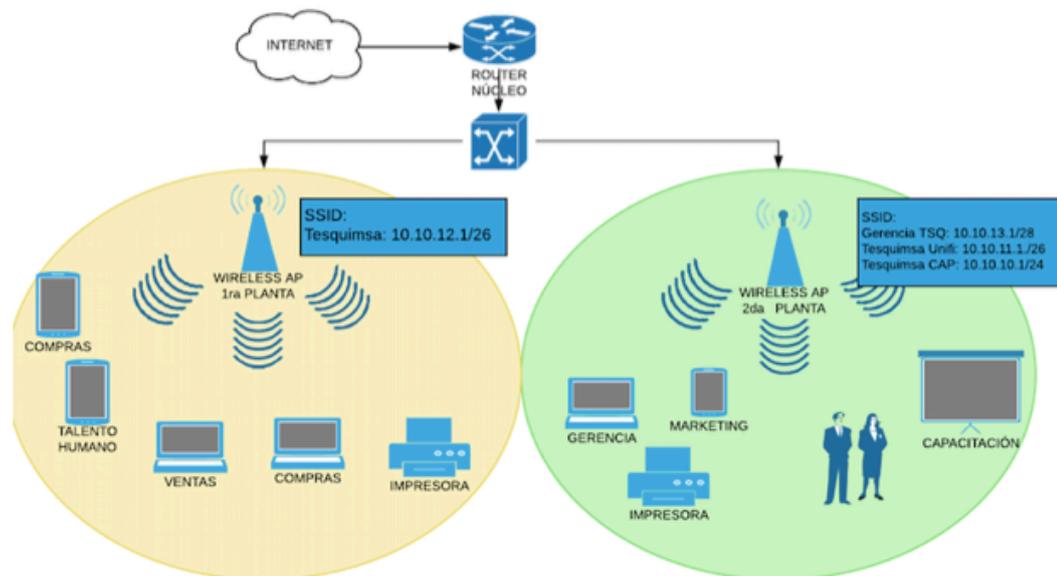
Como se observa en la tabla anterior, se eligió al AP UAP y al AP UAP-AC LR de la marca Ubiquiti debido a sus prestaciones y precio. Estos equipos cuentan con software controlador propietario cuyas características contribuirán ampliamente a la gestión de la red inalámbrica.

3.3.2.4 Diseño Lógico

El diseño de la red inalámbrica tiene una topología en estrella, partiendo del router de núcleo Mikrotik 3011 que realizará la gestión de todos los APs que se instalen proporcionando escalabilidad y flexibilidad para la incorporación de futuros proyectos inalámbricos. Se implementará una red controlada a partir del WC integrado de los

dispositivos Ubiquiti, con el cual se controlará características técnicas de señal y de administración de usuarios.

Figura 3.7 Diseño Inalámbrico de la red.



Diseño de red WLAN, (Francisco Landeta, 2018).

A partir de la planeación de la Tabla 3.6, se van a conformar 4 VLAN, las cuales permitirán simplificar la administración inalámbrica separando dominios de broadcast de manera lógica. Para esto se eligió la red 10.10.10.0/24 y a partir de esta se aplicará direccionamiento VLSM. Se subdividió las redes de manera administrativa, teniendo en cuenta el número de usuarios previstos por cada una. Se dispuso una red para gerencia (Gerencia TSQ), una red para el personal administrativo del primer piso (Tesquimsa), una red para el personal administrativo del segundo piso (TesquimsaUnifi) y una red dedicada para la sala de capacitaciones (TesquimsaCAP).

Tabla 3.8 Direccionamiento para el segmento Inalámbrico.

VLANs	Host Min	Host Max	Address	Mascara
Tesquimsa CAP	200	254	10.10.10.1	/24 255.255.255.0
Tesquimsa Unifi	60	62	10.10.11.1	/26 255.255.255.192
Tesquimsa	20	62	10.10.12.1	/26 255.255.255.192
Gerencia TSQ	14	14	10.10.13.1	/28 255.255.255.240

VLANs y direccionamiento red inalámbrica, (Francisco Landeta, 2018)

3.3.3 Diseño de Prototipo de VoIP

Las características del prototipo de VoIP requiere que se instale una central para la gestión y administración de llamadas. La central Elastix cumple con todos los requisitos para el manejo de conexiones y será instalada en uno de los servidores por medio de la máquina virtual VirtualBox en la versión 5.2.8.

Para la conexión se eligió la utilización de softphones con lo cual se reducirá el precio del prototipo y se brindará movilidad de los usuarios. Previo al diseño se realizó una reunión con la gerencia de la empresa para determinar el alcance del prototipo y departamentos internos a interconectar. La estructura de una red interna de VoIP para Tesquimsa tiene la mayoría de características de una red de telefonía analógica a excepción de la capacidad de realizar llamadas al exterior.

3.3.3.1 Cada uno de los pasos para el diseño se describen a continuación:

- a) Como primer paso, se instalará Elastix en el servidor de respaldo del sistema contable, capaz de manejar el servicio de telefonía sin sobrecargar su uso y equilibrar la transmisión de los servidores hacia la red. Se requiere la instalación de VirtualBox y sobre este se realizará la instalación de Elastix.
- b) Previo a la instalación, se determinó la creación de una VLAN para este propósito se utilizó la Vlan 10.10.12.0/28 que permitirá configurar hasta 12 usuarios suficientes para cubrir el personal designado por la gerencia para su uso.
- c) Ya en la instalación de Elastix, se definió como idioma el español, la creación de una partición se la mantuvo en automático y se restringió el uso de direcciones ipv6 para que solo el protocolo ipv4 se encuentre en uso.
- d) Durante la instalación se definen parámetros como dirección del servidor la cual será la última de la VLAN 10.10.12.14/28 y la dirección de Gateway 10.10.12.1/28.
- e) El software elegido para instalar en los softphones es GSwave de Grandstream y Zoiper, las cuales poseen utilitarios incorporados y gestionan gran cantidad de servicios lo cual aporta directamente a la operatividad de la empresa.
- f) La creación de extensiones será a partir del número 3000 y el número de usuarios pre programados será de 5 personas, pudiendo llegar a 12.

- g) Adicionalmente se habilitará la opción de video llamada y se crearán extensiones para cubrir la cantidad de usuarios como muestra la siguiente tabla.

3.3.3.2 *Calculo de Ancho de Banda*

El servicio de VoIP requiere de un diseño que contemple la reserva de un ancho de banda exclusivo para telefonía, con lo cual se pueda garantizar una comunicación clara y que no genere inconvenientes en sus usuarios. El número de usuarios máximo es de 12 con lo cual se requiere analizar un máximo de 6 llamadas simultaneas, este cálculo se resume en el Anexo 3. De acuerdo a esto se reservará un ancho de banda de 1Mbps para telefonía garantizando las conexiones entre usuarios.

CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

4.1 Implementación de Cableado

El cableado de la empresa Tesquimsa se encuentra centralizado en el área de archivo como se muestra en el Anexo 5. Una vez desplegado el cableado a través de las mangueras y ductos, la primera parte será el ponchado de cada punto de red utilizando el estándar 568A. El trabajo de crimpado de jacks y patch panels comenzó cuando la obra civil estaba casi lista como se muestra en el Anexo 1.

Figura 4.1 Puntos de Red.



Instalación de faceplate y jacks para cada punto de red, (Francisco Landeta, 2018)

Debido a que se va a reutilizar un rack en la zona de archivo para la primera planta, se debe retirar y desmontar todo el sistema informático que se encontraba en funcionamiento para posteriormente recibir los nuevos equipos y cableado.

Figura 4.2 Desmontaje de Rack



Desmontaje de cableado y equipos de la red antigua, (Francisco Landeta, 2018)

Con el cableado ya en el cuarto de control se lo debe ponchar en un patch panel identificando cada uno de los puntos de red al que pertenecen, para luego configurar un cable directo con el estándar 568A.

Figura 4.3 Ponchado de Patch Panels.



Instalación de cableado en Patch Panel, (Francisco Landeta, 2018)

4.2 Implementación del cuarto de equipos

Para ubicar los equipos en el rack, se cuidó que cada equipo tenga un espacio entre las divisiones para que pueda enfriarse más rápidamente. En la configuración del cuarto de equipos, se previó el crecimiento futuro que podría experimentar la empresa para que no haya saturación en el rack principal, el cual fue ubicado en la parte superior donde se colocarán el equipo de núcleo y los equipos de salida hacia el ISP Telconet.

Figura 4.4 Núcleo y Equipos ISP



Instalación de rack de pared, núcleo y dispositivos de ISP.

El switch de acceso Cisco 2960 se ubicó en la parte baja del rack, manteniendo un espacio para su ventilación. También se colocó un organizador de cable entre el patch panel y el switch para mantener ordenado el cableado. Para la conexión se utilizan patch core categoría 6 de 50 cm.

Figura 4.5 Cableado de Rack



Instalación de patch core y switch de acceso 2960, (Francisco Landeta, 2018)

Ya instalado el switch de acceso, ubicamos las tapas de protección laterales del rack. Con esto se peina el cableado dejándolo ordenado y listo para trabajar.

Figura 4.6 Protección y ordenamiento de cableado.



Peinado del cableado, (Francisco Landeta, 2018)

Como complemento, se instaló un UPS básico para proteger los servidores y los equipos de networking y así evitar pérdidas de información debido a problemas eléctricos. Los UPS instalados proveerán de energía por 20 minutos aproximadamente en caso de algún corte.

Para el segundo piso se adquirió un rack de pared, en el cual se va a montar el switch de acceso del segundo piso. Este será ubicado dentro de un mueble, esto se debe a que por estética de las oficinas no se quiere dejar equipos a la vista. El segundo switch cisco 2960 se va a encargar de la gestión de los puertos del segundo piso teniendo una conexión directa con el router núcleo y el switch de la planta baja. Este dispositivo se instaló de manera provisional debido a exigencias de la empresa Tesquimsa debido al incumplimiento por parte del contratista de mobiliario. En el Anexo 5 se amplía la información gráfica.

Figura 4.7 Montaje del cableado para el switch 2.



Cableado para el switch del segundo piso, (Francisco Landeta, 2018)

4.3 Implementación de la WLAN

Los dispositivos AP de la marca Ubiquiti se instalaron en el cielo falso, según se estimó en el Site Survey proporcionado por el fabricante. Tanto el equipo UAP LR AC en la planta superior y el equipo UAP en la planta baja presentan la característica POE para la alimentación lo cual evita la necesidad de tomas adicionales. Mayor información se encuentra en el Anexo 6.

Figura 4.8 AP UAP AC LR



Instalación en cielo falso de AP, (Francisco Landeta, 2018)

4.4 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS

4.4.1 Núcleo – Router Mikrotik 3011

En este dispositivo se configuró toda la administración y el direccionamiento tanto de la red LAN como de la WLAN usando la interfaz web que facilita su configuración.

Como primer paso de las configuraciones lógicas, se crearon las VLANs para cada departamento para luego asociarlas a las interfaces, durante este proceso se configuraron las VLANs de la red inalámbrica y de la red cableada. Con la segmentación de la red se tiene una mejor gestión de los recursos de la red.

Figura 4.9 VLANs

	Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	
[D]	R	vlan 11 Tesquimsa U	VLAN	1500	1500	1594	45.9 kbps	3.3 Mbps	100	282
[D]	R	vlan 12 Gerencia	VLAN	1500	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0
[D]	R	vlan ADMIN	VLAN	1500	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0
[D]	R	vlan MARKET	VLAN	1500	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0
[D]	R	vlan SERVERS	VLAN	1500	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0
[D]	R	vlan Tesquimsa	VLAN	1500	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0
[D]	R	vlan VENTAS	VLAN	1500	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0
[D]	R	vlan10 Capacitacion	VLAN	1500	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0

Configuración de las VLANs para diferentes departamentos, (Francisco Landeta, 2018)

Este dispositivo cuenta con 10 interfaces Gigabit Ethernet dividido en dos grupos de 5 puertos cada uno. Según la topología lógica, cada dispositivo de acceso tendrá asignado una interfaz.

Para la asignación de direcciones dinámicas DHCP, se creó un pool de direcciones para asociarlo con cada Vlan. Con esto la empresa podrá añadir nuevas estaciones de trabajo sin necesidad de configurar Gateway, DNS o subred, esto es parte fundamental en la seguridad y crea una mejor experiencia de usuario para los empleados.

El equipo Mikrotik 3011 tiene la capacidad de bonding la cual se implementará a fin de aumentar la disponibilidad de los equipos reduciendo así los puntos de fallo de la red (ver Anexo 6). Este dispositivo también posee la característica router on stick, por lo que al haberse creado VLANs se debe complementar con reglas dentro del firewall para limitar la conectividad inter VLAN.

4.4.2 Switches Cisco 2960

Los switches cisco requieren un cable de consola y el uso de software de conexión como Putty o Hiperterminal. En cada switch se configuraron las VLANs de los diferentes departamentos y se asignaron interfaces para su conexión de acuerdo a la tabla 11. Para obtener un resumen de la configuración de las VLANs se utiliza el comando sh vlan brief mostrado a continuación:

Figura 4.10 Dispositivo TSQ_1

```

TSQ_1(config)#do sh vlan brief
VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                 active    Fa0/2, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
                                           Gi0/1, Gi0/2
2    ADMIN                  active    Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9
                                           Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13
                                           Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16
3    VENTAS                 active    Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20
                                           Fa0/21
4    MARKET                 active
5    VIP                    active
6    SERVERS                active    Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5
11   TesquimsaCAP           active
12   TesquimsaUnifi         active
13   TSQGerencia            active
14   Tesquimsa              active
1002 fddi-default            act/unsup
1003 token-ring-default    act/unsup
VLAN Name                Status    Ports
-----
1004 fddinet-default        act/unsup
1005 trnet-default         act/unsup
TSQ_1(config)#
  
```

Configuración de VLANs en switch 1, (Francisco Landeta, 2018)

Cada uno de las interfaces fastethernet fue configurada para que sean de tipo acceso y con conectividad a una VLAN determinada. Se configuró también la característica de portfast, en caso de un apagón del sistema esta característica permite al puerto recuperar conectividad y enviar información inmediatamente (forwarding) con lo que

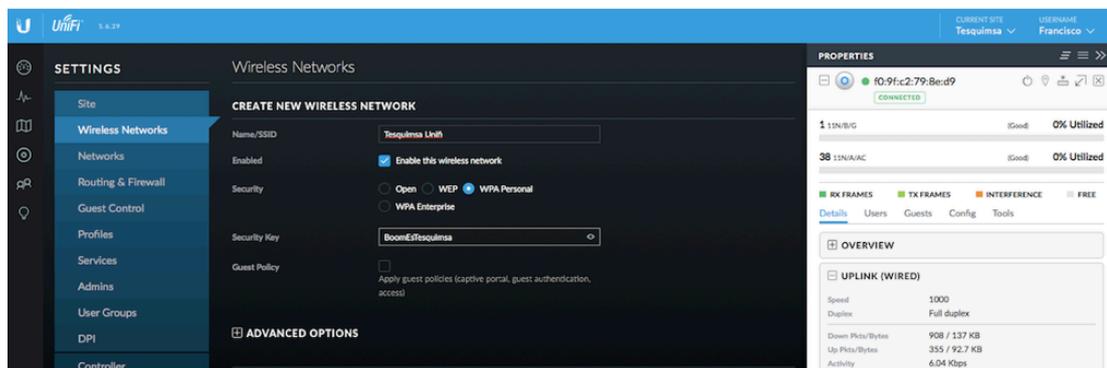
servicios como DHCP tardaran menos mejorando el rendimiento y convergencia de la red. La configuración de los switches se encuentra en el Anexo 6 y Anexo 9.

Para añadir seguridad de capa 2, se implementó como complemento port security con lo cual se restringe la conectividad a un solo dispositivo por interfaz.

4.4.3 Configuración de APs

Los dispositivos APs de Ubiquiti poseen un controlador integrado el cual tiene una interfaz web. Por medio de este controlador se agregan cada uno de los APs y se puede configurar cada una de las características diseñadas como son radio, SSID, asignación de VLANs, etc. La gestión de usuarios es centralizada por lo que por medio del controlador también se pueden observar usuarios conectados, cantidad de información que se ha transmitido y gestionar alertas. La seguridad implementada es WPA personal para cada SSID.

Figura 4.11 Configuración de SSID

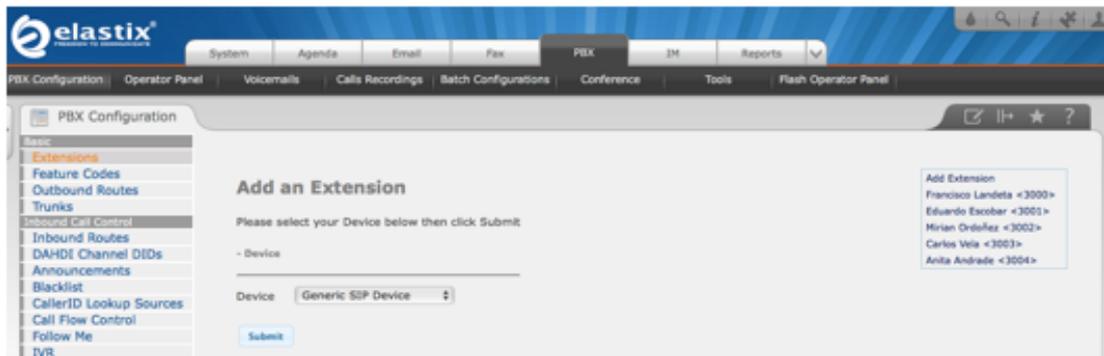


Configuración de SSID Tesquimsa unifi, (Francisco Landeta,2018)

4.4.4 Configuración VoIP – Elastix

La central Elastix se instaló en uno de los servidores, para lo cual se creó una VLAN en el router de núcleo la cual provee DHCP con la red 10.10.12.0/28. Posteriormente se procedió a crear las extensiones para cada uno de los usuarios por medio de cuentas SIP.

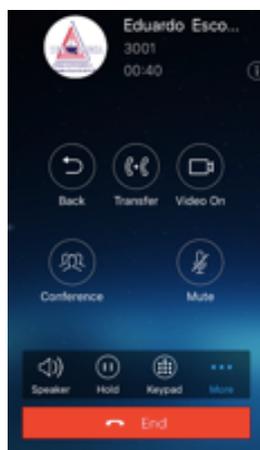
Figura 4.12 Creación de Extensiones



Configuración de extensiones en central Elastix, (Francisco Landeta, 2018)

Para los softphones se instaló GS wave en teléfonos celulares del personal y Zoiper para una laptop. Véase Anexo 10.

Figura 4.13 Softphone Subgerencia



Llamada en Softphone de Subgerencia, (Francisco Landeta, 2018)

4.5 PRUEBAS

4.5.1 Pruebas en la Red LAN

4.5.1.1 *Conectividad*

Para las pruebas de conectividad, se empezará constatando la asignación dinámica DHCP para los diferentes dispositivos de la red. La siguiente figura resume la asignación de algunos dispositivos.

Figura 4.14 Asignación DHCP

		Address	MAC Address	Client ID	Server	Active Address	Active MAC Address	Active Host Name	Expires After
	D	10.10.10.2	A0:CB:FD:D2:80:E1	a0:cb:fd:d2:80:e1	Capacitacion	10.10.10.2	A0:CB:FD:D2:80:E1	android-defc7418ce0ce	00:07:38
	D	10.10.10.11	10:92:66:2E:10:81	1:10:92:66:2e:10	Capacitacion	10.10.10.11	10:92:66:2E:10:81	android-f286672bccb98	00:08:27
	D	10.10.11.2	24:FD:52:77:79:51	1:24:fd:52:77:79:51	Tesquimsa Unifi	10.10.11.2	24:FD:52:77:79:51	HP-PC	00:05:50
	D	10.10.11.5	70:18:8B:5E:57:31	1:70:18:8b:5e:57:31	Tesquimsa Unifi	10.10.11.5	70:18:8B:5E:57:31	HP	00:08:31
	D	10.10.11.6	8C:29:37:E8:DA:A1	1:8c:29:37:e8:da	Tesquimsa Unifi	10.10.11.6	8C:29:37:E8:DA:A1	AirdeFrancisco	00:06:00
	D	10.10.11.7	58:00:E3:AF:75:81	1:58:0:e3:af:75:81	Tesquimsa Unifi	10.10.11.7	58:00:E3:AF:75:81	DISENO	00:08:55
	D	10.10.11.8	9C:AE:D3:9A:B6:41	1:9c:ae:d3:9a:b6:41	Tesquimsa Unifi	10.10.11.8	9C:AE:D3:9A:B6:41	EPSON9AB643	00:09:04

Arrendamiento DHCP – Mikrotik 3011, (Francisco Landeta, 2018)

Este resultado se contrastó con la asignación en la estación de trabajo de secretaria general la cual tiene la IP 192.168.50.2 y su Gateway es la dirección de la VLAN correspondiente a la VLAN ADMIN (departamento de administración).

Figura 4.15 Dirección en estación en trabajo

```

C:\> Símbolo del sistema

Puerta de enlace predeterminada . . . . . :
Adaptador de Ethernet Ethernet:

Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::204e:6b86:295a:96e5%7
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.50.2
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.240
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.50.1
    
```

Ventana de comando con información de la dirección de la estación de secretaria general, (Francisco Landeta, 2018)

Como parte de las pruebas de conectividad se realizó ping entre varios dispositivos, además hacia cada dirección de red como se muestra en la siguiente captura:

Figura 4.16 Ping hacia la red.

```

C:\Users\CISCO3>ping 192.168.50.1

Haciendo ping a 192.168.50.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.50.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 192.168.50.1:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms
    
```

La utilización del comando ping, (Francisco Landeta, 2018)

4.5.1.2 Monitoreo de Tráfico en Interfaces

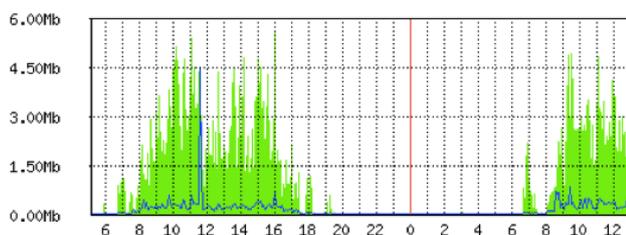
Para un seguimiento del tráfico de la red, se configuró la captura de datos por medio de SNMP. Con lo cual se puede observar el uso promedio de la red de manera gráfica, para poder tener mejores correctivos en un futuro. La interfaz que se muestra a continuación es la WAN, la cual es muy importante debido a las aplicaciones en la nube y facturación electrónica vitales en el desempeño diario de la empresa. El resto de capturas de las interfaces se pueden apreciar en el Anexo 11.

Figura 4.17 Monitoreo de Tráfico

Interface < WAN ether1 > Statistics

• Last update: Thu Feb 1 13:07:55 2018

"Daily" Graph (5 Minute Average)



Max In: 5.65Mb; Average In: 1.22Mb; Current In: 2.93Mb;
Max Out: 4.49Mb; Average Out: 128.81Kb; Current Out: 339.48Kb;

Monitoreo y seguimiento del tráfico cursado en cada interfaz, (Francisco Landeta, 2018)

Como se observa, el dimensionamiento del servicio de internet cumple los requerimientos de la empresa pudiendo implementarse más procesos sobre la red existente.

4.5.1.3 Prueba de saturación de red LAN

Las pruebas de saturación de red se realizaron para observar el comportamiento de la información y verificar la disponibilidad de los servicios de red. Se utilizó el software Ipref el cual inyecta tráfico IP/ ICMP /UDP / TCP a fin de verificar el rendimiento que puede manejar la red sin empezar a perder información. La transmisión de datos fue de 110 Mbytes y la velocidad de la red es de 92.4 Mbps en promedio mostrada por el servidor de Ipref.

Figura 4.18 Prueba de saturación Iperf.

```

Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 192.168.50.12, port 52070
[ 5] local 192.168.50.11 port 5201 connected to 192.168.50.12 port 52071
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 5] 0.00-1.01    sec  11.0 MBytes  91.1 Mbits/sec
[ 5] 1.01-2.00    sec  8.85 MBytes  75.3 Mbits/sec
[ 5] 2.00-3.01    sec  11.3 MBytes  93.2 Mbits/sec
[ 5] 3.01-4.02    sec  11.3 MBytes  94.7 Mbits/sec
[ 5] 4.02-5.02    sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[ 5] 5.02-6.02    sec  11.3 MBytes  94.8 Mbits/sec
[ 5] 6.02-7.00    sec  11.1 MBytes  94.8 Mbits/sec
[ 5] 7.00-8.02    sec  11.5 MBytes  94.8 Mbits/sec
[ 5] 8.02-9.02    sec  11.3 MBytes  94.8 Mbits/sec
[ 5] 9.02-10.02   sec  11.3 MBytes  94.4 Mbits/sec
[ 5] 10.02-10.02  sec   63.0 KBytes  nan Bytes/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 5] 0.00-10.02   sec   0.00 Bytes  0.00 bits/sec
[ 5] 0.00-10.02   sec  110 MBytes  92.4 Mbits/sec
sender
receiver
  
```

GUI de Iperf con datos del servidor, (Francisco Landeta, 2018).

4.5.2 Pruebas de la Red Inalámbrica

4.5.2.1 Conectividad

La asignación de direcciones dinámicas DHCP se realiza de acuerdo a cada una de las VLANs configuradas para la red inalámbrica y su respectivo BSSID. Cada uno de los equipos AP generan una lista como la mostrada a continuación y las direcciones pueden ser contrastada en el router de núcleo.

Figura 4.19 Asignación de DHCP inalámbrico.

NAME	IP ADDRESS	CONNECTION	ACTIVITY	INTERNET DOWN	INTERNET UP	UPTIME	ACTIONS
AirdeFrancisco	10.10.11.6	Tesquimsa Unifi		1.29 MB	367 KB	1h 15m 8s	BLOCK RECONNECT
android-371f4da87926b66	10.10.11.14	Tesquimsa Unifi		11.4 KB	41 KB	49m 22s	BLOCK RECONNECT
android-defc7418ce0ced3	10.10.10.2	Tesquimsa CAPACITACION		583 KB	992 KB	2h 38m 56s	BLOCK RECONNECT
android-f286672bccb980df	10.10.10.11	Tesquimsa CAPACITACION		1.28 MB	176 KB	2h 58m 19s	BLOCK RECONNECT
DISENO	10.10.11.7	Tesquimsa Unifi		302 KB	306 KB	1h 3m 37s	BLOCK RECONNECT
EduardoEscobar	10.10.11.9	Tesquimsa Unifi		52.8 MB	5.89 MB	7m 46s	BLOCK RECONNECT
EPSON9AB843	10.10.11.8	Tesquimsa Unifi		1.68 MB	807 KB	2h 41m 10s	BLOCK RECONNECT
HP	10.10.11.5	Tesquimsa Unifi		47 MB	5.75 MB	2h 43m 58s	BLOCK RECONNECT
HP-PC	10.10.11.2	Tesquimsa Unifi		11.4 MB	877 KB	1m 41s	BLOCK RECONNECT
HUAWEI_PP_lite	10.10.11.12	Tesquimsa Unifi		1.72 MB	9.78 MB	1h 56m 5s	BLOCK RECONNECT
Redmi4X-Mau	10.10.11.11	Tesquimsa Unifi		858 KB	217 KB	12m 39s	BLOCK RECONNECT

Dispositivos conectados a la red, (Francisco Landeta, 2018)

4.5.2.2 Cobertura

La cobertura de la señal inalámbrica es fundamental para tener un nivel de servicio adecuado, para esto por medio de una tarjeta de red de una computadora portátil se tomaron mediciones de potencia de la señal en los puntos más extremos de las oficinas para observar la fuerza de la señal. En el Anexo 12 se muestra la medición de la

potencia más baja encontrada en la planta alta, la señal tiene una potencia de -73 dBm con lo que se puede concluir que se tiene una señal estable y una buena cobertura.

4.5.2.3 Prueba de saturación de red WLAN

La prueba de saturación de red permitió verificar la velocidad de la red llegando a 1.60GHz y la disponibilidad de la misma sin pérdida de paquetes. Para esto se utilizó el software Iperf con lo que se inyectó tráfico IP/ ICMP/ UDP/ TCP. En el Anexo 12 se muestran los resultados de la prueba habiéndose transmitido 1,86 Gbytes a una velocidad promedio de 1.60 Gbps.

CONCLUSIONES

Gracias a la implementación de la red LAN y WLAN bajo los estándares respectivos, la empresa TESQUIMSA dispone actualmente de total conectividad y disponibilidad a sus servicios de red, facilitando además el eficiente desempeño de los sistemas informáticos que se utilizan principalmente en las áreas contable y administrativa.

La segmentación de tráfico por medio de VLANs, permitió gestionar el flujo de la información de forma diferenciada entre los departamentos de la empresa. Este recurso posibilita al personal el acceso especializado a información inherente a sus funciones, manteniendo así la confidencialidad e integridad de la misma.

La red inalámbrica que se configuró en Tesquimsa es compatible con los estándares 802.11n y 802.11ac, y constituye un recurso muy valioso que coadyuva a la productividad de la empresa, ya que, entre otras ventajas, brinda total movilidad a sus empleados y el acceso ubicuo a los servicios que se requieren desde y hacia la nube.

En comparación a la red anterior, la red inalámbrica actual brinda total cobertura a los espacios de trabajo de los empleados. La ubicación estratégica de los AP proporciona un nivel de potencia aceptable de -73dBm según las pruebas realizadas, con lo cual se garantiza una mejor experiencia final de usuario en cuanto a la movilidad y conectividad especialmente de dispositivos móviles.

La solución de telefonía IP implementada, ha liberado significativamente la demanda en cuanto al uso del sistema de telefonía analógica de la empresa y ha mejorado las comunicaciones internas gracias a la utilización de los softphones así como la localización de los coordinadores y personal de la empresa.

RECOMENDACIONES

Con el fin de mejorar la seguridad y controlar los accesos a la información en los servidores, se sugiere la implementación de un firewall de capa 3, el cual permitirá administrar y filtrar los paquetes de una forma mucho más especializada, disminuyendo el riesgo de intrusiones externas.

Como complemento a la implementación de la nueva red, se recomienda realizar la certificación del cableado estructurado, a fin de integrar estos resultados a un diario de ingeniería para garantizar la inversión realizada en la implementación de este proyecto.

En cuanto a telefonía, se sugiere migración del servicio telefónico análogo hacia VoIP, para promover mejoras en la comunicación interna de la empresa y desde ella hacia la red pública apoyándose en la infraestructura de red y cableado estructurado ya instalados en las oficinas.

Finalmente, se recomienda realizar la valoración de los equipos de cómputo que están siendo usados como servidores, ya que sus características de hardware no ofrecen las garantías necesarias para procesar altos volúmenes de información lo cual podría afectar el rendimiento de los procesos en un futuro cercano. Se requiere también, la reubicación del switch de acceso del segundo piso bajo normas de cableado en el lugar designado por la empresa Tesquimsa.

BIBLIOGRAFÍA

González, M. S. (2014). *Diseño de Redes Telemáticas*. Madrid, España.

Ecured. (s.f.). Obtenido de Ecured.cu:

[https://www.ecured.cu/Red de área local \(LAN\)](https://www.ecured.cu/Red_de_área_local_(LAN))

Joskowicz, I. J. (2013). *Cableado Estructurado*. Montevideo, Uruguay. Obtenido de

<https://iie.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado.pdf>

Elitesat. (2017). (E. N. S.A., Productor) Obtenido de Elitesat: elitesatnetworks.com

CISCO. (2014). *Ecovi*. Obtenido de Espacio Comun Virtual de Ingeniería:

<http://ecovi.uagro.mx/ccna4/course/module1/1.1.2.5/1.1.2.5.html>

Varios Autores, D. d. (Octubre de 2013). *wireless network in the developing world*.

Obtenido de WNDW: www.wndw.net

3CX. (2017). *3CX VoIP*. Obtenido de 3CX:

<https://www.3cx.es/voip-sip/voz-sobre-ip/>

IssabelTech. (2018). *ElastixTech*. Obtenido de Issabel Tech:

<http://elastixtech.com/curso-basico-de-elastix/caracteristicas-de-elastix/>

RCTI. (2017). *Redes Comerciales de Servicios y Tecnologías Informáticas*. Obtenido

de RCTI: <http://rcti.com.mx/index.php/blog/item/6-site-survey>

ANEXOS

ANEXO 1: Estudio Inicial

Características técnicas del equipo Dlink 657.

Parámetro	Especificación Técnica
Numero de Puertos	4
Puertos WAN	1
Velocidad	10/100/100M
Estándares	802.11 ab/b/g/n
Throughput	26 Mbps at 10ft
Wireless Data Rate	300 Mbps
Firewall y QoS	SI
Seguridad	WPA, WPA2, WPS

Elaborado por: Francisco Landeta

Características de los Servidores.

Servidor 1	Servidor 2
Procesador Intel Core I7 7700 7ma Generación	Procesador Intel Core I3 4ta Generación
Motherboard H110	Motherboard J1800
Disco Duro de 2 Teras 7200 RPM	Disco Duro de 512 Gb 7200 RPM
DVD Writer Sata 22XL	Memoria RAM 4GB
Memoria RAM 8GB	Lector de Memorias SD 7-1
7 Puertos USB	7 Puertos USB
Lector de Memorias SD 7-1	

Elaborado por: Francisco Landeta

Infraestructura en construcción



Elaborado por: Francisco Landeta

Estudio inicial de dispositivos en funcionamiento.



Elaborado por: Francisco Landeta

Cableado desordenado y en mal estado



Elaborado por: Francisco Landeta

Rack de equipos en zona de archivo.



Elaborado por: Francisco Landeta

Rack de equipos en malas condiciones,



Elaborado por: Francisco Landeta

Evaluación de dispositivos



Elaborado por: Francisco Landeta

ANEXO 2: Comparación de Equipos

Router Cisco C881-k9: es un equipo de la marca cisco el cual posee algunas características entre las cuales tenemos 4 Puertos LAN Fast Ethernet integrados, 1 puerto WAN, rackeable, además de protocolos de gestión SSH y Telnet. Este equipo tiene IOS Advanced Security y 256 MB de RAM. Dependiendo de la necesidad este dispositivo puede convertirse en servidor DHCP, VLANs, puerto DMZ, entre otras funcionalidades de un dispositivo de este tipo.



Referencia: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/887-integrated-services-router-isr/data_sheet_c78_459542.html

Mikrotik RB3011UiAS-RM: la marca Mikrotik provee un equipo que tiene grandes prestaciones a cómodos precios. Este dispositivo posee 10 puertos Gigabit Ethernet, 1 puerto WAN, posee protocolos de enrutamiento como RIPv2 y OSPF entre otros, además es un dispositivo diseñado para rack o armario, este posee una velocidad de procesador de 1,4GHz y una memoria RAM de 1GB. El ruteador tiene una licencia tipo 5 cubriendo casi todas propiedades de un router de su tipo. Como complemento

de un equipo diseñado para este tipo de aplicaciones se observan características de DHCP, VLANs, QoS, NAT, entre otras.



Referencia: <https://mikrotik.com/product/RB3011UiAS-RM>

Router Linksys Lrt224: este equipo ruteador viene de la línea LRT de Linksys el cual integra un Firewall, posee 4 puertos LAN Gigabit Ethernet y 2 puertos WAN con los cuales se puede balancear la carga. Posee la capacidad de VPN, VLANs, IPV6, etc. Este dispositivo es fácil de instalar y posee una interfaz de configuración WEB.



Referencia: http://downloads.linksys.com/downloads/datasheet/es_eu/LRT214_LRT224_Espanol.pdf

Switch D-link Dgs-1024d De 24 Puertos Gigabit: dispone de 24 puertos Gigabit Ethernet con un rendimiento de hasta 2000Mbps, soporta tres tasas de transferencia (Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit). Este dispositivo no es administrable.



Referencia: <http://www.dlinkla.com/dgs-1024d>

Switch Tplink 10/100 24 Puertos TL-sf1024: es un equipo switch para montar en rack de 24 puertos Fast Ethernet 10/100, cuenta con nueva tecnología para ahorro de energía.



Referencia: http://www.tp-link.es/products/details/cat-42_TL-SF1024.html

Switch Cisco Catalyst 2960 De 24 Puertos: un dispositivo de alto rendimiento con 24 puertos fast Ethernet 10/100, memoria interna de 64 Mb, LACP, soporte VLAN.



Referencia: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-413432754-cisco-catalyst-ws-c2960-24tt-l-_JM

Encore ENHGS-224 Ethernet Switch 24-Port: este dispositivo es un switch capa 2 plus, el cual posee 24 puertos Gigabit Ethernet, capacidad de manejar VLANs y una interfaz web para su configuración.



Referencia: <https://www.manualslib.com/manual/236390/Encore-Enhgs-224.html#manual>

ANEXO 3: Diseño

Comparación entre fibra óptica vs cable de cobre.

Fibra vs Cobre		
Característica	Fibra Óptica	Cable de Cobre
Capacidad	Hasta 1,6 Tb/s	Hasta 1 Gb/s
Alcance (sin repetidores)	Hasta 160 Km	Hasta 5 Km
Tasa de Error	<1 en 10^{12}	<1 en $10^8 - 10^{10}$
Atenuación (distancia para un 50% de pérdida de señal)	15 Km	20 Km
Costo	Elevado	Reducido
Susceptibilidad a Interferencias	Inmune	Reducido
Seguridad a Intrusiones	Muy Alta	Muy Baja
Instalación	Compleja	Sencilla

Elaborado por: Francisco Landeta

Comparación entre cable categoría 5e y 6

Categoría 5e vs Cat 6		
	Cat 5e	Cat 6
Frecuencia	100 MHz	250 MHz
Impedancia	100 ohms	100 ohms
Costo	\$0,35	\$0,50
Longitud Máxima	100 metros	100 metros
Data Performance	100 Mbs	1 Gbs
Velocidad Máxima	1 Gbs	10 Gbs

Elaborado por: Francisco Landeta

Características cable de marca Nexxt.

Cable NEXXT Cat 6	
Revestimiento Externo	CM
Material de Revestimiento Externo	75C PVC (CMI-80S)
Resistencia	11 Kg
Resistencia Conductiva	Máx 7,32Ω/ 100M 20oC
Velocidad de Transmisión	1000Mbps/ 1 Gbps
Ancho de Banda	250 MHz
Distancia Máxima	90 m
Normas Internacionales	ANSI/TIA/EIA-568-C.2 and ISO/IEC 11801

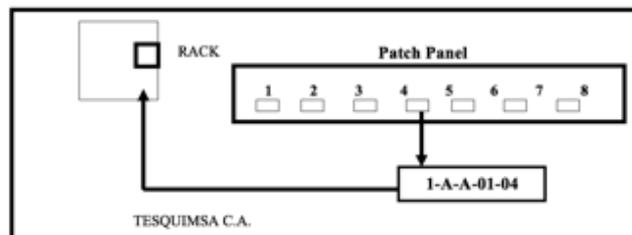
Elaborado por: Francisco Landeta

Identificación del cableado bajo norma 606a

UBICACIÓN:
• Piso donde se ubica el cuarto de distribución: 1
• Cuarto de distribución principal (MDF): A (archivo)
• Rack: A
• Posición del Patch Panel: 01
• Puerto de conexión en Patch Panel: 04

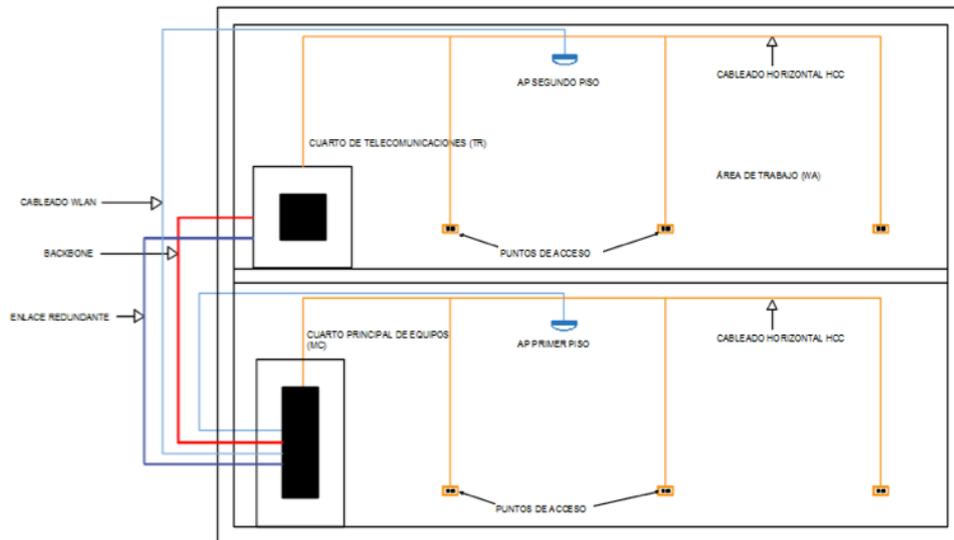
Elaborado por: Francisco Landeta

Ejemplo de identificación de cableado



Elaborado por: Francisco Landeta

Cableado vertical de Tesquimsa.



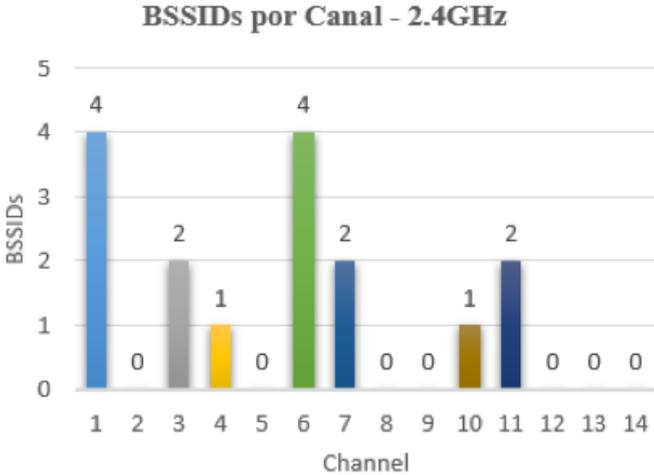
Elaborado por: Francisco Landeta

Asignación de puertos en switch de acceso

Equipo	Puertos	Asignación
Switch 1	Fa 01	Core
	Fa 02	SW2
	Fa 03 - 05	Servers
	Fa 06 - 16	VLAN ADMIN
	Fa 17 - 21	VLAN VENTAS
	Fa 22 - 24	Libre
Switch 2	Fa 01	Core
	Fa 02	SW1
	Fa 03 - 06	VLAN ADMIN
	Fa 07 - 09	VLAN VENTAS
	Fa 10 - 16	VLAN MARKET
	Fa 17 - 19	VLAN VIP
	Fa 20 - 22	WLAN
	Fa 23 - 24	Libre

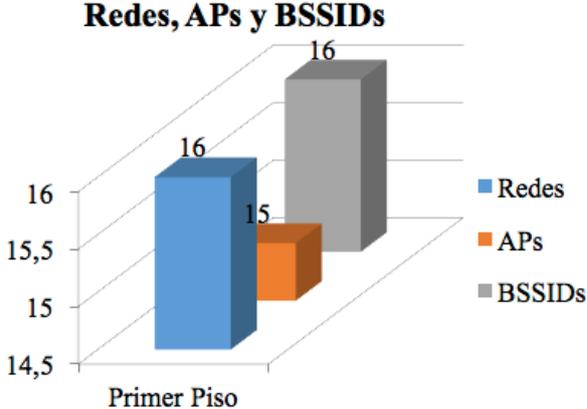
Elaborado por: Francisco Landeta

Resumen de BSSID detectados en el Site Survey.



Elaborado por: Francisco Landeta

Numero de redes y BSSIDs en las cercanías.



Elaborado por: Francisco Landeta

Dimensionamiento de ancho de banda.

Usuarios	Número Máximo de llamadas simultáneas	Ancho de Banda
12	6	523,1 Kbps

Elaborado por: Francisco Landeta

Diseño Red VoIP

Calculo de Ancho de Banda AB.

- En el cálculo total de los paquetes se toma en consideración los Headers de capa 2, 3 y 4, sumado al payload (códec de voz).

$$\text{Tamaño Total Pkt} = \text{Headers} + \text{Payload} \quad \text{ec.1}$$

$$\text{Tamaño Total Pkt} = (\text{Ethernet} + \text{IP} + \text{UDP} + \text{RTP}) + \text{Payload} \quad \text{ec.2}$$

- Para la cabecera se tiene bytes de UDP 8, bytes de ethernet 18, bytes de IP 20 y bytes de RTP 12. Con esto se tiene un total de 58 bytes, mientras que el códec G.711 aporta con 160 bytes con lo cual tenemos:

$$\text{Tamaño Total Pkt} = 160 \text{ bytes} + (20 \text{ bytes} + 8 \text{ bytes} + 18 \text{ bytes} + 12 \text{ bytes}) \quad \text{ec.3}$$

$$\text{Tamaño Total Pkt} = 58 \text{ bytes} + 160 \text{ bytes} \quad \text{ec.4}$$

$$\text{Tamaño Total Pkt} = 218 \text{ bytes} \quad \text{ec.5}$$

- Para obtener el ancho de banda se requiere multiplicar el total de paquetes por un ancho de banda nominal de 8Kbps y dividirlo para la carga de IP:

$$\text{Total de AB} = 218 \text{ bytes} * 8 \text{ Kbps} / 20 \text{ bytes} = 87,2 \text{ Kbps} \quad \text{e.c.6}$$

$$\text{Total de AB} = 87,2 \text{ Kbps} \quad \text{e.c.7}$$

- Para terminar, teniendo en cuenta el peor escenario, los 12 usuarios podrán realizar máximo 6 llamadas simultaneas con lo que tenemos:

$$\text{AB} = \text{Velocidad de Transmision} * \text{Conexiones} * \text{Canales} \quad \text{e.c. 8}$$

$$\text{AB} = 87,2 \text{ Kbps} * 6 * 1 \quad \text{e.c. 9}$$

$$\text{AB} = 523,2 \text{ Kbps} \quad \text{e.c.10}$$

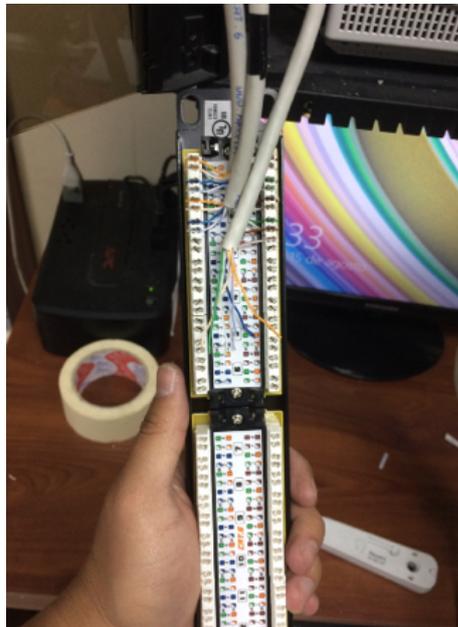
ANEXO 4: Cableado y ponchado en rack

Instalación de patch panel.



Elaborado por: Francisco Landeta

Crimpado de patch panel.



Elaborado por: Francisco Landeta

ANEXO 5 – Instalación de nuevos equipos en rack

Instalación switch TQS_1 en rack zona de archivo



Elaborado por: Francisco Landeta

Cableado patch core



Elaborado por: Francisco Landeta

Rack zona de archivo



Elaborado por: Francisco Landeta

Instalación de UPS



Elaborado por: Francisco Landeta

Instalación de switch cisco 2960 segundo piso



Elaborado por: Francisco Landeta

Cableado switch TQS_2 segundo piso



Elaborado por: Francisco Landeta

Armario segundo piso



Elaborado por: Francisco Landeta

Montaje del switch 2960 en el rack.



Elaborado por: Francisco Landeta

ANEXO 6 – Configuración Equipos LAN

Asignación de cada interfaz, (Francisco Landeta, 2018)

Interface	Interface List	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	Bonding	LTE	
Add New										
15 Items										
	Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP Tx	FP Rx
::: Salida a Internet										
[R]	WAN ether1	Ethernet	1500	1598	380.4 kbps	8.9 Mbps	568	749	192.7 kbps	9.1 Mbps
::: Conectividad										
[RS]	Ingenieria ether8	Ethernet	1500	1598	908.3 kbps	40.7 kbps	83	57	0 bps	0 bps
::: LAN 1 SW1										
[R]	LAN 1 ether2 First Floor	Ethernet	1500	1598	1435.9 kbps	63.1 kbps	125	101	1267.6 kbps	33.7 kbps
::: LAN 2 SW2										
[R]	LAN 2 ether3 Second Fl	Ethernet	1500	1598	168.7 kbps	6.1 kbps	17	12	110.1 kbps	9.4 kbps
::: Wifi Primer Piso										
[RS]	Tesquimsa unifi ether 7	Ethernet	1500	1598	7.0 Mbps	151.3 kbps	582	291	0 bps	0 bps
::: AP Unifi AC 2do piso										
[R]	Unifi ether6	Ethernet	1500	1598	2.3 kbps	512 bps	2	1	7.9 Mbps	181.0 kbps

Elaborado por: Francisco Landeta

Bonding interfaces 4 y 5

General Bonding Traffic

Slaves: ether5
ether4

Mode: active backup

Primary: ether5

Link Monitoring: arp

Transmit Hash Policy: layer 2

Down Delay: 200 ms

Up Delay: 200 ms

LACP Rate: 1 s

OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Copy
Remove
Torch

Elaborado por: Francisco Landeta

Configuración equipos switch cisco 2960

Asignación de acceso a cada interfaz, (Francisco Landeta, 2018)

```
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
interface FastEthernet0/1
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 6
switchport mode access
spanning-tree portfast
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 6
switchport mode access
spanning-tree portfast
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 6
switchport mode access
spanning-tree portfast
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 2
--More--
```

7:58:31 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir

Elaborado por: Francisco Landeta

Configuración de VLANs en switch 2, (Francisco Landeta, 2018)

```
TSQ_2(config-if)#
TSQ_2(config-if)#
TSQ_2(config-if)#exit
TSQ_2(config)#do sh vlan brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/2, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22
2 ADMIN	active	Fa0/23, Fa0/24, Gi0/1, Gi0/2 Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6 Fa0/14
3 VENTAS	active	Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9
4 MARKET	active	Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/15, Fa0/16
5 VIP	active	Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19
6 SERVERS	active	
11 IesquimsaCAP	active	
12 IesquimsaUnifi	active	
13 IesquimsaGerencia	active	
14 Iesquimsa	active	
1002 fddi-default	act/unsup	
1003 token-ring-default	act/unsup	
1004 fddinet-default	act/unsup	
VLAN Name	Status	Ports
1005 trnet-default	act/unsup	

```
TSQ_2(config)#
```

803:17 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir

Elaborado por: Francisco Landeta

ANEXO 7 – Instalación de APs

AP en cielo falso primer piso



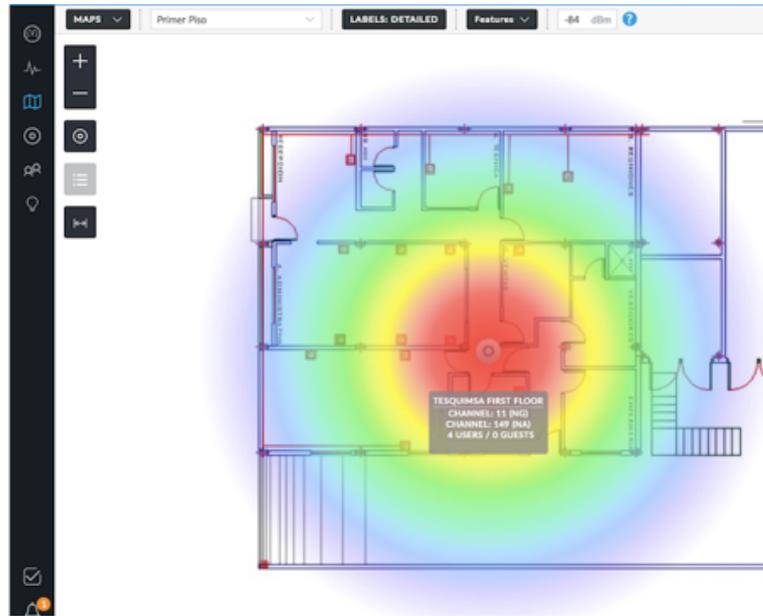
Elaborado por: Francisco Landeta
Corredor segundo piso.



Elaborado por: Francisco Landeta.

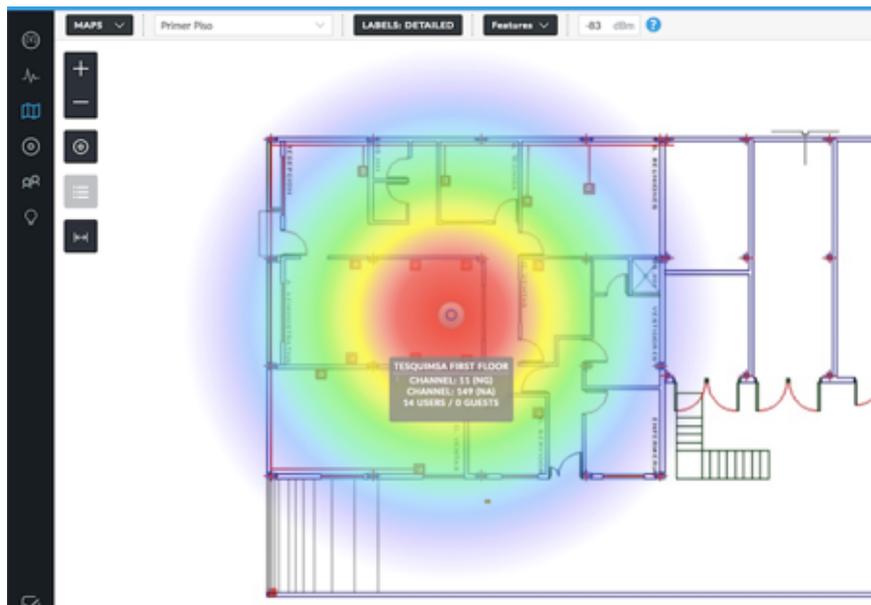
ANEXO 8 – Ubicación de APs en primero y segundo piso.

Configuración 1 primer piso



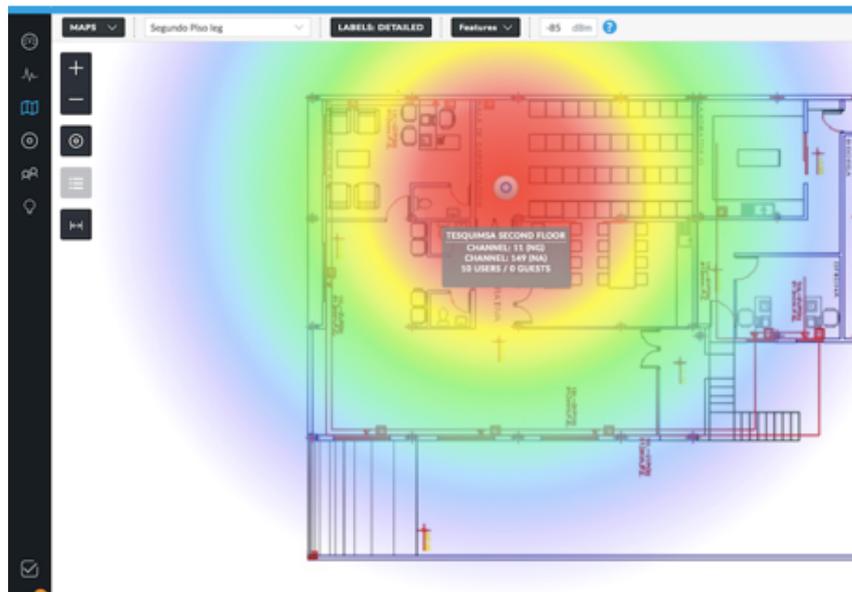
Elaborado por: Francisco Landeta

Configuración 2 segundo piso



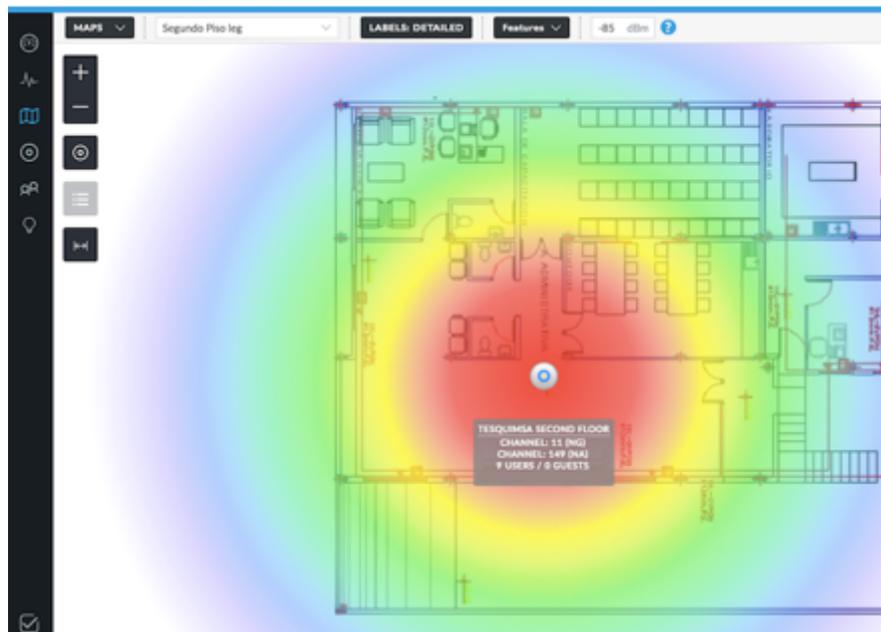
Elaborado por: Francisco Landeta

Configuración 1 segundo piso



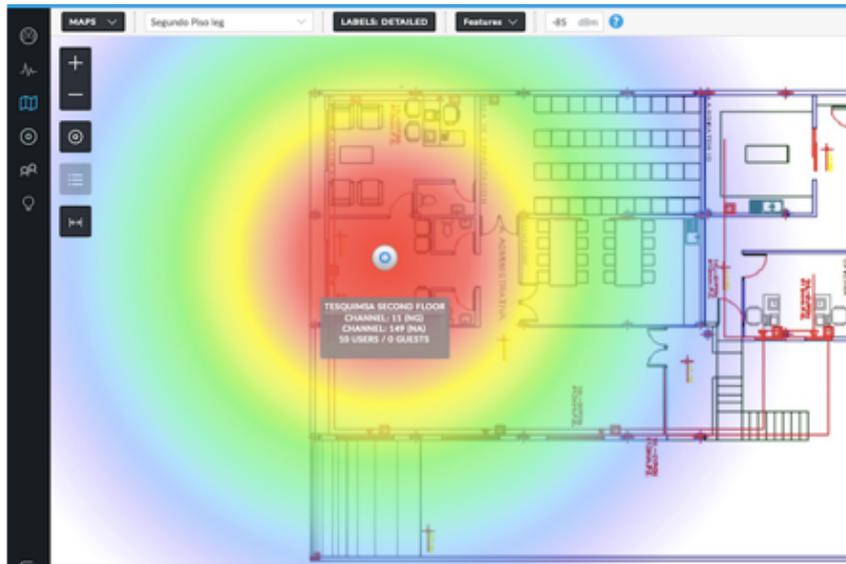
Elaborado por: Francisco Landeta

Configuración 2 segundo piso



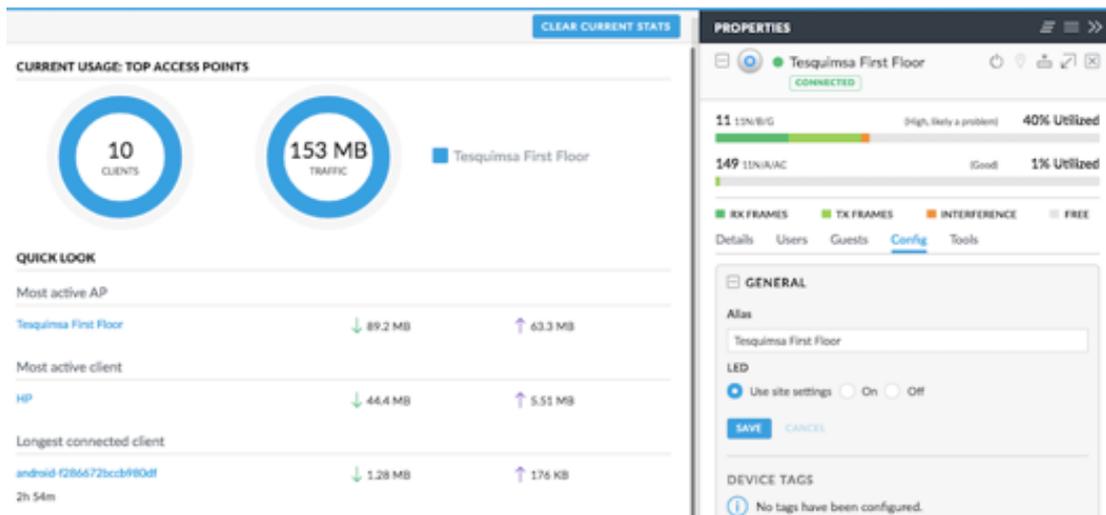
Elaborado por: Francisco Landeta

Configuración 3 segundo piso



Elaborado por: Francisco Landeta

Configuración de AP primer piso.



Elaborado por: Francisco Landeta

ANEXO 9 – Configuración de equipos cisco

Switch cisco TQS_1 primer piso



Elaborado por: Francisco Landeta

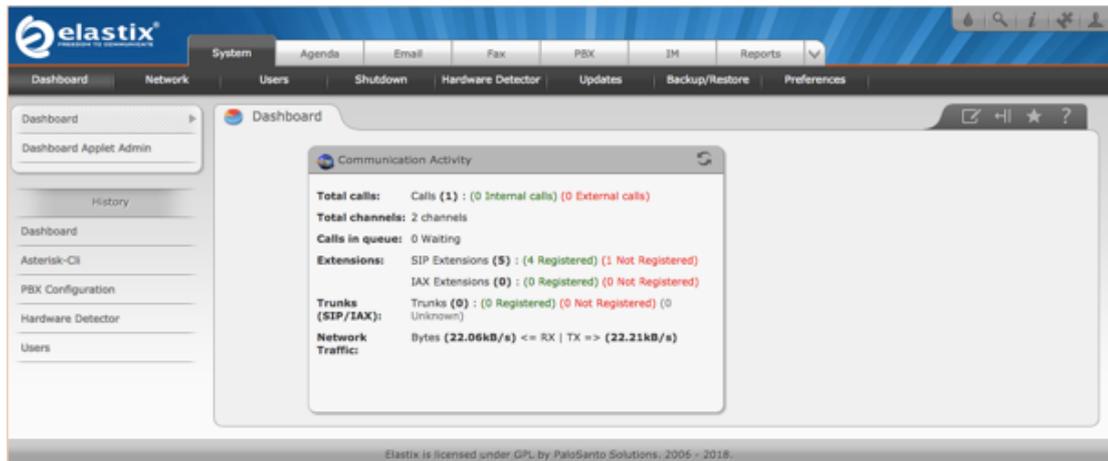
Cables de consola y serial.



Elaborado por: Francisco Landeta

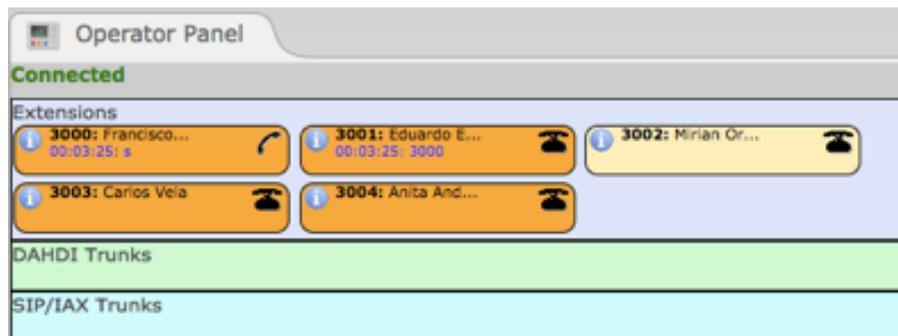
ANEXO 10 – Configuración Prototipo de VoIP

Interfaz web Elastix



Elaborado por: Francisco Landeta

Panel de operador – Configuración de extensiones



Elaborado por: Francisco Landeta

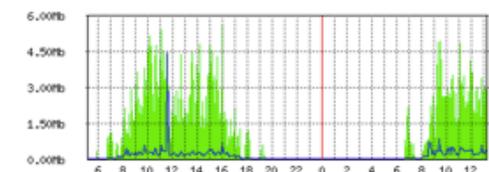
ANEXO 11 - Control y Monitoreo de interfaces.

Interfaz WAN – salida a internet.

Interface < WAN ether1 > Statistics

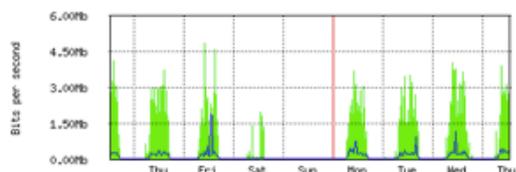
Last update: Thu Feb 1 13:07:55 2018

"Daily" Graph (5 Minute Average)



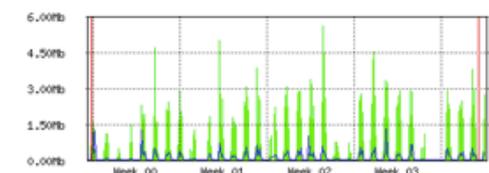
Max In: 5.65Mb; Average In: 1.22Mb; Current In: 2.93Mb;
Max Out: 4.49Mb; Average Out: 128.81Kb; Current Out: 339.48Kb;

"Weekly" Graph (30 Minute Average)



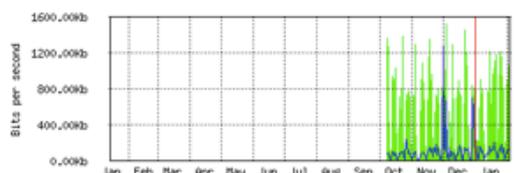
Max In: 4.87Mb; Average In: 743.08Kb; Current In: 2.72Mb;
Max Out: 1.86Mb; Average Out: 80.49Kb; Current Out: 313.28Kb;

"Monthly" Graph (2 Hour Average)



Max In: 5.64Mb; Average In: 718.97Kb; Current In: 2.75Mb;
Max Out: 1.31Mb; Average Out: 90.64Kb; Current Out: 303.53Kb;

"Yearly" Graph (1 Day Average)



Max In: 1.52Mb; Average In: 633.80Kb; Current In: 1.05Mb;
Max Out: 1.28Mb; Average Out: 98.72Kb; Current Out: 111.92Kb;

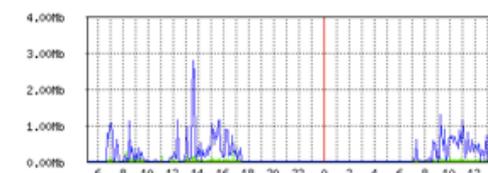
Elaborado por: Francisco Landeta

Interfaz LAN primer piso

Interface < LAN 1 ether2 First Floor > Statistics

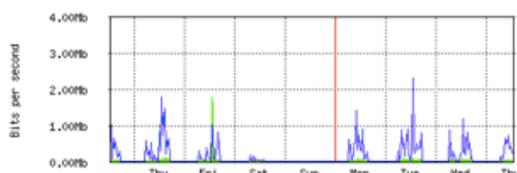
Last update: Thu Feb 1 13:07:55 2018

"Daily" Graph (5 Minute Average)



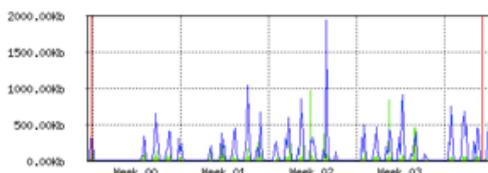
Max In: 514.68Kb; Average In: 14.35Kb; Current In: 4.56Kb;
Max Out: 2.81Mb; Average Out: 166.10Kb; Current Out: 4.14Kb;

"Weekly" Graph (30 Minute Average)



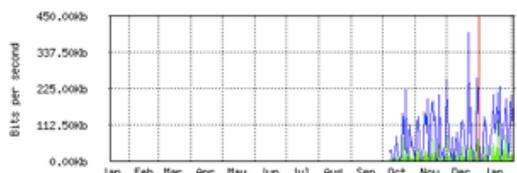
Max In: 1.79Mb; Average In: 18.85Kb; Current In: 14.11Kb;
Max Out: 2.30Mb; Average Out: 125.08Kb; Current Out: 235.14Kb;

"Monthly" Graph (2 Hour Average)



Max In: 976.76Kb; Average In: 22.34Kb; Current In: 30.91Kb;
Max Out: 1.96Mb; Average Out: 92.68Kb; Current Out: 522.20Kb;

"Yearly" Graph (1 Day Average)



Max In: 123.49Kb; Average In: 15.92Kb; Current In: 11.67Kb;
Max Out: 400.71Kb; Average Out: 74.79Kb; Current Out: 122.96Kb;

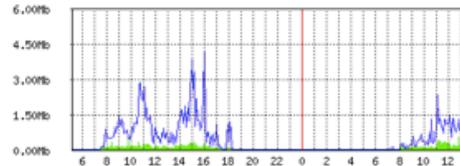
Elaborado por: Francisco Landeta

Interfaz LAN segundo piso

Interface <LAN 2 ether3 Second Floor> Statistics

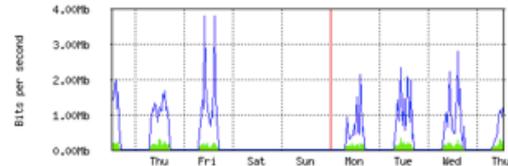
Last update: Thu Feb 1 13:07:55 2018

"Daily" Graph (5 Minute Average)



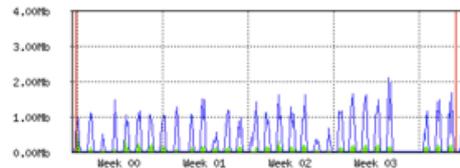
Max In: 507.94Kb; Average In: 62.07Kb; Current In: 235.82Kb;
Max Out: 4.18Mb; Average Out: 436.53Kb; Current Out: 1.92Mb;

"Weekly" Graph (30 Minute Average)



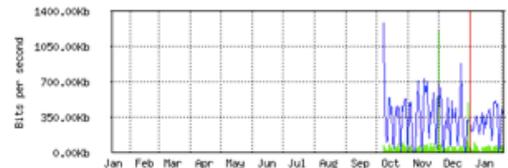
Max In: 315.33Kb; Average In: 38.75Kb; Current In: 230.73Kb;
Max Out: 3.83Mb; Average Out: 317.53Kb; Current Out: 1.17Mb;

"Monthly" Graph (2 Hour Average)



Max In: 757.25Kb; Average In: 39.94Kb; Current In: 156.09Kb;
Max Out: 2.10Mb; Average Out: 309.80Kb; Current Out: 725.13Kb;

"Yearly" Graph (1 Day Average)



Max In: 1.21Mb; Average In: 51.32Kb; Current In: 47.78Kb;
Max Out: 1.29Mb; Average Out: 326.71Kb; Current Out: 389.90Kb;

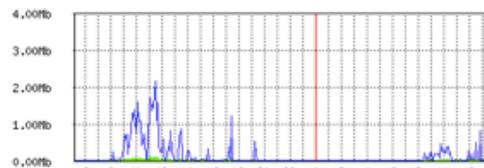
Elaborado por: Francisco Landeta

Interfaz AP primer piso

Interface <UniFi ether6> Statistics

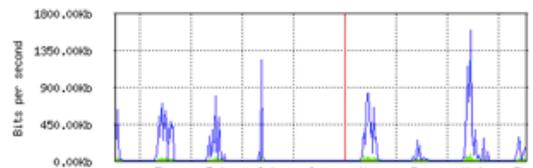
Last update: Thu Feb 1 13:07:55 2018

"Daily" Graph (5 Minute Average)



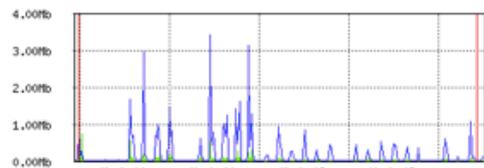
Max In: 99.11Kb; Average In: 7.37Kb; Current In: 62.64Kb;
Max Out: 2.16Mb; Average Out: 128.30Kb; Current Out: 38.67Kb;

"Weekly" Graph (30 Minute Average)



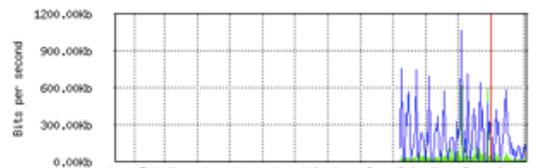
Max In: 74.04Kb; Average In: 3.79Kb; Current In: 17.43Kb;
Max Out: 1.60Mb; Average Out: 70.65Kb; Current Out: 153.56Kb;

"Monthly" Graph (2 Hour Average)



Max In: 727.28Kb; Average In: 18.31Kb; Current In: 7.27Kb;
Max Out: 3.44Mb; Average Out: 146.93Kb; Current Out: 126.76Kb;

"Yearly" Graph (1 Day Average)



Max In: 619.56Kb; Average In: 34.91Kb; Current In: 7.32Kb;
Max Out: 1.07Mb; Average Out: 193.25Kb; Current Out: 131.26Kb;

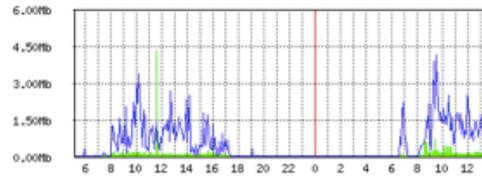
Elaborado por: Francisco Landeta

Interfaz AP segundo piso

Interface <Tesquimsa unifi ether 7> Statistics

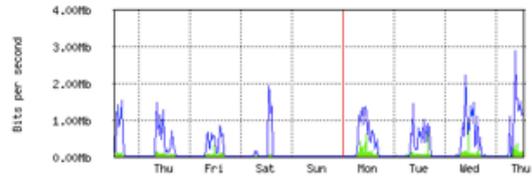
• Last update: Thu Feb 1 13:07:55 2018

"Daily" Graph (5 Minute Average)



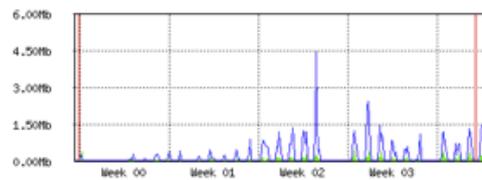
Max In: 4.35Mb; Average In: 65.17Kb; Current In: 94.15Kb;
Max Out: 4.18Mb; Average Out: 503.87Kb; Current Out: 805.55Kb;

"Weekly" Graph (30 Minute Average)



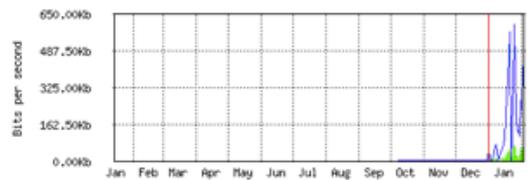
Max In: 939.72Kb; Average In: 31.21Kb; Current In: 120.60Kb;
Max Out: 2.88Mb; Average Out: 236.38Kb; Current Out: 1.16Mb;

"Monthly" Graph (2 Hour Average)



Max In: 403.56Kb; Average In: 20.86Kb; Current In: 172.23Kb;
Max Out: 4.46Mb; Average Out: 176.01Kb; Current Out: 1.42Mb;

"Yearly" Graph (1 Day Average)



Max In: 66.48Kb; Average In: 5.33Kb; Current In: 58.13Kb;
Max Out: 606.79Kb; Average Out: 44.68Kb; Current Out: 418.21Kb;

Elaborado por: Francisco Landeta

ANEXO 12 – Pruebas de Conectividad

Prueba de arrendamiento de DHCP VLAN VENTAS

```
Simbolo del sistema
Puerta de enlace predeterminada . . . . . :
Adaptador de Ethernet Ethernet:
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . . : fe80::204e:6b86:295a:96e5%7
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.50.19
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.240
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.50.17
Adaptador de túnel isatap.{A6B9E72B-7AAD-43C3-AA56-B8979E66E504}:
    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:
    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Adaptador de túnel isatap.{80C361F3-59C5-4495-AFA3-8C5E2F9726FC}:
    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
C:\Users\CISCO3>
```

Elaborado por: Francisco Landeta

Prueba de arrendamiento de DHCP VLAN ADIMN

```
Simbolo del sistema
Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . : fe80::982:dbb4:9abd:dcb9%10
Dirección IPv4 de configuración automática: 169.254.220.185
Máscara de subred . . . . . : 255.255.0.0
Puerta de enlace predeterminada . . . . . :
Adaptador de Ethernet Ethernet:
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . . : fe80::7c7e:900a:f7a4:5437%7
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.50.3
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.240
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.50.1
Adaptador de túnel isatap.{A6B9E72B-7AAD-43C3-AA56-B8979E66E504}:
```

Elaborado por: Francisco Landeta

Prueba de ping VLAN ADMIN

```

C:\Users\CISCO3>ping 192.168.50.1

Haciendo ping a 192.168.50.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.50.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 192.168.50.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms

C:\Users\CISCO3>ping 192.168.50.17

Haciendo ping a 192.168.50.17 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.50.17: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.17: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.17: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 192.168.50.17: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 192.168.50.17:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms
  
```

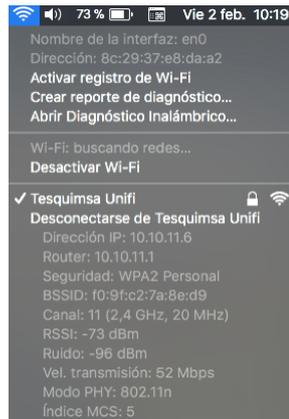
Elaborado por: Francisco Landeta

Lista de usuarios activos, (Francisco Landeta, 2018)

	Address	MAC Address	Client ID	Server	Active Address	Active MAC Address	Active Host Name	Expires After
D	10.10.10.2	A0:CB:FD:D2:80:E	1:a0:cb:fd:d2:80:e	Capacitacion	10.10.10.2	A0:CB:FD:D2:80:E	android-defc7418ce0ce	00:07:38
D	10.10.10.11	10:92:66:2E:10:8	1:10:92:66:2e:10	Capacitacion	10.10.10.11	10:92:66:2E:10:8	android-f286672bcb98	00:08:27
D	10.10.11.2	24:FD:52:77:79:5	1:24:fd:52:77:79:5	Tesquimsa Unifi	10.10.11.2	24:FD:52:77:79:5	HP-PC	00:05:50
D	10.10.11.5	70:18:8B:5E:57:3	1:70:18:8b:5e:57:3	Tesquimsa Unifi	10.10.11.5	70:18:8B:5E:57:3	HP	00:08:31
D	10.10.11.6	8C:29:37:E8:DA:A	1:8c:29:37:e8:da:a	Tesquimsa Unifi	10.10.11.6	8C:29:37:E8:DA:A	AirdeFrancisco	00:06:00
D	10.10.11.7	58:00:E3:AF:75:8	1:58:0:e3:af:75:8	Tesquimsa Unifi	10.10.11.7	58:00:E3:AF:75:8	DISEND	00:08:55
D	10.10.11.8	9C:AE:D3:9A:B6:4	1:9c:ae:d3:9a:b6:4	Tesquimsa Unifi	10.10.11.8	9C:AE:D3:9A:B6:4	EPSON9AB643	00:09:04
D	10.10.11.9	68:14:01:8B:C8:A	1:68:14:01:8b:c8:a	Tesquimsa Unifi	10.10.11.9	68:14:01:8B:C8:A	EduardoEscobar	00:09:46
D	10.10.11.11	00:EC:0A:B9:F2:C	1:0:eca:b9:f2:c	Tesquimsa Unifi	10.10.11.11	00:EC:0A:B9:F2:C	Redmi4X-Mau	00:05:11
D	10.10.11.12	B8:08:D7:A0:85:7	1:b8:08:d7:a0:85:7	Tesquimsa Unifi	10.10.11.12	B8:08:D7:A0:85:7	HUAWEI_P9_lite	00:06:57
D	10.10.11.14	84:38:38:AC:B6:A	1:84:38:38:ac:b6:a	Tesquimsa Unifi	10.10.11.14	84:38:38:AC:B6:A	android-371f64da87926	00:05:10
D	192.168.50.8	00:14:D1:A9:71:9	1:0:14:d1:a9:71:9	dhcp1	192.168.50.8	00:14:D1:A9:71:9	TEW-652BRP	00:06:04
D	192.168.50.9	B0:6E:BF:5A:A6:9	1:b0:6e:bf:5a:a6:9	dhcp1	192.168.50.9	B0:6E:BF:5A:A6:9	VENTAS2	00:08:56
D	192.168.50.2	54:BE:F7:08:D7:E	1:54:be:f7:08:d7:e	dhcp1	192.168.50.2	54:BE:F7:08:D7:E	secretariagen	00:05:31
D	192.168.50.3	00:30:67:FD:26:2	1:0:30:67:fd:26:2	dhcp1	192.168.50.3	00:30:67:FD:26:2	user-PC	00:06:12
D	192.168.50.4	54:BE:F7:0A:DC:B	1:54:be:f7:0a:dc:b	dhcp1	192.168.50.4	54:BE:F7:0A:DC:B	EdithCharoza	00:08:22
D	192.168.50.6	54:BE:F7:0A:DC:9	1:54:be:f7:0a:dc:9	dhcp1	192.168.50.6	54:BE:F7:0A:DC:9	merysalazar	00:09:34
D	192.168.50.7	54:BE:F7:0A:DC:8	1:54:be:f7:0a:dc:8	dhcp1	192.168.50.7	54:BE:F7:0A:DC:8	gguatemal	00:07:48
D	192.168.50.8	90:FB:A6:3F:4E:A	1:90:fb:a6:3f:4e:a	dhcp1	192.168.50.8	90:FB:A6:3F:4E:A	RubenVelasquez	00:08:07
D	192.168.50.10	54:BE:F7:08:D7:F	1:54:be:f7:08:d7:f	dhcp1	192.168.50.10	54:BE:F7:08:D7:F	evizuete	00:09:19
D	192.168.50.14	10:7D:1A:45:65:8	1:10:7d:1a:45:65:8	dhcp1	192.168.50.14	10:7D:1A:45:65:8	TALENTOHUMANO	00:09:51
D	192.168.50.26	58:CS:CB:EC:7F:C	1:58:c5:cb:ec:7f:c	dhcp2	192.168.50.26	58:CS:CB:EC:7F:C	android-8f64c5f342941	00:08:36
D	192.168.50.56	9C:D6:43:82:E2:3	1:9c:d6:43:82:e2:3	dhcp4	192.168.50.56	9C:D6:43:82:E2:3		00:04:52
D	192.168.50.42	30:D6:C9:36:74:8	1:30:d6:c9:36:74:8	dhcp3	192.168.50.42	30:D6:C9:36:74:8	android-98084b070d47	00:07:17
D	192.168.50.37	A8:20:66:1F:14:F	1:a8:20:66:1f:14:f	dhcp3	192.168.50.37	A8:20:66:1F:14:F	AirdeFrancisco	00:05:32
D	192.168.50.19	F0:9F:C2:79:8E:D	1:f0:9f:c2:79:8e:d	dhcp2	192.168.50.19	F0:9F:C2:79:8E:D		00:09:14
D	192.168.50.55	D4:6A:6A:74:0A:3	1:d4:6a:6a:74:0a:3	dhcp4	192.168.50.55	D4:6A:6A:74:0A:3	TALENTOHUMANO	00:09:48

Elaborado por: Francisco Landeta

Medición de la señal inalámbrica, (Francisco Landeta, 2018)



Elaborado por: Francisco Landeta

Prueba de saturación de red inalámbrica, (Francisco Landeta, 2018)

```
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.10.11.3, port 49646
[ 5] local 10.10.11.3 port 5201 connected to 10.10.11.3 port 49647
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 5] 0.00-1.01    sec  161 MBytes  1.34 Gbits/sec
[ 5] 1.01-2.01    sec  138 MBytes  1.16 Gbits/sec
[ 5] 2.01-3.01    sec  164 MBytes  1.37 Gbits/sec
[ 5] 3.01-4.00    sec  196 MBytes  1.65 Gbits/sec
[ 5] 4.00-5.00    sec  200 MBytes  1.67 Gbits/sec
[ 5] 5.00-6.00    sec  201 MBytes  1.69 Gbits/sec
[ 5] 6.00-7.00    sec  203 MBytes  1.70 Gbits/sec
[ 5] 7.00-8.01    sec  204 MBytes  1.71 Gbits/sec
[ 5] 8.01-9.00    sec  216 MBytes  1.81 Gbits/sec
[ 5] 9.00-10.00   sec  222 MBytes  1.86 Gbits/sec
[ 5] 10.00-10.00  sec  0.00 Bytes  nan bits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 5] 0.00-10.00   sec  0.00 Bytes  0.00 bits/sec
[ 5] 0.00-10.00   sec  1.86 GBytes  1.60 Gbits/sec
-----
Server listening on 5201
```

Elaborado por: Francisco Landeta