

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

La informática es una herramienta de alta productividad enfocada a ser más eficiente los procesos de gestión y simplificación administrativa, en las distintas organizaciones que conforman nuestro sistema económico, político y social.

En la actualidad, la mayoría de las dependencias y entidades que conforman el aparato Gubernamental cuentan con unidades informáticas, integradas con equipos propios, personal capacitado y con sistemas diseñados, para satisfacer las necesidades que representan un alto nivel de calidad y confiabilidad.

Es por ello que el presente proyecto da a conocer los resultados que se obtuvieron al realizar la migración de la red FRAME RELAY a MPLS del Sistema Municipal De Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA).

Este proyecto forma parte del desarrollo de una organización Gubernamental moderna y a la vanguardia, el cual traerá como ventajas; accesos a grandes y múltiples bancos de información, transferencias de datos, compartición de los recursos de la red (hardware y software), así mejores herramientas para el proceso de información en cada una de las agencias que intercomunican a la organización.

Mismamente el de fortalecer la seguridad de cada una de las agencias que intercomunican al SMAPA y que de manera permanente se mantengan actualizados los datos relacionados con las actividades que llevan a cabo.



1.1 ANTECEDENTES

Tuxtla Gutiérrez fue una de las primeras poblaciones capitales del estado en contar con agua entubada mediante el aprovechamiento de manantiales. Durante un largo periodo pareció ser suficiente para dotar a la población y aún regar parques y jardines, así como para alimentar las fuentes ubicadas en todos los barrios, de donde se surtían los pobladores que carecían de servicios en sus hogares.

El problema de la escasez en época de estiaje continua y en busca de soluciones se obtiene un crédito para la obra de construcción de una galería filtrante en la Chacona y su tubería de conducción, en el año 1937, con capital del Gobierno del Estado, el Banco Hipotecario Urbano y de Obras Públicas y el Ayuntamiento. Con lo que se abastece a la ciudad con 50 litros por segundo que en esa época tenía 20,000 habitantes.

De 1954 a 1957: Ante la demanda de una ciudad de 35,000 habitantes, que necesitaba 132 litros por segundo y solo podía abastecer en época de lluvias un total de 105 litros por segundo, se realizó un estudio de 12 alternativas para proveer de agua a Tuxtla, siendo la alternativa más viable y económica el construir una galería filtrante en el río Santo Domingo para surtir por bombeo mediante líneas de conducción y 3 rebombeos (que hoy llamamos línea antigua) y una nueva conducción de La Chacona a la ciudad.

De 1970 a 1980: Debido a la continuidad de los problemas basados en la falta de abastecimiento por la creciente demanda (66,000 habitantes) se instalan nuevos equipos de bombeo en las estaciones de Santo Domingo, que permiten aprovechar su máxima capacidad de 200 litros por segundo. Se inicia el programa de seccionamiento de la red con sus tanques reguladores y la conducción al tanque de La Lomita de 3,000 metros cúbicos, pero la obra más importante sin lugar a dudas es la construcción de la planta potabilizadora para tratar 500 litros por segundo. Cabe mencionar que en esta época el sistema era parte de la Junta Federal de Agua Potable (SRH, SARH, SAHOP) hasta 1979.



De 1981 a 1985: Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Chiapas: Tuxtla es una ciudad de 150,000 habitantes a finales de los setenta. El problema más palpable en esta época es el escaso sistema de drenaje que hay en la ciudad y que en época de lluvias su capacidad se ve rebasada por la cantidad de líquido de las avenidas. Se hace la obra del cártamo de Santo Domingo y la planta potabilizadora dos, para asegurar el abastecimiento a Tuxtla de un gasto máximo de 1,000 litros por segundo.

De 1985 a 1995: Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, desde 1986. Se realizan las obras de la Barcaza sobre el río Grijalva para abastecer en época de estiaje con 500 litros por segundo más y el tanque sedimentador en la captación del río Santo Domingo para apoyar en la labor de las plantas potabilizadoras en la época de lluvias.

De 1995 a 2000: Actualmente se cuenta con cinco captaciones río Grijalva, río Santo Domingo, La Chacona, San Agustín, y Rancho Viejo, con las que se captan y distribuyen 1,250 litros por segundo a más de 100,000 tomas domiciliarias.



1.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE PARTICIPO

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa: SMAPA (Sistema Municipal del Agua Potable y Alcantarillado).

Domicilio: Edificio Central de SMAPA ubicada en la 4ª. Oriente sur No. 1621.

Colonia: Lomas del venado.

Código postal: 29000.

Teléfono: 61 8-71-72.

Giro de la empresa: Pública.

RFC: SMA-851212-RL0.

Nombre del titular: Carlos Alberto Díaz Hernández.

Ciudad: Tuxtla Gutiérrez.

Estado: Chiapas.

Página Web: www.smapa.gob.mx.



1.3 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

En la figura 1.1 se muestra el organigrama del departamento de informática en que se realizó el proyecto de migración de la red FRAME RELAY a MPLS, está dirección está dividida en cuatro áreas las cuales son:

- **1.- Dirección de informática.** En esta área se encuentra el director y representante, que a su vez es la persona al frente de la dirección.
- **2.- Departamento de tecnologías de información y comunicación**. Este sector se dedica a la capacitación, instalación de cableado y configuración de la red.
- 3.- Departamento de desarrollo de sistemas de información y portales. La siguiente sección se dedica a la programación y modificación de los sistemas que la empresa maneja, cabe mencionar que también son los encargados de administrar el sistema web del SMAPA.
- **4.- Departamento de gestión y soporte.** Esta unidad se dedica al mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de trabajo que la empresa manipula.



Figura 1.1. Organigrama de la empresa.



1.4 PROBLEMA A RESOLVER

El departamento de informática cuenta con poca eficiencia en el área de desarrollo en sus actividades, como se ha mencionado con anterioridad, debido a las actividades que se realizan y la falta de herramientas que se necesitan para sacar adelante los procesos; se decidió migrar de la tecnología FRAME REALY a MPLS y realizar la actualización de la red. Esto conlleva a la elección de los equipos estaciones adecuados, (servidores, de trabajo, concentradores, swicht, routeadores etc.) y del material a utilizar (cable, conectores, etc.); procurando que los materiales cumplan con la calidad y el ajuste al presupuestos de la empresa. Todo con el fin de proporcionar a cada una de las oficinas o sucursales un excelente manejo de los recursos y datos que son propios del SMAPA.

Con el cambio de tecnología e instalación de la red, el personal podrá acceder a la información de manera más sencilla desde la estación de trabajo. Además se podrán compartir dispositivos (hardware) de elevado costo tales como impresoras, fotocopiadoras, etc; evitando la compra para cada una de las estaciones de trabajo.



1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar la calidad del servicio de red del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, mediante el cambio de la tecnología FRAME RELAY a MPLS, para eficientar la toma de decisiones y los servicios que proporcionan.

1.5.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Evitar la desviación de la información.
- Mejorar la seguridad de la información.
- Mejorar la eficacia en el trabajo.
- Manejar herramientas de monitoreo.
- > Establecer parámetros de medición.
- Realizar un análisis del rendimiento de las actividades que se llevan a cabo en las agencias.



1.6 JUSTIFICACIÓN

La finalidad de llevar a cabo el siguiente proyecto, que consiste en la actualización de la Red de voz, datos y video (MPLS), que intercomunica a las agencias y oficina central del SMAPA; es con el propósito de tener un mejor rendimiento de servicios en cada una de las sucursales con las que cuenta la empresa, así mismo podrán realizar sus actividades de una manera automatizada con el fin de ahorrar tiempo y esfuerzo.

Los beneficios que traerá migrar el sistema de red son enormes y cubren sobradamente los requerimientos actuales de la empresa. Estos beneficios se describen a continuación:

- Evitar desviación de la información.
- Mejorar la seguridad de la información.
- > Optimizar la eficacia en el trabajo.
- Manipular herramientas de monitoreo.
- Establecer parámetros de medición.
- Realizar un análisis del rendimiento de las actividades que se llevan a cabo en las agencias.



1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES

Los alcances y las limitaciones del proyecto "Migración de Red WAN del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado a la Tecnología MPLS" se describen a continuación.

Los alcances son los siguientes:

- Optimizar las operaciones y actividades de (SMAPA).
- Lograr un manejo efectivo de la información.
- Mejorar los tiempos en el manejo de la información interna de la empresa y la velocidad de acceso.
- Compartir dispositivos de un costo considerable, generando también un ahorro de recursos para la empresa.
- Proporcionar la conectividad a todos los equipos conectados a la red.
- Compartir todo tipo de información que necesiten los diferentes departamentos.
- Minimizar el tiempo en la realización de los procesos.
- Proporcionar una dirección IP a cada equipo.
- > Permitir la escalabilidad.

Las limitaciones son las siguientes:

- No se realizan capacitaciones a los usuarios para el manejo de los equipos y sistemas.
- Para el desarrollo del proyecto es necesario el apoyo de un equipo de trabajo y recursos económicos que son proporcionados por SMAPA.
- La actualización de la red, se apegara a las áreas físicas que cuenta cada departamento.



Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

El crecimiento y la ampliación de las redes IP, tanto locales como remotas, los protocolos de transmisión en tiempo real, las técnicas avanzadas de digitalización de voz, así como los estudios de nuevos estándares para mejorar los servicios de las redes IP, han mejorado el entorno donde nos permiten la transmisión de telefonía por medio de IP.

La humanidad se encuentra en la evolución de una nueva época, en donde las redes han ido transformando el trabajo de muchas empresas tanto privadas como públicas, así mismo adquieren mayor importancia para el desempeño del trabajo del personal de las empresas.



2.1 FRAME RELAY

FRAME RELAY define los procesos para enviar datos sobre la red pública de datos, que constituye una tecnología de enlace de datos orientada a la conexión de alto rendimiento y eficacia. FRAME RELAY delega en los protocolos de las capas superiores la corrección de errores (TCP).

Es un protocolo basado en estándares de capa uno y dos del modelo de referencia OSI. Define la conexión entre la red de un proveedor de servicio y el dispositivo de un usuario. [6]

Los dispositivos FRAME RELAY se dividen en dos grupos.

- DTE (Data Terminal Equipment): equipo de cliente que finaliza la conexión FRAME RELAY.
- ➤ DCE (Data Circuit-Terminating Equipment): son los dispositivos de red propiedad del proveedor.

2.2 TERMINOLOGÍA FRAME RELAY

PVC. Circuito virtual permanente. Circuito virtual que se establece de forma permanente. Los PVC permiten ahorrar ancho de banda asociado con el establecimiento y corte de circuitos si determinados circuitos virtuales deben existir en todo momento.

SVC. Circuito virtual conmutado. Circuito virtual que se establece de forma dinámica ha pedido y que se interrumpe cuando la transmisión se completa. Los SVC se utilizan cuando la transmisión de datos es esporádica.

DLCL. Identificador de conexión de enlace de datos. Valor que especifica un PVC o SVC en una red FRAME RELAY. En la especificación FRAME RELAY básica, los **DLCL**. son significativos a nivel local (los dispositivos conectados pueden usar distintos valores para especificar la misma conexión). En la especificación LMI extendida, los DLCI son significativos a nivel global (los DLCI especifican dispositivos finales individuales).



2.3 TOPOLOGÍAS FRAME RELAY

Una de las cuestiones más útiles que ofrece FRAME RELAY es la flexibilidad de conexión hacia la nube FRAME RELAY. El proveedor ofrece circuitos virtuales capaces de interconectar los sitios remotos con una topología particular.

- > Topología de malla completa. Todo los routers disponen circuitos virtuales al resto de los destinos.
- > Topología de malla parcial. Es un tipo de malla completa pero no todo los sitios tienen acceso a los demás.
- ➤ Topología en estrella. Los sitios remotos están conectados a un punto central que por lo general ofrece un servicio o una aplicación.

2.4 FUNCIONAMIENTO DE FRAME RELAY

Cada circuito virtual está identificado de forma única por un DLCI local, lo que permite distinguir que router está conectado a cada interfaz. Es posible configurar manualmente una asignación estática en la tabla de asignaciones del router para poder escribir la relación entre el circuito virtual y la dirección de capa 3 del otro extremo.

Las direcciones pueden asignarse también de forma dinámica mediante ARP inverso que asocia un DLCI con la dirección del siguiente salto. Las LMI son responsables de la administración y el mantenimiento del estado de enlace de los dispositivos. Los LMI son configurables, aunque las versiones actuales de IOS las detectan automáticamente.

Existen tres tipos de LMI:

- Cisco: por defectos definidas para cisco.
- > ANSI.
- Q933a.



Para iniciar el proceso de comunicación se deben producir los siguientes pasos:

- Cada router es conectado al switch FRAME RELAY por medio de un CSU/DSU.
- 2) El router indaga el estado del circuito virtual.
- Cuando el switch FRAME RELAY recibe la petición responde informando los DLCI locales de los PVC a los routers remotos.
- 4) Por cada DLCI activo los routers envían un paquete ARP inverso que contiene la dirección IP correspondiente a cada circuito virtual.
- 5) Los routers remotos crean tablas que incluyen los DLCI locales a las direcciones IP.
- 6) Cada 60 segundos se envían los mensajes ARP inverso.
- 7) Cada 10 segundos se intercambia información LMI.

2.5 TECNOLOGÍA MPLS

Es un estándar IP de conmutación de paquetes del IETF, que trata de proporcionar algunas de las características de las redes orientadas a conexión a las redes no orientadas a conexión. [5]

En el encaminamiento IP sin conexión tradicional, la dirección de destino junto a otros parámetros de la cabecera, es examinada cada vez que el paquete atraviesa un router. La ruta del paquete se adapta en función del estado de las tablas de encaminamiento de cada nodo, pero, como la ruta no puede predecirse, es difícil reservar recursos que garanticen la QoS; además, las búsquedas en tablas de encaminamiento hacen que cada nodo pierda cierto tiempo, que se incrementa en función de la longitud de la tabla. Sin embargo, MPLS permite a cada nodo, ya sea un switch o un router, asignar una etiqueta a cada uno de los elementos de la tabla y comunicarla a sus nodos vecinos. Esta etiqueta es un valor corto y de tamaño fijo transportado en la cabecera del paquete para identificar un FEC (Forward Equivalence Class), que es un conjunto de paquetes que son reenviados sobre el mismo camino a través de la red, incluso si sus destinos finales son diferentes.



La etiqueta es un identificador de conexión que sólo tiene significado local y que establece una correspondencia entre el tráfico y un FEC específico. Dicha etiqueta se asigna al paquete basándose en su dirección de destino, los parámetros de tipo de servicio, la pertenencia a una VPN, o siguiendo otro criterio. Cuando MPLS está implementado como una solución IP pura o de nivel 3, que es la más habitual, la etiqueta es un segmento de información añadido al comienzo del paquete. Los campos de la cabecera MPLS de 4 bytes, son los siguientes:

Label (20 bits). Es el valor actual, con sentido únicamente local, de la etiqueta MPLS. Esta etiqueta es la que determinará el próximo salto del paquete.

CoS (3 bits). Este campo afecta a los algoritmos de descarte de paquetes y de mantenimiento de colas en los nodos intermedios, es decir, indica la QoS del paquete. Mediante este campo es posible diferenciar distintos tipos de tráficos y mejorar el rendimiento de un tipo de tráfico respecto a otros.

Stack (1 bit). Mediante este bit se soporta una pila de etiquetas jerárquicas, es decir, indica si existen más etiquetas MPLS. Las cabeceras MPLS se comportan como si estuvieran apiladas una sobre otra, de modo que el nodo MPLS tratará siempre la que esté más alto en la pila. La posibilidad de encapsular una cabecera MPLS en otras, tiene sentido, por ejemplo, cuando se tiene una red MPLS que tiene que atravesar otra red MPLS perteneciente a un ISP u organismo administrativo externo distinto; de modo que al terminar de atravesar esa red, se continúe trabajando con MPLS como si no existiera dicha red externa.

2.5.1 CARACTERISTICAS

- Funciona sobre cualquier tecnología de transporte, no sólo ATM.
- Soporta el envío de paquetes tanto unicast como multicast.
- Facilita la gestión de VPNs.
- Permite el crecimiento constante de la Internet.
- Es compatible con los procedimientos de operación, administración y mantenimiento de las actuales redes IP



- Multicast, es él envió de información de una red a múltiples receptores de forma simultánea.
- Unicast, es él envió de paquetes de un emisor a un receptor

2.5.2 ¿QUÉ VENTAJAS NOS OFRECE?

- 1.- Ahorros de costes: dependiendo de la combinación específica de aplicaciones y de la configuración de red de una empresa, los servicios basados en MPLS pueden reducir los costes entre un 10 y un 25% frente a otros servicios de datos comparables (como FRAME RELAY y ATM). Y, a medida que se vayan añadiendo a las infraestructuras de networking el tráfico de vídeo y voz, los ahorros de costes empiezan a dispararse alcanzando niveles de hasta un 40%.
- **2.- Soporte de QoS:** uno de los principales beneficios de los servicios basados en MPLS reside en su capacidad para aplicar calidades de servicio (QoS) mediante la priorización del tráfico en tiempo real, una prestación clave cuando se quiere introducir voz y vídeo en las redes de datos.
- **3.- Rendimiento mejorado:** debido a la naturaleza de "muchos a muchos" de los servicios MPLS, los diseñadores de red pueden reducir el número de saltos entre puntos, lo que se traduce directamente en una mejora de los tiempos de respuesta y del rendimiento de las aplicaciones.
- **4.- Recuperación ante desastres**: los servicios basados en MPLS mejoran la recuperación ante desastres de diversas maneras. En primer lugar, permiten conectar los centros de datos y otros emplazamientos clave mediante múltiples conexiones redundantes a la nube MPLS y, a través de ella, a otros sitios de la red. Además, los sitios remotos pueden ser reconectados fácil y rápidamente a las localizaciones de backup en caso de necesidad; a diferencia de lo que ocurre con las redes ATM y FRAME RELAY, en las cuales se requieren circuitos virtuales de backup permanentes o conmutados. Esta flexibilidad para la recuperación del negocio es precisamente una de las principales razones por la que muchas empresas se están decantando por esta tecnología.



5.- Preparación para el futuro. La mayoría de las empresas han llegado a la conclusión de que MPLS representa "el camino del futuro". La inversión en servicios WAN convencionales, como los citados ATM y FRAME RELAY, prácticamente se ha paralizado. Según Current Analysis, si hoy el 44% de las empresas todavía utilizan FRAME RELAY y un 25% ATM, estos porcentajes pronto bajarán en favor de las nuevas alternativas como IP VPN o Carrier Ethernet, de las que MPLS constituye hoy uno de sus principales soportes.

2.5.3 DESVENTAJAS

- Se agrega una capa adicional
- Los router deben entender MPLS

2.5.4 MANEJO DE LAS ETIQUETAS EN EL DOMINIO MPLS

MPLS sirve para la administración de la calidad de servicio al definir 5 clases de servicios, conocidos como CoS.

Video. La clase de servicio para transportar video tiene un nivel de prioridad más alto que las clases de servicio para datos.

Voz. La clase de servicio para transportar voz tiene un nivel de prioridad equivalente al de video, es decir, más alto que las clases de servicio para datos.

2.6 PANORAMICA DEL FUNCIONAMIENTO DEL ROUTER

Un router es un ordenador constituido para desempeñar funciones específicas de capa tres, proporciona el hardware y software necesario para encaminar paquetes de redes. Se trata de dispositivos importantes de interconexión que permite conectar subredes LAN y establecer conexión de área amplia entre las subredes. Las dos tareas principales son las de conmutar los paquetes desde una interfaz pertenecientes a una red hacia otra interfaz de una red diferente y la de enrutar, es decir, encontrar el mejor camino hacia la red destino. Además de estas funciones los routers pueden llevar a cabo diferentes desempeños, tales como filtrado, dominios de colisión y broadcast, direccionamiento y traslación de direcciones IP, enlaces troncales etc. [1]



Además de los componentes de hardware los routers también necesitan un sistema operativo, los routers Cisco funcionan con un sistema operativo llamado IOS (Sistema operativo de internetworking). Un router puede ser exclusivamente un dispositivo LAN, o puede ser exclusivamente un dispositivo WAN, pero también puede estar en frontera entre una LAN y una WAN y ser un dispositivo LAN y WAN al mismo tiempo.

2.7 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN ROUTER

Los componentes básicos de la arquitectura interna de un router comprenden:

CPU. La unidad central de procesamiento (CPU) ejecuta las instrucciones del sistema operativo. Estas funciones incluyen la inicialización del sistema, las funciones de enrutamiento y el control de la interfaz de red. La CPU es un microprocesador. Los grandes routers pueden tener varias CPU.

RAM. La memoria de acceso aleatorio (RAM) se usa para la información de las tablas de enrutamiento, el cache de comunicación rápida, la configuración actual y las colas de paquetes. En la mayoría de los routers, la RAM proporciona espacio de tiempo de ejecución para el software IOS de Cisco y sus subsistemas. El contenido de la RAM se pierde cuando se apaga la unidad. En general, la RAM es una memoria de acceso aleatoria dinámica (DRAM) y puede ampliarse agregando más módulos de memoria en línea doble (DIMM).

MEMORIA FLASH. La memoria flash se utiliza para almacenar una imagen completa del software IOS de Cisco. Normalmente el router adquiere el IOS por defecto de la memoria flash. Estas imagines pueden actualizarse cargando una nueva imagen en la memoria flash. El IOS puede estar comprimido o no. En la mayoría de los routers, una copia ejecutable del IOS se transfiere a la RAM durante el proceso de arranque. En otros routers, el IOS puede ejecutarse directamente desde la memoria flash, agregando o reemplazando los módulos de memoria en línea simple flash (SIMM) o las tarjetas PCMCIA se puede ampliar la cantidad de memoria flash.



NVRAM. La memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM) se utiliza para guardar la configuración de inicio. En algunos dispositivos, la NVRAM se implementa utilizando distintas memorias de solo lectura programables, que se pueden borrar electrónicamente (EEPROM). En otros dispositivos, se implementa en el mismo dispositivo de memoria flash desde donde se cargó el código de arranque. En cualquiera de los casos, estos dispositivos retienen sus contenidos cuando se apaga la unidad.

BUSES. La mayoría de los routers contienen un bus de sistema y un bus de CPU. El bus de sistema se usa para la comunicación entre la CPU y las interfaces y/o ranuras de expansión. Este bus transfiere los paquetes.

2.8 SWITCHES

Se utilizan para conectar múltiples dispositivos de la misma red dentro de un edificio o campus. Por ejemplo, un switch puede conectar sus ordenadores, impresoras y servidores, creando una red de recursos compartidos. El switch actuará como un controlador, permitiendo a los diferentes dispositivos compartir información y comunicarse entre sí. Mediante el uso compartido de información y la asignación de recursos, los switches permiten ahorrar dinero y aumentar la productividad. [2]

2.9 CONCEPTO DE RED

Conexión entre dos o más computadoras que se realiza con el fin de compartir recursos. Consisten en compartir recursos, y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física de los recursos y del usuario. A un que el usuario se encuentre a kilómetros de distancia de los datos, esto no debe evitar que se pueda utilizar como si fueran originados localmente. [3]



2.10 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES SEGÚN SU TAMAÑO Y EXTENSIÓN 2.10.1 REDES LAN

Las redes de área local (local área network) son redes de ordenadores cuya extensión es del ordenador de entre 10 metros a 1 kilómetro. Son redes pequeñas, habituales en oficinas, colegios y empresas pequeñas que generalmente usan la tecnología de broadcast, es decir, aquellas en que a un solo cable se conectan toda las maquinas. Como su tamaño es restringida, el peor tiempo de transmisión de datos es conocido, siendo de velocidades de transmisión típica de LAN las que van de 10 a 100 Mbps. (Mega bits por segundos). [3]

2.10.2 REDES MAN

Las redes de área metropolitana (Metropolitana Área Network). Son redes de ordenadores de tamaño superior a una LAN, soliendo abarcar al tamaño de una ciudad. Son típicas de empresas y organizaciones que poseen distintas repartidas en una misma área metropolitana, por lo que, en su tamaño máximo comprende un área de unos 10 kilómetros. [3]

2.10.3 REDES WAN

Las redes de área amplia (Wide Área Network) tienen un tamaño superior a una LAN, y consiste en una colección de host o de redes LAN conectadas por una subred. Esta subred está formada por una serie de líneas de transmisión interconectadas por medio de routers, aparatos de red encargado de rutear o dirigir los paquetes hacia la LAN o host adecuado, enviándose estos de un router a otro. Su tamaño puede oscilar entre 100 y 1000 kilómetros. [4]



2.10.4 REDES INTERNET

El internet es una red de redes, vinculadas mediante ruteadores o Gateway. Un Gateway o pasarela es un computador especial que puede traducir información entre sistemas con formato de datos diferentes. Su tamaño puede ser desde 10,000 kilómetros en adelante, y su ejemplo más claro es internet, la red de redes mundial. [3]

2.11 ELEMENTOS DE UNA RED

Una red de computadoras consta tanto de hardware como del software. En el hardware se incluyen: estaciones de trabajo, servidores, tarjetas de interfaz de red, cableado y equipo de conectividad. En el software se encuentra el sistema operativo de red (NertworkOperatiSystem, NOS). Protocolo de comunicación, aplicaciones capaces de funcionar en red. [4]

2.12 ESTACIONES DE TRABAJO

Cada computadora conectada a la red conserva la capacidad de funcionar de manera independiente, realizando sus propios procesos. Así mismo, las computadoras se convierten en estaciones de trabajo en red, con acceso a la información y recursos contenidos en el servidor de archivos del mismo, una estación de trabajo no comparte sus propios recursos con otras computadoras. Esta puede ser desde una PC XP hasta una Pentium, equipada según las necesidades del usuario; o también de otra arquitectura diferente como Macintosh Graphics, Sun, etc. [4]

2.13 SERVIDORES

Son aquellas computadoras capaces de compartir recursos con otras. Los recursos compartidos pueden incluir impresoras, unidades de disco, CD-ROM, directorios de discos duros e incluso archivos individuales. Los tipos de servidores obtiene el nombre dependiendo del recurso que comparten. [3]



Algunos de ellos son: servidores de discos, servidores de archivos, servidores de archivos distribuidos, servidores de archivos dedicados y no dedicados, servidores de terminales, servidores de impresoras, servidores de discos compactos, servidores de web y servidores de correos.

2.14 TARJETA DE INTERFAZ DE RED

Para comunicarse con el resto de la red, cada computadora debe de tener instalada una tarjeta interfaz de red (Network Interface Card, NIC). Se les llama también adaptadores de red o solo tarjetas de red. En la mayoría de los casos, la tarjeta se adapta en la ranura de expansión de la computadora, aunque algunas son unidades externas que se conectan a través de un puerto serial o paralelo. Las tarjetas internas casi siempre se utilizan para las PC, s, PC/2 y estaciones de trabajo como las SUN, s. Las tarjetas de interfaz también pueden utilizarse en mini computadoras y mainframes. A menudo se usan cajas externas para Mac,s y para algunas computadoras portátiles. La tarjeta interfaz obtiene la información de la PC, la convierte al formato adecuado y la envía a través del cable a otra tarjeta para que la PC pueda entender y la envía a la PC. [3]

2.14.1 FUNCIONES DE LA TARJETA INTERFAZ DE RED (NIC)

- Comunicaciones del host a tarjeta.
- > Buffereing.
- Formación de paquetes.
- Conversión de serial a paralelo.
- Codificación y decodificación.
- Acceso al cable.
- > Salida.
- Transmisión y recepción.

Estos pasos hacen que los datos de la memoria de una computadora pasen a la memoria de otra. [4]



2.15 PRINCIPALES TIPOS DE CABLES

Actualmente, la gran mayoría de las redes están conectadas por algún tipo de cableado, que actúa como medio de transmisión por donde pasan las señales entre los equipos. Hay disponibles una gran cantidad de tipos de cables para cubrir las necesidades y tamaños de las diferentes redes, desde las más pequeñas a las más grandes; se pueden agrupar en tres grupos principales que conectan la mayoría de las redes.

Cable coaxial.

Existen dos tipos de cable coaxial:

Cable fino (Thinnet)

Este tipo de cable se puede utilizar para la mayoría de los tipos de instalación de redes, ya que es un cable flexible y fácil de manejar. El cable coaxial puede transportar una señal hasta una distancia aproximada de 185 metros (unos 607 pies) antes de que la señal comience a sufrir atenuación.

Cable grueso (Thinnet)

El cable Thinnet a veces se le denomina Ethernet estándar debido a que fue el primer tipo de cable utilizado con la conocida arquitectura de red Ethernet. El núcleo de cobre del cable (Thinnet) es más grueso que el cable (Thinnet). El cable (Thinnet) puede llevar una señal a 500 metros capacidad para poder soportar transferencias de datos a distancias mayores, a veces se utiliza como enlace central o bacckbone para conectar varias redes más pequeñas basadas en (Thinnet).

Cable de par trenzado

El UTP, con las especificaciones 10Baset, es el tipo más conocido de cable de par trenzado y ha sido el cableado LAN más utilizado en los últimos años. El segmento máximo de longitud de cable es de 100 metros.

El cable UTP tradicional consta de dos hilos de cobre aislados. Las especificaciones UTP dictan el número de entrelazados permitidos por pie de cable; el número de entrelazados depende del objetivo con el que se instale el cable.



Consideraciones sobre el cableado de par trenzado

El cable de par trenzado se utiliza si:

- La LAN tiene una limitación de presupuesto.
- Se desea una instalación relativamente sencilla, donde las conexiones de los equipos sean simples.

No se utiliza el cable de par trenzado si:

- La LAN necesita un gran nivel de seguridad y se debe estar absolutamente seguro de la integridad de los datos.
- Los datos se deben transmitir a largas distancias y a altas velocidades.

Cable de fibra óptica

En el cable de fibra óptica las señales que se transportan son señales digitales de datos en forma de pulsos modulados de luz. Esta es una forma relativamente segura de enviar datos debido a que, a diferencia de los cables de cobre que llevan los datos en forma de señales electrónicas, los cables de fibra óptica transportan impulsos no electrónicos. Esto significa que el cable de fibra óptica no se puede pinchar y sus datos no se puedan robar.

El cable de fibra óptica es apropiado para transmitir datos a velocidades muy altas y con grandes capacidades debido a la carencia de atenuación de la señal y a su pureza.

2.16 DEFINICIONES DE LOS MATERIALES QUE SE UTILIZAN PARA LA AMPLIACIÓN DE LA RED

2.16.1 CONCENTRADOR

Es un elemento que provee una conexión central para todos los cables de la red. Son cajas con un número determinado de conectores, habitualmente RJ.45 más otro conector adicional de tipo diferente para enlazar con otro tipo de red. El conector que se utiliza es de 24 puertos marca TRICOM. [2]



2.16.2 PACH PANEL

Son estructuras de metal con placas de circuitos que permiten interconexión entre equipos. Un Pach Panel posee una determinada cantidad de puertos (RJ45 Endplug) donde cada puerto se asocia a una placa de circuitos, la cual a su vez se propaga en pequeños conectores de cerda o dientes. En estos conectores es donde se colocan las cerdas de los cables provenientes de las cajas de distribución u otros Pach Panel. El Pach panel que se utilizara es de 24 puertos. [2]

2.16.3 CONECTORES RJ45

Se trata de un conector de plástico similar al conector del cable telefónico. La sigla RJ se refiere al estándar registrado Jack, creado por la industria telefónica. Esta estándar se encarga de definir la colocación de los cables en su pin correspondiente. [2]

2.16.4 CABLE

Es el medio a través del cual fluye la información por la red. Una red puede utilizar uno o más tipos de cables, aunque el tipo de cable utilizado siempre estará sujeto a la topología de la red, el tipo de red que utiliza y el tamaño de esta. El cable que utilizaremos para la ampliación de la red en las diferentes sucursales es de UTP también llamado cable de par trenzado. [1]

2.16.5 NORMAS DE CANALIZACIÓN

Se utiliza para proteger los cables de agresiones físicas y en algunos casos de interferencias electromagnéticas. Estas son:

- > Canaleta: Se utiliza para instalaciones vistas o industrias. Permiten un fácil acceso a los cables.
- ➤ **Metálica**: Protege de interferencias. Para industrial o falsos suelos.
- PVC: No protege de interferencias. Más barato.



- ➤ Tuvo corrugado: Para falsos techos, falsos suelos o empotrados. Por su estructura permiten mucha flexibilidad para seguir las formas del edificio. Dos niveles de grosor del plástico.
- Plástico: No protege de interferencias. Más barato.
- > **Metálico**: Llevan capas internas de película metálica. Protege de interferencias.
- > Tuvo rígido: Se utiliza en cuartos de máquinas, garajes, etc. No tiene la flexibilidad del corrugado. Normalmente es de PVC.
- ➤ **Rejillas metálicas:** Se utilizan en falsos suelos y algunas veces en falsos techos. No cubre el cable pero se puede sujetar mediante bridas, tiene forma de U. son baratos.

2.16.6 ROSETAS

Permite conectar el dispositivo o dispositivos que se quieran integrar en la red.

Estos irán siempre conectados en el exterior de la roseta. Si el cable se utiliza para compartir voz, datos u otros servicios, cada uno de ellos deberá de tener un conector diferente en la propia roseta de conexión. [3]

2.16.7 LATIGUILLOS

Es el cable que va desde la roseta hasta el dispositivo a conectarse y no puede superar los 3 metros de longitud. [3]

2.17 FUNCIONES DE LA CAPA FÍSICA

La capa física define el medio, el conector y el tipo de señalización. Se especifica los requisitos necesarios para la correcta transmisión de los datos. Se establece las características eléctricas, mecánicas y funcionales para activar, mantener y desactivar la conexión física entre sistemas finales.

La capa física especifica también características tales como niveles de voltajes, tasas de trasferencias de datos, distancia máxima de transmisión y conectores,



cada medio de red posee a su vez su propio ancho de banda y unidad máxima de transmisión (MTU).

El medio físico y los conectores usados para conectar dispositivos al medio vienen definidos por estándares de la capa física. [6]

2.18 DISPOSITIVOS DE LA CAPA FÍSICA

La capa física comprende los medios (cobre, fibra, RF), los conectores, transceivers, repetidores y hubs. Ninguno de ellos manipula los datos transmitidos si no que solo se encargan de transportar y propagarlos por la red. Los repetidores se encargan de trasmitir y de retemporizar los pulsos eléctricos cuando la extensión del cableado supera las medidas específicas. Los hubs son repetidores multipuesto, también llamados concentradores. Al recibir una trama inundan todos sus puertos obligando a todos los dispositivos conectados a cada uno de sus puertos a leer dicha trama. Los transceivers son adaptadores de una media a otro. Los estándares de cableado se identifican de acuerdo a los siguientes conceptos. Para el estándar 10 base T. El número 10 hace referencia a la velocidad de transmisión en Mbps (mega-bits por segundo), en caso 10 Mbps. La Base es la tecnología de transmisión (banda base, analógica o digital), en este cabo digital. T se transfiere al medio físico, en este caso par trenzado. En el siguiente cuadro muestra las características de los estándares más comunes. [6]



Estándar	Medio físico	Distancia máxima	Comentarios
10Base 2	Cable coaxial fino de 50 ohms thinnet	185 metros	Conectores BNC
10Base 5	Cable coaxial grueso de 50 ohms Thinknet	500 metros	Conectores BNC
10Base FB	Fibra óptica	2000 metros	Cableado de backbone
100Base FX	Fibra óptica multimodo de 62,5/125 micrones	400 metros	Conectores ST,SC
100Base FX	Fibra óptica monomodo	1000 metros	Cableado de backbone
1000Base SX	Fibra óptica multimodo	260 metros	Varias señales a la vez
100Base LX	Fibra óptica monomodo de 9 micrones	3000 a 10000 metros	Cableado de backbone
10Base T	UTP categoría 3,4,5	100 metros	Conectores RJ-45
100Base T	UTP categoría 5	100 metros	Conectores RJ-45
100Base TX	UTP, STP categoría 6,7	100 metros	Conectores RJ-45
1000Base T	UTP categoría 5,6	100 metros	Conectores RJ-45 categoría 6

Tabla 2.1 Características de los estándares más comunes.



2.17 MEDIOS DE LA CAPA FÍSICA

La normatividad EIE/TIA568 fue creada en 1991 y establece los estándares de cableado estructurado, ampliada posteriormente a 568-A y 568-B.

Pin	Par	Función	Color
1	3	Transmite +	Blanco/Verde
2	3	Transmite -	Verde
3	2	Recibe +	Blanco/Naranja
4	1	Telefonía	Azul
5	1	Telefonía	Blanco/Azul
6	2	Recibe -	Naranja
7	4	Respaldo	Blanco/Marrón
8	4	Respaldo	Marrón

Tabla 2.2 Ordenes de los pines correspondientes a la norma 568-A sobre conector RJ-45.

Pin	Par	Función	Color
1	3	Transmite +	Blanco/Naranja
2	3	Transmite -	Naranja
3	2	Recibe +	Blanco/Verde
4	1	Telefonía	Azul
5	1	Telefonía	Blanco/Azul
6	2	Recibe -	Verde
7	4	Respaldo	Blanco/Marrón
8	4	Respaldo	Marrón

Tabla 2.3 Orden de los pines correspondientes a la norma 568-B sobre un conector RJ-45.



Cableado directo: el ordenador de los pines es igual en ambos conectores, se debe utilizar la misma norma en cada extremo.

Extremo 1	Extremo 2
Blanco/Naranja	Blanco/Naranja
Naranja	Naranja
Blanco/Verde	Blanco/Verde
Azul	Azul
Blanco/Azul	Blanco/Azul
Verde	Verde
Blanco/Marrón	Blanco/Marrón
Marrón	Marrón

Tabla 2.4 Cableado directo 568-B.

Extremo 1	Extremo 2
Blanco/Verde	Blanco/Verde
Verde	Verde
Blanco/Naranja	Blanco/Naranja
Azul	Azul
Blanco/Azul	Blanco/Azul
Naranja	Naranja
Blanco/Marrón	Blanco/Marrón
Marrón	Marrón

Tabla 2.5 Cableado directo 568-A.



Cable cruzado: el ordenador de los pines varia en ambos extremos, se cruzan el 1-2 con el 3-6 y el 3-6 con el 1-2. El cable cruzado también llamado crossover. Se utiliza para conectar dispositivos como, por ejemplo, PC-PC, PC-Router, Router-Router, etc.

Extremo 1	Extremo 2
Blanco/Naranja	Blanco/Verde
Naranja	Verde
Blanco/Verde	Blanco/Naranja
Azul	Azul
Blanco/Azul	Blanco/Azul
Verde	Naranja
Blanco/Marrón	Blanco/Marrón
Marrón	Marrón

Tabla 2.6 Orden de los colores en ambos extremos de un cable cruzado.

Cable consola: el ordenador de los pines es completamente inverso, 1-2-3-4-5-6-7-8 con el 8-7-6-5-4-3-2-1, respectivamente. El cable de consola también es llamado rollover.

1	3	8
2	al	7
3	al	6
4	al	5
5	al	4
6	al	3
7	al	2
8	al	1

Tabla 2.7 Ordenador de los pines completamente inverso.



Capítulo 3

PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES

En general durante el desarrollo del proyecto se realizaron varias actividades sobre las cuales se sustenta la terminación del mismo. Entre las cuales están: planeación, análisis, configuración, instalación, pruebas y la aceptación, dentro de la aceptación se elaboró un reporte ejecutivo de las actividades realizadas en la migración de la red.

3.1 PLANEACIÓN

Debido al cambio de la tecnología FRAME REALY a MPLS que se realizó en la empresa (SMAPA), se efectuaron una serie de actividades para dar solución a las necesidades de la misma.

Una de estas actividades fue realizar reuniones con el departamento de informática, para especificar los dispositivos finales e intermediarios que compondrán la red de cada una de las sucursales, también se llevaron a cabo entrevistas a los usuarios de la red con el objetivo de analizar las necesidades y las expectativas que ellos tienen de los procesos de migración. Derivado de lo anterior se planteó la propuesta y se definieron los requisitos de la migración y las actividades a realizar en el proyecto. Las cuáles son las siguientes:

- 1.- Medir todas las áreas de las sucursales para poder realizar el diseño con exactitud.
- 2.- Analizar la mejor opción para establecer la ruta del cableado de la red.
- 3.- Rediseñar la red.
- 4.-. Contemplar dentro del diseño de la red la escalabilidad, dejando conexiones libres.
- 5.- Realizar el cableado estructurado a partir del diseño realizado, ubicando cada una de los componentes: Pach panel, conectores RJ45, rosetas genéricas, canaletas etc.
- 6.- Realizar las pruebas que validen la buena funcionalidad de la red.



3.2 ANÁLISIS

Se realizó un análisis detallado de los requisitos adquiridos en entrevistas y reuniones con el departamento de informática, con el objetivo de lograr un buen rediseño que cumpla con las expectativas de la empresa en la migración de la tecnología FRAME RELAY a MPLS.

Los puntos importantes que se analizaron fueron:

- Estudio de ancho de banda, servicios de voz, datos y video que demandan cada una de las nueve agencias de cobro, así como el edificio central del SMAPA.
- > Tiempo comprendido para la instalación de la red.
- Qué tipo de hardware (servidores, estaciones de trabajo, cableado etc.) y software se van a utilizar.

A partir del análisis se generaron los planos del rediseño de la red, el cual, por políticas de la empresa no se anexa en este apartado.

3.3 CONFIGURACIÓN

Se configuraron los dispositivos:

- 1. Impresoras.
- Computadoras de escritorios.
- 3. Lap Tops.
- 4. Router.
- 5. Switches.
- 6. Servidores.
- 7. Teléfono IP.



En la figura 3.1 muestra la configuración de la tabla de enrutamiento del cual describe el encaminamiento que deben tomar los paquetes.

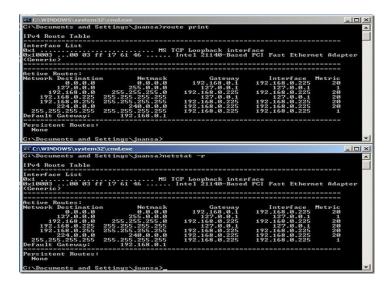


Figura. 3.1 Tabla de enrutamiento.

En la figura 3.2 se muestra la configuración de una estación de trabajo, en la que se asigna dirección IP, mascara de subred, puerta de enlace, servidor DNS periférico y servidor DNS. Este proceso se repitió para cada una de las estaciones de trabajo en cada una de las agencias.

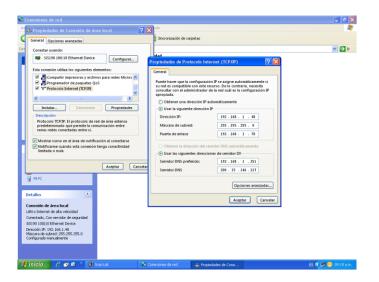


Figura. 3.2 Asignación de las IP a cada una de los equipos de cómputo.



En la Figura 3.3 se muestran las estaciones de trabajo configuradas para cada una de las agencias del (SMAPA).

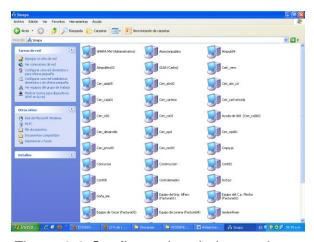


Figura 3.3 Configuracion de los equipos.

3.4 INSTALACIÓN

En la siguiente figura se muestra una fotografía de la instalación de los dispositivos finales que fueron conectados a la red, este proceso se llevó a cabo para cada una de las agencias.



Figura 3.4 Equipo instalado en el área de gerencia.



En la siguiente figura se muestra la instalación de la plataforma para un equipo de cómputo en particular. A este dispositivo se le instalo el sistema operativo Windows Seven y posteriormente un conjunto de aplicaciones necesarias para desempeñar las actividades del trabajador. Se instalaron sistemas operativos y aplicaciones a la medida, configurando el acceso a la red para cada una de las computadoras en cada una de las áreas y agencias del SMAPA.



Figura 3.5 Equipo instalado en el área de cajas

En la figura 3.6 se muestra la Instalación de los cables de cada estación de

trabajo.



Figura 3.6. Instalación de los cables de cada estación de trabajo

Se colocó con éxito las canaletas para cada una de las agencias como se muestra

en la figura 3.7.



Figura 3.7 Colocación de las canaletas.



Se realizó con éxito el cableado estructurado para cada una de las agencias como se muestra en la figura 3.8



Figura 3.8 Instalación del cableado.

La figura 3.9 y 3.10 muestra la forma de la instalación de las canaletas y el cableado que pasa, de la parte inferior del departamento.



Figura 3.9 Instalación del cableado.



Figura 3.10 instalación de canaletas y cableado.



En la figura 3.11 que a continuación se muestra, son para las áreas de administración y gerencia, en esa parte se colocó una roseta sencilla.



Figura. 3.11 colocación de la roseta.

En la figura 3.12 se muestra la forma de cómo se colocó la roseta en el departamento de sala de juntas.



Figura 3.12 Colocación de la roseta en el Departamento. Sala de Juntas.



En la figura 3.13 se muestra la instalación de la impresora en red para que todos los usuarios hagan uso de ella.

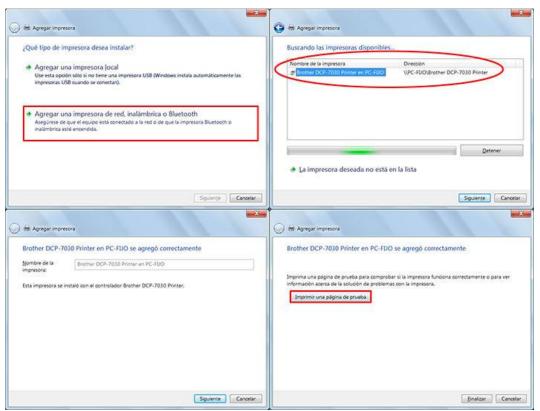


Figura 3.13 Instalación de la impresora en red.

En la figura 3.14 se muestra la instalación de los teléfonos configurados mediante una dirección IP para que los usuarios hagan uso de ella.



Figura 3.14 Instalación de teléfonos IP.



3.5 PRUEBAS

Con el propósito de medir la calidad en el servicio (QoS) se realizaron pruebas de conectividad en cada uno de los equipos. Se realizaron mediciones para evaluar el tráfico de entrada y salida en la red para cada una de las agencias.

En la figura 3.15 se muestra el estudio de tráfico de la agencia Terán, en la cual se puede observar que el tráfico de entrada, es de 2.92 Mb y el de salida 9.78 Mb.

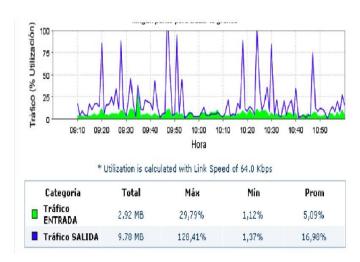


Figura. 3.15 Comportamiento del tráfico para la agencia de Terán.

En la figura 3.16 se muestra el estudio de tráfico de la agencia Patria Nueva, en la cual se puede observar que el tráfico de entrada es de 26.74 Mb y el de salida 47.78 Mb.

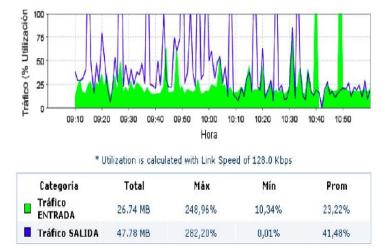


Figura. 3.16 Comportamiento del tráfico para la agencia patria nueva.



En la figura 3.17 se muestra el estudio de tráfico de la agencia Colonia Centro, en la cual se puede observar que el tráfico de entrada es de 3.65 Mb y el de salida 8.04 Mb.

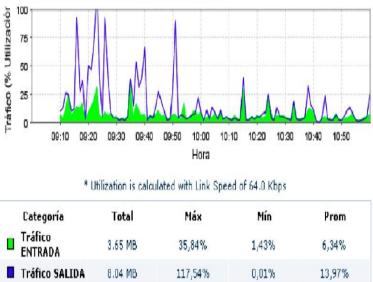


Figura. 3.17 Comportamiento del tráfico para la agencia Centro.

En la figura 3.18 se muestra el estudio de tráfico de la agencia Bonampak, en la cual se puede observar que el tráfico de entrada es de 12.92 Mb y el de salida 11.68 Mb.



Figura. 3.18 Comportamiento del tráfico para la agencia Bonampak.



Capítulo 4

CONCLUCIONES, RECOMENDACIÓNES Y REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

El sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado en su red de comunicaciones presentaba muchas deficiencias como son: cortes en la comunicación, lentitud al compartir información, perdida de información, desvió de información y en la seguridad. Para dar solución a esta enorme problemática que los llevaba a dar un mal servicio. Se realizó la migración de la tecnología FRAME RELAY a MPLS, ya que esta última proporciona grandes beneficios que resuelven dicha problemática. Se tendió nuevo cableado para dar soporte a esta tecnología, así como la configuración de los conjuntos de dispositivos necesarios para el funcionamiento de los servicios prestados por SMAPA. Se realizaron un conjunto de pruebas que validan la conexión, configuración y el correcto funcionamiento de cada uno de los dispositivos pertenecientes a la red. Cabe mencionar que los ejecutivos de SMAPA quedaron satisfechos con el desempeño de la red.

RECOMENDACIONES

- ➤ Es importante capacitar al personal del departamento de informática, para que hagan un buen funcionamiento y control de la red.
- Darle mantenimiento cada cierto tiempo para no provocar algún fallo.
- Hacer un respaldo de toda la información de las agencias ya sea quincenal o mensual, esto servirá para mantener segura la información.
- Evaluar el desempeño de la red.
- Contar con un antivirus confiable en los equipos el cual los mantendrá seguros.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LIBRO: REDES GLOBALES DE INFORMACION CON INTERNET Y TCP/IP

PRINCIPIOS BASICOS PROTOCOLO DE ARQUITECTURA.

TERCERA EDICION 1996.

PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A.

ESTADO DE MEXICO.

2. LIBRO: REDES DE COMPUTADORES

PROTOCOLOS NORMAS E INTERFACES.

SEGUNDA EDICION 1995.

UYLESS BLACK.

EDITORIAL RA-MA.

MADRID ESPAÑA.

3. LIBRO: NETWARE 5

INSTALACION, CONFIGURACION Y ADMINISTRACION.

PRIMERA EDICION 2000.

JOSE LUIS REYA CABRERA Y ELENA RAYA PEREZ.

EDITORIAL RA-MA.

MADRID ESPAÑA.

4. LIBRO: REDES LOCALES DE COMPUTADORAS

PROTOCOLOS DE ALTO NIVEL Y EVALUACION DE PRESENTACIONES PRIMERA EDICION, 1990.

JOSE ANTAO BELTRAO MOURA, JACQUES PHILIPPE SAUVE, WILLIAM FERREIRA GIOZA. JOSE FABIO MARINHO DE ARAUJO.

EDITORIAL McCRA W-HILL/INTREAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.

5. TESIS

AÍRALA. ALVERTO. TRANSMISIÓN DE VOZ, VIDEO Y DATOS EN REDES PRIVADAS VIRTUALES VPN/MPLS. FACULTAD DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA LICENCIATURA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN. UNIVERSIDAD DE BELGRANO BUENOS AIRES. TESINA 2008.

6. LIBRO: REDES CISCO. GUÍA DE ESTUDIO PARA LA CERTIFICACIÓN CCNA 640-802, 2A EDICIÓN

ERNESTO ARIGANELLO

ISBN: 978-84-9964-094-5, EDICIÓN ORIGINAL PUBLICADA POR RA-MA

EDITORIAL, MADRID ESPAÑA

DERECHOS RESERVADOS © RA-MA EDITORIAL