

Propuesta técnica y económica de un enlace de comunicaciones para una empresa gasolinera

Cervantes Yeraldine , Ruiz Erica, Domitsu Manuel, Solis Ricardo

Resumen.- El presente trabajo describe la propuesta técnica y económica diseñada para una empresa gasolinera, basada en el estudio administrativo de las necesidades de la compañía, y en el diagnóstico tecnológico de los sistemas de comunicaciones con los que cuenta actualmente la empresa. Se analizan diferentes alternativas de solución tales como: enlaces dedicados, enlace inalámbrico y VPN's utilizando técnicas de evaluación económica, para determinar la alternativa más factible. Se realiza la simulación de la propuesta a implementar con el fin de validar el desempeño de la tecnología seleccionada utilizando el simulador COMNET y se presentan los resultados, los cuales satisfacen los requerimientos de comunicación y de inversión de la empresa.

Palabras clave— Enlace de comunicación, Diagnóstico, Sistemas de información, VPN.

I. INTRODUCCIÓN

La comercialización de los productos petroleros requiere de servicios de despacho de combustibles eficientes, y el control de cada una de las ventas realizadas, es decir es necesario controlar los dispensarios de manera remota. La empresa gasolinera en cuestión utiliza un sistema de información para la administración de gasolineras, que controla desde el despacho de gasolina y diesel, así como la venta de gasolina a crédito por medio de tarjetas electrónicas asignadas por la misma gasolinera llamadas "gasocard", o por medio de tarjetas de débito. Además cuenta con un sistema de facturación, en donde la información se encuentra distribuida en las diferentes sucursales, lo cual representa un problema para su administración y que repercute en la cobranza de la cartera de clientes. Estos factores llevan al requerimiento de un enlace de comunicación que cubra las necesidades de los sistemas de información que utilizan.

Esta empresa cuenta con una matriz y cuatro sucursales, de las cuales solamente dos están conectadas por medio de una red que utilizan los sistemas de información, sin embargo dicha red es insuficiente para poder llevar la administración de los nodos. Ante esta problemática se propone un enlace de comunicación

óptimo para cubrir las necesidades de la empresa como resultado de la evaluación técnico-económico de diferentes alternativas. El artículo está organizado de la siguiente forma: la sección II, presenta la metodología utilizada para llevar a cabo esta investigación y las herramientas utilizadas durante dicho proceso. Enseguida, la sección III, describe cada una de las alternativas a evaluar, sus ventajas y desventajas, además se mencionan casos prácticos de empresas que utilizan dichas tecnologías. Posteriormente la sección IV expone el diagnóstico técnico y administrativo que describe la situación actual de la empresa y las principales áreas de oportunidad detectadas en ambas áreas. En la sección V se plantea la propuesta de comunicación técnica y económica, primeramente haciendo un análisis comparativo económico de las diferentes alternativas y enseguida describiendo la estructura de red propuesta. Por su parte la sección VI presenta el modelo de simulación con los resultados más sobresalientes que validan el diseño. Por último la sección VII puntualizan las conclusiones más importantes arrojadas de este trabajo.

II. MÉTODO

Para realizar el análisis, el proyecto se dividió en cuatro etapas generales: diagnóstico de la empresa, tanto de los procesos administrativos como de las condiciones técnicas de su sistema de comunicación, análisis comparativo de tecnologías actuales como posible solución, el diseño de la propuesta y validación de la misma.

Durante el diagnóstico de los procesos administrativos se utilizaron herramientas como cadena de valor [7], el modelo de las 5 fuerzas [1], análisis de entradas y salidas [2], análisis de sistemas [2], análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) [3] y el diagrama de Ishikahua [4], que en conjunto permitieron detectar áreas de oportunidad en este rubro y a su vez determinar los requerimientos de comunicación en la empresa. Enseguida se realizó el diagnóstico de la red a través de la observación directa de las instalaciones y el equipo de comunicaciones empleado, además de entrevistas a los responsables de la red. Posteriormente se realizó un análisis comparativo de diferentes tecnologías como posible alternativas de solución, para ello se estudiaron casos de empresas de la región que utilizan dicha tecnología y se realizó un estudio de factibilidad económica de cada alternativa, con la finalidad de seleccionar la más adecuada a las necesidades de la empresa. Por último se realizó el diseño de la red, elaborando un diagrama de cada una de las sucursales. Con el fin de validar el diseño, y comprobar que este satisface las necesidades de conectividad de la empresa, se implementó un modelo de simulación del diseño, utilizando el software COMNET.

Manuscrito recibido el 3 de Julio de 2007. Este trabajo fue respaldado por el departamento de Ing. Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Sonora

Ruiz I. Erica C. hasta la fecha se ha de desempeñado como Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Sonora en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Instituto Tecnológico de Sonora; Ave. Antonio Caso S/N Col. Villa ITSON; Ciudad Obregón, Sonora, México; C.P. 85138; C.P. 85130; Tel: (644) 4109000, ext. 1200; Fax: (644) 4109001.(e-mail cruiz@cicece.mx)

III. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

A. Enlaces Dedicados

Los enlaces dedicados son enlaces digitales que permiten la conexión de distintas localidades o sitios del cliente para su uso exclusivo, sin límite de utilización y sin restricción de horarios. Los enlaces dedicados se utilizan para la transmisión bidireccional de voz, datos y video entre 2 ó más puntos asignados por el cliente [8]. Las ventajas que ofrece es que la empresa se convierte en propietaria de la red, logrando operar y administrar la red con libertad, ofrecen seguridad, así como costo de uso fijo y posibilidad de disponer de servicios de valor agregado. Una de las desventajas de esta tecnología es que requiere una fuerte inversión en infraestructura para tener enlaces físicos entre las distintas localidades para adquirir e instalar los conmutadores necesarios y para habilitar las localidades, además de gastos de operación, administración y mantenimiento de la red, poca flexibilidad y la interrupción de la comunicación cuando un enlace se fractura hasta que los técnicos reparen el desperfecto [9].

Una de las empresas que utiliza este tipo de enlace es TUFESA, quien cuenta con una conexión de enlace dedicado basado en Frame Relay. La empresa decidió tomar este tipo de enlace de comunicaciones debido a que las operaciones que se llevan a cabo en los sistemas de información requiere una conexión confiable, y que esté todo el tiempo disponible, además del canal dedicado para comunicación telefónica. Otra de las empresas que dispone de esta tecnología de comunicaciones es MATCO, que además tiene dos enlaces VPN que están en experimentación. En MATCO se tomó la opción de enlaces dedicados basándose en el costo telefónico.

B. Redes Virtuales Privadas

En las VPN's o Redes Virtuales Privadas llamadas así porque un usuario individual comparte el canal de comunicaciones con otros usuarios, idealmente los usuarios no perciben que ellos están compartiendo la red con cada uno de los demás usuarios de la red, simulando que es una red privada, pero en realidad no la tienen [5].

Alguno de los beneficios que proporciona este tipo de enlaces es una disminución de costos en comparación con enlaces dedicados y antenas. Además el costo total de conectividad se reduce debido a la eliminación de servicios tales como: líneas arrendadas, equipo de acceso dial-up, personal para configurar y mantener equipos, contratos de mantenimiento de equipos, enlaces ATM y conexiones ISDN. Otro de los beneficios de las VPN'S es que son arquitecturas de red más escalables y flexibles que las WAN tradicionales. Algunos proveedores soportan la característica de administración centralizada de sus productos VPN, esto representa una fuerte característica de seguridad y un buen mecanismo para la resolución de problemas. En cuanto a la seguridad la conexión de VPN través de Internet es cifrada. El servidor de acceso remoto exige el uso de protocolos de autenticación y cifrado. Los datos confidenciales quedan ocultos a los usuarios de Internet, pero los usuarios autorizados pueden tener acceso a ellos a través de la

VPN [10]. Cuentan con dispositivos de seguridad como los firewalls, además de contar con certificados digitales.

Una de las empresas que ha implementado esta tecnología es Volkswagen de México. Dicha empresa implementó un sistema para eficientar el proceso de compra y venta de sus automóviles, y Gedas North América fue la compañía encargada de instalar la red de comunicación Dealer Communication Systems (Sistema de Comunicación de Concesionarios; DCS). Por medio de esta red, 190 concesionarios distribuidos a lo largo de la República Mexicana están conectados para realizar todas sus transacciones, desde el pedido de autos hasta su facturación. Dentro de la localidad de Ciudad Obregón también se encuentran empresas que utilizan esta tecnología de comunicación una de ellas es Equipesca, teniendo su matriz en Ciudad Obregón enlazando sus sucursales en Mazatlán, Los Mochis, Guaymas, Hermosillo, Los Cabos Baja California Sur y San Carlos Guaymas.

C. Enlaces Inalámbricos

Los enlaces inalámbricos son sistemas de comunicación, los cuales están pensados para empresas que necesitan tener conectividad entre sus sucursales, sin necesidad de pagar renta de líneas telefónicas o líneas privadas. Puede ser punto a punto o punto multipunto, es decir, se conectan dos sucursales entre sí, o bien una matriz conectarse a varias sucursales. Las características de seguridad en la WLAN (Red Local Inalámbrica) se basan especialmente en la protección a la comunicación entre el punto de acceso y los clientes inalámbricos, así como también en proteger al sistema de accesos no autorizados. Para poder llevar a cabo una conexión de este tipo, es necesario que la empresa adquiera equipo propio, así como encargarse de su mantenimiento, lo cual ocasiona una inversión fuerte.

Una de las empresas que tienen enlace inalámbrico es Rancho Grande conectando las oficinas administrativas de la empresa con los centros de operación, los cuales son: bodega de huevo, venta de huevo y planta de alimentos [6].

IV. DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO

En esta sección se describen los resultados más sobresalientes de las herramientas utilizadas para realizar el diagnóstico de la empresa tanto administrativo como técnico. Dichas herramientas permiten visualizar la posición de la firma en su industria, así como determinar que tan atractiva es esa industria. Por su parte a través del diagnóstico se detectaron las principales áreas de oportunidad así como los requerimientos en los sistemas de comunicación de la empresa.

A. Diagnóstico Administrativo.

Dentro del estudio administrativo se utilizaron diferentes herramientas para poder diagnosticar la situación de la empresa. Primeramente se utilizó la cadena de valor, la cual es una representación esquemática de la forma en que una firma agrega valor a productos para canales de distribución o clientes. Los enlaces entre actividades primarias y de apoyo, con sus canales o clientes y con sus proveedores, en gran parte determinan la eficiencia y eficacia de sus operaciones. Aquellas junto con las capacidades de actividades individuales, reflejan la aptitud de la administración para optimizar, integrar, utilizar y apalancar sus

TABLA I.- CADENA DE VALOR IDENTIFICADA EN LA EMPRESA.

Actividades primarias	Actividades secundarias
Pedido de combustible y aditivos	Compras
Recibir combustible y aditivos	Facturación
Venta de combustibles y aditivos	Recursos Humanos
	Seguridad
	Mantenimiento
	Sistemas

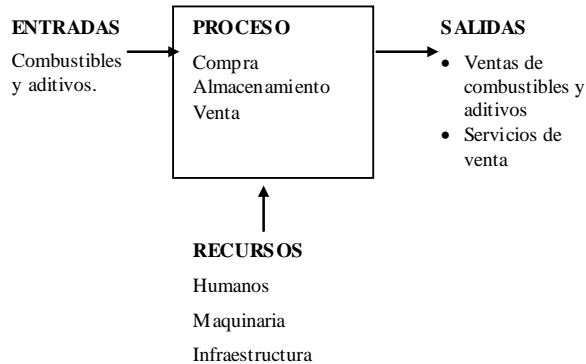


Fig. 1. Análisis de entradas y salidas.

recursos para agregar valor, satisfacer clientes y demostrar capacidad. Esta herramienta, permite diferenciar aquellas actividades que proporcionan valor a la empresa de aquellas que sólo colaboran en el logro de objetivos. La Tabla I enlista las actividades primarias y secundarias de la empresa.

Otras de las herramientas empleadas fue el modelo de las cinco fuerzas que deduce relaciones de poder entre las cinco entidades que conforman una industria: la competencia, proveedores, clientes, nuevos participantes y posibles sustitutos de la empresa. Cada una ejerce presión sobre la firma y cada una se ve afectada por la firma. Las 5 fuerzas representan barreras para nuevos participantes o diferentes segmentos de mercado, ayuda a evaluar el carácter sostenible de la posición de la firma y suministrar competencias clave en cuanto a la pertinencia de sus estrategias.

La figura 1 muestra el análisis de entrada/salida el cual permite identificar los insumos con los que opera la empresa, los procesos de transformación de recursos y suma de utilidades, así como el producto y/o servicio que ofrece como resultado de la transformación de los insumos y recursos en utilidades. Dentro de los procesos que se llevan a cabo es la compra, almacenamiento y venta de combustible y aditivos, siendo las entradas estos mismos. Por su parte como recursos, cuentan con personal capacitado para la venta de gasolina además de maquinaria como tanques, bombas para venta y sistemas de cómputo, e infraestructura para áreas de oficina despacho de gasolina. Todo esto se transforma en la venta de combustibles y aditivos ya sea de contado o por tarjeta electrónica, lo que representa el rubro de la empresa.

TABLA II.- ANÁLISIS DOFA DETECTADOS EN LA EMPRESA.

FACTOR	RESULTADOS
Debilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Solo un proveedor • Combustible condicionado • Cobranza tardía • Planeación informal • Falta de enlaces de comunicación • Falta de información • Comunicaciones deficientes
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de costos • Escasez de combustible • Nuevos competidores
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de mercado • Nuevas sucursales • Aumento de ventas • Control de información
Fortalezas	<ul style="list-style-type: none"> • Personal competitivo • Mercado estable • Aprovechamiento de recursos • Personal suficiente • Capacidad de demanda

En el análisis de sistemas se toman en cuenta todos los factores internos de la empresa con el fin de ubicar a cada uno dentro de sus funciones. En el análisis DOFA, se buscó identificar las debilidades, amenazas, oportunidades y fortalezas de la empresa, las cuales se muestran en la Tabla II. Dentro de las debilidades más sobresalientes se encontró que no poseen una planeación formal, lo cual redundará en una mala administración de la empresa, además de la falta de enlaces de comunicación que faciliten el manejo de la información. Evidentemente una de sus principales amenazas es la presencia de nuevos competidores así como la escasez de combustibles. Respecto a las principales oportunidades, se tiene la apertura de nuevas sucursales y el control de la información a través del uso de la tecnología. Finalmente una de sus principales fortalezas es su capacidad de demanda y el personal competitivo con el que cuenta la empresa.

Por último, dentro del análisis administrativo, se utilizó el diagrama de Ishikahua, con el fin de encontrar las áreas de oportunidad de la empresa y buscar una solución a aquellos problemas relacionados con el ramo de la tecnología. A través de esta herramienta se detectó la falta de control centralizado de las operaciones de cada una de las sucursales. Las causas que se encontraron son las siguientes: con respecto a la cobranza se tienen reportes y facturación tardíos; en cuanto a la venta de gasolina por tarjeta no se cuenta con la capacidad de proporcionar el servicio en todas las sucursales, debido al equipo de venta y cómputo con el que se cuenta, y además no se realiza una administración de los sistemas de información; respecto al abastecimiento de combustible, este está limitado a cantidades establecidas por PEMEX; por último, en el aspecto administrativo, la empresa de misión y visión.

B. Diagnóstico de la red actual.

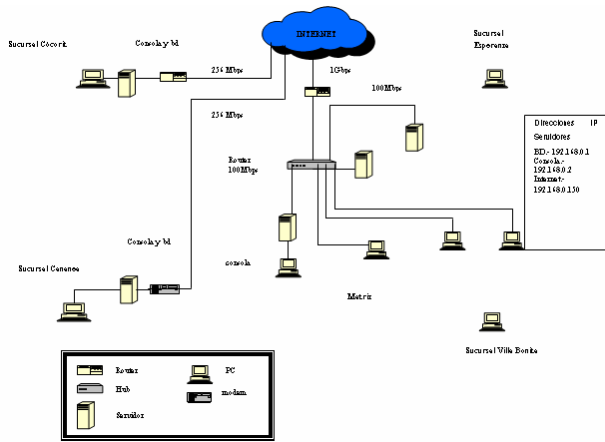


Fig. 2. Diagrama de la red actual.

Dentro de la red de la empresa se encuentra el siguiente equipo: se tienen tres servidores, uno para la base de datos, otro para consola de venta de gasolina y uno Web, además de estaciones de trabajo que se encuentran conectadas en red, sirviendo estas para llevar a cabo la facturación, expedición de tarjetas “gasocard”, y actividades de contabilidad. El equipo de conectividad que se tiene es un ruteador 3Com de cuatro puertos, encargado de enlazar las sucursales, las cuales cuentan con un servidor y una estación de trabajo, que llevan el control de la consola de venta de gasolina y actividades de facturación respectivamente. Se tiene una conexión por Dial Up mediante un

conectadas en red, y las que están conectadas tienen una tecnología de enlace de comunicaciones que no permite la administración remota de los sistemas, lo que representa un problema, pues sólo hay una persona encargada del departamento de sistemas. Además las dos conexiones de comunicación mencionadas son diferentes, esto hace que la administración sea aún más difícil de llevar a cabo, aún a distancia. Uno de los problemas que se presentan es que no se puede proporcionar el servicio de venta por tarjeta de la empresa en todas las sucursales debido al equipo de venta y cómputo con el que se cuenta. Otro de los puntos es que el mercado al que se ofrece dicho servicio es limitado, pues se ofrece a las compañías más significativas de la ciudad y algunos particulares conocidos por la empresa. Además se presentan problemas técnicos como insuficiencia en los procesos del servidor Web, pues a veces no se puede proporcionar el servicio a los clientes. Suelen ocurrir caídas de los ruteadores en las sucursales enlazadas, trayendo consigo la falta de sistemas de información, y por último no todas las sucursales están enlazadas por lo que no se lleva a cabo la utilización de los sistemas de información, así como también se carece de centralización y administración de datos.

V. PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA

A. Análisis Comparativo de las Tecnologías Analizadas

En cuanto al análisis económico de las tecnologías analizadas la inversión inicial en el 2005 de cada una de estas tecnologías se muestran en la tabla III, estimando utilizar el 10% del costo de cada una de las redes por mantenimiento anual.

TABLA III.- PUNTO DE EQUILIBRIO.

Tecnología a evaluar	Costo(pesos)	PE (pesos)
Enlace Dedicado	\$37,629.05	\$93,136.44
VPN	\$58,206.34	\$37,938.40
Enlace inalámbrico	\$204,228.72	\$146,647.96

Se llevaron a cabo diferentes técnicas para determinar cual de las alternativas es la más factible económicamente. Una de ellas fue el índice de rentabilidad en donde se obtuvo que la opción que tenía más recuperación era la VPN que obtiene 6.16% por cada peso invertido en ella. También se utilizó el período de recuperación de la inversión, teniendo la opción de la conexión inalámbrica como la más tardía en recuperar con 130 días, en enlace dedicado en 34 días y la VPN en 33. El punto de equilibrio obtenido para cada una de las opciones se muestra en la Tabla III, el cual se obtiene con la siguiente formula:

TABLA IV.- PERIODO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN DE CADA UNA DE LAS TECNOLOGÍAS.

Tecnología a evaluar	PRI (días)
Enlace Dedicado	34
VPN	33
Enlace inalámbrico	130

Punto de equilibrio = ingresos de operaciones de arrendamiento financiero - intereses pagados - los gastos de operación.

También se utilizó para validación económica el periodo de recuperación de la inversión (PRI), el cual arroja en cuanto tiempo se recuperará la inversión hecha dentro del proyecto, el cual se muestra en la tabla IV. El período de recuperación de la inversión es muy similar para el enlace dedicado y VPN, teniendo 34 y 33 días respectivamente, sólo el enlace inalámbrico tiene un período de recuperación más largo.

MODEM genérico, proporcionada por TELMEX y una segunda conexión por VPN proporcionada por MEGARED. La arquitectura de red que se utiliza en la red dentro de las sucursales es Ethernet 100BaseT, a una velocidad de 100 Mbps. Físicamente se tiene una topología de árbol y la topología lógica que se maneja es de broadcast como se muestra en la figura 2. El cableado de las instalaciones cumple con la norma 568 A-5 de cableado estructurado. La topología del cableado es de tipo estrella, con un cable para cada salida en los puestos de trabajo.

Además se utilizó el árbol de objetivos ponderados para tomar en cuenta que lo que la empresa necesitaba en cuanto a velocidad, tecnología y tipo de enlace. Esto se realizó utilizando el peso asignado por la empresa a factores como costo, seguridad, equipo, conectividad y velocidad del enlace. La tecnología que mayor ponderación tuvo fue la VPN con el 35%, siendo este el enlace más viable para la empresa cualitativa y económicamente.

No se cuenta con administración de los sistemas de información, pues algunas sucursales no se encuentran

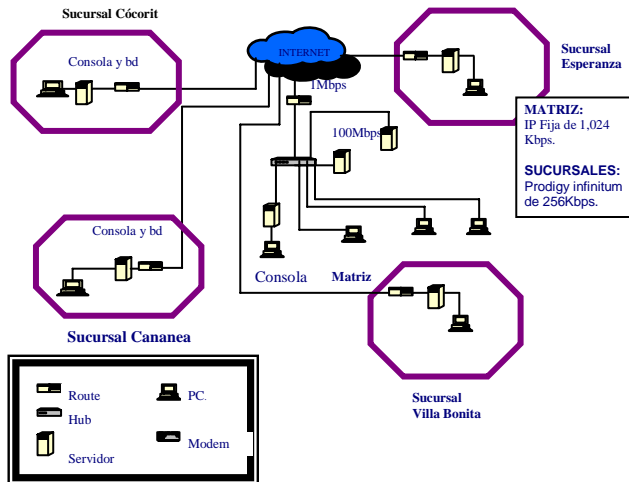


Fig. 3. Diagrama del enlace propuesto

B. Diseño de la red propuesto

El diseño propuesto se realiza por enlace de VPN. Las conexiones que se proponen para las sucursales son una conexión de 1 Mbps con IP fija en la matriz que permita soportar al servidor de base de datos y al de Internet al mismo tiempo como se muestra en la Figura 3. El servidor de base de datos consume la mitad del ancho de banda que proporciona esta conexión, es decir 512 kbps, el servidor web consume aproximadamente 384 kbps, quedando 128 kbps como reserva para cuando el tráfico aumenta o la conexión no provee el ancho de banda completo, validando este ancho de banda con la simulación realizada.

Para las cuatro conexiones de las sucursales se propone un enlace de 256 kbps, debido a que estas se conectarán a la matriz enviando la información de la base de datos, así como también permitirá la administración de los sistemas de información por medio de ellas. Una conexión de este tipo permite realizar estas actividades sin pérdidas de información, y haciendo un correcto uso del ancho de banda. Se seleccionaron ruteadores 3Com Firewall, de 4 puertos, debido a que la empresa ya cuenta con ellos y a que satisfacen los requerimientos técnicos demandados. El cableado que se propone es par trenzado Cat 5 pues cumple con el estándar de cableado estructurado y además en la empresa ya se cuenta con este tipo de cableado.

VI. VALIDACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

Para comprobar la validación del diseño se realizó una simulación de red en el software COMNET. En el diseño se especifica el funcionamiento de cada uno de sus nodos dentro de la estructura de cada una de las subredes que conforman la empresa, así como también se establece el funcionamiento de Internet, debido a que la propuesta incluye una VPN que trabaja bajo este tipo de conexión y se utiliza para la transmisión de los datos de los sistemas de información utilizados. Internet fue simulado según las especificaciones recolectadas de la entrevista al Ing. Ricardo Sánchez (2005) gerente de TELMEX. El equipo que se utilizó para el diseño de la simulación fue tomado por sus características técnicas y capacidad de almacenamiento en cuanto

TABLA V.- EQUIPO UTILIZADO PARA EL DISEÑO DE LA SIMULACIÓN.

	Tipo de conexión	Equipo de conectividad	Estándar	Servidores	Cableado
Matriz	1Mbps con IP fija	Ruteadores 3Com Netbuilder II	Giga Ethernet	xSeries 225 de IBM Modelo 86495AX, Intel® Xeon™n Procesador 2.80GHz, 512MB en Ram, disco duro de 808.8GB	Estructurado Cat 5 Conectores RJ 45
Sucursales	256 kbps				
Internet	E1	Cisco 7200 NPE-G2			

a los servidores, debido a los requerimientos de la propia empresa, estos se muestran en la tabla V.

El diseño consta del servidor de base de datos, el servidor Web y una consola para el control de los dispensarios dentro de esa sucursal. Además se tiene un grupo de trabajo conectado dentro de una Intranet Ethernet 802.3 100baseT o Fast Ethernet. La red local está conectada por medio de un ruteador 3com Netbuilder II. El ruteador está equipado con puertos duales 10/100. También funciona con el software NETBuilder con capacidad de operación integrada para NAT (Network Address Translation) y un firewall certificado por NCSA flexible y de fácil uso. El procesamiento de datos en el simulador equivale a introducir los datos de venta de gasolina por medio del software timex además de prepararlos para su envío al servidor de base de datos, en el caso de los tres equipos. Además la consola realiza la gestión de la venta de gasolina en cada una de los dispensarios de despacho, este mismo envían la información a la base de datos y recibe un acuse de recibo del servidor. El servidor Web a su vez, toma los mensajes del servidor de la base de datos cada 10 segundos de manera constante, con una distribución determinística. El grupo de trabajo es el que accede menor tiempo a la intranet, este no tiene contacto con el servidor de base de datos, ni tampoco están actualizando información al mismo. Puesto que dentro de la Intranet no genera tráfico a la conexión VPN, sólo genera tráfico interno el cual ocurre desde el grupo de trabajo, servidor Web y consola, hacia el servidor de base de datos. El servidor de base de datos contiene aplicaciones tanto para la Intranet como globales, puesto que es a donde llega la información de cada uno de los servidores que se manejan dentro de la matriz, así como también de los servidores que se encuentran en las sucursales. Se manejan aplicaciones locales debido a que el servidor Web y la consola que se encuentran en la matriz están conectados por medio de la intranet. También se manejan aplicaciones globales dentro del servidor de base de datos, pues los servidores que se encuentran en las sucursales le envían información. Las operaciones de envío de mensajes tienen un tamaño de 1024 bytes, con un intervalo de 10 segundos de forma determinística, según la aplicación que realiza el software timex.

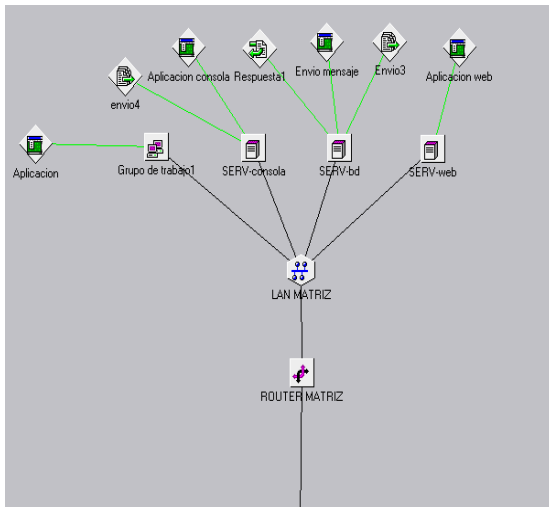


Fig. 4. Simulación de la matriz.

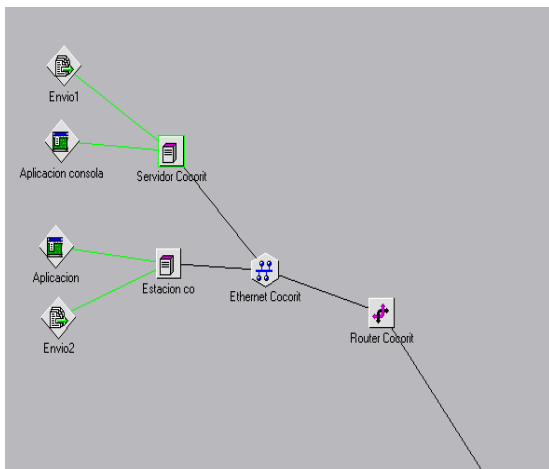


Fig. 5. Simulación de Sucursales.

En la Figura 4 se muestra el diagrama de la simulación de la matriz, tomando en cuenta el equipo de conectividad, servidores y nodos del equipo de trabajo a soportar dentro de la intranet. En cuanto a las sucursales se manejan un servidor y una estación de trabajo para consola de despacho de gasolina como se observa en la figura 5. Al igual que los servidores antes mencionados realizan las mismas tareas, solo que estos envían la información a la base de datos de la matriz del software de venta de gasolina por tarjeta "gasocard". Estos también reciben información de la estación de trabajo para la consola con el fin de llevar el control de lo vendido en esa sucursal.

Las estaciones de trabajo para consola sólo generan tráfico estando conectadas bajo Ethernet 802.3 100baseT, por medio de un ruteador 3com Netbuilder II. Las subredes formadas en cada una de las sucursales están conectadas a una red global y el enlace que une la matriz es de 1024 kbps. Los enlaces que utilizan las subredes de las sucursales son de 256 kbps. Estos enlaces están conectados a la estructura externa de la red, los cuales son 3 ruteadores CISCO 7200, debido a que es bajo la tecnología que está trabajando actualmente la dorsal de TELMEX.

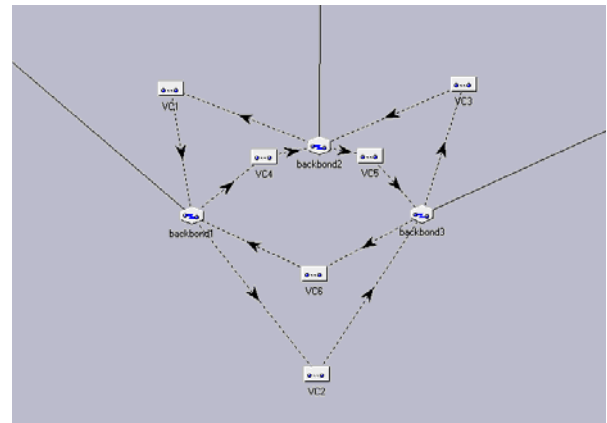


Fig. 6. Simulación de los circuitos virtuales.

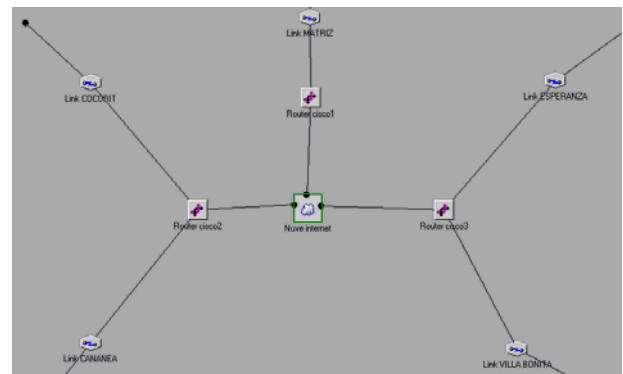


Fig. 7. Simulación de la nube de Internet

La red general o nube está basada en el protocolo de Internet, esta a su vez contiene dentro de ella enlaces virtuales para simular la VPN. Dentro de ésta se tienen tres accesos conectados a los enlaces de la red general basados en el estándar que maneja el proveedor. Esta es una conexión por medio de la línea telefónica que puede transportar datos con una velocidad de hasta 1,920 Mbps. A su vez están unidos por 6 circuitos virtuales los cuales están basados en una plataforma Frame Relay VC de alta velocidad como se muestra en la Figura 6.

Dentro de la nube de Internet se conectaron los circuitos virtuales a la estructura externa de la red, con ruteadores cisco 7200, debido a que es bajo la tecnología que está trabajando actualmente la dorsal de Telmex. En ésta se tienen tres accesos en los cuales están conectados los enlaces de la red general basados en el estándar E1 que es el que actualmente utiliza el proveedor de Internet en su estructura del dorsal. Esta es una conexión por medio de la línea telefónica que puede transportar datos con una velocidad de hasta 1,920 Mbps.

B. Interpretación de resultados.

La mayor carga de trabajo se encuentra en la matriz por lo que ese ruteador tiene una mayor carga en cuanto a recepción y envío de mensajes. A pesar de esto, no se presenta un retardo mayor de los paquetes enviados por medio de la conexión VPN, debido a que en la matriz es mayor el ancho de banda (1,024 kbps). Las sucursales tienen una carga menor debido a que ellos solamente envían mensajes al servidor de base de datos y reciben

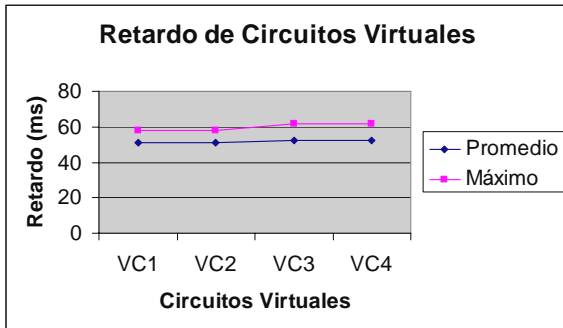


Fig. 8. Retardo de circuitos virtuales.

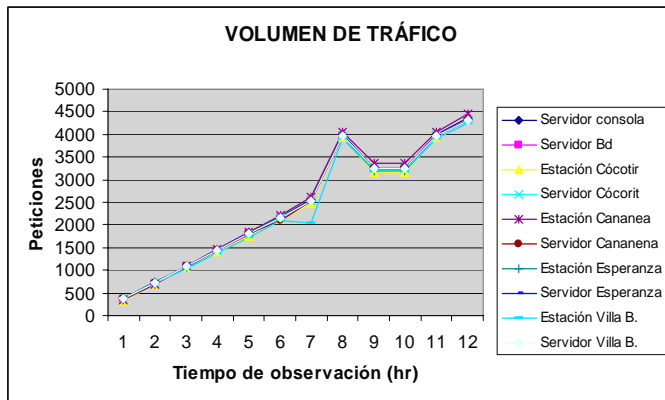


Fig. 9. Volumen de tráfico.

del mismo servidor un mensaje de acuse. El comportamiento del retardo máximo de paquetes es muy cercano entre cada uno de los ruteadores, con 3.49 segundos el máximo retardo en las sucursales, que tienen un menor ancho de banda. Estos retardos no afectan el funcionamiento del sistema Timex, puesto que tienen un margen de retardo de 5 segundos.

Se realizó la simulación, tomando en cuenta el tamaño de paquete de trama de Ethernet, con un mínimo de 64 bytes y un máximo de 1518 bytes. Dentro de estos límites se hicieron pruebas tomando 15 muestras a diferente tamaño de trama, en donde se muestra una uniformidad en el tiempo del flujo de la red, sin aumentar significativamente el promedio de retardo, siendo la variante de máximo un segundo, siguiendo de forma lineal en la mayoría de los casos en los circuitos virtuales. Se observó que el circuito virtual que más retraso presentó fue el circuito virtual cuatro en donde está conectada la matriz como se muestra en la Figura 8.

El máximo retardo de mensajes se dio entre 58 y 68 ms, teniendo un retardo de 5 segundos como máximo, lo cual es aceptable para el funcionamiento de la red, acorde a los requerimientos establecidos por la administradora de la red; pues el software Timex, que se maneja dentro de la gasolinera proporciona ese tiempo de retardo para los datos, presentando también el mayor retardo el circuitos virtual cuatro que es el que se encuentra conectado a la matriz.

Se realizó una simulación con variante exponencial que es la corresponde a Ethernet con el fin de verificar si los retardos variaban con este parámetro obteniendo que el retardo promedio dio una variante entre 51 y 52 ms, y el retardo máximo entre 58 y 62 ms. En las simulaciones realizadas con la variación de los

TABLA VI.- ENVÍO DE PAQUETES CON VARIACIÓN DE TIEMPO CON MUESTRA CADA DOS HORAS.

	2 hrs	4hr	6hr	8hr	10hr	12hr
Servidor Consola	708	1446	2179	2909	3255	4358
Servidor BD	690	1416	2151	2888	3236	4334
Estacion Cócorit	701	1403	2126	2818	3160	4333
Servidor Cócorit	720	1440	21060	2880	3240	4320
Estación Cananea	693	1477	2218	2962	3350	4464
Servidor Cananea	720	1440	2160	2880	3240	4320
Estación Esperanza	737	1429	2182	2849	3203	4325
Servidor Esperanza	720	1440	2160	2880	3240	4320
Estación Villa B.	719	1392	2089	2814	3186	4248
Servidor Villa B.	720	1440	2160	2880	3240	4320
Rechazos	0	0	0	0	0	0
Desconexiones	0	0	0	0	0	0

paquetes incluyendo con paquete exponencial, no se obtuvo ninguna desconexión de los circuitos virtuales, ni tampoco fallos de los ruteadores, por lo que la conexión funcionó correctamente en cuanto a las sesiones utilizadas por los equipos.

Se realizaron simulaciones cada hora por 12 horas de servicio, en donde se tomaron en cuenta las peticiones que hacía cada una de las estaciones de trabajo y servidores dentro de la red. El volumen de tráfico presentado dentro de la red es proporcional, es decir a mayor número de horas mayor son las peticiones realizadas por cada uno de los equipos como se muestra en la Figura 9.

Se realizaron simulaciones a diferente tiempo, es decir, cada dos horas por 12 horas de servicio, en donde se tomaron en cuenta las peticiones que hacía cada una de las estaciones de trabajo y servidores dentro de la red. El volumen de tráfico presentado dentro de la red es proporcional, es decir a mayor número de horas mayor son las peticiones realizadas por cada uno de los equipos como se muestra en la tabla VI.

Después de haber analizado las necesidades administrativas y de tecnología en la empresa gasolinera, así como también llevado a cabo la evaluación de las diferentes alternativas de enlace de comunicaciones, y la simulación de la propuesta, se determinó que la propuesta de instalar una VPN para la dicha empresa es viable tanto técnica como económicamente, ya que cubre sus necesidades de información, agilizando así sus procesos administrativos y adquiriendo beneficios en cuanto a las ventas de gasolina por tarjeta "gasocard". Esto le proporciona a la empresa una ventaja competitiva ante las demás gasolineras, que aunque proporcionan el mismo servicio le da un valor agregado para el cliente.

VII. CONCLUSIONES

La evaluación financiera que se llevó a cabo es atractiva, debido a que el período de recomendación es de 33 días. Esto es porque no se cuenta con ninguna fuente de financiamiento, es decir, la empresa absorberá el costo de la inversión por sus

propios medios económicos. Además se tendrá una recuperación de 6.16 pesos por cada peso invertido en el proyecto.

Según los resultados de la simulación, el diseño de la red funciona correctamente. Los enlaces sugeridos dan el ancho para las operaciones de envío y recepción de mensajes que se realizan dentro de la red. Dentro de la red la pérdida de paquetes en la simulación fue nula, es decir, todos los paquetes que se enviaban se recibían en su destino.

Este tipo de análisis proporciona una idea de cómo se encuentran las empresas en la región en cuanto a tecnología en redes de información. De la misma manera muestra las necesidades que se tienen dentro de las empresas locales, ya sean pequeñas o medianas empresas.

REFERENCIAS

- [1] Fred R. David (2003), "Conceptos de Administración Estratégica", Novena Edición, Prentice Hall, México.
- [2] Rodríguez Valencia Joaquín (2003) "Introducción a la Administración con Enfoque de Sistemas", Cuarta Edición Thomson Learning, México.
- [3] Saravena Carlos (2001), "Gerencia Estratégica, Cuarta Edición, Thomson Learning, México.
- [4] Cantú Delgado Humberto, "Desarrollo de una Cultura de Calidad", McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V., México.
- [5] Uyless, Black (1997) "Emerging Communications Technologies", Segunda Edición, México, Prentice Hall.
- [6] De Haro Méndez, Máximo (2004) "Diseño de un enlace de comunicaciones entre los centros de operación y la empresa, Matriz Granjas Avícolas Rancho Grande". Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Sonora, México.
- [7] López Olivares, Víctor A. (2003). Extraído el 13 de abril del 2007, Desde: <http://www.vierkon.com/cadvalor.htm>
- [8] MAXCOM, (2005). Extraído el 10 de febrero del 2005, http://www.cft.gob.mx/html/4_tar/Maxcom/maxcom3.1.html
- [9] Fernández Garza Juana María, AAAPV (1998), Extraído el 7 de febrero del 2005, desde: <http://www.aaapn.org/aaa/boletin/1998/pbol44a.htm>.
- [10] PC-NEWS, Espiñeira, Sheldon y Asociados, (2003, 16 de julio), "Seguridad, VPN o Redes Privadas Virtuales (parte II). Extraído el 2 de febrero del 2005, Desde: [http://pc-news.com/imprimir.asp?id=11&ida=1178&dis=&tit=VPN%20o%20Redes%20Privadas%20Virtuales%20\(Parte%20II](http://pc-news.com/imprimir.asp?id=11&ida=1178&dis=&tit=VPN%20o%20Redes%20Privadas%20Virtuales%20(Parte%20II)

Ruiz I. Erica C. Obtuvo el grado de Ingeniero en Electrónica en el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) en 1997 y el grado de Maestro en Ciencias en Electrónica y Telecomunicaciones, en CICESE, Ensenada Baja California, México en 2000. Ha realizado diversos proyectos relacionados con sistemas de comunicaciones ópticas así como en el performance de redes de alta velocidad. Actualmente labora como profesor/investigador de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Eléctrica del ITSON.

