



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN SAN PARA EL BANCO
INTERAMERICANO DE DESARROLLO REPRESENTACIÓN EN ECUADOR**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniera en Sistemas de Computación e Informática

Profesor Guía
Ing. Andrés Angulo

Autor
Susana Alejandrina Toro Romero

Año
2012

DECLARACION DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Ing. Andrés Angulo

0401109665

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Susana Alejandrina Toro Romero
0703692699

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer extensivo mi agradecimiento sincero a cada uno de mis profesores que a lo largo de la carrera supieron compartir sus conocimientos y recomendaciones para acrecentar mi vida estudiantil y profesional. De manera muy especial agradezco al Ing. Andrés Angulo por todo su apoyo y orientación en el desarrollo de este proyecto, lo cual ha sido un aporte invaluable.

Además, valoro mucho y quiero agradecer a mi familia y amigos que me motivaron a emprender este reto.

RESUMEN

Este proyecto de titulación desarrolla una propuesta de implementación de una SAN que se adapte al entorno de los elementos e infraestructura de TI, que dispone actualmente la representación del BID en Ecuador.

Aprovechando las ventajas de una arquitectura SAN, se espera identificar una solución que conjugue de la manera más óptima los elementos existentes que componen su actual infraestructura, como son: los servidores físicos, la topología de la red WAN y las necesidades de salvaguardar la información.

Se busca complementar al actual entorno de virtualización de servidores con la alta disponibilidad y confiabilidad que ofrece una SAN, tanto para aplicaciones como para datos.

ABSTRACT

This project develops an implementation proposal of a SAN adapting to the environment and IT infrastructure components, currently available in IDB Ecuador's office.

Taking advantage of SAN architecture, intends to identify a solution that combines the most optimal existing elements that make up their actual infrastructure, such as: physical servers, WAN topology and needs to safeguard information.

Looking for complement the existing server virtualization environment with high availability and reliability offered by a SAN, both for applications such as for data.

ÍNDICE

1	Capítulo I: Introducción	1
1.1	Generalidades	1
1.2	Red de área de almacenamiento	3
1.2.1	Orígenes y fundamentos de una SAN	6
1.2.1.1	Evolución de los dispositivos de almacenamiento	7
1.2.1.2	NAS versus SAN.....	11
1.2.2	Arquitectura de una SAN.....	12
1.2.2.1	Infraestructura SAN.....	14
1.2.2.2	Servidores SAN.....	15
1.2.2.3	Sistemas de almacenamiento.....	15
1.2.2.4	Software SAN.....	16
1.2.3	Ventajas de una SAN.....	16
1.2.4	Desventajas de una SAN	18
1.3	La necesidad de las redes de almacenamiento	19
1.4	Almacenamiento en la nube	20
1.4.1	Modelos de almacenamiento en la nube	21
1.4.1.1	Almacenamiento en Nube pública	21
1.4.1.2	Almacenamiento en Nube privada.....	21
1.4.1.3	Almacenamiento en Nube híbrida	21
1.4.2	Beneficios del almacenamiento en la nube	21
1.4.3	Riesgos del almacenamiento en la nube	22
1.5	Entornos recomendados para adoptar una SAN.....	23
1.6	Virtualización de Servidores y su aplicabilidad.....	24
1.6.1	Tendencias de mercado.....	25
1.6.2	Optimización de SAN para entornos virtuales	25
2	Capítulo II: Análisis y Diseño de una solución	
SAN.....	27
2.1	Antecedentes	27
2.2	Análisis de la infraestructura actual.....	28

2.2.1	Infraestructura de la red de comunicaciones	29
2.2.2	Entorno de virtualización de servidores	31
2.2.3	Almacenamiento y respaldos	35
2.2.3.1	Estrategia de respaldo	36
2.2.3.2	Estrategia para recuperación de desastres	38
2.3	Diseño de la solución SAN	41
2.3.1	Análisis FODA	41
2.3.1.1	Fortalezas	41
2.3.1.2	Oportunidades.....	42
2.3.1.3	Debilidades	42
2.3.1.4	Amenazas	43
2.3.2	Objetivos a ser cubiertos por la SAN	43
2.3.3	Optimización de la red LAN.....	43
2.3.4	Alternativas de solución	45
2.3.4.1	SAN Física	46
2.3.4.2	SAN Virtual.....	54
2.3.5	Estrategias de tareas de respaldo y recuperación de desastres...	62
2.3.5.1	Estrategia de tareas de respaldo.....	62
2.3.5.2	Estrategias de recuperación de desastres	67
3	Capítulo III: Análisis Costo Beneficio.....	77
3.1	Estudio de mercado de soluciones SAN	77
3.2	Características de las soluciones SAN disponibles en el mercado.....	80
3.2.1	EMC ² VNX.....	80
3.2.2	NetApp Fas2240	83
3.2.3	IBM Storwize	85
3.2.4	HP LeftHand P4000 Virtual SAN Appliance Software	87
3.3	Cuadro comparativo de soluciones SAN.....	89
3.3.1	Criterios de evaluación.....	89
3.3.2	Evaluación de soluciones SAN	93
3.4	Alternativa SAN a ser implementada.....	94

3.4.1 Fases de implementación	95
4 Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones	97
4.1 Conclusiones.....	97
4.2 Recomendaciones.....	98
REFERENCIAS.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Configuración típica de una SAN.....	4
<i>Figura 2.</i> Almacenamiento Integrado	9
<i>Figura 3.</i> DAS	10
<i>Figura 4.</i> NAS	10
<i>Figura 5.</i> Arquitectura SAN	13
<i>Figura 6.</i> Almacenamiento en la nube	20
<i>Figura 7.</i> Virtualización de servidores	24
<i>Figura 8.</i> Infraestructura actual de la organización.....	28
<i>Figura 9.</i> Subred de Clientes	29
<i>Figura 10.</i> Subred de Servidores	30
<i>Figura 11.</i> Subred de Respaldo	30
<i>Figura 12.</i> Arquitectura del Servidor ESX	32
<i>Figura 13.</i> Servidores virtuales alojados en los servidores ESX	35
<i>Figura 14.</i> Procesos de respaldo	37
<i>Figura 15.</i> Esquema de la estrategia de respaldo	38
<i>Figura 16.</i> Escenario 1 de recuperación de desastres	39
<i>Figura 17.</i> Escenario 2 de recuperación de desastres	40
<i>Figura 18.</i> Escenario 3 de recuperación de desastres	40
<i>Figura 19.</i> Propuesta de VLANs a ser implementadas.....	45
<i>Figura 20.</i> Switch FC.....	48
<i>Figura 21.</i> Dispositivo SAN	48
<i>Figura 22.</i> Tarjeta de red FC.....	49
<i>Figura 23.</i> Cables FC	49
<i>Figura 24.</i> Almacenamiento propuesto versus la infraestructura actual Almacenamiento.....	52
<i>Figura 25.</i> Infraestructura de la SAN Física.....	54
<i>Figura 26.</i> ESX Server	56
<i>Figura 27.</i> Nodos activos y clúster de almacenamiento	57
<i>Figura 28.</i> Comparación del almacenamiento entre el esquema actual y el propuesto.....	58
<i>Figura 29.</i> Interface iSCSI sobre TCP/IP	60
<i>Figura 30.</i> Diseño de la infraestructura propuesta utilizando una SAN Virtual	62
<i>Figura 31.</i> Respaldo en sitio con <i>snapshots</i>	65
<i>Figura 32.</i> Respaldo en sitio con cintas	66
<i>Figura 33.</i> Respaldo remoto.....	67
<i>Figura 34.</i> Escenario 1 de recuperación de desastres	69
<i>Figura 35.</i> Escenario 2 de recuperación de desastres, si la SAN es física	71
<i>Figura 36.</i> Escenario 2 de recuperación de desastres, si la SAN es virtual.....	72
<i>Figura 37.</i> Escenario 3 de recuperación de desastres, si la SAN es física	74
<i>Figura 38.</i> Escenario 3 de recuperación de desastres, si la SAN es virtual.....	75

<i>Figura 39.</i> Representación de la cuota de mercado de SAN Física.....	78
<i>Figura 40.</i> Representación de la cuota de mercado de SAN, tanto física como virtual	80
<i>Figura 41.</i> Puntaje acorde evaluación de las alternativas SAN.....	94
<i>Figura 42.</i> Fases de implementación	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de RAID estándar.....	8
Tabla 2. Diferencias entre NAS y SAN	11
Tabla 3. Servidores virtuales y su utilización	34
Tabla 4. Tipos de archivos que componen un servidor virtual	51
Tabla 5. Ventana de tiempo para tareas de mantenimiento.....	64
Tabla 6. Retención de cintas y frecuencia de respaldo	66
Tabla 7. Mejores 5 vendedores de SAN Física, acorde a sus ganancias	78
Tabla 8. Mejores 5 vendedores de SAN (física y virtual), acorde a sus ganancias	79
Tabla 9. Categorización de los criterios de evaluación de soluciones SAN.....	90
Tabla 10. Categoría Características de la SAN	92
Tabla 11. Categoría Propuesta Económica	92
Tabla 12. Cuadro comparativo de soluciones SAN	93
Tabla 13. Evaluación de las alternativas SAN	93

1 Capítulo I: Introducción

1.1 Generalidades

En toda organización, independientemente de su tamaño y del segmento de la industria a la que esta pertenezca, uno de los activos más importantes, sin duda, es la información; ya que en ella se almacena tanto la memoria institucional de la empresa, incluyendo los procesos, transacciones y datos financieros que soportan su operatividad; así como, la información vital de su planificación estratégica que le permitirá su sostenibilidad en el tiempo.

Por ello es importante en una organización, tener un plan de respaldo de la información y un plan de recuperación para prevenir la pérdida de la misma. Además, existen aplicaciones que requieren tener disponibilidad las 24 horas del día y los 7 días de la semana, esto significa que la infraestructura tecnológica, sobre todo los medios de almacenamiento, debe estar disponible y accesible todo el tiempo para atender transacciones de datos.

Hoy en día, la mayoría de las empresas guardan la información en sistemas y/o dispositivos informáticos, lo que ha ocasionado que cada vez aumente la cantidad de almacenamiento y a la vez se necesite más espacio para su respectiva copia de seguridad, saturando así los sistemas de respaldo tradicionales, sobre todo en empresas que manejan un alto volumen de información.

Tempranamente en la década de los 90, las innovaciones en el almacenamiento han producido un flujo constante de nuevas soluciones tecnológicas, incluyendo: canal de fibra (*Fibre Channel*), almacenamiento conectado a la red (NAS - *Network-Attached Storage*), *server clustering* (se aplica a los conjuntos de servidores construidos mediante la utilización de hardware común y que se comportan como si fuesen una única computadora), copia de seguridad sin servidor (*serverless backup*), copia de datos en un

punto en el tiempo (*snapshots*), acceso a cintas compartidas, almacenamiento a distancia, iSCSI (*Internet Small Computer System Interface*, es un estándar de almacenamiento basado en el protocolo IP), CIM (*Common Information Model*, es un modelo que permite la gestión unificada de ambientes que soportan a un conjunto diverso de tecnologías de almacenamiento heterogéneas) y virtualización del almacenamiento. Debido al exceso de publicidad que realizan los fabricantes, en cuanto a la capacidad de su solución, cada avance técnico proponía la discontinuidad de prácticas anteriores de almacenamiento. Sin embargo, se adopta como útil una aplicación si se acopla al entorno requerido.

En los últimos años, las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) han venido creciendo con una rapidez sin medida, esto ha generado un sinnúmero de necesidades que se han ido determinando con una serie de soluciones tecnológicas, como: dispositivos de almacenamiento, medios de conexión inalámbricos y mayor velocidad en las comunicaciones.

El proceso de copiar total o parcialmente la información de un dispositivo de almacenamiento a otro, se conoce como respaldo de la información. El riesgo de perder los datos importantes es muy alto y muy común, ya que pueden ser eliminados accidentalmente, corrompidos, fallar los dispositivos de almacenamiento o pueden ocurrir catástrofes como: incendios, inundaciones, terremotos o robo, así como también los virus informáticos pueden ocasionar pérdidas de datos. Por ello, es importante guardar una copia de seguridad de la información más relevante de una organización, para poder restaurarla en caso de eventuales desastres, garantizando su disponibilidad y su accesibilidad.

En la era pre-Internet, el manejo de almacenamiento no era un gran problema, las redes eran pequeñas y las empresas estaban empezando a darse cuenta del potencial que las tecnologías y redes informáticas tendrían en sus operaciones. La atención se enfocó en como acelerar el procesamiento de la información, de esta necesidad nació *Small Computer System Interface* (SCSI).

Debido al crecimiento de la fiabilidad y popularidad de los computadores y redes informáticas, la cantidad de datos que tenía que ser almacenado también aumentó de forma proporcional. Para ese momento, el almacenamiento fue alojado en los servidores. Sin embargo, su capacidad era muy limitada, ya que podía manejar un número finito de discos, causando cuellos de botella cuando varios usuarios trataban de acceder a la información a la vez, originando a los dispositivos de almacenamiento independientes, tales como: arreglos de discos y librerías de cintas, los mismos que podían almacenar grandes cantidades de datos. No obstante, con el crecimiento de las granjas de servidores (es un grupo de servidores de red que sirven para acelerar el proceso de cómputo mediante la distribución de la carga de trabajo entre los servidores individuales), los administradores se dieron cuenta de que las interacciones con estos dispositivos eran extremadamente lentas cuando muchos usuarios intentaban acceder a la misma información de un servidor individual en el grupo. Por tal motivo, existe la necesidad de implementar otro tipo de tecnología de almacenamiento, como una SAN.

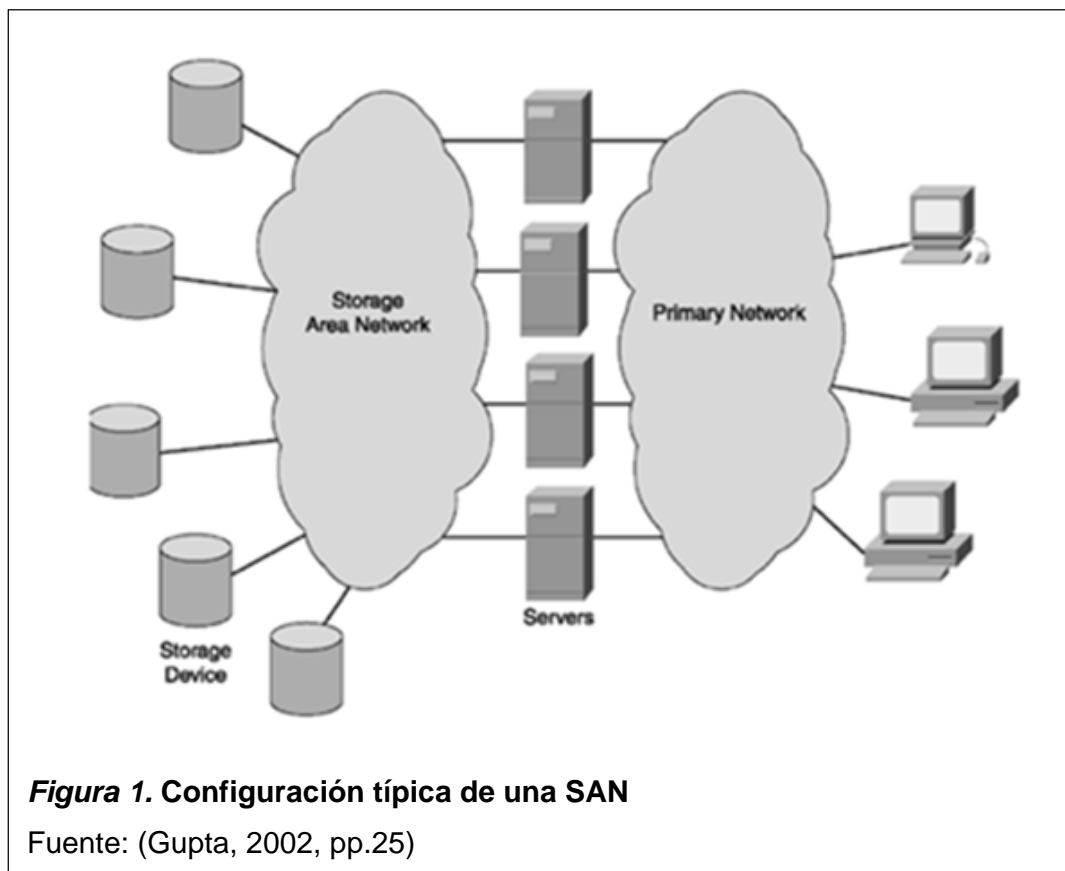
“Lo que cada organización debe tener en cuenta al momento de decidir por un correcto lineamiento de almacenamiento es que la clave está en la consolidación de los datos, preferentemente mediante un repositorio institucional que almacene y centralice todo tipo de información”.
(Riquelme, 2010)

1.2 Red de área de almacenamiento

Una red de área de almacenamiento, por sus siglas en inglés *Storage Area Network* (SAN), es un conjunto de servidores y dispositivos de almacenamiento, conectados a través de una red de alta velocidad y dedicado a la tarea de almacenar y proteger los datos. Es una infraestructura específica que abarca cualquier dispositivo que se conecta a los servidores, dispositivos de almacenamiento, o entre sí. Por ejemplo, los *switches* de canal de fibra

óptica y los cables que los conectan, son componentes típicos de una estructura SAN.

SAN es una solución de almacenamiento desarrollada para manejar enormes cantidades de datos. Como se muestra en la figura 1.1, los dispositivos de almacenamiento están conectados directamente a los servidores de red. Todos los dispositivos de almacenamiento están interconectados unos con otros para formar una red separada, que sólo se puede acceder a través de los servidores. Esta es una configuración bastante segura, ya que los dispositivos de almacenamiento están ocultos a los clientes.



Una SAN toma la relación uno a uno entre el puerto del servidor y el puerto del dispositivo de almacenamiento y crea una relación uno a muchos, tanto para puertos de servidor y de almacenamiento en el borde de la SAN. La flexibilidad

de la relación uno a muchos entre cualquier puerto particular del borde y todos los otros puertos del borde sobre la SAN permite que se lleven a cabo cualquier número de conexiones. Todos los caminos disponibles entre un par particular de puntos finales pueden ser usados para transferir datos a través de una SAN.

La naturaleza de múltiples caminos de la SAN proporciona flexibilidad, disponibilidad y escalabilidad en la configuración.

Flexibilidad: la configuración de software elimina o reduce la necesidad de volver a ejecutar por cable cuando las asignaciones o diseños de almacenamiento cambian.

Disponibilidad: múltiples caminos protegen contra errores de ruta entre los servidores y los dispositivos de almacenamiento.

Escalabilidad: El balanceo de carga a través de múltiples rutas SAN, provee una mejor previsibilidad al flexibilizar los sistemas e incrementar su utilización general.

Una efectiva fusión de las características de SAN optimizará las operaciones de almacenamiento para la mayoría de los sistemas y aplicaciones. Mejorando la disponibilidad y escalabilidad del sistema de almacenamiento, de alguna manera también se beneficiarán casi todas las aplicaciones.

En otras palabras, una SAN es una entidad organizada que conecta a servidores y dispositivos de almacenamiento a una red de alta velocidad, y por esta razón, muchas veces se la denomina como “la red detrás de los servidores”. Una SAN también establece una conexión mediante una relación muchos a muchos, utilizando elementos activos de interconexión de una red, como son: *routers*, *gateways*, *hubs* y *switches*. Esto permite eliminar la conexión dedicada entre un servidor y su repositorio de datos, y el tradicional

concepto de que el servidor es el propietario y administrador de los dispositivos de almacenamiento. Además, elimina cualquier restricción a la cantidad de datos que un servidor puede acceder, que a la vez está limitado por el número de dispositivos de almacenamiento conectados al servidor individual. En su lugar, una SAN inserta la flexibilidad de trabajar en red que permitir que un servidor o varios servidores heterogéneos puedan compartir una utilidad de almacenamiento común. Adicionalmente, la utilidad de almacenamiento puede ubicarse lejos de los servidores que la utilizan.

1.2.1 Orígenes y fundamentos de una SAN

Algunos vendedores, asociaciones industriales y organizaciones de normalización se esforzaron para alcanzar los estándares comunes de la industria para garantizar la interoperabilidad entre los dispositivos SAN, software y soluciones presentados por diferentes proveedores. Entre las asociaciones y organizaciones de normalización, que participaron en el desarrollo de una tecnología SAN aceptable, están: SNIA (*Storage Networking Industry Association*), FCIA (*Fibre Channel Industry Association*), IETF (*Internet Engineering Task Force*), SCSITA (*SCSI Trade Association*), IBTA (*InfiniBand Trade Association*).

SNIA es la entidad principal para el desarrollo de normas SAN. SNIA es responsable de desarrollar y promover soluciones eficientes y compatibles en el mercado. También se ha comprometido a entregar arquitecturas ampliamente aceptadas, material de referencia técnica y una educación a la amplia industria de la aplicación de los estándares a través de diversas conferencias.

Los estándares son el punto inicial para la interoperabilidad potencial de los dispositivos y software de los diferentes proveedores en el mercado SAN. SNIA, entre otros, definieron y ratificaron las normas para las SAN de hoy y lo seguirá haciendo en el futuro.

1.2.1.1 Evolución de los dispositivos de almacenamiento

La infraestructura de almacenamiento es la base confiable del resguardo de la información de una empresa. Existe una gran variedad de dispositivos que se pueden utilizar para almacenar extensas cantidades de datos. A continuación, un resumen de cómo han ido evolucionando estos medios de almacenamiento.

Sistemas de Almacenamiento en Disco

Forman el centro de cualquier infraestructura de almacenamiento. Son confiables y de alto rendimiento que pueden guardar hasta varios terabytes de datos. Estos dispositivos pueden ser utilizados en una amplia gama de plataformas. Además, son altamente escalables porque se pueden integrar en una infraestructura existente sin necesidad de someterse a actualizaciones costosas.

Arreglos de Discos

Es un conjunto de discos de almacenamiento de alto rendimiento que pueden albergar varios terabytes de datos. Se los considera altamente confiables, ya que en el caso de que varios de sus componentes fallen el dispositivo puede seguir funcionando. Un arreglo de discos puede ser o no RAID. Un Arreglo Redundante de Discos Independientes, por sus siglas en inglés *Redundant Array of Inexpensive Disks* (RAID), es un método de distribución de datos a través de varios discos de almacenamiento. Seis niveles de RAID (desde nivel 0 a nivel 5) ayudan en el uso eficiente del ancho de banda disponible. Los niveles de RAID también facilitan métodos eficientes de recuperación de datos en el caso de caídas del servidor.

Tabla 1. Niveles de RAID estándar

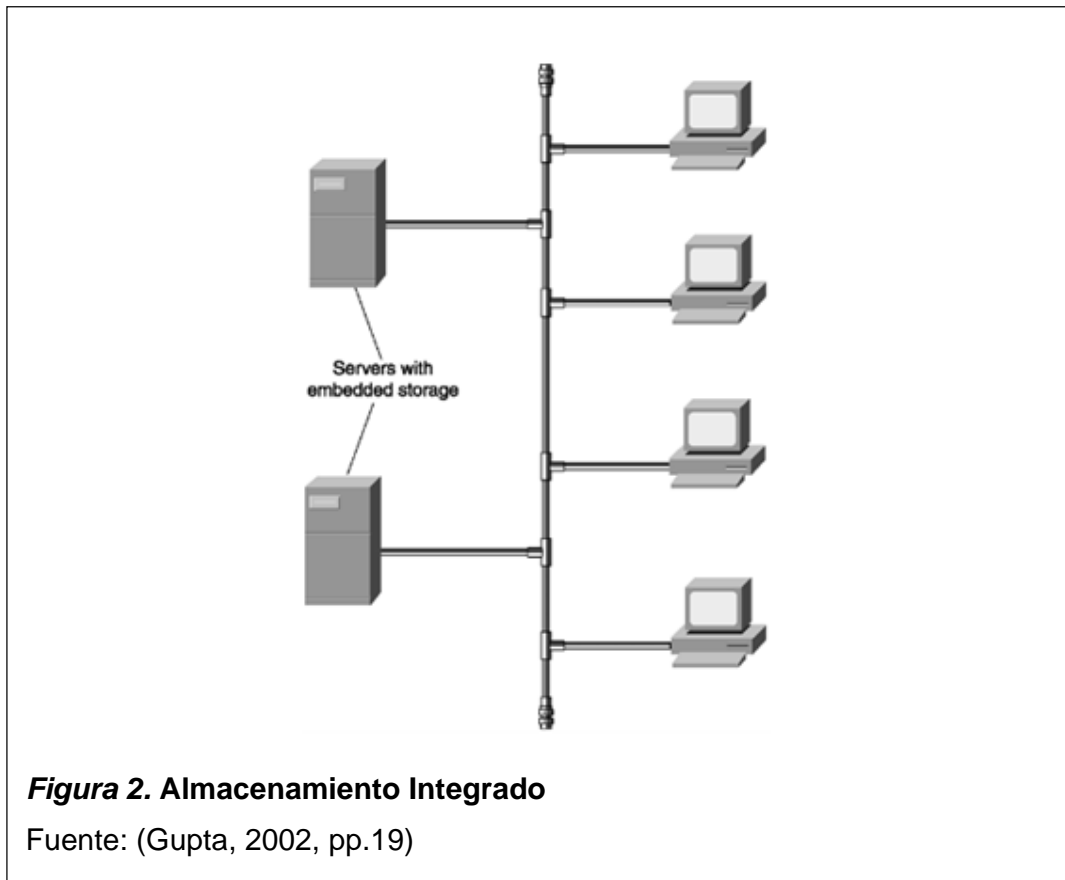
NIVEL	DESCRIPCIÓN
RAID 0	Los datos se distribuyen equitativamente entre dos o más discos sin información de paridad que proporcione redundancia.
RAID 1	Crea una copia exacta, o también llamado espejo, de un conjunto de datos en dos o más discos.
RAID 2	Los datos se dividen a nivel de bits en lugar de bloques y utiliza para la corrección de errores un código de Hamming (es un código detector y corrector de errores que lleva el nombre de su inventor).
RAID 3	Mediante un disco de paridad dedicado se utiliza una división a nivel de bytes.
RAID 4	Mediante un disco de paridad dedicado se utiliza una división a nivel de bloques.
RAID 5	Los datos se dividen a nivel de bloques dividiendo la información de paridad entre todos los discos miembros del arreglo.

Librería de Cintas y subsistemas

Es un conjunto de cartuchos de cintas que almacenan datos. También consta de un subsistema, hardware y software de administración de cintas que opera la librería. Un subsistema de cintas es la interfaz de hardware que permite la comunicación entre el procesador principal y la librería. Los cartuchos de cintas se pueden montar y desmontar por sí mismos, lo que hace innecesaria la intervención de un operador.

Almacenamiento Integrado

Es un dispositivo que está integrado en el servidor. Su capacidad de almacenar es proporcional a la que tiene el servidor para alojar los dispositivos de almacenamiento integrado. No ha demostrado ser una solución eficaz debido a que su capacidad depende de los dispositivos incorporados en el servidor.



Almacenamiento de Conexión Directa

Direct-Attached Storage (DAS) es un sistema de almacenamiento digital conectado directamente a un servidor, sin una red de por medio. Comúnmente, se lo utiliza para incrementar la capacidad de almacenamiento de un servidor. Las principales interfaces para conexiones DAS son: SCSI, ATA (*Advanced Technology Attached*), SATA (*Serial ATA*), SAS (*Serial Attached SCSI*) y *Fibre Channel*. Siendo esta una desventaja para los dispositivos DAS, ya que el número de estas interfaces en un servidor son limitadas.

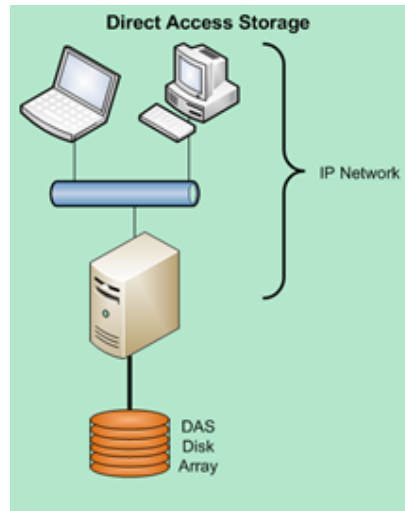


Figura 3. DAS

Fuente: (NetScribe)

Almacenamiento conectado a red

Network-Attached Storage (NAS), a diferencia del DAS, es un sistema de almacenamiento conectado directamente a la red en lugar de estar conectado a un servidor, permitiendo el acceso de datos a clientes heterogéneos.

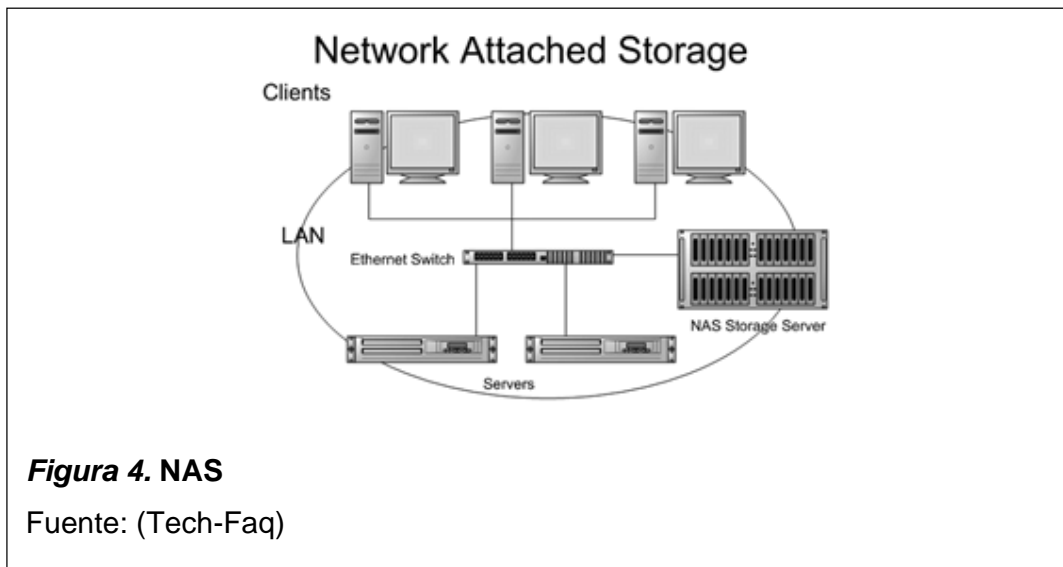


Figura 4. NAS

Fuente: (Tech-Faq)

1.2.1.2 NAS versus SAN

Los datos han experimentado un crecimiento exponencial debido a la utilización de aplicaciones que manejan datos de manera intensiva y el uso generalizado de Internet. Hoy en día, la cantidad de datos a ser procesados se ha disparado notablemente, lo que ha obligado a las empresas a implementar soluciones confiables que sean comparativamente de bajo costo y de fácil administración. NAS, en su momento, fue considerado como la mejor solución para almacenamiento en redes de área local, para Pymes (Pequeñas y medianas empresas).

SAN es la solución de tecnología de almacenamiento más reciente en el mercado, fue desarrollado para gestionar grandes volúmenes de datos de una manera segura y fiable sin degradar el rendimiento de la red.

A menudo se señala a NAS como una alternativa a las redes de área de almacenamiento. NAS y SAN comparten algunas cualidades y existe un cierto solapamiento en su aplicación potencial. Pero hay diferencias importantes, que vale la pena nombrarlas.

Tabla 2. Diferencias entre NAS y SAN

NAS	SAN
Para su conexión utiliza el mismo cableado que los demás dispositivos de la red.	Utiliza una conectividad de alta velocidad, como canales de fibra óptica o <i>switches</i> de alta velocidad. Su conexión es independiente del cableado utilizado por la red.
Para la comunicación con otros dispositivos utiliza protocolos de red (TCP, IP, IPX, SPX, etc.) y protocolos de intercambio de archivos (CIFS, NFS, etc.).	No utiliza protocolos de red ya que las peticiones de datos no se realizan a través de la LAN.
Tienen un bajo coste total de propiedad, ya que son fáciles de instalar y mantener.	Son costosos porque se necesita una considerable experiencia en instalación y gestión.
El sistema de archivos se encuentra en el dispositivo NAS.	El sistema de archivos se encuentra en los servidores de red.

Soporta sin problemas a los clientes heterogéneos.	Necesita un software especial para facilitar el acceso a los clientes heterogéneos.
Comparado con las soluciones SAN, son más lentos.	Tiene un mejor rendimiento que el NAS.

A pesar de sus diferencias, NAS y SAN no son mutuamente excluyentes y pueden combinarse como un híbrido NAS-SAN, que ofrece protocolos tanto a nivel de archivos (NAS), como a nivel de bloques (SAN) desde un mismo sistema. Sin embargo, a la hora de decidir por una técnica de almacenamiento, se deben comparar cuidadosamente sus diferencias de acuerdo a las necesidades de un entorno específico.

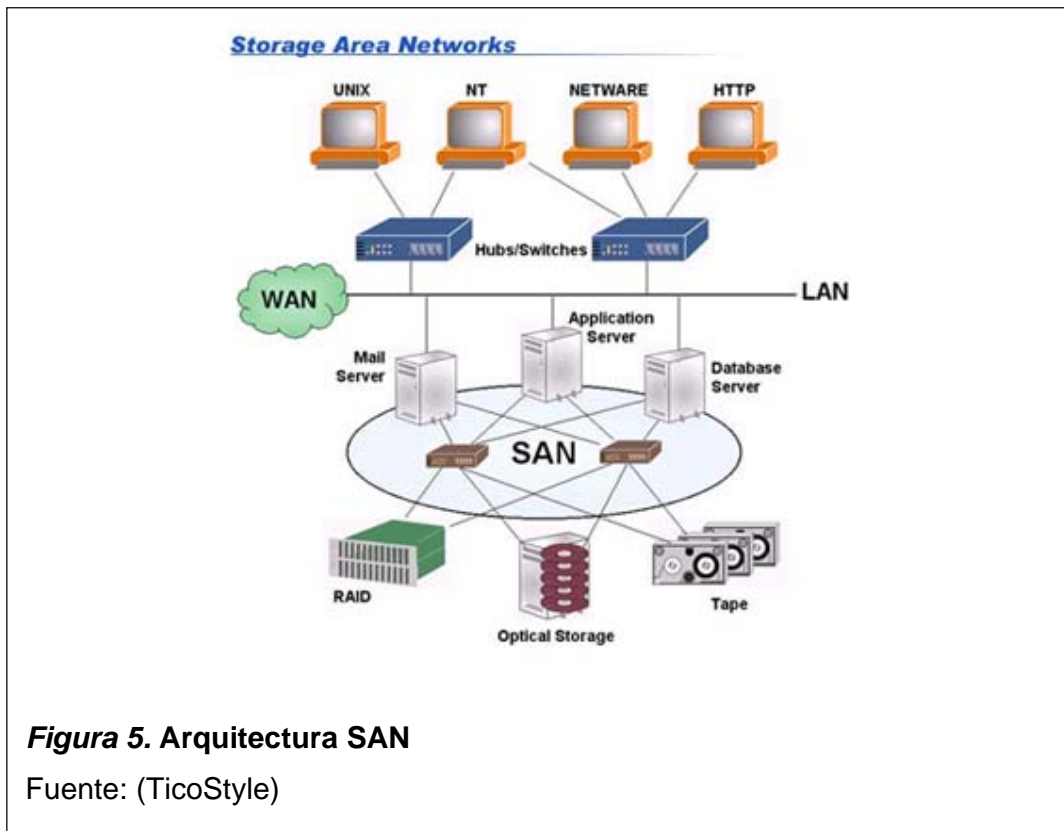
1.2.2 Arquitectura de una SAN

SAN provee una solución para un sistema de almacenamiento masivo de datos, donde la escalabilidad y la fiabilidad son los requisitos principales. La arquitectura de una SAN cumple con estos requisitos y además, elimina los conflictos comunes que se producen en un entorno de red heterogéneo. Cuando se tienen diferentes plataformas en la red, éstas pueden usar varios tipos de sistemas de archivos y las incompatibilidades resultantes pueden llevar a problemas en el intercambio de datos.

En una red de área de almacenamiento, el almacenamiento está aislado del resto de la red, siendo favorable en un entorno heterogéneo debido a la separación de los diferentes componentes de una SAN. En cualquier red, estos componentes están integrados, tales como servidores, dispositivos de almacenamiento e interconexiones. La arquitectura SAN por sí misma apoya a los sistemas heterogéneos, gracias a la externalización del almacenamiento - en una red de área de almacenamiento independiente del entorno de red-. La arquitectura SAN se divide en cuatro capas:

- Infraestructura.

- Servidores.
- Sistemas de almacenamiento.
- Software.



La arquitectura SAN separa las capas y cada una controla una tarea específica. En el DAS o NAS no se podía separar el almacenamiento del dispositivo que lo controla (el servidor de archivos). Inclusive, en el DAS los sistemas de conexión eran nativos de los servidores. A una solución SAN se la puede personalizar para abastecer a casi cualquier tipo de red.

1.2.2.1 Infraestructura SAN

La infraestructura SAN consta de tres componentes: interfaces, interconexiones y tejidos (*fabrics*).

Interfaces SAN

Son componentes físicos que se utilizan como medio de comunicación entre los dispositivos de almacenamiento y los servidores.

Existen dos tipos de interfaces: paralelo y en serie. La interface en paralelo transmite más de un paquete de datos a la vez. Mientras que, la interfaz en serie solo transmite un paquete de datos al mismo tiempo. Las interfaces de SAN proveen una metodología común para el almacenamiento de los datos y es, la forma en que la interfaz transmite los datos, independientemente de los dispositivos en cada extremo. Esto permite que los sistemas de diferentes plataformas puedan acceder a los datos a partir de un grupo centralizado de dispositivos de almacenamiento. La interfaz se cerciora de que el formato en el que se guardan los datos sea transparente para el servidor. Para los servidores, los datos están en un formato que el sistema operativo puede entender.

Interconexiones SAN

Son dispositivos físicos que conectan las interfaces con los tejidos. Las funciones de las interconexiones son la misma que la de extensores, tales como *routers* y *hubs*, en una configuración LAN. En una LAN, los extensores son usados para asegurar que los dispositivos puedan comunicarse entre sí; es decir, se aseguran que las señales procedentes de un dispositivo lleguen a su destinatario sin ninguna pérdida en la calidad de las señales.

Una interconexión es usada para conectar varios dispositivos de almacenamiento al servidor de archivos y crear una red de almacenamiento.

Tejidos SAN

Conocidos también como conexiones de red conmutadas. Son componentes físicos que conectan varias interconexiones entre sí. Son parecidos a las interfaces, excepto que los tejidos conectan interconexiones entre sí, mientras que las interfaces conectan dispositivos a las interconexiones.

1.2.2.2 Servidores SAN

Los servidores SAN están conectados a los dispositivos de almacenamiento a través de una interface, que exteriorizan el almacenamiento.

Una infraestructura SAN tiene la capacidad de adaptarse a ambientes de servidores heterogéneos. El inconveniente en el uso de diversas plataformas, es que los sistemas de archivos son incompatibles entre sí, siendo incapaces de compartir información. Sin embargo, los datos pueden ser transformados con la ayuda de aplicaciones especializadas de conversión.

1.2.2.3 Sistemas de almacenamiento

La infraestructura de almacenamiento es donde se depositan los datos confidenciales y de misión crítica. Por lo tanto, tiene que ser rápida, capaz de almacenar grandes volúmenes, fácilmente accesible, manejable y segura.

El almacenamiento de una SAN se muestra exteriorizado de la red principal y puede ser distribuido a través de la red corporativa basándose en los requisitos. Los diversos dispositivos de almacenamiento compatibles con la SAN son de alta calidad y alto rendimiento. Estos incluyen los siguientes:

- JBOD (*Just a Bunch of Disks*, sólo un montón de discos, es un conjunto de discos individuales, donde la unidad central de control provee la funcionalidad básica de escribir y leer datos desde los discos).
- RAID.
- Sistemas de almacenamiento de disco (*Disk storage systems*).
- Librerías de cinta (*Tape libraries*).
- Librerías de almacenamiento óptico (*Optical storage libraries*).

RAID es el sistema de almacenamiento más comúnmente utilizado en las soluciones SAN, debido a que proporciona un método rápido y confiable para almacenar y recuperar información.

1.2.2.4 Software SAN

Tiene como objetivo proporcionar un sistema de gestión de almacenamiento simplificado, que le permita sincronizar el funcionamiento de los otros componentes de una SAN. Además, permite un comportamiento armonizado de la SAN, gestionando todas las otras entidades, tales como la infraestructura, servidores y sistemas de almacenamiento. Controla los diferentes dispositivos SAN y sus funcionalidades.

1.2.3 Ventajas de una SAN

Hace ya algunos años que aparecieron en el mercado las redes de área de almacenamiento y éstas, a su vez, han venido evolucionando y robusteciéndose para satisfacer la creciente demanda de almacenamiento de información. Rescatando importantes beneficios que se mencionan a continuación.

- Gracias a que la SAN es una red independiente de la LAN, es decir, todos los recursos de almacenamiento están interconectados para formar una red separada detrás de los servidores y oculta a los usuarios en general, incrementa el rendimiento global de la red. Esto debido a que las interacciones entre los servidores y el almacenamiento no utilizan el ancho de banda, lo que reduce considerablemente el tráfico de red. Dando como resultado, una mejora en el rendimiento de la red.
- La mejora en la disponibilidad de los datos. En una configuración SAN, varios servidores comparten el acceso a la misma información simultáneamente. Si un servidor no está disponible, otros servidores pueden asumir el control, dando mayor disponibilidad a los usuarios.
- La gestión del almacenamiento como una entidad centralizada y consolidada, simplifica su gestión, flexibilidad, escalabilidad y disponibilidad.
- Tener copias de seguridad de los datos en sitios remotos permite protegerlos contra los desastres y ataques maliciosos. Además, agiliza el proceso de recuperación de la información en estos casos, evitando grandes pérdidas económicas a la organización.
- La escalabilidad es otra virtud de una red de área de almacenamiento. Es decir, su capacidad de almacenamiento es fácilmente extensible y casi ilimitada, permitiendo almacenar gran cantidad de datos. En una SAN es factible añadir varios recursos de almacenamiento a la red dinámicamente.
- La infraestructura de una SAN utiliza dispositivos de alta velocidad, como canal de fibra, garantizando una rápida transferencia de los datos. Además, gracias a este tipo de tecnología y a pesar de que se puede acceder a ella desde cualquier punto de la red, existe una baja posibilidad de un punto único de fallo. Así como también, al ser separada de la red primaria, son

menos susceptibles a la corrupción de datos. Garantizando una mayor fiabilidad de la información.

- La transparencia de los respaldos y las restauraciones es muy favorable con la SAN. Los respaldos de información pueden ser la principal causa de los embotellamientos en la red, esencialmente si se los ejecuta en horario normal de oficina y si los dispositivos de almacenamiento están distribuidos en toda la red. En una configuración SAN, los dispositivos de almacenamiento que necesitan ser respaldados son externos a la LAN, logrando que las actividades de respaldo sean más rápidas y transparentes a los usuarios.
- SAN además de permitir múltiples plataformas como Windows, Unix, Linux, Macintosh, etc., también soporta múltiples protocolos para la transferencia de datos (TCP/IP, IPX) y múltiples protocolos para el almacenamiento (IP, *Fibre Channel*, InfiniBand).
- La SAN es considerada como el elemento no visible a los usuarios, que se encarga del almacenamiento de los servidores. Por lo tanto, sólo se puede acceder a los recursos de almacenamiento a través de los servidores de red. Además, SAN soporta mecanismos de seguridad auditables para prevenir accesos no autorizados.

1.2.4 Desventajas de una SAN

- No siempre es fácil integrar una SAN con la tecnología existente, lo cual implica cambios en la infraestructura.
- Las redes de área de almacenamiento son altamente costosas, debido al tipo de arquitectura que utiliza y a que se requiere de una mayor habilidad para su gestión y mantenimiento.

- Hay pocos proveedores de los productos SAN debido a su alto precio y muy pocas empresas implementan este tipo de tecnologías.

1.3 La necesidad de las redes de almacenamiento

La alta velocidad en los datos críticos y la protección de los mismos, son particularidades que identifican a las organizaciones de hoy en día. Además, la cantidad de información almacenada en los servidores distribuidos está creciendo constantemente, mientras que la ventana de tiempo para ejecutar tareas de respaldo sigue reduciéndose. Para solventar estos inconvenientes, las organizaciones necesitan una solución de almacenamiento que cuente con las siguientes características:

- Alta velocidad en las tareas de respaldo que respondan a los cortos tiempos asignados para las mismas, sin que se vea afectado el ancho de banda de la red.
- Flexibilidad para conectar y compartir servidores y dispositivos remotos.
- Escalabilidad mejorada que permita expandir la infraestructura de almacenamiento sin tener que reconstruirla.
- Interoperabilidad entre sistemas heterogéneos.
- Gestión centralizada que permita reducir el costo total de propiedad.

Si bien en el pasado pudo haber sido aceptable que los servidores estén fuera de servicio por un período de tiempo, este ya no es el caso. Actualmente, el tiempo de inactividad del sistema resulta en pérdidas para el negocio, disminuyendo su posición en el mercado y ocasionando posibles desastres a una organización, independientemente de su tamaño o industria. Al contar con una solución SAN permite a una institución responder eficazmente a los

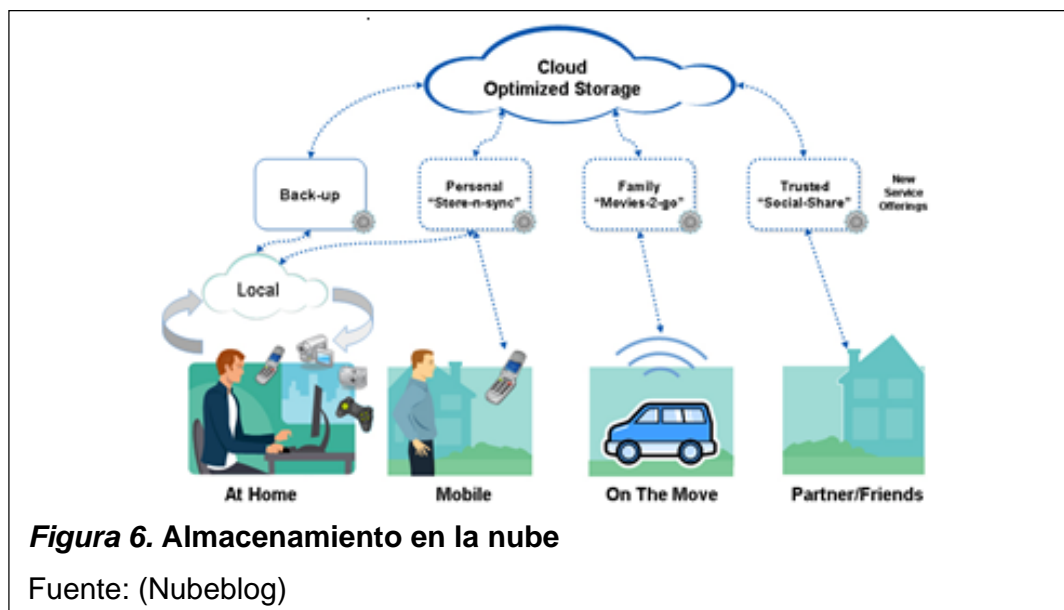
tiempos de inactividad del servicio, haciendo que ésta tecnología sea indispensable dentro de su infraestructura.

1.4 Almacenamiento en la nube

El almacenamiento en la nube es otra de las nuevas tecnologías adoptadas en la actualidad, debido a la alta demanda de almacenamiento de los datos.

Antes de definir el almacenamiento en la nube, es necesario entender el concepto de la computación en la nube (*Cloud Computing*), que no es más que un modelo que ofrece servicios de computación a través de Internet. Es decir, es una tecnología que utiliza el Internet y servidores centrales remotos para mantener los datos y aplicaciones. Permitiendo a los usuarios hacer uso de éstas aplicaciones sin necesidad de instalarlas y acceder a los datos desde cualquier dispositivo con acceso a Internet.

El almacenamiento en la nube, conocido en inglés como *Cloud Storage*, es un modelo de almacenamiento basado en red, donde los datos se guardan en múltiples servidores virtuales gestionados por terceros. Las compañías de alojamiento operan grandes centros de datos y se encargan de vender o alquilar un espacio para hospedar la información que los clientes requieran.



1.4.1 Modelos de almacenamiento en la nube

1.4.1.1 Almacenamiento en Nube pública

El servicio público de almacenamiento en la nube provee un entorno de almacenamiento multiusuario que es más adecuado para los datos no estructurados. Se basa en el modelo estándar de la computación en la nube, en el que el proveedor del servicio hace que los recursos, las aplicaciones y el almacenamiento, estén disponibles al público en general a través de Internet, pueden ser gratuitos o se ofrecen en un modelo de pago por uso.

1.4.1.2 Almacenamiento en Nube privada

El servicio privado de almacenamiento proporciona un entorno dedicado y protegido detrás de un firewall de una organización. Las nubes privadas son apropiadas para los usuarios que necesiten personalizar y tener un mayor control de sus datos.

1.4.1.3 Almacenamiento en Nube híbrida

El almacenamiento en la nube híbrido es una combinación de los otros dos modelos, arriba expuestos, que incluye al menos una nube privada y al menos una infraestructura de una nube pública. El enfoque híbrido permite a una empresa tomar ventaja de la escalabilidad y costo efectividad que un ambiente de nube pública ofrece sin exponer los datos y aplicaciones de misión crítica a vulnerabilidades de terceros.

1.4.2 Beneficios del almacenamiento en la nube

Los beneficios más relevantes del almacenamiento en la nube son los siguientes:

Escalabilidad: alquilar espacio de almacenamiento en la nube permite escoger el tamaño que sea necesario y hace muy fácil incrementar este espacio si aumentan las necesidades de almacenamiento.

Acceso a los datos desde cualquier lugar: en vista de que el almacenamiento en la nube se basa en guardar los datos en un repositorio seguro en la web, facilita el acceso a los mismos desde cualquier lugar que tenga conexión a Internet.

Bajos costos: ofrecen tarifas más bajas de almacenamiento, debido al uso más eficiente del espacio en el servidor, que tienen estos servicios. El espacio se asigna al usuario casi instantáneamente, según sea necesario. Además, resulta menos costoso utilizar el exceso de espacio en la nube que comprar un nuevo servidor o dispositivo para el almacenamiento.

1.4.3 Riesgos del almacenamiento en la nube

Algunos riesgos están asociados al uso de los servicios de almacenamiento en la nube, los más importantes son:

Fiabilidad: si un servicio de almacenamiento en la nube no tiene la infraestructura adecuada o no puede mantener varias copias de seguridad de la información almacenada, el usuario podría estar en riesgo de perderla.

Seguridad: al ser, el almacenamiento en la nube, administrado por terceros, el usuario no puede tener control físico ni de los dispositivos donde se almacenan los datos, ni de la información en sí, lo cual hace que este tipo de servicio sea menos seguro.

Error de usuario: no todos los problemas de seguridad y de fiabilidad se originan con el proveedor del servicio de almacenamiento en la nube. Se

necesita un simple error de usuario para exponer los datos a usuarios no autorizados o para eliminar permanentemente a los que no se desean eliminar.

1.5 Entornos recomendados para adoptar una SAN

Las soluciones SAN, en virtud de sus características técnicas, pueden adaptarse fácilmente a diferentes entornos. A continuación se detallan algunos de ellos:

- Ambientes heterogéneos, logrando consolidar los datos para que cualquier plataforma pueda interpretarlos utilizando un mismo lenguaje, aumentando el rendimiento al ser procesados.
- Sistemas distribuidos, donde los datos pueden estar dispersos en diferentes puntos de la red, la SAN permite centralizar toda la información en un mismo repositorio para facilitar su gestión y garantizar una alta disponibilidad y mayor protección de la misma.
- Si se desea aprovechar la infraestructura de la LAN, es necesario que ésta tenga la capacidad de manejar segmentos de red independientes, es decir VLANs (*Virtual LAN* o red de área local virtual es un método de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física), para poder separarla de la SAN y así, optimizar el tráfico de red. Si no es el caso, se requiere adquirir los dispositivos necesarios, para contar con una red basada en canales de fibra que interconecten a los componentes físicos de la SAN.
- Ambientes virtuales, una SAN también puede acoplarse a este entorno ya que tiene los componentes necesarios para mostrarse como un repositorio válido para un software gestor de virtualización. Fortaleciendo y agilizando significativamente los procesos de recuperación de desastres y estrategias de copias de seguridad.

1.6 Virtualización de Servidores y su aplicabilidad

“Virtualización es la creación, a través de software, de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento, u otros recursos de red”. (Wikipedia, s.f.)

La virtualización de servidores consiste en dividir, mediante una aplicación de software, un servidor físico en múltiples servidores virtuales independientes. Permite detener la multiplicación de los servidores físicos, optimizando sus recursos, mejorando la disponibilidad, agilizando la recuperación de desastres y centralizando la administración de los servidores.

La virtualización de servidores puede ser vista como una tendencia general en la empresa de las tecnologías de la información que incluye la virtualización del almacenamiento y de la red, así como también, la gestión de la carga de trabajo.



Mantener entornos virtuales permite incrementar la flexibilidad y la agilidad al desprender las cargas de trabajo y los datos desde el lado funcional de una infraestructura física. La virtualización involucra una inversión inicial muy sustantiva, por lo tanto implica realizar un análisis de aquellos elementos que deben ser virtualizados y las razones por las cuales se tienen que mover a ese entorno. Una empresa puede alcanzar un ahorro del 20% al 50% en los costos, mientras se ve mejorada la calidad del servicio. Luego de la virtualización de los servidores se obtiene un gratificante retorno de la inversión ya que se disminuye el consumo de energía, costos de refrigeración, espacio en el centro de datos, así como se simplifican las tareas de administración.

1.6.1 Tendencias de mercado

Los sistemas virtualizados representan un significativo avance dentro de las TICs, convirtiéndose en una de las opciones más usadas de hoy en día.

El mercado de la virtualización está creciendo rápidamente, impulsado por el hecho de que esta tecnología no es aplicada sólo a servidores, sino también a almacenamiento, sistemas operativos, aplicaciones, entre otros.

Los principales actores que ofrecen herramientas dentro del mercado de la virtualización son: VMware, Microsoft Hyper-V, Citrix, IBM.

1.6.2 Optimización de SAN para entornos virtuales

Una solución SAN virtual (VSAN) separa el medio de almacenamiento de cualquier servidor virtualizado, sin la necesidad de añadir algún hardware de almacenamiento adicional.

Con el aumento, tanto en el número como en el poder, de los servidores virtuales la demanda en los sistemas del almacenamiento se ha incrementando exponencialmente. Las organizaciones, al haber alcanzado cierto tipo de

ahorros en la utilización de servidores virtuales, tienden a la virtualización de la mayor cantidad de infraestructura como sea posible.

Típicamente una SAN tiene una estructura monolítica, que consiste en un par de controladoras detrás de un arreglo de múltiples discos. Este tipo de infraestructura rígida requiere un estrecho acoplamiento entre la carga de trabajo y el almacenamiento, haciendo dificultosa la tarea de crear un nuevo volumen, expandirse en su tamaño o moverla sin ocasionar una interrupción. Ésta arquitectura también requiere de la adquisición de capacidad de almacenamiento antes de que sea necesaria, lo cual se traduce en un alto costo de inversión inicial.

Debido a que el número de máquinas virtuales se ha incrementado, para los procesos de respaldo se hace necesaria la utilización de *snapshots* y mecanismos de replicación de los mismos, para garantizar una alta disponibilidad y una ágil respuesta ante una posible recuperación de desastres.

La solución para estos problemas es un replanteamiento de la arquitectura de almacenamiento, en tal forma que soporte y extienda los beneficios de la virtualización. Gracias a esto, aparece una solución SAN virtual para acoplarse de una manera óptima a los entornos virtuales.

2 Capítulo II: Análisis y Diseño de una solución SAN

2.1 Antecedentes

“Fundado en 1959, el Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID) es la principal fuente de financiamiento y pericia multilateral para el desarrollo económico, social e institucional sostenible de América Latina y el Caribe, con un sólido compromiso para lograr resultados mensurables, con una mayor integridad, transparencia y rendición de cuentas.

Si bien es un banco habitual en muchas maneras, también es único en algunos aspectos clave. Además de préstamos, ofrece donaciones, asistencia técnica y realiza investigaciones. Sus accionistas son los 48 países miembros, incluidos los 26 países miembros prestatarios de América Latina y el Caribe, que tienen una participación mayoritaria del BID”. (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.)

La estrategia y objetivos del Banco se han manifestado en un incremento de personal y carga de trabajo en las representaciones de países del BID. Ubicando a las oficinas de país y sus operaciones en primer plano. Esto ha ocasionado la necesidad de tener servicios de tecnologías de información (TI) más confiables, escalables y seguros.

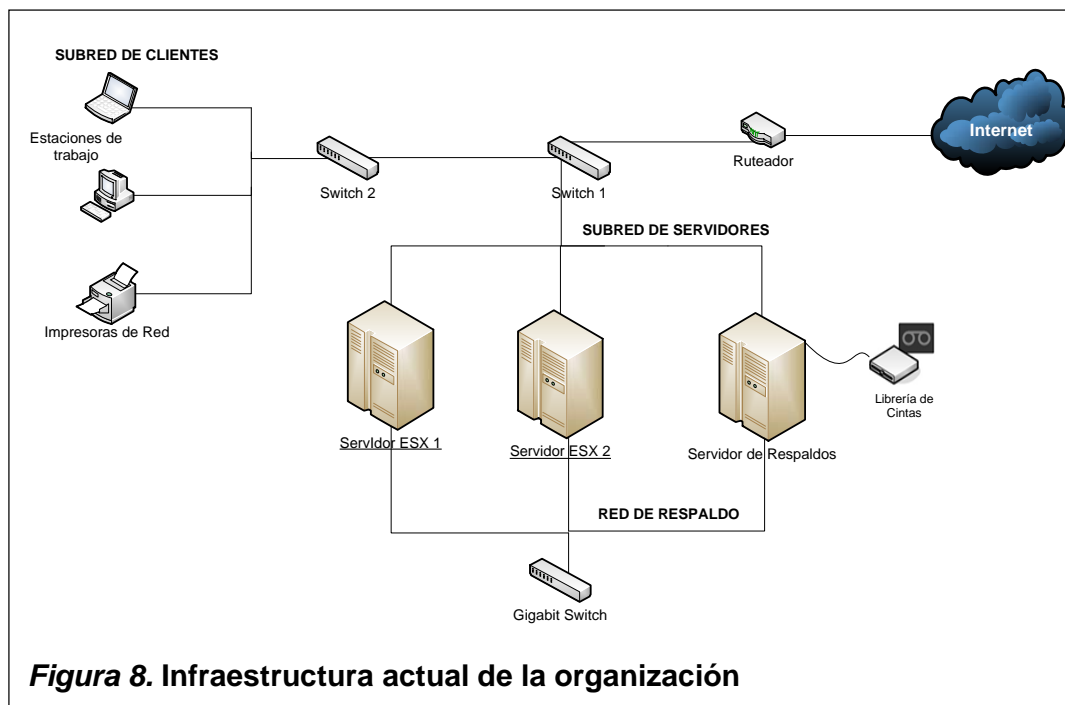
La representación del BID en Ecuador, al igual que las oficinas en otros países, debería estar propiamente equipada a fin de atender la creciente demanda de requerimientos. Por lo que algunos componentes de la infraestructura de TI tendrían que ser reemplazados, actualizados o eliminados.

Con la finalidad de mejorar la calidad y la disponibilidad de los servicios de las TICs, la infraestructura actual responde al cumplimiento de los siguientes objetivos:

- **Consolidación:** todos los sistemas están consolidados tanto física, como lógicamente mediante el software de virtualización VMware. El mismo que permite escalabilidad y una gestión dinámica de los recursos.
- **Organización:** los servidores físicos se encuentran montados sobre un *rack*, lo cual permite una optimización del espacio y evita el desorden.
- **Reforzamiento:** a estos dos objetivos, arriba descritos, se les suma un esquema integral para tareas de respaldo y recuperación de desastres. Lo que permite contar con una infraestructura robusta en la gestión de servidores.

2.2 Análisis de la infraestructura actual

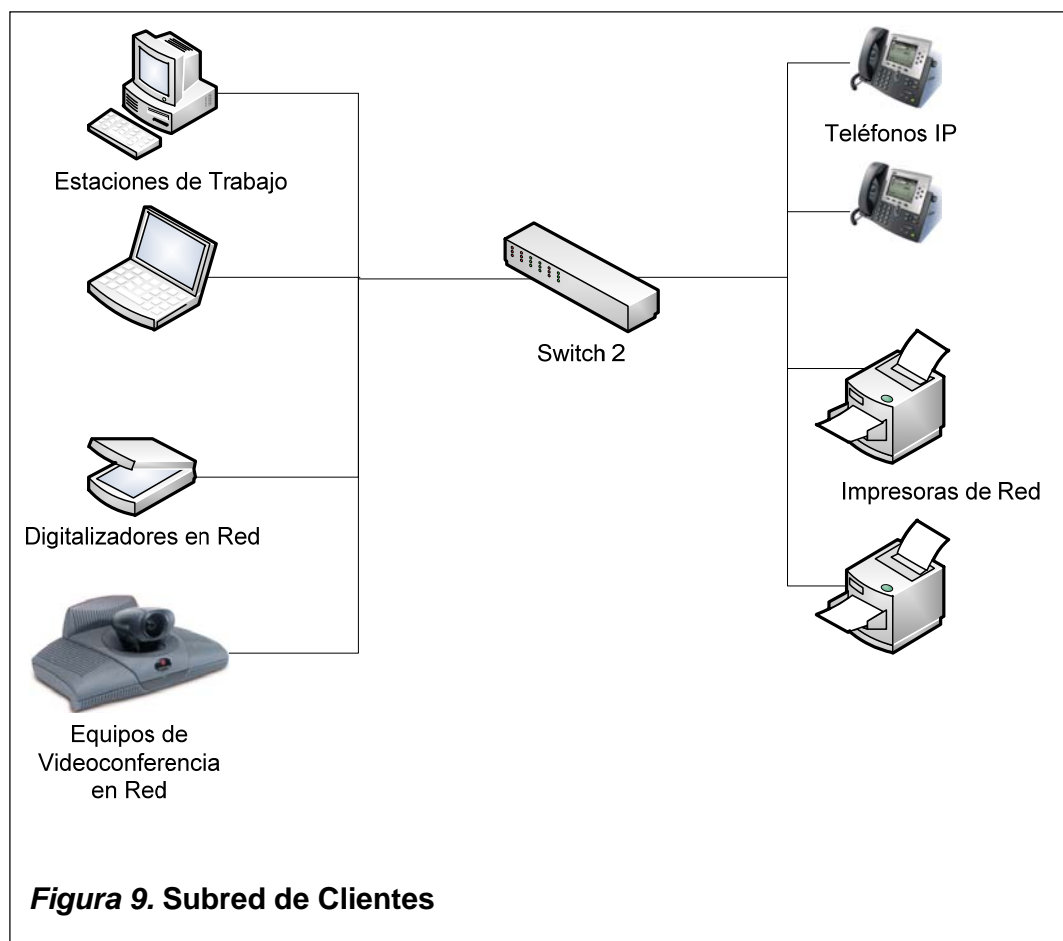
Todos los sistemas y aplicaciones necesarios para la operatividad diaria de la organización se ejecutan en un total de 13 servidores virtuales, que se distribuyen en dos servidores físicos. Adicionalmente, existe un tercer servidor físico, el cual tiene conectado una librería de cintas y es utilizado para la ejecución de tareas de respaldo. Los componentes de esta infraestructura se muestran en la siguiente figura:



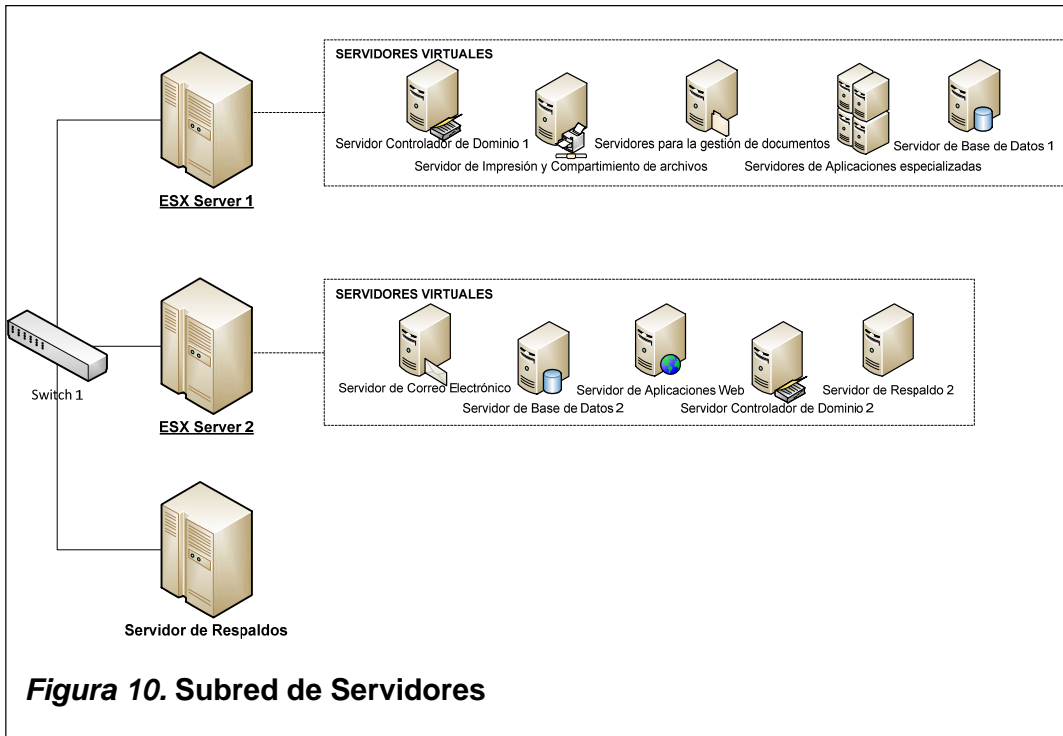
2.2.1 Infraestructura de la red de comunicaciones

La red LAN está compuesta de tres subredes, de tal forma que cada una agrupa a los elementos comunes permitiendo la optimización de su comunicación. Las mismas se detallan a continuación:

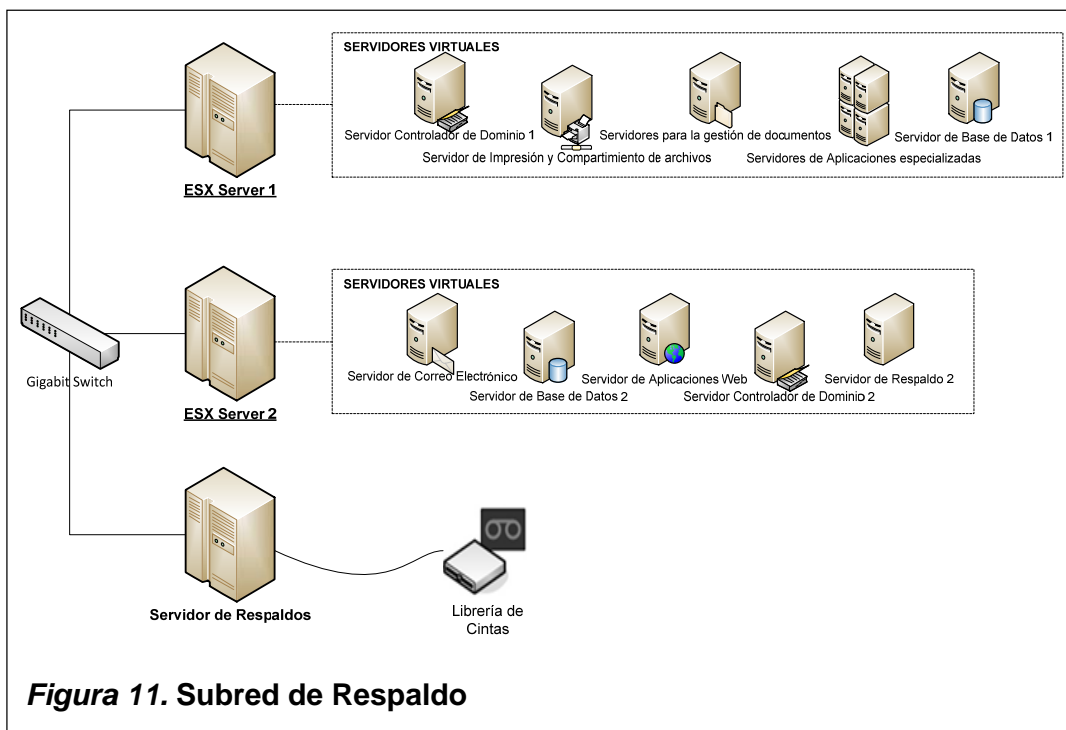
- **Subred de Clientes:** agrupa a las estaciones de trabajo de los usuarios, teléfonos IP, impresoras, puntos de acceso inalámbrico (AP) y otros dispositivos terminales.



- **Subred de Servidores:** conformada por todos los servidores virtuales que prestan servicios a los clientes.



- **Subred de Respaldo:** compuesta por tres servidores físicos, dos que hospedan al software de virtualización VMware ESX 3.5.0 y un servidor dedicado a tareas de respaldo.



Los dispositivos que componen las redes LAN y WAN son:

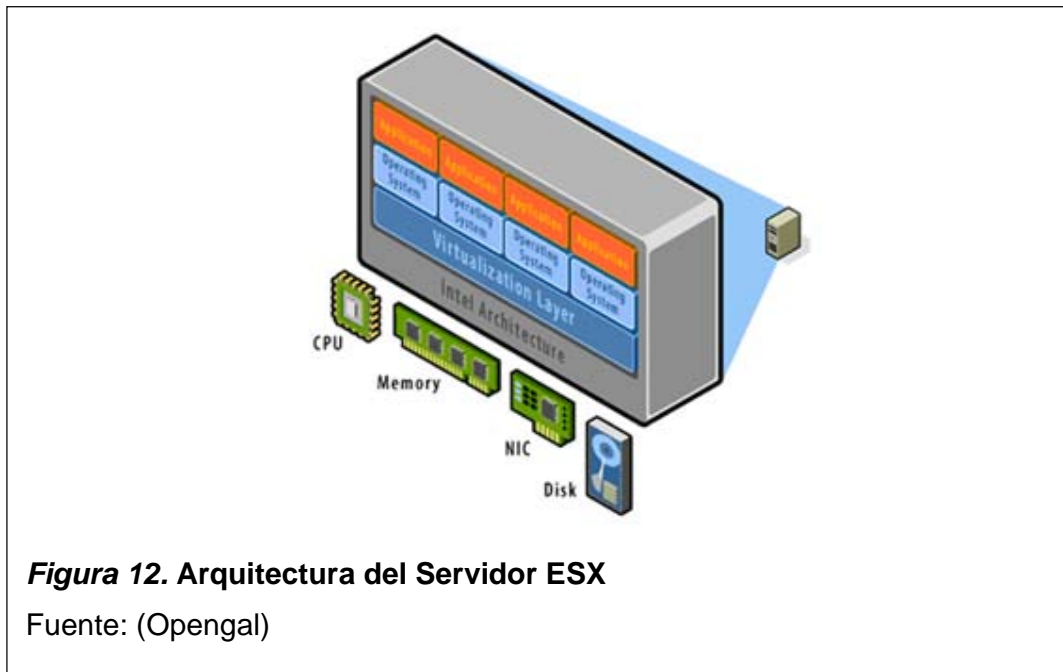
- Dos *switches* con capacidad *Power over Ethernet* (PoE) asociados a la subred de clientes.
- Un *switch Ethernet* para atender los requerimientos de la subred de servidores.
- Un *switch Ethernet* con puertos de velocidad de 1 gigabit (Gb) que atiende a la subred de respaldo.
- Un *router* para la gestión de las subredes.
- Dos *routers* para la gestión de la red WAN, mediante sus diferentes enlaces.
- Un *router* que sirve de enlace (*gateway*) para la interconexión con el proveedor de telefonía local.

2.2.2 Entorno de virtualización de servidores

El software utilizado para la virtualización de servidores es VMware ESX 3.5.0, el mismo que se ejecuta nativamente sobre el hardware, sin que dependa de un sistema operativo donde hospedarse. La capa de virtualización del servidor ESX es un núcleo de sistema operativo compacto y eficiente, similar a Linux y desarrollado por la compañía VMware para optimizar el rendimiento de las máquinas virtuales. Esto permite a los servidores ESX gestionar completamente los recursos de hardware, proporcionando seguridad y aislamiento del rendimiento.

El servidor ESX tiene la capacidad de aislar múltiples máquinas virtuales dentro de un mismo hardware. Los recursos son particionados, aislados y

dinámicamente asignados para maximizar su utilización, habilitando la gestión remota y la estandarización sobre una plataforma uniforme.



Algunos elementos claves y beneficios que provee el software de virtualización son:

- La consolidación de aplicaciones en pocos servidores.
- El incremento del rendimiento tanto en las aplicaciones, como en la infraestructura.
- La habilidad de administrar remotamente los servidores.
- Mejor control sobre las métricas de rendimiento para TI.
- Acorta el ciclo de instalación y configuración de servidores.
- La capacidad de monitorear y gestionar tareas mediante el uso de *scripts*.

- Sin necesidad de añadir elementos físicos, la capacidad de un servidor virtual puede ser incrementada.
- Permite una máxima utilización del servidor dentro de un entorno estable y seguro.
- Dispone de una interfaz de usuario que simplifica las tareas de administración.

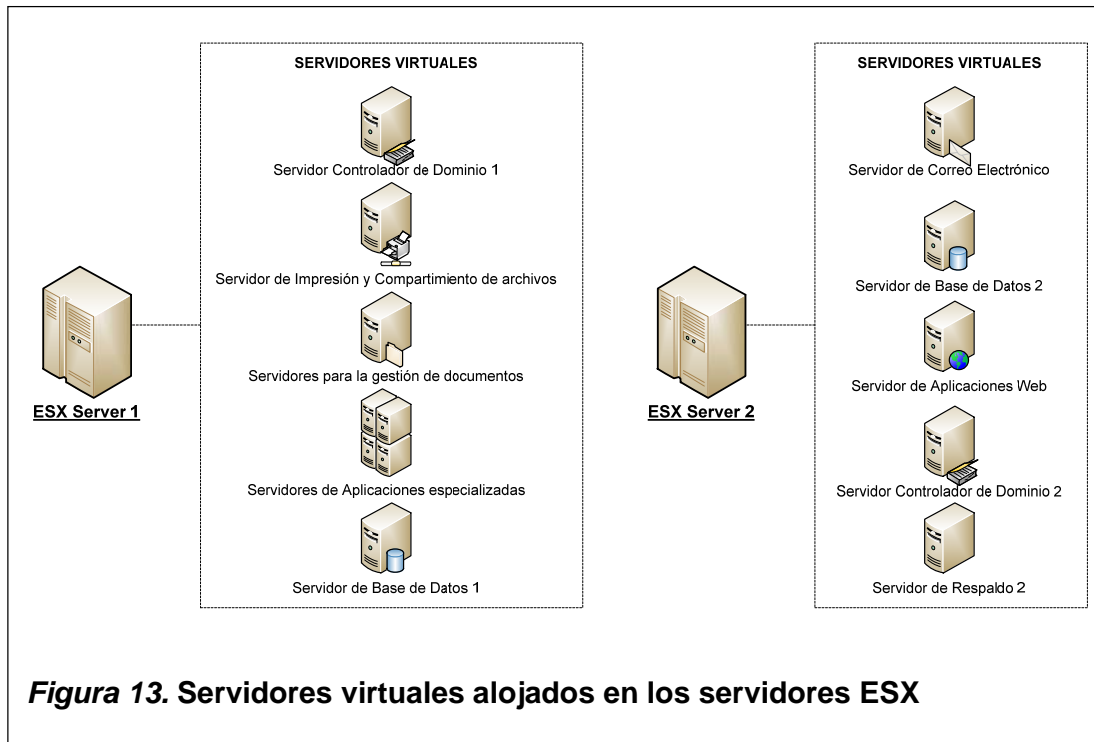
Los servidores virtuales, que se encuentran distribuidos en los dos servidores físicos, tienen instalado el sistema operativo Microsoft Windows Server 2003, con aplicaciones especializadas que brindan los siguientes servicios:

- Servidor de correo electrónico Microsoft Exchange Server 2007.
- Servidor de impresión en red y gestión de archivos a través de carpetas compartidas y seguridades del Directorio Activo.
- Servidores de base de datos Microsoft SQL Server 2008.
- Servidores para la gestión de documentos *Open Text eDocs DM 5.3*.
- Servidores de réplica del dominio de *Active Directory* y DHCP.
- Servidores de aplicaciones especializadas como: Sistema de Gestión de Correspondencia (SISCOR), Sistema de digitalización de documentos (HP MFP *Digital Sending Software*), Servidor dedicado a la distribución de actualizaciones e instalación remota de software y definiciones de antivirus (Microsoft *System Center Configuration Manager 2007 R3* y *EPO Server*).
- Servidor de aplicaciones web que brinda un servicio para el proceso de nómina, mediante *Internet Information Services (IIS)*.

- Servidor para la gestión de respaldo de la información de usuarios, mediante la aplicación BrightStor ARCserve Backup versión 11.

Tabla 3. Servidores virtuales y su utilización

SERVIDOR	SISTEMA OPERATIVO	APLICACIONES	USO
Servidor de correo electrónico.	Microsoft Windows Server 2003.	Microsoft Exchange Server 2007.	Brinda el servicio de correo electrónico a todos los usuarios de la organización.
Servidor de impresión y carpetas compartidas.	Microsoft Windows Server 2003.	Servicios de impresión y de archivos.	Gestiona las tareas de impresión y control de acceso a las carpetas compartidas.
Servidores de base de datos.	Microsoft Windows Server 2003.	Microsoft SQL Server 2008.	Gestiona las bases de datos para las distintas aplicaciones.
Servidores para la gestión de documentos.	Microsoft Windows Server 2003.	<i>Open Text</i> eDocs DM 5.3	Es el repositorio oficial de los datos de la organización y se encarga de la gestión de archivos.
Servidores de <i>Active Directory</i> .y DHCP	Microsoft Windows Server 2003.	Componentes de Windows: <i>Domain Controller</i> y DHCP.	Cumple las funciones de controlador de dominio y asignación dinámica de direcciones IP.
Servidor de Aplicaciones 1.	Microsoft Windows Server 2003.	SISCOR	Reside el sistema de control de correspondencia oficial de la organización.
Servidor de Aplicaciones 2.	Microsoft Windows Server 2003.	HP MFP <i>Digital Sending Software</i> .	Se encarga de administrar los dispositivos dedicados a la digitalización de documentos y servicios de integración con el SISCOR.
Servidor de Aplicaciones 3.	Microsoft Windows Server 2003.	Microsoft <i>System Center Configuration Manager</i> (SCCM) 2007 R3 y EPO Server.	SCCM es un sistema centralizado para administrar las actualizaciones automáticas de todos los equipos de la red. EPO Server es el repositorio central de las definiciones de antivirus.
Servidor de aplicaciones web.	Microsoft Windows Server 2003.	Componente de Windows: IIS.	Reside el sistema para la gestión de nómina.
Servidor para la gestión de respaldos.	Microsoft Windows Server 2003.	BrightStor ARCserve Backup versión 11.	Gestiona los respaldos de la información de cada usuario.



2.2.3 Almacenamiento y respaldos

Los elementos que conforman el sistema de almacenamiento y respaldos en la infraestructura actual son:

- Dos arreglos de discos, cada uno dentro de cada servidor ESX y conformado por 6 discos duros de tipo SAS, configurados para una tolerancia a fallos bajo el nivel RAID5. Con una capacidad de almacenamiento total de 3.6 TB y un rendimiento de 10000 RPM (Revoluciones Por Minuto) por disco.
- Un dispositivo externo de librería de cintas, marca DELL, modelo Powervault 122T. Se conecta mediante la interfaz SCCI y tiene la capacidad de albergar hasta 7 cintas del modelo DLT IV.

- Servidor especializado con el software de respaldo BrightStor ARCserve Backup versión 11. Se encarga de gestionar las tareas de respaldo y llevar todo el registro del adecuado manejo de las cintas, tanto en su ciclo de vida, reusabilidad y el respaldo externo.
- *Switch* marca DELL, con velocidad de conmutación de 1 Gb, dedicado únicamente a procesos de respaldo.

El almacenamiento principal lo constituyen los discos que disponen los servidores ESX, donde residen las máquinas virtuales.

2.2.3.1 Estrategia de respaldo

La estrategia de respaldo, con la que cuenta actualmente la organización, consiste en un conjunto integrado de herramientas de copias de seguridad, procedimientos y hardware previstos para solventar varios escenarios de recuperación. El servidor de respaldo tiene conectado, mediante una interfaz SCSI, un dispositivo que gestiona la librería de cintas donde realiza las copias de seguridad de la información y está configurado en una red separada, utilizando el *switch* de velocidades de gigabits, con un rango de direcciones IP diferente al de la LAN.

Los procedimientos utilizados para la gestión de los respaldos de la información de los servidores son abordados desde dos enfoques distintos y complementarios, uno se lo realiza desde el exterior y el otro al interior de las máquinas virtuales.

El respaldo exterior se refiere a guardar una copia de los archivos que constituyen la máquina virtual en sí, entre los discos duros de los servidores ESX, mediante un proceso de copia cruzada que se ejecuta cada día laborable vía *scripts* en horario fuera de oficina. Al final de este proceso se consigue el

objetivo de mantener en cada servidor ESX una copia actualizada de todas las máquinas virtuales.

Adicionalmente, se obtienen copias de seguridad a cintas magnéticas de todas las máquinas virtuales hospedadas en los dos servidores ESX, cada fin de semana. Este conjunto de cintas se guarda en un sitio remoto (*off-site*), identificado por la institución como adecuado, que, en este caso, es la caja fuerte del domicilio del Gerente General.

El respaldo interior responde al proceso tradicional de guardar cada día laborable, en cintas magnéticas, sólo la información que reside dentro de los servidores virtuales. Sin embargo, este proceso únicamente se aplica a aquellas máquinas virtuales que contienen los datos dinámicos y relevantes para mantener la operatividad de la organización. Este conjunto de cintas se guarda en la caja fuerte del sector administrativo, que constituye el respaldo en sitio (*on-site*).

En el siguiente diagrama de flujo se muestra cada proceso detallado de respaldo y su frecuencia.

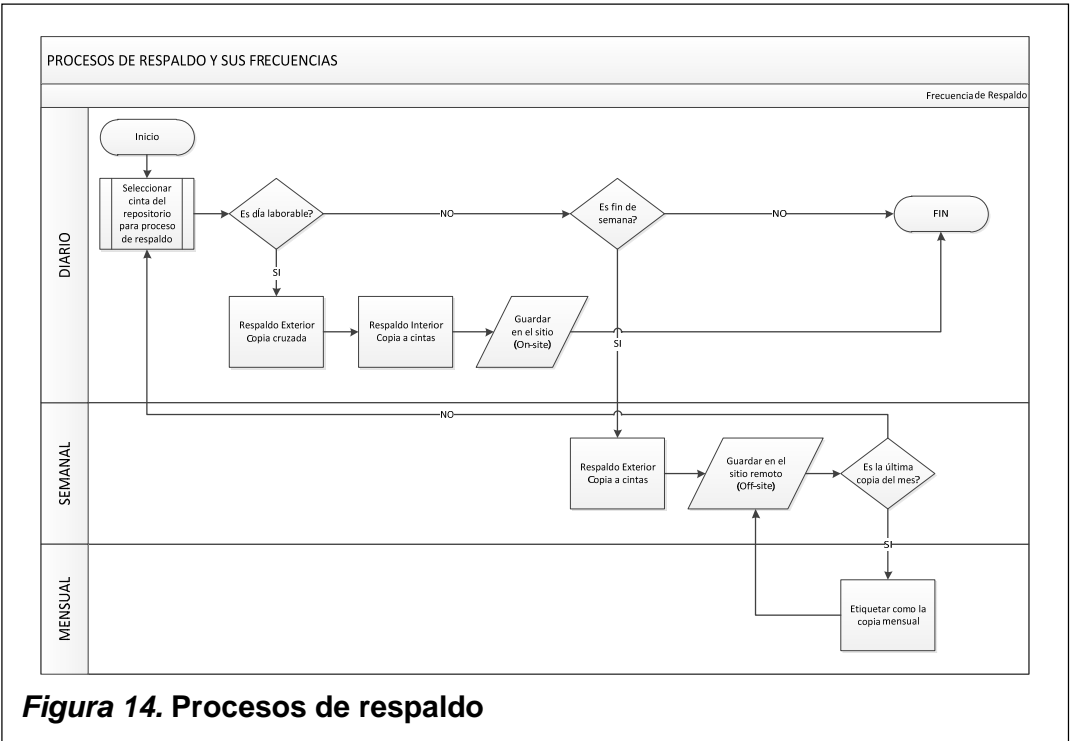
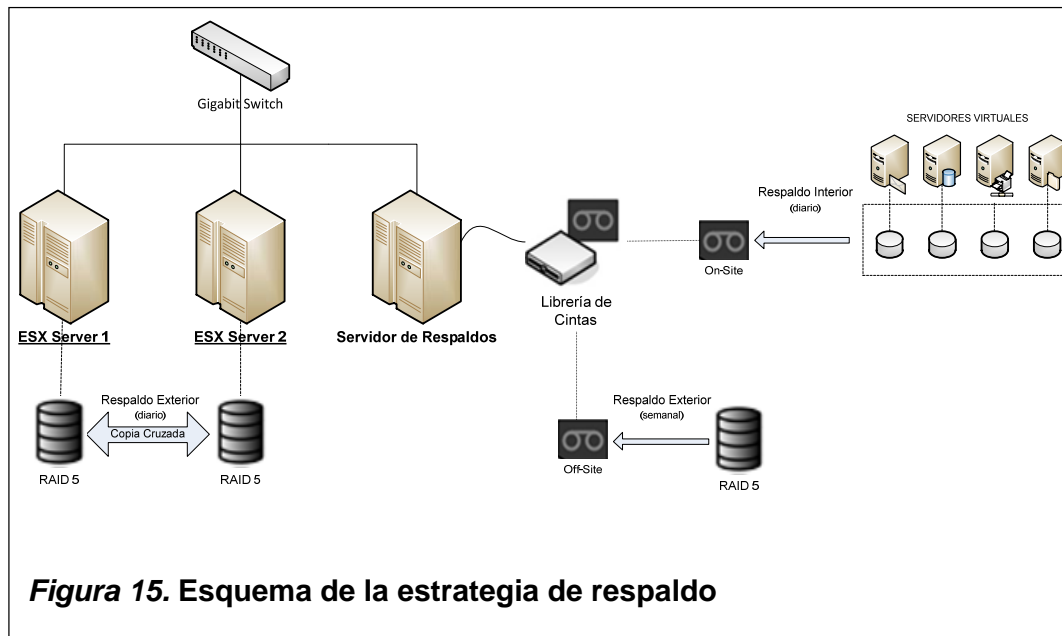


Figura 14. Procesos de respaldo

La herramienta que se utiliza para la ejecución de los procedimientos de respaldo a cintas, se hospeda en el tercer servidor físico y es el *software* BrightStor ARCserve, provisto por la compañía *Computer Associates*, que se encarga de gestionar el almacenamiento, los medios y el dispositivo. En la figura siguiente se detallan los elementos que conforman la estrategia de respaldo.



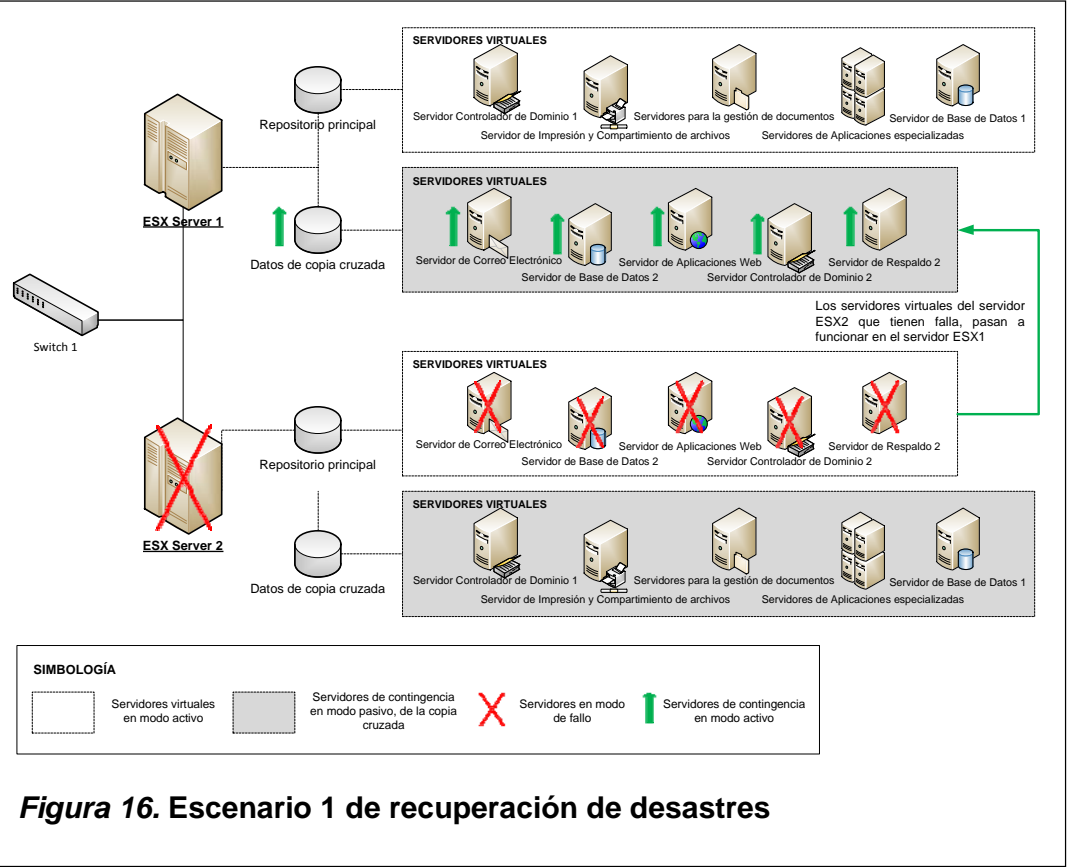
Todos estos procesos de respaldo se realizan localmente y al momento no se dispone de copias de seguridad remotos con la oficina matriz, ubicada en Washington DC.

2.2.3.2 Estrategia para recuperación de desastres

Los procedimientos para recuperar los servidores y sus datos dependerán del tipo de fallo o desastre. Las contingencias para tres posibles escenarios han sido contabilizadas, sin embargo otras estrategias de recuperación podrían resultar útiles y dependerían de las condiciones en las que se presente. Las copias de respaldo de la información, los ejercicios regulares de restauración, el almacenamiento adecuado tanto interno (*on-site*), como externo (*off-site*), un

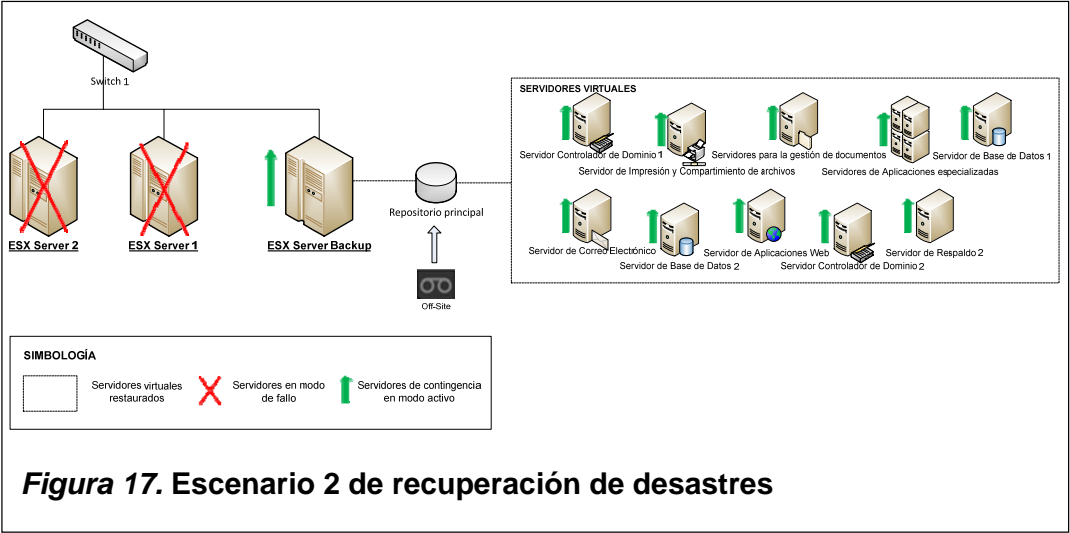
correcto etiquetamiento de las cintas y un profundo entendimiento de los procedimientos de respaldo son esenciales para determinar un apropiado y rápido proceso de recuperación en caso de que este se necesite. A continuación los procesos aplicados para los posibles escenarios identificados:

- Escenario 1: cuando uno de los servidores ESX falla. Es el proceso de restauración más rápido ya que no requiere de instalación ni configuración de *software*. En el servidor que está en línea se procede a configurar las máquinas virtuales del servidor que falló, en base a los respaldos obtenidos de la copia cruzada. El tiempo de ejecución de este proceso toma al menos 1 hora.

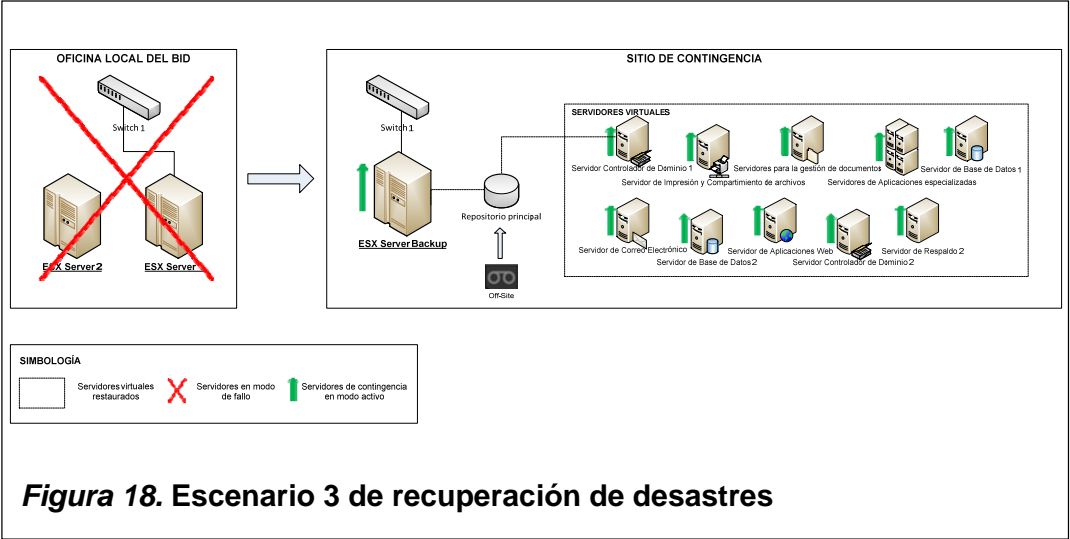


- Escenario 2: cuando ambos servidores ESX fallan. Se contacta al proveedor de hardware para solicitar un nuevo equipo con similares características a los existentes, se instala un servidor ESX y se procede a restaurar los

respaldos que están en las cintas del sitio remoto (off-site). Ejecutar este proceso toma un tiempo aproximado de 1 día laborable.



- Escenario 3: indisponibilidad de las oficinas de la organización por un largo período. Este procedimiento es similar al escenario 2, la diferencia en este caso, es que se dispone de otras instalaciones para ejecutar este proceso, que, al igual que en el escenario anterior, el tiempo de demora es aproximadamente 1 día laborable.



2.3 Diseño de la solución SAN

Partiendo del análisis detallado de los elementos que conforman la actual infraestructura, el almacenamiento y la estrategia de respaldo, con la que cuenta la organización, el diseño a proponer para la implementación de una solución SAN estará basado en el desarrollo de los siguientes temas:

- Análisis FODA.
- Objetivos a ser cubiertos por la SAN.
- Alternativas de solución.
- Desarrollo de la solución.
 - o Optimización de la LAN.
 - o Desarrollar una SAN para el entorno virtual existente.
- Estrategia de tareas de respaldo y recuperación de desastres.

2.3.1 Análisis FODA

2.3.1.1 Fortalezas

- La arquitectura de almacenamiento se sustenta en un arreglo de discos con tolerancia a fallos tipo RAID5.
- Al disponer de un entorno virtualizado ha permitido la consolidación de servidores en dos *hosts* principales.

- Mediante el proceso de copia cruzada se dispone en cada servidor un respaldo de todas las máquinas virtuales, lo cual facilita la recuperación de desastres.
- Se dispone de una red de alta velocidad y separada de la LAN dedicada a tareas de respaldo.
- Cuenta con una WAN robusta mediante redes MPLS.

2.3.1.2 Oportunidades

- La mejora de soluciones para la recuperación de desastres valiéndose del entorno virtual existente.
- Aprovechando la actual red dedicada a tareas de respaldo, se puede reutilizar su infraestructura al momento de implementar una SAN.

2.3.1.3 Debilidades

- No se cuenta con un almacenamiento consolidado ya que responde al esquema tradicional (disco del servidor), lo cual implica que se pueda tener datos duplicados.
- Los procesos de recuperación de desastres no son automatizados y toman un tiempo considerable.
- Debido al incremento exponencial de los datos, los medios de almacenamiento (cintas) de a poco son insuficientes, así como, el tiempo del proceso de respaldo aumenta.

2.3.1.4 Amenazas

- Por políticas del proveedor, el servicio de mantenimiento y provisión de repuestos del equipo de librería de cintas va a quedar descontinuada.
- La actual configuración del arreglo de discos RAID no puede responder adecuadamente a un crecimiento inesperado del almacenamiento.

2.3.2 Objetivos a ser cubiertos por la SAN

El objetivo de la organización es contar con un sistema de almacenamiento consolidado, reutilizando los componentes ya existentes, como los discos duros de los servidores ESX.

Este sistema consolidado debe ser compatible y totalmente integrado con el software de virtualización VMware.

Eliminar la duplicidad de datos mediante procedimiento de deduplicación.
Aprovechar la infraestructura de la red WAN para disponer de esquemas de redundancia de respaldo.

Mejorar la estrategia de recuperación de desastres.

La propuesta a desarrollar será una solución SAN que debe satisfacer las necesidades identificadas en los objetivos arriba descritos.

2.3.3 Optimización de la red LAN

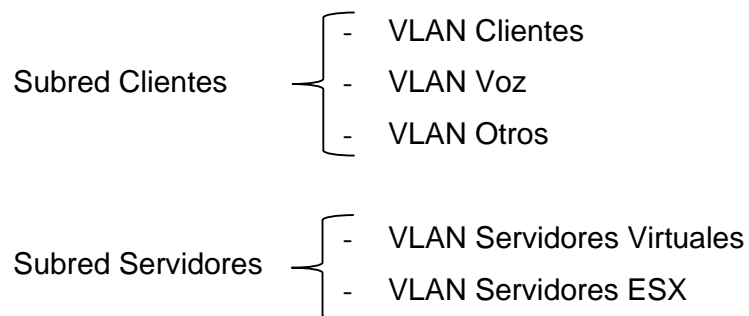
Antes de proponer las alternativas de solución se sugiere optimizar la red LAN existente. Para lograr una mayor eficiencia en los procesos, especialmente los de la SAN, es necesario contar con una red gigabit (Gb). Para ello se sugiere consolidar en un solo *switch* de capa 3, con velocidad de al menos 1Gb, para

reemplazar los otros *switches* y configurar VLANs dedicadas a cada segmento de subred existente.

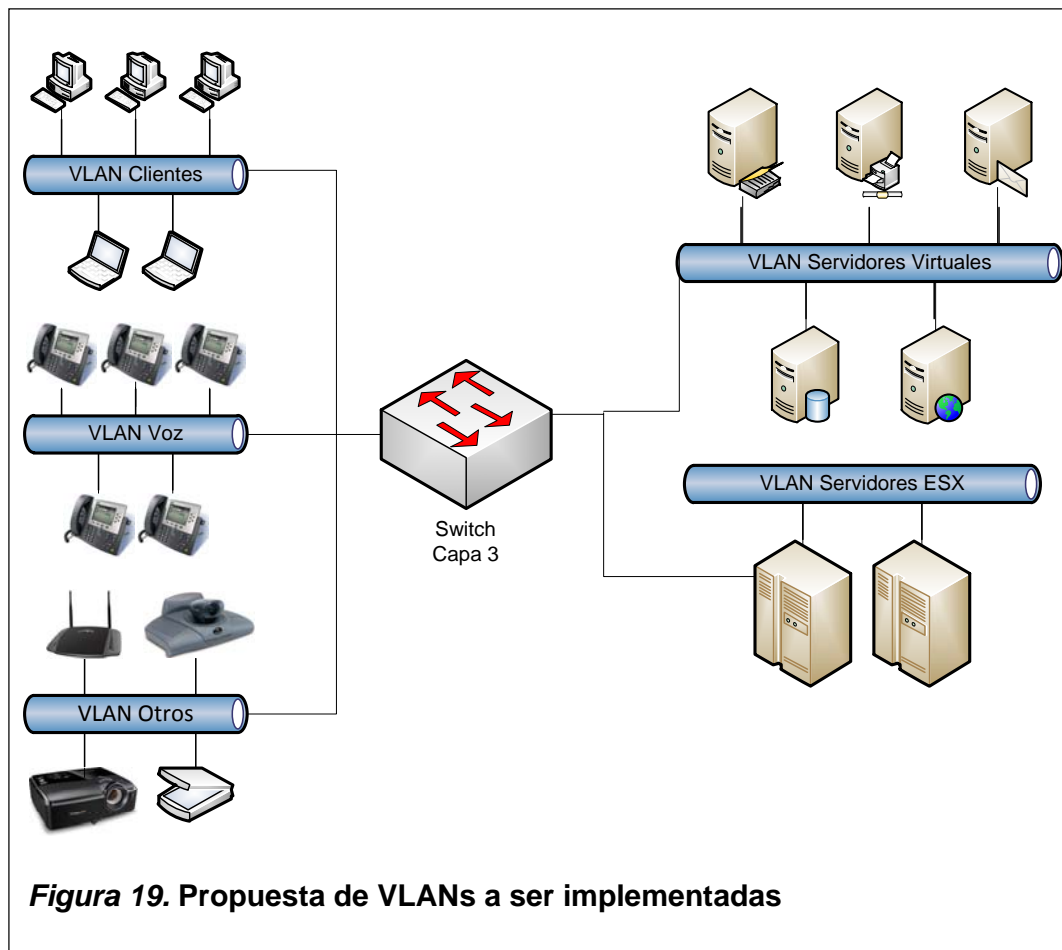
Se plantea la siguiente distribución para las VLANs:

- VLAN Clientes: en esta red se van a ubicar todas las estaciones de trabajo de los usuarios, sean computadores de escritorios y/o laptops.
- VLAN Voz: estará compuesta por todos los dispositivos de telefonía IP.
- VLAN Servidores Virtuales: será conformada por los servidores virtuales alojados en los servidores ESX.
- VLAN Servidores ESX: los dos servidores físicos ESX serán parte de esta red.
- VLAN Otros: en esta red se ubicarán todos aquellos dispositivos restantes, que forman parte de una red LAN. Como *Access Point* (AP), impresoras, escáneres, equipos de video conferencia y proyectores.

Es decir, se intenta reemplazar las actuales subredes por VLANs, de la siguiente manera:



El objetivo de dividir una red LAN en varios segmentos lógicos de VLANs es obtener una mayor flexibilidad en la gestión y en los cambios de la red que puedan presentarse, aumentar la seguridad de la información y disminuir el tráfico de red.



2.3.4 Alternativas de solución

Las alternativas de solución deben ser totalmente compatibles con el entorno de virtualización que existe en la organización, independientemente del modelo de SAN.

2.3.4.1 SAN Física

Una SAN física es una combinación de hardware y software que permite conectar los dispositivos de almacenamiento sobre una red de alta velocidad y presentarlos, ante los servidores, como un único nodo lógico.

Una SAN física tiene algunas ventajas importantes para mencionar:

- Al ser un dispositivo que se conecta a la red, simplifica el proceso de instalación y configuración.
- Garantiza la capacidad de crecimiento del almacenamiento, ya que al depender de dispositivos físicos permite añadir más discos al nodo existente o se incorporan nuevos nodos a la red.
- Este tipo de dispositivo tiene un *slot* incorporado para soportar una configuración *hot spare* (se lo utiliza como un mecanismo de sustitución por error para proporcionar fiabilidad en las configuraciones del sistema. Es un disco de reserva que permanece siempre instalado en una configuración RAID, esperando que un disco del arreglo falle para entrar en funcionamiento).
- Incorporan la opción de ampliar la capacidad y mejorar el rendimiento del almacenamiento a través de las unidades de estado sólido (SSD por sus siglas en inglés *solid state drive*, es un dispositivo de almacenamiento de datos que usa una memoria no volátil, como la memoria *flash*, para almacenar datos en lugar de los platos giratorios magnéticos de los discos duros tradicionales).
- Son totalmente compatibles con entornos virtuales.

- La implementación de una SAN física implica contar con una red independiente dedicada al almacenamiento, de alta velocidad ya que permite la utilización de canales de fibra para su conectividad.
- El software que viene incorporado con estos dispositivos permite aplicar propiedades como: *snapshots*, deduplicación y *thin provisioning*.

Como desventajas se destacan a continuación:

- Se concentra todo el riesgo de disponibilidad de una SAN, al depender de que algún componente del dispositivo falle.
- Es altamente costoso.
- Se necesita invertir en infraestructura adicional para que soporte todos los elementos activos que componen la SAN física.

Se sugiere implementar una SAN física dimensionada a soportar la capacidad de almacenamiento necesaria para la operatividad de la organización y que se adapte al entorno virtual existente.

Desde una perspectiva de alto nivel, tres son los elementos fundamentales que componen una SAN física: infraestructura de red, servidores y almacenamiento.

Infraestructura de red

Constituye una red independiente de canal de fibra (FC). Para su implementación se necesita adquirir nuevos elementos, como son: un *switch* FC, un dispositivo SAN, cuatro tarjetas de red FC, seis cables FC.

Switch FC: es un dispositivo activo de la red dedicado a la SAN que permite la interconexión de los demás componentes de la misma. Se propone adquirir un *switch* de canal de fibra con al menos 8 puertos y con velocidad de 8 Gbps. Además, que pueda ser montado en un rack con un máximo de ocupación de 2U (Unidad de medida utilizada para representar la altura del equipamiento preparado para ser montando en un rack). La mejor estrategia para tener un esquema redundante, ante una posible falla, es contar con dos *switches* configurados en redes diferentes. Debido a limitaciones de presupuesto se optará por configurar un *switch* con dos VLANs, de tal forma que se pueda contar con dos redes independientes para la comunicación entre los dispositivos activos de la SAN, que en este caso son: los dos servidores físicos y el dispositivo SAN. Para ello se dividirá el *switch* en cuatro puertos para cada VLAN.



Figura 20. Switch FC

Fuente: (HP)

Dispositivo SAN: concentra el almacenamiento mediante un conjunto de discos de tipo SAS, además cuenta con dos conexiones tipo FC para interactuar con el *switch* FC en las dos VLANs que se crearán. La propuesta es disponer de un dispositivo SAN que agrupe un total aproximado de 8 TB de almacenamiento.



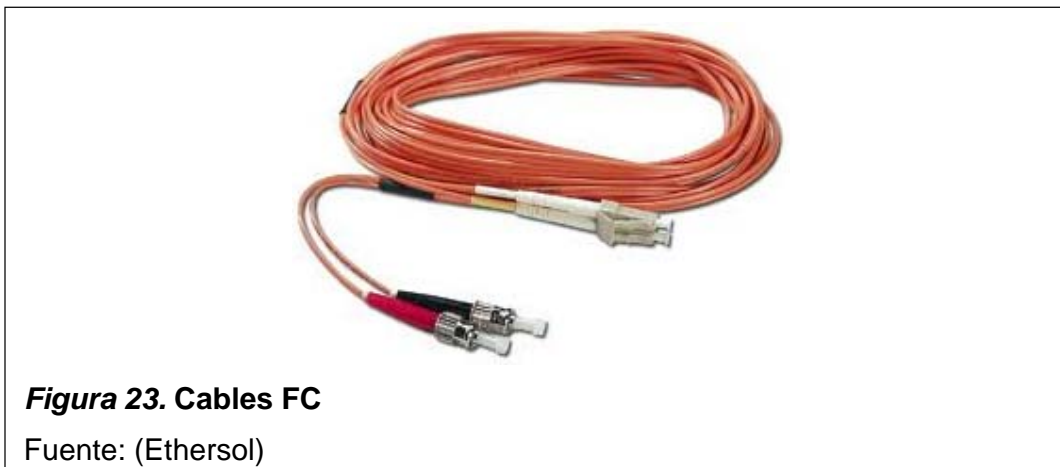
Figura 21. Dispositivo SAN

Fuente: (Great Lakes Computer)

Tarjeta de red FC: son adaptadores de red que cumplen con el estándar FC. Se sugiere comprar un total de cuatro tarjetas de red de canal de fibra, con una velocidad de 8 Gbps y que sean compatibles con los servidores físicos. En cada servidor físico se instalarán dos de estas tarjetas, cada una en un *slot* independiente, para su conectividad con cada VLAN del *switch* FC.



Cables FC: permiten la interconexión entre los dispositivos de la red. Se requiere comprar 6 cables FC para conectar cada dispositivo con su respectivo puerto en cada VLAN del *switch* FC.



Servidores

Con la implementación de la SAN se busca consolidar un único nodo de almacenamiento, donde se guarde toda la información de la organización. Es decir, se logra separar la gestión del almacenamiento de los servidores ESX, otorgando esta responsabilidad al dispositivo SAN. Sin embargo, los servidores ESX necesitan de su propio almacenamiento, únicamente para hospedar el sistema operativo VMware y el software que permita la interconexión con la SAN.

Al efectuar este esquema, los servidores físicos estarán en la capacidad de reconocer el dispositivo SAN como el repositorio de datos, liberando la tarea de almacenamiento a sus discos duros internos.

Los servidores son elementos fundamentales para componer una SAN, ya que son los actores responsables de gestionar los servicios y los sistemas de información que utilizan los datos residentes en el dispositivo especializado de almacenamiento, sirviendo de intermediario entre el usuario y los datos. Este esquema permite dar cumplimiento a los principios de seguridad informática, como son: confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información.

Además, con este diseño se otorga mayor independencia y flexibilidad a los servidores, ya que al ser separados del almacenamiento pueden manipularse, configurarse y adaptarse a las necesidades de la organización. Es decir, si a futuro existe la decisión de cambiar el actual esquema de servidores virtuales o servidores físicos o las plataformas de sistemas operativos, etc. se podrá ejecutar este proceso con mayor facilidad y agilidad, ya que al estar los datos aislados no sufrirán afectación alguna.

La estructura de los servidores virtuales también cambiará al implementar la SAN, ya que actualmente residen y utilizan todos los recursos de hardware (memoria, procesador, puertos de entrada y salida, almacenamiento) de los

servidores físicos, mientras que con el nuevo diseño seguirán utilizando los recursos de hardware de los servidores físicos a excepción del almacenamiento que ahora residirá en la SAN.

Para un mayor entendimiento, vale la pena mencionar que cada servidor virtual está constituido por al menos dos archivos uno de configuración y otro de unidad de disco:

- El archivo de configuración contiene todos los parámetros de hardware que el software de virtualización interpretará para su adecuado funcionamiento.
- El archivo de unidad de disco se creará uno por cada unidad lógica de almacenamiento que se le asigne al servidor.

Es decir, cada servidor virtual está conformado por un archivo de disco que representa la unidad lógica C:/ donde reside el sistema operativo y el *software* necesario, de ser el caso, por un segundo archivo de disco para la unidad D:/ donde se guardan los datos y además por el archivo de configuración. Con la actual infraestructura, estos archivos residen en el arreglo de discos de cada servidor ESX. Al implementar el diseño propuesto, estos archivos físicamente se alojarán en el nodo de almacenamiento de la SAN, sin embargo, al ejecutar el servidor virtual utilizará los recursos de hardware del servidor físico al que esté asignado.

Tabla 4. Tipos de archivos que componen un servidor virtual

TIPO	EXTENSIÓN	CONTENIDO
Archivo de configuración	.vmx	Contiene la información de la máquina virtual en un formato texto.
Archivo de unidad de disco C:/	.vmdk	Contiene el sistema operativo de la máquina virtual y todo el <i>software</i> funcional para su operatividad.
Archivo de unidad de disco D:/	.vmdk	Contiene los datos variables de la máquina virtual.

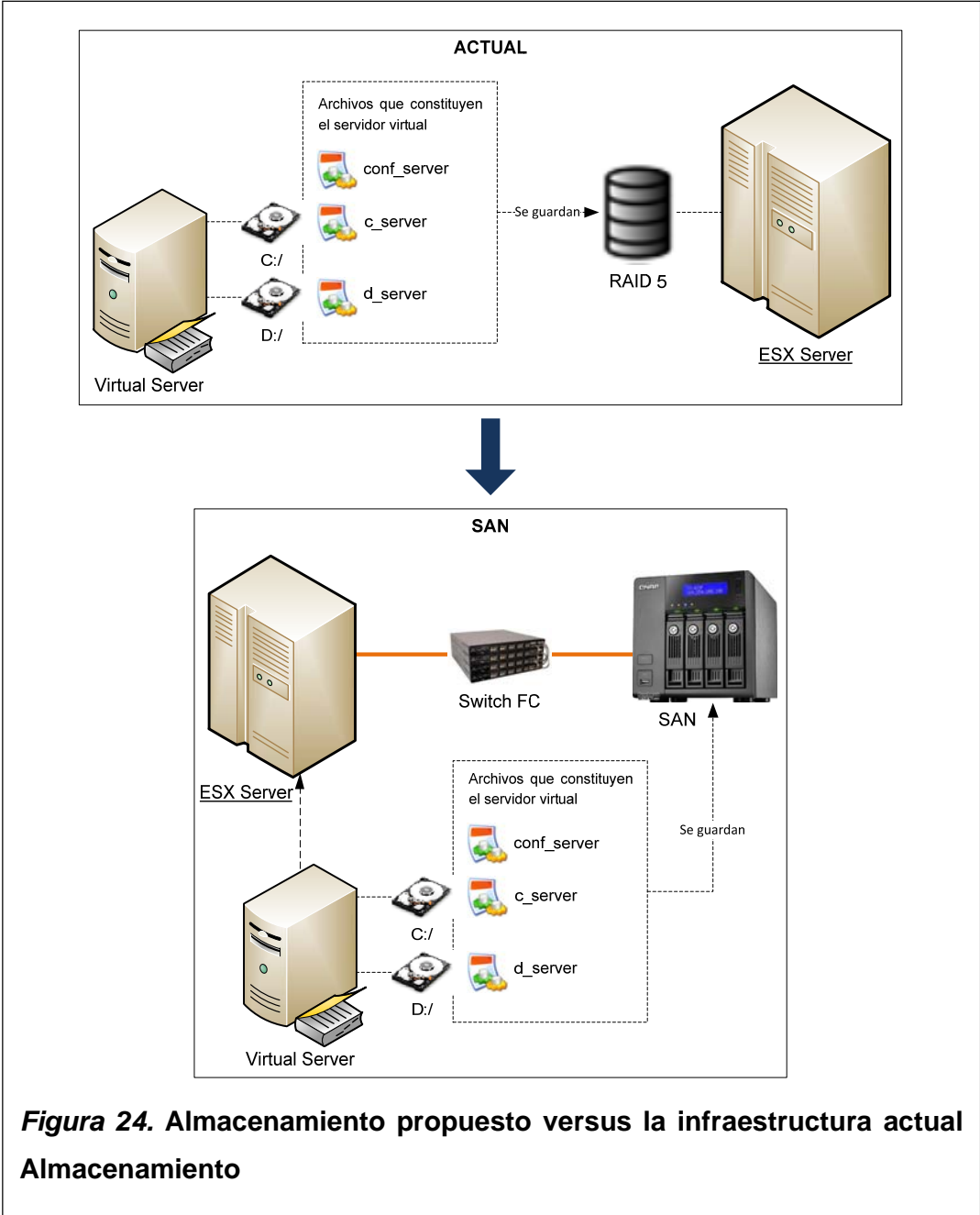


Figura 24. Almacenamiento propuesto versus la infraestructura actual
Almacenamiento

Se va a configurar el dispositivo SAN, dedicado al almacenamiento, en un arreglo de quince discos duros tipo SAS de 600 GB cada uno, bajo el nivel RAID 5. Además, un disco duro extra de 600 GB para configurarlo en modo *hot spare* y así, mejorar el tiempo de respuesta en caso de fallo del arreglo. Con este esquema de configuración, el monto total de almacenamiento disponible de la SAN será de 9 TB. Tomando en cuenta la estrategia de la

empresa de incrementar personal, lo cual implica contar con nuevos servicios locales, se sugiere duplicar el actual almacenamiento para atender un posible crecimiento a mediano o largo plazo. Además, este diseño plantea adquirir un dispositivo altamente escalable, que a futuro permita un crecimiento del almacenamiento con la adquisición e instalación de nuevos discos.

El objetivo de este proyecto es proveer una mayor seguridad, disponibilidad y escalabilidad de los datos. Mayor seguridad porque se tiene una red exclusiva para el almacenamiento a la que se puede acceder, únicamente, a través de los servidores. Mayor disponibilidad ya que tiene la capacidad de brindar el mismo rendimiento incluso en caso de que ocurra una falla. Y mayor escalabilidad ya que permite un fácil crecimiento en el espacio de almacenamiento.

Dispositivo SAN

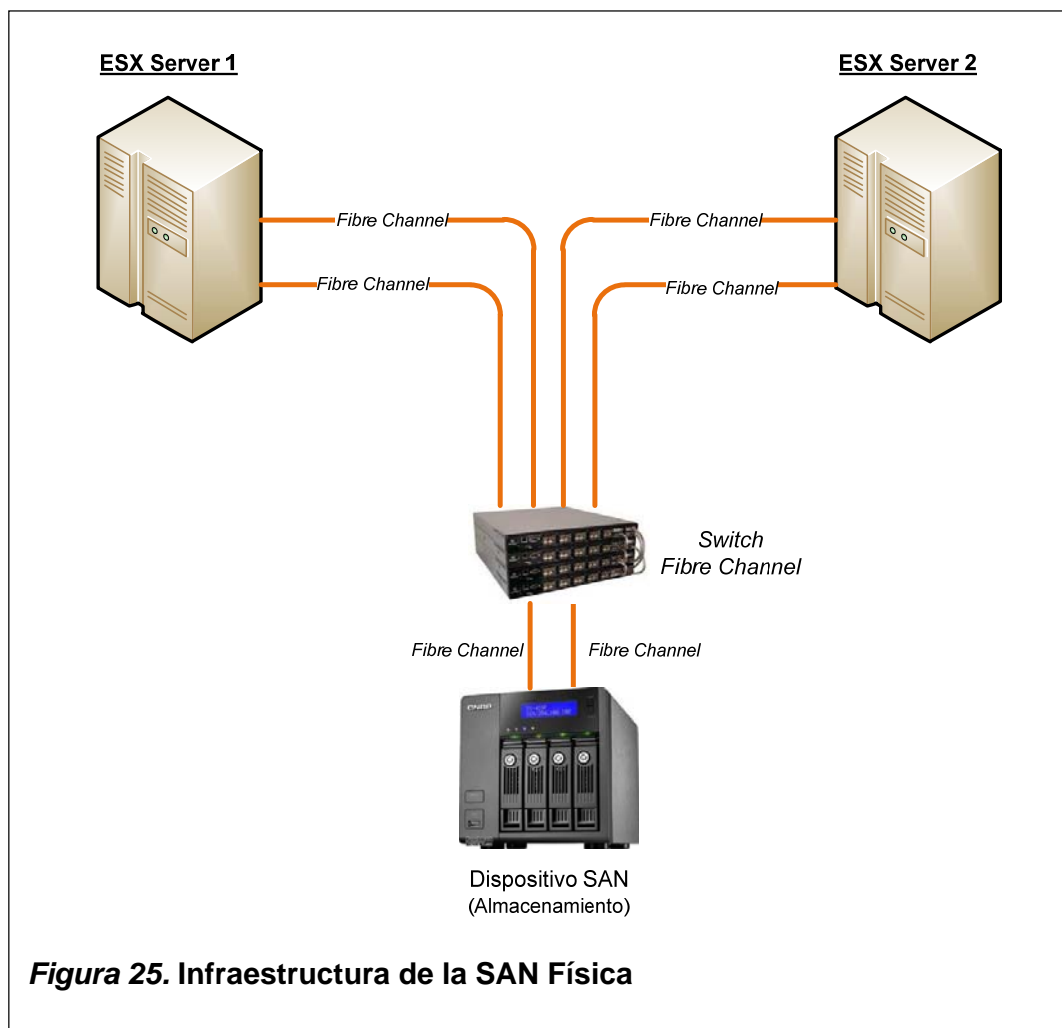
El dispositivo SAN también incluye su propio *firmware*, procesador y *software* que permite la gestión de toda la red de área de almacenamiento. El software que incorpora el dispositivo SAN tiene la capacidad de permitir las siguientes funcionalidades que optimizan el almacenamiento:

La deduplicación de datos permite eliminar con transparencia los datos duplicados, logrando mejorar la utilización del almacenamiento e inclusive optimiza el proceso de respaldo, ya que al transferir menos *bytes* se reduce el tiempo del mismo.

Snapshots son copias puntuales de sistemas de archivos en un punto particular en el tiempo, que permiten una protección de los datos con un consumo mínimo de espacio de almacenamiento, optimizando también el proceso de respaldo.

Al usar *thin provisioning*, las aplicaciones consumen sólo el espacio que en realidad están utilizando, más no el espacio total que se les haya asignado.

Además, optimiza eficientemente el espacio de almacenamiento en disco al asignarlo de una manera flexible entre múltiples usuarios, ya que se basa en el espacio mínimo requerido por cada usuario en cualquier momento dado. Esto reduce el uso de hardware de almacenamiento, así como también puede ahorrar consumo de energía eléctrica, disminuir la generación de calor y reducir los requerimientos de espacio en hardware.



2.3.4.2 SAN Virtual

Una SAN Virtual (VSAN) es un software que permite utilizar el hardware de almacenamiento existente conectado a la red y lo muestra como un nodo de

almacenamiento compartido, con las mismas características y funcionalidades de una SAN física.

La VSAN presenta como ventajas las siguientes:

- Permite optimizar y reutilizar el hardware existente. Además no se requiere invertir en infraestructura adicional.
- Es mucho más económica que la SAN física.
- Es totalmente compatible con entornos virtuales.
- Este software al emular una SAN provee las mismas funcionalidades de una SAN física, como: *snapshots*, deduplicación y *thin provisioning*.
- Permite el crecimiento del almacenamiento al incorporar nuevos nodos a la red.
- El riesgo de fallo de la SAN está dividido entre los diferentes elementos que la componen, es decir, no está concentrado en un único dispositivo.

Las desventajas de una VSAN se detallan a continuación:

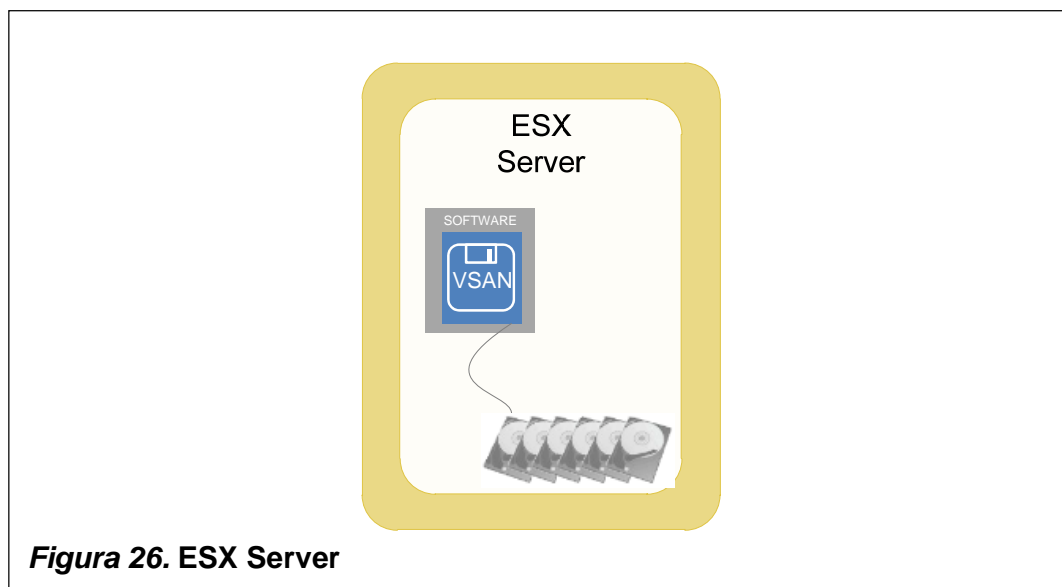
- Por ser un software y no un dispositivo físico no dispone de la funcionalidad *hot spare*.
- El proceso de configuración y puesta en marcha del sistema es más laborioso ya que se necesita de un conocimiento profundo de la herramienta de virtualización y de un nivel mayor de abstracción sobre los elementos que conforman la VSAN. Estos factores afectan directamente al tiempo requerido para poner en producción esta solución.

Esta alternativa sugiere implementar una VSAN totalmente compatible con la actual infraestructura VMware ESX, con la que dispone la organización. Actualmente el almacenamiento está separado en dos servidores ESX que están físicamente aislados, se creará un único nodo centralizado de almacenamiento mediante la agrupación de los discos de estos dos servidores, permitiendo la consolidación de la gestión y la infraestructura de almacenamiento.

Una VSAN necesita de tres elementos para su funcionamiento: servidores, software y almacenamiento.

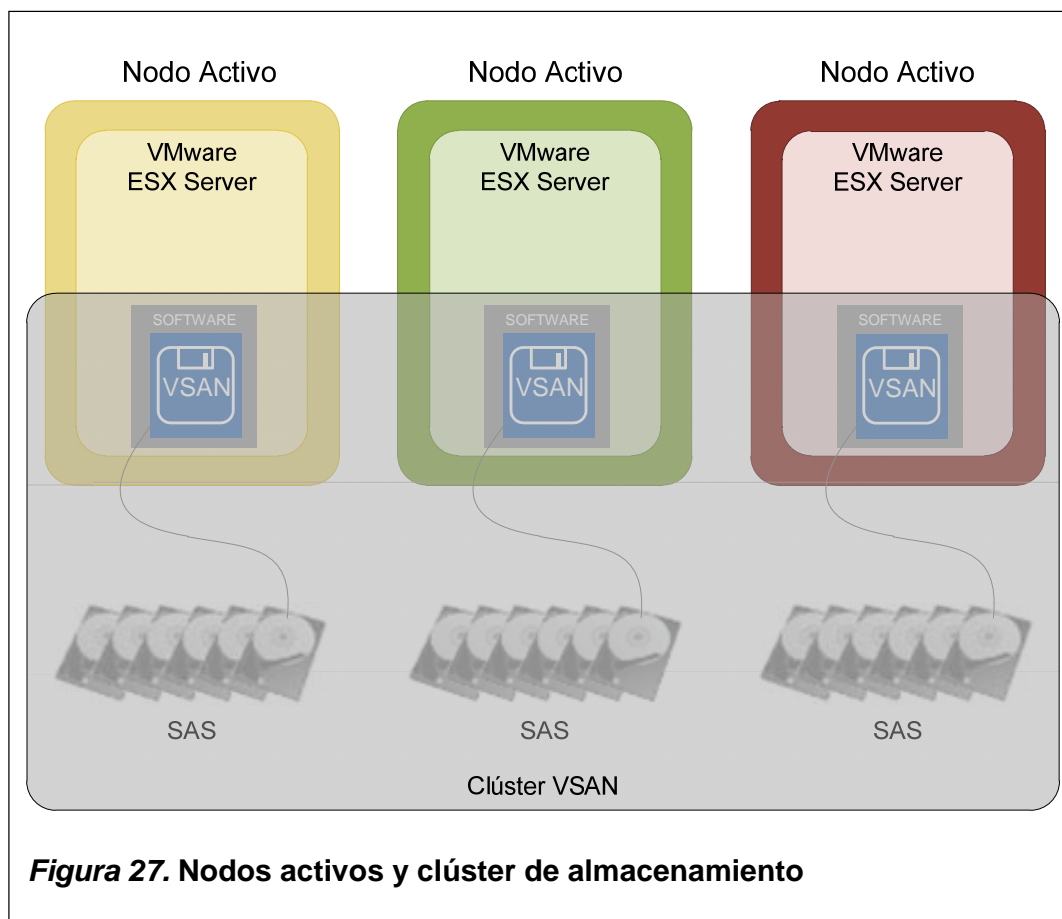
Servidores

Los servidores físicos son el elemento principal para conformar una VSAN, ya que por un lado, contienen el hardware de almacenamiento que a futuro se consolidará en un solo repositorio de datos y por otro lado, son los que hospedan el software encargado de virtualizar el almacenamiento.

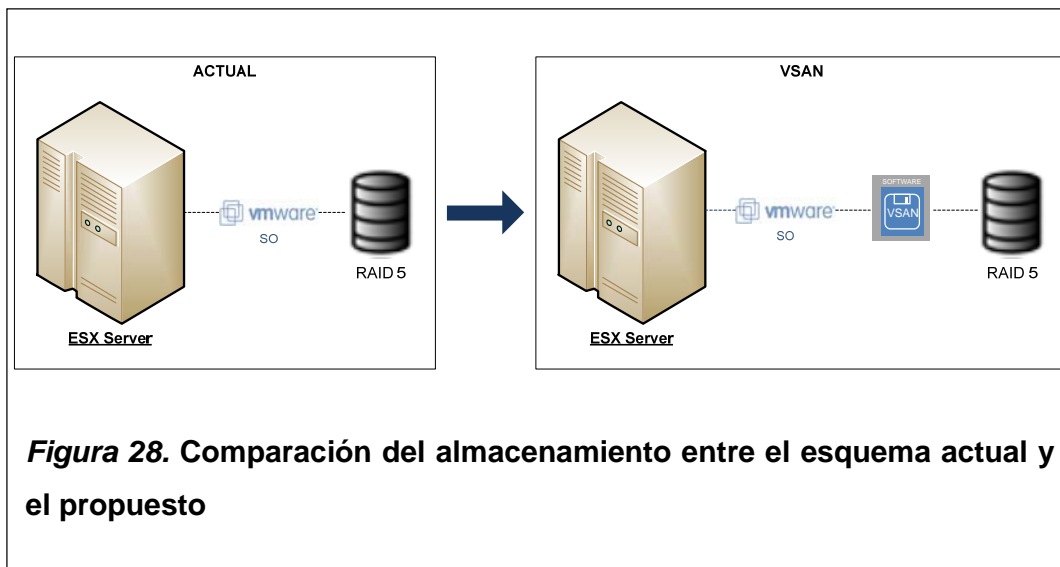


Una VSAN es una aplicación encargada de gestionar los recursos de almacenamiento agrupando los nodos activos que comparten el mismo software de virtualización.

Un nodo activo es un servidor que cuenta con su propio almacenamiento y sistema operativo, donde se hospeda el software de virtualización de la SAN y éste se apropia del almacenamiento disponible en el servidor físico. Los nodos activos de una misma red se agrupan para conformar un clúster que se comporta como un único repositorio de almacenamiento compartido para los servidores ESX. La propuesta de este diseño incluye incorporar un tercer servidor físico, a fin de balancear la carga entre estos tres nodos activos y ampliar el almacenamiento.



Aplicando este concepto a la infraestructura actual, cada servidor ESX tomará el papel de nodo activo. Es decir, un servidor ESX actualmente tiene un arreglo de discos RAID 5 como su almacenamiento y tiene instalado VMware como su sistema operativo que gestiona ese almacenamiento. Al implementar el modelo propuesto se va a lograr que el software de virtualización de la SAN separe el almacenamiento de su propio servidor, tomando el control del mismo para su gestión.



Según lo arriba expuesto, se sugiere el siguiente procedimiento para la implementación del diseño:

- En cada servidor físico se procederá a configurar un arreglo nivel RAID 5 utilizando todos los discos duros.
- En cada servidor físico se instalará el sistema operativo VMware ESX y se asignará espacio en disco necesario para su funcionamiento.
- Bajo el sistema operativo VMware ESX, se instala el software de virtualización de la SAN al cual se le asigna el espacio en disco restante del

arreglo. Esto hace que el sistema operativo del servidor ya no visualice espacio disponible.

- Al concluir este procedimiento cada servidor físico se convierte en un nodo activo de la red, susceptible de ser agrupado por el software de virtualización para conformar un clúster de almacenamiento.

Software

El software de la VSAN es una aplicación que cumple varias funciones para que se muestre como una red de almacenamiento independiente.

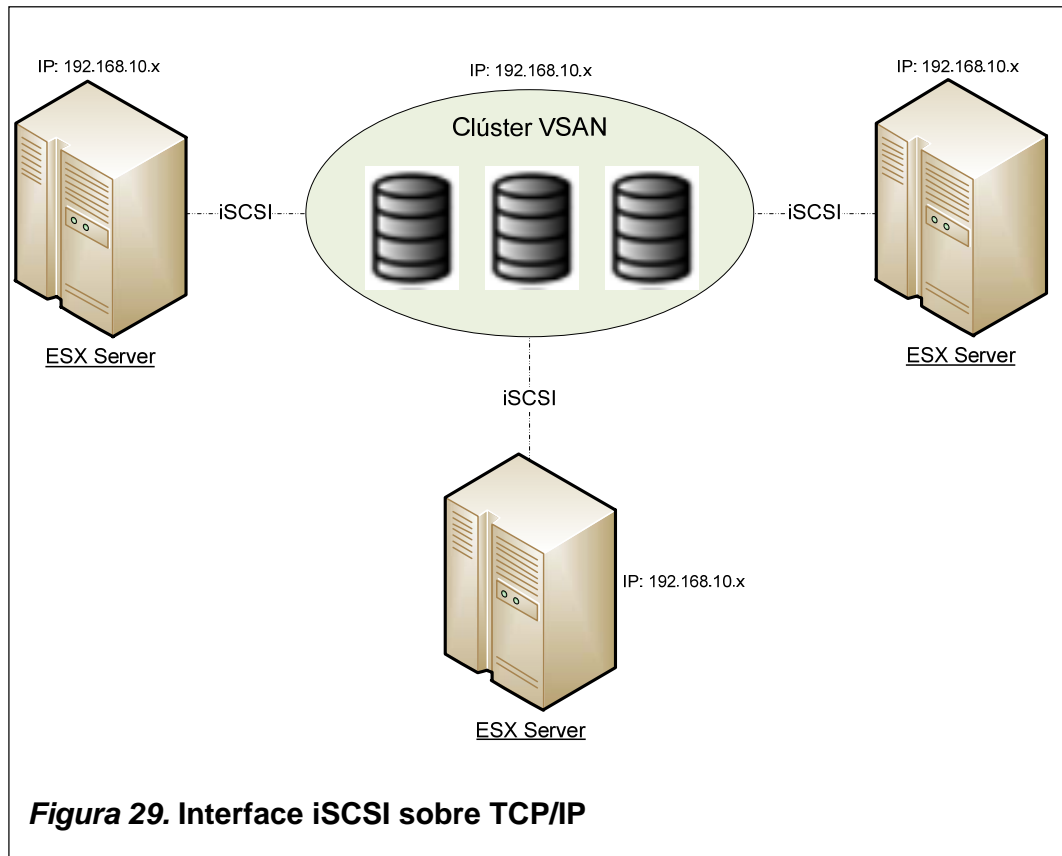
Las principales funcionalidades que cumple esta aplicación son:

Permite agrupar los nodos activos que van a formar parte de la SAN, mostrándolos como un clúster de almacenamiento.

Al clúster de almacenamiento lo hace visible como un único repositorio de datos ante los servidores ESX, encargados de gestionar los servidores virtuales.

Para conectar cada servidor ESX con el clúster de almacenamiento se va a utilizar una interface iSCSI. Es decir, iSCSI permite el uso del protocolo SCSI, habilitando la conexión de un servidor ESX hasta el almacenamiento virtual, utilizando la red LAN mediante el protocolo TCP/IP. Por un lado, el software que gestiona la VSAN permite asignar una dirección IP al puerto iSCSI del clúster de almacenamiento. Mientras que dentro de las propiedades de gestión de VMware, al momento de añadir un nuevo almacenamiento, la interface obliga a distinguir el tipo de conexión entre física y lógica, al ser en este caso lógica se la categoriza con el tipo iSCSI, donde se debe configurar una dirección IP, definida previamente en el clúster. Para la configuración física de la red de almacenamiento, se asignará una interface de red de cada servidor

ESX a la VLAN donde reside la VSAN. De esta manera, el software de la VSAN logra separar el almacenamiento de los servidores ESX y actúa como un intermediario entre los dos.



Además, este software se encarga de brindar todas aquellas funcionalidades propias de una SAN física, como: deduplicación, *snapshots*, *thin provisioning*, para una óptima gestión y uso del almacenamiento.

Almacenamiento

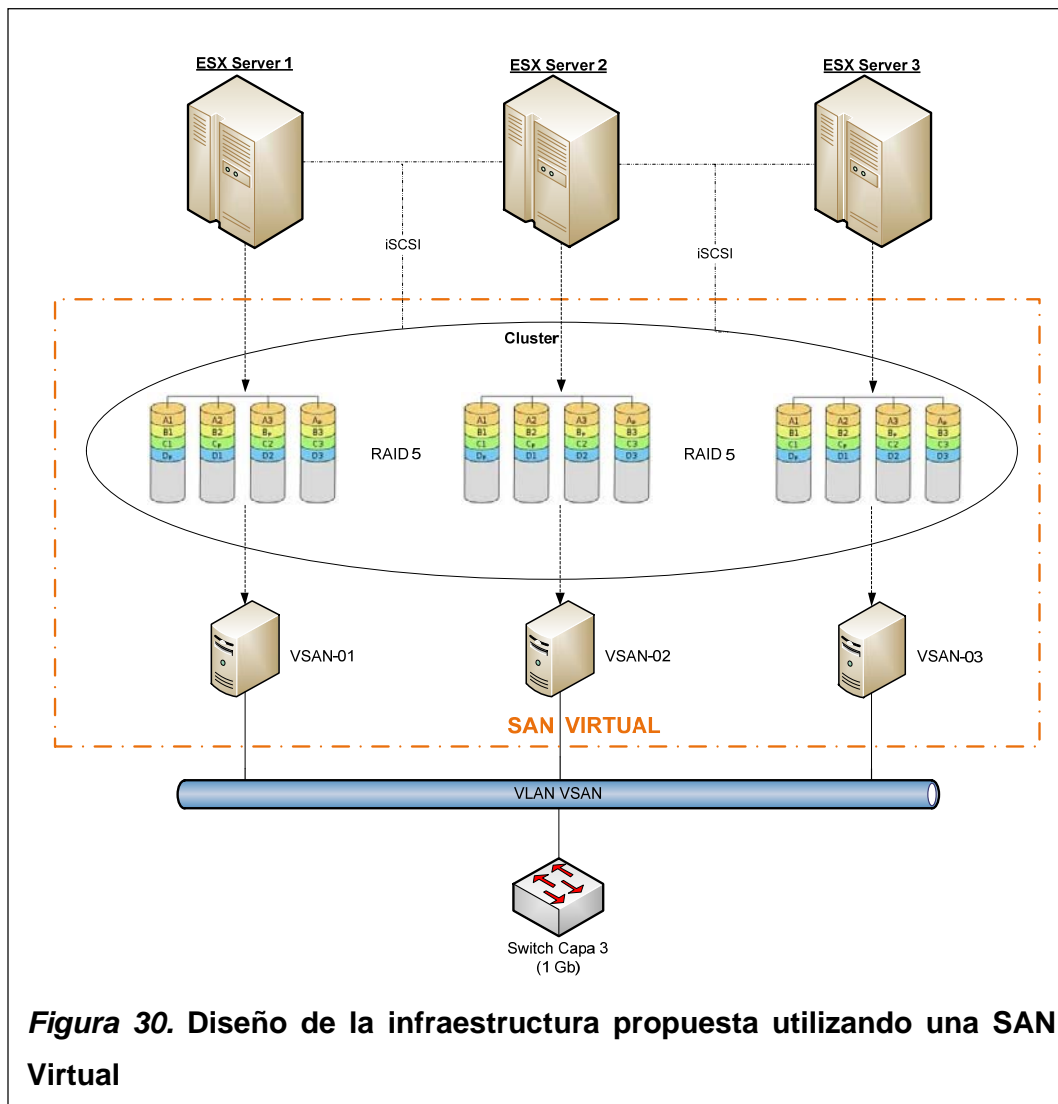
Son todos aquellos dispositivos de almacenamiento que se pueden presentar en discos duros individuales, arreglos de discos, dispositivos SSD, etc. que físicamente se encuentran en los nodos activos o servidores ESX.

Este diseño plantea utilizar el almacenamiento interno de cada uno de los servidores ESX, actualmente configurado en un arreglo de discos nivel RAID 5, dando un total aproximado de 3.6 TB de almacenamiento.

La necesidad de ampliar la capacidad actual de almacenamiento, para atender una posible demanda de crecimiento concuerda con la propuesta de adquirir un tercer servidor físico. Este servidor será incorporarlo a la red como un nodo activo, con un almacenamiento compuesto por 6 discos duros tipo SAS de 900 GB cada uno, dando una capacidad bruta de 5.4 TB. Estos discos serán configurados en un arreglo tipo RAID 5, tal como está dispuesto en los servidores ya existentes, dando como resultado una capacidad útil de 4.5 TB.

Como producto de la incorporación de este tercer servidor físico a la red, el clúster estará conformado por tres nodos activos cuya capacidad disponible de almacenamiento será de 8.1 TB.

Para la implementación de esta propuesta es necesaria la adquisición del software VSAN y tomar en cuenta la alternativa de utilizar la configuración de VLANs, detallada anteriormente, para formar una red dedicada al almacenamiento, que en este caso sería la VSAN.



2.3.5 Estrategias de tareas de respaldo y recuperación de desastres

2.3.5.1 Estrategia de tareas de respaldo

Mediante una combinación de hardware y software se va a expandir el actual modelo de gestión de respaldos con el que dispone la organización. Al implementar una SAN, sea física o virtual, se dispondrá de una optimización en el tiempo de ejecución de los procesos de respaldo y de eficientes procedimientos de recuperación. El recortar significativamente los tiempos de

estos procesos afectará positivamente a la disponibilidad de los sistemas que residen en los servidores.

Para lograr la optimización del tiempo, arriba descrita, se adoptará los siguientes procesos:

- Deduplicación: es un proceso que permite almacenar grandes segmentos de datos, eliminando los bloques con un contenido repetido.
- *Snapshots*: es una copia instantánea de los datos en un momento en el tiempo.
- Respaldos a cinta: es el proceso de copiar a cintas magnéticas los datos de la SAN, para archivarlos en un sitio seguro.

La utilización de *snapshots* conjuntamente con respaldos a cintas mejora en forma general la estrategia de copia de seguridad de los datos.

Para llevar a cabo esta práctica es necesario reemplazar la actual librería de cintas por otra de mayor capacidad, a fin de reducir tanto el tiempo del proceso como el número de cintas requerido por el mismo. Por lo tanto, se sugiere lo siguiente:

- Reutilizar el *software* existente de respaldos BrightStor ARCserve Backup versión 11.
- Instalar y configurar la librería de cintas en uno de los servidores ESX.
- Adquirir una nueva unidad de librería que maneje al menos 3 cintas del tipo LTO-5 con una capacidad nativa de 3 TB.

La integración de estos elementos se dará mediante la conexión, a través de una interfaz SCSI, entre un servidor físico y la nueva librería de cintas. En este servidor ESX se creará un servidor virtual con sistema operativo Windows 2003 Server, donde se instalarán los *drivers* que permitan reconocer la nueva librería de cintas y además, se realizará el proceso de instalación y configuración del *software* BrightStor ARCserve Backup versión 11 que será el encargado de gestionar las tareas de respaldo.

Luego de una revisión de los tiempos de disponibilidad de la oficina, la tabla a continuación muestra las ventanas de tiempo ideales para la realización de tareas de mantenimiento:

Tabla 5. Ventana de tiempo para tareas de mantenimiento

NOMBRE	DIAS	HORAS	
		INICIO	FIN
Días laborables	Lunes a Viernes	22H00	06H00
Fin de semana	Sábados y Domingos	00H00	24H00
Feriado	Feridados	00H00	24H00

Respaldo en Sitio (*On-site*)

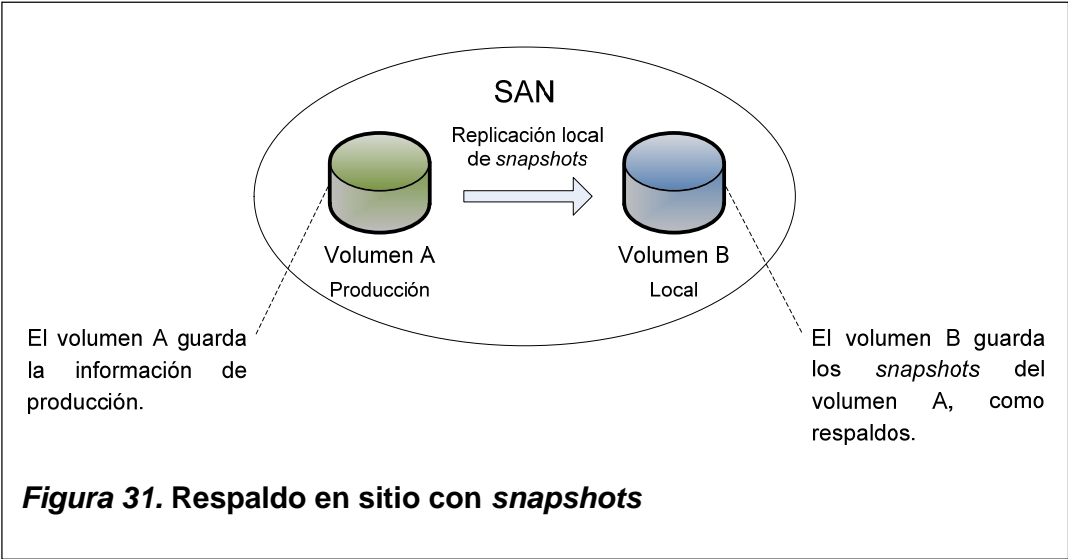
Se va a dividir el almacenamiento disponible de la SAN en dos volúmenes iguales. Por ejemplo, si se va a contar con una SAN de 8 TB de almacenamiento se creará un volumen de 4 TB para albergar los datos de producción y un segundo volumen también de 4 TB para que sea el repositorio de los *snapshots* del volumen de producción, que en adelante se lo denominará "local".

Ya que en una SAN los *snapshots* se pueden calendarizar con una frecuencia diaria, semanal o mensual, se sugiere como estrategia utilizar una recurrencia diaria para la ejecución de los *snapshots* de los datos de producción con una retención de dos semanas. La ejecución de esta tarea ocurrirá en la ventana de

tiempo denominada días laborables (Ver tabla 2.2), que no afecte a la productividad de la oficina.

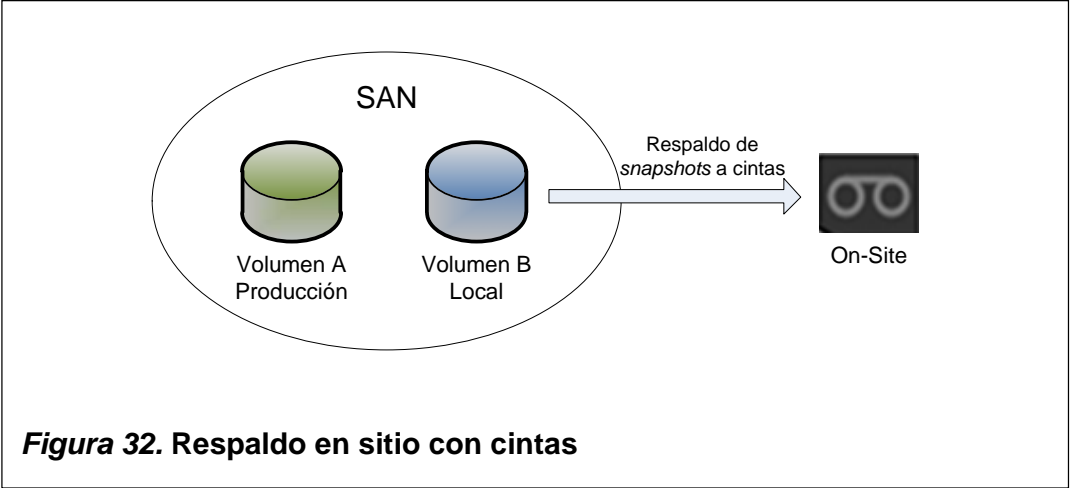
Tomando como referencia los procesos de *snapshots* se recomienda que la primera ejecución del mismo se la realice en la ventana de tiempo denominada fin de semana (Ver tabla 2.2), ya que se estima que la misma dure al menos 24 horas porque es una copia espejo del volumen de producción hacia el volumen de respaldo.

Los procesos subsiguientes que se ejecutarán con una frecuencia diaria tomarán menos tiempo, ya que solamente se copian aquellos datos que han variado respecto al *snapshot* anterior y por características propias de éste proceso la comparación se la realiza *bit a bit*. Se espera que los procesos diarios de *snapshots* no tome más de 3 horas, que está dentro de la ventana de tiempo denominada días laborables, garantizando la disponibilidad de los servidores al día siguiente y cumpliendo con el objetivo planteado de optimizar el tiempo de ejecución de los procesos de respaldo.



Como parte de la estrategia se va a respaldar a cintas, con una frecuencia diaria durante los días laborables, los *snapshots* de los datos del volumen

“local” y mantenerlas en un sitio seguro, fuera de las oficinas de la empresa, por lo que se sugiere sea la bóveda de un banco comercial con el cual la organización tenga un convenio. En vista de que no se afectará el volumen de producción, se puede ejecutar este proceso fuera de las ventanas de tiempo para las tareas de mantenimiento, definidas en la tabla 2.2.



Los procesos de retención de las cintas y la frecuencia de respaldo responden a la distribución que se muestra en la tabla siguiente:

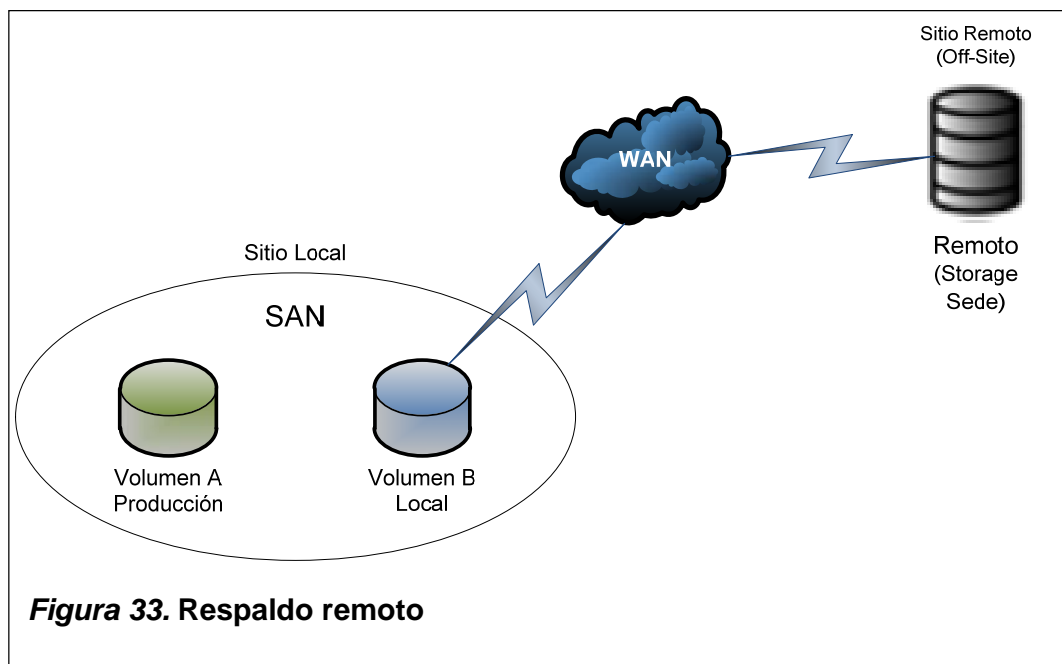
Tabla 6. Retención de cintas y frecuencia de respaldo

FRECUENCIA	UBICACIÓN	RETENCIÓN
Diaria	Oficina	5 días
Semanal	Bóveda	30 días
Mensual	Bóveda	360 días

Respaldo Remoto (Off-site)

Como estrategia de respaldo *off-site* se habilitará un sitio remoto donde se realizarán réplicas, en la ventana de tiempo días laborables, de los *snapshots* del volumen local, con un tiempo de retención de dos semanas. Se sugiere que

este sitio remoto sea la Sede de la organización ubicada en la ciudad de Washington D.C. Por lo tanto se ejecutará este proceso utilizando la red WAN que dispone actualmente la organización, la cual está constituida por dos enlaces redundantes de tipo E1 (es un enlace que opera sobre dos conjuntos de cables separados y corre a un rendimiento de 2 Mbps) que son gestionados por una red MPLS (*Multiprotocol Label Switching*), que interconecta la oficina local con la sede de la organización.



La alternativa de contar con un sitio remoto permite salvaguardar la información para poder responder a un posible caso de desastre mayor.

2.3.5.2 Estrategias de recuperación de desastres

A continuación se desarrollan las estrategias para la recuperación de desastres ante los escenarios identificados:

Escenario 1: Cuando uno de los servidores ESX falla.

Posibles Causas:

- Mal funcionamiento del *hardware* del servidor ESX.
- Falla en la configuración del servidor ESX, que implique una reinstalación del sistema operativo.

Consideraciones:

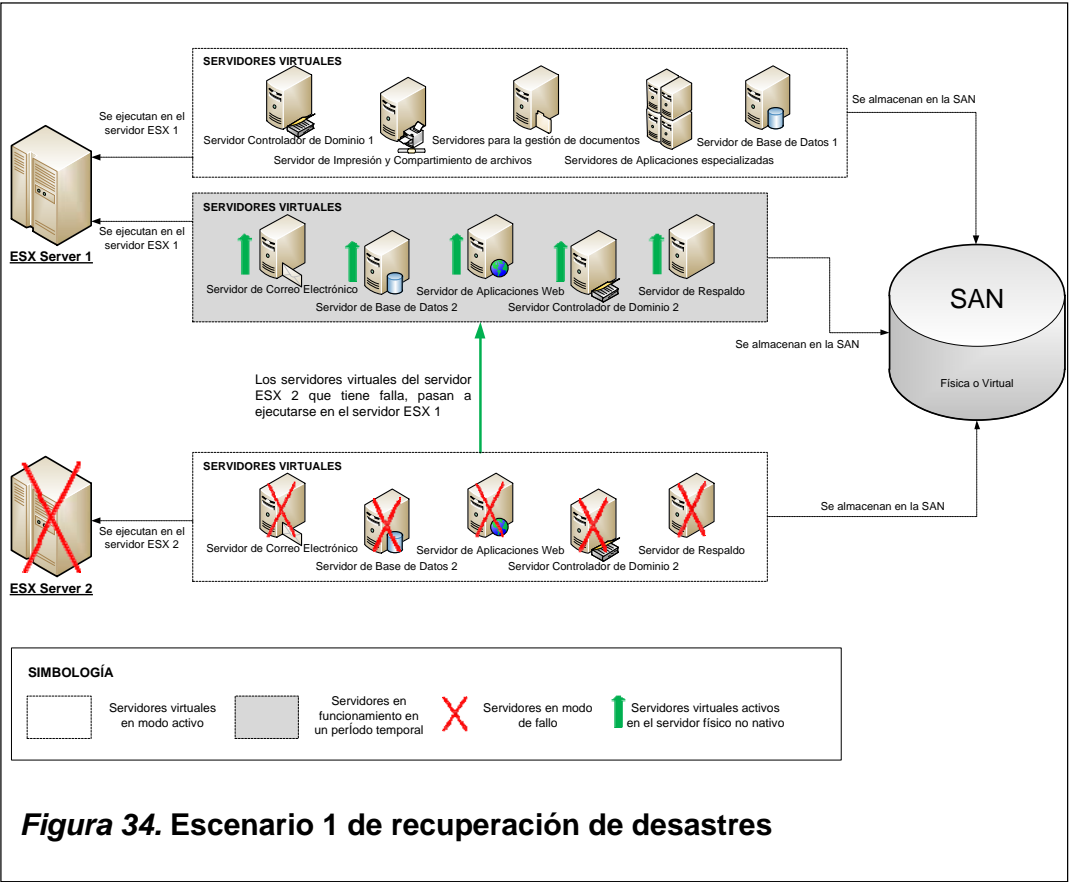
En caso de que un servidor no esté disponible la prioridad es reiniciar los servidores virtuales en el otro servidor ESX. Esto es posible ya que la SAN contiene los archivos de todos los servidores virtuales, independientemente del servidor físico donde se ejecuta.

Procedimiento:

1. Verificar cuales máquinas virtuales no están disponibles debido a la falla en el otro servidor ESX.
2. Añadir las máquinas virtuales que no están disponibles, al servidor ESX que está operativo.
3. Encender las máquinas virtuales que han sido añadidas y monitorear el proceso de inicio.
4. Una vez recuperado el servidor ESX que falló, restaurar las máquinas virtuales que en él residen.

Tiempo de restauración:

El tiempo estimado para ejecutar este proceso es de al menos 15 minutos y máximo 1 hora.



Escenario 2: Cuando dos servidores ESX fallan.

Posibles Causas:

- Mal funcionamiento del *hardware* en ambos servidores ESX.
- Falla en la configuración de los servidores ESX, que implique una reinstalación del sistema operativo.

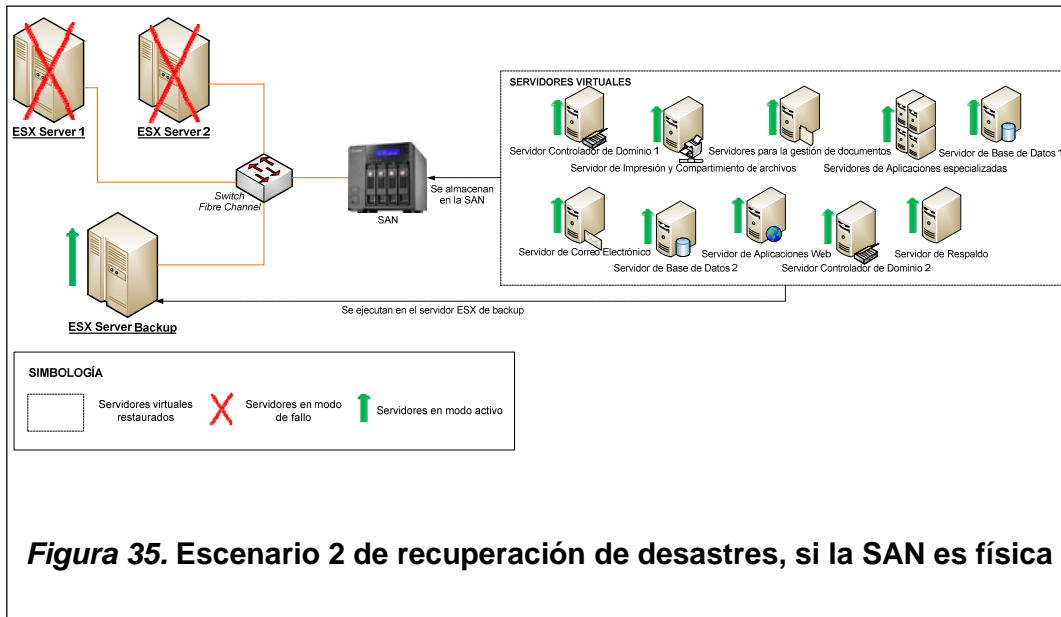
Consideraciones:

La empresa mantiene un contrato con el proveedor de hardware que le garantiza que en un período no mayor a 48 horas le proporcione localmente con dispositivos de las mismas características físicas de aquellos que no están disponibles.

En la bóveda del banco comercial, con el cual tiene convenio la organización, están custodiadas las cintas magnéticas con los respaldos de la SAN.

Procedimiento SAN Física:

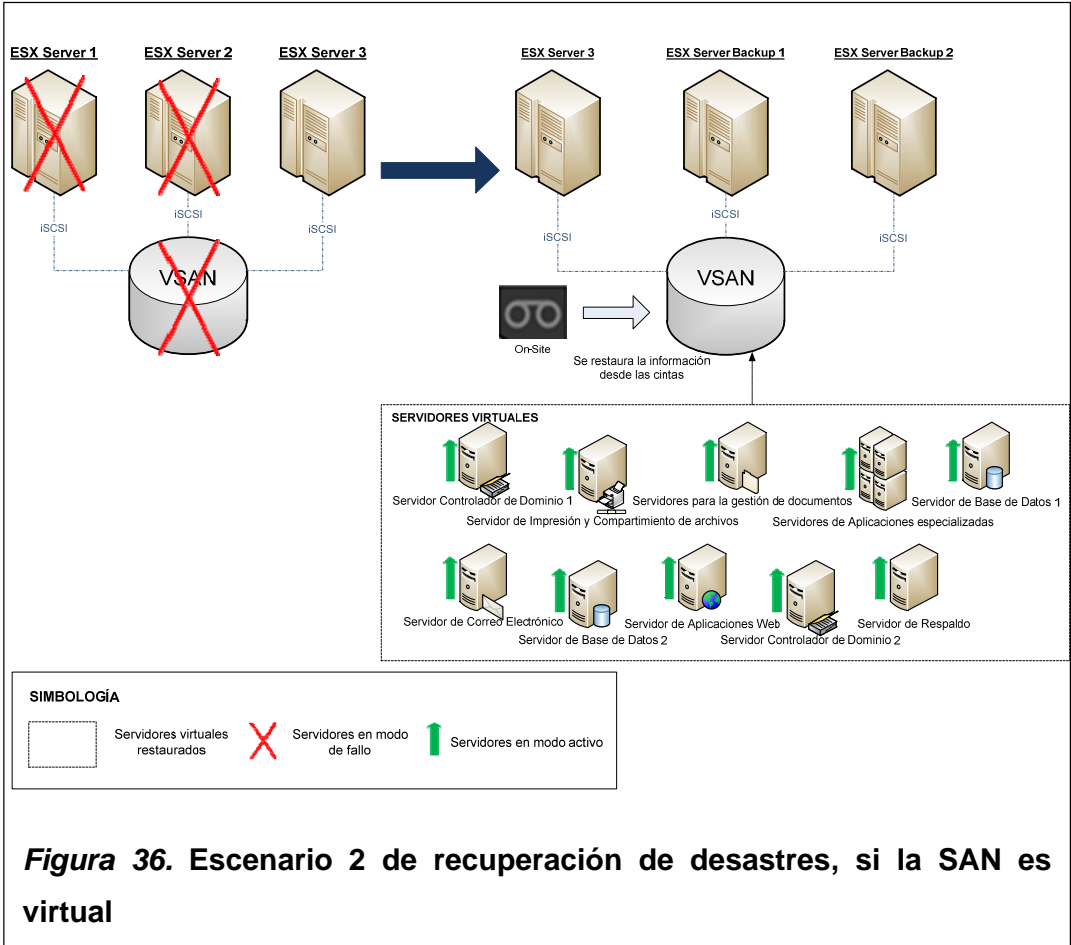
1. Solicitar al proveedor un servidor de las mismas características de hardware de los servidores ESX existentes.
2. Configurar el sistema operativo VMware en el nuevo servidor.
3. Instalar los *drivers* que permiten reconocer a la SAN como el repositorio de almacenamiento.
4. Restaurar la configuración entre el nuevo servidor ESX y el dispositivo SAN.
5. Añadir todas las máquinas virtuales al nuevo servidor ESX que está operativo.
6. Encender las máquinas virtuales que han sido añadidas y monitorear el proceso de inicio.



Procedimiento VSAN:

1. Solicitar al proveedor dos servidores de las mismas características de hardware de los servidores ESX existentes.
2. Configurar el sistema operativo VMware en los nuevos servidores.
3. Configurar un nuevo clúster de almacenamiento considerando estos dos nuevos servidores como nodos activos.
4. Configurar la librería de cintas en uno de los servidores ESX y crear un servidor virtual para la instalación del software BrightStor ARCserve Backup versión 11.
5. Restaurar la información de la empresa a la nueva VSAN mediante las cintas de respaldo.
6. Crear las máquinas virtuales en cada servidor ESX según corresponda.

NOTA: en caso de que exista alguna falla con las cintas de respaldo o la librería de cintas, se debe considerar la posibilidad de restaurar el contenido de la SAN mediante los *snapshots* que residen en el sitio remoto (*Off-site*).



Tiempo de restauración:

Si la SAN es física el tiempo estimado de restauración es de al menos 3 días. Si la SAN es virtual el tiempo estimado de restauración utilizando las cintas magnéticas es de al menos 4 días y en el caso de restaurar lo datos a través del sitio remoto es de al menos 5 días.

Escenario 3: Indisponibilidad de la SAN.*Posibles Causas:*

- Mal funcionamiento del *hardware* o *software* del dispositivo SAN, en el caso de que la SAN sea física.
- Que dos nodos activos del clúster de almacenamiento, en el caso de que la SAN sea virtual, presenten alguna falla a nivel de hardware o software que imposibilite su operatividad.

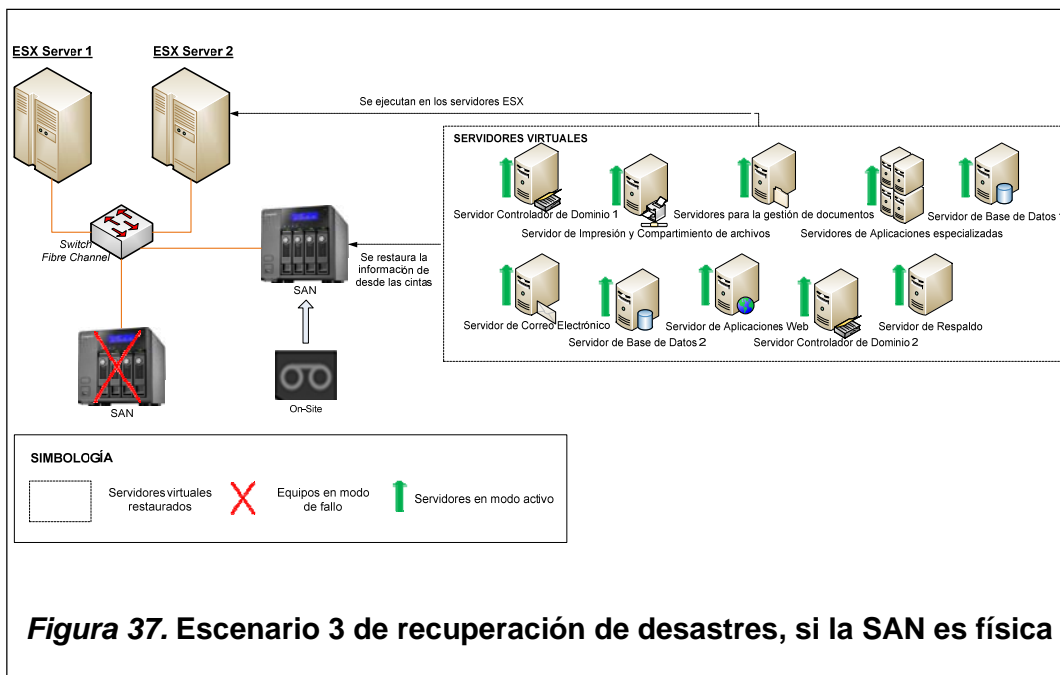
Consideraciones:

La empresa mantiene un contrato con los proveedores de hardware que le garanticen que en un período no mayor a 48 horas, le proporcionen localmente los dispositivos necesarios de características físicas similares al equipo que falló.

En la bóveda del banco comercial, con el cual tiene convenio la organización, están custodiadas las cintas magnéticas con los respaldo de la SAN.

Procedimiento SAN Física:

1. Solicitar al proveedor un dispositivo SAN de las mismas características de hardware del dispositivo existente.
2. Configurar el dispositivo SAN para que sea reconocido por los servidores ESX como su repositorio de almacenamiento.
3. Restaurar la información de la SAN mediante las cintas magnéticas.



NOTA: en caso de que exista alguna falla con las cintas de respaldo o la librería de cintas, se debe considerar la posibilidad de restaurar el contenido de la SAN mediante los *snapshots* que residen en el sitio remoto (*Off-site*).

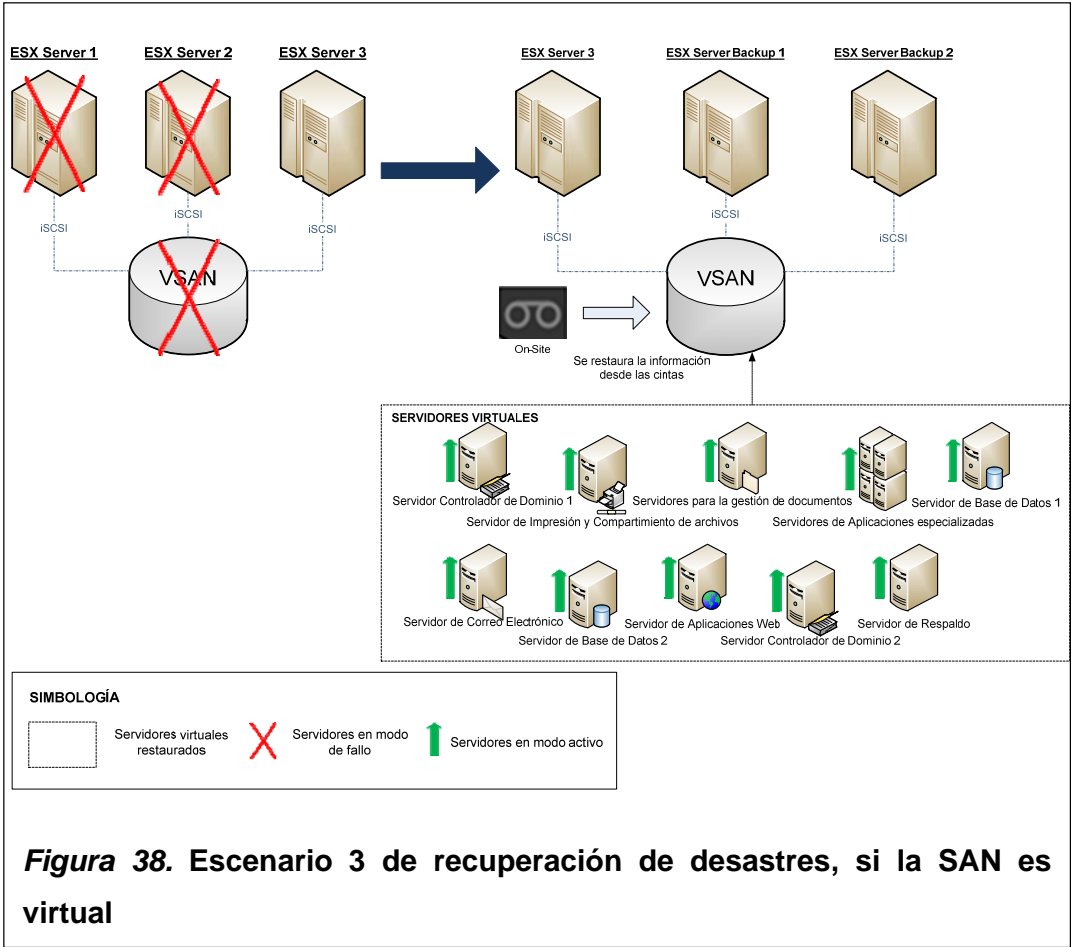
Procedimiento VSAN:

Para la indisponibilidad de la VSAN es necesario que al menos dos nodos activos (servidores ESX) dejen de funcionar, por lo que coincide con el procedimiento identificado en el escenario 2.

1. Solicitar al proveedor dos servidores de las mismas características de hardware de los servidores ESX existentes.
2. Configurar el sistema operativo VMware en los nuevos servidores.
3. Configurar un nuevo clúster de almacenamiento considerando estos dos nuevos servidores como nodos activos.

- 4. Configurar la librería de cintas en uno de los servidores ESX y crear un servidor virtual para la instalación del software BrightStor ARCserve Backup versión 11.
- 5. Restaurar la información de la empresa a la nueva VSAN mediante las cintas de respaldo.
- 6. Crear las máquinas virtuales en cada servidor ESX según corresponda.

NOTA: en caso de que exista alguna falla con las cintas de respaldo o la librería de cintas, se debe considerar la posibilidad de restaurar el contenido de la SAN mediante los *snapshots* que residen en el sitio remoto (*Off-site*).



Tiempo de restauración:

Si la SAN es física el tiempo estimado de restauración es de al menos 3 días.

Si la SAN es virtual el tiempo estimado de restauración utilizando las cintas magnéticas es de al menos 4 días y en el caso de restaurar lo datos a través del sitio remoto es de al menos 5 días.

3 Capítulo III: Análisis Costo Beneficio

3.1 Estudio de mercado de soluciones SAN

Según el estudio de mercado realizado por *International Data Corporation* (IDC) es el principal proveedor mundial de inteligencia de mercado, servicios de consultoría y eventos para los mercados de tecnologías de la información, telecomunicaciones y consumidores de tecnología), en el año 2011, los fabricantes de sistemas de almacenamiento a nivel mundial han colocado ganancias año tras año de un crecimiento del 16.2%, llegando a ubicar un valor cercano a los USD 6.1 billones al término del tercer trimestre del 2010. Esto representa que el total de capacidad en cuanto a sistemas de almacenamiento de disco vendidas, alcanza los 5127 petabytes (un petabyte es una unidad de almacenamiento que equivale a 10^{15} bytes o 1000 terabytes (TB), cuyo símbolo es PB), es decir, un 55.7% por cada año.

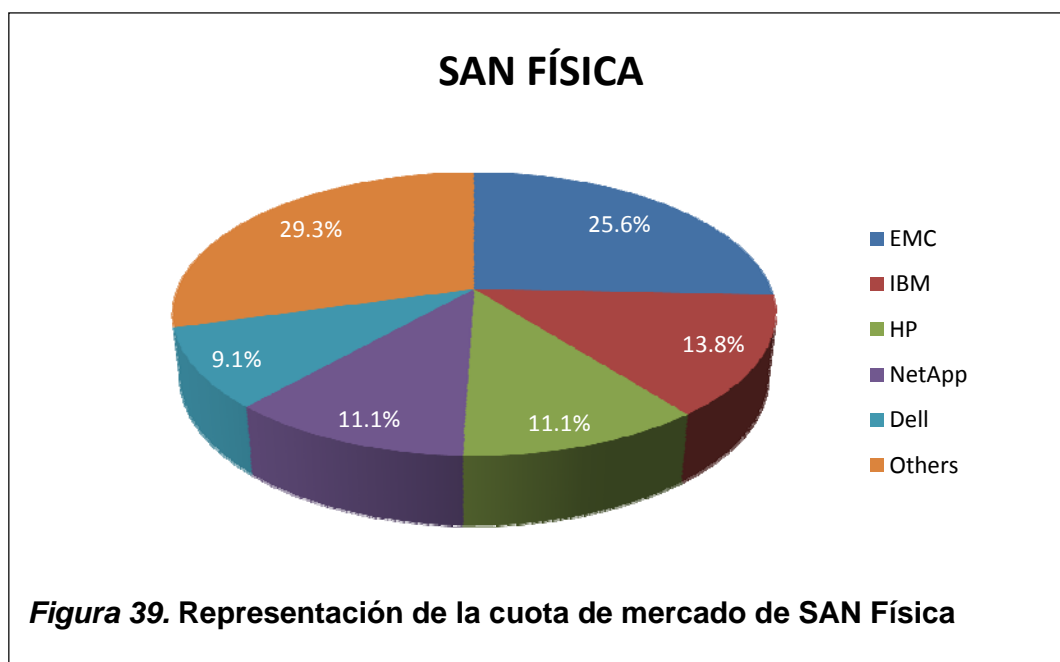
Las ganancias obtenidas por los fabricantes de SAN física creció un 18.3% hasta llegar a un monto de 21.2 billones de dólares en el año 2010, comparado con el año 2009. La empresa EMC fue el fabricante que lideró el año con una cuota de mercado correspondiente al 25.6%. IBM fue el segundo con una participación del 13.8%, seguido por NetApp y HP en tercer lugar con el mismo porcentaje de participación que corresponde al 11.1% cada uno y en quinto lugar Dell con una cuota del 9.1%. El cuadro a continuación muestra la distribución de las ganancias de los fabricantes para el período fiscal del 2010:

Tabla 7. Mejores 5 vendedores de SAN Física, acorde a sus ganancias

VENDEDOR	GANANCIA	PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
EMC	\$ 5,441	25.6%
IBM	\$ 2,922	13.8%
HP	\$ 2,352	11.1%
NetApp	\$ 2,352	11.1%
Dell	\$ 1,926	9.1%
Otros	\$ 6,229	29.3%
TOTAL	\$ 21,222	100.0%

Fuente: (Business Wire)

Se refleja a las siguientes marcas como líderes a nivel mundial en venta de SAN física:



El mercado correspondiente a la SAN Virtual continua mostrándose en auge, al ubicar un crecimiento del 42.2% en las ganancias del último trimestre del 2010 comparado con el primer trimestre del mismo año. En este contexto, Dell lidera el mercado con un posicionamiento del 32.6%, seguido por HP en segunda

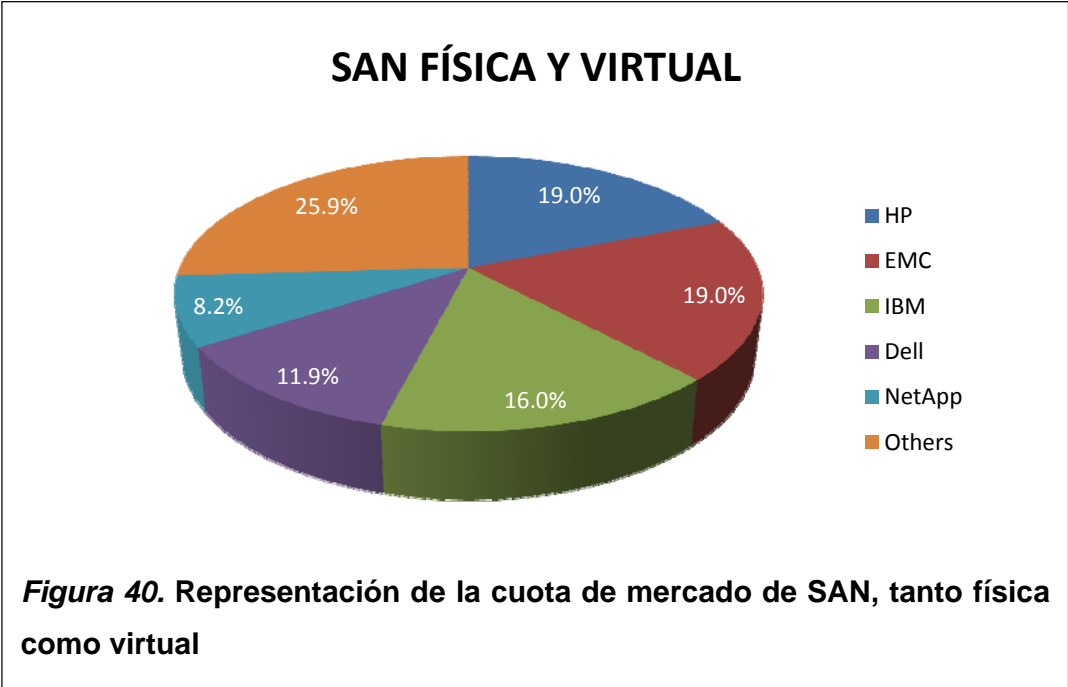
posición con una cuota del 14.7% y EMC en tercer lugar con el 13.4%. En el gráfico a continuación se muestra la participación de ganancias de estos fabricantes.

Para poder determinar cual es la clasificación de los fabricantes líderes de soluciones SAN, en cuanto a sus ganancias, es necesario consolidar los rubros asociados tanto a SAN física como virtual. Es por esto que para el período 2010 donde hubo un crecimiento de un 18%, que representan 28.7 billones de dólares comparados con el año 2009, aparecen HP y EMC como los líderes finalizando ese año con una cuota de participación del 19% del mercado para cada uno, seguido por IBM y Dell con una cuota del 16% y 11.9% respectivamente. En la tabla a continuación se muestran las ganancias totales de soluciones SAN:

Tabla 8. Mejores 5 vendedores de SAN (física y virtual), acorde a sus ganancias

VENDEDOR	GANANCIA	PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO
HP	\$ 5,460	19.0%
EMC	\$ 5,441	19.0%
IBM	\$ 4,590	16.0%
Dell	\$ 3,423	11.9%
NetApp	\$ 2,352	8.2%
Otros	\$ 7,439	25.9%
TOTAL	\$ 28,705	100.0%

Fuente: (Business Wire)



Ecuador no puede estar exento a esta tendencia del mercado mundial, en cuanto a la participación de los proveedores y su posicionamiento. Es por esto que se procederá a ubicar a los distribuidores autorizados de los fabricantes, referidos en el gráfico, para cotizarlos localmente.

3.2 Características de las soluciones SAN disponibles en el mercado

Dentro del mercado local, se ha identificado las siguientes alternativas como posibles soluciones que se adapten a la organización.

3.2.1 EMC² VNX

El fabricante EMC² ha desarrollado una familia de productos VNX, para pequeñas, medianas y grandes empresas, como una solución SAN que se caracteriza por combinar hardware y software optimizados para entornos virtuales.

Las características principales de este producto son las siguientes:

- Maximiza el rendimiento del sistema de almacenamiento ya que utiliza la tecnología de unidades de estado sólido (SSD). Es decir, VNX almacena los datos altamente activos en memoria *flash* para mejorar los tiempos de respuesta. Mientras que conforme los datos van tomando antigüedad, los transfiere automáticamente a unidades de almacenamiento SAS (*Server Attached Storage*) para reducir costos.
- Utiliza la compresión y la deduplicación a nivel de archivos reduciendo el espacio utilizado en disco hasta un 50%, ya que comprime y deduplica los archivos inactivos selectivamente, mejorando el uso de la capacidad de almacenamiento.
- Dispone de una consola de administración de los sistemas VNX, con una interfaz de usuario amigable, que facilita la gestión, monitoreo y optimización de los recursos de almacenamiento.
- Es compatible con ambientes virtuales, ya que tiene la certificación para todos los protocolos soportados, garantizando implementaciones exitosas de infraestructuras virtualizadas.
- El software de VNX cuenta con paquetes y series modulares de protección de datos, orientados a tareas de optimización del rendimiento, recuperación garantizada, monitoreo y alertas de cumplimiento de políticas de protección, mediante replicación y funciones de recuperación a un punto en el tiempo (*snapshots*). Las series modulares son:
 - Serie FAST: optimizaciones automáticas para obtener simultáneamente el más alto rendimiento del sistema y el menor costo de almacenamiento.

- Serie de seguridad y cumplimiento de normas: protección de los datos contra cambios, eliminaciones y actividades maliciosas.
- Serie de protección local: prácticas seguras de protección y re-planificación de datos.
- Serie de protección remota: protección de los datos contra fallas locales, interrupciones y desastres.
- Serie de protección de aplicaciones: automatización de las copias de aplicaciones y comprobación del cumplimiento de las normas.

El paquete de eficiencia total abarca todas las funcionalidades de las series modulares. Mientras que el paquete de protección total consta de las series de protección local, remota y de aplicaciones.

- VNX tiene la capacidad de proveer una alta disponibilidad en ambientes de negocios de misión crítica. Entre las funciones de redundancia y disponibilidad de VNX, están:
 - Memoria caché de escritura de hasta 12.8 GB.
 - Batería de respaldo para permitir un apagado ordenado y garantizar una protección de los datos en caso de una falla de energía.
 - Niveles de RAID 0, 1, 1/0, 3, 5 y 6; los mismos que pueden convivir en el mismo arreglo simultáneamente.
 - *Hot spare* proactivo para incrementar la estabilidad del sistema y brindar el mayor nivel de confiabilidad y disponibilidad.

- Rutas de datos redundantes, fuentes de alimentación, conexiones de unidades y procesadores de almacenamiento con funcionalidades de reemplazo no disruptivo en sitio.
- Frecuente monitoreo del sistema y análisis remoto avanzado.

3.2.2 NetApp Fas2240

La empresa NetApp cuenta con una gama de productos de software y sistemas de almacenamiento que ayudan a sus clientes a almacenar, gestionar y proteger su información. Los sistemas de las series FAS2000 de NetApp están conformadas por dispositivos físicos que concentran tecnologías como: *thin provisioning*, deduplicación, *snapshot* y clonación.

NetAPP Fas2240 utiliza el sistema operativo de almacenamiento Data ONTAP, más un conjunto común de herramientas de software avanzadas fáciles de usar para la gestión y protección de datos. El software es escalable y permite una mayor flexibilidad y eficiencia de TI. Este software incluye las siguientes funcionalidades:

- *System Manager*: es una herramienta para la gestión independiente basada en el sistema operativo de *Windows* para la gestión e implementación de un solo sistema.
- *OnCommand*: es un administrador unificado que sirve para poner en marcha, automatizar, aprovisionar, proteger, supervisar y gestionar todos los sistemas de almacenamiento de NetApp desde una única consola.
- I/O multivía: permite el balanceo de cargas y capacidades multi-ruta para recuperación tras fallos.

- *SyncMirror*: es una solución de replicación síncrona que mantiene dos copias de datos locales en línea, lo cual garantiza la protección de frente a cualquier tipo de fallos de hardware.
- *MetroCluster*: combina la agrupación en clúster basada en dispositivos con replicación síncrona, ofreciendo una disponibilidad permanente.
- Deduplicación: elimina con transparencia los datos duplicados, con lo que se reducen los requisitos de almacenamiento para los datos principales, respaldos y datos archivados.
- *Thin provisioning*: permite el aprovisionamiento de almacenamiento bajo demanda para obtener una máxima utilización de múltiples aplicaciones.
- *FlexVol*: es una tecnología de virtualización de almacenamiento, que permite agrupar los recursos de almacenamiento físico para crear volúmenes virtuales y cambiar su tamaño en función de las necesidades.
- RAID-DP: es una implantación de RAID6 de doble paridad que impide la pérdida de datos cuando fallan dos discos. Lo cual permite proteger los datos al momento de un fallo sin afectar al rendimiento.
- *Snapshot*: realiza copias puntuales de sistemas de archivos, permitiendo una mayor protección de los datos con un consumo mínimo de espacio de almacenamiento.
- *Open Systems SnapVault*: permite una mayor frecuencia de protección de datos al crear respaldos incrementales por bloques de datos modificados, minimizando el tráfico de red, reduciendo el espacio de almacenamiento y los tiempos de duración de los respaldos.

- *MultiStore*: crea varias controladoras virtuales en un único sistema de almacenamiento, lo cual permite a múltiples usuarios compartir un mismo recurso de almacenamiento sin poner en peligro la privacidad ni la seguridad.
- *FlexCache*: en la infraestructura de almacenamiento permite crear un nivel de caché que se adapta automáticamente a las necesidades de uso, eliminando los cuellos de botella y aumentando el rendimiento.
- *FlexShare*: permite asignar prioridades a la carga de trabajo, concediendo automáticamente más recursos del sistema de almacenamiento cuando su uso es intensivo.

3.2.3 IBM Storwize

Storwize V7000 es un producto desarrollado por IBM y diseñado para el almacenamiento virtual que ofrece una mayor eficiencia y flexibilidad a través de la optimización de SSD y la tecnología *thin provisioning*. Cuenta con funciones avanzadas que permiten una migración de datos sin interrupciones del almacenamiento existente, simplificando la implementación y minimizando las interrupciones a los usuarios. También permite virtualizar y reutilizar los sistemas de disco existentes.

Storwize V7000 es un poderoso sistema de almacenamiento que combina componentes de hardware y software para proporcionar un único punto de control que ayuda a soportar y mejorar eficientemente el almacenamiento. Al habilitar la virtualización, consolidación y organización en las empresas de todos los tamaños, este diseño mejora la disponibilidad de las aplicaciones y la utilización de los recursos. El sistema ofrece capacidades de gestión de fácil uso, eficiente y rentable para recursos de almacenamiento nuevos o existentes dentro de la infraestructura IT.

Este sistema combina una gran variedad de tecnologías IBM, incluyendo: *thin provisioning*, *storage tiering* automatizado (*Storage tiering* es distribuir en distintos medios de almacenamiento los distintos tipos de datos con la intención de reducir el costo de adquisición del almacenamiento), virtualización del almacenamiento, *clustering*, replicación, soporte multiprotocolo y una interfaz gráfica de usuario de última generación. Todas estas tecnologías están diseñadas para proporcionar niveles extraordinarios de eficiencia del almacenamiento.

- *Thin provisioning*: Al usar *thin provisioning*, las aplicaciones consumen sólo el espacio que en realidad están utilizando, más no el espacio total que se les haya asignado. Diseñado para mantener una baja sobrecarga en el negocio, *thin provisioning* optimiza eficientemente el espacio de almacenamiento en disco al asignarlo de una manera flexible entre múltiples usuarios, ya que se basa en el espacio mínimo requerido por cada usuario en cualquier momento dado. Esto reduce el uso de hardware de almacenamiento, así como también puede ahorrar consumo de energía eléctrica, disminuir la generación de calor y reducir los requerimientos de espacio en hardware.
- *Storage tiering automated*: *Tiering* optimiza el almacenamiento permitiendo que los datos sean colocados en una distancia que pueda mejorar el rendimiento del sistema, reducir costos y simplificar la gestión de la información. Además, puede mejorar el rendimiento y reducir los gastos operativos mediante la automatización de la transferencia de datos. Permite escalar el rendimiento del almacenamiento basado en las necesidades del negocio.
- Virtualización del almacenamiento: La virtualización permite escalar la capacidad y rendimiento del sistema más fácilmente para satisfacer las crecientes necesidades de la infraestructura de la información, reducir la complejidad de la gestión y reducir el riesgo de fallo del sistema. En

entornos de servidores, las tecnologías de virtualización son usadas para mejorar la utilización de los servidores, reducir la complejidad, consolidar la migración de aplicaciones y proveer una mayor flexibilidad en los planes de recuperación de desastres. La virtualización del almacenamiento está diseñada para ofrecer ventajas similares al entorno de almacenamiento. Con la combinación de almacenamiento y virtualización de servidores se puede construir una infraestructura virtualizada más potente para el negocio.

3.2.4 HP LeftHand P4000 Virtual SAN Appliance Software

LeftHand P4000 Virtual SAN Appliance (VSA) es un software del fabricante HP que permite obtener todos los beneficios de una solución SAN, sin la necesidad de contar con un dispositivo de almacenamiento externo dedicado.

LeftHand VSA crea un nodo de almacenamiento compartido usando recursos que ya existen dentro del servidor físico. Estos nodos pueden ser agrupados juntos para transformar el almacenamiento existente del servidor en un sistema de almacenamiento unificado que es gestionado como una simple SAN. P4000 VSA tiene la capacidad de agrupar discos de múltiples servidores sin causar interrupciones y permite añadir más discos si es necesario. Este software se muestra ante VMware como un dispositivo de almacenamiento SAN totalmente compatible y certificado. Se instala fácilmente sobre cualquier VMware ESX *server* y combina virtualización de servidores y SAN en la misma plataforma del servidor.

Principales características y beneficios:

- Transforma el almacenamiento interno de los servidores virtuales ESX o Hyper-V en un almacenamiento compartido con todas las funciones para aplicaciones y entornos virtuales.

- Permite utilizar aquellos servidores físicos que no forman parte de la virtualización y aún tienen vida útil, para convertir los recursos de estos servidores en un nuevo nivel de almacenamiento, o incluso un almacenamiento para ambientes de prueba.
- Puede ser usado con las unidades SSD en los servidores ProLiant y *blades* para proporcionar un nivel de alto rendimiento en el ambiente de almacenamiento. Los volúmenes de datos que residen en los nodos SSD pueden ser migrados en línea, desde y hacia los *clusters* físicos o virtuales.
- Evita los costos iniciales de almacenamiento mediante el uso de VSA en el almacenamiento de disco existente para luego evolucionar de acuerdo a las necesidades. LeftHand VSA migra perfectamente todos los datos a cualquier LeftHand P4000 con la funcionalidad *Peer Motion*.
- *Clúster* de almacenamiento escalable que permite la consolidación de múltiples nodos de almacenamiento virtual en las pilas de almacenamiento compartido. Toda la capacidad y el rendimiento son agregados y están disponibles para todos los volúmenes en el *clúster*. Ya que las necesidades de almacenamiento se incrementan, VSA puede ampliarse mientras permanece en línea.
- Protege múltiples copias de datos a través de un conjunto de nodos de almacenamiento, eliminando cualquier punto único de fallo en la SAN. Las aplicaciones tienen disponibilidad continua de datos en el caso de falla de un disco, controlador, nodo de almacenamiento, energía, red o en el sitio.
- La disponibilidad de una SAN multi-sitio da la posibilidad de asignar los nodos de almacenamiento en el *clúster* a diferentes sitios (como *racks*, centro de datos, edificios, ciudades) y provee alta disponibilidad a las aplicaciones con transparencia a fallas y recuperación en todos los sitios de forma automática.

Snapshots sin reserva y *thin provisioning* permite asignar espacio solamente cuando se escriben los datos sin necesidad de pre-asignación de almacenamiento, elevando la total eficiencia y utilización de la SAN.

LeftHand VSA está estrechamente integrado con las funciones de gestión de almacenamiento de VMware y las aplicaciones de Microsoft. Por ejemplo, la funcionalidad de copia remota permite tener una copia de seguridad y recuperación de desastres centralizados en función de cada volumen y aprovecha las aplicaciones integradas con *snapshots* para una rápida recuperación.

3.3 Cuadro comparativo de soluciones SAN

Para determinar cuál es la solución SAN adecuada para la organización, es necesario comparar sus características en función de lo que la empresa necesita. Para ello se han obtenido cotizaciones de los proveedores locales de las marcas que ocupan los primeros lugares en ventas a nivel mundial, según el estudio de mercado arriba detallado, como: EMC, IBM y HP.

3.3.1 Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación se desarrollarán según las consideraciones mínimas requeridas por la organización para implementar una SAN. En lineamiento con las necesidades de la empresa, tendrán una ponderación más alta las características técnicas de la solución versus la propuesta económica. Estos criterios se aplicarán únicamente a las propuestas recibidas por parte de los proveedores locales.

Tabla 9. Categorización de los criterios de evaluación de soluciones SAN

CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN	PUNTAJE
Características de la SAN	70
Propuesta económica	30
TOTAL	100

La organización, luego de un análisis de su infraestructura, ha determinado algunas consideraciones mínimas que debe cumplir la solución a ser implementada:

- La capacidad útil de almacenamiento que requiere la organización es de al menos 8TB, capaz de satisfacer las actuales demandas y las de un futuro a mediano plazo.
- El software de virtualización de servidores que utiliza la organización, como estándar, es VMware ESX 3.5 por lo que la alternativa de almacenamiento necesariamente debe ser compatible con esta versión.
- Una de las razones por las cuales la organización ha considerado una SAN como alternativa de almacenamiento, es poder tomar ventaja de funcionalidades como *snapshots* y deduplicación para optimizar la gestión del almacenamiento y la estrategia de respaldos.
- Contar con copias remotas de su información relevante en su oficina matriz, como estrategia de recuperación en caso de desastres. Por lo tanto la alternativa de solución debe contar con esta funcionalidad.
- Al momento el *rack* de servidores dispone de un espacio limitado, por lo que la solución a adoptarse no debe utilizar más de 4 U. Además existen limitaciones tanto de presupuesto como físicas en el centro de datos para montar un *rack* adicional.

- Es necesario que la solución a implementar cuente con una alternativa propia para su recuperación en caso de falla, ya que se requiere una alta disponibilidad de las aplicaciones.
- A largo plazo se estimaría una necesidad de duplicar el actual almacenamiento sin la necesidad de invertir en un nuevo producto.
- El nivel RAID 5 es el estándar que utiliza la organización para la configuración de los discos duros.
- La organización al momento no cuenta con una infraestructura FC, pero puede adaptarse a ésta, ya que se la considera como un estándar adecuado de la industria, al igual que la tecnología iSCSI.
- Existen servidores que hacen uso recurrente de procesos de lectura y escritura al almacenamiento, por ello es necesario disponer de memoria caché para optimizar este proceso.

En función de los criterios de importancia que considera la empresa, se distribuyen los puntajes correspondientes a cada una de las categorías, descritas en la tabla 3.3:

Tabla 10. Categoría Características de la SAN

CARACTERÍSTICAS DE LA SAN	PUNTOS
Contar con al menos 8TB de capacidad disponible.	10
Ser compatible con el sistema operativo VMware ESX 3.5.	10
Soporta deduplicación.	8
Permitir la gestión de <i>Snapshots</i> .	8
Contar con esquemas de replicación remota.	8
Capaz de ser montada en un rack y no ocupar más de 4U.	6
Disponer de un esquema de tolerancia a fallos autónomo.	4
Soportar esquemas de expansión hasta el doble de la capacidad cotizada sin necesidad de cambiar de dispositivo.	4
Soportar una configuración de disco nivel RAID 5.	4
Disponer de conexiones tipo iSCSI o FC.	4
Capacidad de contar con memoria caché.	4
TOTAL	70

La asignación de presupuesto que la organización ha estimado para la realización de este proyecto es de US\$ 55.000,00. Para aquellos productos que cumplan esta condición se le otorgará el 100% del puntaje de esta categoría y para aquellas que estén fuera de este rango se le otorgará el 30%. La tabla a continuación muestra la ponderación del puntaje para la calificación de la propuesta económica de las ofertas cotizadas:

Tabla 11. Categoría Propuesta Económica

PROPUESTA ECONÓMICA	PUNTOS
<= \$ 55.000	30
> 55.000	9

La alternativa SAN a ser considerada como la solución que mejor responda a las necesidades de la organización, será aquella que obtenga la mayor cantidad de puntos luego de evaluar cada una de las categorías arriba descritas.

3.3.2 Evaluación de soluciones SAN

A continuación se muestra una comparación de características generales sobre las funcionalidades mínimas que deben cumplir las soluciones de almacenamiento:

Tabla 12. Cuadro comparativo de soluciones SAN

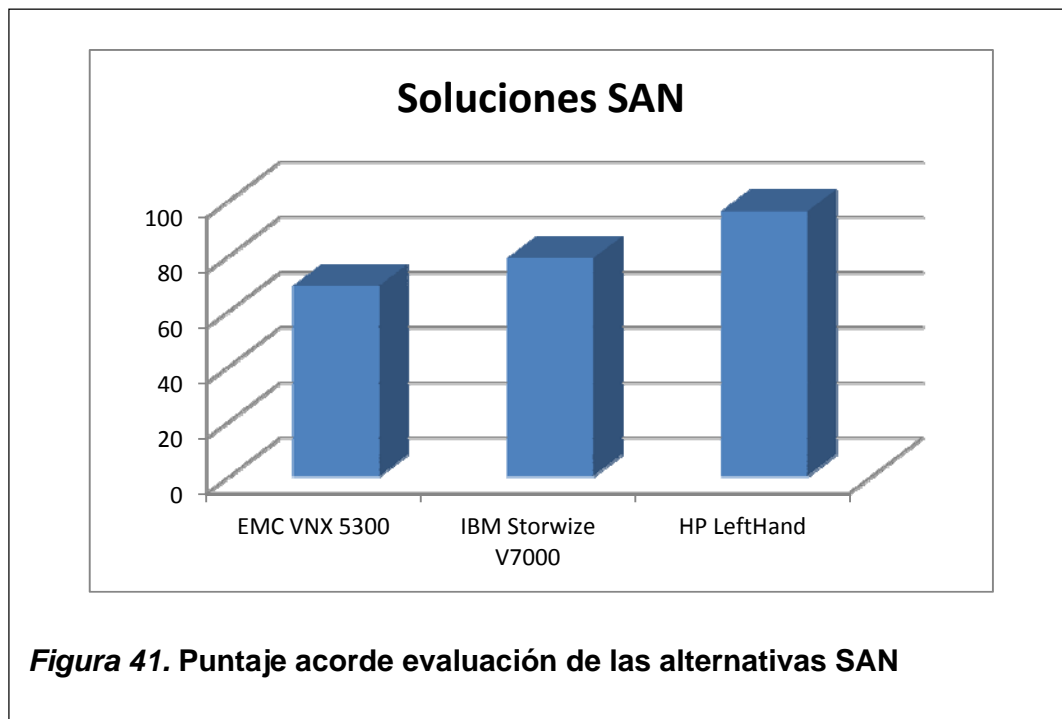
MARCA	MODELO	Almacenamiento Útil	Compatibilidad Vmware 3.5	Deduplicación	Snapshots	Montable en Rack	Escalabilidad	Memoria Caché
EMC	VNX 5300	9 TB	NO	SI	SI	SI	SI	SI
IBM	Storwize V7000	9.45 TB	SI	SI	SI	SI	SI	SI
HP	LeftHand P4000 VSA	8 TB	SI	SI	SI	SI	SI	NO

En la siguiente tabla se muestra la aplicación de los criterios de evaluación para cada una de las cotizaciones recibidas:

Tabla 13. Evaluación de las alternativas SAN

Criterios de Evaluación	Puntos	EMC VNX 5300	IBM Storwize V7000	HP LeftHand
		Puntaje	Puntaje	Puntaje
Características de la SAN				
Almacenamiento útil de al menos 8TB	10	10	10	10
Ser compatible con el sistema operativo VMware ESX 3.5	10	0	10	10
Soporta deduplicación	8	8	8	8
Permitir la gestión de Snapshots	8	8	8	8
Contar con esquemas de replicación remota	8	8	8	8
Capaz de ser montada en un rack y no ocupar más de 4U	6	6	6	6
Disponer de un esquema de tolerancia a fallos autónomo	4	4	4	4
Soportar esquemas de expansión hasta el doble de la capacidad cotizada sin necesidad de cambiar de dispositivo	4	4	4	4
Soportar una configuración RAID 5	4	4	4	4
Disponer de conexiones tipo iSCSI o FC	4	4	4	4
Capacidad de contar con memoria caché	4	4	4	0
Propuesta Económica				
Precio	30	9	9	30
TOTALES	100	69	79	96

Acorde a la evaluación presentada en la *Tabla 3.7*, la figura a continuación muestra el orden de prelación de las alternativas cotizadas:



3.4 Alternativa SAN a ser implementada

Como producto del proceso de evaluación, arriba descrito, la alternativa con mayor puntaje es la presentada por la marca HP de modelo LeftHand P4000, la misma que será considerada para el proceso de implementación.

Para poner en marcha el diseño propuesto de la SAN virtual se han considerado las siguientes restricciones:

- Que los discos duros de los actuales servidores ESX serán parte del clúster de almacenamiento.

- Que no se pueden detener los servicios que se ejecutan actualmente en los dos servidores ESX de producción.
- Que un nuevo servidor ESX se incorporará a la actual infraestructura a fin de completar la capacidad útil requerida de 8 TB.
- Que se deben realizar tareas de segmentación en la red a fin de reflejar las VLANs sugeridas en el diseño.

3.4.1 Fases de implementación

Tomando en cuenta las restricciones arriba planteadas, como sugerencia se presenta las siguientes fases, a alto nivel, sobre la secuencia requerida en caso de que la organización decida implementar esta solución:

1. Configuración de la red
 - a. Implementar las VLANs propuestas en el diseño
2. Gestión de los servidores ESX
 - a. Concentración de todos los servidores virtuales de producción en un solo servidor ESX.
3. Configuración de la VSAN
 - a. Crear un clúster de almacenamiento utilizando como nodos: el nuevo servidor ESX y el servidor liberado en el paso anterior.
4. Configuración de los servidores ESX
 - a. Mudar los servidores virtuales de producción hasta la VSAN.

- b. Distribuir los servidores virtuales entre los dos servidores ESX que conforman actualmente el clúster de almacenamiento.

5. Implementación de la VSAN

- a. Incorporar el servidor ESX, aislado en la fase 2, al clúster de la VSAN y completar el almacenamiento requerido.
- b. Configurar los procesos de *snapshots* locales y remotos.

6. Gestión de los respaldos

- a. Instalar la librería de cintas y software de gestión de respaldos en el servidor ESX con menor carga.

A continuación se muestra de forma grafica la secuencia de implementación de las fases arriba descritas:



4 Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Tomando en cuenta la creciente demanda de información que se produce en formato digital, las funcionalidades de una SAN son una efectiva respuesta para una gestión óptima del almacenamiento en una organización.
- El disponer de una SAN, ya sea física o virtual, permite tener herramientas que hacen que los procesos de respaldo sean más flexibles y se adapten a las necesidades de la organización, ya que gracias a su tecnología se puede aplicar funcionalidades como: *snapshots* y replicaciones remotas, surgiendo algunas alternativas para mejorar la estrategia de respaldos.
- El apareamiento de alternativas virtuales para soluciones SAN, que cumple las mismas funcionalidades que una SAN física, ha permitido el abaratamiento de sus costos y la reutilización del hardware, convirtiéndose además en una práctica amigable con el ambiente.
- En una arquitectura SAN, la ventaja de mantener aislado el almacenamiento facilita las tareas de mantenimiento de los servidores, sea de hardware o de software, como por ejemplo la migración del sistema operativo, ya que al realizar estas tareas no se ve involucrada la información, previniendo de esta manera eventuales pérdidas que pongan en riesgo la misma.
- El disponer de una solución SAN facilita el proceso de replicación remota a sitios externos, ya que sólo copia los datos que cambiaron de los *snapshots* en función de la copia anterior, optimizando el tiempo requerido para este proceso.

- Al implementar una VSAN, se utilizará el estándar iSCSI para conectar el almacenamiento con los servidores, por lo tanto no es necesario invertir en más infraestructura como la tecnología *Fibre Channel*, que utiliza una SAN física.
- Con la VSAN se logra cumplir las necesidades de la organización en cuanto a infraestructura con un significativo ahorro económico versus aquellas alternativas que dependen de dispositivos físicos.
- El proceso de implementación de una SAN virtual es más complejo que el de una SAN física, ya que conlleva la reutilización de equipos en producción.
- Con una SAN no es necesario contratar personal técnico adicional para su gestión y mantenimiento, sino al contrario se invierte el mismo esfuerzo en cuanto a recursos y capacidad técnica versus las tecnologías anteriores y además se obtiene mejores resultados.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que al adoptar una SAN virtual se aproveche al máximo la reutilización del hardware existente.
- Para los escenarios de recuperación de desastres identificados, es recomendable hacer un simulacro anual de los mismos para validar la efectividad de los procesos.
- Se debe contemplar la posibilidad de tener esquemas redundantes para aquellos elementos críticos en la funcionalidad de la red SAN, como: *switches*, discos duros, etc.

- Se recomienda mantener con el proveedor de la SAN virtual un contrato de soporte 24x7 con la finalidad de garantizar su operatividad, ya que se trata de una tecnología relativamente nueva en el mercado local.
- Un constante monitoreo del comportamiento del tráfico en la red WAN es indispensable para garantizar que los procesos de replicación de *snapshots* al sitio remoto se cumplan en los horarios establecidos.
- Se debe confirmar la compatibilidad de una solución SAN versus la versión del software de virtualización antes de ser considerada como una alternativa válida.
- Se aconseja llevar a cabo un adecuado proceso de capacitación al personal dedicado a tareas de gestión del almacenamiento, para garantizar su óptimo funcionamiento y aprovechamiento.
- Es recomendable tener un plan detallado de las fases de implementación de la VSAN, ya que debe considerar aspectos de riesgo y disponibilidad de aquellos equipos que se encuentran en producción.
- En vista de que la VSAN no cuenta con la funcionalidad de *HotSpare* es recomendable un suficiente *stock* de discos duros de reserva, en caso de que existan fallas en los arreglos RAID 5 de los servidores ESX que la componen.

REFERENCIAS

- Adhoc Synectic Systems Blog. (s.f.). Obtenido de <http://ad-hoc.net/blogs/2010/03/storage-tiering-la-cordura-en-el-almacenamiento/>
- Alliance. (s.f.). Obtenido de <http://www.alliancetechnpartners.com/virtualization/index.htm>
- Anet. (s.f.). Obtenido de <http://www.8anet.com/ShowProduct.aspx?pid=7358>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). BID. Obtenido de <http://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/acerca-del-banco-interamericano-de-desarrollo,5995.html>
- Business Wire. (s.f.). Obtenido de <http://www.businesswire.com/news/home/20110303007084/en/Worldwide-Disk-Storage-Systems-Finishes-2010-Double-Digit>
- Clark, T. (2005). Storage Virtualization: Technologies for Simplifying Data Storage and Management. Addison-Wesley Professional.
- EMC Corporation. (s.f.). Obtenido de <http://www.emc.com/collateral/hardware/data-sheets/h8520-vnx-family-ds.pdf>
- Ethersol. (s.f.). Obtenido de <http://www.ethersol.com/lc-to-st-fibre-channel-cables/172/>
- Express Computer. (s.f.). Obtenido de <http://www.expresscomputeronline.com/20030602/tech1.shtml>
- Great Lakes Computer. (s.f.). Obtenido de <http://www.glcomp.com/products/storage/disk-storage/ibm-totalstorage/ds3000-series/ds3200>
- Gupta, M. (2002). Storage Area Network Fundamentals. Cisco Press.
- HP. (s.f.). Obtenido de http://h30094.www3.hp.com/product/sku/3899964/mfg_partno/AQ233A
- IDC. (s.f.). Obtenido de <http://www.idc.com/about/about.jsp>
- Miller, M. (2008). Cloud Computing: Web-based applications that change the way you work and collaborate online. Que.
- NetScribe. (s.f.). Obtenido de <http://ed-marketing.com/netscribe/?p=745>

- NIIT, Arunkundram, R., & Sachdev, P. (2001). Special Edition Using Storage Area Networks. Que.
- Nubeblog. (s.f.). Obtenido de <http://www.nubeblog.com/2008/11/11/emc-atmos-nueva-solucion-de-almacenamiento-cloud-optimized-storage/>
- Opengal. (s.f.). Obtenido de <http://www.opengal.es/vmware.html>
- Pollack, D. (2002). Practical Storage Area Networking. Addison-Wesley Professional.
- Riquelme, O. (30 de 11 de 2010). América Economía. Obtenido de <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/la-importancia-de-priorizar-la-informacion>
- Tate, J., Lucchese, F., & Moore, R. (2006). Introduction to Storage Area Networks. IBM Redbooks.
- Tech-Faq. (s.f.). Obtenido de <http://www.tech-faq.com/network-attached-storage.html>
- TicoStyle. (s.f.). Obtenido de <http://ticostyle.wordpress.com/tag/storage-area-network/>
- VMware. (2008). SAN System Design and Deployment Guide (2da. ed.). VMware.
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(informatica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(informatica))
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de <http://en.wikipedia.org/wiki/ISCSI>
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_de_Hamming
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/VLAN>
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Virtualizacion>
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de http://en.wikipedia.org/wiki/Thin_provisioning
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_estado_sólido
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de http://en.wikipedia.org/wiki/Hot_spare
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_rack
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Petabyte>

