



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
Maestría en Ciencias de la Computación



**IMPLANTACION DE UN CLÚSTER VIRTUAL DE ALTA
DISPONIBILIDAD PARA EL SERVICIO DE CORREO ELECTRONICO DE
LA EMPRESA HIERRO BARQUISIMETO C.A. EN EL ESTADO LARA.**

NELSON ENRIQUE MELENDEZ PEREZ

Barquisimeto, 2012



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
Maestría en Ciencias de la Computación



**IMPLANTACION DE UN CLÚSTER VIRTUAL DE ALTA
DISPONIBILIDAD PARA EL SERVICIO DE CORREO ELECTRONICO DE
LA EMPRESA HIERRO BARQUISIMETO C.A. EN EL ESTADO LARA.**

Proyecto de Grado presentado como
Registro Parcial para optar al grado de
Magister Scientiarum

Autor: Ing. Nelson Meléndez

Tutor: Lic. Manuel Mujica

Barquisimeto, 2012

APROBACION DEL TUTOR

En mi carácter de Tutor del trabajo de grado presentado por el Ingeniero **Nelson Enrique Meléndez Pérez**, para optar al Grado de **Magíster Scientiarum en Ciencias de la Computación Mención Redes de Computadoras**, considero que dicho Trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado que se designe.

En la ciudad de Barquisimeto, a los veintisiete días del mes de abril del dos mil doce.

PROF. MANUEL MUJICA

10283114

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, nuestro señor que me ha ayudado siempre con todas mis metas y ha sido quien ha guiado mis pasos durante toda mi vida.

A mis Padres, que con su aliento, motivación y ejemplo han sido el pilar en el cual me he apoyado durante toda mi formación.

A mis hermanos, compañeros y amigos de toda la vida con los que cuento un lazo que nos unirá por siempre.

A mi novia, que con todo su amor y fuente de motivación ha sido el impulso necesario para culminar esta meta.

A la empresa Hierro Barquisimeto, ya que sin su compromiso a prestar siempre el mejor servicio no hubiera podido adquirir todos los conocimientos que sirvieron de base para el desarrollo de este trabajo de grado.

A mis compañeros de trabajo, que con su constante apoyo y trabajo en equipo he tenido un gran crecimiento como profesional durante mis años de servicio en la empresa.

A mis amigos y todas aquellas personas que de una u otra forma brindaron animo y fortaleza para seguir en mi desarrollo personal y contribuyeron para culminar con éxito esta investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) por permitirme adquirir valiosos conocimientos, que servirán de mucho en el desempeño laboral.

Al Licenciado Manuel Mujica por brindarme su orientación, haber sido participe en mi crecimiento académico y el haberme ayudado en el logro de esta meta.

A la empresa Hierro Barquisimeto C.A. por haberme abierto sus puertas, y por su apoyo y colaboración incondicional para llevar a cabo la presente investigación.

A todo el personal docente de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) por brindarme su colaboración y haber nutrido los conocimientos que servirán de base para todos los proyectos que lleve a cabo durante toda mi carrera.

A todos mis sinceros agradecimientos,

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	pp. iv
AGRADECIMIENTO.....	v
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE GRAFICOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO	
I EL PROBLEMA.....	4
Planteamiento del Problema.....	4
Objetivos de la Investigación.....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
Justificación e Importancia.....	8
Alcances.....	9
Limitaciones.....	10
II MARCO TEORICO.....	11
Antecedentes de la Investigación.....	11
Bases Teóricas.....	15
Historia.....	15
Virtualización.....	17
Beneficios de la Virtualización.....	19
Tipos de Virtualización.....	24
Clúster.....	29
Alta Disponibilidad.....	31
Métricas de Alta Disponibilidad.....	36
Gestión de Desempeño.....	37
Factores que Afectan el Desempeño.....	38
Contadores de Desempeño.....	39
Correo Electrónico.....	40
Sistema de Variables.....	42
III MARCO METODOLOGICO.....	45
Naturaleza de la Investigación.....	45
Diseño de la Investigación.....	46
Fase I: Diagnostico.....	46
Población y Muestra.....	47
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	48

CAPITULO	pp.
Validez y Confiabilidad del Instrumento.....	50
Técnicas de Análisis de los Datos.....	51
Fase II: Factibilidad.....	52
Factibilidad Operativa.....	52
Factibilidad Técnica.....	52
Factibilidad Económica.....	53
Factibilidad Legal.....	53
Fase III: Diseño del Clúster Virtual de Alta Disponibilidad.....	53
Fase IV: Implementación del Clúster.....	54
Fase V: Evaluación del Clúster.....	54
 IV PROPUESTA DEL ESTUDIO.....	 56
Fase I: Diagnostico.....	56
Técnica de Análisis y Presentación de Resultados.....	57
Resultados de la Observación Directa.....	57
Análisis de los Resultados Obtenidos de la Observación Directa.....	60
Fase II: Factibilidad.....	67
Factibilidad Operativa.....	67
Factibilidad Técnica.....	67
Factibilidad Económica.....	69
Fase Legal.....	70
Fase III: Diseño del Clúster Virtual.....	70
Diseño de la Infraestructura Virtualizada.....	72
Selección de la Herramienta de Virtualización.....	75
Herramienta de Respaldos.....	81
 V EJECUCION Y EVALUACION DE LA PROPUESTA.....	 82
Fase IV: Implantación del diseño del Clúster Virtual de Alta Disponibilidad..	82
Implantación del Clúster Virtual.....	83
Entonación del Clúster Virtual.....	89
Formación y Sensibilización.....	92
Documentación del Clúster Virtual.....	93
Fase V: Evaluación del diseño del Clúster Virtual de Alta Disponibilidad.....	93
Monitoreo del Clúster Virtual.....	93
Evaluación de Desempeño del Clúster Virtual.....	98
 VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	 112
Conclusiones.....	112
Recomendaciones.....	114
 BIBLIOGRAFÍA.....	 115

ANEXOS.....	120
A	Estadísticas de la demora media en el tratamiento de incidencias 121
B	Aspectos Administrativos..... 122
C	Cronograma de Actividades..... 122
D	Indicadores Analizados de la Población 1..... 123
E	Especificaciones Técnicas Servidores Cisco UCS C210 M1..... 132
F	Especificaciones SAN iStor iS512..... 133
G	Especificaciones Switch Extreme Networks BlackDiamond 8806.. 134
H	Especificaciones Bakhbone NEO 200..... 135
I	Especificaciones NAS Snapserver 410..... 136
J	Memoria Fotográfica..... 137
K	Esquema de la Formación sobre la Plataforma Virtualizada..... 138
L	Indicadores Analizados de la Población 1 después de la Virtualización 139
M	Cuestionario..... 148
N	Validación del Instrumento de Recolección de Datos..... 151
O	Confiabilidad del Instrumento..... 156
P	Resúmenes de Casos 157
Q	Tabla de Frecuencia 158

LISTA DE CUADROS

CUADRO		pp.
1	Operacionalización de las Variables.....	44
2	Descripción de la población 1.....	47
3	Descripción de la población 2.....	48
4	Criterios de Decisión para la Confiabilidad de un Instrumento..	51
5	Descripción de los Recursos Asignados al Servidor de Correo Electrónico.....	58
6	Métodos de Monitoreo.....	59
7	Análisis de los resultados del Servidor de Correos.....	62
8	Nivel de Disponibilidad.....	64
9	Incidencias de Falla de Servidor del Servidor de Correos.....	65
10	Inversión del Proyecto.....	69
11	Fase de Ejecución.....	83
12	Recursos asignados al servidor de correo electrónico antes de la Virtualización.....	94
13	Recursos asignados al servidor de correo electrónico después de la Virtualización.....	94
14	Análisis de resultados de Servidor de Correos Virtualizado.....	97
15	Percepción del Impacto del Clúster Virtual en la prestación del servicio de correo electrónico de la organización.....	100
16	Satisfacción de las necesidades de la disponibilidad del servicio de correo electrónico de la organización.....	101
17	Claridad del propósito de los elementos que conforman el diseño implantado.....	102
18	Percepción de calidad de la formación y sensibilización en cuanto a la ejecución de las tareas de administración del clúster.....	103
19	Percepción de la reducción de tiempos de inactividad.....	104
20	Claridad del funcionamiento del clúster virtual.....	105
21	Capacidad de administración del clúster virtual.....	106
22	Claridad de la configuración de los elementos del diseño del clúster virtual.....	107
23	Ajuste de los recursos de la máquina virtual que funciona como servidor de correos electrónicos.....	108
24	Satisfacción con la implantación del clúster virtual.....	109

LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO		pp.
1	La evolución de arquitecturas TI sobre el tiempo.....	17
2	Virtualización.....	18
3	Incremento del uso de Hardware.....	21
4	Virtualización de Hardware.....	25
5	Virtualización de Sistema Operativo.....	27
6	Paravirtualización.....	28
7	Virtualización de aplicaciones.....	29
8	Tiempo medio entre fallos.....	36
9	Formula de Coeficiente de Alpha de Cronbach.....	50
10	Diseño del Clúster Virtual.....	75
11	Cuadrante Mágico de Gartner para los Principales Proveedores de Virtualización.....	79
12	Pregunta 1.....	100
13	Pregunta 2.....	101
14	Pregunta 3.....	102
15	Pregunta 4.....	103
16	Pregunta 5.....	104
17	Pregunta 6.....	105
18	Pregunta 7.....	106
19	Pregunta 8.....	107
20	Pregunta 9.....	108
21	Pregunta 10.....	109

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL "LISANDRO ALVARADO"

DECANATO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION

IMPLANTACION DE UN CLÚSTER VIRTUAL DE ALTA DISPONIBILIDAD
PARA EL SERVICIO DE CORREO ELECTRONICO DE LA EMPRESA HIERRO
BARQUISIMETO C.A. EN EL ESTADO LARA.

Autor: Nelson Meléndez

Tutor: Manuel Mujica

Fecha: Abril 2012

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basó en mejorar el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. Estado Lara, mediante la implantación de un sistema de clúster virtual de alta disponibilidad que provea confiabilidad, robustez y soporte los requerimientos en cuanto a los niveles de disponibilidad del servicio de mensajería que requiere la empresa. Para lo cual se realizó un estudio de la situación en la que se encontraba dicho servicio y se efectuó un diseño que cumpliera con las principales necesidades de la organización y no afectará el desempeño del servicio, seguidamente se llevó a cabo un plan de migración del servidor empresarial y se logró optimizar un servicio que resulta vital para la compañía disminuyendo el impacto ocasionado por los tiempos de inactividad del sistema. Así mismo cabe destacar que el presente estudio se enmarcó en la modalidad de proyecto factible ya que consiguió elaborar e implantar una propuesta de un modelo operativo viable, cuyo propósito es el de satisfacer la necesidad de un servicio de correo confiable y siempre disponible para la empresa, de una manera metodológica apoyada en el método científico. Por último, se describen las fases que se ejecutaron durante la instalación y configuración del clúster, y se analiza el impacto de la nueva infraestructura sobre el servicio de correo y como es la percepción del Departamento de Tecnología del desempeño del clúster virtual, para finalizar se exponen conclusiones y recomendaciones que sirvan de apoyo para investigaciones futuras.

Palabras Claves: Clúster, Virtualización, Alta Disponibilidad, Servicio de correo electrónico.

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL "LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION

IMPLEMENTATION OF A VIRTUAL HIGH AVAILABILITY CLUSTER FOR
MAIL SERVICE OF THE COMPANY HIERRO BARQUISIMETO C.A. IN
ESTADO LARA.

Autor: Nelson Meléndez

Tutor: Manuel Mujica

Fecha: Abril 2012

ABSTRACT

This research was based on improving email service of the company Hierro Barquisimeto C.A. in the Estado Lara, through the implementation of a virtual cluster system that provides reliable high availability, robustness and support the requirements in terms of levels of service availability required by enterprise messaging. For which a study was made of the situation in which the service was and was made a design that would meet the main needs of the organization and will not affect service performance, then took out a migration plan enterprise server and it was achieved optimize a service that is vital to the company reducing the impact caused by system downtimes. Also it's worth nothing that this study was framed in the form of feasible project as it managed to develop and implement a proposal for a feasible business model, whose purpose is to satisfy the need for a reliable mail service and always available to the company, in a manner methodology supported in scientific method. Finally, are described the steps that were executed during the installation and configuration of the cluster, and analyzed the impact of the new infrastructure on the mail service and as is the perception of the technology department of the performance of virtual cluster, to finalize conclusions and recommendations are presented that support for future research.

Keywords: Cluster, Virtualization, High Availability, Servers Platform.

INTRODUCCION

En la actualidad una de las principales ciencias que ha revolucionado la industria, es la informática, la cual ha permitido aumentar la productividad y rapidez de los diferentes procesos que se pueden realizar en una organización. La informática, como su definición indica, permite automatizar los métodos en que se procesa la información de los sistemas que utiliza la empresa. Esta gran cualidad ha generado un gran mercado de soluciones tecnológicas que han permitido a las sociedades de hoy en día comunicarse e implantar aplicaciones de cualquier índole en cualquier lugar del mundo.

El desarrollo tecnológico que se ha vivido durante las últimas décadas ha influido en las sociedades actuales al punto de convertir a la tecnología en algo primordial en el día a día del ser humano. Uno de los principales ejemplos para validar esta teoría es la red de Internet, la cual consta de una cantidad innumerable de computadores conectados unos con otros. La Internet y las redes de datos han permitido a las industrias desarrollar e implementar aplicaciones que permiten interconectar las sucursales de las diferentes empresas al mismo tiempo que posibilitan unificar los datos de los sistemas de información que estas utilizan.

Hoy en día la tecnología ha permitido al ser humano desarrollar nuevas y novedosas formas de comunicación, las cuales permiten transmitir nuestras ideas, acciones y pensamientos de manera inmediata, disminuyendo así barreras como la distancia, el idioma o la desinformación que antes afectaban en gran manera los procesos en los cuales se apoyan las empresas. Una de estas herramientas que ha facilitado la manera en que se comunican las personas dentro de una organización es el correo electrónico, este servicio ha permitido a las empresas agilizar las operaciones, minimizar costos e incrementar la productividad de los empleados.

Uno de los principales objetivos o características que buscan las compañías para este tipo de comunicaciones a través de redes de datos, es la disponibilidad de la interconexión de los diferentes elementos que conforman la red corporativa, entre ellos el correo electrónico. En la mayoría de las aplicaciones y servicios de las redes

empresariales se utiliza una estructura de red conocida como cliente-servidor en donde se designa o establece un computador donde se ejecuta y almacena alguna aplicación. Este computador escucha las peticiones de los demás elementos de la red para utilizar sus recursos y las gestiona de manera de optimizar el uso de los mismos. La disponibilidad del servidor en este tipo de estructura es vital para cualquier aplicación que se ejecute bajo esta estructura ya que se establece como un punto central para las comunicaciones entre los sistemas clientes y los del servidor.

Cabe destacar que la disponibilidad de un servidor depende de factores como el sistema operativo donde se implemente y el hardware que utiliza, cualquier mal funcionamiento en alguno de estos afectará las aplicaciones que en el servidor se ejecutan. Es por esto, que las organizaciones buscan métodos para impedir que esto suceda, ya que el tiempo que pase el servidor fuera de funcionamiento se convertirá en pérdidas para la empresa.

Para evitar este tipo de falla, se pueden implementar medidas de seguridad que prevengan cualquier pérdida de la información. Una de estas técnicas es la virtualización, la cual mejora dramáticamente la eficiencia y disponibilidad de los recursos y aplicaciones de la organización al crear una interfaz externa que esconde una implementación subyacente mediante la simplificación del sistema de control o la combinación de recursos en localizaciones físicas diferentes. En otras palabras, crea un computador virtual mediante la combinación de hardware y software.

La virtualización lleva a un nuevo concepto de arquitectura de red, el cual permite que todo lo que pueda brindar un sistema se ofrezca como servicio de modo que los usuarios puedan acceder a los servicios disponibles, sin conocimientos en la gestión de los recursos que usan. Esta nueva tecnología permite crear servidores virtuales que puedan estar disponibles a los usuarios sin importar el componente físico en el cual estos se ejecutan, así como también, permite realizar trabajos de mantenimiento sin afectar la entrega de servicios y que los sistemas de información se puedan restaurar de manera más rápida y eficiente en caso de cualquier percance.

En este sentido, el presente proyecto de investigación se estructura en los siguientes capítulos que lo componen:

El Capítulo I denominado El Problema, contiene el planteamiento del problema que motivo la investigación, los objetivos del trabajo, su justificación y los alcances que lo engloban.

El Capítulo II, cuyo nombre es Marco Teórico describe los antecedentes, bases teóricas y definición de variables de estudio de la investigación.

En el Capítulo III, se presenta el Marco Metodológico, donde se describe en forma detallada la naturaleza de la investigación, las técnicas de recolección de datos, los aspectos administrativos y las fases de la investigación dentro de los cuales se encuentra el diagnóstico, la factibilidad, el diseño, la implementación y evaluación.

En el Capítulo IV, Propuesta del Estudio, se describe la fase I: Diagnóstico donde se presenta el resultado del estudio de la situación inicial del servidor de correos electrónicos de la organización mediante el muestreo y análisis de las variables de estudio, también se describe la fase II: Factibilidad, que se refiere al estudio de las diferentes factibilidades del trabajo de investigación y por último la fase III: Diseño del Clúster Virtual, donde se definen los niveles de disponibilidad que se plantearon alcanzar y se muestra el diseño de la infraestructura donde se apoyó el clúster virtual.

El Capítulo V, Ejecución y Evaluación de la Propuesta, se efectúa la fase IV: Implantación del Clúster y fase V: Evaluación del Clúster de la presente investigación.

Por último el Capítulo VI, mostrará las conclusiones y recomendaciones de la investigación. Finalmente, se presentan las Referencia Bibliográficas y los Anexos, los cuales permitirán dar un mayor sustento a la investigación.

Las teorías que sustentaron la investigación son las de ciencias de la computación en la especialidad de redes de computadores y puntualmente en virtualización de servidores, utilizando como modalidad metodológica la de proyecto factible. Con estas teorías se pretendió soportar la Implantación de un Clúster Virtual de Alta Disponibilidad para el Servicio de Correo Electrónico de la Empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el Estado Lara.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Hoy en día es más que una necesidad para las empresas tener toda la información de la organización de manera digital, ordenada y sincronizada, para de esta manera poder realizar una gestión eficiente de los recursos y la producción de la misma. Para lograr esto se requiere que todas las herramientas electrónicas de la empresa (impresoras, computadoras, base de datos, entre otros) estén asociados unos con otros, dentro de un mismo entorno o infraestructura administrable.

Esta asociación se logra mediante las Redes de Computadoras o Redes de Datos, las cuales se pueden definir como una serie de dispositivos informáticos (computadoras, impresoras, cámaras, teléfonos, entre otros) que poseen la capacidad de comunicarse entre sí para compartir data y poder ser administrados remotamente.

Una de las principales maneras de clasificar las redes de datos es por la relación funcional que existen entre sus nodos, esto quiere decir, la función que realizan estos dentro del modelo en el cual están implementados, en este tópico se puede encontrar dos principales clasificaciones, la primera consta de dos componentes involucrados en el procesamiento de la información los cuales son el cliente y el servidor, el cliente solicita el uso de un recurso al servidor, el cual gestiona dichas solicitudes de manera que se pueda aprovechar al máximo los recursos que este tiene asignado; en la segunda, la clasificación igual a igual (P2P por sus siglas en inglés) intervienen más de dos nodos (inclusive puede abarcar todos los nodos de la red), en esta la gestión y asignación de los recursos se distribuye por todos los nodos que posean disponible el recurso solicitado.

En relación a lo anterior, Jorquera (2.008) comenta:

El modelo cliente servidor es uno de los más empleados por un equipo o aplicación (cliente) para acceder a recursos ubicados en otro equipo (servidor) u ofrecido por otra aplicación (servicio)...

Cada nodo cliente debe disponer de, al menos, una aplicación que denominaremos aplicación cliente. Esta aplicación es la responsable de solicitar el recurso o servicio deseado y, en caso de ser interactiva, actuar como interfaz con el usuario final...

Al otro lado nos encontraremos el nodo servidor o servidor. En este caso, se trata del equipo – la combinación de hardware más sistema operativo – que posee el recurso hardware o software objeto del servicio. Sobre él se ejecutará la aplicación servidor o servicio capaz de atender las solicitudes del cliente... (p.22).

El modelo cliente-servidor se basa en un sistema centralizado de control donde los accesos, recursos y la integridad de los datos son controlados por el servidor, además permite la escalabilidad de la red por separado, cualquier elemento puede ser aumentado o mejorado en determinado momento, este modelo también permite una administración más amena ya que los recursos más importantes para la organización son gestionado por los servidores.

Por otra parte, este modelo tan ampliamente utilizado cuenta con debilidades que afectan otros puntos importantes para las organizaciones, alto consumo de energía, sobredimensionamiento, lento retorno de inversión. También cabe destacar que el modelo cliente-servidor no tiene la robustez de redes como la P2P, ya que cuando un servidor está caído o inhabilitado, las peticiones de los clientes no pueden ser satisfechas y los sistemas se encuentran inaccesibles. Es por ello que uno de los principales aspectos a tener en cuenta en este tipo de modelo es la disponibilidad de los servidores, ya que de esto depende el correcto funcionamiento de los sistemas de información y la operatividad de la empresa lo que podría afectar seriamente los ingresos de la organización. Al respecto Kailash Jayaswal (2.006) comenta:

Los empleados y socios dependen de la continua disponibilidad de los datos. Los horarios laborales se han extendido más allá del tradicional horario de 9 a 5, cinco días a la semana. Los servidores de las Intranet tales como e-mail, aplicaciones internas, entre otros, deben estar siempre activos y funcionales para que el trabajo continúe. Cada empresa tiene al menos un servidor empresarial crítico que soporta el bienestar y las operaciones diarias de la

organización. La falta de disponibilidad de aplicaciones críticas se traduce en pérdidas de ingresos, reducción del servicio al cliente y lealtad de los clientes, y trabajadores bien pagados pero inactivos. Una encuesta realizada por la edición Fortune 100 de la revista Fortune a 450 compañías (conducida por la división estratégica de investigación de encontrar /SVP) llegó a la conclusión que las empresas Estado Unidenses incurren en aproximadamente 4 mil millones de dólares en pérdidas por año a causa de la inactividad de sistemas o redes. (p.4)

Por tanto, las empresas y negocios que cuenten con sistemas críticos para la operatividad deben identificar y eliminar las causas potenciales de inactividad y realizar mantenimientos preventivos de los servidores empresariales a fin de disminuir el tiempo de ociosidad de los sistemas y posibles fallas, y así poder prevenir pérdidas significativas a la organización además de satisfacer las altas expectativas de servicio. Generalmente las causas de inactividad en un ambiente de Tecnologías de Información (TI) abundan, ya que estos están compuestos por varios elementos interconectados que requieren funcionar correctamente para que exista una buena disponibilidad.

Así mismo, dentro de los servicios que actualmente están soportados por las infraestructuras de las TI empresariales, se destaca el servicio de correo electrónico. Este servicio se ha convertido en poco tiempo en uno de los medios de comunicación más extendidos y utilizados. Son ya un gran número de empresas, asociaciones y administraciones públicas las que han adoptado el correo electrónico como medio de comunicación y transmisión de datos, complementando o sustituyendo medios tradicionales como el correo postal, teléfono o fax e integrándolos a sus sistemas corporativos de manera de enriquecer el servicio suministrado y la experiencia del cliente.

Un caso parecido a esta situación, se presentó en la empresa Hierro Barquisimeto C.A. la cuál es una empresa que tiene como objetivo fundamental la comercialización de productos siderúrgicos, además de seguir siendo partícipe del desarrollo industrial de Venezuela, ofreciendo los insumos y servicios técnicos en el área como construcción, industria petrolera, industria del cemento y público en general. Así mismo, es la encargada de soportar toda la plataforma tecnológica en la cual se apoyan empresas asociadas.

Cabe destacar que por observación directa se pudo verificar que la empresa cuenta con dos redes MAN (Metropolitan Area Network o red de área metropolitana) en la ciudad de Valencia y Barquisimeto, así como también, tres sucursales remotas en Caracas, interconectadas mediante la WAN (Wide Area Network o red de área amplia) del proveedor de servicio. Igualmente posee un data center que cuenta de nueve servidores que suministran diversos servicios, entre estos el de correo electrónico, a más de doscientos cincuenta empleados.

Esta infraestructura tecnológica ha requerido de una gran inversión de tiempo y esfuerzo para administrarla y mantenerla, tal como se puede observar en el anexo A en donde se muestran las estadísticas de la demora media en el tratamiento de incidencias por motivos de: aprovisionamiento, mantenimiento y gestión de fallas de servidores, por lo que la empresa debió disponer de una plataforma que facilite y agilice dichas tareas así como también fuera lo suficientemente robusta para brindar la mayor disponibilidad del servicio de correo electrónico y mensajería informática en el que la organización se apoyara.

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Cuál sería la situación actual del servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto, C.A.?, ¿Qué resultados arrojaría el estudio de factibilidad técnica, económica y operativa de implementar un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico? ¿Qué diseño brindaría una solución a la problemática planteada?, ¿Cómo se implementaría un clúster virtual de alta disponibilidad para la organización?, ¿Cuáles serían los resultados de evaluar la implementación de un clúster virtual de alta disponibilidad en la plataforma de servidores?

A fin de dar respuestas a estas interrogantes, el presente Proyecto de Investigación tiene como finalidad la Implantación de un Clúster Virtual de Alta Disponibilidad para el Servicio de Correo Electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A.

Objetivos de la Investigación

Objetivo Principal

Implantar un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la plataforma de servidores de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. respecto a la disponibilidad del servidor de correo electrónico.
- Estudiar la factibilidad de migrar el servidor de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. a un clúster virtual de alta disponibilidad.
- Diseñar una solución de clúster virtual de alta disponibilidad acorde a las necesidades de la empresa.
- Implementar un Clúster Virtual de Alta Disponibilidad para el Servicio de Correo Electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A.
- Precisar el impacto de la solución implementada en el desarrollo de las actividades diarias de la organización.

Justificación e Importancia

Desde el punto de vista social el presente proyecto se justificó ya que además de buscar mejorar la gestión, el mantenimiento y la disponibilidad de los servicios informáticos persiguió conseguir así un entorno que garantizara a los empleados de la empresa la realización de sus labores diarias de manera rápida y eficaz, para de esta manera, lograr un mejor desempeño en los procesos que se realizan en la empresa, así como también, poder disminuir los gastos asociados a los métodos de recuperación de la data.

El presente estudio también ha buscado mejorar los procesos internos de la organización en base a disponer de un servidor que le permita mejorar la confiabilidad del funcionamiento del servicio de correo electrónico al proveer una

tecnología orientada a aprovechar al máximo las características y los recursos de los servidores empresariales.

Igualmente esta investigación servirá de apoyo al autor del presente estudio en cuanto a su desarrollo profesional debido a la adquisición de nuevos conocimientos durante el proceso de desarrollo del presente proyecto de grado de maestría, el cual podrá ser utilizado para futuras investigaciones que se relacionen con la temática abordada sirviendo de aporte y guía para estudiantes y profesionales del área.

Alcances

La plataforma de alta disponibilidad que se implementó en el presente trabajo de investigación buscó mejorar la disponibilidad del servidor de correo de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. mediante la configuración de un clúster virtual que optimizara el uso de la infraestructura del centro de datos al aprovechar al máximo las características de los servidores empresariales, permitiera independizar el hardware del software utilizado logrando así implantar diferentes tipos de sistemas operativos, ahorrar costos en hardware, energía y sistemas de enfriamiento, además de que brindara métodos de recuperación de fallas que permitieran lograr menores tiempos promedios de reparación optimizando así la disponibilidad del servicio de correo electrónico, así como también, facilitara la posibilidad de crear un ambiente confiable para instalar y probar actualizaciones y aplicaciones.

La nueva plataforma se diseñó para obtener el mejor rendimiento de la infraestructura tecnológica con la que cuenta la empresa Hierro Barquisimeto C.A. por lo que se requerirá rediseñarla si se desea implementar otros servicios o en otra organización.

El estudio consta de una fase de diagnóstico donde se determinó las necesidades de la organización y los puntos que necesitarían ser abordados, una vez culminada esta fase, se procedió a realizar un diseño que se adaptara tanto a la plataforma de servidores con la que contaba la empresa, así como también, a los requerimientos del servicio de correo electrónico que prestaba.

Una vez realizado el diseño se procedió a implantar el clúster virtual en la plataforma de servidores de la empresa. Ya culminada la fase de implementación se realizará nuevamente una fase de evaluación en donde se midió el impacto del clúster en los aspectos y tareas que se decidieron mejorar en la fase de diagnóstico.

Limitaciones

En cuanto a las limitaciones es importante tomar en cuenta que dentro de la organización y más específicamente el Departamento de Tecnología posee una política contra el filtrado de información que maneja severas medidas de confidencialidad lo que dio como resultado la limitación de exponer o utilizar datos que pudieran ser relevantes en el desarrollo de algunas fases del presente trabajo de grado.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes de la Investigación

Todo estudio debe de estar apoyado en investigaciones relacionadas que sigan la misma línea o trabajen un tema relacionado al que se quiere indagar, para de esta manera, sustentar el desarrollo del proyecto. En el presente capítulo se citan investigaciones que han contribuido a generar la propuesta de Implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara. A continuación se detallan los antecedentes que han influenciado esta investigación:

León (2.009) en su tesis de maestría titulada “*Técnicas de Virtualización para Alta Disponibilidad Aplicada a Servidores de Bases de Datos Empresariales*”, presentado en el Instituto Politécnico Nacional de la ciudad de México D.F. En este trabajo se realiza el estudio de las diferentes técnicas de virtualización, identificando la más adecuada para elaborar un esquema que permita manejar alta disponibilidad en servidores de bases de datos empresariales. Se analizan detalladamente los puntos más importantes como lo son: virtualización, bases de datos, alta disponibilidad y los equipos necesarios para su implementación. Finalmente, se realizan pruebas de carga hacia los servidores virtuales obteniendo resultados importantes que describen la capacidad de consulta y el número de transacciones realizadas a la base de datos en el esquema presentado. La metodología utilizada por el autor fue la de investigación documental ya que utilizó criterios para destacar elementos esenciales de la naturaleza de la investigación y presenta además, las posibles alternativas de solución a las dificultades y limitaciones derivadas del problema investigado. Como aporte a la

presente investigación el trabajo de grado presentado por León demuestra que existen aplicaciones que permiten pasar máquinas virtuales de un servidor físico a otro sin tener que dar baja el servicio, esto sucede cuando el sistema detecta una falla en el equipo, ya sea por falta de memoria o falla en uno de los discos duros, la máquina virtual automáticamente pasa al otro servidor creando una imagen instantánea y pasando el control en el momento adecuado logrando que el usuario no se dé cuenta que existió una interrupción mínima en la aplicación.

Báez (2.006) en su trabajo de grado titulado “*Mecanismos de gestión de desempeño que garanticen la continuidad operativa de los servidores de red*”, presentado en la Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín. La finalidad de esta investigación era la de reseñar la importancia de los factores que afectan el desempeño de los servidores y cómo estos a su vez influyen en la continuidad operativa. Así mismo, señala cuales son los principales elementos a monitorear para asegurar una buena gestión de desempeño y aprovechar al máximo la vida útil de los servidores. La investigación fue de tipo aplicada, bajo la modalidad de campo; considerando su diseño como experimental, la recolección de datos se obtuvo con técnicas de observación directa a través de las guías de observación, con las cuales se registraron los datos reales y precisos de la situación planteada. Al finalizar la investigación se concluyó lo siguiente: del Total de los 18 indicadores medidos y analizados, solo 2 indicadores (página/segundo y errores de página / segundo) sobrepasaron los valores umbrales, destacándose que estos valores altos ocurrieron cuando se ejecutaba localmente el desfragmentado de discos, por lo que se deduce que esta aplicación consume demasiado recursos del sistema y que afecta en gran medida el rendimiento del servidor y en tal sentido se recomienda ejecutar estos procesos fuera del horario normal de trabajo.

Por ello se considera que este trabajo es un aporte relevante, por cuanto muestra como una gestión de desempeño que garantice la continuidad operativa de los servidores de red, puede contribuir en el logro de un mejor y más eficiente uso de los recursos tecnológicos de diversas organizaciones.

Boinott (2.009) en su trabajo de grado titulado “*Mantenimiento de Alta Disponibilidad en Sistemas Móviles Distribuidos*” realiza un estudio de las diferentes técnicas de tolerancia a fallas disponibles y las agrupa por efectividad potencial y eficiencia de costo. Así mismo, realiza un experimento con un sistema móvil distribuido y diferentes combinaciones de técnicas de tolerancia a fallos para validar la efectividad de las técnicas. Como aporte para el presente trabajo de grado este antecedente permitió conocer cuál es el método más efectivo para realizar el cálculo de la disponibilidad de un sistema y como mediante una documentación efectiva y experimentación de campo se puede determinar la mejor manera de aumentar la disponibilidad de un sistema mediante la implementación de técnicas de tolerancia a fallos.

Así mismo, Braastad (2.006) en su tesis de maestría “*Administración de servicios de alta disponibilidad usando virtualización*” presentado en la universidad Oslo University College. Este trabajo de investigación realiza el estudio del uso de la paravirtualización para suministrar alta disponibilidad a servicios de latencia crítica como servidores de juegos o de audio streaming, y se enfoca en disminuir la impresión de interrupciones de servicios al migrar máquinas virtuales entre los nodos físicos de un clúster debido a fallas controladas (ej. Reiniciar el servidor) ocasionadas en los nodos del clúster con el propósito de desarrollar un módulo añadido a las aplicación Hearbeat y al hipervisor XEN el cual permite la migración en caliente de máquinas virtuales entre los nodos físicos del clúster. Una vez realizada la lectura del trabajo de investigación no se indicó el tipo de metodología utilizada por el autor, más sin embargo, de acuerdo a los métodos utilizados y a juicio del presente investigador el autor implemento una metodología experimental para determinar la mejor manera de disminuir la impresión de interrupciones de servicios. Al finalizar la investigación el autor concluye que los experimentos científicos realizados demostraron que el desempeño de las aplicaciones que ejecuta un sistema operativo no se ven afectados por el hardware donde se ejecuta, bien sea un servidor físico o una máquina virtual, así como también señala que la solución de alta disponibilidad

aplicada al clúster es bastante robusta, causa bajo tiempo medio de reparación y difícilmente afecta a los usuarios si una falla controlada llegara a ocurrir.

Se considera notable el aporte de esta investigación al proveer de información sumamente relacionada con el objetivo del presente proyecto de investigación ya que suministra técnicas de muestreo o benchmark y aspectos relevantes a considerar en el diseño de un clúster de paravirtualización que provea alta disponibilidad de los recursos que administra. Lo que diferencia el presente proyecto del antes mencionado es la técnica de virtualización utilizada, la paravirtualización modifica el sistema operativo de la máquina virtual para que las instrucciones del mismo se ejecuten en el hardware host donde se implementa, la virtualización planteada en este proyecto deja el sistema operativo invitado intacto y realiza una traducción binaria para que las instrucciones de la máquina virtual se ejecuten en los recursos físicos del servidor.

Bhashyam (2.009), en su trabajo de grado titulado “*Rendimiento de diversos sistemas operativos y aplicaciones en un entorno virtual con VMware*” presentado en la universidad UNITEC de Nueva Zelanda. La finalidad de la investigación fue la de evaluar el impacto de sistemas operativos virtualizados y aplicaciones ejecutándose en un ambiente virtual con VMware. La ejecución de dos aplicaciones (VLC Player y Firefox Browser) fueron probados en tres sistemas operativos implementados en el software de virtualización VMware Workstation 6. El entorno virtual estaba formado por tres sistemas operativos: UBUNTU Linux, Windows XP Home Edition y Apple Macintosh OS X. Dentro de las interrogantes que busca responder la tesis se encuentran: como diferentes sistemas operativos y aplicaciones compatibles actúan en un entorno virtualizado con VMware y cuál es el coste actual efectivo de un entorno virtual en el mercado.

La metodología para este antecedente es una metodología mixta entre una investigación cualitativa y cuantitativa. El método cualitativo es usado para coleccionar datos y conducir la investigación de la literatura. Los métodos cualitativos fueron realizados mientras se realizaban los experimentos. Los resultados fueron analizados utilizando métodos cuantitativos y comparados unos con otros, documentando las diferencias.

En esta investigación el autor concluyó que los experimentos realizados revelaron que el desempeño de los sistemas operativo y aplicaciones sobre VMware fue satisfactorio, destacando que dentro de los sistemas operativos analizados el Macintosh OS X presentó un desempeño pobre cuando es virtualizado, UBUNTU Linux no presentaba diferencia alguna y que Windows XP se veía insignificamente afectado por el entorno virtual. Con respecto a la interrogante del costo efectivo en el mercado, se llegó a la conclusión de que VMware ha probado ser un entorno virtual efectivo en términos de costo y desempeño.

Como aporte a la presente investigación el trabajo de grado presentado por Bhashyam suministra datos que validan el uso de VMware como herramienta de virtualización que soporta el sistema operativo utilizado en el servidor que aloja la aplicación de correo electrónico utilizada por la empresa Hierro Barquisimeto C.A. sin comprometer su desempeño y que presenta una relación considerable entre costo y beneficio.

Bases Teóricas

A continuación se presentan las bases teóricas del presente proyecto las cuales buscaron establecer un modelo epistemológico a fin de establecer o describir los elementos más significativos que afectarían el desarrollo del proyecto. Estas bases permitieron realizar un enfoque estratégico que permitió centrar la investigación en los aspectos que se deseaban mejorar de la situación actual.

Historia

La historia de la virtualización va conjuntamente asociada con la historia del desarrollo de los sistemas informáticos, tal como lo explica Desai (2.007) en el comienzo de la informática empresarial, los principales recursos estaban en gran parte centralizados. La computadora central (de ahora en adelante mainframe) era un estándar y proveía CPU (Unidad central de procesamiento por sus siglas en ingles),

memoria y almacenamiento desde una ubicación central. Los usuarios finales utilizaban el equivalente a cables de extensión para proveer al sistema central de entrada y salida de data.

Esta configuración hacia la administración del sistema relativamente fácil para el personal TI; en vez de administrar docenas o cientos de computadores, solo un sistema central se tenía que cuidar. Como nota aparte, ciertamente se puede argumentar que estos sistemas implementaban una forma de virtualización debido a que las terminales podían contar con entornos aislados que eran provistos por la piscina de recursos de la mainframe. Por supuesto, había limitaciones desde el punto de vista del usuario final.

La llegada del asequible computador de escritorio brindó a los usuarios finales una mayor flexibilidad en instalación y configuración de aplicaciones. El software de escritorio permitía incrementar la productividad. Con el tiempo, los departamentos de TI empezaron a soportar ambientes cliente-servidor. En esta configuración, los computadores de los usuarios finales y los servidores centralizados comparten las tareas de procesamiento y almacenamiento de datos. Los equipos clientes a menudo se centran en la interacción con el usuario y la presentación de la información, mientras que los servidores almacenan data y proporcionan algunas funciones relacionadas con la empresa. Aunque existían beneficios de funcionalidad y usabilidad, la administración y gestión se convirtió en una tarea mucho más compleja debido a la flexibilidad de la configuración y un número mayor de computadores a administrar.

Las aplicaciones empresariales modernas suelen tener muchas dependencias. Las aplicaciones con varios niveles con regularidad incluyen componentes que se deben ejecutar como muchos servicios diferentes. Por ejemplo, un servidor Web puede requerir proveer interacción con el usuario. La lógica de negocio se puede ejecutar dentro de un nivel especializado aplicación-servidor, y el almacenamiento de datos puede ser manejado por una base de datos. De alguna manera, este aumento de la complejidad aporta beneficios muy necesarios. El rendimiento y la escalabilidad son a menudo mejorados mediante la distribución de la carga de trabajo en varios

componentes del servidor. Un avance más reciente hacia la arquitectura orientada a servicio (SOA por sus siglas en inglés) ayuda a reducir la dependencia entre aplicaciones. El gráfico 1 proporciona un resumen de esta evolución con el tiempo.

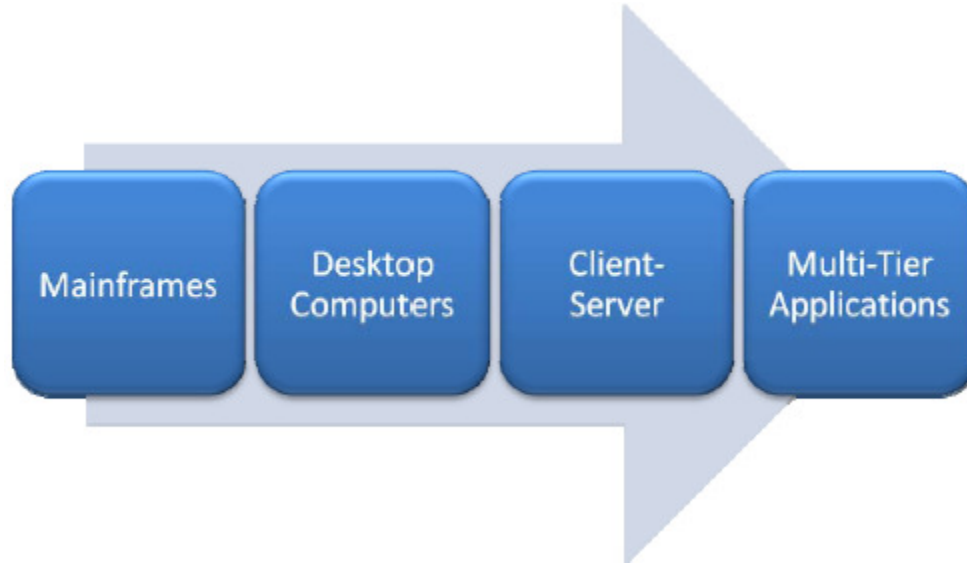


Gráfico 1: La evolución de arquitecturas TI sobre el tiempo.
Fuente: Desai (2.007)

La conclusión, sin embargo, es que los modernos entornos de TI, son complicados y poseen muchas “partes móviles” que deben ser gestionadas por el personal de TI. A esto se añade la necesidad de adaptarse rápidamente a los cambios en los negocios al afrontar presupuestos disminuidos y reducción de los recursos humanos. Esta evolución y sus retos asociados ayudan a establecer el escenario para entender la necesidad de la virtualización.

Virtualización

Según Golden y Scheffy (2.008), la virtualización es la técnica mediante la cual se desacopla los usuarios y aplicaciones de las características específicas del hardware y de los sistemas que estos usan para realizar tareas computacionales. En términos básicos la virtualización permite, virtualmente, tener dos o más computadoras,

ejecutando dos o más ambientes completamente diferentes, en un solo hardware como por ejemplo: un servidor (Ver gráfico 2). Esta tecnología promete dar paso a una nueva ola de innovaciones de hardware y software. Al respecto Desai (2.007) comenta que, tomado en un sentido general, la virtualización se puede aplicar a diversos componentes diferentes en una infraestructura TI. Por ejemplo, la virtualización a nivel de red puede hacer referencia a la abstracción de los routers y switches en elementos de redes lógicas. Del mismo modo, el objetivo de la virtualización de almacenamiento es ocultar la implementación física subyacente de los discos duros y otros dispositivos, y presentárselos a los usuarios como una única y gran agrupación de almacenamiento.



Gráfico 2: Virtualización.
Fuente: VMware (2.010)

En la actualidad, la mayoría de los computadores de los centros de cómputo solo utilizan de 10% a 15% de la capacidad total de procesamiento con la que cuentan. Es decir, que el resto de la capacidad se pierde mientras no se estén ejecutando aplicaciones que requieran de esta. Sin embargo, sin importar cuanta capacidad de cómputo este utilizando actualmente el computador la cantidad de espacio y energía que este consume sigue siendo la misma, es por esto, que el coste operativo de un computador subutilizado puede ser el mismo de uno que se esté aprovechando al

máximo. Al mismo tiempo se puede observar como cada año se fabrican equipos con mejores características de desempeño lo que se traduce en más capacidad sin utilizar. Es por esto que la virtualización busca aprovechar mejor dicha capacidad al habilitar que un solo computador soporte múltiples sistemas sin ningún problema.

Así mismo, la virtualización permite ahorrarnos costos al permitirnos implementar diferentes servidores en un mismo hardware y contar con características como alta disponibilidad, recuperación de desastres, seguridad y control que permitan obtener una continuidad de negocio que le facilite a la empresa obtener mejores beneficios de la infraestructura en la cual sustenta sus sistemas.

Beneficios de la Virtualización

La abstracción del hardware, el completo uso de los recursos y la reducción de los costos de mantenimiento de la infraestructura TI están dentro de los beneficios que a grandes rasgos están asociados a la virtualización, mas sin embargo, tal como menciona Desai (2.007) existen otros beneficios arraigados a la implementación de un ambiente TI virtualizado.

Independencia de Hardware: el beneficio primario de la tecnología de virtualización es la habilidad de crear niveles de abstracción entre aplicaciones, sistemas operativos y hardware. Una de las principales fuentes de la complejidad de la administración TI es que el software y los sistemas operativos están ligados al hardware en donde se están ejecutando. Si un Sistema Operativo (de ahora en adelante SO) o aplicación debe moverse (por ejemplo, para colocarlo en un nuevo servidor para motivos de rendimiento), muchas interdependencias tienen que tomarse en cuenta.

La virtualización resuelve este problema. El SO invitado¹ y todas las aplicaciones que están instaladas en la VM² están vinculados sólo a la configuración de hardware

¹ SO invitado: es aquel que utiliza los recursos virtualizados.

² Máquina Virtual (VM por sus siglas en inglés): Elemento lógico que utiliza los recursos virtualizados y donde reside el SO invitado.

de la máquina virtual, por lo que la VM se puede mover fácilmente a cualquier computador que este ejecutando el mismo nivel de virtualización.

Existen diversas maneras en que esta funcionalidad puede ser utilizada. Por ejemplo, los desarrolladores de software pueden realizar la configuración inicial de una VM en un ambiente de prueba. Una vez lista para producción, se puede copiar o mover toda la VM (la cual incluye SO y todas las configuraciones) a un servidor en producción para ser utilizada por los usuarios finales.

En los casos en que una VM particular ha superado a su host³, la VM puede ser fácil y rápidamente migrada a un hardware más rápido y nuevo sin preocuparse por la compatibilidad. Esto puede ayudar a hacer más fácil y seguro el proceso de actualización de hardware. Además, puede permitir a los administradores de sistema reasignar de forma rápida VM a computadores basado en sus requisitos de recursos y desempeño.

Incremento del uso del hardware: el hardware de los computadores modernos a menudo ofrece tanta capacidad de cómputo que solo algunas aplicaciones pueden tomar ventaja de todo su potencial. Algunas estimaciones de la industria muestran que de todos los recursos existentes en un centro de datos, en el mejor de los casos, solo el 15 % es utilizado. El porcentaje de desuso adicional se debe a diversas razones. En algunos casos, los servidores más antiguos que son rara vez (o nunca) usados todavía siguen presentes en la red. Nadie está realmente seguro de quien es el responsable de administrar el servidor así que solo se deja conectado, consumiendo recursos. En otros casos, las organizaciones TI podrían haber sobrestimado la cantidad de recursos que una aplicación necesita (o la aplicación puede que ya no esté en uso).

Los departamentos de TI también están obligados a planificar los recursos para los periodos de uso máximo, a pesar de que estos periodos no sean muy frecuentes.

³ Host: equipo físico donde residen las máquinas virtuales.

Independientemente de las razones de la infrautilización, cada uno de estos servidores ocupa espacio, requiere electricidad y genera calor- la consecuencia para los costes del centro de datos pueden ser significativos.

Una solución efectiva a este problema es la combinación de las cargas de trabajo. Si tres servidores utilizan solo el 20 % de sus recursos cada uno, las aplicaciones que se ejecutan en ellos pueden ser combinadas en un solo servidor (ver gráfico 3).

Este proceso, a menudo es llamado consolidación de servidores, puede ser una tarea difícil, como resultado de las compatibilidades de las aplicaciones y diferencias entre hardware y sistemas operativos. Sin embargo, si las cargas de trabajo pueden ser ubicadas dentro de máquinas virtuales, entonces se podrán migrar fácil y rápidamente a servidores adecuados a las necesidades actuales de recursos. Como resultado de esto se obtiene un dramático incremento del retorno de inversión debido a una mejor utilización de los activos tecnológicos de la organización.

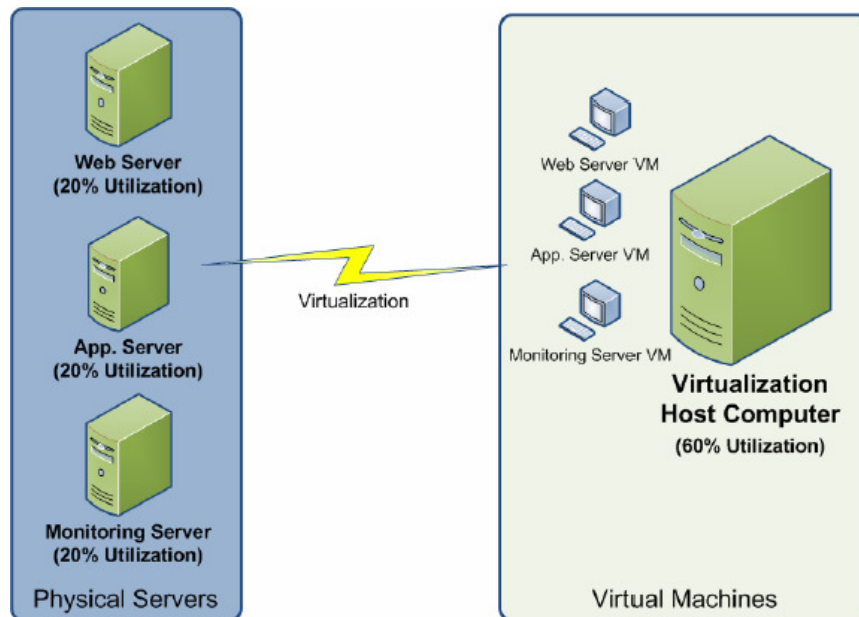


Gráfico 3: Incremento del Uso de Hardware.

Fuente: Desai (2.007)

Adaptación al cambio: la capacidad de responder rápidamente a los cambiantes requisitos empresariales y técnicos es una fuerza crucial para las organizaciones de TI modernas. Como las VM pueden ser fácilmente migradas entre servidores, los

departamentos TI pueden adaptarse a los cambiantes requerimientos sin el costo operacional de la reubicación de hardware. Adicionalmente, recursos como tiempo de CPU y memoria física pueden ser fácilmente asignados según la necesidad de la VM, a menudo, sin la necesidad de apagar la VM. Los niveles de virtualización actuales permiten a los administradores de sistema pueden definir dinámicamente la relación de prioridad de cada VM y/o reservar recursos para asegurar que la VM siempre funcione óptimamente.

Administración simplificada: la proliferación de servidores es un problema constante en muchos centros de datos. El problema es que a medida que nuevos servidores son desplegados o reutilizados, el número y los tipos de computadores que deben ser soportados incrementa considerablemente. Esto conlleva a un esfuerzo adicional necesario para administrar y mantener los sistemas, costos adicionales de operación y más administradores de sistema (o más tiempo para el personal ya sobrecargado). Por ejemplo, para cada nuevo servidor se requieren múltiples conexiones de red y múltiples conexiones de electricidad. Cuando un componente del computador falla, el personal de TI debe estar preparado para solucionarlo de la manera más rápida posible.

Mediante el uso de la virtualización de servidores, muchos de estos costos se pueden reducir. Por lo general es mucho más fácil manejar varias VM que se ejecutan en un servidor físico que la gestión de múltiples servidores físicos. Como existe menos hardware para ser monitoreado y configurado, el margen de error se reduce. Y mediante el uso de herramientas de administración remota, el número de viajes al centro de datos puede reducirse significativamente.

Estandarización de la plataforma: la consistencia es un aspecto importante en un ambiente TI bien gestionado. Muy pocas diferencias en las configuraciones de los servidores equivalen a una administración simplificada. Desafortunadamente, en muchos entornos de TI, el proceso de implementación de nuevos servidores y aplicaciones se maneja de forma de añadidura.

La virtualización ofrece una solución potencial al proveer una configuración de hardware virtual estandarizada. Todas las aplicaciones y servicios instalados en la

VM están configurados para soportar un entorno de máquina virtual, independientemente del hardware físico subyacente. Los departamentos de TI pueden ayudar a asegurar la consistencia al crear una biblioteca base de imágenes de VM. Estas imágenes deben cumplir con las mejores prácticas de TI, tales como tener la configuración del SO bloqueado, la instalación de las últimas actualizaciones de seguridad y soporte para acceder a los recursos de red, para que cuando sea necesario la implementación de una nueva VM simplemente copiar una de estas imágenes.

Seguridad mejorada: los sistemas operativos modernos ofrecen flexibilidad y funcionalidad en forma de servicios y aplicaciones opcionales. Con este poder, sin embargo, viene el riesgo, si algunas de las características no se configura correctamente o si el SO no se actualiza con las últimas correcciones de seguridad, un nuevo equipo pudiera convertirse en un riesgo de seguridad. Aunque sin duda hay formas de que estos descuidos pueden ser manejados, una solución ideal es que todo el computador funcione en un entorno restringido.

La virtualización provee la habilidad de ejecutar una completa máquina virtual dentro un contexto de seguridad limitado. Aunque los detalles específicos de aplicación y las opciones pueden variar dependiendo de la plataforma, el concepto general es limitar los tipos de operaciones que se pueden realizar desde el interior de una máquina virtual. Una buena primera línea de defensa puede venir de limitar la conectividad de red. Las redes virtuales se pueden configurar para permitir que solo unas VM se comuniquen entre sí.

Apoyar la continuidad de negocio: la planificación de la continuidad de negocio y la recuperación de desastres son preocupaciones importantes para los entornos TI de cualquier tamaño. El objetivo es minimizar o eliminar la interrupción de servicio, incluso después de que grandes desastres ocurran. Las organizaciones han sido sometidas a una creciente presión para asegurar que los servicios siguen estando disponibles después de los desastres naturales como terremotos, incendios e inundaciones. Un método común por el cual se logra esta meta es a través de la creación de uno o más sitios de recuperación de desastres. Aparte de los costos de

implementación y mantenimiento de un sitio de recuperación ante desastres, hay muchas cuestiones técnicas que hacen del mantenimiento un desafío.

En primer lugar, los costos se pueden multiplicar rápidamente cuando las organizaciones se ven obligadas a comprar hardware duplicado para colocar en los sitios de recuperación de desastre. El principal reto, sin embargo, es mantener el sitio de recuperación de desastre sincronizado con el sitio primario. También, puede resultar difícil o costoso mantener hardware idéntico en cada sitio de recuperación de desastre.

A través del uso de la virtualización, las organizaciones de TI pueden simplificar enormemente el proceso de mantenimiento de sitios de recuperación de desastre. Las máquinas virtuales no están vinculadas al hardware subyacente del host, por lo que se elimina la necesidad de tener hardware idéntico para la recuperación de desastre. Servidores más pequeños, o solo algunos robustos, se pueden utilizar en el sitio de recuperación de desastres. En caso de un desastre, las VM se pueden copiar en el sitio de recuperación de desastre con una mínima reconfiguración.

Tipos de Virtualización

Según Shields (2.008) los cuatro (4) principales tipos de virtualización. Cada una de estas categorías está diseñada para añadir una capa de abstracción encima de la capa donde la complejidad existe (Ejemplo: tipo de hardware, manejo de procesos, asignación de recursos, entre otros). A continuación se comentarán sobre máquinas virtuales, sistemas operativos de virtualización, paravirtualización y virtualización de aplicaciones.

Virtualización de Hardware

La virtualización de hardware incorpora la virtualización de la capa por debajo del SO. Esta capa (a menudo llamada hipervisor) actúa como una especie Proxy entre los

sistemas virtuales que están por encima de ella y los recursos físicos del computador que se encuentran debajo de ella.

En el caso de las máquinas virtuales, cada una de ellas está total y completamente aislada de las demás, desconoce que comparte el computador host con otras máquinas virtuales y solo sabe que si realiza una solicitud de recurso (CPU, memoria, disco o red) esa solicitud llega a lo que la VM cree que es un recurso físico. La VM se abstrae en una capa directamente en la parte superior del hardware físico, mientras que el hipervisor solo se encarga de procesar las solicitudes entre el ambiente virtual y los recursos físicos (Ver Gráfico 4).

Con la virtualización de hardware, cada máquina virtual individual incluye todos los recursos que necesita para ejecutarse dentro de su entorno de virtualización. Así que para diez instancias de un SO, solo se necesitan diez copias de los archivos del SO y otras configuraciones. Sin embargo, como cada VM es atómica y las solicitudes de recursos se realizan a través del hipervisor, es posible ejecutar VM con diferentes SO en el mismo host. Algunas soluciones de virtualización en el mercado que implementan este tipo de virtualización son: Microsoft Virtual Server y VMware ESXi.

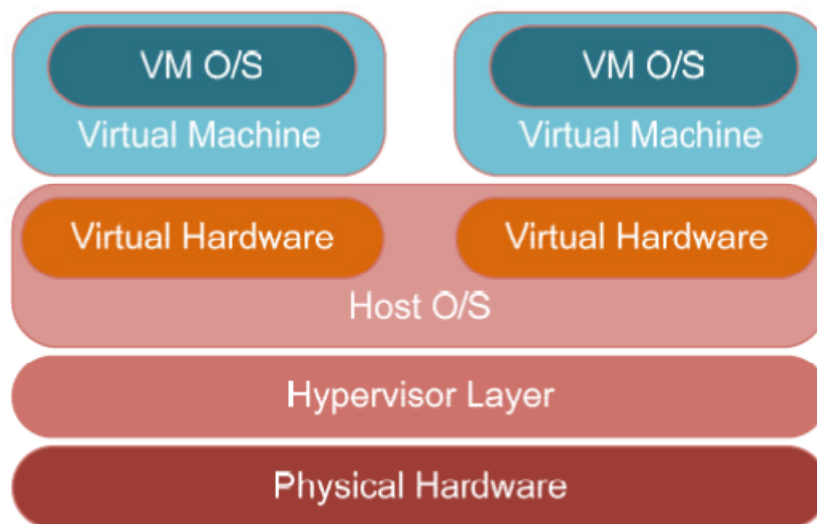


Gráfico 4: Virtualización de Hardware.
Fuente: Shields (2.008)

Virtualización de Sistema Operativo

Como en la virtualización de hardware, la virtualización de SO incluye un SO del host y VM residentes que están completamente aisladas una de la otra. Lo que los diferencia es que el SO anfitrión se convierte en el SO base desde el que todas las VM inician su existencia. Cada VM es casi como una copia virtual del software que compone al anfitrión al momento de ser creado, ya después se puede modificar su configuración (ver gráfico 5).

En la virtualización de SO los archivos de las VM que residen en el host en muchos casos son los mismos archivos que componen el SO del host. Si se cambia un archivo en el host, se cambia el archivo vinculado en cada VM. Con la virtualización de SO, el SO del host se convierte en un punto de control central para todas las VM. Si una actualización que se necesite para el SO se instala en el SO base, automáticamente actualiza el SO de todas las VM.

Por otra parte, debido a que el hardware físico no se virtualiza como en el caso de la virtualización de hardware se aumenta el rendimiento general debido a que no hay necesidad de emular un conjunto de recursos para cada VM. Pero este aumento del rendimiento conlleva que cada VM debe tener el mismo SO que el host y que cualquier cambio en este SO afectara automáticamente a los SO residentes en las VM.

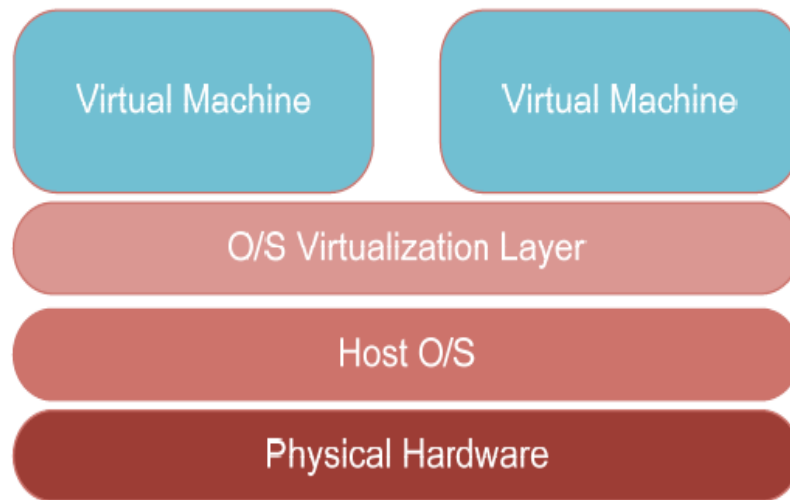


Gráfico 5: Virtualización de sistema operativo.
Fuente: Shields (2.008)

Paravirtualización

La paravirtualización es una rama frecuentemente mal entendida del software de virtualización. La paravirtualización funciona de manera similar a los modelos previamente descritos, ya que permite alojar varias VM en un host. En donde difiere es que no se simulan los recursos de hardware, sino que se ofrece una interfaz de programación de aplicación (API por sus siglas en inglés) para alojar las VM. Para utilizar el API, el SO debe estar específicamente codificado para soportarlo (Ver Gráfico 6).

La paravirtualización se beneficia de las mejoras de rendimiento significativas sobre otras soluciones de virtualización, pero el requisito de codificación especial limita su utilidad en un mercado donde los vendedores SO optan por no facilitar las modificaciones necesarias para implementarla. A modo de ejemplo, Xen es una solución de mercado que incorpora una arquitectura de virtualización.

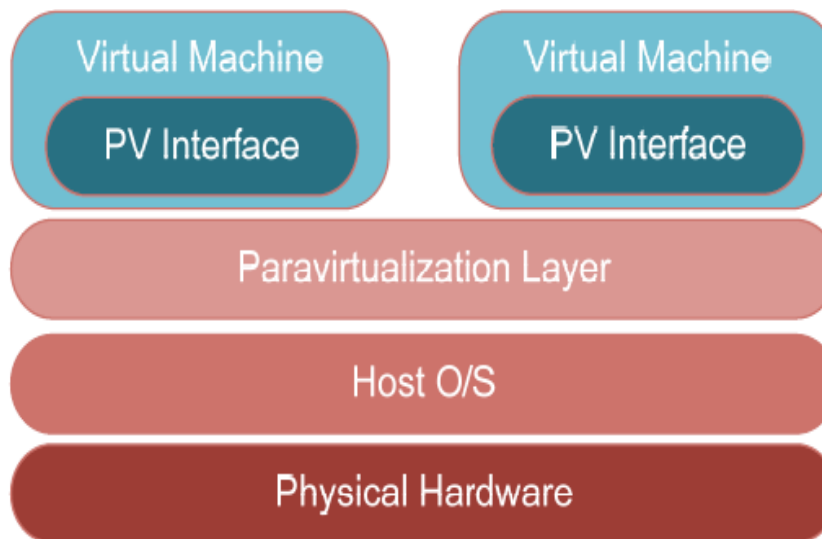


Gráfico 6: Paravirtualización
Fuente: Shields (2.008)

Virtualización de Aplicaciones

Alejándose del concepto de virtualizar todo el sistema se encuentra la virtualización de aplicaciones. Como su nombre lo sugiere la virtualización de aplicaciones encapsula los archivos, las llaves de registro y otras configuraciones de una sola aplicación en una construcción (a menudo un solo archivo) que puede ser fácilmente instalado, desinstalado y actualizado en las computadoras,

Piense en esta construcción como una burbuja donde la aplicación reside. Dentro de esta burbuja, solo se permite que la información fluya hacia el exterior. Las configuraciones dentro de la burbuja pueden utilizar los recursos del SO para ejecutarse y el usuario puede interactuar con la aplicación de la burbuja para realizar algún trabajo. Pero el SO no puede interactuar directamente con los elementos dentro de la burbuja. Al encapsular las aplicaciones de esta manera, la aplicación en sí no tiene ataduras con el sistema, lo que significa que su instalación no afecta la configuración del host (Ver Gráfico 7).

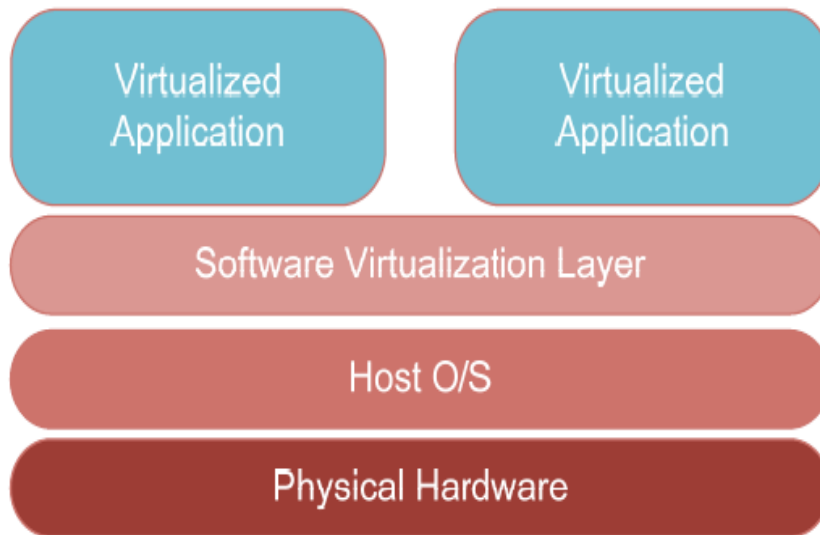


Gráfico 7: Virtualización de aplicaciones.

Fuente: Shields (2.008)

Clúster

Según Kant (2.005) el término “clúster” es ambiguo en la industria de la computación. Dependiendo del vendedor y del contexto, un clúster se puede referir a una gran variedad de entornos. En general un clúster se refiere a un conjunto de sistemas de computadoras conectadas entre sí, están físicamente localizadas cerca una de la otra y cuyo propósito es el de solventar problemas más eficientemente. A este tipo de clúster también se le conoce como clúster computacional de alto desempeño (HPC por sus siglas en inglés) o simplemente clúster computacional.

Otro uso popular del termino clúster es aquel que se utiliza para describir entornos de alta disponibilidad. En estos entornos un sistema computacional actúa como el sistema respaldo de uno o más sistemas primarios. Cuando ocurre una falla en algún sistema primario, las aplicaciones críticas que se ejecutan en ese sistema son conmutadas hacia su sistema de respaldo asignado.

Los clústeres son cada vez más populares como recursos computacionales tanto en organizaciones comerciales como de investigación. Estas organizaciones están

favoreciendo a los clúster en lugar de grandes servidores individuales para una amplia variedad de problemas.

Las dos razones principales para el uso de clúster en lugar de grandes servidores individuales son la relación precio/rendimiento y la escalabilidad. Como el tamaño de un sistema individual. A medida de que el tamaño del sistema se hace más grande, el tamaño de la base instalada disminuye rápidamente. Así, el costo de producir tecnología para ampliar el sistema a un mayor número de procesadores es amortizado a un número relativamente menor de sistemas. Por lo tanto los sistemas individuales alcanzan un punto de retorno de inversión decreciente a partir del cual no es rentable su escala, excepto para un conjunto limitado de aplicaciones especiales.

Algunos de los beneficios de los clúster incluyen:

- **Menor costo:** tanto el coste de hardware como el de adquisición del software tienden a ser significativamente menor para los sistemas más pequeños.
- **Escalabilidad:** en muchos entornos el problema de la carga es tan grande que simplemente no puede ser procesado en un sistema individual dentro de las limitaciones de tiempo de la organización. Los clústeres también puede proveer una manera más fácil para incrementar los recursos computacionales a medida que la carga de trabajo crece con el tiempo.
- **Independencia del fabricante:** a pesar de que es generalmente recomendable utilizar componentes similares en los servidores que componen al clúster, es bueno mantener cierto grado de independencia de los fabricantes, especialmente si el clúster está planeado ser utilizado a largo plazo.
- **Adaptabilidad:** es más fácil adaptar la topología (ej. Patrón de conexión de los nodos de cómputo) de un clúster para adaptarse mejor a los requerimientos de aplicación de un centro de cómputo.
- **Confiabilidad, Disponibilidad y Utilidad:** un sistema robusto es típicamente más susceptible a una falla que un sistema más pequeño. Una falla en un componente de hardware o software de un sistema robusto ocasionaría una parada de todo el sistema. En el caso de un clúster, una falla en alguno de sus componentes solo afecta a una pequeña proporción de los recursos de

cómputo en general. Un nodo de un clúster puede ser reparado sin tener que parar al resto de los nodos. Además, más recursos de cómputo (ej. Otro nodo) se puede agregar al clúster mientras se ejecuta el procesamiento de la carga de trabajo. Por lo tanto, un clúster mantiene la continuidad de las operaciones en ambos casos planteados.

Alta Disponibilidad

Jayaswal (2.006) comenta que para poder entender el concepto de alta disponibilidad en un entorno de TI es necesario comprender el significado de algunos términos comunes que a primera vista parecen similares, más sin embargo, una buena comprensión de estos revelan diferencias innegables que ayudan en la explicación de disponibilidad de servicio.

- **Confiabilidad:** la confiabilidad representa la probabilidad de un componente o sistema de no presentar fallas en un lapso de tiempo. La confiabilidad es la medida de no fallar una vez puesto en producción. La atención se centra en hacer que el componente o sistema sea infalible.
- **Flexibilidad:** es la propiedad de un componente que le permite continuar con la funcionalidad completa o parcial después de una o más faltas. Los componentes altamente flexibles son capaces de detectar y rápidamente compensar las fallas. La compensación se realiza mediante la utilización de recursos alternativos para corregir el error.
- **Disponibilidad:** mide la capacidad de un sistema o clúster para mantener una aplicación o servicio en funcionamiento. Para diseñar la disponibilidad de un sistema se asume que este va a fallar y se configuran los sistemas de manera que enmascaren y se recuperen de fallas de servidores o componentes con una interrupción mínima de las aplicaciones.
- **Sistemas Tolerante a Fallas:** estos son sistemas que tienen componentes de hardware redundantes y pueden seguir operativos durante la presencia de

alguna falla individual de sus componentes. Debido a que los costes de componentes individuales continúa bajando, muchos sistemas no tolerantes a fallas han desarrollado redundancia en sus componentes. Por lo tanto, la distinción entre sistemas tolerante a fallos y no tolerante a fallos se ha difuminado.

- **Clúster de alta disponibilidad:** este tipo de clúster consisten en dos o más nodos con un número de interconexiones externas así como discos compartidos y redes de monitoreo que son manejados por un software especial con el propósito de proveer un servicio ininterrumpido a pesar de la falla de alguno de sus nodos. Si un nodo que está ejecutando una o más aplicaciones falla, uno o más nodos restantes del clúster HA (por las siglas de Alta Disponibilidad en inglés) toman las aplicaciones del nodo que fallo. Idealmente, el único tiempo de inactividad sería el que le toma al clúster detener la aplicación en el nodo caído e iniciarla en otro nodo. No tiene importancia que servidor se encuentra ejecutando la aplicación lo que cuenta es que la aplicación se ejecute y esté disponible para clientes y usuarios.
- **Clúster de alto desempeño:** también llamados clúster de cómputo paralelo. Cada clúster posee un grupo de computadores los cuales actúan en conjunto para resolver un problema y no como respaldo uno del otro. La película Titanic no se hubiera podido realizar sin el uso de varios clúster de computadoras para realizar la animación y los gráficos. Los clúster de alto desempeño asignan una pequeña porción de trabajo a cada computador para que se ejecute más rápidamente.

El nivel apropiado de disponibilidad de un servidor depende de la naturaleza crítica de las aplicaciones y los datos. Un servidor que almacena los resultados de un campeonato de hockey de secundaria tendrá una necesidad de tiempo activo menor a uno que almacena el registro medico de pacientes utilizado por las enfermeras y doctores de un hospital. En la siguiente sección se describen algunas maneras de mejorar la disponibilidad de configuraciones estándares, los niveles descritos no son

discretos, y varios niveles son generalmente combinados en una sola arquitectura de alta disponibilidad.

- **Nivel 1: Confiabilidad dependiente de Hardware Incorporado**

Este nivel también es llamado disponibilidad base. Es lograda con un solo sistemas y practicas básicas de administración de sistemas. Los sistemas suelen poseer alguna confiabilidad incorporada. Algunos vienen con fuentes de poder, discos y ventiladores redundantes intercambiables en caliente. Los sistemas operativos enmascaran fallas de memoria, bloques de discos y CPU en un servidor multi CPU, previniendo así una falla del host. No se ejecuta ningún paso especial excepto el de configurar respaldos. Todos los datos (desde el último respaldo) se pierden ante una falla de disco.

La confiabilidad es un componente de la disponibilidad pero las dos no son sinónimos. La confiabilidad es una medida de cuan raramente un componente o sistema falla y es expresada como MTBF (tiempo medio entre fallos). Entre más grande sea el MTBF, el componente o sistema es más confiable.

Hoy en día, la mayoría de los componentes de un servidor son muy confiables. Pero aun así, un servidor que tenga 99% de confiabilidad tendrá un tiempo inactivo de 3,65 días al año y podría fallar en cualquier momento, probablemente cuando más se requiera del servidor. También es importante comprender lo que la confiabilidad de un componente representa. Si un CPU tiene un 99% de confiabilidad, esto no representa que el sistema tiene un 99% de confiabilidad, ya que el sistema está compuesto de más componentes que solo el CPU.

Si se considera un sistema de 10 componentes, donde cada uno puede fallar independientemente pero tienen 99% de confiabilidad. Estadísticamente, la confiabilidad del sistema entero es 0,99 elevado a la décima potencia, o 90,44%. Por lo que se esperaría un tiempo de inactividad o falla de 9,56% o 34,9 días por año. Si el servidor provee un servicio critico o contribuye a la generación de ingresos, este nivel de protección es claramente inaceptable.

Más aun, los problemas por confiabilidad de hardware causan solo 10% del tiempo de inactividad. El otro 90% es debido a mantenimiento, software, personas o procesos del sistema. Es por eso que resulta conveniente revisar otras alternativas para mejorar la confiabilidad.

- **Nivel 2: Protección de los datos.**

Los datos son protegidos usando volúmenes RAID (Matriz Redundante de Discos Independientes). Un arreglo RAID-5 protege contra fallas de disco pero no contra fallos del subsistema o de la controladora. Si los datos son reflejados usando un subsistema de discos separado unido a un adaptador de bus diferente, entonces la controladora, el adaptador y el subsistema no serían entonces un único punto de falla. Los respaldos deberán seguir siendo utilizados para proteger el sistema contra corrupción de datos, eliminación de archivos accidentales y fallas de sistema que afecten al sistema operativo.

- **Nivel 3: Servidores Tolerantes a Fallas.**

Un servidor tolerante a fallas provee un diseño completo de hardware replicado que permite un servicio ininterrumpido en el caso de falla de algún componente. La mayoría de los componentes posee un socio activo redundante. El tiempo de recuperación o la pérdida de desempeño ocasionada por la falla de un componente son cercanos a cero, y toda la información de memoria y disco es conservada. Los servidores tolerantes a fallos son costosos. El problema con este tipo de sistemas tolerante a fallos es que el sistema por si mismo representa un punto único de falla (SPOF). Cualquier falla de software (tal como errores de aplicación o problemas del sistema operativo) pueden hacer inutilizable al sistema entero y resultar en una interrupción de servicio.

- **Nivel 4: Redundancia de Servidor o Clúster**

El grupo Standish predice que la implantación de Clústeres crecerá a razón de 160% anual. Configurar los servidores en Clúster o Clustering permite proteger las aplicaciones contra cualquier problema a nivel de servidor. En el clustering dos o más servidores son agrupados juntos usando un software de

administración failover. Uno de los primeros arquitectos de tecnologías de clustering, G. Pfister, define un clúster como “un sistema paralelo o distribuido que consiste en una colección de computadores interconectados, que es utilizado como un recurso de cómputo único y unificado”.

En una arquitectura de clúster el corte de servicio dura solamente lo que tarda el sistema en hacer el cambio o failover de la aplicación. Es recomendado (más no estrictamente necesario) que el servidor de backup tenga la misma configuración de recursos de hardware que el servidor principal. Más aun, el servidor secundario no necesita estar en un estado de espera, dedicado a la protección de respaldo. Puede almacenar aplicaciones y proveer servicios. Actividades programadas como reconfiguraciones de hardware, cambios de software o actualizaciones pueden realizarse en un servidor con una interrupción de servicio mínima migrando todos los servicios de un servidor a otro.

Existe cierto grado de complejidad en la configuración y mantenimiento de clústeres. Otro problema es que los miembros de un clúster localizados en la misma vecindad general pueden ser afectados por algún desastre local, dañando potencialmente todos los nodos del clúster. Para este tipo de caso, resulta necesario realizar un plan de recuperación de desastre.

- **Nivel 5: Recuperación de Desastres.**

Muchas organizaciones pueden encontrar altamente prohibitivo el costo de construir y mantener una instalación fuera de sitio con hardware y software duplicado. Varias compañías como IBM, Sungard y Comdisco proveen instalaciones de respaldos de terceros a precios asequibles debido a que el costo de mantenimiento del sitio es dividido entre las compañías suscritas al servicio.

A través de sitio dedicado o de un tercero con sincronización de datos en tiempo real, una organización puede restablecer servicios rápidamente en el sitio alternativo de recuperación después de un desastre en un sitio primario.

Métricas de Alta Disponibilidad

Jayaswal (2.006) menciona que la metodología simple de la ingeniería sugiere que antes de empezar a controlar algo, se tiene que encontrar primero una manera de medirlo. Lo mismo se aplica a la disponibilidad de servicio. Un ligero aumento en el nivel de disponibilidad requerido causará un aumento en el costo requerido para diseñar e implementar una infraestructura que cumple con un nivel mayor de disponibilidad. Los siguientes son algunos términos claves para medir la disponibilidad.

- **Tiempo medio entre fallos (MTBF por sus siglas en inglés):** El MTBF es un intervalo de tiempo promedio (usualmente expresado en horas) entre dos fallas consecutivas de cierto componente o sistema (ver gráfico 8). El MTBF es a menudo confundido con el tiempo de vida útil, a pesar de que estos no están relacionados. Una batería puede tener una vida útil de 10 horas y un MTBF de 50.000 horas. Esto se traduce en una falla de la batería una vez cada hora durante su vida útil de 10 horas en una población de 50.000 baterías. Otro error común es asumir que el valor de tiempo medio entre fallos es mayor si existe un alto grado de redundancia de componentes. A pesar de que supone un aumento de tiempo medio del MTBF, la tasa de fallo de un componente se incrementa a causa de varios componentes similares.

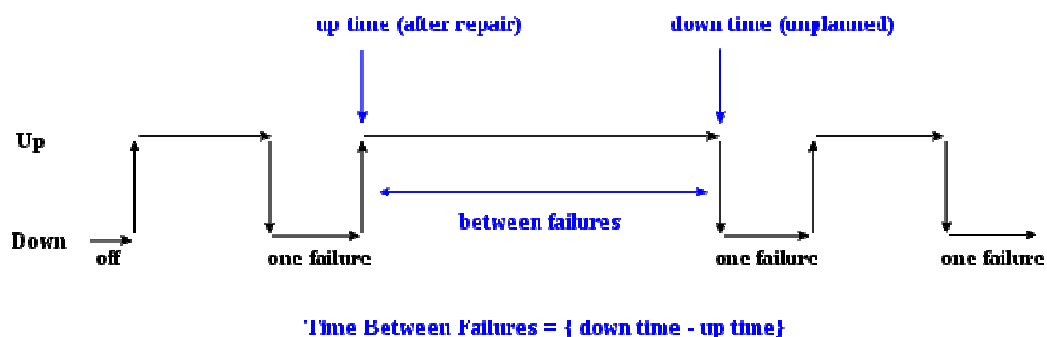


Gráfico 8: tiempo medio entre fallos.

El MTBF se calcula de la siguiente manera:

$$\text{MTBF} = \text{Tiempo total operativo} / \text{número de fallos}$$

- **Tiempo medio de reparación (MTTR** por sus siglas en inglés): es el tiempo medio requerido para completar una reparación. El MTTR se calcula utilizando la siguiente formula

$$\text{MTTR} = \text{Tiempo total no operativo} / \text{número de fallas}$$

- **Disponibilidad:** esta se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Como se puede deducir de esta simple ecuación, el secreto para una alta disponibilidad es utilizar componentes muy confiables (alto MTBF) o diseñando componentes y sistemas que pueden recuperarse rápidamente de fallas, pueden ser atendidos sin necesidad de poner la aplicación fuera de servicio o pueden ser sustituidos en caliente (muy bajo MTTR).

A medida que el MTTR se aproxima a cero, la disponibilidad se aproxima al 100%. Si el MTBF es muy alto, el efecto de tiempo de inactividad se reduce.

Gestión del Desempeño

Proporciona información en forma ordenada para determinar la carga del sistema y la red bajo condiciones naturales y artificiales proporcionando estadísticas, permitiendo actividades de planeación de configuración. De acuerdo a Cisco (2.006), esta gestión permite medir y hacer disponible diferentes aspectos de la red para que el desempeño total de la intranet se pueda mantener a un nivel aceptable. Entre las

actividades que se incluyen en una gestión de desempeño se encuentra el monitoreo de los tiempos de respuesta de los sistemas (hardware y software), la medición de los recursos disponibles, rastreo y control del desempeño de la red.

La información recabada por las funciones de gestión de desempeño, es útil para determinar si se están alcanzando los objetivos de la red o si con base en el desempeño, se deben iniciar procedimientos de determinación de problemas.

La gestión de desempeño abarca los siguientes pasos:

- Establecer cuáles son los componentes físicos y lógicos de interés para los administradores de la red, ejemplo un servidor de red.
- Establecer las variables de desempeño para cada uno de los componentes seleccionados, capacidad de memoria RAM, de disco duro.
- Reunir los datos de funcionamiento de los componentes seleccionados, registrando los valores para cada una de las variables.
- Analizar los datos para determinar los niveles normales de capacidad, funcionamiento, operación y establecer así los parámetros normales de comportamiento.
- Determinar el umbral de desempeño máximo permitido para cada una de las variables y establecer los parámetros de desempeño.
- Implementar mecanismos de alerta que deben activarse cuando los parámetros llegan a los valores umbrales como mensajes emergentes, registro de eventos, avisos sonoros.

Factores que afectan el desempeño

Según Toyo (2.004), los factores que afectan de manera significativa, el desempeño de un servidor de red son los siguientes:

- **Desempeño de disco:** Este es un factor determinante para el desempeño del servidor, el tiempo de búsqueda de la siguiente cabeza de disco debe estar dentro de un rango aceptable.

- **NIC:** Se debe evitar que la instalación de una tarjeta de red en el servidor provoque un cuello de botella en la red. Es por eso que el método de acceso al medio (ETHERNET o Tokenring, por ejemplo) debe ser elegido con mucho cuidado. Se puede instalar una tarjeta de red con coprocesador integrado para aumentar el desempeño del servidor: Otros aspectos a considerar son el software para manejar la tarjeta y el tamaño de los buffers para guardar la información que se recibe de la red.
- **Capacidad de servidor:** La capacidad de memoria RAM y la capacidad de almacenamiento del disco duro son muy importantes. Estos parámetros deben ser calculados tomando en cuenta tanto el sistema operativo de los servidores como a las aplicaciones que serán utilizadas.

Los sistemas operativos de red provocan poco uso de CPU. Son las aplicaciones que se ejecutan dentro de los servidores los que aumentan el nivel de consumo del procesador, bases de datos, módulos de monitoreo, utilerías de manejo de red, e-mail, aplicaciones de enrutamiento, entre otros. Algunos distribuidores ofrecen arquitecturas escalables, los cuales pueden ser actualizados sin hacer muchos cambios.

Contadores de Desempeño

Según la red de desarrolladores de Microsoft (MSDN por sus siglas en inglés) (2.011) los contadores de desempeño o perfcounters son usados para proveer información acerca de que tan bien un sistema operativo, aplicación, driver o servicio se está desempeñando. Los datos del contador pueden ayudar a determinar cuellos de botella y a entonar el desempeño del sistema operativo o aplicación. El sistema operativo, la red y los dispositivos proveen data contabilizada que una aplicación puede utilizar para generar una vista gráfica del desempeño del sistema.

Correo Electrónico

Según Tanenbaum (2.003) el correo electrónico o e-mail, como lo conocen muchos aficionados, ha existido por más de dos décadas. Antes de 1990, se utilizaba principalmente en ambientes académicos. En la década de 1990, se dio a conocer al público y creció de forma exponencial al punto que el número de mensajes de correo electrónico enviados por día es ahora mayor que el número de cartas por correo escrito.

Los primeros sistemas de correo electrónico simplemente consistían en protocolos de transferencia de archivos, con la convención de que la primera línea de cada mensaje contenía la dirección del destinatario. A medida que pasó el tiempo, las limitaciones de este enfoque se hicieron obvias.

Arquitectura y Servicios del Correo Electrónico

Normalmente el correo electrónico consiste en dos subsistemas: los agentes de usuario, que permiten a la gente leer y enviar correo electrónico, y los agentes de transferencia de mensajes, que mueven los mensajes del origen al destino. Los agentes de usuario son programas locales que proporcionan un método basado en comandos, en menús o una interfaz gráfica para interactuar con los sistemas de correo electrónico. Los agentes de transferencia de mensajes son por lo general demonios (daemons), del sistema que operan en segundo plano y mueven el correo electrónico a través del sistema.

Por lo general, los sistemas de correo electrónico desempeñan cinco funciones básicas, como se describe a continuación.

- **Redacción:** se refiere al proceso de crear mensajes y respuestas. Aunque es posible utilizar cualquier editor de texto para el cuerpo del mensaje, el sistema mismo puede proporcionar asistencia con el direccionamiento y los diversos campos de encabezado que forman parte de cada mensaje.

- **Transferencia:** se refiere a mover mensajes del remitente al destinatario. En gran medida, esto requiere establecer una conexión con el destino o alguna máquina intermedia, enviar el mensaje y liberar la conexión. El sistema de correo electrónico debe hacer esto en forma automática, sin molestar al usuario.
- **Generación del informe:** tiene que ver con indicar al remitente lo que ocurrió con el mensaje: ¿se entregó, se rechazó o se perdió?. Existen muchas aplicaciones en las que la confirmación de entrega es importante y puede incluso tener alguna implicación legal.
- **Visualización:** la visualización de los mensajes de entrada es necesaria para que la gente pueda leer su correo electrónico. A veces se requiere cierta conversión o debe invocarse un visor especial, por ejemplo, si el mensaje es un archivo PostScript o voz digitalizada. A veces también se intentan conversiones y formateo sencillo.
- **Disposición:** es el paso final y tiene que ver con lo que el destinatario hace con el mensaje una vez que lo recibe. Las posibilidades incluyen tirarlo antes de leerlo, desecharlo después de leerlo, guardarlo, etcétera. También debe ser posible recuperar y releer mensajes guardados, reenviarlos o procesarlos de otras maneras.

Transferencia de Mensajes

El sistema de transferencia de mensajes se ocupa de transmitir del remitente al destinatario. La manera más sencilla de hacer esto es establecer una conexión de transporte de la máquina de origen a la de destino y sencillamente transferir el mensaje. Después de examinar la manera en que se hace normalmente esto, estudiaremos algunas situaciones en las que no funciona esto, y lo que puede hacerse al respecto.

Sistema de Variables

De acuerdo lo expresado por Zorrilla y Torres (1.992), “las variables son todo aquello que se puede medir, controlar o estudiar en una investigación” (p.62). También se puede afirmar, agregan los autores citados, “que las variables son características, atributos, rasgos, cualidades o propiedades que se dan en individuos, grupos u objetos. Es decir, las variables son características observables de algo y, a la vez, son susceptibles de cambios o variaciones” (p.62).

Las variables adquieren valor para la investigación científica cuando pueden ser relacionadas con otras. En este caso se les suele llamar “constructos o construcciones hipotéticas”. Entonces, la importancia de las variables radica en que a través de su estudio, control y medición se puede llegar a la comprensión o resolución de un problema de investigación.

Para facilitar la comprensión de las variables que afectan el objeto de estudio de esta investigación es necesario operacionalizarlas, al respecto Silva (2.009) afirma que:

La operacionalización de variables es un procedimiento estratégico, con el propósito de facilitar la elaboración de un mecanismo que permita medir de la manera más precisa las variables sometidas a estudio, y, de igual modo, con el de facilitar la toma de decisiones en cuanto a la selección del instrumento adecuado mediante el cual se hará la medición. El procedimiento consiste en pasar de las variables generales a unas intermedias, y de éstas a los indicadores, con el propósito de transformar las primeras, de generales a directamente observables e inmediatamente a operativas. (p.78)

Tomando esto en cuenta es relevante mencionar que en la operacionalización de las variables se descomponen las variables en sus dimensiones y sus indicadores. Las dimensiones son las especificaciones más precisas del concepto a que se refiere la variable; representan uno o varios rasgos característicos o facetas que distinguen a la variable en estudio. Así mismo, los indicadores están contenidos en las dimensiones, son los atributos empíricos más representativos, concretos, tangibles y verificables que simbolizan o se distinguen en las dimensiones.

Siguiendo este orden de ideas, de acuerdo a la definición operacional, para el caso del estudio que se presenta, las dimensiones y los indicadores de medición para las variables de estudio serán los presentados en el cuadro 1.

Operacionalización de las Variables

Cuadro 1: Operacionalización de las Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
Implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara.	Desempeño del servidor de correo electrónico: se caracteriza por la cantidad de trabajo útil realizado por un computador en comparación con el tiempo y los recursos utilizados.	Carga del Procesador	Observación Directa	Servidor de Correo Electrónico
		Uso del Disco Duro		
		Carga de la Memoria		
		Tráfico de Red		
	Disponibilidad del servidor de correo electrónico: calcula la capacidad de un sistema o clúster para mantener una aplicación o servicio en funcionamiento.	MTBF (Tiempo Medio entre Fallos)	Encuesta	Personal de TI
		MTTR (Tiempo Medio de Reparación)		
	Efectividad de la solución: busca medir la eficacia y eficiencia de la nueva plataforma de administración del servidor a través del personal que lo utiliza.	Satisfacción del Personal de TI		

Nota: Autor (2011)

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

En toda investigación es fundamental que los hechos y relaciones constituidas, los resultados obtenidos o los nuevos conocimientos tengan el grado máximo de exactitud y confiabilidad. Para ello se planifica una metodología o procedimiento ordenado que se sigue para establecer lo significativo de los hechos y fenómenos hacia los cuales se encamina el significado de la investigación. Científicamente la metodología es un procedimiento general para lograr de manera precisa el objetivo de la investigación. De ahí que ésta presente los métodos y técnicas que la guían. En otras palabras, es expresar de manera concreta, mediante un claro diseño, cómo se va a proceder para contrastar los hechos con las teorías; es decir, llevar a cabo el estudio siguiendo los postulados generales que caracterizan el método científico.

Naturaleza de la Investigación

El presente estudio se ubicó en la modalidad de proyecto factible ya que buscó investigar, elaborar y desarrollar un diseño operativo viable para solucionar los problemas planteados de la organización Hierro Barquisimeto C.A. Así mismo, se apoyó en una investigación de tipo documental y de campo, ya que buscó diagnosticar la situación actual del comportamiento del servidor de correo electrónico de la empresa analizando las variables que controlan su desempeño y disponibilidad basándose en una recopilación documental de estudios previos que comparten el propósito del presente proyecto de investigación. Al respecto Barrios (2.004)

menciona que “el proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones” (p.13)

Diseño de la Investigación

Según Martín (1.986):

Un diseño de investigación se define como el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correctas técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos... el diseño de una investigación intenta dar de una manera clara y no ambigua respuestas a las preguntas planteadas en la misma. (p.67)

En función de lo antes planteado, a fin de dar un enfoque coherente al progreso del presente estudio, el diseño de la presente investigación se realizó siguiendo las cuatro fases fundamentales en la formulación de un proyecto factible: Fase I Diagnóstico, Fase II Factibilidad, Fase III Diseño del Clúster Virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico y Fase IV Evaluación de la Implementación del Clúster Virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico.

Fase I Diagnóstico

Esta fase comprendió el estudio de la situación que caracterizaba el estado actual en el que se encontraba la plataforma de servidores de la empresa en cuanto a las variables de estudio, para lo cual se desarrollaron las primeras etapas de la metodología de análisis de información, a través de la aplicación de técnicas e instrumentos.

Población y Muestra

De acuerdo a lo expresado por Silva (2.009):

Una población está determinada por ciertas características que la distinguen; por lo tanto el conjunto de elementos que posean esas características se denomina población, o universo, y se le define como la totalidad del fenómeno a estudiar, cuyas unidades de análisis poseen características comunes, las cuales se estudian y dan origen a los datos de la investigación. Esas unidades de análisis o unidades muestrales pueden ser de diferente índole: individuos, empresas, instituciones, grupos familiares, animales, rebaños, objetos, etc. (p.96)

Para la presente investigación, se tomaron dos poblaciones para la implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara, cada una de ellas suministró los datos suficientes para analizar las dimensiones de la variable del presente estudio, la primera estaría constituida por el servidor que brinda el uso de correo electrónico el cual brindó datos asociados al desempeño y disponibilidad del servicio (ver cuadro 2), mientras que la segunda, estaría constituida por el personal del Departamento de Tecnología de la organización los cuales, a través de una encuesta, brindaron su opinión y experiencia a fin de determinar su percepción sobre el desempeño de la plataforma (ver cuadro 3).

Cuadro 2
Descripción de la Población 1.

Unidad de Análisis	Descripción	Cantidad
Servidor	Exchange	1
Total:		1

Nota: Autor (2.011).

Cuadro 3
Descripción de la Población 2

Unidad de Análisis	Descripción	Cantidad
Personas	Personal TI	4
Total:		4

Nota: Autor (2.011)

En cuanto a la muestra, uno de los pasos más delicados del muestreo era determinar el tamaño de la muestra, pues lo que se persiguió con ella es obtener información representativa, válida y confiable al mínimo costo. El tamaño de la muestra estaba relacionado con los objetivos de estudio y las características de la población; asimismo, con los recursos y el tiempo que se disponga. Al respecto, Ary (1.996) menciona "... si la población posee pequeñas dimensiones, deben ser seleccionados en su totalidad, para así reducir el error en la muestra" (p.54); tomando en cuenta lo antes mencionado para el caso de estudio del diagnóstico de la situación actual del servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto, se decidió tomar como muestra, de las poblaciones indicadas, el servidor de correo electrónico para diagnosticar la situación actual de la plataforma y los cuatro (4) integrantes del departamento de TI para determinar la efectividad de la plataforma implantada.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En correspondencia con lo expresado por Silva (2.009), la recolección de datos es un proceso estrechamente relacionado con el análisis de los mismos. Esta fase del proyecto implica dos importantes actividades: elegir o desarrollar un instrumento de medición y aplicarlo.

A fin de alcanzar los objetivos descritos en el capítulo I del presente trabajo de investigación, se utilizaron una serie de instrumentos y técnicas de recolección de

datos, delineadas de manera de lograr obtener la información precisa del diagnóstico del servicio de correo electrónico con el objetivo de diseñar una solución de clúster virtual que ayudara a la empresa a solventar los problemas que presentaba y pudiera brindar mejores bondades a la infraestructura tecnológica.

Dada la naturaleza del estudio y en función de los datos que se requerían, se utilizó la técnica de la observación directa, no participante y sistemática en la realidad del objeto de estudio a través de sensores que captaran los datos exactos necesarios para el análisis de las variables en estudio y se empleó la técnica del cuestionario a los integrantes del Departamento de Tecnología, con el propósito de obtener una conclusión su percepción sobre el desempeño de la plataforma basada en la opinión de expertos y usuarios de la misma.

En relación a la observación Silva (ob.cit.) señala que:

Es una de las técnicas más importantes que se utilizan en cualquiera de las modalidades de la investigación. Puede ser definida como el examen atento de los diferentes aspectos de un fenómeno a fin de estudiar sus características y comportamientos dentro del medio donde se desenvuelven. La observación se realiza por medio de los sentidos; en ocasiones el investigador también utiliza instrumentos científicos con los cuales se pueda dar mayor precisión a un objeto estudiado. (p.107)

Siguiendo este orden de ideas, es importante señalar que fue utilizada la técnica del cuestionario a escala de actitud o Likert, con el fin de recabar información acerca de la opinión de los cuatro (4) integrantes del Departamento de Tecnología de la empresa Hierro Barquisimeto C.A acerca del impacto en la efectividad del servidor de correo electrónico. Al respecto Silva (ob.cit.) señala que la encuesta o cuestionario es un “formulario impreso, con una serie de preguntas ordenadas y lógicas, destinado a obtener información de una determinada muestra” (p.112) y que el mismo debe cumplir con los siguientes requisitos “ser interesante, corto, sencillo, preciso, concreto y discreto” (p.112).

Validez y Confiabilidad del Instrumento

Una vez adquiridos los datos mediante la técnica de la observación directa se procedió a elaborar el instrumento que fue analizado por los usuarios del servicio de correo electrónico de la organización. El instrumento, antes de aplicarlo de manera definitiva, debió someterse a prueba con el propósito de establecer su validez y confiabilidad en relación del objeto de estudio de la presente investigación.

De acuerdo a Silva (ob.cit.):

La validez se refiere a la relación que existe entre lo que éste mide y lo que realmente se quiere medir, mientras que, la confiabilidad se refiere a la estabilidad, consistencia y exactitud de los resultados obtenidos por el instrumento sean similares si se vuelven a aplicar. La confiabilidad se diferencia de la validez en que la primera se relaciona con la consistencia, y la última, con la precisión
. (p.115)

Para determinar el impacto de la solución implantada sobre el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. se aplicó un cuestionario basado en la escala de actitud o de Likert el cual fue validado mediante el criterio a juicio de expertos que consistió en la consulta a tres expertos con experiencias en el tema de la virtualización y de metodología de la investigación, a quienes se les suministró un ejemplar del instrumento, tabla de operacionalización de variables y matriz de análisis del instrumento en donde vaciaron sus observaciones a cada reactivo y anotaron las sugerencias que consideraron pertinentes. Así mismo, se utilizó la técnica del coeficiente Alpha de Cronbach bajo la siguiente fórmula para determinar la confiabilidad del instrumento:

$$\alpha = \left(\frac{N}{N-1} \right) * \left(\frac{1 - \sum SI^2}{St^2} \right)$$

Gráfico 9: Formula de Coeficiente de Alpha de Cronbach.

Fuente: Ramos (2.008)

Dónde:

N = Número de Ítems.

ΣSI^2 = Sumatoria de la varianza por Ítems.

St^2 = Varianza Total.

La medida de la confiabilidad se expresa en forma de coeficiente, cuyo valor oscila entre 0 y 1, donde 0 significa que el instrumento no es confiable, y 1, la máxima confiabilidad. Según Silva (ob.cit.) los criterios de decisión para la confiabilidad de un instrumento son los siguientes:

Cuadro 4
Criterios de Decisión para la Confiabilidad de un Instrumento.

Rango	Confiabilidad
0,81 – 1	Muy Alta
0,61 – 0,80	Alta
0,41 – 0,60	Media*
0,21 – 0,40	Baja*
0,00 – 0,20	Muy Baja*

Nota: Metodología de la Investigación Elementos Básicos, por Silva (2.009)

* Revisar el instrumento, puesto que la confiabilidad debe ser mayor o igual a 0,61

Técnicas de Análisis de los datos

Una vez concluido el proceso de recaudación de información, el análisis de los datos se realizó en el siguiente orden metodológico:

- Sintetizar la información recabada en cuadros estadísticos, gráficas o relaciones de datos.
- Analizar la información sintetizada. Para ello se utilizó un análisis descriptivo.
- Interpretar los resultados a la luz de los respaldos teóricos y en concordancia con el problema en estudio.

- Realizar una síntesis general de los resultados.

Fase II Factibilidad

Factibilidad se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos de la investigación basándose en un estudio con el propósito de recopilar datos relevantes sobre el desarrollo del proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación.

Factibilidad Operativa

Se refiere a que debe existir el personal capacitado requerido para llevar a cabo el proyecto y así mismo, deben existir usuarios finales dispuestos a emplear los productos o servicios generados por el proyecto o sistema desarrollado. Al respecto Scout (1.988) describe los siguientes cuestionamientos:

- Un nuevo sistema no puede ser demasiado complejo para los usuarios de la organización o los operadores del sistema; si lo es, los usuarios pueden ignorarlos o usarlos de tal forma que cause errores.
- Un nuevo sistema puede hacer que los usuarios se resistan a él, como consecuencia de una técnica de trabajo, miedo a ser desplazado, interés en sistema antiguo u otras razones.
- Un nuevo sistema puede introducir cambios demasiados rápidos para permitir al personal adaptarse a él o aceptarlo.

Factibilidad Técnica

Silva (2.009) señala que la Factibilidad Técnica indica si se dispone de los conocimientos y habilidades en el manejo de métodos, procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación del proyecto. Además indica si se

dispone del equipo y herramientas para llevarlo a cabo, de no ser así, si existe la posibilidad de generarlos o crearlos en el tiempo requerido por el proyecto. Cabe destacar que el presente trabajo de investigación busca aumentar el uso y prestaciones de los recursos que posee actualmente la empresa en su plataforma de servidores, logrando así un mejor desempeño y disponibilidad del servicio de correo electrónico suministrado por la organización.

Factibilidad Económica

Según Senn (1.987) “Un sistema que puede desarrollarse técnicamente, ser instalado y utilizado, se considera una buena inversión para la empresa, es decir, los beneficios financieros deben igualar o exceder los costos financieros”. (p.5)

Factibilidad Legal

Silva (2.009) menciona que la factibilidad legal que “se refiere a que el desarrollo del proyecto o sistema no debe infringir alguna norma o ley establecida a nivel local, municipal, estatal o federal”, en este aspecto, el presente trabajo de investigación describe cuales son los aspectos legales bajo los cuales incurre la utilización de los elementos que componen el diseño de la solución a implantar.

Fase III Diseño del Clúster Virtual

Una vez identificada la necesidad de contar con un servidor que brinde mejores bondades en cuanto a confiabilidad sin comprometer el desempeño del servicio necesario para el correcto funcionamiento de la aplicación de correo electrónico que utiliza la organización, se procedió a realizar un diseño sustentable que cubra los requisitos de la empresa, para ello el presente trabajo de investigación siguió una metodología basada en el modelo PDCA (Plan – Do – Check – Act), el cual es una

estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos: planear, ejecutar, verificar y Actuar.

La fase de diseño concuerda con la fase de Planificación del modelo PDCA, en donde se busca establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener los resultados de acuerdo al resultado esperado.

Siguiendo este orden de ideas la etapa de planificación contara de lo siguiente:

- Diseño de la Infraestructura Virtualizada.
- Selección de la herramienta de Virtualización.

Fase IV Implantación del Clúster

Una vez realizado el diseño del clúster virtual se procedió a su implantación, operación y entonación. La fase de implantación seguirá la línea del modelo PDCA en su segunda etapa ejecutar (Do), mediante la cual se busca implantar el clúster de una forma organizada y documentada, evaluando el impacto que conlleva el uso de este nuevo método de administración de servidores.

La fase de Do se basa en las siguientes etapas:

Fase de Ejecución (Do):

- Implantación del clúster virtual.
- Aplicación de mejores prácticas.
- Formación y Sensibilización de la nueva herramienta.
- Documentación del proceso de implementación.

Fase V Evaluación del Clúster

En esta fase se evalúa el impacto de la implantación del clúster en el servicio de correo electrónico de la organización y en la disponibilidad del mismo. Esto se realizará implementando la tercera etapa del modelo PDCA evaluar (Check), en

donde se determinara como afectó el uso de este nuevo método de administración de servidores.

La fase de Evaluación (Check) conlleva lo siguiente:

- Monitoreo del clúster virtual.
- Evaluación del desempeño del clúster virtual.

La cuarta fase del modelo PDCA Actuar (Act), no está estipulada como un alcance del presente estudio de investigación ya que está diseñada para dar una mejora continua a la plataforma que se piensa implementar.

CAPITULO IV

PROPUESTA DEL ESTUDIO

Una vez concretado el momento metodológico de la investigación se llevó a cabo la propuesta del estudio mediante la ejecución de las tres primeras fases descritas en el capítulo anterior. Es importante indicar que la investigación se ajusta en el tiempo desde el año 2011 hasta mediados del 2012. Es por esto que, como requisito de toda planificación se detalla el diagrama de Gantt en el (Anexo “C”) de la Implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara.

Fase I: Diagnóstico

La recolección de los datos se realizó mediante la aplicación de la observación directa, no participante y sistemática de los indicadores que determinan el comportamiento de las dimensiones de desempeño y disponibilidad de la variable de estudio y que influyen en el Desempeño del servidor de correo electrónico de la empresa, estos datos fueron recogidos mediante el software libre de monitoreo Zabbix el cual permitió recaudar y almacenar la información relacionada a la carga del procesador y la memoria, así como también, el uso de disco y el tráfico de red del servidor que constituye la primera población de la presente investigación. Para poder determinar la disponibilidad del servidor se utilizó los datos almacenados en la herramienta de software libre de helpdesk GLPI (Gestion Libre de Parc Informatique) en la cual el Departamento de Tecnología de la organización registra toda la información inherente al tratamiento de fallas y mantenimientos de los

servidores tales como fecha del requerimiento y duración del mismo, datos que permitieron determinar el MTBF (Tiempo Medio entre Fallos) y el MTTR (Tiempo Medio de Reparación). Una vez recolectada esta información se procedió a realizar un análisis mediante cuadros descriptivos donde se señalan los valores obtenidos durante la medición y como estos afectaron el desempeño y la disponibilidad del servicio en estudio. Para finalizar se dará una conclusión acerca de los valores obtenidos durante la fase de diagnóstico.

Técnica de Análisis y Presentación de los Resultados

Las técnicas que se utilizaron para la obtención de información referente a la investigación fueron las siguientes:

- Observación directa, no participante y sistemática de los indicadores que determinan el comportamiento de las dimensiones de la variable de estudio.
- Los resultados se presentarán mediante el uso de tablas descriptivas donde se podrá visualizar los resultados obtenidos durante la medición y la conclusión a la que se puede llegar en cada uno de ellos.

Resultados de la Observación Directa

Para poder determinar el impacto de las variables de estudio mediante la observación directa, no participante y sistemática, se realizó, a fin de comprobar el desempeño actual del servidor, un muestreo de los contadores de desempeño (perfcounters) suministrados por el sistema operativo del servidor analizado en la población 1. Para esto, antes que nada es necesario conocer las capacidades de procesamiento, memoria, almacenaje y conectividad del servidor de correos, para lo cual, en el siguiente cuadro (ver cuadro 5) se señala la descripción de los recursos asignados al servidor.

Cuadro 5

Descripción de los recursos asignados al servidor de correo electrónico.

Servidor	Memoria RAM	CPU	Disco	Velocidad Tarjeta de Red
Exchange	8 GBytes	Quad Core 2 GHz	142 GBytes (3 discos de 71 GB en RAID 5)	2 * 1 Gb

Nota: Autor (2011).

Para la recolección de los contadores de desempeño se utilizó una aplicación de monitoreo llamada Zabbix Server. Zabbix es una solución de monitoreo de clase empresarial con licenciamiento abierto. Permite mediante un agente nativo para cualquier plataforma e inmune a problemas de conexión, monitorear las variables que determinan el desempeño del servidor. Así mismo, permite recolectar datos suministrados por los mismos contadores de desempeño del sistema operativo. En el siguiente cuadro (ver cuadro 6) se describen los contadores de desempeño utilizados en el presente estudio.

Cuadro 6
Métodos de Monitoreo.

Indicadores Analizados	Contador de Desempeño	Descripción
Carga del Procesador	system.cpu.util[,avg1]	Utilización de CPU: Variable suministrada por el agente de la aplicación zabbix, permite monitorear el porcentaje promedio de la utilización del CPU. Zabbix (2.011)
	\Processor(_Total)\% Processor Time	Porcentaje de tiempo de procesador: Contador de desempeño del S.O. Windows que provee una medida de cuánto tiempo el procesador gasta atendiendo peticiones. La medición se realiza sustrayendo de 100% el porcentaje de tiempo que el sistema está inactivo. Microsoft Technet (2.011)
Uso del Disco Duro	\PhysicalDisk (_Total)\% Disk Time	Porcentaje de Tiempo de Disco: representa el porcentaje de tiempo que el disco está ocupado atendiendo solicitudes de lectura o escritura. Microsoft Technet (2.011)
	\PhysicalDisk (_Total)\Avg. Disk Queue Length	Promedio de longitud de la cola de Disco: muestra el número de solicitudes que son encoladas y esperan servicio, así como también la que están siendo atendidas. Microsoft Technet (2.011)
	vfs.fs.size[c:,used]	Cantidad de Espacio en Disco Utilizado: permite monitorear el espacio en disco utilizado, a fin de determinar la razón de cambio probable de los datos. Zabbix (2.011)
Carga de la Memoria	\Memory\Available Bytes	Memoria Física Disponible: este contador indica la cantidad de memoria restante después de que se le asigne memoria al conjunto no paginado, conjunto paginado, procesos activos y el cache de los archivos de sistema. Microsoft Technet (2.011)
	\Memory\Pages/sec	Páginas por Segundo: indica cuan seguido el sistema está usando el disco duro para almacenar o retirar data asociada a la memoria. Microsoft Technet (2.011)
Tráfico de Red	net.if.in[ip,bytes]	Tráfico Entrante: contador que indica la cantidad de paquetes que entra por la interfaz de red del servidor. Zabbix (2.011)
	net.if.out[ip,bytes]	Tráfico Saliente: contador que indica la cantidad de paquetes que sale por la interfaz de red del servidor. Zabbix (2.011)

Nota: Autor (2011).

El muestreo de los indicadores se aplicó a la población durante el período de 3 meses comprendidos entre el 1ero de Mayo al 30 de Julio del año 2.011, este periodo fue tomado teniendo en consideración evitar cualquier lapso de tiempo no laborable en donde el uso del servicio fuera menor al habitual tratando así de recolectar una muestra sin ninguna alteración significativa para el estudio, en el anexo “D” se pueden visualizar los resultados obtenidos durante esta fase de observación directa.

Análisis de los resultados obtenidos de la Observación Directa

Para poder entender la situación actual del servidor de correo electrónico de la organización es importante primero comprender el impacto de las variables seleccionadas recogidas mediante los indicadores que afectan su desempeño, es por esto que a continuación se describe el impacto que cada uno de los indicadores de desempeño en el sistema del servidor según Tulloch (2.005):

- **Utilización del Procesador:** cuando el procesador o los procesadores del servidor trabajan por encima del 80 o 90 del porcentaje de utilización, las aplicaciones pueden responder de manera lenta o detenerse completamente. Cuando esto ocurre es necesario determinar que aplicación o proceso en el servidor está monopolizando el procesador.
- **Porcentaje de tiempo de procesador:** este indicador puede oscilar entre 70 a 85 por ciento, el punto clave es entender que el contador puede alcanzar valores altos y tener valores picos que indican un fuerte incremento cuando una aplicación es ejecutada.
- **Porcentaje de tiempo de disco:** este indicador depende de la cantidad de discos que conformen el servidor y de las solicitudes de lectura/escritura que maneje el sistema. Generalmente este indicador maneja valores cercanos a cien debido a que superpone las solicitudes y totaliza el tiempo de solicitud de cada una de ellas, esto pasa sobretodo en los sistemas multidisco.

- **Promedio de longitud de la cola de Disco:** como regla general, un promedio de longitud de la cola de disco mayor a 2 (por cada disco) por largos períodos de tiempo es considerado un valor indeseado. Depende de si el servidor posee controladora de discos y algún arreglo tipo RAID, ya que el total del promedio de longitud de la cola de Disco se multiplicara por el número de discos. Pueden haber valores picos causados por la paginación de algunas aplicaciones.
- **Cantidad de Espacio en Disco Utilizado:** Es el espacio utilizado por el sistema para almacenar los datos del sistema operativo así como también los datos asociados a la base de datos del servicio de correo electrónico. Permite realizar un estimado acerca del crecimiento del tamaño de los datos en el disco.
- **Memoria Física Disponible:** El sistema puede atender más rápidamente solicitudes de proceso si lo trabaja en la memoria física que en la memoria virtual del disco duro. Un valor del 20 o 25 por ciento de la memoria física instalada indica que la memoria disponible es insuficiente.
- **Páginas por Segundo:** entre menos paginación mejor el desempeño del servidor. Este indicador en conjunto con el de Memoria Física Disponible son útiles para identificar cuando el sistema tiene problemas de cuello de botella en la memoria. Debería mantenerse cerca de 20 pag./seg. Los picos pueden indicar trabajos de respaldos, transacciones con grandes archivos y reinicios.
- **Tráfico Entrante:** indica como es el comportamiento en la cantidad de paquetes que ingresan por la interfaz de red. Valor medido en bytes.
- **Tráfico Saliente:** indica como es el comportamiento en la cantidad de paquetes que ingresan por la interfaz de red. Valor medido en bytes.

A continuación se exponen los valores obtenidos en la medición de los contadores de desempeño, así como también, su análisis en cuanto al impacto sobre el desempeño del servidor, estos datos fueron recogidos de las gráficas de monitoreo del sistema Zabbix. (Ver Anexo D).

Cuadro 7**Análisis de resultados de Servidor “Exchange”**

Indicador Analizado	Contador de Desempeño	Valor Umbral	Valor Max.	Valor Min.	Valor Prom.	Análisis
Carga del Procesador	Utilización de Procesador	80% a 90%	68,1%	0,03%	0,6%	Con un valor promedio de 0,6% y solamente 2 picos mayores a 60% se puede deducir que la capacidad de procesamiento que este servidor necesita es menor a la asignada.
	Porcentaje de Tiempo de Procesador	70% a 85%	73,83%	0%	0,94%	Con valores parecidos a los de la utilización del procesador se puede denotar que en ningún momento el procesador fue exigido por tiempos considerables.
Uso del Disco Duro	Porcentaje de Tiempo de Disco	≈100%	100%	0%	2,11%	A pesar de haber alcanzado la utilización máxima del disco, el valor promedio se mantuvo bajo lo que indica que el disco no fue sobrecargado de trabajo durante largos periodos de tiempo.
	Promedio de solicitudes de Disco	2 + # de Discos	150,92	0	0,03	Durante el periodo de medición este contador alcanzo valores por encima del umbral, sin embargo, estos no afectaron el valor promedio de solicitudes el cual se mantuvo muy cercano a cero.
	Espacio en Disco Utilizado	99% (141,5 GB)	17,13% (24,33 GB)	16,09% (24,03 GB)	17,03% (24,19 GB)	Durante el análisis, el indicador de espacio de disco utilizado solo presento un incremento de 1,04% (0,3 GB) de la capacidad total del disco.
Carga de la Memoria	Memoria Física Disponible	0,75 GB	6,94 GB	6,58 GB	6,78 GB	El servidor durante el periodo de recolección de datos mantuvo un promedio de memoria disponible de 84,75% lo que indica que de la memoria asignada solo se utilizó cerca del 15,25%.
	Paginas por Segundo	20/seg.	7.940	0	2,63	El servidor alcanzo picos entre 1000 y 7.940 páginas solamente en 33 ocasiones durante el periodo de medición, estos asociados a trabajos de respaldos y copia de archivos.
Tráfico de Red	Tráfico Entrante	125.000 KB	2.396 KB	1,7 KB	16,08 KB	El tráfico entrante del servidor alcanzó picos de 1,9% de su capacidad lo que indica un bajo uso de la interfaz de red.
	Tráfico Saliente	125.000 KB	12.349 KB	0,41 KB	36,67 KB	El tráfico saliente ha alcanzado solamente picos del 9,8% de su capacidad lo que indica muy bajo uso de la interfaz de red.

Nota: Autor (2.011)

Una vez determinado el desempeño del servidor de correos, se procedió a recabar la información necesaria para determinar la disponibilidad del sistema, para realizar esto se tomaron los datos almacenados por el sistema de helpdesk GPLI utilizado por el Departamento de Tecnología de la organización, en donde se almacenan todos los datos de los tickets de soporte que realiza el personal del departamento, en este sistema se registran datos como: tipo de falla, fecha de inicio, finalización, solución y duración del problema. Esta información permitirá mediante las fórmulas de tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR) calcular la disponibilidad actual del sistema y el tiempo promedio de tiempo inactivo del servidor de correos utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

La disponibilidad es una de las métricas que se deben tener en cuenta al implantar o mejorar un sistema, ya que a través de está, se puede determinar cuánto tiempo de inactividad no deseado puede llegar a alcanzar dicho sistema y esto puede afectar de gran manera la generación de ingresos de la empresa. Al respecto, la Guía de Alta Disponibilidad para Microsoft Exchange Server 2003 (2.006) señala que la disponibilidad suele medirse en “nueves”. Por ejemplo, una solución cuyo nivel de disponibilidad sea de “tres nueves” es capaz de realizar su función prevista el 99,9 por ciento del tiempo, lo que equivale a un tiempo de inactividad anual del 8,76 horas por año sobre una base de 24x7x365 (24 horas al día, siete días a la semana, 365 días al año). En la siguiente tabla se muestran los niveles de disponibilidad frecuentes que muchas organizaciones intentan conseguir:

Cuadro 8
Niveles de Disponibilidad

Porcentaje de Disponibilidad	Día de 24 horas	Día de 8 horas
90%	876 horas (36,5 días)	291,2 horas (12,13 días)
95%	438 horas (18,25 días)	145,6 horas (6,07 días)
99%	87,6 horas (3,65 días)	29,12 horas (1,21 días)
99.9%	8,76 horas	2,91 horas
99.99%	52,56 minutos	17,47 minutos
99,999% (“cinco nueves”)	5,256 minutos	1,747 minutos
99.9999%	31,536 segundos	10,483 segundos

Nota: Guía de Alta Disponibilidad para Microsoft Exchange Server 2003 (2.006).

En una organización que sea operativa 24x7x365 (24 horas al día, siete días a la semana, 365 días al año), los sistemas con un 99 por ciento de confiabilidad no estarán disponibles, en promedio, 87 horas (3,5 días) al año. Además, ese tiempo de inactividad puede producirse en momentos imprevisibles (probablemente cuando menos se puede permitir). Es importante entender que un nivel de disponibilidad del 99 por ciento podría resultar costoso para la empresa.

En su lugar, el porcentaje de tiempo de actividad que debe procurar conseguir es alguna variación del 99,x por ciento, siendo un objetivo final el de cinco nueves o 99,999 por ciento. Para un único servidor de la organización, tres nueves (99,9 por ciento) es un nivel de disponibilidad conseguible. Conseguir cinco nueves (99,999 por ciento) para un único servidor no es realista, ya que este nivel de disponibilidad permite aproximadamente cinco minutos de tiempo de inactividad por año calendario. Sin embargo, si se implementan clústeres tolerantes a errores con capacidades de conmutación automática por error, si se pueden conseguir cuatro nueves (99,99 por ciento). Incluso es posible lograr cinco nueves si también se implementan medidas de tolerancia a errores, como hardware de servidor, soluciones avanzadas de almacenamiento y redundancia de servicios.

Teniendo esto en cuenta para el cálculo de la disponibilidad del servidor de correo de la empresa Hierro Barquisimeto se utilizaron los valores de los tickets del sistema GPLI bajo la categoría de “Falla de Servidor” relacionados al servidor de correo, tomados durante el periodo del año de 2.010 (ver cuadro 9).

Cuadro 9
Incidencias de Falla de Servidor del Servidor de Correos

Fecha	Duración de la Falla (horas)	Duración entre Fallas (horas)	Causa de la Falla
Abierta el: 2010-02-11 14:34:00 Cerrada el: 2010-02-14 08:42:17	66	999	Falla de la Tarjeta de Red
Abierta el: 2010-02-22 16:54:00 Cerrada el: 2010-02-22 17:54:00	1	201	Corrupción de Datos del Sistema
Abierta el: 2010-03-14 07:30:00 Cerrada el: 2010-03-19 19:43:10	132	494	Falla de Procesador
Abierta el: 2010-08-25 12:25:00 Cerrada el: 2010-08-29 14:50:14	96	3761	Falla de Controladora de Disco
Abierta el: 2010-09-26 13:39:00 Cerrada el: 2010-09-26 15:39:00	2	695	Conflicto de Software
Abierta el: 2010-10-18 07:25:00 Cerrada el: 2010-10-21 16:01:36	80	521	Falla de Bahía de Fuentes de Poder
Totales	377	6671	

Nota: Autor (2.011).

Número de Incidencias: 6.

Tiempo restante Operativo: 1712 horas.

Tiempo Total no Operativo: 377 horas.

Tiempo Total Operativo: 8383 horas.

MTBF = Tiempo Total Operativo / Número de Incidencias.

MTBF = $8383 / 6 = 1397,16$

MTTR = Tiempo Total no Operativo / Número de Incidencias.

MTTR = $377 / 6 = 62,83$

DISPONIBILIDAD = $MTBF / (MTBF + MTTR)$

DISPONIBILIDAD = $1397,16 / (1397,16 + 62,83) = 0,9569$

Disponibilidad del sistema = $95,96\% \approx 15,70$ días de tiempo inactivo.

Como análisis final una vez realizada la recolección de datos realizada a través de los contadores de desempeño y del sistema de seguimiento de incidencias para determinar el desempeño actual del servidor de correos se puede mencionar lo siguiente:

- La carga de trabajo para el procesador del servidor nunca alcanzo el máximo permitido por el rango de valores umbral y siempre mantuvo valor promedio menor a 1%.
- El uso del arreglo de disco del servidor, a pesar de haber alcanzado valores iguales o mayores al umbral en pocas oportunidades, no alcanzo a mantener un valor promedio que cumpliera con las condiciones necesarias como para afectar en gran medida el desempeño del servidor.
- La carga de memoria tampoco presenta valores promedios que pudieran incidir de manera negativa en el comportamiento y la prestación del servicio de correo electrónico de la organización.
- En cuanto al tráfico de red que presenta la interfaz del servidor, se puede concluir que durante el periodo de medición, nunca se observó que la comunicación del servidor se viera afectada por una gran afluencia de datos hacia o desde la tarjeta de red.
- La disponibilidad medida alcanzo un valor de 95,96% lo que equivale a un valor promedio de 15,70 días de tiempo inactivo por año, este valor no representa un valor aceptable para el tipo de servicio que presta el servidor.
- Las principales incidencias que afectaron la disponibilidad del servidor fueron por fallas del hardware asignado al servidor.

Cada uno de los ítems analizados durante la fase de observación directa validan lo indicado en el planteamiento del problema y ratifican la necesidad de implantar un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto.

Fase II: Factibilidad

La fase de factibilidad busca verificar que el proyecto de Implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara, cumpla con ser una inversión atractiva a la empresa. En este sentido se estudian cuatro tipos de factibilidades: operativa, técnica, económica y legal.

Factibilidad Operativa

Para garantizar el éxito del desarrollo de la investigación se procedió a tomar las siguientes medidas:

- Se llevaron a cabo reuniones con el personal de tecnología para ejecutar la fase de diagnóstica.
- Se realizaron mesas de trabajo con el personal encargado de TI para ejecutar los cambios en la infraestructura de la plataforma donde se implantará el servidor, así como también para el análisis de riesgo de los activos de información.
- Se creó un manual operativo sobre el uso y la administración de un clúster virtual para el servicio de correo electrónico.
- Se impartió adiestramiento a los usuarios finales, respecto al uso y administración del clúster virtual.

Factibilidad Técnica

Esta etapa permite evaluar si la organización cuenta con la infraestructura y el software requerido por el diseño que se desea implementar, así como también, se verifica si se tienen las capacidades técnicas requeridas por cada alternativa del diseño que se esté considerando. Así mismo, se evalúa si la empresa posee un personal lo suficientemente capacitado para diseñar, implementar, operar y mantener el diseño propuesto.

En este sentido como se evidencio en la fase de diagnóstico que el servidor de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara, no posee un desempeño ni una disponibilidad adecuada a las necesidades que requiere la empresa para la prestación del servicio analizado, por tanto se observa necesario la implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad que cuente con los niveles y características necesarias para mejorar tanto la disponibilidad y como el desempeño que satisfagan los requerimientos exigidos por la organización.

Tomando lo anterior en cuenta, es importante destacar que el diseño del sistema de clúster virtual para el correo electrónico que se va a implantar en la organización busca cumplir con los siguientes requisitos:

- Prestar un servicio de calidad en cuanto a desempeño y mejor uso del hardware del servidor.
- Suministrar un nivel 1 de alta disponibilidad mediante la redundancia de los componentes instalados en los servidores que compongan el clúster.
- El sistema de correo electrónico a implantar contara con la abstracción de los datos del servidor hacia una SAN (Storage Area Network) configurada en RAID 0 + 1 con doble controladora, lo que permitirá lograr proteger los datos de algún fallo de disco.
- Mediante la virtualización garantizar la adaptabilidad en cuanto a hardware utilizado por el sistema operativo del servidor, lo que permitiría alcanzar un Nivel 3 de alta disponibilidad.
- Por el mismo comportamiento de la tecnología de clúster en donde al presentarse un fallo se realizaría un switch failover del sistema de correo el sistema el servicio solo se vería afectado por un corto periodo de tiempo, garantizando así un nivel 4 de alta disponibilidad.

Factibilidad Económica

La empresa Hierro Barquisimeto C.A. ha cubierto hasta los momentos la inversión necesaria en cuanto a los elementos que se necesitan para garantizar los requisitos identificados en la factibilidad técnica, dicha inversión se detalla en el cuadro 10:

Cuadro 10
Inversión del Proyecto

Elementos del Proyecto	Costo
Clúster Servidores	250.000,00
Redundancia de Hardware	62.000,00
Protección de los Datos	398.700,00
Virtualización (Tolerancia a Fallos)	41.375,00
Total	752.075,00

Nota: Autor (2.011).

Análisis Costo/Beneficio

Los costos asociados a la implantación del clúster virtual de alta disponibilidad van conjuntamente ligados a cuánto vale o cual es el valor inherente del servicio que este suministrará. Al ser la empresa Hierro Barquisimeto una organización dedicada a la comercialización de materiales de construcción resulta de vital importancia que los procesos comunicativos interdepartamentales sean realizados de la manera más rápida y clara posible apoyados en una herramienta confiable que garantice una comunicación efectiva. Es también de vital importancia para la empresa brindar un servicio de calidad para con su clientela puesto que cualquier inconveniente en la comunicación con los mismos puede acarrear un desinterés por parte de los consumidores en los servicios que suministra la organización afectando así los ingresos que esta percibe.

Factibilidad Legal

El análisis de la factibilidad legal evalúa si los elementos y componentes que conforman la solución a implantar no incurran en penalizaciones o el quebrantamiento de algún derecho de autor o de algún acuerdo con un fabricante de alguna tecnología implementada.

En este sentido se destaca la utilización de software de terceros para la virtualización y el sistema de respaldo que componen la solución propuesta. A través de ellos se busca mejorar la disponibilidad del servicio de internet al lograr una abstracción del hardware mediante la virtualización y una mejor protección de los datos utilizando un sistema de respaldo acorde a las necesidades de la empresa.

Tomando lo anterior en cuenta es necesario mencionar que para la implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. la organización decidió adquirir las licencia de uso de VMware Vsphere como herramienta de virtualización y Veeam Backup & Replication como software de gestión de respaldos.

Fase III: Diseño del clúster virtual

Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual en cuanto al servicio de correo electrónico de la organización y analizadas las diferentes condiciones que avalaron como factible la implantación del clúster, se procedió a especificar las características que definieron el diseño del clúster virtual que buscó mejorar las prestaciones del servicio antes mencionado.

Siguiendo el lineamiento especificado en el marco metodológico, las tres últimas fases de la implantación se realizaron siguiendo el modelo PDCA (Plan – Do – Check – Act) concordando la primera fase del modelo con la del diseño del clúster virtual. Teniendo esto en cuenta, el primer paso para el diseño del clúster virtual fue identificar los requerimientos o niveles de disponibilidad que deberían alcanzar el

nuevo diseño para cumplir con las necesidades de confiabilidad del servicio de mensajería electrónica de la organización.

Siendo así, se identificaron como principales objetivos del diseño del clúster virtual para mejorar la disponibilidad del servicio de correo electrónico suministrado por la organización lo siguientes:

- Implementar confiabilidad dependiente de hardware al proveer a los servidores del clúster con redundancia de sus componentes físicos: procesadores, discos, fuentes de poder, disipadores, entre otros.
- Proteger los datos del sistema del sistema de archivos almacenándolos en un matriz redundante de discos independientes o RAID (por sus siglas en ingles) de configuración 0 + 1, donde todos los datos tendrían un respaldo activo, esto permitirá contar con una protección ante cualquier fallo de un disco. También se contó con redundancia a nivel de la controladora de discos a fin de evitar una interrupción del sistema en caso de que este elemento llegara a fallar.
- Brindar tolerancia a fallos mediante el uso de hardware replicado que permita un servicio ininterrumpido en el caso de falla de algún componente. Para este objetivo se contó con replicación del hardware utilizado en la implantación del clúster: switches, servidores, controladora de disco, sistema de respaldo, entre otros.
- Proveer a la plataforma de una redundancia a nivel de servidor o clúster permitiría proteger las aplicaciones contra cualquier problema a nivel de servidor. De esta manera, se buscó lograr una arquitectura en la que el corte de servicio dure solamente lo que tarda el sistema en hacer el cambio de un servidor a otro.
- Asegurar que el desempeño del servicio de mensajería de correo electrónico mantenga la calidad que necesita la organización.
- Abstraer del hardware, al implementar el sistema operativo y las aplicaciones de mensajería de correo electrónico en una máquina virtual con hardware virtual capaz de ser ejecutada en cualquier servidor físico.

- Conseguir una alta portabilidad, ya que las máquinas virtuales pueden ser migradas de un servidor físico a otro en cuestión de segundos, reduciendo así los tiempos de parada planificados.

Diseño de la Infraestructura Virtualizada

Una de las ventajas y mayor atractivo de la virtualización es la abstracción del hardware físico que integra al servidor, lo que otorga la posibilidad de ejecutar las máquinas virtuales independientemente del fabricante, así como también, permite que las máquinas virtuales que estén hospedadas en el servidor utilizar archivos del software hipervisor como recursos de memoria, procesamiento y almacenamiento, esta característica brinda la posibilidad de realizar migraciones de una manera mucho más rápida que realizando una migración de manera tradicional, esta característica permite reducir los tiempos de inactividad del servidor bien sean por tiempos de mantenimientos o por fallas que se presenten en la infraestructura he aquí donde radica el principal atractivo de un clúster virtualizado ya que no solo se puede aprovechar las bondades del pool de recursos que se puede lograr mediante un clúster sino que también se toma ventaja de la virtualización.

En cuanto a la infraestructura sobre la cual se pensó apoyar el clúster virtual para lograr una disponibilidad de nivel 4 según los niveles de disponibilidad mencionados en el marco teórico, dependería en gran medida de los elementos que la conforman, es por esto, que para cumplir con los objetivos descritos en el apartado anterior, el diseño de la infraestructura virtual contó con los siguientes dispositivos:

- Tres servidores cisco UCS C210 M1 con 2 cpu quad core intel xeon 5500 de 2,67GHz, 48Gb de Ram DDR3, 2 discos sata de 250Gb, 1 interfaz de red integrada dual Intel 82576 y 1 interfaz de red quad Broadcom NetXtreme II BCM5709. (Ver Anexo “E”)
- Una san iStor iS512 iSCSI con doble controladora redundante de 8 puertos GigaEthernet y 12 discos de 600 GB para un total de 7 TB, distribuidos en un arreglo de discos en RAID 0+1, es decir, 6 discos unidos con sus datos

duplicados en los otros 6 discos, con lo cual se logra una copia exacta de los datos en caso de que alguno de los discos fallara. (Ver Anexo “F”)

- Un switch modular de núcleo de alto desempeño Blackdiamond 8806 de Extreme Networks con doble hojilla de 48 puertos GigaEthernet y una hojilla controladora, con capacidad de agregación de puertos y tramas jumbo frame. (Ver Anexo “G”)
- Un sistema automático Bakbone NEO 200 (librería de cinta) LTO-4 (1,6 TB) para respaldo externo de la máquina virtual del servidor de correos. (Ver Anexo “H”)
- Un sistema de almacenamiento de red adjunto NAS (por sus siglas en inglés) Snapserver 410 para respaldo diario de la base de datos de correos y replicación con sitio remoto. (Anexo “I”)
- Una licencia estándar de Veeam Backup & Replication para el respaldo de la máquina virtual del servidor de correo.
- Una licencia essential plus de VMware vSphere como software de virtualización para el clúster.

Todos estos elementos se unieron para brindar un nivel más alto de disponibilidad al servicio de correo electrónico. En el gráfico 10 se muestra cómo sería la conectividad entre los elementos que conforman el clúster virtual de alta disponibilidad. Las principales características del clúster virtual son las siguientes:

- El clúster está formado principalmente por los servidores Cisco los cuales sirven como huésped para la máquina virtual que funciona como servidor de correo brindando 48 Gb de Memoria, recursos de red y procesamiento para ser asignados a las máquinas virtuales que se ejecutan en el clúster.
- A su vez, cada uno de los tres servidores que conforman el clúster tienen conectividad con los almacenes de datos o Datastores de la SAN iStor donde se almacenan los archivos de la máquina virtual para de esta manera poder realizar migraciones en caliente o VMotion (capacidad de migración en vivo)

de la herramienta de Virtualización) de la máquina virtual, de así requerirlo, de manera imperceptible para el usuario final.

- La SAN cuenta con doce (12) discos de 600Gb los cuales están configurados en un arreglo de RAID 0 + 1 o stripe/mirror, es decir, un arreglo de seis (6) discos en raid 0 con su réplica en los otros seis (6) discos de la SAN.
- La SAN cuenta con dos controladoras redundantes que permiten mantener la conectividad con los datos en caso de mal funcionamiento de alguna de ellas, cada una de estas controladoras posee ocho puertos GigaEthernet conectadas por agregación de puertos al Switch Extreme y con manejo de tramas jumbo, es decir, tramas de 4088 bytes lo que permite manejar más información por cada enlace.
- El diseño cuenta con conexión a un NAS (Snapserver 410) el cual cuenta con cuatro (4) discos de 1863 Gb configurados en RAID 5 para formar un arreglo de 5.584,88 Gb, en este NAS se almacenan los respaldos creados por el software de respaldos Veeam Backup & Replication, se conecta mediante dos enlaces de 1Gbps cada uno agregados como un solo enlace logico. También se cuenta con otra unidad NAS (Snapserver 410) en una localidad remota que funciona como réplica del NAS principal.
- El sistema NEO 200 conectado por cable Ultra 160 LVD VHDCI de 28 pines al NAS, que sirve como sistema para respaldo en medios extraíble, esta librería automática permite realizar respaldos semanales de hasta 1,6 Terabytes, lo que permite contar con una escalabilidad del sistema de respaldos que soporte un crecimiento a futuro en el tamaño de los datos del sistema de correo.
- El switch Extreme Networks Blackdiamond 8806 cuenta con dos (2) hojillas de 48 puertos categoría 1000Base-T de 1Gbps cada uno, estas hojillas permiten realizar una distribución de los elementos que integran el diseño del clúster virtual, cuenta con capacidad de manejar puertos agregados y tramas jumbo. Además cuenta con una hojilla controladora que brinda una capacidad de conmutación de 3,8 Tbps.

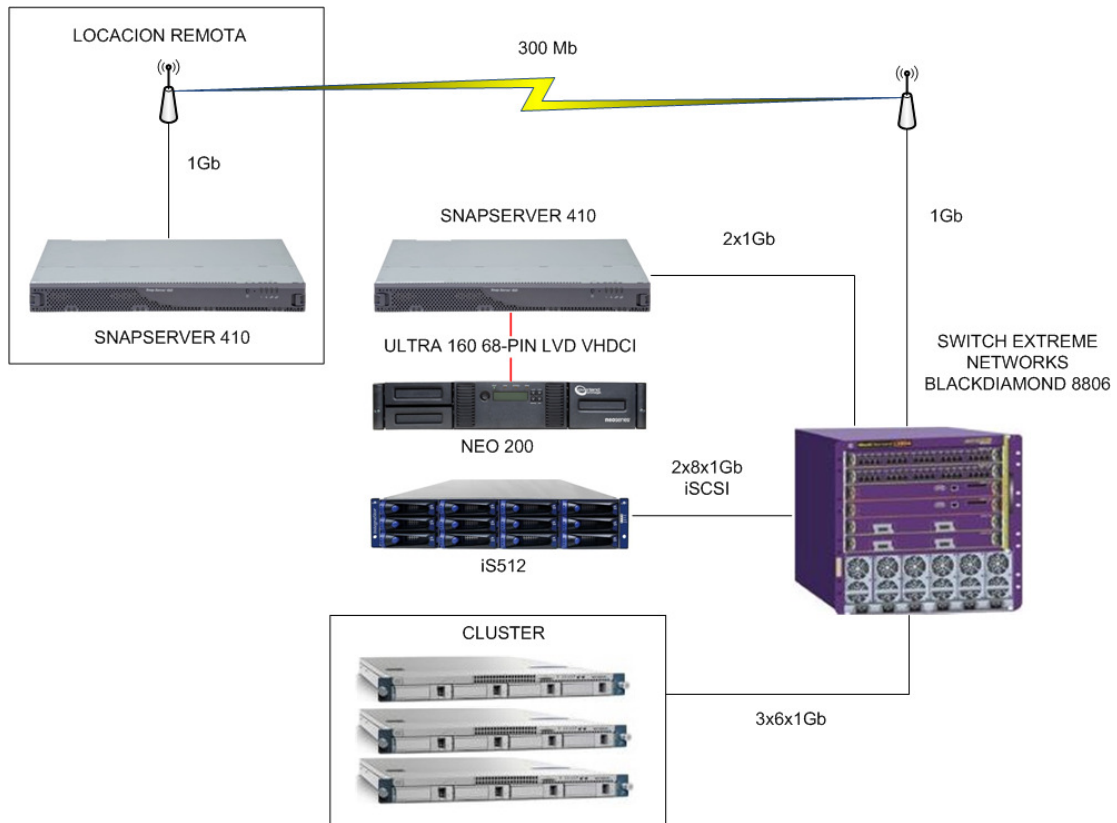


Grafico 10: Diseño de Clúster Virtual.

Selección de la Herramienta de Virtualización

La virtualización se logró mediante la utilización de un software hypervisor el cual es el encargado de realizar una óptima administración de los recursos físicos y de presentarlos de una forma genérica a las diferentes máquinas virtuales para que estas los utilicen. Por lo tanto, la selección del hypervisor resultó en una importante decisión al momento de diseñar una infraestructura virtualizada, al respecto Ruest y Ruest (2.010) menciona que la magia que hace posible la virtualización de servidores es una pequeña pieza de código llamada hypervisor, una herramienta que expone los recursos de hardware para soportar la operación de múltiples máquinas virtuales, las cuales son instancias del sistema operativo que están diseñadas para compartir recursos como los núcleos de CPU, RAM, tarjetas de red (NICs) y almacenamiento.

Los hipervisores son sistemas operativas basadas en arquitectura x86 que pueden ejecutar Windows o Linux en sus versiones de 32 o 64 bits.

En este sentido, Siebert (2.011) señala que la selección del hipervisor empieza con una importante decisión: se necesita un hipervisor hospedado (virtualización de sistema operativo) o un hipervisor bare-metal (virtualización de hardware). Una vez que se seleccione el tipo de hipervisor existen varios factores a considerar.

Un hipervisor bare-metal provee mejor desempeño y flexibilidad debido a que opera como una delgada capa diseñada para presentar los recursos de hardware a las máquinas virtuales, reduciendo así la carga de ejecutar el hipervisor.

Por su naturaleza, los hipervisores bare-metal son hipervisores de producción o hipervisores que ejecutan máquinas virtuales que ofrecen servicios a los usuarios. Los hipervisores hospedados ofrecen un conjunto de diferentes servicios, pero raramente son usados para producción. Un sistema operativo de propósito general, requerido para ejecutar un hipervisor hospedado, a menudo ejecuta otros servicios, por lo que no puede dedicar 100% de los recursos de hardware a las máquinas virtuales. Es por esto que se debe considerar un hipervisor de virtualización por hardware si se quiere ejecutar cualquiera de los siguientes escenarios:

- **Consolidación de Sistemas:** los hipervisores de virtualización soportan la operación de múltiples sistemas en el mismo hardware físico, reduciendo costos y la presencia del servidor físico al tiempo que ofrece similares y a menudo mejores servicios.
- **Prueba de Sistemas:** los hipervisores permiten el aislamiento de sistemas, permitiendo probar nuevos software y aplicaciones sin afectar el ambiente de producción. También ofrecen una alternativa de prueba de bajo costo a los servidores físicos.
- **Operación Heterogénea del Sistema:** ejecución simultánea de múltiples sistemas operativos en el mismo hardware físico, permitiendo a las organizaciones ejecutar sistemas heterogéneos con una menor presencia de servidores físicos.

- **Optimización del Hardware:** incremento en el uso del hardware a través de la operación de múltiples cargas de trabajo en cada servidor físico huésped. El uso del servidor puede aumentar de 5% a 10% hasta un 60% o 70%.
- **Alta Disponibilidad de Aplicaciones:** al compartir las cargas de trabajo mediante tecnologías como clúster de conmutación por falla, los servidores que ejecuten virtualización mediante hipervisores pueden soportar alta disponibilidad de aplicaciones y asegurar que los servicios estén siempre disponibles y ejecutándose dentro de las máquinas virtuales.
- **Optimización de Recursos:** al ejecutar diferentes aplicaciones en máquinas virtuales separadas, los hipervisores pueden incrementar el uso de los recursos debido a que cada aplicación requiere un número de recursos en diferentes momentos.
- **Flexibilidad del Servicio:** debido a que los hipervisores soportan la operación de sistemas a través de máquinas virtuales, las organizaciones ganan en flexibilidad ya que las máquinas virtuales son más fáciles de clonar y reproducir que las máquinas físicas.
- **Administración Dinámica de Recursos:** los hipervisores de virtualización soportan asignación manual o automática de recursos a las cargas de trabajos de las máquinas virtuales a medida que ocurren los picos de uso. Debido a esto, los hipervisores proveen mejor soporte para asignación dinámica de recursos en los centro de datos.

Tomando en cuenta los puntos antes expuestos y considerando las características, la importancia y las necesidades de disponibilidad del servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. se requiere necesario que la herramienta de virtualización utilizada en la implantación del clúster virtual fuera un hipervisor bare-metal ya que cumple con bondades necesarias para asegurar la disponibilidad y optima ejecución del servidor de correos de la organización.

Ahora bien, resulta importante señalar que en el mercado actual de hipervisores de tipo bare-metal existen diversas soluciones que presentan diferentes ventajas y limitaciones unas de otras, al respecto Siebert (2.011) destaca como principales a los siguientes hipervisores:

- **VMware ESX y ESXi (vSphere)**

VMware posee, por mucho, la tecnología de virtualización más madura, ofreciendo funciones avanzadas y escalabilidad. Sin embargo, el hipervisor bare-metal de VMware puede ser costoso de implementar debido a sus altos costes de licenciamiento. El fabricante también ofrece una versión gratuita de la versión ESXi, pero es muy limitada y no posee ninguna de las funciones avanzadas de las versiones pagas. VMware también ofrece paquetes de bajo costo más asequibles para infraestructuras pequeñas.

- **Microsoft Hyper-V**

Microsoft Hyper-V ha emergido como un serio competidor para VMware ESX y ESXi. Hyper-V carece de muchas de las funciones avanzadas que ofrece la ancha gama de productos de VMware, pero con su estrecha integración con Windows, la tecnología de Hypervisor de Microsoft puede llegar a ser el mejor hipervisor para organizaciones que no requieren de muchas campanas y silbato.

- **Citrix XenServer**

Citrix XenServer es una plataforma madura que empezó como un proyecto de código abierto. La tecnología de hipervisor central es gratis, pero como la versión gratuita de VMware ESXi, casi no posee características avanzadas. Citrix tiene varias ediciones pagas de XenServer que ofrecen administración avanzada, automatización y características de disponibilidad. Pero a pesar de ofrecer un hipervisor bare-metal de virtualización estable, Citrix lucha por competir con Microsoft y VMware en tecnologías de hipervisores.

Estos tres hypervisores son los que muestran más desarrollo y funciones avanzadas que permiten asegurar las prestaciones de servicios de tecnologías de información, de estos tres hypervisores, según Gartner (2.011), líder mundial en investigación de tecnologías de información y consultoría, es conocida por su metodología de investigación denominada Cuadrante Mágico de Gartner mediante el cual analiza un mercado específico y provee un amplio ángulo de visión de la posición relativa de los principales competidores de ese mercado. Al aplicar un tratamiento gráfico y un conjunto uniforme de criterios de evaluación, un cuadrante mágico de Gartner ayuda rápidamente a entender que tan bien se desempeña un fabricante de tecnología. Teniendo esto en cuenta, a continuación se muestra el cuadrante mágico realizado por Gartner acerca de los principales proveedores de infraestructuras de virtualización de servidores de arquitectura x86:



Grafico 11: Cuadrante Mágico de Gartner para principales proveedores de Virtualización.

Tomando lo anterior en cuenta para la implantación del clúster virtual de alta disponibilidad de la empresa Hierro Barquisimeto en su sede de Barquisimeto se eligió como herramienta de virtualización el hypervisor VMware vSphere en su versión Essential Plus el cual es un hypervisor bare-metal que provee una capa de virtualización robusta, adaptada para producción, de alto desempeño que abstrae los recursos de hardware del servidor y permite compartirlo entre múltiples máquinas virtuales, permite un manejo único de memoria que incluye compresión de memoria y capacidades avanzadas de administración del huésped. Dentro de las características que integran la versión del hypervisor se destacan:

- **Aprovisionamiento Dinámico:**

Permite controlar los costos de almacenamiento al proveer un mayor nivel de utilización, eliminando el desperdicio de espacio y la necesidad de asignar una capacidad dedicada. El aprovisionamiento dinámico permite la sobreutilización de la capacidad de almacenamiento para un uso aumentado del espacio en disco, mejora el tiempo de actividad de las aplicaciones y simplifica la capacidad de administración del almacenamiento.

- **Administrador de Actualizaciones:**

Esta característica permite simplificar la administración del hypervisor al automatizar la instalación de parches y actualizaciones.

- **API para Protección de Datos:**

Las interfaces de programación de aplicaciones para protección de datos permite a los software de respaldo realizar respaldos centralizados de las máquinas virtuales sin la interrupción ni la sobrecarga que conlleva ejecutar tareas de respaldo desde dentro de cada máquina virtual, reduciendo así la cantidad de ventanas de mantenimiento.

- **Alta Disponibilidad:**

Realizar el monitoreo de las máquinas virtuales para detectar fallas del sistema operativo o hardware virtual, en caso de presentarse, puede reiniciar máquinas virtuales en otros servidores físicos pertenecientes a la piscina de recursos sin ninguna intervención manual, también puede proteger los datos

de las aplicaciones de fallos del sistema operativo al reiniciar automáticamente las máquinas virtuales cuando errores en el sistema operativo son detectados.

- **VMotion:**

Esta característica permite mover o migrar máquinas virtuales activas de un servidor físico a otro sin afectar la percepción del servicio del usuario final, brindando así, una flexibilidad y disponibilidad sin precedentes.

Herramienta de Respaldos

Para poder garantizar la disponibilidad de los datos en caso de desastre, resulta necesario que el diseño del clúster virtual cuente con un sistema de respaldo de los datos de la máquina virtual asociada al servicio de correo electrónico. En este aspecto, se consideró a Veeam Backup & Replication como herramienta de respaldo del ambiente virtual. Al respecto, Choinski y Whitehouse (2.011) indican que Veeam Backup & Replication fue específicamente diseñado para ambientes virtuales al proveer respaldos rápidos basados en disco y recuperación de máquinas virtuales. Ofrece una solución dos en uno de respaldo y recuperación basado en imágenes, permitiendo a las organizaciones lograr diferentes objetivos en cuanto a tiempos y puntos de recuperación para diferentes máquinas virtuales. Las organizaciones pueden abordar requerimientos de disponibilidad y presupuestos específicos al replicar máquinas virtuales en sitio, replicando fuera de sitio para recuperación de desastres, o realizando respaldos usando técnicas y almacenamiento rentables. Otras características incluyen recuperación instantánea a nivel de archivos y la habilidad de aprovisionar rápidamente un respaldo como ambiente de prueba en demanda. Utiliza un mínimo de recursos y puede ser escalado para ambientes de cualquier tamaño a través del uso de múltiples servidores ejecutando Veeam Backup & Replication y administrados centralmente desde la herramienta Veeam Backup Enterprise Manager.

CAPITULO V

EJECUCION Y EVALUACION DE LA PROPUESTA

En este capítulo se describen los resultados de haber ejecutado y evaluado el clúster de alta disponibilidad para el servicio de mensajería de correos de la empresa Hierro Barquisimeto diseñado durante la fase III del capítulo anterior. Es importante resaltar que el Manual para la Elaboración del Trabajo Conducente a Grado Académico de Especialización, Maestría y Doctorado de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” menciona que “La fase IV es la ejecución y evaluación de la propuesta. Esta fase no es obligatoria para los aspirantes a especialistas o magister pero si para los doctores”.

Fase IV: Implantación del diseño del Clúster Virtual de Alta Disponibilidad

Para evaluar la efectividad del Clúster Virtual de Alta Disponibilidad se requirió de la Implantación, Entonación, Formación y Sensibilización así como de la respectiva Documentación del proceso de Implantación del Clúster Virtual del Servidor de Correos, en el siguiente cuadro se mencionan estas etapas más detalladamente.

Cuadro 11
Fase de Ejecución

Fase de Ejecución	
1. Implantación del Clúster Virtual.	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración del Switch de Core. • Adecuación de la SAN. • Instalación y Configuración de Servidores. • Estructuración del Sistema de Respaldos. • Virtualización del Servidor de Correos.
2. Entonación del Clúster Virtual.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de Mejores prácticas del Hypervisor.
3. Formación y Sensibilización.	<ul style="list-style-type: none"> • Instruir a los empleados sobre la administración del clúster que se va a implantar.
4. Documentación del Clúster Virtual.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un registro sobre el proceso de Implantación del Clúster.

Nota: Autor (2.012).

Implantación del Clúster Virtual

A fin de causar el menor impacto negativo en la prestación de los servicios informáticos de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. se decidió realizar la implantación del clúster virtual de alta disponibilidad en etapas que pudieron integrar los elementos que conformaban la infraestructura virtualizada sin que esto conlleve a una parada significativa en el funcionamiento del servidor de correo o de los diversos servicios y sistemas que suministra la empresa a sus empleados, en este sentido, a continuación se describen como fue la ejecución y los pasos que integraron cada una de estas etapas:

- **Configuración del Switch de Core:** en esta etapa se ejecutó tanto la instalación del Switch Extreme Networks BlackDiamond 8806 como la ejecución y asignación de los puertos del mismo a los distintos dispositivos que integran el clúster virtual. Tal y como se mencionó en la fase III en el ítem de *Diseño de la Infraestructura Virtualizada* este switch cuenta con redundancia de fuentes de poder, doble hojilla de 48 puertos GigaEthernet y

una controladora principal con capacidad de procesar datos a una velocidad de 3,8 Tbps, dentro de las configuraciones realizadas durante esta etapa se encuentran:

- Asignación en agregación de puertos de ocho (8) puertos GigaEthernet (cuatro en cada hojilla del Switch) para cada una de las controladoras Fiber Channel over Ethernet que maneja la SAN iStor.
- Configuración de Tramas Jumbo Frame a 4088 bytes para los puertos agregados de la SAN.
- Creación de la VLAN destinada a manejar todo el tráfico entre la SAN iStor donde se alojaran los archivos de la máquina virtual del servidor de correos y los servidores Cisco que suministraran los recursos donde se ejecutara la máquina virtual.
- Asignación a la VLAN de datos de la SAN de los puertos agregados de la SAN y tres (3) de los cuatro puertos de la interfaz de red Broadcom de cada uno de los servidores Cisco. Estos puertos serán los utilizados para la comunicación entre los servidores del Clúster y la SAN.
- Se realizó la agregación de puertos un (1) puerto de cada una de las hojillas del Switch para que manejara cada una un puerto de la tarjeta de red integrada de los switch Cisco, estos puertos manejarían el tráfico de la red de servidores de la organización y tendrá acceso al NAS.
- Se agregaron los puertos indicados en el paso anterior a la VLAN destinada a los servidores.
- Configuración de un (1) puerto de cada una de las hojillas del Switch para conectar en cada uno de ellos los puertos del Snapserver encargado de la replicación y respaldo del servidor.
- Creación de una nueva VLAN destinada para tres (3) puertos donde se conectarán los tres (3) últimos puertos de las interfaces de red Broadcom de los servidores Cisco, estas interfaces serán utilizadas

para el servicio de VMotion del hypervisor a fin poder migrar las máquinas virtuales sin que otro tipo de tráfico de red interfiera con este proceso.

- **Adecuación de la SAN:** el elemento más neurálgico del diseño de clúster virtual es la SAN, debido a que esta contiene los discos y archivos virtuales donde se almacena y ejecuta el servidor de correos, es por esto, que cuenta con doble controladora y un arreglo de discos capaz de garantizar la disponibilidad de estos datos. Dentro de las configuraciones realizadas a la SAN se encuentran:
 - Configuración de los ocho (8) puertos de la interfaz de red para que funcione como un solo puerto lógico agregado. Así como también, tramas jumbo frame a 4088 bytes.
 - Creación del volumen de disco en RAID 0 + 1 que es utilizado por el clúster de alta disponibilidad para almacenar los datos asociados a la máquina virtual.
 - Inicialización del arreglo de datos y configuración de los parámetros de inicio de sesión de los adaptadores iSCSI por software.

- **Instalación y Configuración de Servidores:** el segundo de los elementos más importantes del clúster virtual son los servidores Cisco, ya que estos suministrarán los recursos de memoria, red y procesador que es utilizado por el servidor de correos electrónicos de la organización para su correcto funcionamiento, así mismo, los tres servidores ejecutarán el hypervisor encargado de la administración y presentación de los recursos virtuales a la máquina virtual, es por esto, que resultó necesario que los tres servidores contaran con la misma configuración en cuanto acceso a los almacenes de datos (NAS, SAN, entre otros) y Switch virtuales, a fin de garantizar que el servidor de correo funcione correctamente si llegara a ser migrado. Con respecto a este ítem se realizaron las siguientes configuraciones:

- Instalación del Hypervisor VMware ESXi versión 4.1.0, 260247, en esta instalación se eligió los discos SATA de los servidores cisco como almacenamiento del sistema operativo del hypervisor. Se le configuraron las direcciones de red y los DNS a los servidores ESXi.
- En un servidor independiente del arreglo del clúster se realizó la instalación de la herramienta VMware vCenter, encargada de la administración y gestión de los servidores ESXi.
- Se asociaron los tres servidores al vCenter y se crearon los switch virtuales encargados de la comunicación entre las máquinas virtuales y las interfaces de red de los servidores.
- Se creó el switch vSwitch0 para el acceso a la red de servidores, a este se asoció la interfaz virtual que se le configuró al servidor de correos una vez se fue virtualizado, también sirve para comunicar a los servidores Cisco con el NAS.
- Se realizó la configuración de un segundo Switch virtual, el vSwitch1, este permitió la comunicación entre la SAN y los servidores Cisco, es miembro de la VLAN creada en el Switch Extreme por lo que se aseguró un canal lógico exclusivo entre la SAN y los servidores.
- Establecimiento de un tercer Switch Virtual, vSwitch2, este permitió establecer una conexión única y privada entre los servidores, esto con el fin de realizar las migraciones de las máquinas virtuales lo más rápido posible.
- Conexión de los servidores con los arreglos de datos localizados en la SAN y en el NAS.
- Configuración del servicio de monitoreo de huésped, dicho servicio permite detectar algún mal funcionamiento que pudiera ocurrir en alguno de los servidores Cisco y de esta manera realizar una migración automática del servidor de correo hacia otro servidor físico huésped.

- **Estructura del Sistema de Respaldos:** para poder contar con una disponibilidad de los datos que garantizara la pronta restauración de los servicios de correo electrónico en caso de falla de algún servicio o aplicación, el diseño expuesto durante la fase III del presente trabajo de investigación tomo en consideración el uso de respaldos en sitio en forma de archivos de respaldos completos a través del software Veeam Backup & Replication, en formato comprimido en cintas LTO-4 de 1,6 TB y realizando una réplica de los archivos de Veeam en una localidad Remota mediante el servicio de replicación de datos de los Snapserver 410. En esta fase se ejecutaron los siguientes pasos:
 - Instalación y configuración de los parámetros de conectividad de red (Dirección IP, DNS, Servidor WINS, entre otros) tanto para el NAS localizado en el centro de datos de la organización como el ubicado en la localidad remota.
 - Configuración del arreglo de discos en RAID 5 donde se almacenaran los datos correspondientes a respaldos y discos virtuales del sistema de respaldos, el arreglo está conformado por los cuatro discos SATA de 1863 GB cada uno.
 - Se realizó la instalación, configuración (parámetros de conectividad, usuarios y hora y fecha del sistema) y conexión de la librería de cintas NEO 200.
 - Se realizó la configuración del servicio de replicación entre los dos NAS, dicha replicación se ejecuta diariamente a las 08:00 p.m. de manera de que esta no afecte el uso del enlace entre el centro de datos y la sucursal durante el horario de oficina, periodo durante el cual se utilizan mayormente los sistemas de la empresa.
 - Instalación y configuración del software NetVault Backup en uno de los servidores de la organización, mediante el cual se administra y se configuraran los trabajos de respaldos en cinta. Se configura un trabajo para respaldar en las cintas LTO-4 los archivos de discos virtuales

donde el software Veeam Backup & Replication almacena los respaldos completos del servidor de correo electrónico de la organización, este trabajo es ejecutado automáticamente por el NetVault Backup una vez a la semana. Queda por parte del departamento de Tecnología la rotación de las cintas y el almacenamiento de las mismas en un lugar con las características ambientales necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de las cintas en caso de necesitarlas.

- Creación de una máquina virtual en el clúster que se encarga de ejecutar los servicios asociados al software Veeam Backup & Replication, a esta máquina virtual se le asignó un disco virtual localizado en la NAS donde se almacena los respaldos completos, se crea un trabajo en el software de respaldos que se encarga de realizar el respaldo completo automático del servidor de correos una vez por semana.
 - Se configuró un trabajo en el servidor de correo que realice el respaldo diario de la base de datos de Exchange y exporte el archivo al NAS para su almacenamiento y replicación a la sucursal remota.
- **Virtualización del Servidor de Correos:** ya para finalizar el proceso de la implantación del clúster virtual de alta disponibilidad se procedió a realizar la conversión a máquina virtual del servidor físico encargado de los correos electrónicos, este paso se realizó mediante la herramienta gratuita VMware vCenter Converter Standalone Client, este software permite virtualizar servidores físicos, migrar máquinas virtuales entre servidores que ESXi que no utilicen vCenter server, convertir máquinas de otros hipervisores a máquinas virtuales capaces de ejecutarse en servidores VMware, entre otros. Para esta etapa se tomó en consideración lo siguiente:
 - A pesar de que la herramienta VMware vCenter Converter Standalone Client permite realizar la virtualización sin necesidad de apagar el

servidor físico, si resulta necesario apagarlo a fin de iniciar la operación de la máquina virtual que estará funcionando como servidor de correos en el clúster virtual, es por esto que se la actividad de conversión del servidor físico se ejecutó fuera del horario de oficina y tuvo un lapso de ejecución de tres (3) horas periodo durante el cual se realizaron diferentes pruebas (conexión al servidor, envió de correos a diferentes proveedores públicos de correos electrónico, ejecución del acceso vía web al servidor) para garantizar que la prestación del servicio de correo electrónico sea la correcta.

- La máquina virtual que funciona como servidor de correo electrónico fue ubicada en el almacén de datos que se configuró en la SAN, de esta manera, los servidores que componen el clúster podrán tener siempre acceso a los archivos de la máquina virtual.

Entonación del Clúster Virtual

- **Aplicación de Mejores prácticas del Hypervisor:** una vez realizada la instalación y configuración de los elementos que componen la infraestructura virtualizada donde se apoya el clúster virtual, y virtualizado el servidor de correos electrónicos, se ejecutaron las mejores prácticas para garantizar que tanto el hypervisor como el software encargado de la gestión de correos electrónicos funcionaran de la mejor manera posible, según Siebert (2.011), una mejor práctica es una técnica o metodología que, a través de la experiencia e investigación, ha probado conducir de forma fiable a un resultado deseado. Un compromiso a utilizar las mejores prácticas en cualquier campo es un compromiso a utilizar todos los conocimientos y la tecnología a nuestra disposición para garantizar el éxito. Siguiendo este orden de ideas se tomaron en consideración las siguientes mejores prácticas del hypervisor VMware ESXi vSphere sugeridas por su fabricante VMWare:

- **Activación de Virtualización asistida por Hardware:** los procesadores con que cuentan los servidores que integran el clúster, cuentan con dos características que asisten a la virtualización como lo son: la virtualización de CPU y la virtualización de la unidad de administración de memoria (MMU por sus siglas en inglés). La primera captura automáticamente las solicitudes sensibles, eliminando la sobrecarga requerida para realizar esto por software, esto permite el uso de una virtualización de hardware sin la necesidad de una traducción binaria por parte del monitor de máquinas virtuales. El segundo permite contar con un nivel adicional de paginación que mapea la memoria de la máquina virtual con la memoria física del huésped, eliminando la necesidad de que el hypervisor intervenga para virtualizar la unidad de administración de memoria mediante software.
- **Consideraciones para el Hardware de Red:** como recomendación para el mejor desempeño de la comunicación de los servidores del clúster con los diferentes elementos de la infraestructura se realizó la agrupación de las interfaces de los servidores para los casos de los vSwitch0 y vSwitch1, esto provee de conmutación por error pasiva o failover pasiva en el caso de una falla del hardware o un corte de la red y, en algunos casos, puede mejorar el desempeño al distribuir el tráfico de red entre los diferentes puertos agrupados.
- **Consideraciones del BIOS:** en cuanto a la configuración del BIOS se realizaron las siguientes tareas según se indican en el documento de mejores prácticas del hypervisor: actualización de la versión del BIOS a su última versión, se deshabilitó la función de ahorro de energía del CPU, se habilitaron las funciones de modo turbo, hyper-threading (procesamiento en paralelo de solicitudes de CPU) y virtualización de hardware asistida integrados por el fabricante del CPU, también se deshabilitó el booting desde cualquier medio que no sea necesario utilizar (USB, serial, red, entre otros).

- **Consideraciones sobre el software del Hypervisor:** en este aspecto el manual de las mejores prácticas recomienda desconectar o deshabilitar cualquier dispositivo de hardware físico que no esté siendo utilizado o sea innecesario (Puertos de Comunicaciones (COM), puerto LPT, controladoras USB, entre otros), al deshabilitar este tipo de dispositivos puede liberar recursos interrumpidos, adicionalmente algunos recursos como las controladoras USB operan en un esquema de sondeo que consume recursos extra del CPU. También se deshabilitó cualquier hardware virtual que no fuera usado o fuera innecesario, esto debido a que cuando una máquina virtual es configurada para utilizar un recurso físico (CD, DVD, entre otros) y varias otras máquinas intentan simultáneamente acceder a ese recurso, puede afectar el desempeño. Otra consideración sobre el hypervisor que se tomó en consideración para la virtualización del servidor de correos fue la de asignar solamente la cantidad de recursos necesarios para cada máquina virtual, tomando esto y los resultados obtenidos durante la medición del uso de recursos durante la fase de diagnóstico, se consideró que el servidor de correos puede funcionar de manera óptima con la siguiente asignación de recursos: un (1) procesador quad core de 1.995 GHz , tres (3) Gigabytes de Memoria RAM, un (1) disco duro de 80 GB de espacio y una (1) interfaz de red 1 Gbps, estos valores fueron los que se consideraron más acorde y cercanos a los valores obtenidos durante la fase de diagnóstico del capítulo anterior.
- **Consideraciones del Sistema Operativo Huésped:** con respecto a las configuraciones aplicadas al sistema operativo que ejecuta el servicio de correos electrónicos se realizó la instalación del software VMware Tools mediante el cual se realiza la actualización del controlador de Bus Lógico SCSI incluido con el sistema operativo del cliente al controlador provisto por VMware. El controlador de VMware tiene optimizaciones que el controlador nativo del sistema operativo no

posee, así como también, incluye un controlador balón usado para solicitud de memoria.

Formación y Sensibilización

El clúster virtual de alta disponibilidad brinda diversas prestaciones con respecto al tiempo de actividad del servicio de correo electrónico, más sin embargo, una de las actividades que resulta vital para garantizar el correcto funcionamiento de la infraestructura virtual es la administración de los elementos que conforman dicha infraestructura. Es por esto, que fue de gran importancia establecer un programa de formación sobre la administración y manejo del entorno virtual. El consistió en:

- Impartir formación entre los integrantes del Departamento de Tecnología de la organización sobre el manejo y administración de la infraestructura virtual: en un principio se dictó un curso de inducción a la nueva tecnología de virtualización al personal. Para visualizar el alcance de las medidas que se adoptaron, en el Anexo “J” se observa una memoria fotográfica del adiestramiento y en el Anexo “K” el contenido programático referente a la instrucción impartida al personal del departamento. Seguidamente se instruyó al personal encargado de la administración de la plataforma tecnológica sobre las diversas configuraciones y necesidades de la infraestructura.
- Concienciar a las personas del Departamento de Tecnología de la importancia que tiene el servicio de correo electrónico y su disponibilidad sobre la organización: en este sentido, se ha mantenido una estrecha relación con la gerencia del departamento a fin de expresar la importancia de contar con la tecnología necesaria para garantizar el tiempo de actividad de servicios IT tan esenciales como el servidor de correo electrónico.

Documentación del Clúster Virtual

Como apoyo a la gestión, comprensión y administración de la infraestructura virtualizada se realizó un documento sobre el proceso de la ejecución de la implantación del clúster virtual. En dicho documento se establecieron cuáles fueron las pautas tomadas en consideración para la configuración de cada uno de los elementos que integran el diseño de la solución implantada, así como también, cuáles fueron los valores establecidos en cuanto direccionamiento ip, claves, puertos de conexión, id de VLAN, entre otros. Cabe destacar que debido a la política contra el filtrado de información establecida por la empresa se consideró contraproducente la publicación de información que la empresa considera vital para la correcta ejecución y funcionamiento de su plataforma tecnológica.

Fase V: Evaluación del diseño del Clúster Virtual de Alta Disponibilidad

Para poder determinar el impacto ocasionado por la implantación de la nueva plataforma sobre el desempeño en la prestación del servicio de correos electrónicos de la organización se mantuvo activo el monitoreo de las variables de estudio analizadas durante la fase III: Diagnostico, para de esta manera realizar una comparativa entre los valores obtenidos en el capítulo IV y los nuevos valores una vez virtualizado el servidor. También se realizó la aplicación de un cuestionario al personal del Departamento de Tecnología como instrumento de medición a fin de recabar información sobre el indicador de satisfacción del personal de tecnología acerca de la nueva infraestructura, esto con el fin de conocer la efectividad de la solución implantada.

Monitoreo del Clúster Virtual

En esta etapa se mantuvo el muestreo mediante la observación directa, no participante y sistemática, de las variables del servidor de correos empresarial

recogidas durante la fase de diagnóstico del capítulo IV, la recolección de los valores alcanzados fue realizado nuevamente mediante el software Zabbix y los contadores de desempeño utilizados por el sistema operativo del servidor y tuvo un periodo de muestreo, al igual que en la toma de muestras anterior, de tres (3) meses comprendidos entre Septiembre y Diciembre del año 2.011. Para poder empezar a comparar el desempeño del servidor primero se mostraran en los cuadros 12 y 13 las configuraciones de recursos asignadas al servidor de correo electrónico antes y después de su migración al clúster virtual:

Cuadro 12

Recursos asignados al servidor de correo electrónico antes de la Virtualización.

Servidor	Memoria RAM	CPU	Disco	Velocidad Tarjeta de Red
Exchange	8 GBytes	Quad Core 2 GHz	142 GBytes (3 discos de 71 GB en RAID 5)	2 * 1 Gb

Nota: Autor (2.012).

Cuadro 13

Recursos asignados al servidor de correo electrónico después de la Virtualización.

Servidor	Memoria RAM	CPU	Disco	Velocidad Tarjeta de Red
Exchange	3 GBytes	Quad Core 2 GHz	80 GBytes (1 disco virtual almacenado en la SAN con arreglo RAID 0 + 1)	1 * 1 Gb

Nota: Autor (2.012).

Una vez descrito las condiciones en cuanto a recursos asignados al servidor de correo electrónico se realizó la comparación en cuanto a valores obtenidos antes y después de la virtualización del servidor, para poder realizar esto es necesario mencionar cómo se determinó el impacto que cada uno de los indicadores de desempeño tuvo sobre el sistema del servidor, a continuación se describirá cada uno de ellos:

- **Utilización del Procesador:** cuando el procesador o los procesadores del servidor trabajan por encima del 80 o 90 del porcentaje de utilización, las aplicaciones pueden responder de manera lenta o detenerse completamente. Cuando esto ocurre es necesario determinar que aplicación o proceso en el servidor está monopolizando el procesador.
- **Porcentaje de tiempo de procesador:** este indicador puede oscilar entre 70 a 85 por ciento, el punto clave es entender que el contador puede alcanzar valores altos y tener valores picos que indican un fuerte incremento cuando una aplicación es ejecutada.
- **Porcentaje de tiempo de disco:** este indicador depende de la cantidad de discos que conformen el servidor y de las solicitudes de lectura/escritura que maneje el sistema. Generalmente este indicador maneja valores cercanos a cien debido a que superpone las solicitudes y totaliza el tiempo de solicitud de cada una de ellas, esto pasa sobre todo en los sistemas multidisco.
- **Promedio de longitud de la cola de Disco:** como regla general, un promedio de longitud de la cola de disco mayor a 2 (por cada disco) por largos períodos de tiempo es considerado un valor indeseado. Depende de si el servidor posee controladora de discos y algún arreglo tipo RAID, ya que el total del promedio de longitud de la cola de Disco se multiplicara por el número de discos. Pueden haber valores picos causados por la paginación de algunas aplicaciones.
- **Cantidad de Espacio en Disco Utilizado:** Es el espacio utilizado por el sistema para almacenar los datos del sistema operativo así como también los datos asociados a la base de datos del servicio de correo electrónico. Permite realizar un estimado acerca del crecimiento del tamaño de los datos en el disco.
- **Memoria Física Disponible:** El sistema puede atender más rápidamente solicitudes de proceso si lo trabaja en la memoria física que en la memoria virtual del disco duro. Un valor del 20 o 25 por ciento de la memoria física instalada indica que la memoria disponible es insuficiente.

- **Páginas por Segundo:** entre menos paginación mejor el desempeño del servidor. Este indicador en conjunto con el de Memoria Física Disponible son útiles para identificar cuando el sistema tiene problemas de cuello de botella en la memoria. Debería mantenerse cerca de 20 pag./seg. Los picos pueden indicar trabajos de respaldos, transacciones con grandes archivos y reinicios.
- **Tráfico Entrante:** indica como es el comportamiento en la cantidad de paquetes que ingresan por la interfaz de red. Valor medido en bytes.
- **Tráfico Saliente:** indica como es el comportamiento en la cantidad de paquetes que ingresan por la interfaz de red. Valor medido en bytes.

A continuación se muestran los valores obtenidos en la medición de los contadores de desempeño, así como también, su análisis en cuanto al impacto sobre el desempeño del servidor, estos datos fueron recogidos de las gráficas de monitoreo del sistema Zabbix (Ver Anexo L).

Cuadro 14

Análisis de resultados de Servidor de Correos Virtualizado

Indicador Analizado	Contador de Desempeño	Valor Umbral	Valor Max.	Valor Min.	Valor Prom.	Análisis
Carga del Procesador	Utilización de Procesador	80% a 90%	74,4%	0%	0,51%	Con un valor promedio de 0,51% y a pesar de haber alcanzado máximos cercanos al valor umbral se puede deducir que la utilización del CPU se mantuvo después de la virtualización.
	Porcentaje de Tiempo de Procesador	70% a 85%	100%	0%	0,78%	Pese a haber alcanzado el valor máximo permitido para el porcentaje del tiempo de procesador, solamente alcanzo dicho valor en dos oportunidades manteniendo un valor promedio incluso más bajo que antes de la virtualización.
Uso del Disco Duro	Porcentaje de Tiempo de Disco	≈100%	100%	0%	2,16%	En comparación con los valores obtenidos en la fase de diagnóstico se puede visualizar que el porcentaje de tiempo de disco apenas sufrió modificaciones después de virtualizado.
	Promedio de solicitudes de Disco	2 + # de Discos	290,24	0	0,03	A pesar de haber alcanzado valores por encima del umbral, se puede observar que los valores obtenidos conservan su tendencia hacia valores promedio muy bajos al igual que ocurriera durante la fase de diagnóstico.
	Espacio en Disco Utilizado	99% (79,2 GB)	32,9% (26,32 GB)	32,58% (26,07 GB)	32,66% (26,13 GB)	El indicador de espacio de disco utilizado desde la medición realizada en el capítulo anterior hasta esta solo presento un incremento de 2,86% (2,29 GB) de la capacidad total del disco.
Carga de la Memoria	Memoria Física Disponible	0,75 GB	2,67 GB	901,95 GB	1,69 GB	El servidor durante el periodo de recolección de datos mantuvo un promedio de memoria disponible de 56,3% lo que indica que de la memoria asignada solo utilizó cerca del 43,7% de su capacidad. Es relevante indicar que la memoria de la VM se ajustó a un máx. de 3GB.
	Páginas por Segundo	20/seg.	8.370	0	1,39	El servidor alcanzo picos solamente en pocas ocasiones durante el periodo de medición, estos asociados a trabajos de respaldos.
Tráfico de Red	Tráfico Entrante	125.000 KB	2.119 KB	1,91 KB	13,94 KB	El tráfico entrante del servidor alcanzó picos de 1,69% de su capacidad lo que indica un bajo uso de la interfaz de red.
	Tráfico Saliente	125.000 KB	6.615 KB	0,35 KB	39,74 KB	El tráfico saliente ha alcanzado solamente picos del 5,3% de su capacidad lo que indica muy bajo uso de la interfaz de red.

Nota: Autor (2.012).

Al analizar las dos tablas de los resultados obtenidos durante el periodo de recolección de datos antes y después de la virtualización se puede visualizar que se manejan valores muy similares e inclusive menores para algunos contadores después de la virtualización, esto demuestra que el desempeño del servidor de correos electrónicos de la organización no sufrió variación alguna luego de su migración al clúster virtual. Uno de los aspectos que se considera como mejora de la nueva infraestructura es el hecho de que se pudo ajustar la asignación de recursos del servidor según sus verdaderas necesidades, esto permitió que los restantes recursos no asignados del servidor puedan ser utilizados por otras máquinas virtuales o para la escalabilidad del servidor de correos.

Evaluación de Desempeño del Clúster Virtual

Para poder evaluar la percepción de desempeño y operatividad del clúster virtual de alta disponibilidad y del proceso de implantación se aplicó un cuestionario al personal del Departamento de Tecnología de la organización que constituye la segunda población de estudio según se describió en el Marco Metodológico, el cuestionario constó de diez (10) ítems cerrados para medir actitudes y opiniones con el método de escalamiento tipo Likert (Ver Anexo “M”), según Hernandez y otros (1.996) “consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción del sujeto a los que se les administra, es decir, se presenta cada afirmación y se pide al sujeto que externe su reacción eligiendo uno de los cinco puntos de la escala. A cada punto se le asigna un valor numérico y al final se obtiene su puntuación total sumando las puntuaciones obtenidas en relación a todas las afirmaciones”.

En este sentido y con el fin de evaluar los ajustes requeridos para validar el contenido del instrumento utilizado, se sometió a la validez de criterios de juicio de experto a través del formato para la validación del instrumento (Anexo “N”). Debido a que la población de estudio representa un número muy pequeño de individuos, y tal como se especificó en el apartado Población y Muestra del Capítulo III Marco

Metodológico, si la población es de pequeña dimensión, deben ser seleccionados en su totalidad todos los individuos de la población, para así reducir el error en la muestra. Tomando esto en consideración, la confiabilidad del instrumento fue determinada tomando como muestra los cuatro (4) integrantes del Departamento de Tecnología. En el anexo “O” se puede visualizar los resultados de la confiabilidad del cuestionario calculado mediante la fórmula de Coeficiente de Alpha de Cronbach la cual dio como resultado 91,3%, lo que se traduce en que el instrumento es de “Fuerte confiabilidad” según se establece en el cuadro 4 de la presente investigación (ver pág. 50).

Resultados del Cuestionario

A continuación se muestran los resultados de la aplicación del cuestionario realizado a los miembros del Departamento de Tecnología de la empresa Hierro Barquisimeto, ya que los mismos conforman la población 2 y son objetos de estudio, seguidamente se establecen los acrónimos de las categorías de respuestas que se podían seleccionar en el cuestionario implementado:

- TD: Totalmente en Desacuerdo.
- ED: En Desacuerdo.
- IND: Indeciso.
- DA: De Acuerdo.
- TA: Totalmente de Acuerdo.

Tal como lo establece el escalamiento de líkert el valor mínimo de uno (1) es asignado a TD (Totalmente en Desacuerdo) y el máximo valor de cinco (5) a TA (Totalmente de Acuerdo). El Anexo “P” detalla el resumen de casos y la tabla de frecuencia para cada una de las preguntas del cuestionario se presenta en el Anexo “Q”. A continuación se realiza el respectivo cuadro de frecuencia, gráfico representativo y el detalle de lo observado estadísticamente tabulado.

Cuadro 15

Percepción del Impacto del Clúster Virtual en la prestación del servicio de correo electrónico de la organización.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
1. ¿Considera usted que la implantación del clúster virtual afectó en buena manera la prestación del servicio de correo electrónico de la organización?	0	0	0	0	0	0	3	75	1	25

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 1

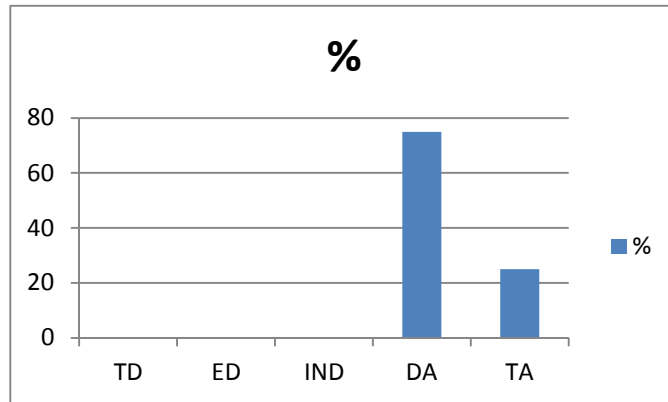


Gráfico 12. Percepción del Impacto del Clúster Virtual en la prestación del servicio de correo electrónico de la organización.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se visualiza en el gráfico 12 una tendencia del setenta y cinco por ciento (75%) la cual expresa percibir un efecto positivo en la prestación del servicio de correo electrónico de la organización luego de implantado el clúster virtual de alta disponibilidad.

Cuadro 16

Satisfacción de las necesidades de la disponibilidad del servicio de correo electrónico de la organización.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
2. ¿Considera que las medidas tomadas en consideración en el diseño de la infraestructura virtualizada satisfacen las necesidades de disponibilidad del servicio de correo electrónico requeridas por la empresa?	0	0	0	0	1	25	2	50	1	25

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 2

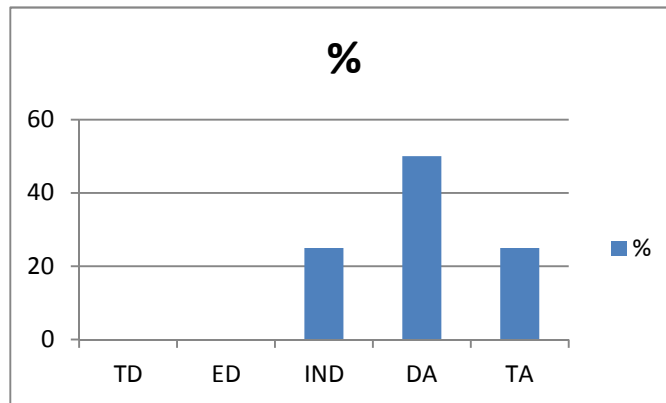


Gráfico 13. Satisfacción de las necesidades de la disponibilidad del servicio de correo electrónico de la organización.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

En el gráfico anterior se observa una opinión más generalizada sobre la satisfacción de las necesidades de disponibilidad del servicio de correo electrónico de la organización, sin embargo, se destaca una tendencia hacia el acuerdo del cumplimiento de las necesidades establecidas.

Cuadro 17

Claridad del propósito de los elementos que conforman el diseño implantado.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
3. ¿Tiene claro el propósito de cada uno de los elementos que brindan la alta disponibilidad del clúster?	0	0	0	0	1	25	2	50	1	25

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 3

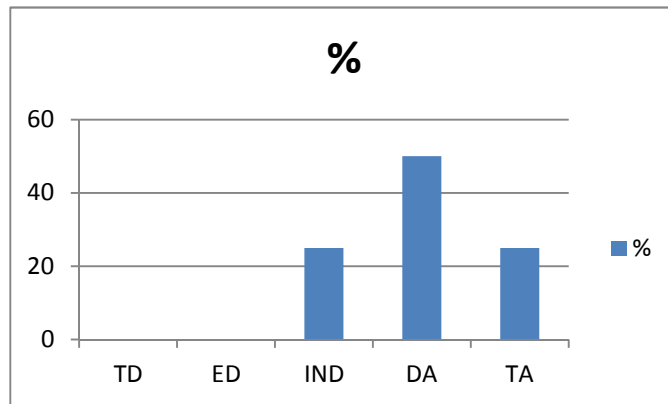


Grafico 14. Claridad del propósito de los elementos que conforman el diseño implantado.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

El gráfico 14, muestra una tendencia donde el cincuenta por ciento (50%) de los encuestados manifiestan tener claridad acerca del propósito de los elementos que integran el diseño implantado en la organización. Este ítem es relevante debido a que muestra que la mayoría de la población examinada muestra un entendimiento del diseño del clúster virtual.

Cuadro 18

Percepción de calidad de la formación y sensibilización en cuanto a la ejecución de las tareas de administración del clúster.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
4. ¿Piensa usted que la formación y sensibilización impartidas por el autor del presente estudio resultaron de utilidad en la ejecución de las tareas de administración del clúster?	0	0	0	0	1	25	2	50	1	25

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 4

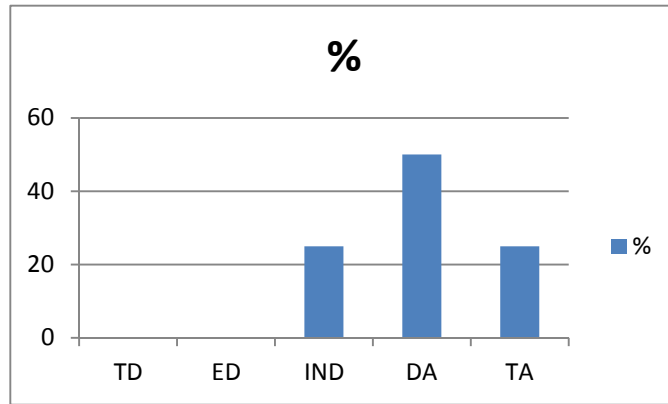


Gráfico 15. Percepción de calidad de la formación y sensibilización en cuanto a la ejecución de las tareas de administración del clúster.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se observa en el gráfico 15 un acuerdo en cuanto a la calidad de la formación y sensibilización en cuanto a la ejecución de las tareas de administración del clúster virtual implantado. Este ítem permite determinar que la mayoría de los integrantes del Departamento de Tecnología aprovecharon los conocimientos adquiridos durante el adiestramiento.

Cuadro 19

Percepción de la reducción de tiempos de inactividad.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
5. ¿Considera que el diseño de clúster virtual implantado reduce los tiempos de inactividad del servidor?	0	0	0	0	1	25	1	25	2	50

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 5

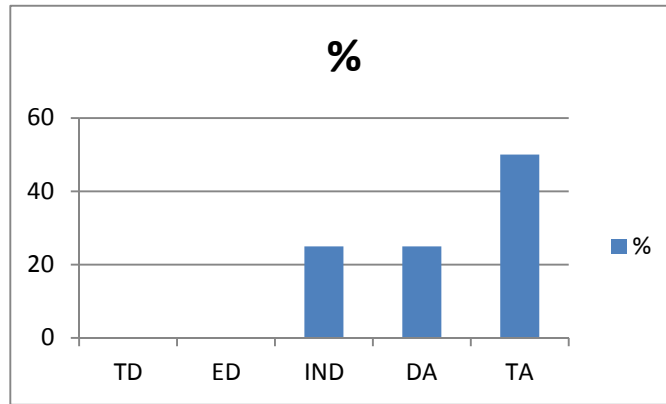


Gráfico 16. Percepción de la reducción de tiempos de inactividad.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se observa en el gráfico 16 una clara tendencia en cuanto al beneficio que conlleva la reducción de los tiempos de inactividad con la implantación del clúster virtual. Esto significa que para el Departamento de Tecnología de la organización los trabajos de mantenimiento y paradas de servicio no programadas se han reducido desde la implantación del clúster.

Cuadro 20

Claridad del funcionamiento del clúster virtual.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
6. ¿Tiene claro el funcionamiento del clúster virtual?	0	0	1	25	0	0	2	50	1	25

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 6

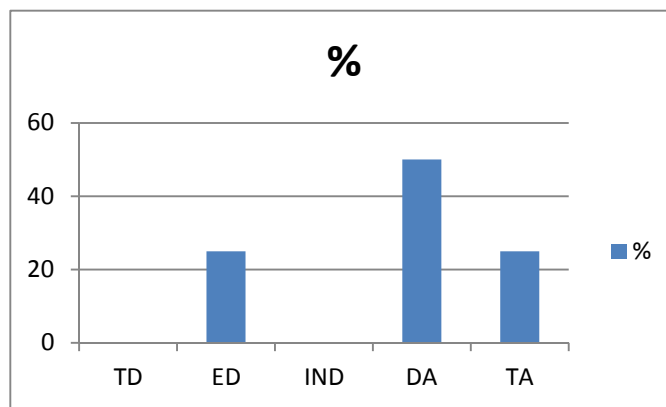


Gráfico 17. Claridad del funcionamiento del clúster virtual.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

A pesar de haber algo de desacuerdo en el entendimiento del funcionamiento del clúster virtual, el gráfico 17 muestra que existe una tendencia acerca de la comprensión acerca de la operatividad del clúster virtual.

Cuadro 21

Capacidad de administración del clúster virtual.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
7. ¿Se considera usted en capacidad de administrar el clúster Virtual?	0	0	0	0	1	25	1	25	2	50

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 7

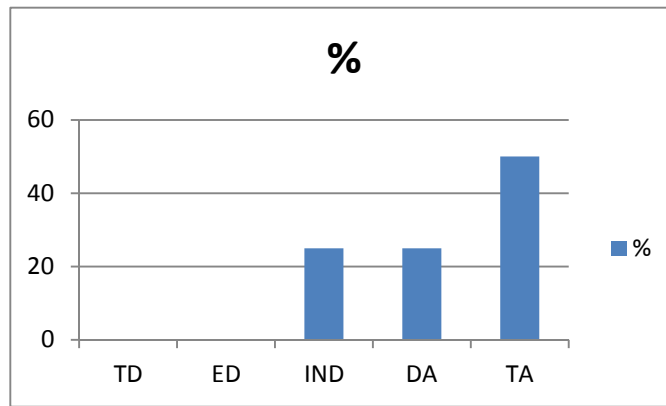


Gráfico 18. Capacidad de administración del clúster virtual.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

En el gráfico 18 se muestran los resultados obtenidos para la pregunta siete (7) del cuestionario implementado, estos resultados arrojaron que el cincuenta por ciento (50%) de los integrantes del departamento consideran de una manera certera que poseen los conocimientos necesarios para administrar óptimamente el clúster virtual.

Cuadro 22

Claridad de la configuración de los elementos del diseño del clúster virtual.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
8. ¿Tiene claro el funcionamiento del clúster virtual?	0	0	1	25	0	0	1	25	2	50

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 8

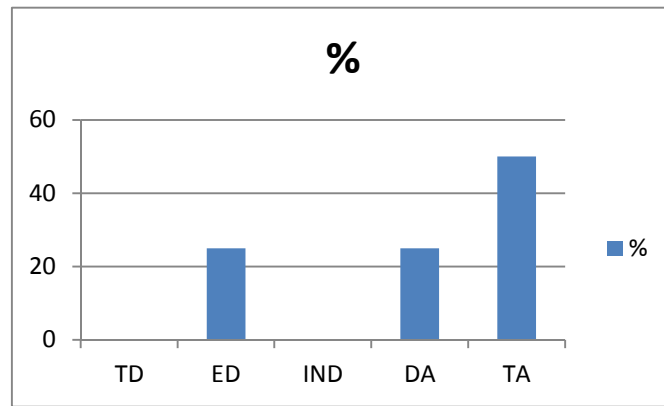


Gráfico 19. Claridad de la configuración de los elementos del diseño del clúster virtual.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

El gráfico 19 muestra las respuestas suministradas por los integrantes del Departamento de Tecnología de la organización y en el mismo se señala un nivel aceptable de entendimiento en cuanto a la configuración establecida en los diferentes elementos que integran el diseño implantado.

Cuadro 23

Ajuste de los recursos de la máquina virtual que funciona como servidor de correos electrónicos.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
9. ¿Cree usted correcta la medida de ajustar los recursos de la máquina virtual que funciona como servidor de correos según los valores que está realmente utiliza a fin de optimizar los recursos de hardware del servidor físico?	0	0	0	0	0	0	2	50	2	50

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 9

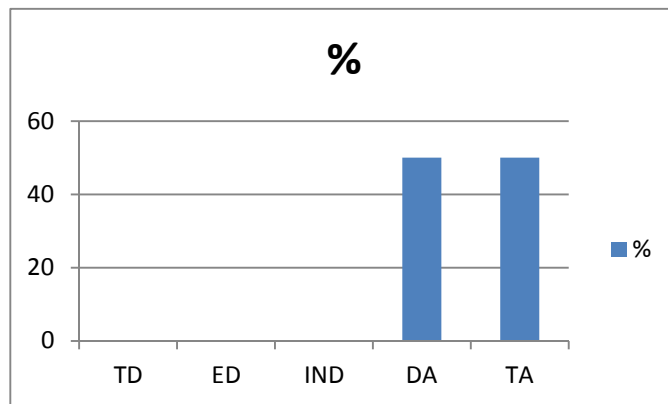


Gráfico 20. Ajuste de los recursos de la máquina virtual que funciona como servidor de correos electrónicos.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

En el gráfico 20 muestra una tendencia clara de que el personal de tecnología de la empresa considera como una buena medida el ajuste de los recursos de la máquina virtual que actúa como servidor de correos electrónicos en la organización con el fin de optimizar el uso de los recursos de hardware del servidor físico.

Cuadro 24

Satisfacción con la implantación del clúster virtual.

Ítems	Categoría de Respuestas									
	TD	%	ED	%	IND	%	DA	%	TA	%
10. ¿Cómo integrante del Departamento de Tecnología se considera usted satisfecho con la implantación del clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la organización?	0	0	0	0	0	0	2	50	2	50

Nota: Autor (2.012)

Pregunta 10

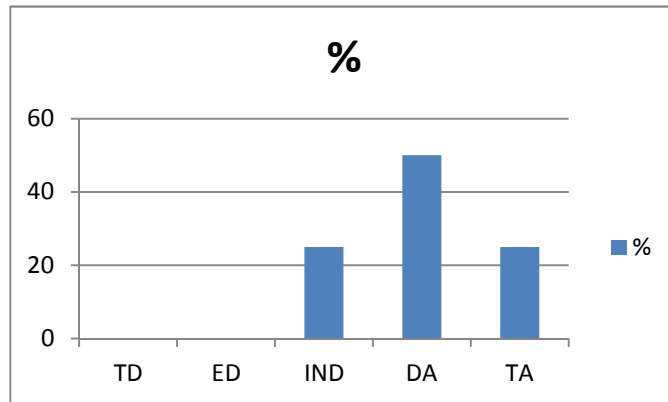


Gráfico 21. Satisfacción con la implantación del clúster virtual.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

En el gráfico 21, a pesar de haber un pequeño grupo de individuos que consideran tener indecisión en cuanto a la satisfacción de la implantación del clúster virtual, más del setenta y cinco por ciento (75%) consideran que el clúster virtual cubre sus expectativas de funcionalidad.

De los resultados obtenidos a través del cuestionario aplicado se puede observar que:

- En los integrantes del Departamento de Tecnología existe una opinión generalizada acerca del efecto positivo del clúster virtual en la prestación del servicio de correo electrónico de la organización.
- La organización representada por el personal de tecnología se siente satisfecha en cuanto al cumplimiento de las necesidades de alta disponibilidad del servicio de correo electrónico.
- Existe claridad en cuanto al propósito y funcionalidad de cada uno de los elementos que integran el clúster virtual de alta disponibilidad.
- De los individuos que conforman la población, dos poseen una percepción de haber recibido una buena formación y sensibilización en cuanto a la ejecución de las tareas de administración del clúster.
- El personal del Departamento de Tecnología considera que existe una reducción en cuanto a la cantidad de tiempo de inactividad que presenta el servicio de correo electrónico después de la implantación del clúster virtual.
- Se considera que para los participantes de la formación impartida durante la etapa de implantación del clúster virtual existe claridad en cuanto al funcionamiento del clúster.
- El personal del Departamento de Tecnología se considera apto para realizar una administración del clúster de manera óptima, con la finalidad de mantener el nivel de disponibilidad establecido durante la ejecución de este trabajo de grado.
- Se considera que la formación suministrada al personal del Departamento de Tecnología sirvió para que sus integrantes comprendieran el funcionamiento del clúster virtual de alta disponibilidad.
- Se consideró como una buena práctica la adecuación, según los valores recogidos durante la fase de diagnóstico, de los recursos asignados a la máquina virtual.

- Los integrantes del Departamento de Tecnología se consideran satisfechos con la implantación del clúster virtual.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En lo referente a la concordancia entre los objetivos principal y específicos bajo los cuales se rigió el presente trabajo de investigación se puede concluir que se logró dar solución a la problemática planteada en el Capítulo I y se consiguió inclusive implantar una infraestructura tecnológica que permitiera a la empresa alcanzar nuevos niveles de prestación de servicio, robustez, escalabilidad y disponibilidad acorde a las necesidades de sus usuarios y exigencias de sus clientes.

En atención a la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos aplicados en la empresa, así como la metodología empleada para la evaluación de la situación en la cual se encontraba el servicio de mensajería electrónica, se puede realizar las siguientes conclusiones:

- Los resultados obtenidos durante la fase de diagnóstico a través de la observación directa demostraron que el servicio electrónico era eficiente en cuanto al desempeño y uso de los recursos del servidor, sin embargo, carecía de la disponibilidad suficiente como para brindar los beneficios asociados a este tipo de servicio, lo que afectaba las comunicaciones de la empresa.
- Se logró brindar respuesta a las interrogantes establecidas en el apartado de Planteamiento del Problema del Capítulo I, al poder diseñar, implantar y evaluar una solución de clúster virtual que consiguió mejorar la calidad del servicio de correo electrónico.

- La implantación del clúster virtual se ejecutó de una manera sistemática y organizada cumpliendo con los objetivos establecidos durante la etapa de diseño.

Con respecto al cumplimiento de los objetivos específicos delimitados en el capítulo uno de la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

- Se pudo realizar un levantamiento de los contadores de desempeño que permitieron realizar un análisis exhaustivo acerca de cómo es el comportamiento de las variables de desempeño y disponibilidad en cuanto al servicio de correo electrónico que presta la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara, determinando que el desempeño del servidor fue óptimo ya que se encontraba sobredimensionado en cuanto a los recursos que tenía asignados, así mismo, se realizó el estudio de la disponibilidad del sistema consiguiendo demostrar que la disponibilidad del sistema para el tiempo de medición demostró que no se cumplía con los niveles de disponibilidad requeridos por la organización.
- En cuanto a la factibilidad del sistema se pudo determinar que para las factibilidades: técnica, operativa, económica y legal se logró demostrar que el diseño propuesto para la solución de la problemática planteada cumplía con los requisitos necesarios de viabilidad requeridos por la empresa.
- Una vez realizado el estudio de factibilidad y establecidas las necesidades de disponibilidad del servicio, se procedió a realizar el diseño de la solución propuesta teniendo en cuenta lo siguiente: el desempeño del clúster virtual debía ser igual o mejor del que prestaba el servicio antes de la implantación, cumplir con un nivel 4 de disponibilidad asegurando una protección de los datos y un tiempo mínimo de inactividad del servidor.
- La fase de implantación permitió realizar la instalación y configuración de los distintos elementos que formaban parte de la solución propuesta, durante esta fase se realizaron las fases: implantación, entonación y documentación del clúster virtual, así como también, la formación y sensibilización del personal del departamento de TI los cuales estarán encargados de realizar la gestión y

mantenimiento del clúster a fin de poder mantener la disponibilidad del sistema.

- En cuanto a precisar el impacto de la solución implantada se pudo percatar que mediante técnicas de recolección de datos se logró determinar que la solución de clúster virtual de alta disponibilidad pudo mantener el desempeño del servicio de correo electrónico aprovechando de mejor manera los recursos asignados al servidor. También se logró determinar que para el departamento de tecnología de la organización el impacto en cuanto a la efectividad de la solución implantada, el entendimiento del diseño y de las actividades de administración del clúster resultaron positivos tanto para el beneficio del servicio de correo electrónico como para la correcta ejecución de las actividades diarias en cuanto a la administración del clúster virtual.

Recomendaciones

Las recomendaciones se elaboraron sobre la base de los elementos y acciones que se evidenciaron a través del desarrollo de la investigación, las cuales se detallan a continuación:

- Se recomienda al personal del Departamento de Tecnología realizar una administración acorde con las necesidades de mantenimiento de la infraestructura virtualizada.
- Considerar las medidas necesarias para asegurar la disponibilidad de los datos a fin de evitar la pérdida de datos y de esta manera tener tiempos de disponibilidad enmarcados en los niveles de disponibilidad descritos en el presente trabajo de grado.
- Se recomienda a la organización considerar aprovechar la escalabilidad, robustez y capacidad de la infraestructura tecnológica implantada para aumentar la disponibilidad de los otros servicios críticos en los que se apoyan los procesos productivos de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Ary, W. (1.996). *Metodología de la Investigación*. ED: Ediciones Roalg. Madrid – España.
- Báez, J.(2.006). *Mecanismos de gestión de desempeño que garanticen la continuidad operativa de los servidores de red*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Telemática, Universidad Dr. Rafael Bellosó Chacín, Maracaibo – Venezuela.
- Barrios, M. (2.004). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales*. ED: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas – Venezuela.
- Bhashyam, K. (2.009). *Performance of Diverse Operating Systems and Applications in VMware's Virtual Environment*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Computación, UNITEC Institute of Technology, Auckland – Nueva Zelanda.
- Braastad, E. (2.006). *Management of high availability services using virtualization*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Administración de Redes y Sistemas, Universidad de Oslo, Oslo – Noruega.
- Boitnott, B. (2.009). *Maintaining High Availability in Distributed Mobile Systems*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Ciencias de la Computación, Escuela Naval de Postgrado, Monterrey – California.
- Cisco (2.006). *Performance Management: Best Practice White Paper*. [On-line] Disponible en: <http://www.cisco.com/application/pdf/paws/15115/perfmgmt.pdf>[consultado abril 2.010].

- Choinski, V. y Whitehouse. L. (2.011). ESG Lab Review Veeam Backup & Replication.[On-line] Disponible en: <http://go.veeam.com/wp-esg-lab-2011-review-veeam-backup-replication.html>[consultado abril 2.010].
- Desai, A. (2.007). *The Definitive Guide To: Virtual Platform Management*. ED: RealtimePublishers. [On-Line].Disponible en: www.realtimepublishers.com[consultado febrero 2.011].
- Equipo de documentación de Exchange Server. (2.006). *Guía de alta disponibilidad de Microsoft Exchange Server 2003*. [On-Line]. Disponible en: <http://www.microsoft.com/downloads/es-es/details.aspx?familyid=fe6a573c-11ff-4cb6-be2e-9b6f2164c54a&displaylang=es>[consultado febrero 2.011].
- Equipo de documentación de VMware. (2.009). *Performance Best Practices for VMware vSphere® 4.0*. [On-Line]. Disponible en: http://www.vmware.com/pdf/Perf_Best_Practices_vSphere4.0.pdf[consultado febrero 2.011].
- Golden, B. y Scheffy, C. (2.008). *Virtualization for Dummies*. ED: Wiley Publishing, Inc. Hoboken – Estados Unidos.
- Jayaswal, K. (2.006). *Administering Data Centers: Servers, Storage, and Voice over IP*. ED: Wiley Publishing, Inc. Indianapolis – Estados Unidos.
- Jorquera, D. (2.008). *Administración de los Servicios de Internet de la Teoría a la Práctica*. ED: Publicaciones Universidad de Alicante. Alicante – España.
- Kant, C. (2.005). *Introduction to Clusters*. [On-Line] Disponible en: <http://www.linuxclusters.com/books/clusters/chapter1/index.html>[consultado febrero 2.011].

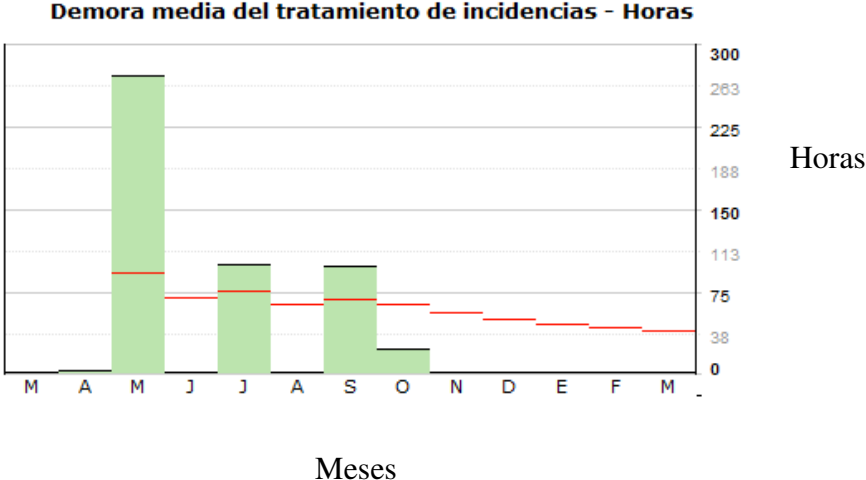
- León, C. (2.009). *Técnicas de Virtualización para Alta Disponibilidad Aplicada a Servidores de Bases de Datos Empresariales*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Maestría en Tecnología de Cómputo, Instituto Politécnico Nacional, México D.F. – México.
- Martín, A. (1.986). *El Análisis de la Realidad Social Métodos y Técnicas de Investigación*. ED: Alianza Editorial. Madrid – España.
- Microsoft Developers Network (MSDN) (2.011). *Performance Counters*. [On-line] Disponible en: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa373083\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa373083(v=vs.85).aspx)[consultado febrero 2.011].
- Ruest, D. y Ruest, N. (2.010). *Hypervisors: Which is right for you?..* [On-line] Disponible en: <http://searchservervirtualization.techtarget.com/tip/Hypervisors-Which-is-right-for-you>[consultado febrero 2.011].
- Scout, G. (1.988). *Principios de Sistemas de Información*. ED: McGraw-Hill. Naucalpan de Juárez – México.
- Senn, J. (1.987). *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*. ED: McGraw-Hill. México DF-México.
- Shields, G. (2.008). *The Shortcut Guide To: Selecting the Right Virtualization Solution*. ED: RealtimePublishers. [On-Line] Disponible en: <http://nexus.realtimepublishers.com/sgrvs.php>[consultado febrero 2.011].
- Siever, E. (2.011). *Definition: Best Practices*. [On-line]. Disponible en: <http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/best-practice>[consultado febrero 2.011].

- Siever, E. (2.011). *Choosing a virtualization hypervisor: Eight factors to consider*. [On-line]. Disponible en: <http://searchservvirtualization.techtarget.com/tip/Choosing-a-virtualization-hypervisor-Eight-factors-to-consider>[consultado febrero 2.011].
- Siever, E. (2.011). *Top 10 hypervisors: Choosing the best hypervisor technology*. [On-line]. Disponible en: <http://searchservvirtualization.techtarget.com/tip/Top-10-hypervisors-Choosing-the-best-hypervisor-technology>[consultado febrero 2.011].
- Silva, J. (2.009). *Metodología de la Investigación Elementos Básicos*. ED: Ediciones CO-BO. Caracas – Venezuela.
- Stinson, C. (2.008). *High Avg. Disk Queue Length and finding the Cause*. [On-line]. Disponible en: <http://www.iishacks.com/2008/09/12/high-avg-disk-queue-length-and-finding-the-cause/>[consultado febrero 2.011].
- Tanenbaum, A. (2.003). *Redes de Computadoras*. ED: Prentice Hall, 4ta. Edición. Naulcapan de Juárez – México.
- Toyo, J. (2.004). *Factores que afectan el desempeño de la red*. [On-line] Disponible en: <http://fuente.8m.com/servidores.htm>[consultado abril 2.010].
- Tulloch, M. (2.005). *Key Performance Monitor Counters*. [On-line] Disponible en: http://www.windowsnetworking.com/articles_tutorials/key-performance-monitor-counters.html[consultado febrero 2.011].
- Zabbix Manual (2.009). *Zabbix 1.8 Manual*. [On-line] Disponible en: <http://www.zabbix.com/documentation/1.8/manual/config/items>[consultado febrero 2.011].

Zorrilla, S. y Torres, M. (1.992). *Guía para elaborar la tesis*. ED: McGraw-Hill.
México DF – México.

Anexos

Anexo “A”. Estadísticas de la demora media en el tratamiento de incidencias por motivos de: aprovisionamiento, mantenimiento y gestión de fallas de servidores.



Leyenda:

- Número de Incidencias Registradas
- Tiempo Promedio de Solución

Anexo “B”. Aspectos Administrativos.

A continuación se detallan una serie de rubros que fueron necesarios cubrir para la realización del presente trabajo de investigación. Los mismos están agrupados en: equipos, servicios, personal, material y software; y abarcan materiales diversos utilizados durante los capítulos que conforman la investigación.

Rubro	Presupuesto (BsF.)
Equipos	
• Material de oficina (papel, lápices, tinta, cd, cartuchos, empastado, recarga de toner y cartuchos etc.)	1.000
• Computador	6.900
• Impresora	750
Servicios	
• Proveedor de Internet	2.489
Personal	
• Traslado y estadía a diferentes fuentes bibliográficas	1.586
• Investigación	6.000
Material	
• Libros y Revistas	600
Software	
• Office Hogar y Estudiantes Español 2010	1.500
• Office Project Español 2010	6.000
Total General	26.825

Anexo “C”. Cronograma de Actividades

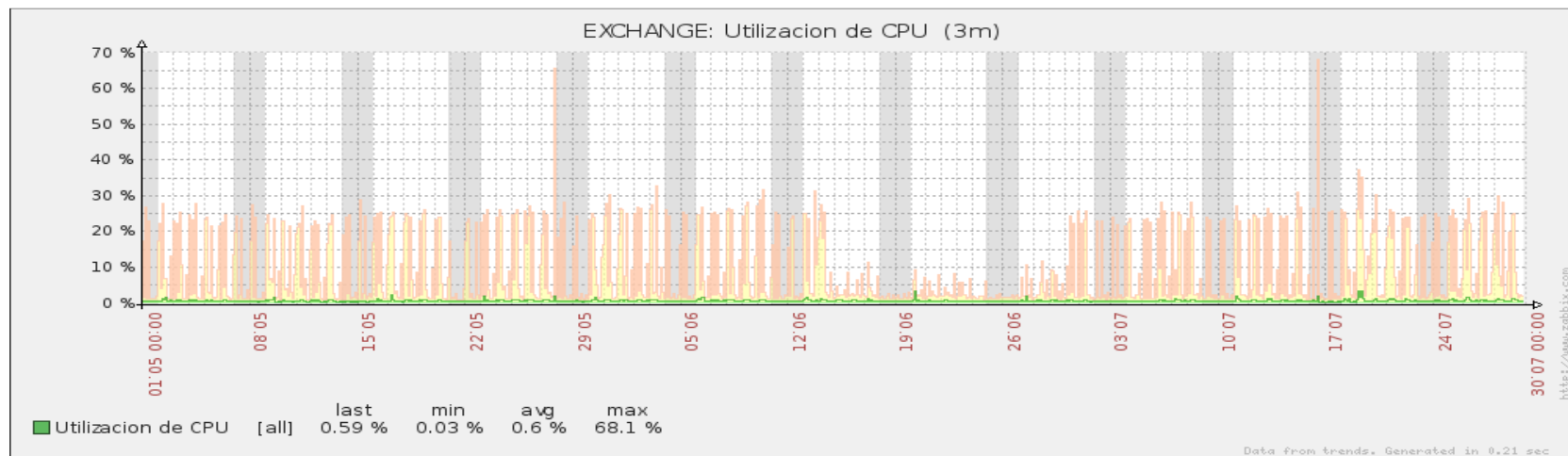
Anexo “D”. Indicadores Analizados de la Población 1

Unidad de Análisis: Servidor

Descripción: Exchange

Indicador Analizado: Carga del Procesador

Contador de Desempeño: Utilización del CPU



Leyenda:

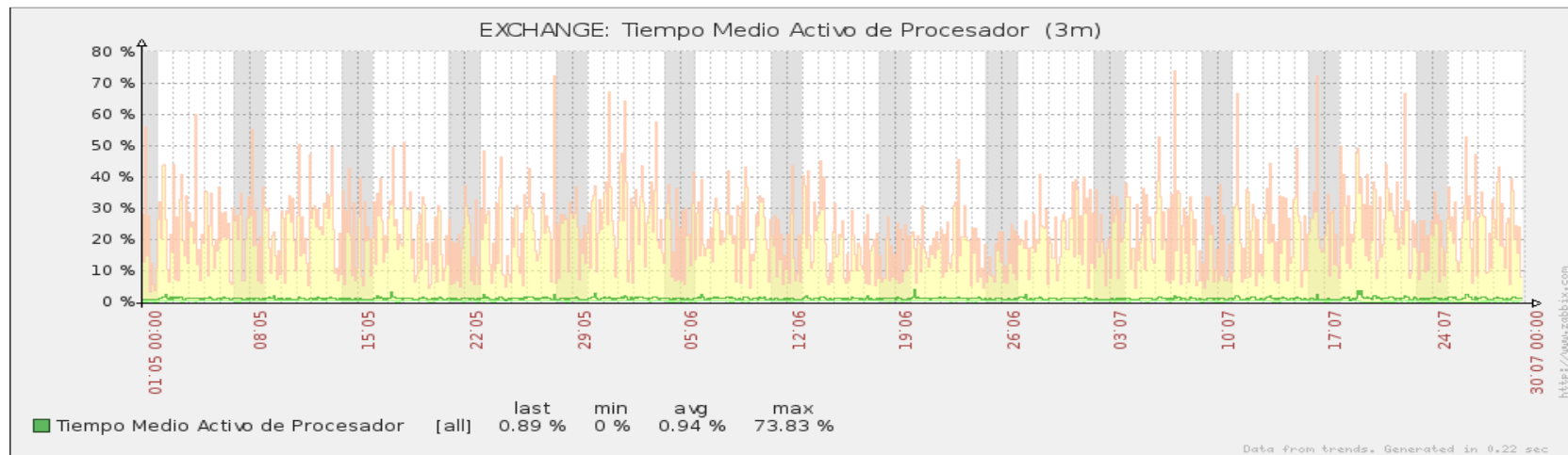
- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor

Descripción: Exchange

Indicador Analizado: Carga del Procesador

Contador de Desempeño: Porcentaje de Tiempo de Procesador



Leyenda:

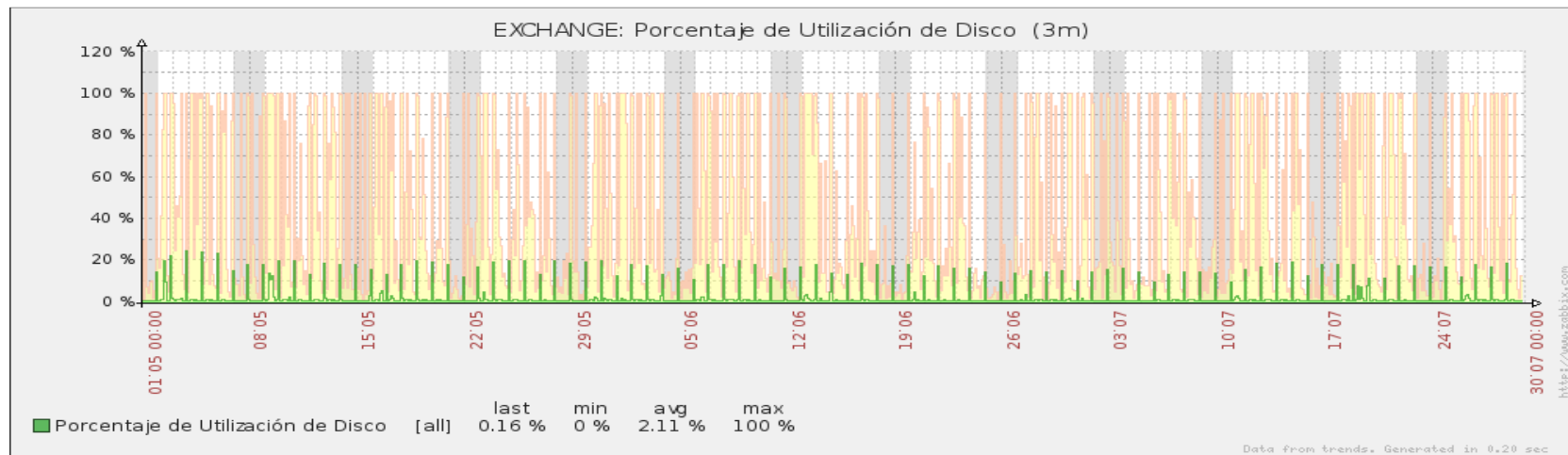
- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor

Descripción: Exchange

Indicador Analizado: Uso del Disco Duro

Contador de Desempeño: Porcentaje de Tiempo de Disco



Leyenda:

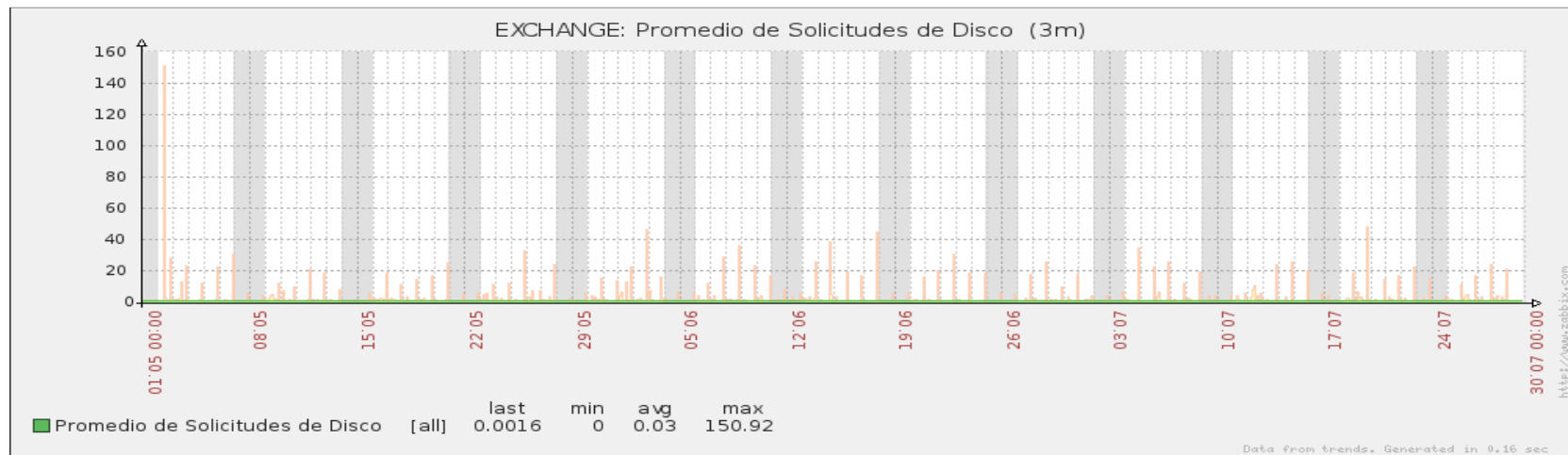
- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor

Descripción: Exchange

Indicador Analizado: Uso del Disco Duro

Contador de Desempeño: Promedio de longitud de la cola de Disco



Leyenda:

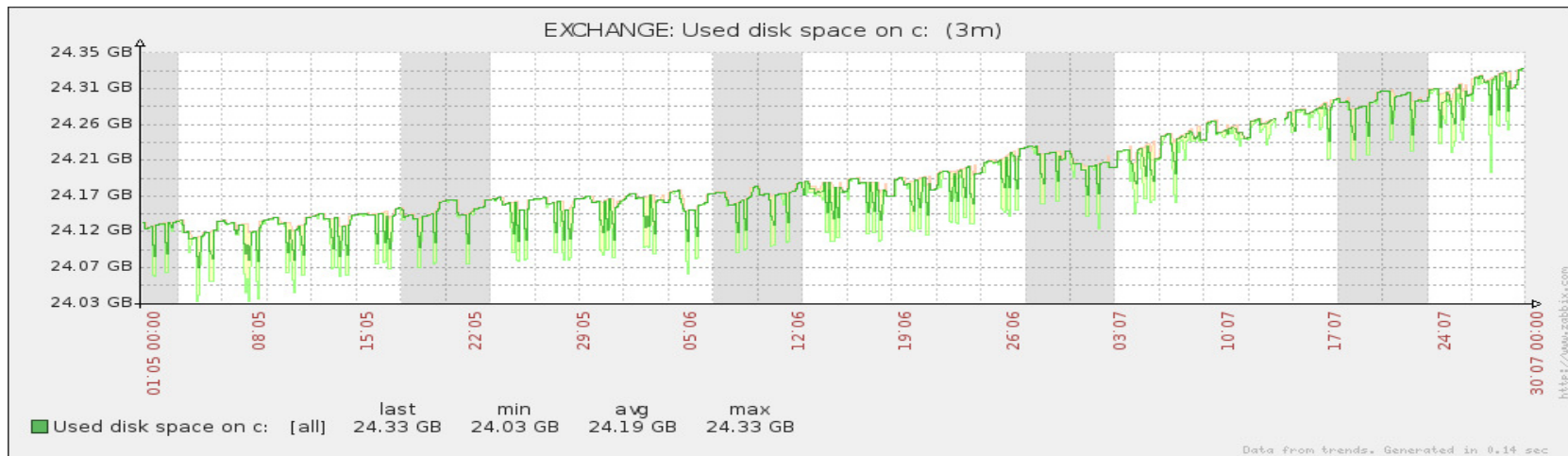
- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor

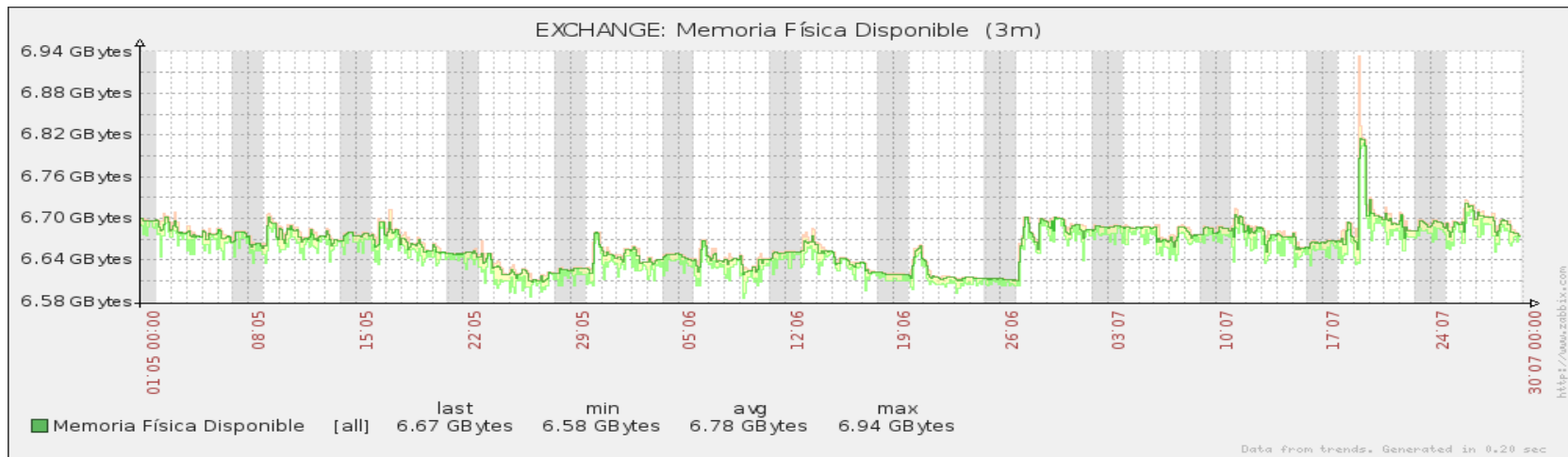
Descripción: Exchange

Indicador Analizado: Uso del Disco Duro

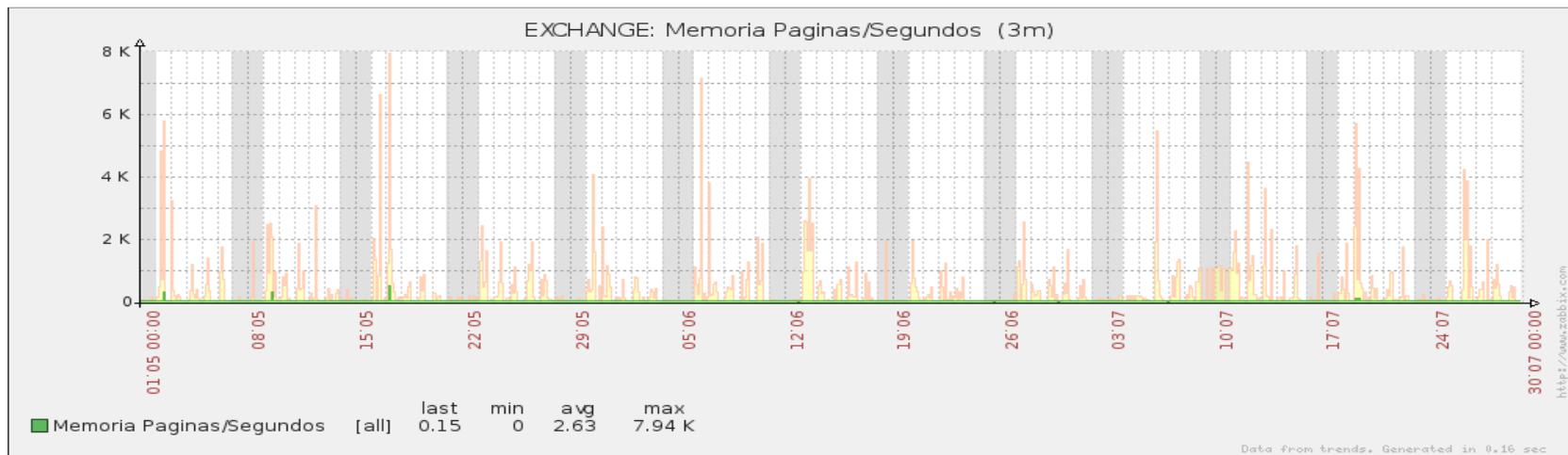
Contador de Desempeño: Espacio en Disco Utilizado



Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Carga de la Memoria
Contador de Desempeño: Memoria Física Disponible



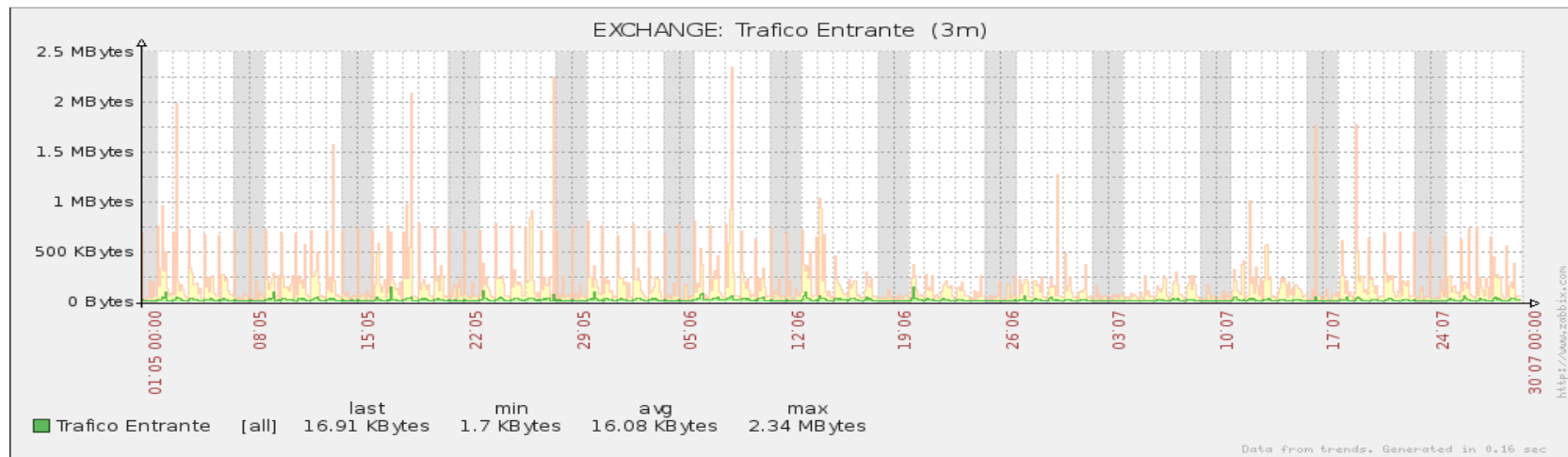
Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Carga de la Memoria
Contador de Desempeño: Paginas por segundo



Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

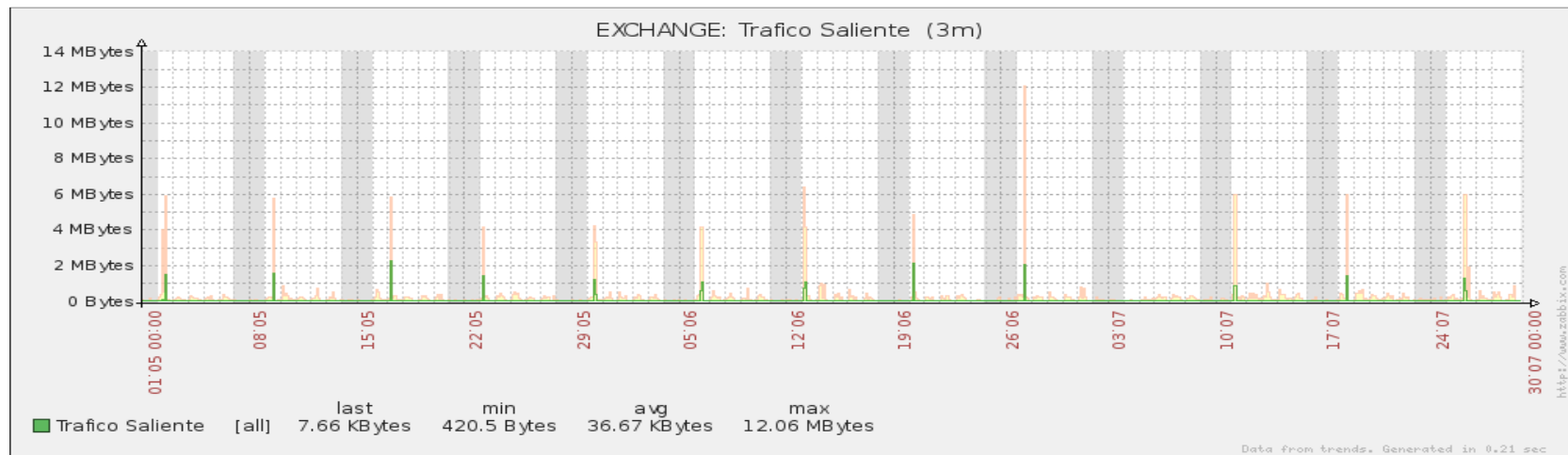
Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Tráfico de Red
Contador de Desempeño: Tráfico Entrante



Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Tráfico de Red
Contador de Desempeño: Tráfico Saliente



Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Anexo “E”. Especificaciones Técnicas Servidores Cisco UCS C210 M1

Especificaciones Técnicas	
Procesador	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Intel Xeon X5550
Memoria	<ul style="list-style-type: none"> • 12 Memorias DDR3 de 4 GB para un total de 48 GB • ECC Avanzado
Ranuras PCIe	<ul style="list-style-type: none"> • 2 PCIe
Tarjeta Mezzanina	<ul style="list-style-type: none"> • Tarjeta controladora basada en mezzanina LSI 1064 (RAID 0, 1 o 1E, 4 puertos)
Bahías de Disco	<ul style="list-style-type: none"> • 4 bahías frontales, intercambiables en caliente, de 3,5 pulgadas SAS o SATA
Discos	<ul style="list-style-type: none"> • 2 de 250 GB de 7200 RPM
Unidad Óptica	<ul style="list-style-type: none"> • 24x CD-R/RW DVD±R/RW read/write
Gráficos Integrados	<ul style="list-style-type: none"> • Matrox G200
Controladora de Administración Integrada	<ul style="list-style-type: none"> • Controladora de Administración Integrada ServerEngines Pilot-2 • KVM • Herramienta de Administración por CLI o interfaz Web
Conectores del Panel Frontal	<ul style="list-style-type: none"> • 1 interfaz de video de fácil acceso, 2 puertos USB, y 1 serial
Dimensiones Físicas	<ul style="list-style-type: none"> • 1 UR (4.32 x 42.93 x 70.61 cm)
Temperatura Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • 10 a 35°C
Temperatura No Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • -40 a 65°C
Humedad Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • 5 a 93% no condensada
Humedad No Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • 5 a 93% no condensada
Altitud Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • 0 a 3.000 metros.
Altitud No Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • 12.000 metros

Anexo “F”. Especificaciones SAN iStor iS512

Especificaciones Técnicas	
Controladora	<ul style="list-style-type: none"> • Doble controladora con memoria cache de 2 GB
Discos	<ul style="list-style-type: none"> • 12 Discos SAS de alto desempeño de 15k RPM
Expansión	<ul style="list-style-type: none"> • JBOD de hasta 84 discos con unidades de expansión adicionales (12 por unidad)
Desempeño (por controladora)	<ul style="list-style-type: none"> • 80.000 IOPS 890 MB/seg
Interfaces de Red	<ul style="list-style-type: none"> • 8 de 1 GbE por controladora
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Autenticación CHAP y control de acceso por iniciador (ACL)
RAID	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 1, 1 + 0 y JBOD
Almacenamiento Virtual	<ul style="list-style-type: none"> • Piscinas centrales de Almacenamiento • Expansión de volúmenes en línea. • Migración de nivel de RAID en caliente.
VLAN Soportadas	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 8 VLANs
Alta Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Controladoras Redundantes intercambiables en caliente. • Fuentes de poder y ventiladores intercambiables en caliente.
iSCSI soportados	<ul style="list-style-type: none"> • Compatible con todos los estándares compilados de iniciadores iSCSI
Sistemas Operativos Soportados	<ul style="list-style-type: none"> • Windows 2000/2003/2008; Red Hat & SuSE Linux; Mac OS, VMware ESX Server, IBM AIX-5, Solaris 10.
Temperatura Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • 5 a 40 °C
Temperatura No Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • -40 a 70 °C
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • 2 UR, 8,9 x 44,7 x 49,5 cm y 27 Kg.

Anexo “G”. Especificaciones Switch Extreme Networks BlackDiamond 8806

Especificaciones Técnicas	
Capacidad de Conmutación	<ul style="list-style-type: none"> • 1.952 Gbps de capacidad de conmutación
Capacidad de Puertos	<ul style="list-style-type: none"> • 96 Puertos 10/100/1000 BASE-T
Módulos de Administración	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Módulo 8900-MSM128
Módulos de Entrada y Salida (I/O)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Módulos G48Tc de 48 puertos 10/100/1000 BASE-T
Estándares Manejados	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3, 802.3u y 802.3ab
Puertos de Expansión	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Puerto para controladora de administración • 2 Módulos de Entrada y Salida (I/O)
Fuentes de Poder	<ul style="list-style-type: none"> • 3 Fuentes de Poder de 45 W (Expandible a 6)
Especificaciones Físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: 44,45 cm x 44,5 cm x 46,3 cm. • Peso: 49 kg. • 1418 BTU de disipación de calor.

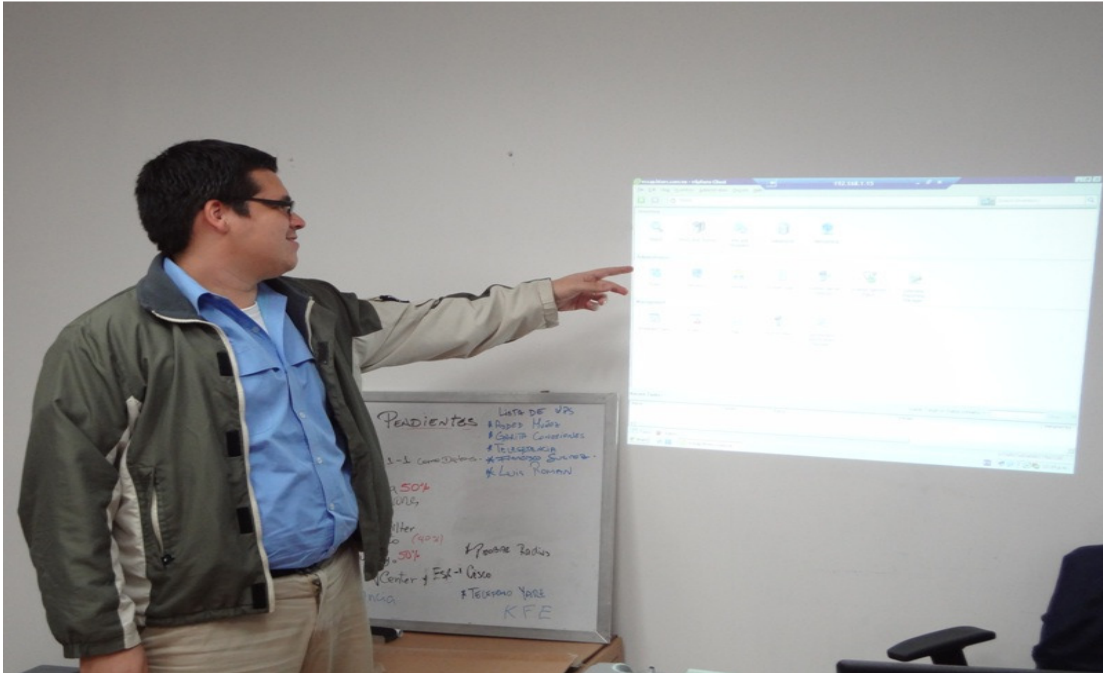
Anexo “H”. Especificaciones Bakbone NEO 200

Especificaciones Técnicas	
Número de Cartuchos	<ul style="list-style-type: none">• 24 Cartuchos para cintas LTO
Número de Recamaras	<ul style="list-style-type: none">• 2 recamara
Número de Cartuchos por Recamara	<ul style="list-style-type: none">• 12 Cartuchos
Unidades de Cartuchos	<ul style="list-style-type: none">• 2 Unidades
Tipos de Cartuchos	<ul style="list-style-type: none">• LTO4 y LTO5
Capacidad	<ul style="list-style-type: none">• 19,2 TB descomprimido y 38,4 comprimido para LTO4.• 36 TB descomprimido y 72 TB comprimido para LTO5.
Especificaciones Físicas	<ul style="list-style-type: none">• Dimensiones: 8,82 cm x 48 cm x 87 cm.• Peso: 15,87 kg.• 10 a 40 °C operativo.

Anexo “P”. Especificaciones NAS Snapserver 410

Especificaciones Técnicas	
Capacidad de Procesamiento	<ul style="list-style-type: none">• 2 GHz.
Memoria Asignada	<ul style="list-style-type: none">• 1 GB.
Niveles de Protección RAID	<ul style="list-style-type: none">• Niveles RAID 0, 1, 5, 6 y 10
Configuración de Discos	<ul style="list-style-type: none">• 4 Discos de 1TB SATA II intercambiables en caliente
Interfaces de Red	<ul style="list-style-type: none">• 2 10/100/1000 BASE-T soportan modos de balanceo de carga, independientes o de conmutación por falla.
Modulos Especiales	<ul style="list-style-type: none">• Replicación a localidad remota.• Conexión con NEO 200.
Especificaciones Físicas	<ul style="list-style-type: none">• Dimensiones: 42,4 cm x 4,45 cm x 48,7 cm.• Peso: 15,87 kg.• 10 a 35 °C operativo.

Anexo “J”. Memoria Fotográfica.



Curso dictado en las oficinas del departamento de Tecnología de la empresa Hierro Barquisimeto en referencia a la administración y manejo de la infraestructura del Clúster Virtual de Alta Disponibilidad.

Anexo “K” Esquema de la Formación sobre la Plataforma Virtualizada

- Introducción.
- Descripción del problema del servicio de correo electrónico.
- Detalle de la solución implantada.
- Instalación, Configuración y Administración del Hypervisor (VMware vSphere):
 - Instalación y configuración de ESXi.
 - Instalación y configuración de los componentes de vCenter Server.
 - Configuración y administración de las redes virtuales y almacenamiento usando vCenter Server.
 - Despliegue, administración y migración de máquinas virtuales.
 - Administración del acceso de usuarios a la infraestructura virtual.
 - Uso de vCenter Server para monitorear el uso de los recursos.
 - Uso de vCenter Server para incrementar la escalabilidad.
 - Uso del administrador de actualizaciones de VMware vCenter para aplicar parches de ESXi.
 - Uso de vCenter Server para manejar una mayor disponibilidad y protección de datos.
- Instalación, Configuración y Administración del Sistema de Respaldo (Veeam Backup & Replication, NetVault Backup y SnapServer)
 - Despliegue de Veeam Backup & Replication.
 - Creación de tareas de respaldo en Veeam Backup.
 - Recuperación completa de máquina virtual de VMware.
 - Trabajando con Enterprise Manager de Veeam.
 - Administración e Implementación de respaldos en NetVault Backup
 - Administración avanzada de respaldos de la NetVault Backup
 - Instalación, configuración y administración del SnapServer 410
 - Replicación de archivos en el SnapServer 410
- Administración del sistema de almacenamiento (iStor iS512)
 - Visión General de la SAN
 - Configuración de la iStor iS512.
 - Operación de la iStor iS512.
 - Creación de volúmenes de datos y adición de discos.
 - Administración avanzada de la iStor iS512
- Operación, configuración y Administración del Switch BlackDiamond 8806
 - Acceso y uso de la línea de comando de ExtremeOS.
 - Instalación y configuración de las herramientas de administración de Extreme.
 - Configuración de características de capa 1 y capa 2.
 - Configuración de enlaces y puertos.

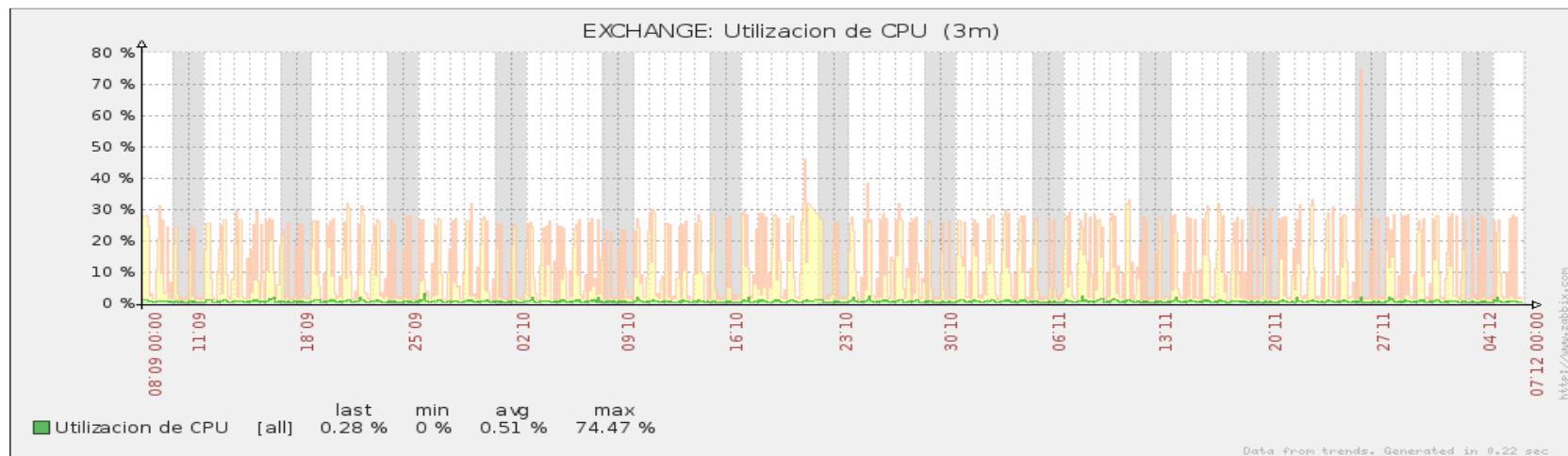
Anexo “L”. Indicadores Analizados de la Población 1 después de la Virtualización

Unidad de Análisis: Servidor

Descripción: Exchange

Indicador Analizado: Carga del Procesador

Contador de Desempeño: Utilización del CPU



Leyenda:

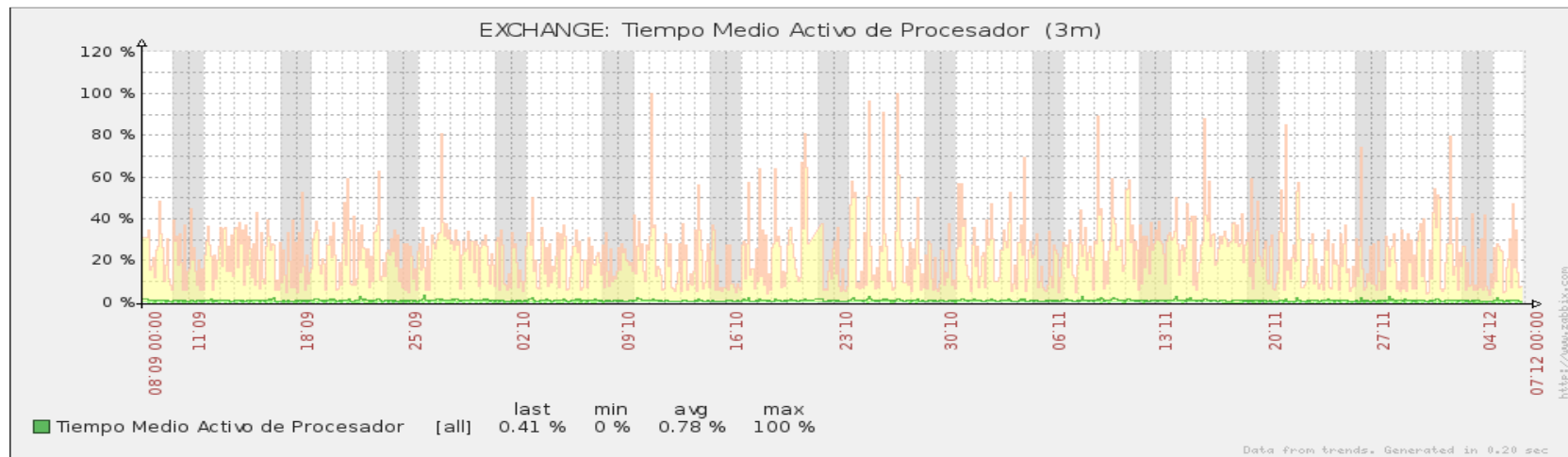
- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor

Descripción: Exchange

Indicador Analizado: Carga del Procesador

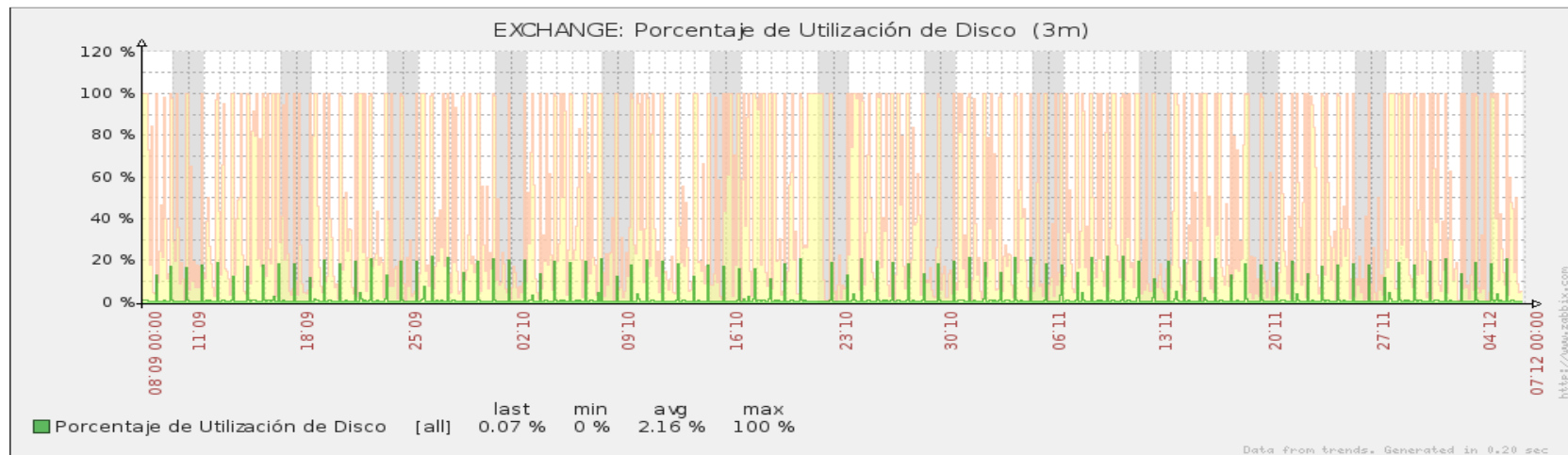
Contador de Desempeño: Porcentaje de Tiempo de Procesador



Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Uso del Disco Duro
Contador de Desempeño: Porcentaje de Tiempo de Disco



Leyenda:

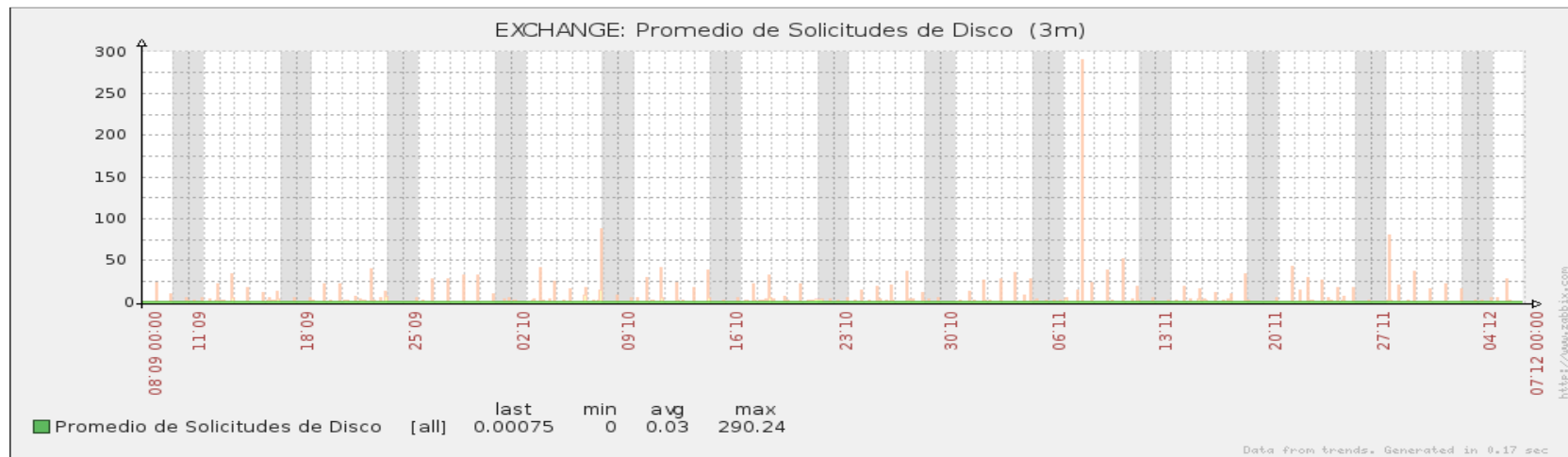
- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor

Descripción: Exchange

Indicador Analizado: Uso del Disco Duro

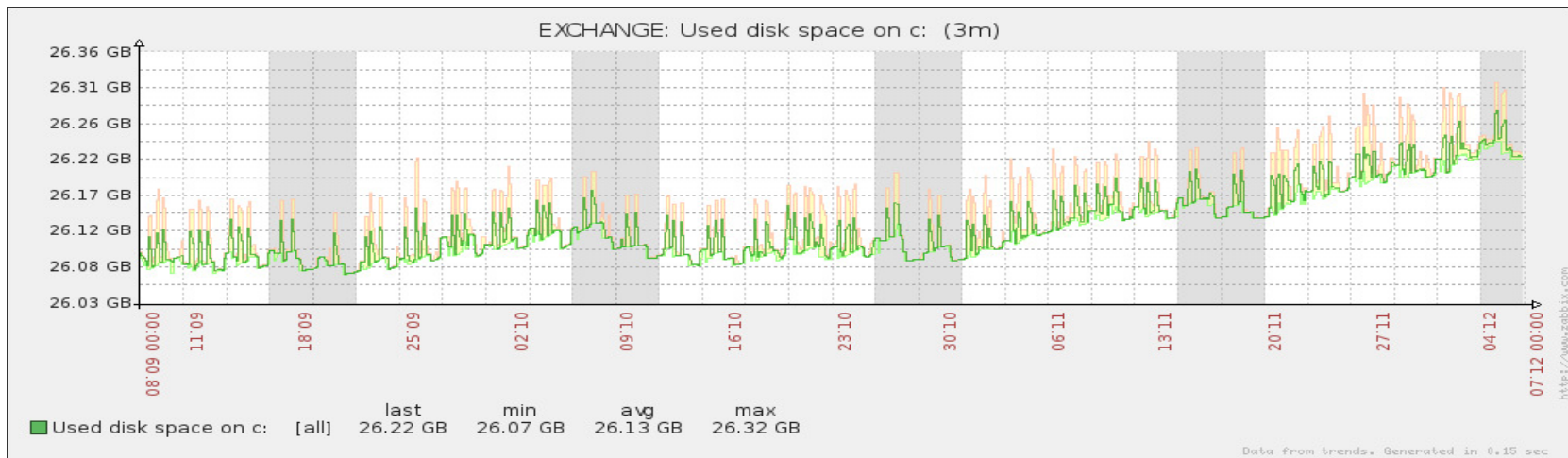
Contador de Desempeño: Promedio de longitud de la cola de Disco



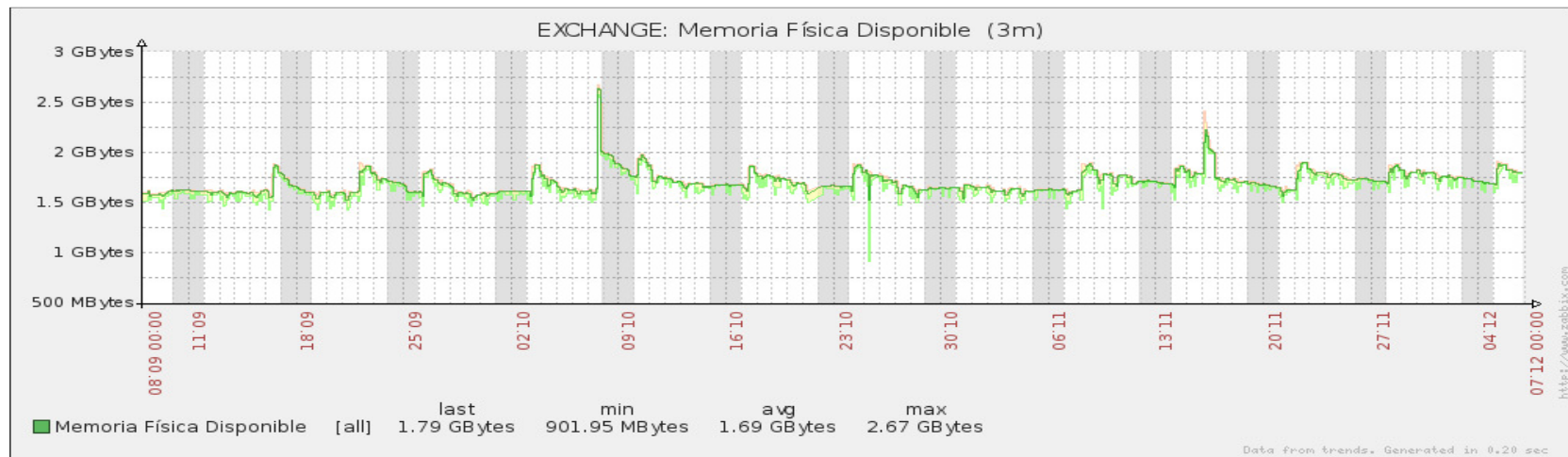
Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Uso del Disco Duro
Contador de Desempeño: Espacio en Disco Utilizado



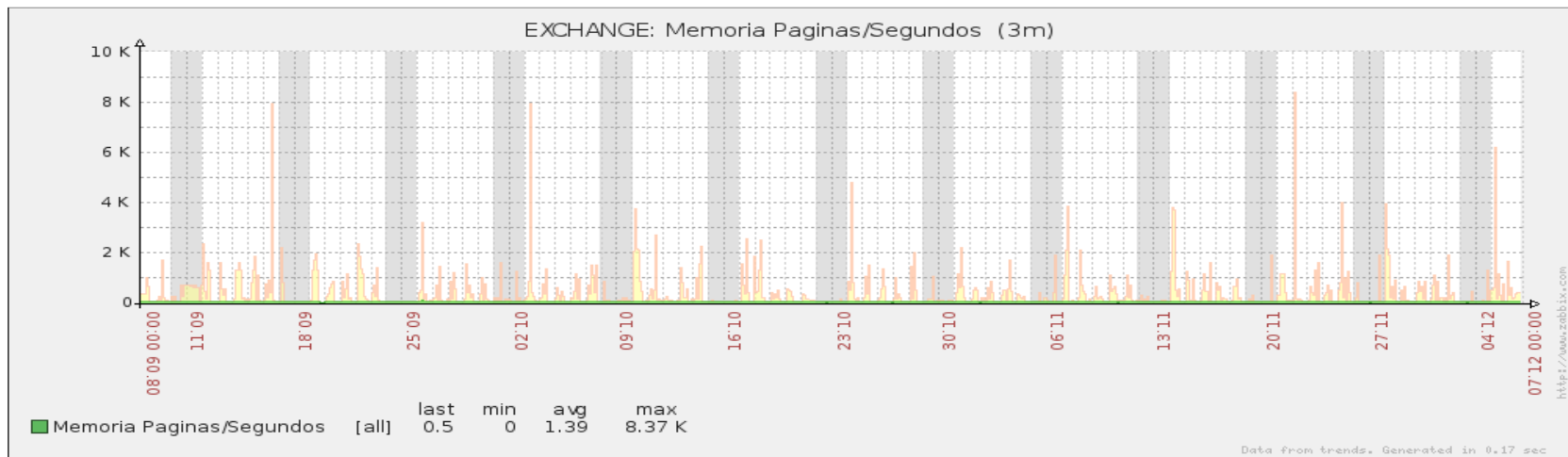
Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Carga de la Memoria
Contador de Desempeño: Memoria Física Disponible



Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

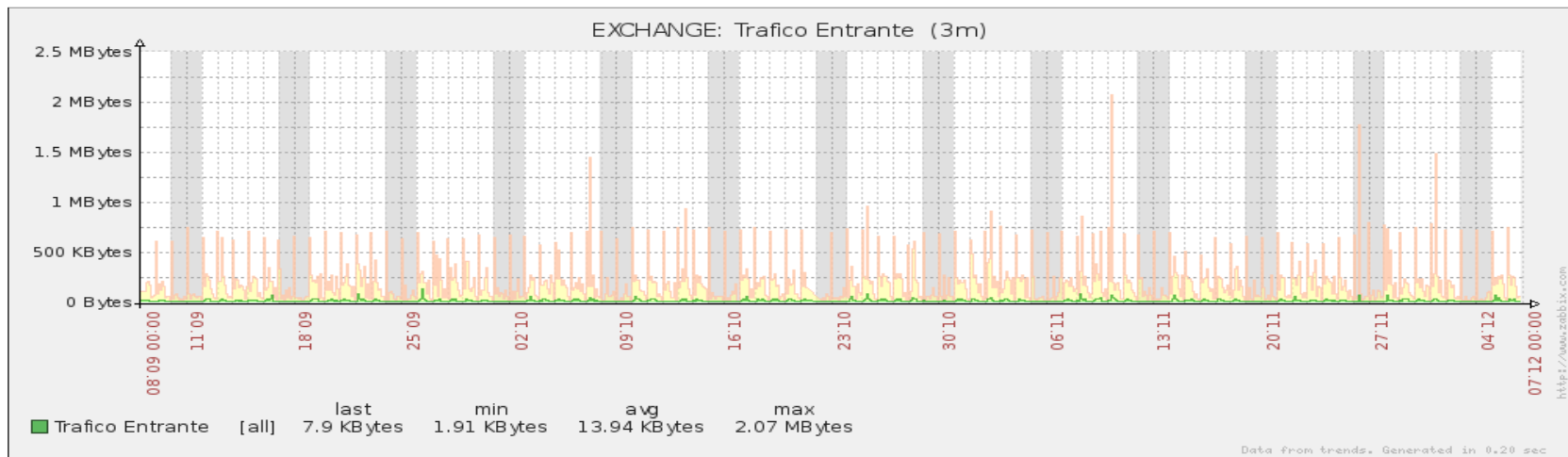
Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Carga de la Memoria
Contador de Desempeño: Paginas por segundo



Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

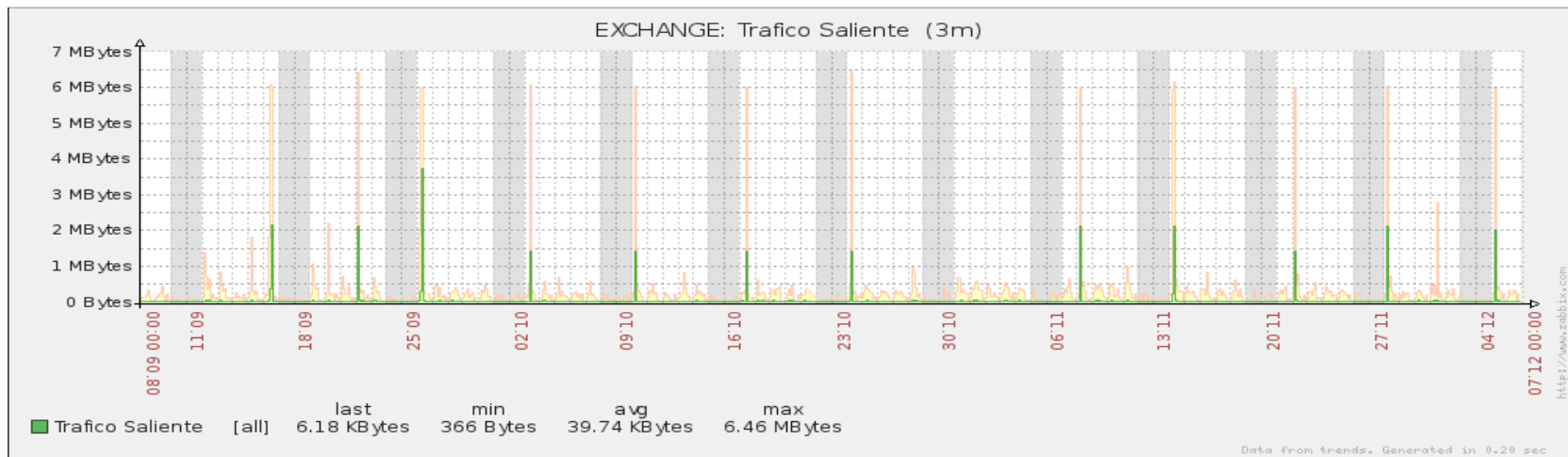
Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Tráfico de Red
Contador de Desempeño: Tráfico Entrante



Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Unidad de Análisis: Servidor
Descripción: Exchange
Indicador Analizado: Tráfico de Red
Contador de Desempeño: Tráfico Saliente



Leyenda:

- Valor Máximo Alcanzado
- Valor Mínimo Alcanzado
- Valor Promedio

Anexo “M” Cuestionario

CUESTIONARIO

La presente tiene como finalidad conocer su opinión con respecto a su percepción acerca del desempeño y operatividad del clúster virtual de alta disponibilidad y del proceso de implantación, como parte de un estudio para la realización de la tesis titulada “**IMPLANTACION DE UN CLUSTER VIRTUAL DE ALTA DISPONIBILIDAD PARA EL SERVICIO DE CORREO ELECTRONICO DE LA EMPRESA HIERRO BARQUISIMETO C.A. EN EL ESTADO LARA**”.

Instrucciones:

1. Lea cuidadosamente cada una de las preguntas antes de responder.
2. Todas las preguntas deben ser respondidas.
3. Al responder, coloque una equis (X) debajo de la alternativa que usted considere correcta, solo deben considerar una alternativa como correcta.

Es importante que se asegure de haber contestado todas las preguntas, espontáneamente y con veracidad...

Se le Agradece su apoyo y colaboración...

PREGUNTAS:

1. ¿Considera usted que la implantación del clúster virtual afecto en buena manera la prestación del servicio de correo electrónico de la organización?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. ¿Considera que las medidas tomadas en consideración en el diseño de la infraestructura virtualizada satisfacen las necesidades de disponibilidad del servicio de correo electrónico requeridas por la empresa?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ¿Tiene claro el propósito de cada uno de los elementos que brindan la alta disponibilidad del clúster?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4. ¿Piensa usted que la formación y sensibilización impartidas por el autor del presente estudio resultaron de utilidad en la ejecución de las tareas de administración del clúster?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5. ¿Considera que el diseño de clúster virtual implantado reduce los tiempos de inactividad del servidor?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

6. ¿Tiene claro el funcionamiento del clúster virtual?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

7. ¿Se considera usted en capacidad de administrar el clúster Virtual?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

8. ¿Tiene clara la configuración utilizada en cada uno de los elementos del diseño?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

9. ¿Cree usted correcta la medida de ajustar los recursos de la máquina virtual que funciona como servidor de correos según los valores que está realmente utiliza a fin de optimizar los recursos de hardware del servidor físico?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

10. ¿Cómo integrante del departamento de Tecnología se considera usted satisfecho con la implantación del clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la organización?

<i>Totalmente en Desacuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Indeciso</i>	<i>De Acuerdo</i>	<i>Totalmente de Acuerdo</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Anexo “N”. Validación del Instrumento de Recolección de Datos
Señor(a):

Ciudad.

**Ref. Validación de Instrumentos de
Recolección de Datos**

Por medio de la presente, me dirijo a usted, como experto en el área, para informarle, que ha sido seleccionado (a) para la validación del instrumento a utilizar en el desarrollo de la investigación, la cual se titula: **“IMPLANTACION DE UN CLUSTER VIRTUAL DE ALTA DISPONIBILIDAD PARA EL SERVICIO DE CORREO ELECTRONICO DE LA EMPRESA HIERRO BARQUISIMETO C.A. EN EL ESTADO LARA”**.

A tal fin, se anexa cuadro de operacionalización de variables, el instrumento de recolección de datos (Cuestionario) y el respectivo formato de revisión y validación, además del objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

Se debe resaltar, en cuanto a la investigación, que la misma es una investigación de campo, con modalidad de proyecto factible.

Sin más a que hacer referencia y agradeciendo su mayor colaboración al respecto,

Atentamente,

Ing. Nelson Meléndez

Objetivos de la Investigación

Objetivo Principal

- Implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la plataforma de servidores de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. respecto a la disponibilidad del servidor de correo electrónico.
- Estudiar la factibilidad de migrar el servidor de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. a un clúster virtual de alta disponibilidad.
- Diseñar una solución de clúster virtual de alta disponibilidad acorde a las necesidades de la empresa.
- Implementar un Clúster Virtual de Alta Disponibilidad para el Servicio de Correo Electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A.
- Precisar el impacto de la solución implementada en el desarrollo de las actividades diarias de la organización.

Operacionalización de las Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
Implantación de un clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la empresa Hierro Barquisimeto C.A. en el estado Lara.	Desempeño del servidor de correo electrónico: se caracteriza por la cantidad de trabajo útil realizado por un computador en comparación con el tiempo y los recursos utilizados.	Carga del Procesador	Observación Directa	Servidor de Correo Electrónico
		Uso del Disco Duro		
		Carga de la Memoria		
		Tráfico de Red		
	Disponibilidad del servidor de correo electrónico: calcula la capacidad de un sistema o clúster para mantener una aplicación o servicio en funcionamiento.	MTBF (Tiempo Medio entre Fallos)		
		MTTR (Tiempo Medio de Reparación)		
Efectividad de la solución: busca medir la eficacia y eficiencia de la nueva plataforma de administración del servidor a través del personal que lo utiliza.	Satisfacción del Personal de TI	Encuesta	Personal de TI	



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
LISANDRO ALVARADO
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
COORDINACION DE POSTGRADO
Maestría en Ciencias de la Computación



Formato para la Revisión y Validación del Instrumento de Recolección de Datos

Apellidos y Nombre: _____
 Título que posee: _____
 Especialidad de Postgrado: _____
 Cargo que Desempeña: _____

INSTRUCCIONES

- Lea detenidamente cada uno de los Ítems relacionados con cada indicador.
- Utilice este formato para indicar su grado de acuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (X) en el espacio correspondiente.
- Si desea plantear alguna observación para mejorar el instrumento, utilice el espacio correspondiente a observaciones ubicado en el lado derecho.

Formato de Validación del Instrumento (Cuestionario)

Ítem	Pregunta	Claridad		Congruencia		Redacción		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	¿Considera usted que la implantación del clúster virtual afecto en buena manera la prestación del servicio de correo electrónico de la organización?							
2	¿Considera que las medidas tomadas en consideración en el diseño de la infraestructura virtualizada satisfacen las necesidades de disponibilidad del servicio de correo electrónico requeridas por la empresa?							
3	¿Tiene claro el propósito de cada uno de los elementos que brindan la alta disponibilidad del clúster?							

4	¿Piensa usted que la formación y sensibilización impartidas por el autor del presente estudio resultaron de utilidad en la ejecución de las tareas de administración del clúster?							
5	¿Considera que el diseño de clúster virtual implantado reduce los tiempos de inactividad del servidor?							
6	¿Tiene claro el funcionamiento del clúster virtual?							
7	¿Se considera usted en capacidad de administrar el clúster Virtual?							
8	¿Tiene clara la configuración utilizada en cada uno de los elementos del diseño?							
9	¿Cree usted correcta la medida de ajustar los recursos de la máquina virtual que funciona como servidor de correos según los valores que está realmente utiliza a fin de optimizar los recursos de hardware del servidor físico?							
10	¿Cómo integrante del departamento de Tecnología se considera usted satisfecho con la implantación del clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la organización?							

Nota: Para dar respuestas al cuestionario se utiliza una escala Likert según se muestra a continuación:

Totalmente en Desacuerdo	En Desacuerdo	Indeciso	De Acuerdo	Totalmente de Acuerdo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fecha: _____ **Firma:** _____

Anexo "O" Confiabilidad del Instrumento

Resumen del procesamiento de casos

		N	%
	Válidos	4	100,0
Casos	Excluidos	0	,0
	Total	4	100,0

Análisis de Fiabilidad (Coeficiente de Alpha de Cronbach)

Alfa de Cronbach	Número de ítems
0,913	10

Anexo “P” Resúmenes de Caso

Resúmenes de Caso

Casos	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10
1	4	3	3	4	3	2	3	2	5	3
2	5	4	4	3	4	4	4	5	4	4
3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4
Total N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Anexo “Q” Tabla de Frecuencia

P.1. ¿Considera usted que la implantación del clúster virtual afecto en buena manera la prestación del servicio de correo electrónico de la organización?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
4	3	75,0	75,0	75,0
5	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.2. ¿Considera que las medidas tomadas en consideración en el diseño de la infraestructura virtualizada satisfacen las necesidades de disponibilidad del servicio de correo electrónico requeridas por la empresa?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
3	1	25,0	25,0	25,0
4	2	50,0	50,0	75,0
5	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.3. ¿Tiene claro el propósito de cada uno de los elementos que brindan la alta disponibilidad del clúster?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
3	1	25,0	25,0	25,0
4	2	50,0	50,0	75,0
5	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.4. ¿Piensa usted que la formación y sensibilización impartidas por el autor del presente estudio resultaron de utilidad en la ejecución de las tareas de administración del clúster?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
3	1	25,0	25,0	25,0
4	2	50,0	50,0	75,0
5	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.5. ¿Considera que el diseño de clúster virtual implantado reduce los tiempos de inactividad del servidor?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
3	1	25,0	25,0	25,0
4	1	25,0	25,0	50,0
5	1	50,0	50,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.6. ¿Tiene claro el funcionamiento del clúster virtual?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
2	1	25,0	25,0	25,0
4	2	50,0	50,0	75,0
5	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.7. ¿Se considera usted en capacidad de administrar el clúster Virtual?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
3	1	25,0	25,0	25,0
4	1	25,0	25,0	50,0
5	2	50,0	50,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.8. ¿Tiene clara la configuración utilizada en cada uno de los elementos del diseño?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
2	1	25,0	25,0	25,0
4	1	25,0	25,0	50,0
5	2	50,0	50,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.9. ¿Cree usted correcta la medida de ajustar los recursos de la máquina virtual que funciona como servidor de correos según los valores que está realmente utiliza a fin de optimizar los recursos de hardware del servidor físico?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
4	2	50,0	50,0	50,0
5	2	50,0	50,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

P.10. ¿Cómo integrante del departamento de Tecnología se considera usted satisfecho con la implantación del clúster virtual de alta disponibilidad para el servicio de correo electrónico de la organización?

Validos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
3	1	25,0	25,0	25,0
4	2	50,0	50,0	75,0
5	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	